



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

ALICE ANTUNES DA SILVA

**ESCASSEZ HIDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TUBARÃO E SUAS
POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS NO ABASTECIMENTO PÚBLICO**

Tubarão

2021

ALICE ANTUNES DA SILVA

**ESCASSEZ HIDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TUBARÃO E SUAS
POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS NO ABASTECIMENTO PÚBLICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
do Sul de Santa Catarina como requisito parcial
à obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Prof. Madelon Rebelo Peters.

Tubarão
2021

ALICE ANTUNES DA SILVA

**ESCASSEZ HIDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TUBARÃO E SUAS
POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS NO ABASTECIMENTO PÚBLICO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 18 de novembro de 2021.

Professora e orientadora Madelon Rebelo Peters
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Gil Félix Madalena
Universidade do Sul de Santa Catarina

Engenheiro Químico Rafael Marques
Convidado

Dedico este trabalho aos meus pais Ricardo e Aline, por todo carinho e conselho dado, foi de grande inspiração e coragem para prosseguir nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que por sua infinita bondade me conduziu até aqui dando-me saúde e fé para enfrentar todos os obstáculos e dificuldades.

Aos meu pais Ricardo e Aline, pelo amor, incentivo e acima de tudo pelo apoio incondicional dedicado a mim sempre.

A minha irmã Rafaela, por todo carinho e apoio ao longo do curso.

Aos meus avós Alacir e Estela (in memorian), por todo amor e afeto dedicados a mim, além das orações e conselhos dados ao longo do meu curso.

Aos meus familiares, pelo incentivo ao longo do curso.

Aos amigos e colegas de curso, pelo companheirismo e apoio ao longo do curso.

A todos os professores do Curso de Engenharia Civil, pelos conhecimentos e experiências transmitidas ao longo do curso.

A minha orientadora Madelon, pelo carinho e atenção ao longo do desenvolvimento do trabalho, me dando o suporte necessário para sua conclusão.

“A água é matéria e matriz da vida, mãe e meio. Não há vida sem água” (Albert Szent-Gyorgyi).

RESUMO

A água é essencial e indispensável para a vida humana. Sua falta pode causar problemas ambientais, sociais e econômicos. A demanda pelo consumo de água depende da quantidade da população, por isso, devemos usar a água de forma consciente e sem desperdício. Esse trabalho tem a finalidade de caracterizar a Bacia do Rio Tubarão quanto a presença de cunha salina decorrido da escassez de chuvas ocorrida no ano de 2020. Os problemas dessa influência no abastecimento público podem acarretar a queima de aparelhos elétricos, como chuveiros e torneiras devido ao aumento da condutividade elétrica. O método de pesquisa utilizado foi a realização de coleta de dados em diferentes pontos da cidade e diferentes profundidades do Rio. Por fim, esses dados coletados foram comparados com os padrões de potabilidade ideais para o consumo humano, conforme Portaria MS nº 2.914. Caso esses dados estejam fora do permitido conforme a portaria determina, uma das consequências seria a interrupção do abastecimento público.

Palavras-chave: Abastecimento Público. Cunha Salina. Potabilidade.

ABSTRACT

Water is essential for human life. the lack can cause environmental, social and economic problems. The demand for consumption of water depends on the quantity of the population, for that reason, we should use water conscious and wasteless. This work has the purpose to characterize the basin of Tubarão's river as the presence saline wedge due to the lack of rain during the year of 2020. The problems of this influence on public supply can lead to the burning of electrical appliances, as showers and faucets due to increased electrical conductivity. The research method used was to perform data collection in different parts of the city and different depths of the river. Finally, these collected data were compared with the ideal drinking standards for human consumption, according to ordinance MS n° 2.914. If these data are out of the permitted as the ordinance determines, one of the consequences would be the interruption of public supply.

Keywords: Public Supply. Saline Wedge. Potability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tipos de poços.....	18
Figura 2 – Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão	26
Figura 3 – Localização da captação de água do Município de Tubarão.....	28
Figura 4 – Distância da captação de água de Tubarão até a Foz	29
Figura 5 – Garrafa de Van Dorn.....	30
Figura 6 – Localização dos pontos coletados	30
Figura 7 – Camadas coletadas no Rio Tubarão	31
Figura 8 – Condutividade Superficial.....	38
Figura 9 – Perfil longitudinal da calha do Rio	39
Figura 10 – Condutividade dia 15/05	39
Figura 11 – Condutividade dia 27/05	40
Figura 12 – Condutividade dia 29/05	40
Figura 13 – Condutividade dia 09/06	41
Figura 14 – Barramento no Rio	41
Figura 15 – Níveis Rio do Pouso.....	42
Figura 16 – Quantidade de chuva	42
Figura 17 – Níveis de cloreto	43
Figura 18 – Níveis de sulfato.....	43
Figura 19 – Níveis de fluoreto.....	44
Figura 20 – Níveis de potássio	44
Figura 21 – Níveis de sólidos totais dissolvidos	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Condutividade Superficial	32
Tabela 2 – Perfil longitudinal da calha do Rio	33
Tabela 3 – Níveis de condutividade 15/05	34
Tabela 4 – Níveis de condutividade 27/05	34
Tabela 5 – Níveis de condutividade 29/05	34
Tabela 6 – Níveis de condutividade 09/06	35
Tabela 7 – Níveis Rio do Pouso	35
Tabela 8 – Períodos de chuva em 2020	36
Tabela 9 – Níveis de Cloreto	36
Tabela 10 – Níveis de Sulfato.....	36
Tabela 11 – Níveis de Fluoreto.....	37
Tabela 12 – Níveis de Potássio.....	37
Tabela 13 – Níveis de sólidos totais dissolvidos	37
Tabela 14 – Dados coletados de uma torneira no Bairro Vila Moema.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos corpos de água doce.....	23
Quadro 2 – Classificação dos corpos de água salina.....	23
Quadro 3 – Classificação dos corpos de água salobra.....	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	JUSTIFICATIVA	12
1.2	OBJETIVOS	13
1.2.1	Objetivos Geral.....	13
1.2.2	Objetivo Específico.....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	IMPORTÂNCIA DA ÁGUA	14
2.2	DISPONIBILIDADE DE ÁGUA	14
2.3	USOS DA ÁGUA	15
2.4	IMPORTÂNCIA DO ABASTECIMENTO PÚBLICO	15
2.5	CAPTAÇÃO DE ÁGUA	16
2.5.1	Captação de água superficial	16
2.5.2	Captação de água subterrânea.....	17
2.6	CUNHA SALINA.....	18
2.6.1	Barragens	18
2.6.2	Comportas Hidráulicas.....	20
2.7	QUALIDADE DOS MANANCIAIS E DO ABASTECIMENTO PÚBLICO	22
2.8	A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TUBARÃO	25
2.9	IMPACTOS DA SALINIDADE NO ABASTECIMENTO PÚBLICO.....	26
3	METODOLOGIA.....	28
3.1	LOCAL DE ESTUDO	28
3.2	COLETA DE DADOS.....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1	MONITORAMENTO.....	32
4.2	DADOS OBTIDOS	32
4.3	ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	38
5	CONCLUSÃO.....	46
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

Escassez de água é a falta de abastecimento de água doce necessária para suprir as necessidades da população. É importante ressaltar que mais de 97% da água que o planeta terra possui, não pode ser consumida porque é salgada. Já a água doce existente, sua maior parte está congelada e a outra grande parte encontra-se no subsolo. A água que existe nos mananciais superficiais e reservatórios disponíveis para população é de aproximadamente 1%.

Grande parte da água doce é disponibilizada para produção agrícola e outra parte para as indústrias. Entretanto, além dessa faixa de disponibilidade, há os riscos relacionados a contaminação da água por resíduos industriais, resíduos de aterros sanitários e lixões, bem como do esgoto sanitário lançado in natura.

Os principais motivos da escassez é o uso inadequado no solo, as secas, falta de chuva, poluição ou má distribuição. A má distribuição de água, é caracterizada pelo fato de onde há maior disponibilidade, à exemplo da bacia Amazônica, há pouca população consumidora, e onde há muita população, como no sudeste do Brasil, há pouca disponibilidade hídrica.

Ainda, alguns fatores de grande importância para a recarga dos mananciais são as interferências climáticas. O “El Niño” e “La Niña” são padrões climáticos naturais do oceano e da atmosfera, estes promovem mudanças de temperaturas da superfície do oceano e da circulação atmosférica. O “El Niño” é o aquecimento anormal do Oceano Pacífico Equatorial tornando mais quente, fazendo evaporar e formar nuvens de chuva, e assim altera os padrões de pluviometria e temperatura em várias partes do planeta. Já o “La Niña” faz o inverso, causando o resfriamento do Pacífico Equatorial. Eles interferem na circulação atmosférica, alterando a temperatura e a precipitação em várias regiões do mundo.

1.1 JUSTIFICATIVA

Mesmo o Brasil possuindo as maiores reservas de água do planeta, sendo estas superficiais ou de vastos reservatórios de água subterrânea como o Aquífero Guarani e duas das maiores unidades: Bacia Amazônica e Pantanal Mato – Grossense, ainda essa fartura de água não garante a segurança hídrica do país.

Um dos problemas que contribuem para o desabastecimento público é a salinidade, que é a quantidade de sal dissolvido na água. A água pode ser classificada em três tipos: doce, salobra e salgada. A água doce possui pouca presença de sal, sendo utilizada pelas pessoas no seu dia-a-dia. A salobra há pouca presença de sal como as demais, pode ser considerada o

estágio intermediário, sendo encontrada somente nos mangues. Já a salgada é a que possui maior quantidade de sal, sendo o tipo de água mais encontrada na Terra.

A água é um bem essencial e indispensável para a sobrevivência, então sua escassez causa impactos ambientais, sociais e econômicos. Quanto maior o número da população maior será seu consumo. Por isso a importância do seu consumo consciente e sem desperdício. A água bem tratada, distribuída conforme as necessidades das pessoas, acarreta muitos benefícios a saúde. Ela é de suma importância para preparação dos alimentos, hidratação e higiene. É importante que se tenha um sistema de abastecimento bem calculado, para que não haja desperdício.

A Escassez hídrica está presente e é influenciada por diversos fatores. Nesse contexto este trabalho visa estudar a influência da cunha salina em mananciais de água doce no desabastecimento público de água na Bacia do Rio Tubarão.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos Geral

Verificar a ocorrência da intrusão salina devido à escassez hídrica e seu possível impacto no abastecimento público do Município de Tubarão.

1.2.2 Objetivo Específico

- Realizar pesquisas dos parâmetros para caracterização da salinidade na Bacia do Rio Tubarão.
- Verificar as implicações quanto a presença de salinidade na água.
- Verificar quais as implicações da salinidade no abastecimento público.
- Pesquisar soluções para minimizar a salinidade na água de abastecimento público.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

A água é fonte da vida. Não importa quem somos, o que fazemos, onde vivemos, nós dependemos dela para viver (Cesar et al.,2019). Apesar dela ser muito importante para a sobrevivência, continua – se poluindo os rios e destruindo nascentes, esquecendo do quanto ela é indispensável para a nossa vida. É preciso ter consciência e responsabilidade de usa – lá de forma adequada e sem desperdício.

A água é um recurso vital para a sobrevivência dos seres. Ela representa um elo de ligação entre todos os ecossistemas do planeta (FERREIRA, 2003). Utilizamos a água diariamente, desde simples atividades domésticas até o cultivo de plantas e vegetais. A água é fonte para a vida. A escassez de água acarretaria sérios problemas a sobrevivência humana.

De acordo com dados divulgados pela ONU (2019), aproximadamente 3 bilhões de pessoas sofrerão com a sua escassez em 2025.

2.2 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA

Sabe – se que o planeta terra em sua maior parte é coberto por água, porém essa água toda não está disponível para o consumo humano. Apenas uma pequena porcentagem está acessível para o uso. A camada de água que cobre o planeta Terra representa cerca de 71% da superfície da Terra. Do total desse volume, aproximadamente 97,4% são salgadas e estão nos oceanos e mares. Sua composição em sua maioria é de cloreto de sódio, além de outros sais minerais (SIQUEIRA, 2011).

O Brasil possui uma boa quantidade de água. Estima-se que o país possua cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta (ANA,2021). A água que temos em todo território brasileiro não está dividida de forma igual, pelo contrário, sua distribuição ocorre de forma irregular. Não é levado em conta seu nível populacional e isso afeta diretamente a população. Localidades muito povoadas, recebem pouca quantidade de água, enquanto pequenas localidades a tem de forma mais abundante.

2.3 USOS DA ÁGUA

O desenvolvimento urbano, à medida que aumenta, envolve duas atividades conflitantes, sendo estas o aumento da demanda de água com qualidade e a degradação dos mananciais urbanos por contaminação dos resíduos urbanos e industriais (TUCCI, 1997). Com o crescimento das cidades, a água tem se tornado uma grande preocupação quanto ao seu uso inapropriado e irresponsável. O uso indevido e desenfreado compromete todo o ecossistema. O elevado consumo de água, acaba implicando na sua qualidade e acaba acarretando situações críticas para as bacias que são próximas as regiões mais densas.

O uso mais nobre é o consumo de água pela população ou denominado de consumo doméstico (TUCCI, 1997). Diariamente a água é usada em atividades do nosso dia a dia ou mesmo para nossa higiene pessoal. Se observarmos o funcionamento de uma residência, observamos que a água é de suma importância. Sem ela as atividades não conseguiriam ser realizadas de forma que se obtivesse êxito.

Os principais usos da água são: abastecimentos domiciliar e industrial, irrigação, preservação de flora e fauna, produção de energia, recreação, navegação e diluição de despejos (BRANCO E ROCHA, 1984).

Qualquer atividade humana que altere as condições naturais das águas é considerada um tipo de uso. Cada tipo de uso pode ser classificado como uso consuntivo ou não consuntivo. Os usos consuntivos são aqueles que retiram água do manancial para sua destinação, como a irrigação, a utilização na indústria e o abastecimento humano. Já os usos não consuntivos não envolvem o consumo direto da água, sendo estes o lazer, a pesca e a navegação, alguns exemplos, pois aproveitam o curso da água sem consumi-la (ANA,2021).

2.4 IMPORTÂNCIA DO ABASTECIMENTO PÚBLICO

O abastecimento de água em boa qualidade e quantidade vai além do desenvolvimento econômico e da dessedentação (L & L ENGENHARIA, 2018). A boa qualidade da água e a sua divisão de forma adequada acarreta benefícios a saúde da população. Uma água bem tratada pode ser usada desde o preparo dos alimentos, até a higiene. O seu consumo de forma atenta, garantiria sua abundância e descartaria sua escassez.

2.5 CAPTAÇÃO DE ÁGUA

A captação é o conjunto de obras e dispositivos de engenharia construídos junto à fonte de suprimento, para retirada de água que deve ser conduzida pelo sistema de abastecimento, em quantidade suficiente para satisfazer às necessidades de consumo da área abastecida (LEME, 1984).

A captação tem por finalidade criar condições para que a água seja retirada do manancial abastecedor em quantidade capaz de atender o consumo e em qualidade tal que dispense tratamentos ou os reduza ao mínimo possível. É, portanto, a unidade de extremidade de montante do sistema (GUIMARÃES, 2007).

Para se construir um sistema de distribuição de água é necessário realizar um estudo profundo da localidade e contar com mão de obra especializada. A escolha do manancial é uma etapa fundamental no planejamento de um sistema de abastecimento de água. Assim, deve-se avaliar alguns critérios tais como a localização, topografia, vazão e presença de focos de contaminação. Após a escolha do manancial, define-se como será feita a captação da água (EOS, 2019).

2.5.1 Captação de água superficial

Águas superficiais são encontradas em rios, canais com superfície livre e que o escoamento flui sobre a superfície terrestre (CECH, 2013). Há vários tipos de captações, por exemplo, a captação de manancial em serra consiste na distribuição da água sem passar por tratamento convencional, devido à elevada qualidade, sendo necessário apenas a aplicação de produtos químicos como cloro e flúor, ou ainda, passar por peneira estática para remoção de material em suspensão (TSUTIYA, 2006).

As partes constituintes de uma captação são: barragem (represa), reservatório de regularização, barragem de nível e enrocamento. A barragem (represa) e o reservatório de regularização são utilizados quando as vazões mínimas dos cursos d' água são inferiores e as medias são superiores às necessidades de consumo. Já a barragem de nível e o enrocamento são utilizadas quando eleva o nível d'água do manancial, garantem N.A. mínimo na captação (GUEDES, 2021).

2.5.2 Captação de água subterrânea

Água subterrânea é toda a água que ocorre abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas, e que sendo submetida a duas forças (de adesão e de gravidade) desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos. As águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada (ABAS, 2014).

Os reservatórios são corpos de rochas porosas e permeáveis denominados de aquíferos. Essas águas podem estar acumuladas em dois tipos principais: freático e cativo. O aquífero freático caracteriza-se por estar assentado sobre uma camada impermeável de subsolo e submetido à pressão local, enquanto o aquífero cativo caracteriza-se por estar confinado entre duas camadas impermeáveis e submetido a uma pressão superior à pressão atmosférica local (RUZISKA, 2008).

Os poços são mais frequentes porque normalmente os níveis dos lençóis freáticos variam muito entre os períodos de chuva e de estiagem (RUZISKA, 2008).

Segundo a ABAS os tipos de poços são:

Cacimba, poço raso, cisterna ou poço amazonas. Construídos manualmente. Não carece de licenciamento ou autorização governamental dos órgãos gestores.

Poço perfurado em rochas consolidadas ou cristalinas. Também conhecido como semi – artesiano.

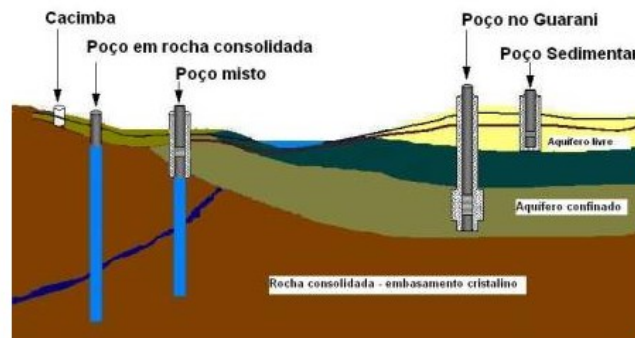
Poço perfurado em rochas inconsolidadas e consolidadas. Pode ser chamado de Poço Misto e também semi – artesiano.

Poço no Aquífero Guarani. Poço perfurado em rochas consolidadas e inconsolidadas, com grandes diâmetros (até 36”) e profundidades (até 1.500 metros). Também chamado de artesiano, jorrante ou não.

Poço Sedimentar, perfurado em rochas geralmente inconsolidadas. Pode ser chamado também de semi – artesiano.

A figura 1, mostra os tipos de poços e onde são utilizados.

Figura 1 – Tipos de poços



Fonte: ABAS,2021.

Entre os 2.723 poços tubulares, 2.714 captam água do Aquífero Serra Geral, com profundidades variando entre 24,00 e 310,00 m (média de 117,01 m). Nos 9 poços construídos no Aquífero Guarani, a profundidade varia entre 511,40 m no poço de Itá e 1410,0 m no poço em São Miguel d' Oeste (Freitas et al., 2001).

2.6 CUNHA SALINA

Estuários localizados em zonas de micro-marés, com um fornecimento constante de água doce, tendem a apresentar padrão altamente estratificado. Esta situação implica no escoamento da água fluvial menos densa por sobre a água marinha mais densa, formando uma feição denominada de cunha salina. A intrusão da cunha salina em um estuário é governada principalmente pela amplitude da maré, descarga fluvial e batimetria. Devido às variações temporais da descarga fluvial e da maré, a cunha salina, quando presente em determinado estuário, não se mantém estacionária, movendo-se lentamente, buscando sempre uma posição de equilíbrio em resposta a essas variações (PROSUL, 2014). Alguns dispositivos de proteção contra a cunha salina seriam as barragens e comportas.

2.6.1 Barragens

As barragens desde os remotos tempos em que o homem tentou barrar os cursos d'água com as mais variadas finalidades, evoluíram muito em tecnologia. Todavia, ainda hoje, alguns tipos mais primitivos de barragens são eventualmente utilizadas quando a obra assume pequenas proporções, principalmente quando executada por pequenos fazendeiros com o objetivo de armazenar a água para o próprio consumo e da forma mais barata possível. Por isso, quanto ao tipo, devem as barragens ser divididas em dois grandes grupos: convencionais que

são as mais utilizadas e cujo mecanismo é de amplo conhecimento na literatura; e não convencionais, que incluem as que são poucas utilizadas, embora algumas delas possam ter sido desenvolvidas recentemente (COSTA, 2012).

- Barragens convencionais:

Barragem da terra homogênea é aquela composta de um único tipo de material, excluindo-se a proteção dos taludes. Neste tipo de barragem, seu material necessita ser suficientemente impermeável, para formar uma barreira adequada contra a água, e os taludes precisam ser relativamente suaves, para uma estabilidade adequada (TIMBÓ, 2018).

Barragem da terra zoneada nesse tipo de barragem, há um zoneamento de materiais terrosos em função de suas características de materiais e/ou permeabilidade (COSTA, 2012).

Barragens de enrocamento com núcleo impermeável, o material rochoso é predominante e a vedação da água, nesse caso, é feita por meio de um núcleo argiloso, separado do enrocamento por zonas de transição, para evitar o carreamento do material fino para o interior do enrocamento (COSTA, 2012).

Barragens de enrocamento com face impermeável, a vedação da água é garantida pela impermeabilização da face de montante da barragem, seja por uma camada de asfalto, placa de concreto ou chapa de aço (COSTA, 2012).

Barragens de concreto gravidade são barragens maciças de concreto, com pouca armação, cuja característica física é ter sua estrutura trabalhando apenas à compressão (COSTA, 2012).

Barragens de concreto gravidade aliviada é uma estrutura mais leve, onde a barragem de gravidade convencional acha-se vazada com o objetivo de imprimir menos pressão às fundações ou economizar concreto, que pode atingir menos da metade do consumo de uma barragem de gravidade (COSTA, 2012).

Barragens de concreto em contraforte assemelha-se à de gravidade aliviada, porém é mais leve (COSTA, 2012).

Barragens de concreto rolado ou compactado o concreto é espalhado com trator de esteira e depois compactada (COSTA, 2012).

Barragens de concreto abobada ou arco são aqueles em que a curvatura ocorre em duplo sentido, ou seja, na horizontal, ao longo de seu traçado, e na vertical (COSTA, 2012).

Barragens mistas é constituída por diferentes materiais ao longo de uma seção transversal (COSTA, 2012).

- Barragens não convencionais:

Barragem de gabião é uma obra de pequeno porte (geralmente inferior a 10 m de altura) projetada para ser parcial ou totalmente vertedora. Essa obra é constituída por uma parede de gabião com extensão para jusante formando a bacia de dissipação e aterrada a montante com material argiloso. Ela exige uma transição ou manta de bidim entre a argila e o gabião para evitar o carreamento dos materiais mais finos. Uma placa de concreto na parte de vertência deverá garantir a proteção do coroamento para grandes vazões efluentes (COSTA, 2012).

Barragens de madeira exige madeira de boa qualidade e deve ser revestida com uma chapa de aço que garantira a vedação. As caixas formadas pela armação de madeira devem ser preenchidas com rocha para evitar o seu deslocamento pelas pressões hidrostáticas (COSTA, 2012).

Barragens de alvenaria de pedra constitui uma variação da barragem de gravidade, em que o concreto é substituído pela alvenaria de pedra, rejuntada manualmente com cimento. Não exige a utilização de armação nem fôrma (COSTA, 2012).

Derivação da água é toda retirada, recolhimento ou aproveitamento de água proveniente de qualquer corpo hídrico, ou seja, é toda água captada ou desviada do seu curso natural destinada a qualquer fim, como abastecimento doméstico, irrigação, uso industrial etc (SEMAD, 2008).

2.6.2 Comportas Hidráulicas

Para definir uma comporta devem coexistir um tabuleiro, peças fixas e órgão de manobra. O tabuleiro é o componente da comporta que permite o bloqueio à água. As peças fixas são componentes que ficam embutidos no betão e podem servir de guiamento, de vedação e de passagem das cargas ou de proteção ao betão. O órgão de manobra é o componente que permite as manobras de fecho e de abertura do tabuleiro. As peças fixas e órgão de manobra podem ser comutáveis a outro tabuleiro (BAPTISTA, 2018).

As comportas são classificadas de acordo com sua função, movimentação, função do tabuleiro e localização:

- Função

As comportas de serviço são usadas para o controlo contínuo do nível de água. O exemplo mais comum são os descarregadores (spillway). São exemplo as comportas ensecadeira, segmento e gaveta. De entre as comportas de serviço dos descarregadores, as mais usuais são as comportas de segmento (BAPTISTA, 2018).

As comportas de emergência são usadas ocasionalmente para cortar caudal nas condutas ou canais. A sua condição de funcionamento é normalmente aberta ou fechada e só em caso de emergência é acionada. São exemplo as comportas situadas na tomada de água, a montante das condutas de admissão e das comportas de serviço dos descarregadores. São exemplo as comportas vagão e lagarta (BAPTISTA, 2018).

As comportas de manutenção são usadas para a manutenção de equipamentos do circuito. São manobradas em águas equilibradas para reduzir os esforços na mesma e para diminuir a capacidade do órgão de manobra. A comporta ensecadeira é a mais usual para este tipo de função (BAPTISTA, 2018).

- Movimentação

As comportas de deslizamento são definidas quando a movimentação do tabuleiro é guiada ou assenta nas peças fixas. As comportas mais comuns com este tipo de classificação são a ensecadeira e de gaveta (BAPTISTA, 2018).

As comportas de rolamento são definidas quando a movimentação do tabuleiro é guiada pelas peças fixas e o deslizamento é efetuado por rodas ou rolos. As comportas mais comuns com este tipo de classificação são a vagão e lagarta (BAPTISTA, 2018).

As comportas radiais são definidas quando a movimentação do tabuleiro é efetuada em torno de um eixo fixo. As comportas mais comuns com este tipo de classificação são a segmento e sector (BAPTISTA, 2018).

- Função da descarga em relação ao tabuleiro:

Pode ser por cima, por baixo ou os dois em simultâneo em relação ao tabuleiro. São classificadas também em função do tabuleiro. Pode ser simples é composta por um único elemento de tabuleiro. Duplas são compostas por dois elementos móveis sobrepostos. As mistas, são constituídas por um elemento principal que no seu topo articula outro elemento mais pequeno (BAPTISTA, 2018).

- Localização

Existindo comportas de superfície e de fundo. Todas as comportas podem ser designadas e construídas para trabalhar à superfície, contudo só algumas podem ser designadas e construídas para trabalhar em fundo. São exemplo as comportas de fundo vagão, segmento, lagarta, gaveta e ensecadeira (BAPTISTA, 2018).

2.7 QUALIDADE DOS MANANCIAIS E DO ABASTECIMENTO PÚBLICO

Os mananciais normalmente utilizados para abastecimento de água podem prover das águas superficiais e subterrâneas. A captação de águas superficiais é a extração das águas nos rios, córregos, represas ou lagos. As águas subterrâneas são aquelas provenientes do subsolo, sendo classificadas em águas de lençol freático e águas de lençol confinado. As águas de lençol freático são aquelas que se encontram livres, sob pressão da atmosfera. A captação de águas subterrâneas onde se tem uma melhor qualidade da água bruta é aquela do lençol confinado (SILVA et al, 2021).

No Brasil a Portaria nº 2.914 – GM, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, que dispõe sobre “os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade de água para consumo humano e padrão de potabilidade” rege os parâmetros de qualidade da água para consumo. Na portaria nº 2914 o valor dos sólidos totais dissolvidos era de 1000 mg/l, mas a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 modificou esse valor de sólidos totais dissolvidos para 500 mg/l.

O índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP) foi criado por um Grupo Técnico composto por integrantes da CETESB, SABESP, institutos de pesquisa e universidades. O índice é composto por três grupos de parâmetros: Temperatura d'água, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez; Parâmetros que avaliam a presença de substâncias tóxicas (teste de mutagenicidade, potencial de formação de trihalometanos, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel); e Parâmetros que afetam a qualidade organoléptica da água (fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco) (ANA,2021).

A resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Art. 2º para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- I – águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
- II – águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;
- III – águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;
- IV – ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;
- V – ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;
- [...]

Esta resolução classifica os corpos de água em doces, salinas e salobras. Conforme quadro a seguir.

Quadro 01: Classificação dos corpos de água doce.

ÁGUAS DOCES	
CLASSE	USO PREPODERANTE
ESPECIAL	Destinada ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
1	Podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
2	Podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca.
3	Podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais.
4	Podem ser destinadas à navegação; e à harmonia paisagística

Quadro 02: Classificação dos corpos de água salinas.

ÁGUAS SALINAS	
CLASSE	USO PREPODERANTE
ESPECIAL	Destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
1	Podem ser destinadas à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; à proteção das comunidades aquáticas; e à aquicultura e à atividade de pesca.
2	Podem ser destinadas à pesca amadora; e à recreação de contato secundário.
3	Podem ser destinadas à navegação; e à harmonia paisagística.

Quadro 03: Classificação dos corpos de água salobras.

ÁGUAS SALOBRAS	
CLASSE	USO PREPODERANTE
ESPECIAL	Destinadas à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
1	Podem ser destinadas à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; à proteção das comunidades aquáticas; à aquicultura e à atividade de pesca; ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
2	Podem ser destinadas à pesca amadora; e à recreação de contato secundário.
3	Podem ser destinadas à navegação; e à harmonia paisagística.

A Bacia hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar existem atualmente dois cenários distintos com relação ao enquadramento dos cursos d'água. O enquadramento legal dos recursos hídricos de Santa Catarina aplicado na bacia, foi estabelecido pela Portaria MINTER 013/76 e regulamentado através da Portaria GAPLAN/SC 024/79 de 19 de setembro de 1979. Pela Portaria da GAPLAN, os cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio tubarão estariam classificados basicamente em classe 1 nas nascentes dos cursos d'água (a exceção se refere ao rio D'uma, totalmente enquadrado em classe 1) e, em classe 2 no médio e baixo curso dos rios (GOVERNO DE SANTA CATARINA, 2002).

A estimativa de classificação atual o fato de um trecho do rio estar enquadrado em determinada classe pela legislação, não significa, necessariamente, que esse seja o nível de qualidade que o mesmo apresenta. Na verdade, a legislação busca estabelecer a qualidade que a água deveria idealmente apresentar, para favorecer os usos que eram pretendidos. Esta discrepância, no caso da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar, existe e foi comprovado através da estimativa da classificação atual dos cursos d'água. O procedimento consistiu em estimar a quantidade de resíduos gerados pela atividade antrópica na bacia e calcular as concentrações de poluentes ao longo dos rios (GOVERNO DE SANTA CATARINA, 2002).

No município de Indaial, a captação de água bruta é realizada no Rio Itajaí-Açu. O Rio Itajaí-Açu é o rio mais importante do Vale do Itajaí. Forma-se no município de Rio do Sul, pela confluência do Rio do Itajaí do Sul com Rio Itajaí do Oeste. Seus maiores afluentes pela margem esquerda são o Rio Itajaí do Norte (na divisa de Lontras e Ibirama), o Rio Benedito

(em Indaial) e o Rio Luís Alves (em Ilhota). No município de Itajaí, pouco antes da foz do Oceano Atlântico - mais precisamente oito quilômetros - o Rio Itajaí-Açu recebe as águas do principal afluente pela margem direita: o Rio Itajaí-Mirim. Passa, a partir daí, a chamar-se Rio Itajaí (CASAN, 2021).

A bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Açu, está situada no domínio da Mata Atlântica, sendo nela encontrados os mais significativos remanescentes no estado na Serra do Itajaí, que constitui o divisor de águas entre os rios Itajaí-Açu e Itajaí-Mirim. O território da bacia divide-se em três grandes compartimentos naturais - o alto, o médio e o baixo vale - em função das suas características geológicas e geomorfológicas. O alto vale compreende toda a área de drenagem à montante da confluência do rio Hercílio com o Rio Itajaí-Açu, incluindo ainda as cabeceiras do Rio Itajaí. A unidade de tratamento é compatível com a classe em que se enquadra o manancial (classe 3) O manancial é bastante degradado, desprotegido de matas ciliares desde as suas nascentes até a foz; e em períodos de chuvas, a turbidez da água é bastante acentuada, indicando uso inadequado da terra em sua bacia e erosão das margens (CASAN, 2021).

2.8 A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TUBARÃO

A bacia hidrográfica do rio Tubarão e Complexo Lagunar tem 5.959,97 km². O rio Tubarão nasce junto à encosta da Serra Geral e tem como seus principais afluentes os rios Braço do Norte e Capivari (SIEHESC, 2021).

Os limites da grande bacia hidrográfica do rio Tubarão englobam 18 municípios: Lauro Muller, Orleans, São Ludgero, Braço do Norte, Grão Pará, Rio Fortuna, Santa Rosa de Lima, Anitápolis, São Bonifácio, São Martinho, Armazém, Gravatal, Capivari de Baixo, Tubarão, Pedras Grandes, Treze de Maio, Jaguaruna e Sangão. A bacia hidrográfica do rio D'una, localizada na porção oeste da região, tem suas nascentes na Serra do Tabuleiro e desemboca na Lagoa do Mirim. No Complexo Lagunar, três lagoas destacam-se em termos de área superficial: Lagoa do Mirim, Lagoa do Imaruí e Lagoa de Santo Antônio. As lagoas recebem contribuição do rio D'una e Tubarão, sendo que a ligação com o Oceano Atlântico se dá junto ao Canal da Barra de Laguna. Na região do Complexo Lagunar e da bacia do rio D'una tem os municípios: Imaruí, Imbituba e Laguna (SIRHESC, 2021).

A figura 2 mostra a bacia hidrográfica do Rio Tubarão, regiões vizinhas, limite da bacia.

Figura 2 – Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão



Fonte: SIRHESC,2021.

2.9 IMPACTOS DA SALINIDADE NO ABASTECIMENTO PÚBLICO

O abastecimento de água de Tubarão é realizado a partir de manancial superficial, o Rio Tubarão, mediante captação nas imediações da Rodovia SC – 440, com tomada direta afogada, construída na margem direita do rio, sem barramento para alteamento de nível ou regularização de vazões (FUNDASA, 2008).

A qualidade dos mananciais que abastecem a população vem sendo comprometidos em decorrência da degradação ambiental ocasionada pelo lançamento de esgoto sanitário, dejetos de animais, efluentes industriais, utilização exagerada de agrotóxicos e fertilizantes, mineração, desmatamento, exploração incorreta do solo e subsolo (DAMIANI et al, 2008).

Contudo, a Bacia hidrográfica do rio Tubarão, segundo informações da concessionária, sofre com a influência de maré (cunha salina) no Rio Tubarão, a água tratada continua dentro dos padrões de potabilidade exigidos pelo Ministério da Saúde, que asseguram a qualidade da água distribuída no município de Tubarão (TUBARÃO SANEAMENTO, 2021).

A presença de "cunha salina" ocorre a partir da redução da vazão de um rio, normalmente em épocas de estiagem ou demais fenômenos meteorológicos. Com isso, o equilíbrio de forças entre o rio e o oceano é afetado, permitindo o avanço da maré e a presença de água salgada ao longo de um rio. Outros fatores como exploração indiscriminada e não planejada do aquífero, mudanças no uso do solo e variações climáticas, podem contribuir para esse fenômeno. (TUBARÃO SANEAMENTO, 2021).

Alguns problemas identificados com o aumento da salinidade são os desligamentos involuntários de chuveiros e torneiras, que pode ocorrer pelo aumento de condutividade de energia elétrica por meio da água (TUBARÃO SANEAMENTO, 2021). Muitas pessoas, nessa época de inverno tem seus chuveiros ou torneiras elétricas queimadas e acreditam que isso tenha ocorrido pelo alto nível de temperatura usado neles. Mas, em alguns casos o a explicação pode ser outra. O alto nível de salinidade na água pode causar esse tipo de deterioramento nesses equipamentos, provocando sua baixa durabilidade.

No solo, os efeitos da salinidade no desenvolvimento vegetal provem de alterações nas suas propriedades químicas e físicas. Em relação às propriedades químicas, o aumento das concentrações de sais e sódio trocável, ocasiona a redução de sua fertilidade e, em longo prazo, pode levar a desertificação (D'ALMEIDA et al., 2005).

O efeito do excesso de sais ocorre principalmente pela interação eletroquímica entre os sais e a argila (SERTÃO, 2005).

A alta condutividade elétrica verificada em solos salinos se deve as altas concentrações de sais, podendo restringir a absorção de nutrientes, interferir no desenvolvimento das plantas e reduzir a níveis antieconômicos, em função da elevação do potencial osmótico (MENDES et al., 2008).

A salinidade afeta também as propriedades físicas do solo, provocando desestruturação, aumento da densidade e redução das taxas de infiltração de água no solo pelo excesso de íons sódicos (RHOADES et al., 2000).

3 METODOLOGIA

3.1 LOCAL DE ESTUDO

A área de estudo será a captação de água do Município de Tubarão localizada na Rodovia SC-390.

A Captação de água no Rio Tubarão tem capacidade para abastecer cerca de 410 l/s sendo responsável pela disponibilidade de 100% da população urbana e parte da População Rural do município. A Figura 3 apresenta a localização da captação.

Figura 3 – Localização da captação de água do Município de Tubarão



Fonte: Google Earth, 2021.

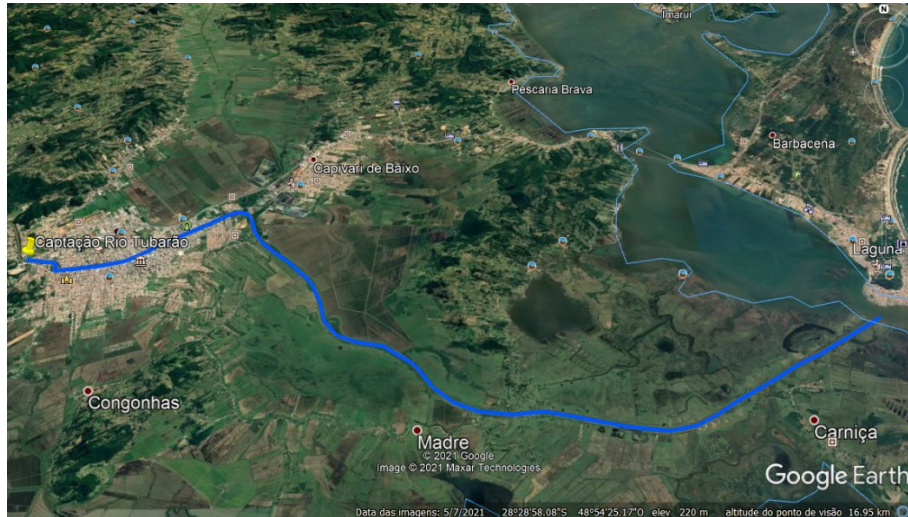
A partir do evento que ocorreu nos dias 18 à 20 de abril de 2020, onde foram constadas reclamações executadas por parte de usuários da Celesc relatando irregularidades observadas em torneiras e chuveiros elétricos, AGR TB verificou mudanças nos padrões da água bruta relativos a intrusão salina. Os padrões inicialmente verificados foram condutividade e os sólidos suspensos totais.

Assim neste trabalho foram verificados os monitoramentos realizados por órgãos oficiais para uma análise da interferência da cunha salina. Os resultados foram avaliados com base nos padrões vigentes para verificação da efetiva contribuição da cunha salina com objetivo de propor melhorias que podem ser feitas na captação para se evitar a parada do abastecimento público.

Também foram levantadas as influências climáticas que possam interferir no aumento desses parâmetros bem como, os períodos de estiagem.

A Figura 4 apresenta toda a extensão do Rio Tubarão desde o ponto de captação até a sua foz, onde pode ser observado a distância de aproximadamente 31 km da captação até a Foz.

Figura 4 – Distância da captação de água de Tubarão até a Foz



Fonte: Google Earth, 2021.

A área de drenagem do rio Tubarão é de 4.728 km², sendo que percorre desde suas nascentes 120 km até desembocar na Lagoa de Santo Antônio (SIEHESC, 2021).

3.2 COLETA DE DADOS

Com base nas informações fornecidas pela AGR TB (Agência Reguladora de Saneamento de Tubarão), foram obtidos dados da suposta presença da cunha salina no Rio Tubarão.

Para o monitoramento utilizou-se na captura de água, a garrafa de Van Dorn equipamento fornecido pelo Comitê, que permite a coleta de amostras de água em diferentes profundidades. As garrafas de van Dorn e Niskin são as mais empregadas para esses tipos de amostragens, porém não são indicadas para grandes volumes de água ou para coleta de organismos com maior mobilidade. As garrafas podem ser confeccionadas com tubo cilíndrico de PVC rígido, acrílico ou de aço inox polido e podem ter capacidades variadas (2L, 6L e 10L, por exemplo). Estes equipamentos são dotados de um mensageiro, que ao ser lançado fecha a garrafa hermeticamente na profundidade desejada. Elas podem ser utilizadas tanto para coletas de fluxo vertical como horizontal, dependendo do seu sistema de desarme (ANA, 2021).

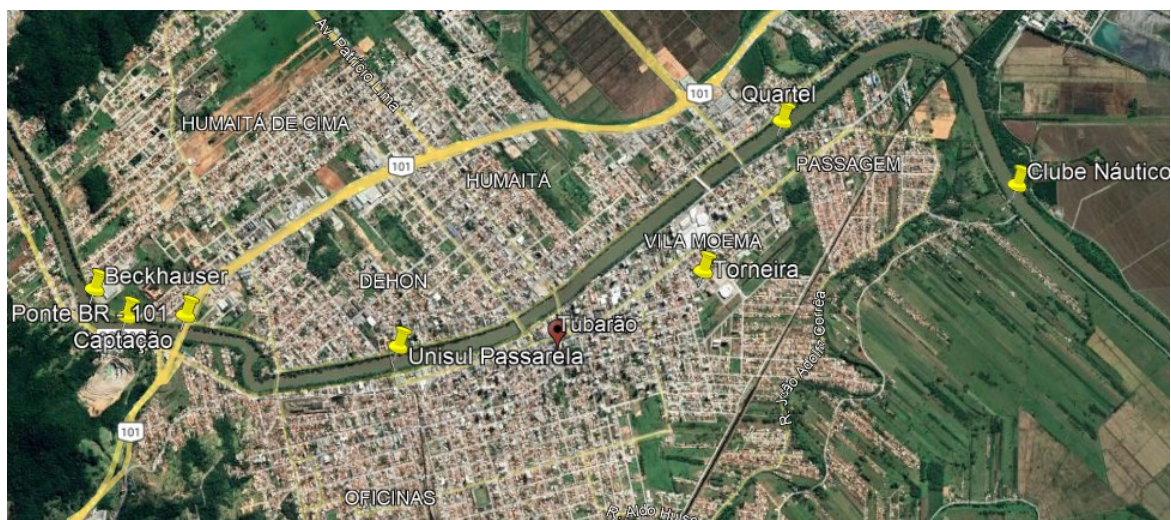
Figura 5 – Garrafa de Van Dorn.



Fonte: Ana, 2021.

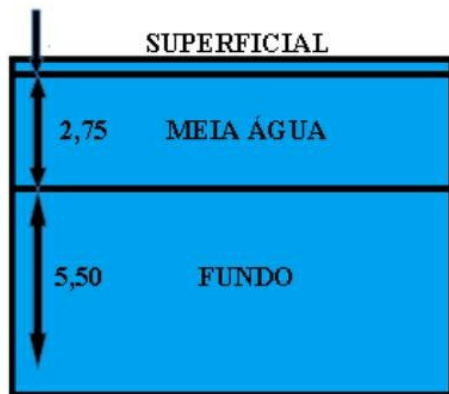
Os dados foram coletados em sete pontos da cidade conforme figura 6, em três camadas: superficial, meio de água e fundo, conforme figura 7. Nas coletas de condutividade além dos pontos citados, foram coletados em outros pontos diferentes para verificar a concentração da condutividade ao longo do Rio. Os pontos foram: Bairro Bom Pastor e São João, Rua Padre Itamar, Ponte Nova (montante e jusante), Foz Lagoa, Foz Rio Seco/Morto, Ponto de Pesca I e II, Poço Fundo e Ponte Dilney Cabral. Já no perfil longitudinal da calha do Rio, coletou-se também na Estofaria, Galpões, Rua Projetada, Curva, Ponte Morrotes, Rua Pedro Lemos, Rua Tiradentes, Ponte Pênsil e Rua Capitão Alexandre de Sá.

Figura 6 – Localização dos pontos coletados.



Fonte: Google Earth, 2021.

Figura 7 – Camadas coletadas no Rio Tubarão.



Fonte: Autor, 2021.

Por fim, foram verificados os padrões adequados de potabilidade da água entre a água bruta coletada e a água distribuída, conforme a Portaria MS nº 2.914. Abaixo se descreve os principais parâmetros conforme os artigos da portaria.

Art. 39. A água potável deve estar em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade:

Cloreto -> 250 mg/l;

Sódio -> 200 mg/l;

Sulfato -> 250 mg/l;

Sólidos dissolvidos totais -> 1.000 mg/l.

Art. 37. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco à saúde e cianotoxinas:

Fluoreto -> 1,50 mg/l

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 MONITORAMENTO

O monitoramento iniciou no dia 29 de abril com a análise de sólido dissolvidos totais e condutividade, esse monitoramento foi feito do dia 29/04 à 18/06. No dia 15 de maio foram feitas as análises de cloreto, potássio, fluoreto, sódio e sulfato. Para a avaliação foi feito uma medição das profundidades do Rio nesses trechos monitorados.

4.2 DADOS OBTIDOS

A tabela 1 apresenta dos dados de condutividade superficial coletados nos pontos Clube Náutico, Quartel e Unisul conforme as datas.

Tabela 1 – Condutividade Superficial

Data	Clube	Quartel	Unisul
		833	254
1/5	3040	903	869
	3030	1318	1216
2/5	4360	1892	1163
		34500	2260
3/5	6600	3310	1485
	4710	3080	2300
4/5	5800	3890	1503
5/5	5660	4540	3540
6/5	6200	5350	4360
7/5	6760	4210	1863
8/5	5560	3620	1822
9/5	5160	3320	1552
10/5	4620	2180	1269
11/5	4280	3240	1427
12/5	5140	2930	1139
13/5	6030	2370	1783
14/5	5840	4960	3310
15/1	5150	2930	707
16/5	4580	3560	1906
17/5	4600	3230	1028
18/5	6980	4560	1759
20/5	5400	3570	1802

Continua

Data	Clube	Quartel	Unisul
21/5	7330	4590	1896
22/5	7300	3700	1097
23/5	6140	6600	913
25/5	12140	10990	807
26/5	15670	11850	625
27/5	10830	10450	372
28/5	10150	13980	653
29/5	8270	8540	712
30/5	8560	6430	668
31/5	8620	13020	868
1/6	11120	9380	763
2/6	13300	10960	608
3/6	10260	12840	1066
4/6	8790	8450	1194
5/6	6580	9280	1067
6/6	5990	3310	1536
7/6	3260	3150	1013
8/6	3300	2180	699
9/6	4590	4070	563
11/6	2500	1572	550
12/6	1673	750	440
14/6	4450	4410	149,9
15/6	6040	5260	178,1
17/6	3350	693	177,4
19/6	2450	768	274

Fonte: AGR, 2020.

A tabela 2 mostra o perfil longitudinal do nível d'água na calha do Rio Tubarão localizada no centro do Município de Tubarão, uma das colunas apresenta estes dados do Rio Tubarão quando foram feitos os levantamentos para a redragagem. E na outra coluna mostra a medição realizada pela Tubarão Saneamento em 2020.

Tabela 2 – Perfil Longitudinal da calha do Rio.

Local	Redragagem	TSSA
Beckhauser		-5,5
Captação		-2,7
Estofaria		-1,3
Galpões		-4
Pte BR 101	-2,34	-6
R. Projetada	-4	-2,5
	Continua	

Local	Redragagem	TSSA
Curva	-6,79	-8
Pte Morrotes	-5,85	-6
R.P. Lemos	-3,28	-3,6
R. Tiradentes	-2,58	-2,2
Ponte Pênsil	-2	-2,3
R.Cap. A.de Sá	-2,5	-5,6

Fonte: AGR, 2020.

As tabelas de 3 à 6 apresentam o monitoramento da condutividade conforme as datas, sendo analisadas no perfil do Rio em três níveis (fundo, meio e superfície). As coletas foram executadas com auxílio da garrafa de Van Dorn.

Tabela 3 – Níveis de condutividade dia 15/05

Profundidade	Locais	FUNDO	MEIA AGUA	SUPERFICIE
5,30	Beckhauser	37800	35700	532
3,80	Captção	35200	12290	656
7,00	Pte BR 101	40400	34900	707
6,20	Unisul	48300	47700	1620
4,50	Quartel	52700	42100	2930
5,00	Clube	53000	45900	5150

Fonte: AGR, 2020.

Tabela 4 – Níveis de condutividade dia 27/05

Profundidade	Locais	FUNDO	MEIA AGUA	SUPERFICIE
1,80	Bom Pastor	104,2	103,4	105,2
1,86	Sao Joao	106,9	107,3	103,8
2,60	R.Pe Itamar	171,2	144,2	126,8
2,90	Beckhauser	21800	247	188
3,80	Captção	37400	304	266
5,00	Pte BR 101	32800	7850	244
3,80	Unisul	27000	721	372
3,00	Montante P. Nova	31400	1120	801
2,00	Jusante P. Nova	51300	43800	880
4,20	Quartel	50700	35500	10450
5,30	Clube	52200	45000	10830

Fonte: AGR, 2020.

Tabela 5 – Níveis de condutividade dia 29/05

Profundidade	Locais	FUNDO	MEIA AGUA	SUPERFICIE
1,90	Foz Lagoa	51000	43400	26800
3,20	Foz Rio Seco/Morto	54400	44600	15840

Continua

Profundidade	Locais	FUNDO	MEIA AGUA	SUPERFICIE
3,80	Pto pesca I	55000	31100	14600
4,00	Pto pesca II	54200	27400	11800
3,80	Clube Náutico	52700	52000	8270
4,10	Quartel	51800	20400	8540
2,70	Jusante Pte Nova	42300	6650	2640
2,65	Montante Pte Nova	868	756	714
2,50	Unisul	1413	724	712

Fonte: AGR, 2020.

Tabela 6 – Níveis de condutividade dia 09/06

Profundidades	Locais	FUNDO	MEIA AGUA	SUPERFICIE
	Beckhauser	123,7	114,1	112,6
	Captção	242	174,6	159,9
6,5	Pte BR 101	40400	556	264
5,8	Poco Fundo	41300	640	292
2,4	Montante Passarela	576	397	295
	Jusante Passarela	15800	563	485
*4,8	Jusante Passarela	550	488	400
	Ponte Dilney Cabral	24400	646	439
	Jusante Pte Nova	970	646	548
2,7	Montante Pte Nova	6040	2860	2380
3,8	Quartel	48400	5840	4070
	Clube Náutico	51400	43000	4590

Fonte: AGR, 2020.

A tabela 7 mostra o nível do Rio do Pouso, neste momento uma forma de avaliar esses dados é saber como estava o nível do Rio, ao mesmo tempo da época das coletas. Para isso foi necessário obter os resultados de níveis do Rio, no ponto “Rio do Pouso”.

Tabela 7 – Nível Rio do Pouso

Níveis Rio do Pouso	
	(cm)
04/jun	-32
06/jun	2
Continua	
06/jun	-2
07/jun	10
07/jun	2
08/jun	-5
09/jun	-7

Fonte: AGR, 2020.

A tabela 8 mostra os períodos de chuva, observa-se que houve pouca chuva de fevereiro a maio de 2020, o que corrobora com o baixo nível do Rio apresentado na tabela 7.

Tabela 8 – Períodos de chuva em 2020

Mês	Quantidade de Chuva (mm)
jan/20	189,6
fev/20	66
mar/20	40,5
abr/20	59,7
mai/20	15,3
jun/20	111
jul/20	133,8
ago/20	46,8
set/20	170,7
out/20	71,4
nov/20	156,9
dez/20	167,7

Fonte: AGR, 2020.

As tabelas de 9 à 13 mostram os resultados obtidos dos parâmetros de cloreto, sulfato, fluoreto, potássio e sólidos suspensos totais conforme coletas realizadas nesta data.

Tabela 9 – Níveis de Cloreto (mg/l)

Local	Superfícies	Meio	Fundo
Beckhauser	87,5	11596	11496
Captação	199,9	3898,8	10897
Ponte BR 101	300	10897	12396
Unisul Passarela	300	14995	15895
Quartel	999,7	12796	16495
Clube Náutico	1399,6	14296	16795

Fonte: AGR, 2020.

Tabela 10 – Níveis de Sulfato (mg/l)

Local	Superfícies	Meio	Fundo
Beckhauser	1,8	4945	1465
Captação	1,8	485	1615
Ponte BR 101	1,8	1595	1745
Unisul Passarela	1,8	2175	2255
Quartel	120	1930	2435
Clube Náutico	180	2005	2445

Fonte: AGR, 2020.

Tabela 11 – Níveis de Fluoreto (mg/l)

Local	Superfícies	Meio	Fundo
Beckhauser	0,09	0,09	0,09
Captação	0,09	0,09	0,09
Ponte BR 101	0,09	0,09	0,09
Unisul Passarela	0,09	0,09	0,09
Quartel	0,09	0,09	0,09
Clube Náutico	0,09	0,4	0,09

Fonte: AGR, 2020.

Tabela 12 – Níveis de Potássio (mg/l)

Local	Superfícies	Meio	Fundo
Beckhauser	3,455	175,8	188,152
Captação	3,455	51,827	188,152
Ponte BR 101	3,993	174,295	174,295
Unisul Passarela	7,476	342,1	383,768
Quartel	13,91	278,239	243,2
Clube Náutico	24,14	280,405	207,86

Fonte: AGR, 2020.

Tabela 13 – Níveis de sólidos totais dissolvidos (mg/l)

Local	Superfícies	Meio	Fundo
Beckhauser	270	21040	22433
Captação	437	7418	21365
Ponte BR 101	360	20422	23894
Unisul Passarela	783	28400	24922
Quartel	1572	25373	31930
Clube Náutico	2922	27750	32834

Fonte: AGR, 2020.

A tabela 14 apresenta os dados coletados em uma torneira no bairro Vila Moema para verificar os níveis de cloreto, condutividade, fluoreto, potássio, sódio e sulfato.

Tabela 14 – Dados coletados de uma Torneira no Bairro Vila Moema

Torneira Vila Moema	
Cloreto (mg/l)	194,9
Condutividade	605
Fluoreto (mg/l)	0,92
Potássio (mg/l)	2,941
Sódio (mg/l)	72,957
Sulfato (mg/l)	43,9

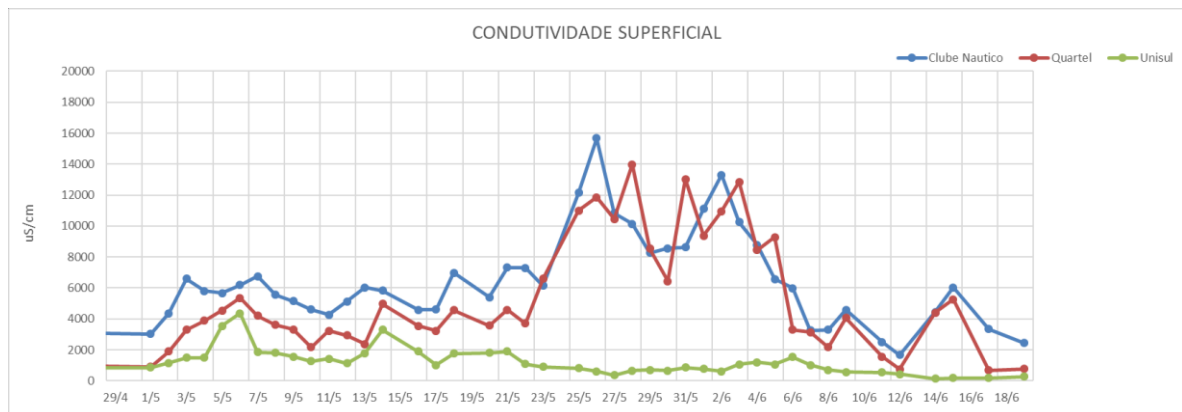
Fonte: AGR, 2020.

4.3 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Conforme os monitoramentos apresentados nos itens anteriores, observou a variabilidade nos parâmetros, principalmente no item de condutividade. Na sequência apresenta-se os gráficos com os resultados e suas observações.

A figura 8 apresenta os dados coletados, nos dias 29 de abril à 18 de junho. Observa-se que nos dias 21/05 à 29/05 os valores aumentaram no ponto Quartel e Clube Náutico.

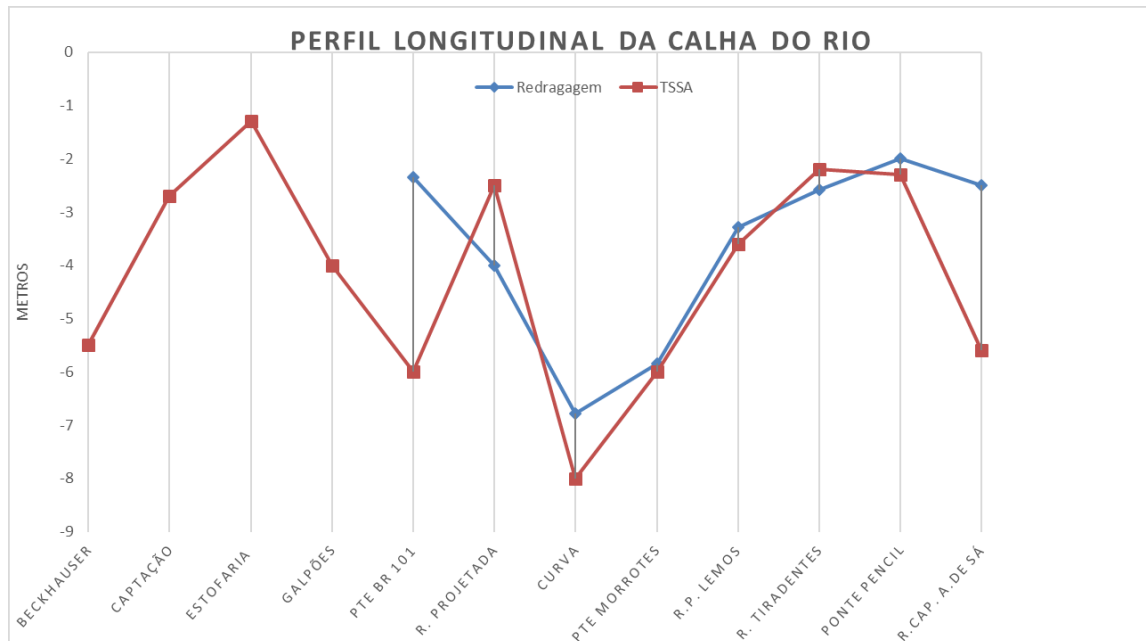
Figura 8 – Condutividade Superficial



Fonte: AGR, 2020.

A figura 9 apresenta o perfil longitudinal da calha do Rio Tubarão, no qual observa-se que nos pontos “Ponte BR 101” e “Curva-Ponte Morrotes” há dois locais mais profundos, ou seja, o fundo rio não possui uma calha com declividade favorável e constante. Devido a água salgada ser mais densa, estes locais podem funcionar como depósito de salinidade. Os locais Beckhauser, Captação, Estofaria, Galpões não possuem dados da redragagem.

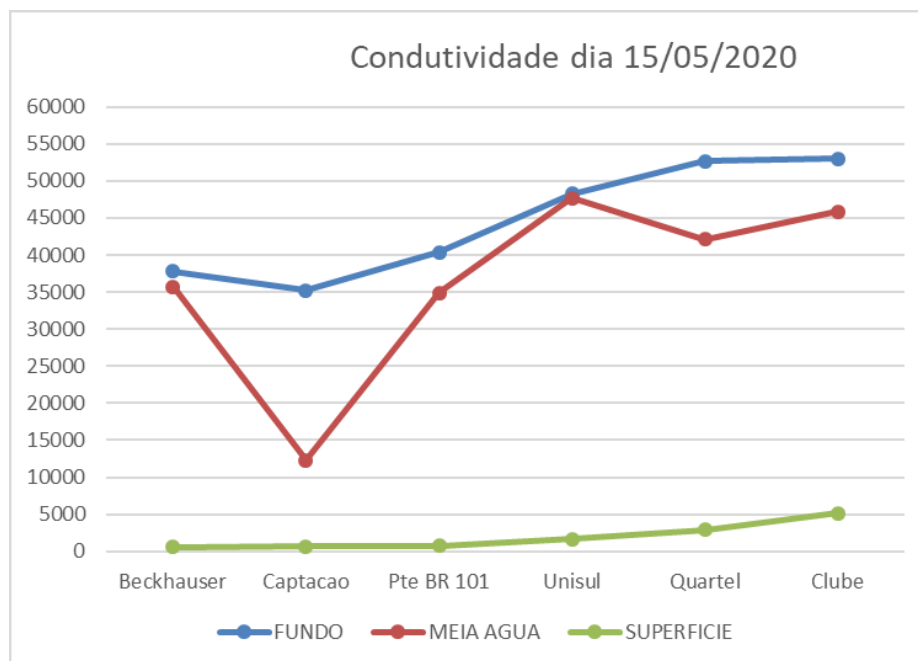
Figura 9 – Perfil Longitudinal da calha do Rio.



Fonte: AGR, 2020.

A figura 10 mostra a condutividade no dia 15/05/2020. Observa-se que os pontos meia água e fundo apresentam maiores concentrações de condutividade. O que leva a se pensar na cunha salina e as tendências de se depositar no fundo.

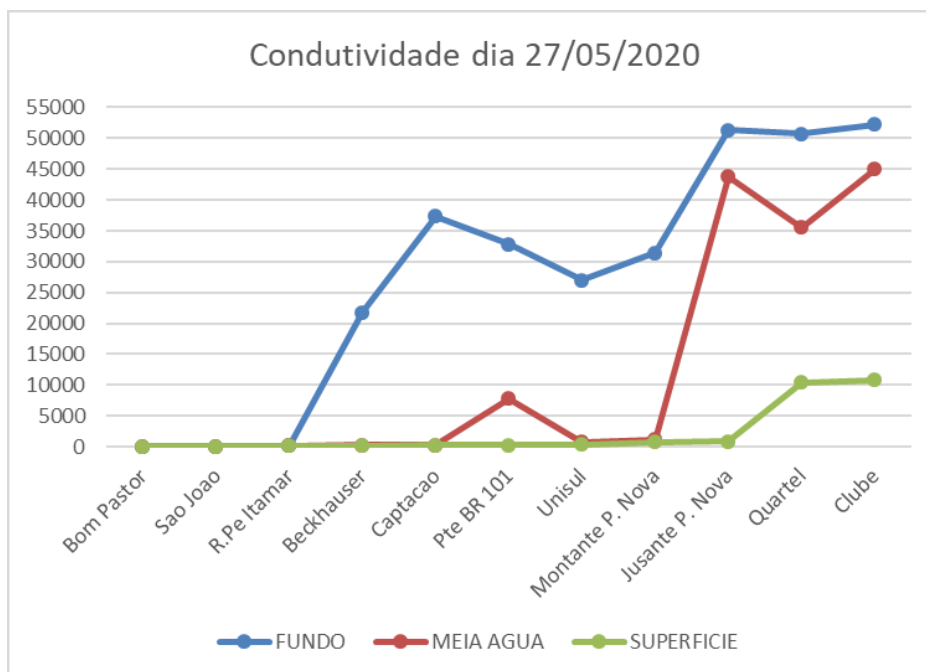
Figura 10 – Condutividade dia 15/05



Fonte: AGR, 2020.

A figura 11 mostra a condutividade no dia 27/05/2020. Observa-se que no ponto Rua Padre Itamar os níveis de condutividade superfície, meia agua e fundo estavam próximos.

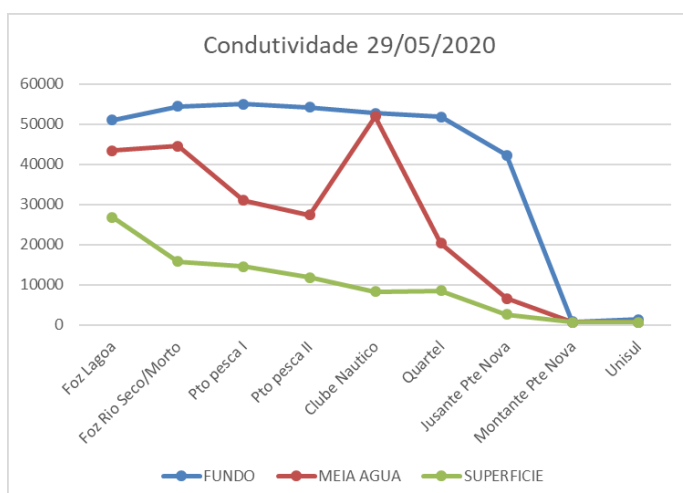
Figura 11 – Condutividade dia 27/05



Fonte: AGR, 2020.

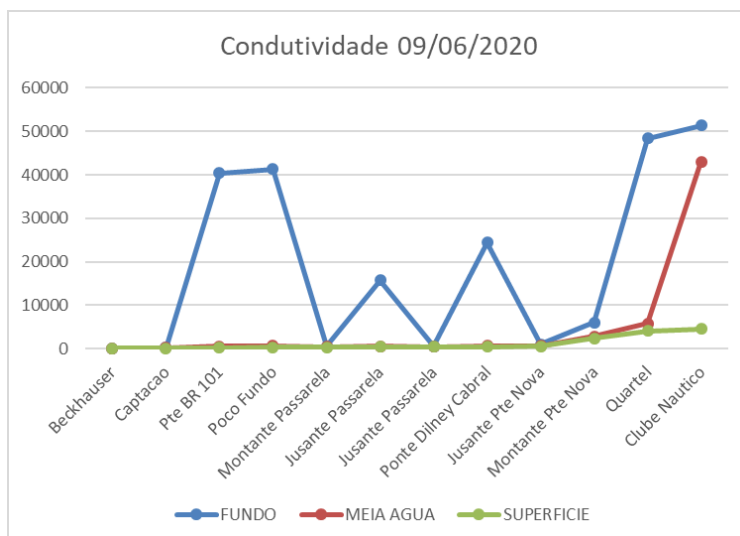
As figuras 11 à 13 tem-se outro monitoramento dos níveis de condutividade. Observa-se que nos pontos Montante e Jusante da Ponte Prefeito Paulo Osny May, que neste período estava em fase de construção, há um decaimento nos gráficos. Isso sugere que quando houve uma alta concentração de condutividade elétrica medida em outros pontos, houve uma grande queda nesta região a montante.

Figura 12 – Condutividade 29/05



Fonte: AGR, 2020.

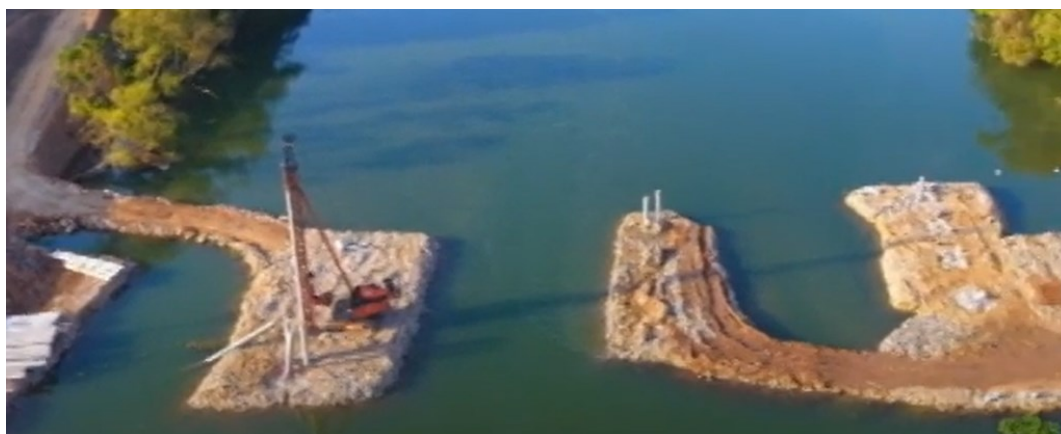
Figura 13 – Condutividade 09/06



Fonte: AGR, 2020.

Esse acontecimento se deve ao barramento utilizado para construção da ponte conforme mostra a figura 14. Talvez esta seja uma solução a ser amplamente explorada, como a utilização de barramentos, porém, devido aos grandes volumes de chuva e a variabilidade de nível que o Rio sofre, esta solução poderia implicar em alagamentos, sendo somente viável para épocas de estiagem. Contudo, no momento que os índices apontavam grandes concentrações, o barramento utilizado na construção da ponte foi essencial para o impedimento da entrada da cunha salina.

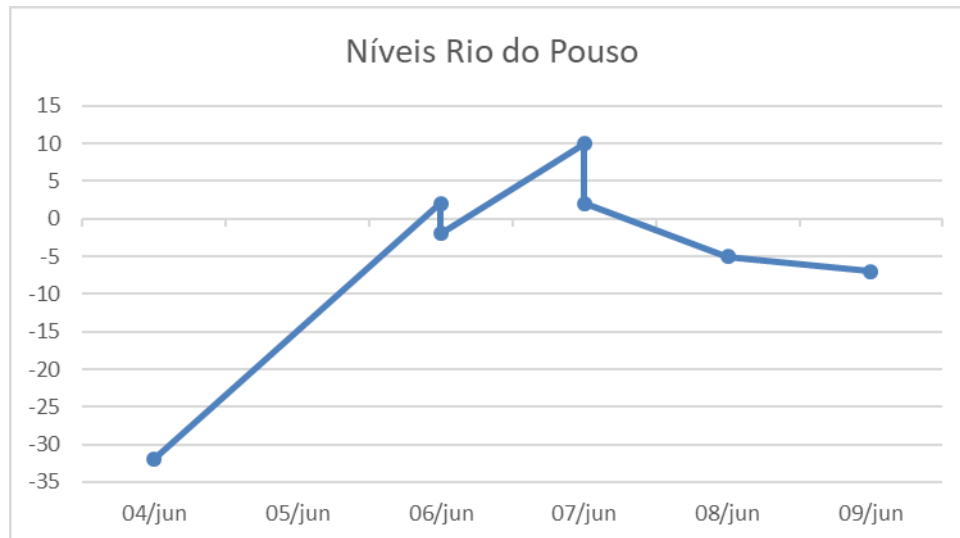
Figura 14 – Barramento no Rio



Fonte: UNITV SC, 2020.

A figura 15 mostra o nível do Rio do Pousos nos meses de abril à setembro. Nota-se que houve chuva no dia 07 de junho, pois aumentou o nível do rio. Os dados anteriores a este dia evidenciam que havia um grande período de estiagem.

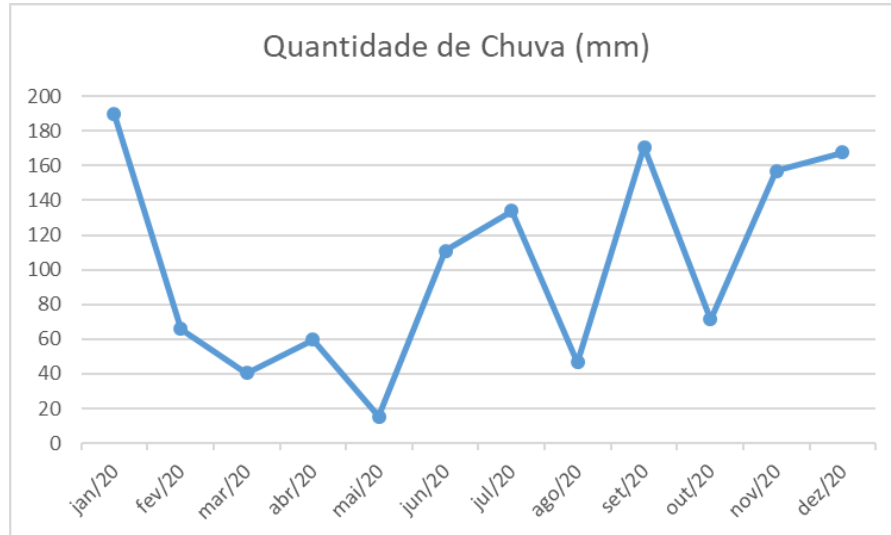
Figura 15 – Níveis Rio do Pouso



Fonte: AGR, 2020

A figura 16 mostra os períodos de chuva em 2020. Observa-se que nos meses de fevereiro a maio caracterizou o período de estiagem.

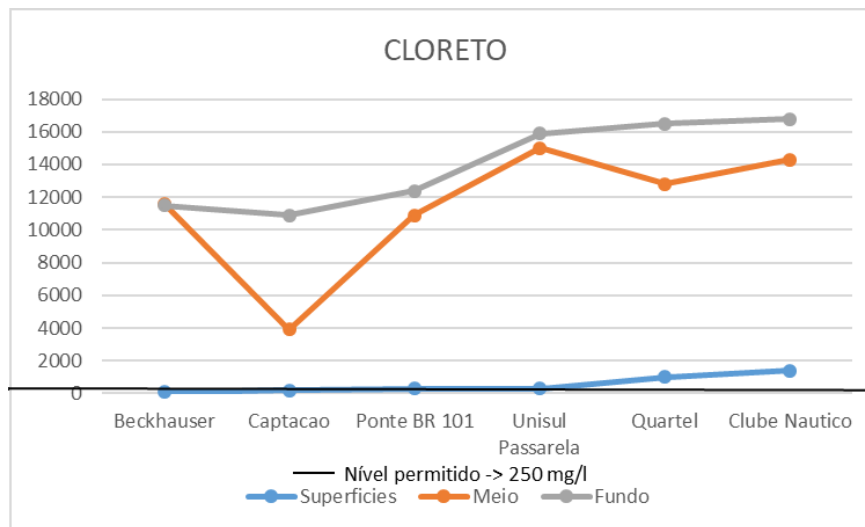
Figura 16 – Períodos de chuva em 2020



Fonte: AGR, 2020.

A figura 17 apresenta os dados coletados, mostrando os níveis de cloreto no Rio Tubarão. Percebe-se que os níveis de cloreto no ponto Beckhauser e Captação na superfície estavam adequados. Nos demais pontos, todos estavam elevados.

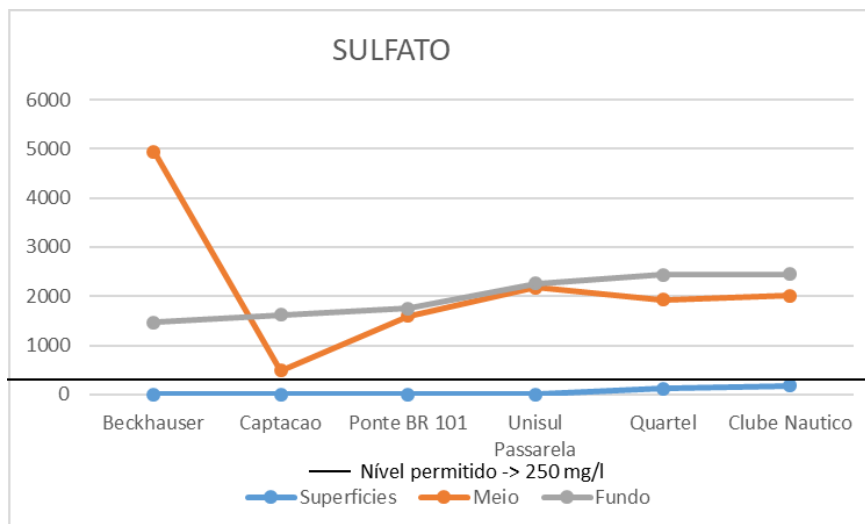
Figura 17 – Níveis de cloreto



Fonte: AGR, 2020.

Analisando a figura 18 observa-se os níveis de sulfato no Rio Tubarão. Nota-se que na superfície todos os pontos ficaram abaixo no permitido, já os demais apresentaram-se acima.

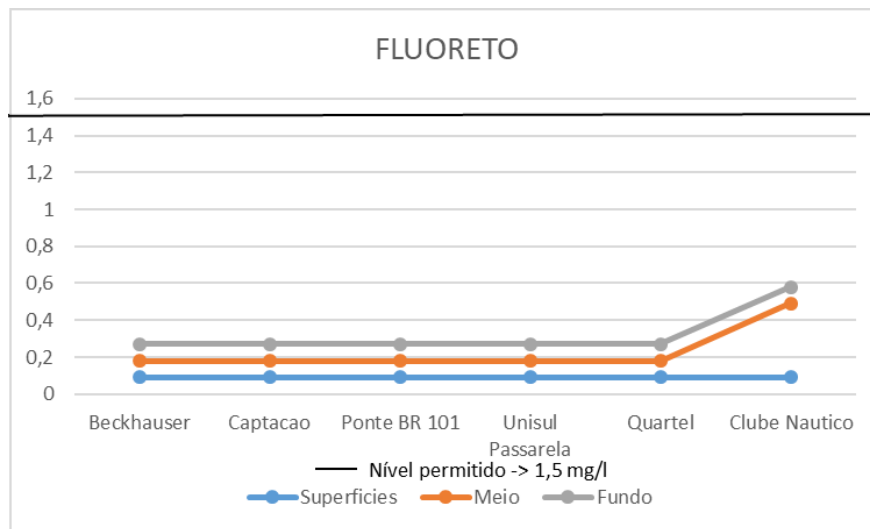
Figura 18 – Níveis de sulfato



Fonte: AGR, 2020.

Analisando a figura 19, que mostra os níveis fluoreto no Rio Tubarão, notou-se que os níveis estavam adequados, porem com um leve aumento no ponto Quartel e Clube Náutico.

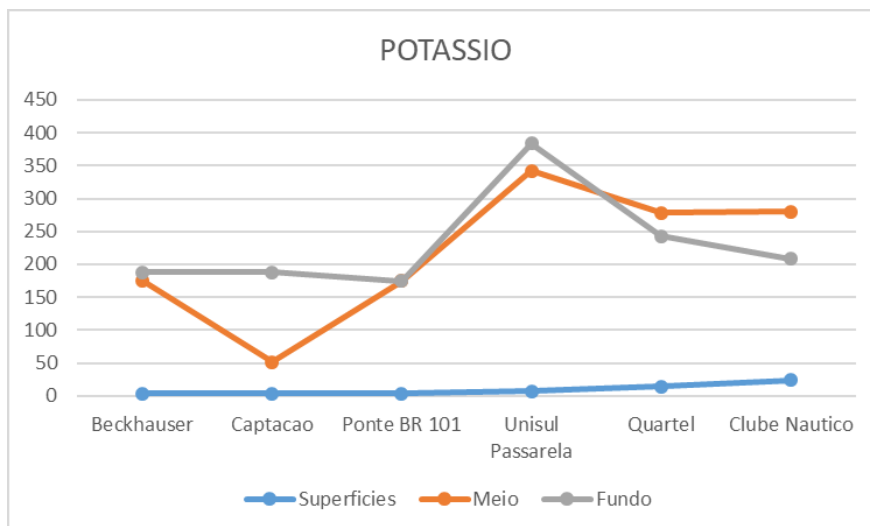
Figura 19 – Níveis de fluoreto



Fonte: AGR, 2020.

Na figura 20, observou-se uma grande variedade dos níveis de potássio no Rio Tubarão.

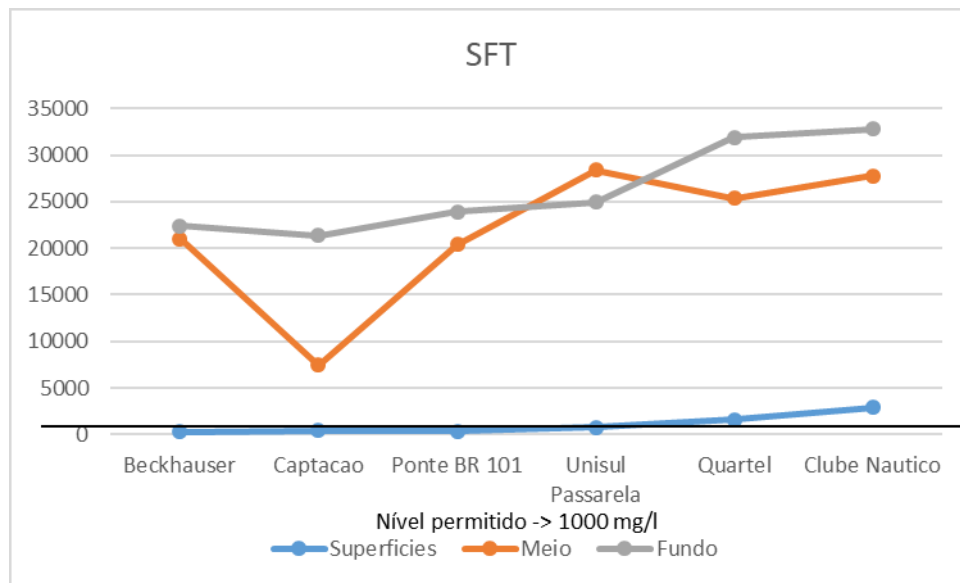
Figura 20 – Níveis de potássio



Fonte: AGR, 2020.

A figura 21 mostra os níveis de sólidos totais dissolvidos. Observa-se que os pontos meio e fundo estavam todos acima do permitido. Já na superfície somente os pontos Quartel e Clube Náutico estavam acima do permitido. Com a alteração pela nova portaria, o abastecimento já estaria correndo risco, pois o permitido agora é 500mg/l.

Figura 21 – Níveis de sólidos totais dissolvidos



Fonte: AGR, 2020.

E por fim, foram coletados dados apresentados na tabela 14 da torneira de uma residencia localizada no bairro Vila Moema, para comparar com os padroes apresentados no rio.

5 CONCLUSÃO

As Bacias Hidrográficas do estado de Santa Catarina, como as do Rio D'Una e Rio Tubarão, enfrentaram a estiagem prolongada, causando a escassez hídrica. Com a diminuição do volume de chuvas, a água salgada se mistura com a do Rio Tubarão, causando o aumento no índice de água salobra, conforme evidenciada em 2020.

Com base na caracterização realizada no ano de 2020 observou-se que houve influência da cunha salina na Bacia do Rio Tubarão. Os elevados índices de condutividade e sólidos suspensos totais obtidos mostram sua presença nas águas do Rio Tubarão o que leva a crer que a água do mar adentra em grandes extensões na bacia.

A alta presença da salinidade encontrada, pode acarretar danos como a queima de chuveiros e torneiras elétricas, além da interrupção do abastecimento público. Já para saúde, a alta salinidade pode trazer prejuízos, por isso existe a portaria nº 2.914 que avalia os padrões de potabilidade ideais para o consumo humano. Ainda, com a nova portaria nº 888/21, se caso fosse obtido os mesmos parâmetros de maio de 2020, o abastecimento de água do município estaria paralisado.

Observou-se que uma das maneiras que podem minimizar a entrada da cunha salina é uso do barramento, que foi essencial no momento em que a condutividade estava mais elevada. Os barramentos evitaram a entrada da cunha salina até a captação. O ideal seria ter uma captação alternativa de sistema, podendo ser mais a montante de onde hoje é captada. O barramento seria sim uma alternativa, porem seriam necessários estudos mais avançados para isso. A construção da Ponte Prefeito Paulo Osny May, retratou que o barramento é eficiente.

Teria se a opção de colocar mais barramentos no Rio para tentar resolver o problema, mas em períodos de chuva a vazão do Rio aumenta, podendo represar e inundar toda cidade. Seria uma solução apenas para momentos de estiagem.

A concessionária dos serviços públicos de abastecimento deve ter em mente, a implantação de dispositivos para não sofrer o risco, principalmente agora que a portaria alterou os sólidos pela metade, tornando o padrão mais restritivo.

REFERÊNCIAS

ABAS, Associação Brasileira de Aguas subterrâneas. **Aguas subterrâneas**. Disponível em <https://www.abas.org/aguas-subterraneas-o-que-sao/>. Acesso em: 20 mai. 2021.

ABAS, Associação Brasileira de Aguas subterrâneas. **Poços para captação de agua**. Disponível em <https://www.abas.org/pocos-para-captacao-de-agua/>. Acesso em: 10 mai. 2021.

ANA, Agencia Nacional de aguas e saneamento básico. **Quantidade de água**. Disponível em <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>. Acesso em: 01 mai. 2021.

ANA, Agencia Nacional de aguas e saneamento básico. **Indicadores de qualidade - Índice de qualidade bruta para fins de abastecimento público (IAP)**. Disponível em <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-qualidade-bruta.aspx>. Acesso em: 01 mai. 2021.

ANA, Agencia Nacional de aguas e saneamento básico. **Outros usos**. Disponível em <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usos-da-agua/outros-usos>. Acesso em: 01 mai. 2021.

ANA, Agencia Nacional de aguas e saneamento básico. **Unidade 5 – Procedimentos metodológicos para coleta em campo**. Disponível em https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2227/5/Unidade_5.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

AGR, Agencia Reguladora de Saneamento de Tubarão (Correspondência). Destinatário: Alice Antunes da Silva. Tubarão, 26 out. 2021. e-mail

BAPTISTA, João Duarte Galhardo. **Comporta Segmento – Estudo e verificação**. Lisboa, 2018.

BRANCO, Samuel Murgel et al. **Ecologia: Educação ambiental – ciências do ambiente para universitários**. São Paulo, 1984.

Brasil. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 15 mai. 2021.

Brasil. Portaria nº 888, de 04 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. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 26 out. 2021.

CASAN, COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **Relatório anual de qualidade da água distribuída**. Disponível em: https://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/files/rel_anu_qual_agua_2014/srn/picarras/indaia1.pdf. Acesso em: 13 mai. 2021.

CECH, Thomas V. Recursos hídricos: história, desenvolvimento, política e gestão. Rio de Janeiro, 2013.

CESAR, Caio et al. **Ods 5 Agua Potável e Saneamento**. São Paulo, 2019.

COSTA, Walter Duarte. **Geologia de Barragens**. São Paulo, 2012.

D'ALMEIDA, D. M. B. A. D.; et al. Importância relativa dos íons na salinidade de um Cambissolo na Chapada do Apodi. Ceará. 2005.

DAMIANI, Rosalba S. Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar pela sustentabilidade hídrica. Tubarão, 2008.

EOS, Organização e Sistema. **O que é e como funciona um sistema de abastecimento de agua**. Disponível em <https://www.eosconsultores.com.br/sistema-de-abastecimento-de-agua/>. Acesso em: 15 mai. 2021.

FERREIRA, Claudia Maris. A importância da água e sua utilização em ranários comerciais. São Paulo, 2003.

FUNDASA, Prefeitura Municipal de Tubarão. Plano Municipal de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário – PMAE. Tubarão, 2008.

FREITAS, Marcos Alexandre et,al. Captações de água subterrânea no oeste de Santa Catarina. 2001

GOOGLE EARTH, Google Earth Website. Disponível em <https://earth.google.com/web>. Acesso em: 2021

GOVERNO DE SANTA CATARINA. Plano Integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio tubarão e complexo lagunas. Florianópolis, 2002.

GUEDES, Hugo Alexandre Soares. **Captação de água**. Disponível em <https://wp.ufpel.edu.br/hugoguedes/files/2018/09/Aula-3-Capta%C3%A7%C3%A3o.pdf/>. Acesso em: 16 mai. 2021.

GUIMARAES et al. **Saneamento Básico**. 2007.

L & L, engenharia ambiental. **Qual a importância do sistema de abastecimento**. Disponível em <https://lengenhariaambiental.com.br/2018/02/06/qual-a-importancia-de-um-sistema-de-abastecimento-de-agua>. Acesso em: 15 mai. 2021.

LEME, Francilio Paes. **Engenharia do Saneamento Ambiental**. Rio de Janeiro, 1984.

MENDES, J. S.; et al. Variabilidade temporal da fertilidade, salinidade e sodicidade de solos irrigados no município de Congo, PB. 2008.

PRODUL. **Relatório técnico realizado pela empresa Prosul sobre a redragagem do Rio Tubarão**. Tubarão.2014.

Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 05 mai. 2021.

RHOADES, J. D.; et al. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. 2000.

RUZISKA, Aparecida Alves. **Impactos ambientais sobre os recursos hídricos para o abastecimento público em São Jose dos Campo (SP)**. Guarulhos, 2008.

SEMAD, Secretario Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Glossário de Termos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos**. 2008.

SERTÃO, Maria Auxiliadora Justino. Uso de corretivos e cultivo do capim utocloa (*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Daudy) em solos degradados do Semi - arido. Patos, 2005.

SILVA, Ana Cristina Lourenço et al. Avaliação de mananciais usados em sistema de abastecimento de água: estudo de caso. Disponível em: <https://www.comiteguandu.org.br/downloads/ARTIGOS%20E%20OUTROS/-AVALIACAO%20DE%20MANANCIAS%20USADOS%20EM%20SISTEMAS%20DE.pdf>. Acesso em: 14 abri. 2021.

SIRHESC, Sistema de informações de recursos hídricos do Estado de Santa Catarina. **Localização da área de estudo. Volume 2**. Disponível em <http://www.aguas.sc.gov.br/base-documental/planos-de-bacias>. Acesso em: 02 jun. 2021.

SIQUEIRA, Leila Aparecida. **Água fonte de vida**. Medianeira, 2011.

TIMBÓ, Rafael Delmiro Rodrigues. **Aplicação da lei de segurança de barragem – estudo de caso da barragem Cigana 01, Amajari – Roraima**. Boa Vista, 2018.

TUCCI, CARLOS E.M. **Água no meio urbano**. Rio Grande do Sul, 1997.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água**. São Paulo, 2006.

TUBARAO SANEAMENTO. **Qualidade da água segue dentro dos padrões de potabilidade**. Disponível em <https://tubaraosaneamento.com.br/detalhe/802>. Acesso em: 20 mai. 2021.

UNITV.SC. Infraestrutura: novas estruturas são entregues para as obras da ponte sobre o Rio Tubarão. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=H_HIUlyOxow. Acesso em: 13 nov. 2021