



ANÁLISE PRELIMINAR DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PRÓPRIO PARA ATENDER O MUNICÍPIO DE NAVEGANTES

RESUMO

O município de Navegantes sofre com a falta de água, devido a uma população flutuante na alta temporada do verão. Mesmo após algumas discussões, atualmente a água ainda é terceirizada da SEMASA (Serviço Municipal de Água, Saneamento Básico e Infraestrutura), o qual também abastece outros municípios com o mesmo perfil. Nesse contexto, a implantação de um sistema de abastecimento próprio no município de Navegantes – SC para resolver essa situação é viável, necessária e possível?. Para responder a esta pergunta, elencou-se como objetivo geral do estudo: analisar a viabilidade de implantação de um sistema de abastecimento de água próprio do município de Navegantes (SC) para que a água terceirizada, atualmente, seja redirecionada para outros bairros como solução à falta de água na alta temporada do verão dos bairros mais afetados. A pesquisa é básica quanto a sua finalidade, quali-quantitativa quanto à abordagem, exploratória em relação aos objetivos delineados e de campo em relação a coleta de dados. Foram realizadas pesquisas *in loco* nas Secretaria de Saneamento Básico e de Planejamento de Navegantes para coleta de informações; em documentos oficiais do Município para comprovar o tema - falta de água; na literatura, em dados oficiais e produções de órgãos como: IBGE, Prefeitura de Navegantes, Funasa, etc. e legislação, informações relacionadas sobre o Sistema de abastecimento de água e relacionadas às características do Município. Como ferramentas, utilizou-se como auxílio o *Google Maps, excel e Autocad*. Os resultados obtidos indicam que é possível ir além do previsto na hipótese levantada – abastecimento do perímetro que abrange os Bairros São Pedro e parte do Centro – o perímetro mapeado nos resultados pode ser bem maior pelos cálculos realizados, caso seja necessário, atendendo diariamente cada habitante conforme prevê a legislação municipal.

Palavras-chave: sistema de abastecimento de água; ETA; dimensionamento.

GARCIA, Ana Julia.
Bacharel em Engenharia
Civil
(SINERGIA).
anajulia_garcia2016@outlook.com

TEIXEIRA, Wagner.
Bacharel em
Engenharia Civil; Mestre
em Engenharia Civil.
Professor da Faculdade
Sinergia.
Orientador.
teixeira.wagner@hotmail.com
<http://lattes.cnpq.br/8128512515450603>

GARCIA, Ana Julia; TEIXEIRA, Wagner. Análise preliminar de viabilidade de implantação de um sistema de abastecimento de água próprio para atender o município de Navegantes. **REFS** – Revista Eletrônica da Faculdade Sinergia, Navegantes, v. 14, n. 24, p. 56-71, jul./dez. 2023.

INTRODUÇÃO

Um sistema abastecimento de água que supra a demanda de 100% da população é, com certeza, o desejo de toda população e de muitos governantes que querem resolver problemas de falta de abastecimento que perduram por anos e anos, dependência de água terceirizada e/ou de compartilhamento de água entre vários municípios, ainda mais quando se tratam de municípios que recebem população flutuante simultaneamente na temporada do verão.

Pensando nesses problemas que são a realidade do Município de Navegantes devido a dependência da água do SEMASA, a questão levantada nesse estudo é: a implantação de um sistema de abastecimento próprio no município de Navegantes para resolver a situação da falta de água e atender a demanda da população na alta temporada do verão é viável, necessária e possível?

Para responder a esta pergunta, o objetivo geral deste estudo é: analisar a viabilidade de implantação de um sistema de abastecimento de água próprio no município de Navegantes (SC) para que a água terceirizada, atualmente, seja redirecionada para outros bairros como solução à falta de água na alta temporada do verão dos bairros mais afetados. Como objetivos específicos foram elencados: i) definir a melhor localização para implantação da ETA; ii) determinar a fonte da água com base na localização definida; iii) dimensionar as unidades do processo de tratamento da água de uma ETA – da calha parshall à filtração - para constatar a vazão e um obter um parâmetro da capacidade de suprimento da população do município de Navegantes; iv) mapear o perímetro que será beneficiado pelo sistema de abastecimento de água, após identificação da capacidade de vazão do projeto e estimar por quantos anos a ETA conseguirá suprir a demanda.

A priori, presume-se que a implantação de um sistema no município de Navegantes é possível pela geologia e topografia favoráveis e

uma ótima alternativa ao sistema atual para atender o perímetro que abrange os Bairros São Pedro e parte do Centro, possibilitando que a água terceirizada seja toda redirecionada aos Bairros Meia Praia e Gravatá na alta temporada.

Para desenvolvimento do estudo, primeiro buscou-se entender sobre os sistemas de abastecimento de água, tudo que permeia a sua implantação, portanto, será realizada a caracterização do município de Navegantes – SC, apresentado o porquê de adotar o tema, a hidrografia do Município e uma descrição do sistema de abastecimento de água existente. Em seguida, será explicado do que se trata um sistema de abastecimento de água e sua importância, unidades que o compõe, normas técnicas que devem ser consultadas para o seu desenvolvimento, processos, exigências, cuidados que envolvem a concepção de uma ETA. Por fim, será realizado um estudo de concepção do sistema de abastecimento de água para o município de Navegantes onde será mapeado o uso e ocupação da ETA, serão dimensionadas as unidades que compõem o processo de tratamento da água em uma ETA – da calha parshall à filtração para conseguir, por fim, mapear o perímetro que será beneficiado, primeira ação (diante do conjunto de aspectos a serem estudados para a concepção de um sistema de abastecimento) para a implantação de uma ETA – a definição do público a ser atendido, tendo em vista que orienta todas as outras ações que envolvem esse processo.

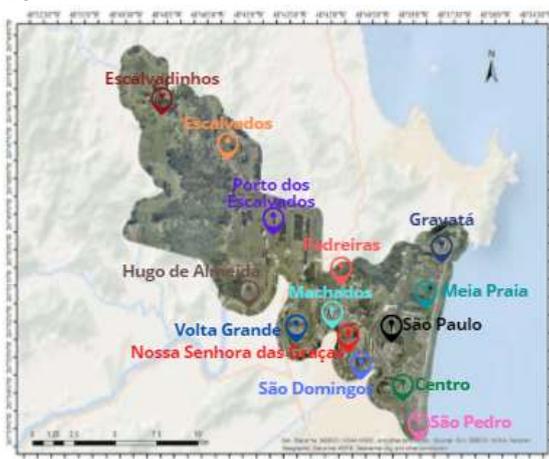
O resultado foi além do previsto inicialmente, atendimento aos Bairros São Pedro e parte do Centro - será possível abastecer um perímetro maior, caso seja necessário, e atender diariamente cada habitante conforme indica a legislação municipal. Desta forma, quando o projeto concebido for acionado para atender esse perímetro mapeado, a água da travessia 1 poderá ser toda direcionada para os bairros Meia Praia e Gravatá.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 MUNICÍPIO DE NAVEGANTES

O município de Navegantes faz parte da Mesorregião Vale do Itajaí, possui uma área territorial de 111,461 km², tem posição geográfica de 26° 53' 56" Sul (latitude), 48° 39' 15" Oeste (longitude) e está a 2 m de altitude do mar (NAVEGANTES, c2022). Segundo dados de IBGE de 2021, a população estimada é de 85.734 pessoas (IBGE, c2022) distribuídas em 14 bairros (Figura 1).

Figura 1 – Mapa dos bairros do município de Navegantes - SC



Fonte: Santos *et al.* (2017, p. 816).

Para os aspectos de desenvolvimento, normas de parcelamento, uso e ocupação do solo, o sistema viário, o perímetro urbano e providências complementares é regido pelo Código Urbanístico - Lei Complementar 055 de 22 de julho de 2008, também denominado como Plano Diretor (NAVEGANTES, 2008a), o qual aponta aspectos sobre o tema deste estudo. Em seu Art. 9º traz em seu inciso V que o Município deve preservar os recursos naturais, os mananciais de abastecimento de água do Município em prol da melhoria do meio ambiente. Ainda, no Capítulo I - DA ESTRUTURAÇÃO URBANA – traz no Art. 101 - objetivos da estratégia de estruturação urbana, dentre tantas melhorias, e no inciso XIII, menciona a melhoria no abastecimento de água (NAVEGANTES, 2008a, Art. 9º, inciso V), objeto deste estudo.

A partir do ano de 2015, como ação para atualização e adequação do Plano Diretor

Municipal, entre o período de 26 de fevereiro a 19 de março, foram realizadas nos bairros de Navegantes consultas públicas que contaram com a participação de 498 cidadãos ao todo (0,71% dos habitantes), como forma de contribuir com a reorganização do Plano Diretor. Tal ação teve o intuito de entender a percepção e preocupação dos moradores de cada bairro sobre o futuro da cidade, por meio de debates e coletas de sugestões e de propostas (NAVEGANTES, 2015b).

Na síntese do relatório dessas reuniões, as propostas estavam relacionadas a eixos como: Desenvolvimento Econômico, Desenvolvimento Social, Ambiente Natural, Mobilidade Urbana, Ambiente Construído, Ordenamento Territorial. É perceptível neste relatório que os bairros mais afetados pela falta de água, Meia Praia e Gravatá, são os únicos a mencionarem no eixo Ambiente Natural (Figura 2), demanda por uma subestação de água para que Navegantes seja independente do município de Itajaí (NAVEGANTES, 2015b).

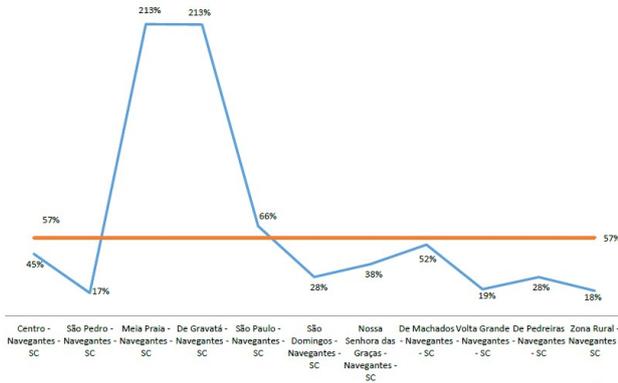
Figura 2 – Relatório síntese da consulta pública aplicada no município de Navegantes – eixo ambiente natural

AMBIENTE NATURAL			
Proposta	Quantidade	% do eixo	% do total
Implantar o Saneamento Básico / Subestação de água (ser independente de Itajaí)/ Drenagem das ruas bairro, e melhorar a manutenção da existentes / Coleta Seletiva nas ruas laterais dos bairros.	11	50	8,46
Implantação do Projeto Praia Limpa durante todo o ano / Balneabilidade da Praia / Mais lixeiras na areia da Praia / Construção de banheiros públicos na Orla da Praia / Criação de quiosques padrões na Orla.	05	22,72	3,85
Ruas mais arborizadas para uma cidade mais verde.	01	4,54	0,77
Possibilidade de construção de Macrozonas de Proteção Ambiental, e que possa ser construída até 15% desta área.	03	13,63	2,30
Regularização da área MPA's./ Diminuição da Poluição e Degradação dos Ecossistemas.	02	9,09	1,54
Total:	22	100	16,92

Fonte: Navegantes (2015b, p. [10]).

Embora se concentre o maior crescimento populacional entre os anos de 2000 e 2010 - 213%, os Bairros Meia Praia e Gravatá são os menos populosos do Município conforme apontam os índices de ocupação dos bairros de Navegantes, segundo dados do IBGE (Figura 3) (Navegantes, 2015a). No entanto, ocorre o maior índice de ocupação ocasional dos domicílios – população flutuante, com concentração de veranistas na alta temporada do verão - dezembro a março, os quais são afetados pela falta de estrutura do abastecimento de água.

Figura 3 - Crescimento populacional, por bairro entre os anos 2000 e 2010



Fonte: Navegantes (2015a, p. [7]).

Levando em consideração as constantes reclamações de falta de água, ano após ano, em 2019 a Câmara Municipal promoveu uma Audiência Pública sobre "Abastecimento de Água", um debate entre comunidade e autoridades presentes. Como motivo, dentre tantos elencados, enumerou-se a falta de capacidade de reservar água, afinal, a capacidade máxima de armazenamento é de apenas 3 milhões de litros (CÂMARA..., 2019).

Um dos encaminhamentos para tal situação foi a realização de um estudo para que a SESAN fosse transformada em autarquia. Três anos depois, em 2022, a água que abastece o município de Navegantes ainda é terceirizada. Mesmo com as recomendações pós-audiência pública e sendo o saneamento básico (abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas) (COSTA, 2015) um direito assegurado pela Constituição Federal, o problema de falta de água ainda é uma realidade.

1.2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE

O SEMASA é uma autarquia municipal localizada no município de Itajaí, portanto, Navegantes depende do Município vizinho para ser abastecida de água potável. No município de Navegantes, o órgão responsável por monitorar o abastecimento de água é a SESAN - Secretaria de Saneamento Básico de Navegantes, a qual tem como objetivo

"Abastecer a população de Navegantes com água potável" e como visão "[...] identificar e priorizar as necessidades de cada bairro nos serviços de saneamento básico [...] de acordo com a realidade de cada localidade [...]" (NAVEGANTES, [s.d]).

A água é tratada na ETA São Roque e é

[...] conduzida até Navegantes por uma adutora de DN 400, com extensão aproximada de 9 km até um ponto de derivação. A derivação dá origem a duas adutoras, que seguem por travessias subaquáticas pelo Rio Itajaí-Açú, ambas com extensão aproximada de 400 m (também em DN 400) (ARIS, 2017, p. 9).

Em seguida, a adutora 1 (travessia 1 - Figura 4) conecta-se à duas moto bombas titulares e uma moto bomba reserva que operam em paralelo e distribuem a água (em marcha) para os bairros Centro, São Pedro e São Domingos "I" e abastecem os dois reservatórios de distribuição. O Reservatório apoiado (RAP) de Meia Praia tem capacidade para 2.000 m³, abastece os bairros de Meia Praia e Gravatá e funciona como tanque de sucção de uma ERAT. Já no Centro, o reservatório é elevado (REL), de jusante, com capacidade para 300 m³ (ARIS, 2017).

Figura 4 – Localização das unidades do SAA de Navegantes



Fonte: ARIS (2017, p. 10).

A adutora 2 (travessia 2) só tem conexão com um booster e abastece os bairros Porto das Balsas, São Domingos "II", Machados, Volta Grande, Nossa Senhora das Graças e Salseirinho (ARIS, 2017).

1.3 O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Os sistemas de abastecimento de água são importantes para a qualidade de vida de uma população. É composto por várias etapas até seu destino final - a torneira do consumidor e definido por Azevedo Netto *et al.* (1998, p. 18) como

[...] um conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável a uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outras atividades necessárias para melhorar o conforto da população.

Cada uma das etapas desde a captação até a torneira do consumidor é denominada de unidade, as quais serão apresentadas a seguir.

1.3.1 Unidades que compõem o sistema de abastecimento de água

Um sistema de abastecimento de água possui as seguintes unidades/etapas, conforme a NBR 12211 (ABNT, 1992a): manancial, captação, estação elevatória, adução, tratamento, reservatório, rede de distribuição e ramal domiciliar.

Levando em consideração a primeira e a segunda unidade de um sistema de abastecimento, o manancial e captação respectivamente, a escolha da fonte é uma das etapas mais fundamentais do planejamento:

[...] opções mais raras seriam captações em lagos naturais ou no mar com dessalinização posterior. As condições de escoamento, a variação do nível d'água, a estabilidade do local de captação, etc, é que vão implicar em que sejam efetuadas obras preliminares a sua captação e a dimensão destas obras. Basicamente as condições a serem analisadas são:

- quantidade de água;
- qualidade da água;
- garantia de funcionamento;
- economia das instalações; e
- localização (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007, p. 79).

Como critério de escolha da fonte, ainda, deve ser avaliada a topografia e características geológicas da região de localização dos elementos constituintes do sistema.

Quando o manancial for superficial, um rio, a preocupação se concentra na forma de

captação da água da correnteza, no estudo profundo da qualidade da água pois é “[...] naturalmente sujeita a possíveis processos de poluição e contaminação” (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007, p. 80). Deve ser levado em consideração que “[...] as tomadas em reservatórios de acumulação não devem ser tão superficiais nem também tão profundas, para que não ocorram problemas de natureza física, química ou biológica” (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007, p. 80).

Como economia nas instalações, o projeto de captação deve levar em consideração, segundo Guimarães, Carvalho e Silva (2007, p. 82):

[...] soluções que envolvam o menor custo sem o sacrifício da funcionalidade. [...] a permanência natural do ponto de captação, a velocidade da correnteza, a natureza do leito de apoio das estruturas a serem edificadas e a vida útil destas, a facilidade de acesso e de instalação de todas as edificações necessárias (por exemplo, a estação de recalque, quando for o caso, depósitos, etc.), a flexibilidade física para futuras ampliações e os custos de aquisição do terreno.

A localização da captação da água e da concepção da ETA ideal é a que estiver em trecho reto e próximo, com menor percurso de adução (ASSOCIAÇÃO..., 1992a).

Nesse contexto, as normas técnicas que devem ser consultadas são:

- NBR 5626:1998 - **Instalação predial de água fria**;
- NBR 11185:1994 - Projeto de **Tubulações de ferro fundido dúctil centrifugado**, abastecimento público;
- NBR 12211/1992 - Estudo de **Concepção** de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água;
- NBR 12212/1992 - Projeto de **Poço para Captação de Água Subterrânea**;
- NBR 12213/1992 - Projeto de **Captação de Água de Superfície** para Abastecimento Público;
- NBR 12214/1992 - Projeto de **Sistema de Bombeamento de Água** para Abastecimento Público;
- NBR 12215/1991- Projeto de **Adutora de Água** para Abastecimento Público;

- NBR 12216/1992 - Projeto de **Estação de Tratamento de Água** para Abastecimento Público;
- NBR 12217/1994 - Projeto de **Reservatório de Distribuição de Água** para Abastecimento Público;
- NBR 12218/1994 - Projeto de **Rede de Distribuição de Água** para Abastecimento Público;
- NBR 12266:1992 - Projeto de execução de **Valas para Assentamento de Tubulação de água, esgoto e drenagem urbana**;
- NBR 12586:1992 - **Cadastro de sistema de abastecimento de água** - Procedimento;
- NBR 13211:1994 - **Dimensionamento de ancoragens para tubulação**.

Quanto a unidade tratamento, é desenvolvido dentro da ETA - construções que seguem padrões rígidos de qualidade especificadas pela NBR 12216 de 1992, a qual fixa diretrizes, demonstrando condições exigíveis para a elaboração de projeto da ETA destinada à produção de água potável para abastecimento público.

Para o desenvolvimento de uma ETA, são elementos necessários na elaboração do projeto:

- capacidade nominal;
- definição das etapas de construção;
- localização e definição da área necessária para sua implantação;
- levantamento planialtimétrico e cadastral da área de implantação;
- execução de sondagens de reconhecimento do subsolo da área de implantação;
- manancial abastecedor e características da água;
- sistemas de captação e adução, desde o manancial até a ETA;
- sistema de adução de água tratada;
- cotas impostas pelo sistema de abastecimento de água;
- corpos receptores para descarga da ETA (ASSOCIAÇÃO..., 1992b, p. 2).

A ETA deve ser projetada considerando a energia elétrica disponível, com posição adequada, próxima ao manancial, também o “[...] centro de consumo, o corpo receptor de descargas da ETA e a disposição do lodo dos decantadores”, assim como a disposição das tubulações e acima do nível máximo de água do

subsolo (ASSOCIAÇÃO..., 1992b, item 5.2.1.2, p. 2).

A área disponível deve contemplar a implantação da ETA, construções complementares para seu funcionamento, e ainda, ter área mínima para ampliação futura. Como construção complementar para o funcionamento da ETA, entende-se: “[...] portaria, estações elevatórias, cabine de força, reservatórios, canalizações, áreas e edifícios para armazenamento, oficinas de manutenção, pátios para estacionamento, descarga e manobra de veículos e vias para trânsito de veículos e pedestres”, como também deve ser bem cercada para impedir o acesso de pessoas que não trabalham na ETA (ASSOCIAÇÃO..., 1992b, item 5.2.3, p. 3).

Sendo uma ETA um “conjunto de unidades destinado a adequar as características da água aos padrões de potabilidade” (ASSOCIAÇÃO..., 1992b, p. 1), são responsáveis pelo enquadramento da água (tipo A, B, C e D) para abastecimento público nos padrões de potabilidade (Figura 5).

Figura 5 – Parâmetros estabelecidos pela NBR 12216 para classificação da água para abastecimento público

Tipos	A	B	C	D
DBO 5 dias (mg/L):				
- média	até 1,5	1,5 - 2,5	2,5 - 4,0	> 4,0
- máxima, em qualquer amostra	1 - 3	3 - 4	4 - 6	> 6
Coliformes (NMP/100 mL)				
- média mensal em qualquer mês	50 - 100	100 - 5000	5000 - 20000	> 20000
- máximo	> 100 cm menos de 5% das amostras	> 5000 cm menos de 20% das amostras	> 20000 cm menos de 5% das amostras	-
pH	5 - 9	5 - 9	5 - 9	3,8 - 10,3
Cloretos	< 50	50 - 250	250 - 600	> 600
Fluoretos	< 1,5	1,5 - 3,0	> 3,0	-

NMP - Número mais provável

Fonte: Associação... (1992b, p. 3).

Cada tipo de água requer, no mínimo, o seguinte tratamento:

Tipo A - desinfecção e correção do pH;
Tipo B - desinfecção e correção do pH e, além disso:

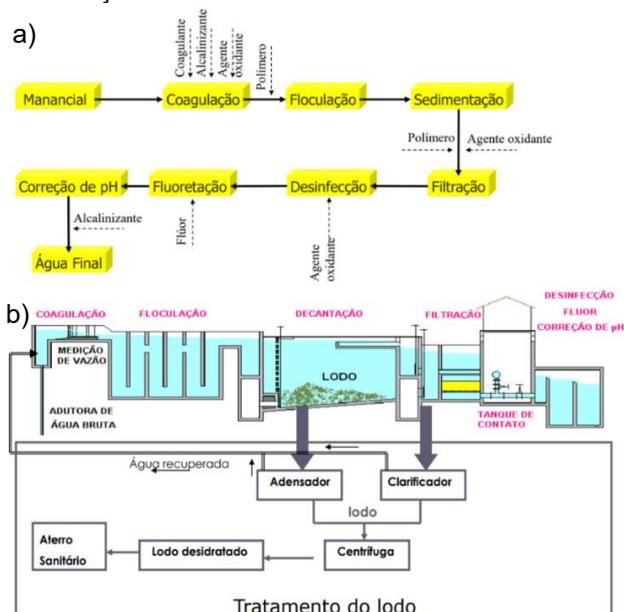
- decantação simples, para águas contendo sólidos sedimentáveis, quando, por meio desse processo, suas características se enquadrem nos padrões de potabilidade; ou
- filtração, precedida ou não de decantação, para águas de turbidez natural, medida na entrada do filtro, sempre inferior a 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) e cor sempre inferior a 20 unidades, referidas aos Padrões de Platina;

Tipo C - coagulação, seguida ou não de decantação, filtração em filtros rápidos, desinfecção e correção do pH;

Tipo D - tratamento mínimo do tipo C e tratamento complementar apropriado a cada caso (ASSOCIAÇÃO..., 1992b, item 5.3.3, p. 4).

Para melhor compreensão sobre como ocorre o tratamento da água nas estações, apresenta-se a Figura 6, o qual demonstra as etapas e como ocorre o tratamento convencional da água.

Figura 6 – processo de tratamento da água. a) Etapas do tratamento convencional da água. b) Tratamento da água nas estações de tratamento



Fonte: Roschild (2018, p. 11 e 9 [respectivamente]).

Na ETA se reduz a concentração de poluentes na água, mas principalmente é possível “[...] eliminar os materiais orgânicos e micro-organismos patogênicos para o seu consumo”, garantindo o mínimo de potabilidade para consumo humano, conforme estabelece a Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 (ÁGUAS CLARAS. s.d.).

Tratar a água é importante para evitar a proliferação, dentre outras doenças, da cólera, da hepatite A, da dengue e da febre amarela ou para diminuir doenças veiculadas de forma hídrica. Não se trata apenas de beber água contaminada, mas também consumir a mesma através de alimentos lavados, cozidos e até mesmo através do banho. Caracteriza-se, portanto, como uma ação indispensável para vida saudável, para a qualidade de vida do ser humano.

1.3.2 Concepção de um sistema de abastecimento de água

Conceber um sistema de abastecimento de água requer de início definir o objetivo do estudo, também graus de detalhamento e de precisão do todo, aspectos e condições econômicas e financeiras para que o estudo seja realizado (ASSOCIAÇÃO..., 1992a).

O estudo, posteriormente, deve contemplar aspectos como:

- os problemas relacionados com a configuração topográfica e características geológicas da região de localização dos elementos constituintes do sistema;
- os consumidores a serem atendidos até o alcance do plano e sua distribuição na área a ser abastecida pelo sistema;
- a quantidade de água exigida por diferentes classes de consumidores e as vazões de dimensionamento;
- no caso de existir sistema de distribuição, a integração das partes deste ao novo sistema;
- a pesquisa e a definição dos mananciais abastecedores;
- a demonstração de que o sistema proposto apresenta total compatibilidade entre suas partes;
- o método de operação do sistema;
- a definição das etapas de implantação do sistema;
- a comparação técnico-econômica das concepções;
- o estudo de viabilidade econômico-financeira da concepção básica (ASSOCIAÇÃO..., 1992a).

A população a ser abastecida deve ser definida, mensurada, como primeira ação do estudo, consideração a população flutuante e temporária, os estabelecimentos comerciais, industriais, públicos e a curva representativa de crescimento futuro que deve ser elaborada a partir de dados do IBGE, assim como necessidades futuras, para que por alguns anos a população seja atendida da melhor forma possível. Caso sejam utilizados dados de outras fontes, precisam satisfazer os critérios apontados na NBR 12211, e terem a sua confiabilidade comprovada (ASSOCIAÇÃO..., 1992a).

Para determinar a demanda da água consideram-se as perdas no sistema, o consumo das ligações medidas e não medidas das condições locais. Se já existe um sistema de abastecimento, a demanda pode ser determinada por meio de dados de operação do próprio sistema existente, desde que sejam

confiáveis para que o abastecimento ocorra dentro dos limites previstos, evitando ocorrência de distribuição intermitente (ASSOCIAÇÃO..., 1992a).

Quando existir um sistema de abastecimento, as partes que a compõem devem ser analisadas para aproveitamento no novo projeto, de forma integrada, seja por um tempo ou de forma permanente. As mesmas precisam estar adequadas, dentro da medida e precisão necessárias, ou seja, precisam atender às condições técnicas, econômicas e financeiras. Tal aproveitamento precisa ser comprovado por meio de desenhos e documentação fotográfica (ASSOCIAÇÃO..., 1992a).

O manancial a ser escolhido como ponto de captação da água tem que atender as condições sanitárias, sofrer análises de amostras em pontos relevantes e em períodos representativos, estar dentro dos parâmetros de classificação da água estabelecidos pela NBR 12216 de 1992 e serem avaliados com certa frequência. Além dos agentes poluidores existentes, deve ser levado em consideração condições futuras decorrentes do crescimento e que pode gerar mais poluição (ASSOCIAÇÃO..., 1992a).

As partes do sistema devem ser compatíveis para apresentar condições aceitáveis de operação, garantir o abastecimento contínuo e segurança sanitária da água em qualquer etapa prevista, por isso precisam ser pré-dimensionadas. Posteriormente, deve ser analisado o funcionamento das partes, as condições de funcionamento de uma parte para outra, afinal se complementam, direta ou indiretamente, para

2 METODOLOGIA

O estudo de concepção de um sistema de abastecimento de água é o tema deste estudo e para desenvolvê-lo, emprega metodologia de pesquisa bibliográfica, meio que permite, através da revisão da literatura (pesquisa em livros, artigos científicos e trabalhos acadêmicos, em dados oficiais e produções de

que a água distribuída seja em quantidade e tenha pressão (ASSOCIAÇÃO..., 1992a).

Conceber um sistema significa dividir o conjunto da obra em etapas adequadas para atender também as condições técnicas, econômicas, financeiras inerentes ao projeto e dentro dos prazos estabelecidos (ASSOCIAÇÃO..., 1992a). Por isso as unidades do sistema proposto devem estar bem detalhadas.

Estimativa de custos devem ser desenvolvidas para cada parte/unidade do sistema, considerando investimento ao longo do projeto, assim como despesas de operação e de manutenção. Orçamento e/ou curva de custos devem ser utilizados como referência. Em relação às despesas de manutenção e operação, devem ser consideradas despesas com pessoal, material e ferramentas, conseqüentemente suas reposições, oficinas, transportes, consumos de energia elétrica, produtos químicos e combustível (ASSOCIAÇÃO..., 1992a).

1.3.2.1 Dimensionamento nos sistemas de abastecimento de água

Dimensionar todo um sistema de abastecimento de água significa calcular as dimensões, as proporções, integrações para utilização eficiente, principalmente em relação as unidades que fazem parte do tratamento da água, para evitar seu mau funcionamento, vazão de distribuição insatisfatória. Os cálculos de dimensionamento são imprescindíveis na concepção e para a elaboração e implantação do projeto.

órgãos como: IBGE, Prefeitura de Navegantes, Funasa, etc. e legislação pertinente ao tema) a busca por conhecimento e por fundamentação sobre temas relacionados aos sistemas de abastecimento de água e sobre estações de tratamento de água para o alcance dos objetivos i, ii e iii deste artigo e chegar aos resultados.

Trata-se de uma pesquisa básica quanto a sua finalidade, pois pretende-se ampliar conhecimentos acerca do tema, neste estudo, sobre a concepção do sistema de abastecimento de água próprio como solução para o problema da falta de água.

É uma pesquisa quali-quantitativa quanto a abordagem, a qual agrupa dados quantitativos e qualitativos tanto na coleta, quanto no processo de análise; qualitativa para entender e interpretar o tema estudado mais profundamente para compreender os porquês, e quantitativa porque serão desenvolvidos cálculos para dimensionar as unidades do processo de tratamento da água para identificar a vazão e determinar o perímetro que poderá ser coberto, a partir do sistema concebido e quanto cada habitante conseguirá consumir por dia.

Se caracteriza como uma pesquisa exploratória quanto aos seus objetivos, pois explora o tema para buscar informações e explicar, aprofundar o tema para que futuramente se desenvolvam outras pesquisas (MARCONI; LAKATOS, 2017). No caso deste estudo, como ocorre o abastecimento de água e tudo que envolve esse sistema.

Por fim, relaciona-se a uma pesquisa de campo para buscar mais informações sobre um problema que se pretende solucionar, uma hipótese que se queira comprovar, através de registro de variáveis relevantes para analisá-las (MARCONI, LAKATOS, 2010). Todos os esforços para o concebimento do sistema de abastecimento de água próprio do Município e alcance do objetivo específico iv deste artigo.

2.1 MATERIAIS

Realizou-se o estudo preliminar sobre a implantação de um Sistema de Abastecimento de Água próprio no Município de Navegantes-SC como alternativa ao sistema atual para atender o Município de forma parcial, na alta temporada do verão, época que sofre com a falta de água.

Para tanto, diante do conjunto de aspectos a serem estudados para a concepção de um

sistema de abastecimento, optou-se por definir e mensurar a população a ser abastecida (primeira ação deste tipo de estudo), logo, outros aspectos precisaram ser também estudados por se complementarem.

Para determinar o manancial, buscou-se informações sobre a hidrografia de Navegantes. Ao Norte possui o Rio Gravatá, o qual divide Navegantes do município de Penha, e é cortado na região central, do Norte ao Sul pelo Ribeirão Guaporuma. Os Bairros Gravatá e Meia Praia são divididos pelo Ribeirão das Pedras. No Centro Sul do Município encontra-se o Ribeirão São Domingos. Ao Sul, divisa com o município de Itajaí, tem-se o Rio Itajaí Açu e ao Oeste, fazendo divisa com Ilhota, o Ribeirão do Baú. Entre Navegantes e Luiz Alves há o Rio Luiz Alves e ao Leste o Município é banhado pelo Oceano Atlântico (NAVEGANTES, c2022).

Analisada a hidrografia apresentada, o manancial - a fonte de água bruta - para captação da água que pode atender de forma mais apropriada a demanda – falta de água nos Bairros Meia Praia e Gravatá – e levando em consideração que é necessário, então, ser um bairro que faça parte da travessia 1 para possibilitar que a água terceirizada seja toda redirecionada para esses bairros, e a necessidade de aproveitamento da rede de distribuição já existente, optou-se pela escolha da implantação da ETA no Bairro São Pedro, o qual é margeado pelo Rio Itajaí Açu. Este Rio deságua no oceano Atlântico, o qual tem largura de até 150 m, e sua vazão é suficiente em épocas de estiagem. Desta forma, o manancial - a fonte de onde a água bruta será retirada é superficial.

Os autores que mais contribuíram para desenvolvimento do estudo foram: Guimarães, Carvalho e Silva (2007), Rochild (2018), Rosa (2018) e Viana (2018), assim como o Relatório emitido pela ARIS (Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento) de 2017 e as NBR's 12211 e 12216, ambas de 1992.

2.2 MÉTODOS

Para a realização do trabalho e atendimento ao objetivo geral, o estudo proposto se trata de uma análise preliminar para entender vantagens, possibilidades, a demanda, obstáculos, burocracias que envolvem o objeto de estudo, e uma pesquisa para entendimento do contexto, das perspectivas, características, viabilidade da pesquisa para que estudos posteriores, que complementem esta análise preliminar, possam ser desenvolvidos.

Para tanto, iniciou-se a coleta de dados com uma pesquisa sobre o funcionamento do abastecimento de água existente na Secretaria de Saneamento Básico de Navegantes. Posteriormente buscou-se por informações em documentos oficiais do Município que comprovassem que os bairros Meia Praia e Gravatá sofrem com a falta de água, para fundamentar o conhecimento empírico.

Já na literatura, buscou-se informações relacionadas sobre o tema – Sistema de abastecimento de água e relacionadas às características do Município.

Junto à Secretaria de Planejamento do Município, investigou-se sobre a propriedade de um terreno disponível no Bairro São Pedro, onde

a ETA possa ser implantada e com o auxílio do *Google Maps*, foi comprovada a proximidade entre o terreno e o manancial.

Após tais pesquisas, para complementar a avaliação da possibilidade e viabilidade (preliminar) de conceber um sistema próprio para responder a questão problema, foram realizados cálculos de dimensionamento das unidades da ETA em planilha de excel para detectar a vazão da água e obter um parâmetro da capacidade de suprimento da população do município de Navegantes. Em seguida, pós detectada a vazão, ainda com o auxílio do *Google Maps*, foi mapeado o perímetro que pode ser abastecido de água pelo sistema em concepção e determinar até quanto cada habitante pode consumir por dia, levando em consideração o que determina o código de obras do Município.

Por fim, com os dados resultantes dos cálculos desenvolvidos, na ferramenta de desenho técnico Autocad foram projetadas as unidades da ETA – da calha parshall à filtração, uma representação em 3D para ilustrar os cálculos realizados e demonstrar a estrutura necessária para o tratamento da água.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussão trazem os critérios de escolha da localidade de implantação da ETA, o dimensionamento das unidades que compõem o tratamento da água na ETA, assim como mapeamento da área de estudo.

3.1 MAPEAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA ETA

Os critérios de escolha da localização de implantação do sistema se deve a fatores como: o Município possuir um terreno com área de 8.807,5 m², constatado através de dados colhidos na Secretaria de Planejamento do Município; proximidade do terreno onde a ETA será construída com a fonte de captação da

água (Figura 7), facilitando a captação da água do manancial e a adução (menor percurso); terreno próximo a rede de distribuição existente, o que facilita também o processo de adução, bem como a integração e aproveitamento das partes deste ao novo sistema proposto; trecho reto entre o manancial e o terreno; local livre de enchente; via de acesso fácil e rápida - como principal estrada a Av. Prefeito Cirino Adolfo Cabral; geografia e topografia favoráveis.

Figura 7 – Localização da captação e da ETA



Fonte: Google Maps (2022, on-line).

Predominantemente a vegetação é de Mata Atlântica Tropical e o território é plano. O clima é subtropical mesotérmico úmido e a temperatura oscila entre 18°C e 30°C (ACIN, 2021). Quanto à geologia, a área em estudo – Bairro São Pedro, tem matéria composta por Sedimentos arenosos, onde a cobertura sedimentar do cenozoico é formada por areias quartzosas finas e médias, bem selecionadas, de cores claras (CPRM, 2014).

Esses fatores, possivelmente, proporcionarão economia no custo de implantação, operação e manutenção do sistema em concepção. Ainda atendem as exigências da NBR 12211 de 1992, e preliminarmente indicam que há viabilidade de implantação do sistema.

3.2 O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM CONCEPÇÃO

Considera-se para esse estudo uma ETA de atendimento parcial, ativada a partir do momento que o abastecimento dessa localidade seja interrompido no sistema atual. Tanto a ativação da ETA em estudo, quanto a interrupção da água do sistema atual podem ser acionadas manualmente ou automaticamente. Independente da opção, as operações devem ser simultâneas, por isso, todo o processo deve ser muito bem estudado, analisado, concebido e o sistema atual precisa de adaptações para que o projeto tenha êxito e não ocorra interrupção de abastecimento de água da população.

Outro fator a ser considerado é que hoje os reservatórios que fazem parte da travessia 1

armazenam juntos, aproximadamente, 2.300 m³. Com a implantação de um sistema próprio para que a água da travessia 1 seja direcionada, é necessário que esses reservatórios sejam ampliados, caso contrário, o problema continuará.

3.2.1 Dimensionamento da ETA

Cada etapa do tratamento da água (Figura 6) é essencial para o resultado final do processo. Portanto, é de extrema importância um dimensionamento preciso em função da vazão de captação: da calha parshall; de floculadores; de decantadores; da filtração.

No estudo realizado, apenas as unidades que compõem o processo de tratamento da água em uma ETA foram dimensionadas para obter a vazão e identificar o perímetro a ser beneficiado, foco deste estudo.

Nas subseções seguintes serão apresentados os resultados dos cálculos realizados das dimensões das unidades que compõem o processo de tratamento da água.

3.2.1.1 Dimensionamento da calha parshall

A calha parshall é um dispositivo que possibilita a mistura rápida no momento da coagulação e também possibilita medir a vazão, empregado num ressalto hidráulico. Esse fenômeno (ressalto hidráulico) acontece como mudança brusca no nível d'água na transição de um escoamento de grande turbulência para um escoamento fluvial (ROSA, 2018; VIANA, 2018).

A seleção da calha parshall, do vertedouro é o primeiro passo para todos os demais dimensionamentos e deve ser realizada com base em dados tabelados (Apêndice B).

A definição da largura da garganta (W) é muito importante, pois determina a vazão do projeto e todas as demais dimensões das unidades que compõem o tratamento da água e que serão apresentadas ao longo dos resultados.

A seleção é por uma calha Parshall com garganta de 9" para medir vazões de 50 L/s / 0,05 m³/s.

3.2.1.2 Dimensionamento de floculadores

Sendo a segunda etapa no processo de tratamento da água, a floculação busca diminuir impurezas minúsculas que ficam suspensas na massa líquida por meio de equipamentos que agitam uniformemente e realizam a mistura, não permitindo que os flocos em formação se solidifiquem antes do tempo ou que se dispersem (ROSA, 2018; VIANA, 2018).

Para o cálculo das dimensões e quantidades de floculadores que serão necessários na ETA, leva-se em consideração a vazão de 50 L/s / 0,05 m³/s definida na etapa anterior.

O floculador adotado é mecânico, de eixo vertical e com paletas paralelas ao eixo - com 6 floculadores em série (com gradientes de velocidade escalonados), com dimensões estabelecidas através da Tabela 1.

Tabela 1 - Dimensões do floculador para três câmaras

Comprimento (m)	Largura (m) - cada câmara	Profundidade (m)	Volume (m ³)	Área em planta (m ²)
8,85	2,95	3,45	90	26,09

Fonte: a autora (2022).

A sequência de cálculos elaborados (Apêndice B), além das dimensões apresentadas na Tabela 1, determinou:

- volume de cada câmara - 30 m³;
- tempo máximo do percurso da água do ressalto hidráulico ao floculador - 60 segundos;
- tempo do processo de mistura em cada câmara - 10 minutos;
 - a potência necessária em cada câmara: primeira câmara (P) - 0,254 watt; segunda câmara (P) - 0,214 watt; terceira câmara (P) - 0,136 watt.

3.2.1.3 Dimensionamento de decantadores

No processo de decantação ocorre a separação dos sólidos (por meio da gravidade) - flocos de sujeira, constituídos na etapa de floculação e que sedimentam no fundo (como lodo) (ROSA, 2018; VIANA, 2018).

O fundo do decantador é aparelhado com uma descarga de fundo por onde ocorre a descarga do lodo, local este que deve ter declividade de 5%, no mínimo. Uma vez que a descarga ocorreu, o lodo é removido manualmente (por se tratar de um sistema simples) e direcionado a um local apropriado ou para o esgoto, para preservação do meio ambiente (ROSA, 2018; VIANA, 2018).

Considerando também a vazão de 50 L/s / 0,05 m³/s, serão necessários 2 decantadores para a realização do processo de sedimentação. Cada um terá vazão de 25 L/s / 0,025 m³/s e as seguintes medidas:

- área com 61,71 m²;
- altura de 5,10 m (H(m));
- largura de 8,85 m (B(m));
- comprimento de 13,71 m (L(m)).

A capacidade de armazenamento de cada um é de 630 m³ de água.

3.2.1.4 Dimensionamento de filtração

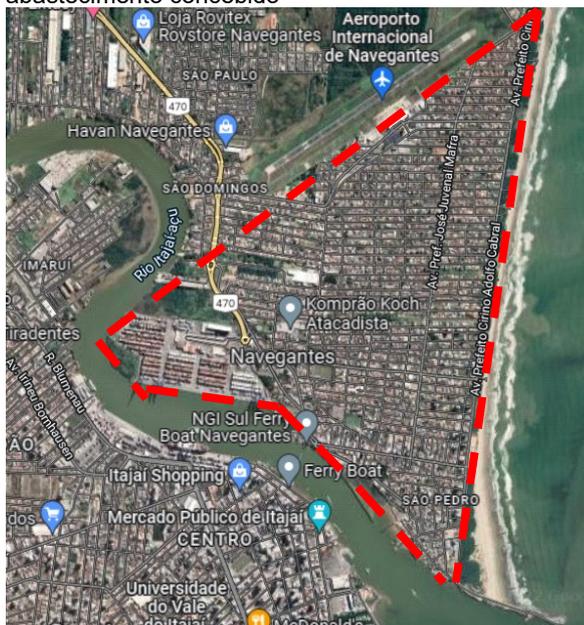
Após a decantação a água deve ser tratada por meio de filtros, nesse caso de camada simples de areia para deter impurezas e os flocos que ainda passam pelo decantador (ROSA, 2018; VIANA, 2018).

Serão adotados 2 filtros para cada decantador que juntos têm capacidade de filtração de 180 m³/m².dia. Cada filtro mede 12 m², totalizando aproximadamente 24 m² de filtro em cada decantador. Assim, num todo soma-se 48 m² de filtro.

3.2.2 Mapeamento do perímetro beneficiado

Com o dimensionamento das unidades do processo de tratamento da água, compreendida a capacidade de tratamento, de vazão, foi possível detectar que 43.200 pessoas podem ser atendidas diariamente, atendendo o que o código de obras do Município determina até a presente data no art. 188, inciso VI, 100 litros/dia por habitante (NAVEGANTES, 2008b).

Figura 8 – Perímetro beneficiado pelo sistema de abastecimento concebido



Fonte: Google Maps (2022, *on-line*).

Embora na Figura 8 o perímetro mapeado seja o previsto inicialmente, suprimento aos Bairros São Pedro e parte do Centro, o resultado foi além, é possível beneficiar todo o Bairro Centro e também o Bairro São Domingos "I". Desta forma, quando o projeto concebido for acionado para atender esse perímetro mapeado, a água da travessia 1 pode ser toda direcionada para os bairros Meia Praia e Gravatá e o Município será parcialmente independente no quesito abastecimento de água na alta temporada do verão.

Com base nos dados do Censo publicados no IBGE, o crescimento populacional do município de Navegantes entre os anos de 2000 a 2010 foi estimado em 56,62% e de 2010 a 2021 foi de 48%. Considerando a população estimada em 2021 e a estimativa de crescimento populacional para os próximos 30 anos (VEOLIA, 2021), em 2030 haverá crescimento de 22%, em 2040 será de 47% e em 2050, 74%.

Não possuindo dados específicos da população residente apenas dos Bairros Centro e São Pedro, mas avaliando as informações do

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intenção desse artigo foi realizar um estudo sobre a necessidade, possibilidade e viabilidade de implantação de um sistema de

abastecimento próprio de água no município de Navegantes – SC. Deixa-se claro que, diante do conjunto de aspectos que envolvem a

Gráfico 1 - Tendência de crescimento linear dos Bairros Centro e São Pedro



Fonte: a autora.

Se tal projeção seguir essa lógica e ponderando (após dimensionamentos) que 43.200 pessoas podem ser atendidas diariamente, para fins de definição de quanto tempo a ETA projetada consegue suprir a demanda, chega-se a uma média de atendimento de 20 anos, aproximadamente.

Assim, a implantação de um sistema de abastecimento próprio, parcial, no Município de Navegantes, para resolver a situação da falta de água na alta temporada nos Bairros Meia Praia e Gravatá é viável e uma ótima alternativa ao sistema atual, quando analisado de forma preliminar a viabilidade de implantação, com base nos aspectos geológicos e topográfico, quantidade de água exigida pelos consumidores dessa região e as vazões de dimensionamento, possibilidade de integração das partes deste projeto em concepção ao novo sistema, pesquisa sobre o manancial abastecedor.

abastecimento próprio de água no município de Navegantes – SC. Deixa-se claro que, diante do conjunto de aspectos que envolvem a

concepção de um Sistema de Abastecimento de Água e exigem estudo, uma análise de viabilidade preliminar tem como primeira ação definir e mensurar a população a ser abastecida para identificar se o estudo de concepção prossegue ou se a ideia não é implementável.

Com base nos objetivos propostos, a concepção de um sistema próprio pode sim ser uma alternativa ao sistema atual na estação do verão. A ideia é que com esse suporte, toda a água da travessia 1 do Município seja toda direcionada para o reservatório apoiado (RAP) de Meia Praia, abastecendo de forma sistemática, sem interrupções, os bairros Meia Praia e Gravatá, bairros onde se concentram o maior crescimento populacional e maior índice de ocupação ocasional dos domicílios, no verão, período em que ocorre a maior demanda pelo abastecimento de água devido a população flutuante, tornando a cidade parcialmente independente.

Leva-se em conta neste estudo apenas o abastecimento normalizado, não prevê problemas técnicos, imprevistos da rede de abastecimento terceirizada.

Os dimensionamentos das unidades do processo de tratamento da água indicam vazão de 50 litros por segundo/0,05 metros cúbicos por segundo, para tanto a calha Parshall selecionada possui garganta de 9 polegadas. Com esta determinação, o processo de floculação foi concebido com 6 floculadores em série, utilizados 2 decantadores para realizar o processo de sedimentação, e o processo de filtração será realizado por meio de 2 filtros de areia em cada decantador, 4 filtros ao todo.

Tais dados indicam que a capacidade de suprimento da população do município de Navegantes supera a intenção inicial de atendimento do Bairro São Pedro e parte do Centro, pois com os dados da vazão alcançados, o perímetro mapeado inclui os Bairros São Pedro, todo o Centro e ainda é possível atender o São Domingos "I", perfazendo um total de 43.200 pessoas atendidas diariamente, aproximadamente 50% da população, com a possibilidade de uso de 100 litros dia por pessoa. Todavia, ponderando apenas os dois bairros inicialmente pensados

para atendimento (Centro e São Pedro), após uma lógica de projeção de crescimento populacional, presume-se que será possível o suprimento de água por aproximadamente 20 anos.

As dificuldades encontradas nesse estudo foram quanto a falta de informações e dados de órgãos públicos do município, mesmo com encaminhamento de ofícios com as solicitações meados do 1º semestre de 2022, e até a conclusão deste artigo nenhum retorno foi obtido. Baseou-se, então, em informações diversas para que o estudo pudesse ser desenvolvido, mas foram necessários alguns ajustes, mudanças, descaracterizando um pouco a intenção inicial de desenvolvimento do artigo.

Após tais constatações, o estudo em questão indica preliminarmente que há viabilidade da implantação de um sistema próprio de água levando em consideração o que foi desenvolvido, a partir dos objetivos propostos.

Dando continuidade à análise de viabilidade de implantação do Sistema de Abastecimento de água próprio no Município, sugere-se que estudos de outros aspectos que envolvem a concepção e implantação do sistema de abastecimento de água devem ser realizados, como: submeter a água a análise, a um levantamento sanitário, conforme NBR 12211/1992, para classificá-la; pensar em um projeto de dessalinização, afinal a água deste Rio se mistura com a água do mar; ainda, considerar que o Rio Itajaí Açu possui correnteza e travessia constante de embarcações e dragas trabalhando para retirada de areia do canal, desta forma, a localização da estação elevatória deve ser bem planejada.

Sendo constatado que o manancial abastecedor e as características da água são apropriadas, posteriormente estudos definidos na mesma norma devem ser realizados, como aproveitamento das partes que compõem o sistema existente ao novo projeto, de forma integrada e principalmente ao que se refere a viabilidade econômica-financeira da concepção básica. Inclui-se nesse estudo posterior, o tipo

de fechamento dos condutores e suas derivações. Outra situação a ser estudada é o gerenciamento e manutenção da ETA nos períodos que não será utilizada, assim como limpeza para conservação.

Futuramente parte-se, então, para o projeto da ETA e tudo que envolve sua

elaboração e execução, para o abastecimento público, conforme prevê a NBR 12216 de 1992. Todos os esforços, neste sentido, são para que o município de Navegantes conquiste a independência do abastecimento da água que é destinada às casas da população.

REFERÊNCIAS

ACIN. **Sobre Navegantes**. Navegantes: Associação Empresarial de Navegantes, 2021. Disponível em: <http://www.acin.com.br/index.php/sobre-navegantes/#:~:text=Vegeta%C3%A7%C3%A3o%3A,oscila%C3%A7%C3%B5es%20entre%2018%C2%BAC%20e%2030%C2%BAC>. Acesso em 23 maio 2022.

ÁGUAS CLARAS. **Estação de tratamento de água: como funciona e quais suas vantagens?** Tubarão: s.n, [s.d.]. Disponível em: <https://aguasclarasengenharia.com.br/tratamento-de-agua/>. Acesso em: 19 out. 2021.

ARIS. **Relatório de fiscalização do sistema de abastecimento de água do município de Navegantes - (RF – SAA – Navegantes – 005)**. Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://www.aris.sc.gov.br/uploads/edital/4289/802zHqKs4ZdaBb-zcNuYVoY3221dRil.pdf>. Acesso em: 27 maio 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12211**: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro: ABNT, 1992a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12216**: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: ABNT, 1992b.

AZEVEDO NETTO, J. M. *et al.* **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1998.

BRASIL. Ministério de Estado da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, Ministério de Estado da Saúde, 2017.

BRASIL. Ministério de Estado da Saúde. **Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, Ministério de Estado da Saúde, 2021.

CÂMARA MUNICIPAL DE NAVEGANTES. **Audiência Pública sobre "Abastecimento de Água" reúne bom público**. Notícias. Publicado em 25 fev. 2019. Disponível em: <https://www.cvnavegantes.sc.gov.br/imprensa/noticias/0/43/0/41>. Acesso em: 07 maio 2022.

COSTA, A. G. **Curso de especialização a distância em elaboração e gerenciamento de projetos para a gestão municipal de recursos hídricos - Sistemas de abastecimento de água**. Fortaleza, Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional das Águas, 2015.

CPRM serviço geológico do Brasil. **Mapa geológico do Estado de Santa Catarina**. S. l.: Ministério de Minas e Energias, 2014. 1 Mapa. Escala1:500.000. EOS Organização e Sistemas. O que é e como funciona um sistema de abastecimento de água. **Blog EOS**. Campo Grande – MS, 08 jun. 2017 – atual. 25 nov 2019. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/sistema-de-abastecimento-de-agua/>. Acesso em: 11 maio 2022.

FUNASA. **Manual de orientações técnicas para elaboração e apresentação de propostas e projetos para sistemas de abastecimento de água**. Brasília – DF: Fundação Nacional de Saúde, 2017.

GOOGLE MAPS. Navegantes. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/@-26.9098269,-48.6514024,1976m/data=!3m1!1e3>. Acesso em: 30 maio 2022.

GUIMARÃES A. J. A.; CARVALHO D. F.; SILVA, L. D. B. **Saneamento Básico**. Apostila, UFRRJ, ago. 2007. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Capit%204%20parte%202.pdf>. Acesso em: 17 maio 2022.

IBGE. Cidades e Estados – Navegantes. [2021]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/navegantes.html>. Acesso em: 2 maio 2022.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

NAVEGANTES. Código Urbanístico. **Lei Complementar 055 de 22 de julho de 2008**. Navegantes, 2008a. Disponível em: <https://www.navegantes.sc.gov.br/download.php?id=1287>. Acesso em: 7 maio 2022.

NAVEGANTES. **Lei Complementar 56 de 22 de julho de 2008**. Institui o código de obras do município de Navegantes e dá outras providências. Navegantes, 2008b. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-navegantes-sc>. Acesso em: 24 out. 2022.

NAVEGANTES. Plano Diretor participativo – Navegantes – cidade para todos. Dados básicos municipais. **Apresentação Dados Básicos Municipais** – Download - PDF, 17 de maio, Navegantes, 2015a. Disponível em: <https://www.navegantes.sc.gov.br/plano-diretor-arquivos-plano-diretor>. Acesso em: 8 maio 2022.

NAVEGANTES. **Relatório síntese consultas públicas nos bairros de Navegantes**. 26 de fev. a 19 de mar., Navegantes, 2015b. Disponível em: <https://www.navegantes.sc.gov.br/download.php?id=98>. Acesso em: 8 maio 2022.

NAVEGANTES. **Manual de atendimento ao usuário**. Navegantes: SESAN, [s.d]. Disponível em: <https://www.navegantes.sc.gov.br/secretaria-de-saneamento-basico>. Acesso em: 20 out. 2021. PDF – Download.

NAVEGANTES. Prefeitura de Navegantes. **Diagnóstico do município de navegantes**. c2022. Disponível em: <https://www.navegantes.sc.gov.br/cidade>. Acesso em: 2 maio 2022.

ROSA, R. V. de S. **Dimensionamento de uma estação de tratamento de água de ciclo completo para abastecimento da cidade de Campo Florão**. 2018. 97 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil, Uberlândia. MG, 2018.

ROSCHILD, C. V. P. **Tratamento de água**. Universidade Federal de Pelotas – UFPEL, Centro de Engenharias – CENG, Disciplina: Sistemas urbanos de água, PPT 7, 2018.

VIANA, D. Cálculos de dimensionamento de uma estação de tratamento de água. **Guia da engenharia, s.l.**, publicado em 25 maio 2018. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/estacao-tratamento/>. Acesso em: 11 out. 2022.