

GESTÃO DE FONTES DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO SUL E LESTE DE FLORIANÓPOLIS: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA ESTIAGEM DE 2019 E 2020¹

Rodrigo Henrique²

Ewerthon Cezar Schiavo Bernardi³

RESUMO

Este trabalho contextualiza o impacto da estiagem em Santa Catarina nos anos de 2019 a 2021 e teve como objetivo analisar como a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) gerenciou os recursos hídricos e operou para otimizar o abastecimento de água na região do Sul e Leste da Ilha. Assim, buscou-se analisar o volume disponibilizado pelas quatro fontes de entrada de água no sistema e verificar como as obras de engenharia realizadas no sistema de abastecimento auxiliou durante o período de estiagem na região. O trabalho analisa a variação da vazão dos quatro mananciais (Lagoa do Peri, captação subterrânea do Aquífero do Campeche, água importada de do sistema integrado de abastecimento – SIF, poços complementares) durante o período de 2019 a 2021, bem como sua proporção de abastecimento na totalidade do sistema. Outra forma de amenizar os impactos de abastecimento no Sul e Leste da ilha foi através da utilização de água importada do sistema integrado de abastecimento (SIF) do Rio Cubatão, onde se percebeu um aumento de vazão de água para a região nos anos de 2019 e 2020. Além disso, foi necessária a utilização de poços complementares e foram acionados em dezembro de 2020, operando durante o ano inteiro para compensar o déficit de água causado pela redução da vazão captada pela Lagoa do Peri.

Palavras chave: Crise hídrica; Estiagem; Sistema de Abastecimento de água; Florianópolis.

1 INTRODUÇÃO

1 Artigo Apresentado à Faculdade UNISUL, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, em 2021.

2 Graduando em Engenharia Civil na Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis/SC. E-mail: rodrigohenrique.ecv@gmail.com.

3 Professor Mestre e orientador. Docente no curso de Engenharia Civil na Universidade do Sul de Santa Catarina, Florianópolis/SC. E-mail: bernardi.ecs@gmail.com.

1.1 A UTILIZAÇÃO DA ÁGUA PELA HUMANIDADE E O USO NO BRASIL: BREVE ABORDAGEM

A partir do uso da água, diversas civilizações puderam se formar e se estabelecer em diversos territórios no planeta. Antes da humanidade se concretizar em um território, ela mudava constantemente de lugar em busca de suprimentos. Nessa fase nômade, o ser humano não tinha o costume de domesticar animais e plantas e muito menos conhecia técnicas para coletar água. Com o passar do tempo, com o aumento populacional dos povos antigos, passaram a se estabelecer em determinados locais, principalmente lugares com fontes naturais próximas. Dessa forma, as primeiras civilizações emergiram próximos das margens dos rios e desenvolveram-se com base na agricultura. Foi assim no Antigo Egito, com cultivo no Vale do Rio Nilo, na Mesopotâmia, com cultivo na região dos rios Tigres e Eufrates, na China com cultivos no Vale do Rio Amarelo, na Índia com cultivares próximo ao Rio Hindu, além de outros, principalmente na América. A partir dos avanços das técnicas e o próprio avanço populacional, as necessidades humanas passaram a exigir cada vez mais a utilização de recursos naturais e principalmente a água. A partir do avanço da sociedade urbano-industrial, durante os séculos XVIII, XIX e XX as pessoas passaram cada vez mais a migrar para as cidades em busca de emprego nas fábricas, configurando um intenso êxodo rural. As regiões industriais cresciam rapidamente e desenfreadamente e o serviço de saneamento básico, como suprimento de água e limpeza das ruas não conseguiam acompanhar essa expansão e muitos trabalhadores viviam em péssimas condições de habitação na Inglaterra (ENGELS, 2010). Não a toa, durante esse período, muitas epidemias se sucederam devido a transmissão e uso de água contaminada. Dessa forma, foi necessária uma ampla reforma sanitária e se passou a pensar cada vez mais na utilização mais consciente no tratamento da água para utilização humana (RÜCKERT,2017).

Recentemente, a Agencia Nacional de Águas (ANA), trouxe a publicação da história do uso da água no Brasil. Nesse documento, verifica-se uma ausência de informações sobre como se deu a apropriação dos recursos hídricos no Brasil, antes do fim do século XIX. Conforme o livro é a partir da formação das primeiras cidades e áreas urbanas do país que se passa a ter mais registros do uso do abastecimento de água (ANA, 2007). O processo de formação e ocupação do território brasileiro se dá com a chegada dos portugueses no litoral do nordeste em 1500. Dessa forma, foi na faixa litorânea do país que os primeiros núcleos populacionais foram sendo estabelecidos. Esses núcleos de ocupação litorânea desenvolveram-se com o tempo e cada vez mais habitantes migravam para essas regiões

tornando então as pequenas cidades em polos econômicos e políticos de maior relevância em território nacional (SANTOS, 1993). Atualmente a maior parte da população brasileira é urbana e habita as grandes cidades de estados localizados no litoral, ou seja, um reflexo do que foi a ocupação e formação territorial do país. Segundo dados do IBGE (2018), cerca de 58% da população brasileira está localizada numa faixa de 200 km de distância do litoral.

A distribuição populacional do Brasil acaba por gerar complicações no que tange a disponibilidade hídrica, uma vez que a Região Norte concentra cerca de 80% da água disponível e responde por cerca de 8% da população absoluta do país, ou seja, uma baixa densidade demográfica (ANA, 2021). Já no Semiárido, se tem uma realidade distinta, pois entre o norte de Minas Gerais e a Região Nordeste, existe uma população com mais de 24 milhões de habitantes, distribuídos em 1.133 municípios e que enfrentam períodos críticos de prolongadas estiagens (JADE, 2018). O país conta com 12 Regiões hidrográficas que englobam diferentes unidades da federação e que também são divididos com outros países. Gerir a abundância é tão difícil quanto a escassez, uma vez que eles não são igualmente distribuídos pelo território nacional, pois não temos águas em abundância em regiões metropolitanas ou quando se tem, ela não é de boa qualidade. (JADE, 2018). Dessa forma, existe uma ideia de abundância e conforto de água no Brasil, quando na verdade, ao se analisar a distribuição dos recursos hídricos no território nacional, encontra-se áreas com bastante vulnerabilidade ou baixa disponibilidade hídrica, usos distintos, áreas com mais demanda populacional, regiões com mais poluição, geografia diferente, etc. A

organização do regime de chuvas varia conforme os diversos elementos (temperatura, pressão, umidade, radiação, massa de ar) e fatores (latitude, altitude, maritimidade, correntes marítimas, relevo) climáticos dispostos na atmosfera e na geografia local e se tratando de Brasil, um país continental, encontra-se vários tipos climáticos nas distintas regiões. Conforme relatório organizado pelo Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2014), as alterações climáticas globais impactam diretamente nos padrões de regimes de chuva no país. Mesmo o Brasil sendo considerado uma potência mundial quando se fala em disponibilidade hídrica, não quer dizer que não sofra com crises de abastecimento, uma vez que cada região tem sua especificidade em relação a conservação hídrica. Isso se deve ao fato que a disponibilidade de água não é proporcional ao número de habitantes de cada região e a especificidade econômica e social que envolve cada parte do país. Uma análise feita por uma ferramenta criada pelo *World Resources Institute* (WRI), avalia, a partir de uma metodologia sólida, quais países e regiões sofrem com estresse hídrico, risco de secas e de enchentes no mundo (WRI, 2021). Os dados apontam que cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Distrito

federal e outras do Nordeste sofreram com falta d'água nos últimos anos.

A crise hídrica se deu devido os baixos níveis de água nos reservatórios, no momento em que deveriam estar normais para o abastecimento da população. A falta de água no Brasil se tornou mais grave em 2014, onde a região sudeste foi a principal afetada. Entretanto, a crise hídrica se estende até os dias de hoje, sendo que entre agosto de 2020 e setembro de 2021 as chuvas registradas no país apontavam para uma escassez histórica: a maior em 91 anos (MACKENZIE, 2021). Para se ter uma noção, a falta de chuvas nos últimos anos fez as hidrelétricas da Região Sudeste e Centro-Oeste, responsáveis pela geração de 70% da energia do Brasil, operarem com os reservatórios em cerca de 22,5% da capacidade de armazenamento (MACKENZIE, 2021). A crise atinge em cheio todos os setores produtivos do país, além de afetar a disponibilidade de água e energia elétrica para a população. Conforme dados da Agência Nacional de Águas, o agronegócio é o setor que mais consome e desperdiça água e dessa forma é um dos mais afetados pela crise, uma vez que a cada 100 litros consumidos no Brasil, 72 são usados na irrigação agrícola (ANA, 2021). O Brasil tem uma grande rede hidrográfica em seu território que também é utilizada para o transporte fluvial. Com a ausência de água, esse sistema de transporte acaba sendo afetado, tendo que ser substituído pelo transporte rodoviário e dessa forma, acaba por encarecer o preço final dos produtos, principalmente dos alimentos, um dos principais responsáveis por colocar a inflação em alta (REUTERS, 2021).

O Brasil adota um modelo de geração de energia tendo como fonte primária a produção por meio de fontes hídricas, onde a energia gerada pelas hidrelétricas corresponde a 63% do total da produção (ANA, 2021). Portanto, a geração de energia ocorre a partir do movimento das águas dos rios e reservatórios através das turbinas e depende diretamente do volume hídrico desses ambientes. Dessa forma, quando há períodos em que se tem pouca chuva, ou as precipitações ficam abaixo da média, os reservatórios acumulam menos águas e junto a isso, com períodos de estiagem, acabam por apresentar déficit hídrico, fazendo com que a energia hidrelétrica não seja suficiente para atender toda a demanda necessária. A questão é que a crise hídrica, conforme apontam especialistas, não ocorre somente por falta de chuva, mas também por falta de planejamento. Em artigo publicado no Jornal da USP, o professor Luis Venturi, Doutor em Geografia Física e professor de geociências da USP, aponta que existe uma crise de gerenciamento hídrico no Brasil, uma vez que percebe que o governo não analisa com firmeza os dados das séries históricas que mostram o comportamento do regime pluviométrico (VENTURI, 2021). Em entrevista ao jornal da UNIFAL-MG, o Professor de Recursos Hídricos da UNIFAL-MG, Clibson Alves explica que

o cenário de crise hídrica é também resultante da falta de planejamento estratégico, evidenciado pelas falhas nas ações de prevenção (SALGADO, 2021). Portanto, cada vez mais é necessário se pensar em planejamento para que as crises hídricas não se transformem em uma ameaça constante no país.

No estado de Santa Catarina a falta de chuvas, temática que vai ser abordada no decorrer do trabalho, fez a produção de energia hidrelétrica cair e a demanda por termelétrica aumentar em 62%, uma vez que, entre os meses de julho e agosto de 2021 a produção de energia hidrelétrica chegou a cair 32% no estado (FERNANDES; et al, 2021). Como a estiagem atingiu em cheio diversas regiões do país, como o Centro-Oeste e Sudeste, regiões com grandes reservatórios, a geração e transmissão de energia, que funcionam dentro do Sistema Interligado Nacional (SIN), prejudicou boa parte do país, inclusive Santa Catarina (DALCASTAGNE, 2021). A situação hídrica no Brasil teve circunstâncias diversas em todas as regiões e no decorrer do trabalho, abordaremos como a falta d'água afetou os reservatórios e mananciais do Estado Catarinense trazendo consequência para a população e impactos diretos na economia e quais foram às medidas tomadas para minimizar os impactos da seca, principalmente na região da Grande Florianópolis e na parte Sul e Leste de Florianópolis.

1.2 QUESTÃO HÍDRICA EM SANTA CATARINA: CONTEXTUALIZAÇÃO DA SECA DE 2019 E 2020

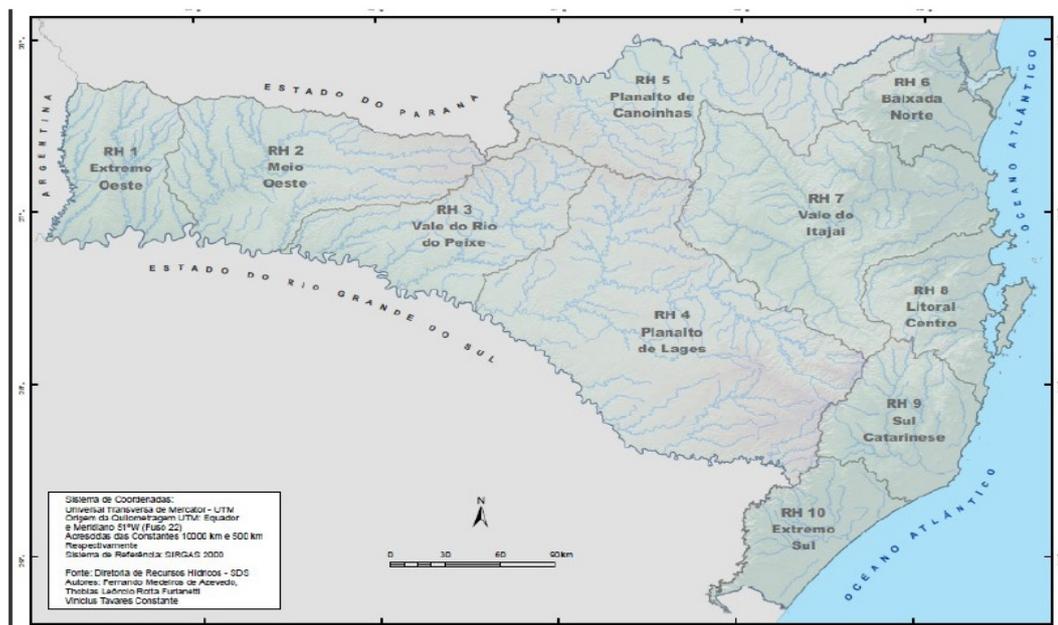
O Estado de Santa Catarina, localizado na Região sul do Brasil, possui uma área total de 95.736,165 km², que representa 1,12% da superfície do território nacional (GEPHI, 2018). Atualmente a Agência Nacional de Águas – ANA, divide os rios que drenam o território catarinense em três grandes Regiões Hidrográficas – a Região Hidrográfica do Paraná, a Região Hidrográfica do Uruguai e a Região Hidrográfica Atlântico Sul (GEPHI, 2018). Assim, Conforme a Gerência de Planejamento de Recursos Hídricos (GEPHI),

“A rede hidrográfica catarinense tem na Serra Geral o principal divisor de águas que forma os dois sistemas independentes de drenagem do território estadual: o sistema integrado da Vertente do Interior, compreendendo 07 bacias que integram a bacia Paraná-Uruguai, e o sistema da Vertente Atlântica, formado por um conjunto de 11 bacias isoladas que fluem para leste, desaguando diretamente no Atlântico. Assim, a rede hidrográfica catarinense possui um total de 18 bacias hidrográficas consideradas de rios principais. (GEPHI, 2018, p.1)”

Conforme mapa a baixo, No território do Estado de Santa Catarina, as bacias da vertente do Interior integram cinco Regiões Hidrográficas: RH1 – Extremo Oeste, RH2 – Meio Oeste, RH3 Vale do Rio do Peixe, RH4 – Planalto de Lages e RH5 – Planalto de Canoinhas. As outras Regiões Hidrográficas fazem parte da Vertente Atlântica: RH6 Baixada

Norte, RH7 – Vale do Itajaí, RH8 – Litoral Centro, RH9 Sul Catarinense e RH10 – Extremo Sul Catarinense.

Figura 1 Mapa das regiões hidrográficas de Santa Catarina



Fonte: GEPHI, 2018, p. 14.

Os regimes fluviais dos rios de Santa Catarina, ou seja, a oscilação da quantidade de água presente no rio no decorrer do ano, está diretamente ligado com o regime pluviométrico, caracterizado pelas chuvas distribuídas durante o ano inteiro (GEPHI, 2018). Dessa forma, a oscilação do volume está relacionado à origem das águas e tem fundamental importância para o abastecimento dos mananciais durante o ano. O comportamento da grande maioria dos rios, em conformidade com a distribuição das chuvas é representado por dois máximos (ocorrendo, respectivamente, na primavera e no final do verão) e dois mínimos (registrados no início do verão e no outono com prolongamento do inverno) o que revela características do regime subtropical (GEPHI, 2018). Conforme menciona a professora de Oceanografia da Regina Rodrigues, em entrevista para UFSC Noticias, existem dois fatores que influenciam a falta de água: climático e de demanda (TREVISOL, 2019). No primeiro caso, a professora explica que “locais propensos à seca estão ficando cada vez mais secos e o oposto também, em regiões mais úmidas as chuvas têm sido torrenciais em pequenos espaços de tempo” (TREVISOL, 2019). Conforme Monteiro (2001) em Santa Catarina durante o outono (março a junho) é um período em que ocorrem frequentemente bloqueios atmosféricos que impedem passagem de frentes sobre o Estado. Dessa forma, as frentes frias quando chegam ao Rio Grande do Sul são desviadas para o oceano e devido à estabilidade atmosférica persistente,

resulta em períodos de tempo bom e sem ocorrência de chuva em Santa Catarina (MONTEIRO, 2001). A diminuição de quantidade de precipitação, que é característico desta estação, ocasiona estiagem em todas regiões do Estado que podem ser intensificadas quando tem a presença de La Niña. A La Niña é um fenômeno atmosférico-oceânico que provoca o esfriamento das águas do oceano Pacífico Equatorial e devido a mudança de temperatura, acarreta efeitos globais na temperatura e precipitação (INPE, 2021). Um dos efeitos da falta de chuva ou de ela ser mal distribuída durante um longo espaço de tempo é que rapidamente os solos e o nível dos rios começam a ter problemas com o nível de água. Essa situação de pouca chuva atingiu Santa Catarina e foi intensificada com a presença da La Niña no Estado, causando ainda mais a diminuição dos volumes de chuva durante o ano de 2019 e 2020. Conforme previsão do departamento nacional de clima dos Estados Unidos, o NOAA, o La Niña ficou ativo – moderado a forte - até o primeiro semestre de 2021, podendo se estender até 2022 (NOAA, 2021). O La Nina, conforme colocado, é um fenômeno natural que resfria a superfície das águas do Oceano Pacífico e em Santa Catarina causa períodos sem precipitação. Segundo professor do Departamento de Geografia e Geociências da UFSC, Lindberg Nascimento, em entrevista ao jornal Noticias do Dia (DORNELLES, 2020) o fenômeno influencia e acarreta na diminuição dos volumes de chuvas em Santa Catarina. O professor explica que isso ocorre porque, nessa região, o fenômeno faz com que os ventos de altos níveis, chamados jatos subtropicais, não sejam intensos como o normal. Dessa forma, com a diminuição da temperatura entre o Equador e os polos, ocorre um enfraquecimento desses jatos e conseqüentemente diminui as chuvas, podendo provocar secas em certas regiões. Assim, o desequilíbrio causado pelo fenômeno propiciou a Santa Catarina dias sem chuvas e precipitações intensas em pouco espaço de tempo, quando ocorreram. Entretanto, a ocorrência de chuva intensa em um período de tempo curto não é algo benéfico para o abastecimento dos mananciais, uma vez que, a chuva quando vem de forma torrencial, ela escoar para o rio e vai rapidamente para o oceano, não podendo mais ser tratada para uso. Por isso, considera-se que a chuva mais espaçada, melhor distribuída durante o ano, pode ser absorvida pelo solo e entrar no sistema subterrâneo para que depois fique disponível para uso doméstico, irrigação, etc (TREVISOL, 2019). Desde maio de 2019 até o fim de 2020, a maior parte de Santa Catarina registrou chuva abaixo do esperado. Conforme relatório técnico, se considerar o período de junho de 2019 a abril de 2020 a chuva acumulada no Estado ficou em torno de 500 mm inferior ao registrado na média histórica, isso representa cerca de 1/3 da chuva prevista para o período (SDS, 2020). A escassez de chuva fez diversas cidades passarem por racionamento na distribuição de água, aumentasse no número de

queimadas, gerasse prejuízos na agricultura e diminuição de lagoas do Estado (FERNANDES, 2020). Em maio de 2020 a situação mais grave era no Oeste extremo Oeste catarinense quando o volume de chuva mal distribuído contribuiu para que houvesse cerca de 100 mm de chuva a baixo da média para menos, causando problemas no abastecimento público (SANTA CATARINA, 2021). Dessa forma, conforme relatório da Epagri/Cepa, essa foi a pior situação desde 2006 e vem gerando problemas para o abastecimento urbano, para os animais e promoveu efeitos na produção agropecuária de 90 municípios, que representam 31,1% do total de produção (EPAGRI, 2020). A Tabela a baixo apresenta os valores estimados de perdas na produção agropecuária devido à estiagem em Santa Catarina.

Tabela 1. Valores estimados de perdas na produção devido s estiagem

Produto	Produção estimada (Mil t)	Perdas na Produção		Estimativa do valor das perdas (R\$ mil)
		(Mil t)	(%)	
Soja	2.308,92	132,94	5,8	199.213,21
Milho grão	2.598,61	178,29	6,9	129.086,07
Feijão	95,81	6,75	7,0	26.739,54
Maçã	578,60	98,04	16,9	21.583,79
Tomate	145,13	10,58	7,3	18.651,12
Cebola	532,09	3,91	0,7	4.502,25
Maracujá	38,34	3,64	9,5	3.533,81
Batata	72,08	3,95	5,5	3.160,00
Banana	738,48	4,22	0,6	1.541,59
Leite	0,00	26,3 milhões litros (março e abril/2020)		33.500,00
Total				436.435,98

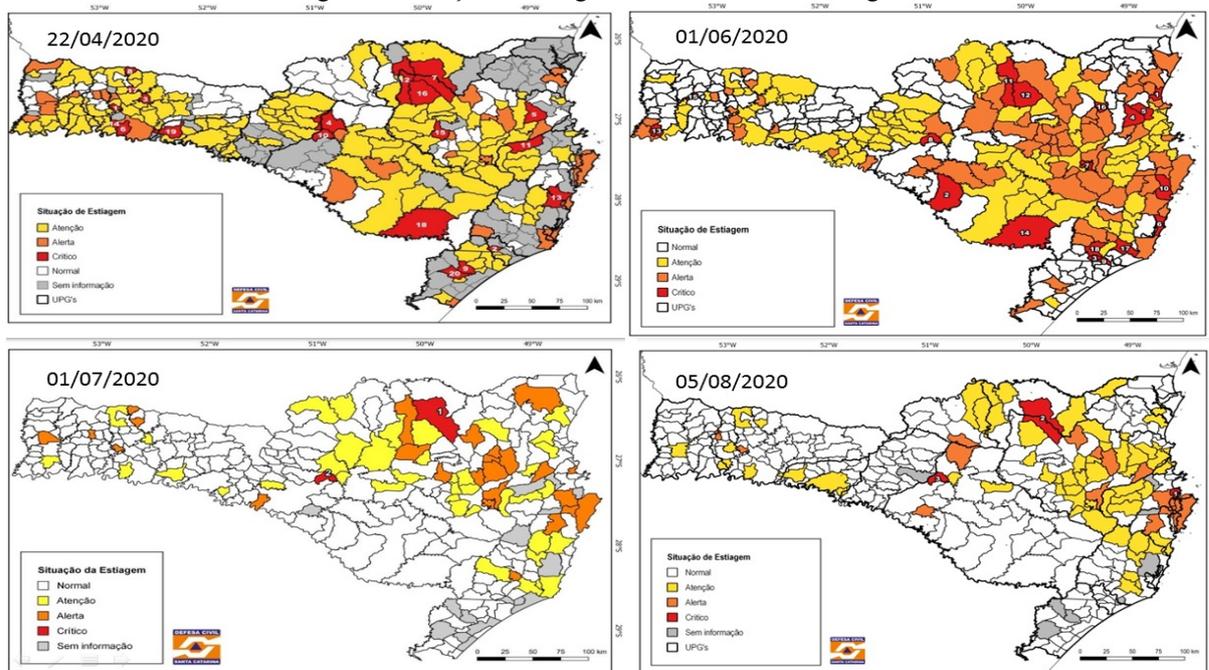
Fonte: Epagri/Cepa, 2020, p. 42.

Conforme os boletins hidrometeorológicos⁴ produzido em parcerias entre Governo do Estado e Centro Integrado de Gerenciamento de Risco e Desastres (CIGERD) é possível observar através dos mapas como estava a situação hidrológica dos rios e das bacias hidrográficas em SC durante o ano de 2020. Para fazer essa análise foi utilizado monitoramento em plataformas abertas de visualização de dados que seguem a classificação de criticidade recomendado pelo Estudo de Regionalização das Vazões das Bacias

4 O boletim Hidrometeorológico passou a ser elaborado quinzenalmente pela Defesa Civil de Santa Catarina, em conjunto com a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina e Agência Intermunicipal de Saneamento. O Boletim Hidrometeorológico tem como finalidade compartilhar informações das condições hidrológicas dos rios catarinenses, bem como os impactos no abastecimento dos municípios.

Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina, também sendo utilizado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico (SDE) para outorga de recursos hídricos (SDS,2020). Nos mapas abaixo é possível verificar como a estiagem atingiu os municípios de Santa Catarina durante alguns meses de 2020.

Figura 2. Situação hidrológica dos rios e bacias hidrográficas em SC



Fonte: Boletins Hidrometeorológicos (SDS, 2020).

Ao observar os mapas, é possível notar que o período em que predominou maior estiagem no estado foi durante o mês de junho, atingindo inúmeros municípios. Durante o mês de junho de 2020, 114 dos 295 municípios de Santa Catarina chegaram a decretar situação de emergência por conta dos efeitos da seca (RICARDO, 2020). Nota-se também que a Região de Florianópolis esteve sempre com a cor laranja, que representa sinal de alerta. Conforme o Boletim Hidrometeorológico,

“as vazões de referência utilizam o critério da vazão de permanência estabelecida no estudo supracitado, a Q90, Q95 e Q98, que representam a vazão que permanece no canal por 90%, 95% e 98% do tempo, respectivamente, ou seja, é aquela vazão mínima que ocorre em períodos de estiagem. Em seguida, apresenta-se a classificação considerada para este boletim:

- NORMAL (branco): os rios encontram-se na condição de normal de vazão, acima da Q90, onde todos os usuários de recursos hídricos fazem o uso múltiplo das águas.
- ATENÇÃO (amarelo): a condição hidrológica indica que a vazão de permanência nos rios está abaixo da Q90 e/ou existe condição de abastecimento prejudicado indicada pela agência reguladora.
- ALERTA (laranja): a captação de água está reduzida, exigindo ações contingenciais executadas pelos municípios. Manobras operacionais realizadas pela concessionária de água.
- CRÍTICO (vermelho): os mananciais utilizados para abastecimento estão afetados significativamente,

sendo necessárias ações de rodízio prolongadas, intervenções de infraestrutura hídrica e ajuda humanitária” (SDS, 2020, p, 12) .

Na região da Grande Florianópolis, que contém 22 municípios e consta, segundo o IBGE, com mais de 1 milhão de habitantes, registrou entre os meses de junho a setembro de 2019 falta d'água devido ao longo período de estiagem. Em outubro do mesmo ano, “o nível da Lagoa do Peri, principal aquífero natural de água doce de Florianópolis e área de preservação ambiental, caiu drasticamente em decorrência da falta de chuvas” (TREVISOL 2019). A Lagoa é de extrema importância, pois sua água é utilizada para abastecer cerca 90 mil moradores (esse número varia conforme temporada de verão) dos bairros do Sul da Ilha, da Lagoa da Conceição e também moradores dos bairros das praias do leste (G1 SC; NSC, 2019). Conforme colocado em entrevista, o Chefe de Departamento de Unidades de Conservação da Floram (Fundação municipal do meio ambiente), Mauro Manuel da Costa, afirma que foi a pior situação de nível de água que ele presenciou em 32 anos de trabalho direto com a Lagoa do Peri (NUNES, 2019). A alteração do nível da água da lagoa chegou a baixar 40 centímetros de julho a outubro, aumentando a faixa de areia, modificando a paisagem e afetando diretamente a fauna local que teriam dificuldades para encontrar novos habitats, caso a estiagem se prolongasse. Além do exposto, segundo a Epagri/Ciram, o volume de chuvas no Sul da Ilha é o menor de Florianópolis e um dos menores índices do Estado inteiro.

Outro local importante no que se refere ao abastecimento de água da região Metropolitana da Grande Florianópolis é o Rio Pilões/Vargem do Braço, responsável por 70% do abastecimento da região (NSC TV; G1 SC, 2019). Este manancial ficou em setembro de 2019, devido a estiagem prolongada, com queda de 60% do volume habitual de captação (CASAN, 2019). A Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) registrou no fim de setembro que o nível era de 92 cm, ou seja, 58 abaixo da linha emergencial e alertou para que a população de Florianópolis, Biguaçu, São José e Santo Amaro da Imperatriz colaborassem para a economia de água, para que não houvesse problemas no abastecimento das localidades com mais dificuldade de fornecimento de água. A importância da Companhia para o abastecimento da região é tanta, que conseguiu amenizar as consequências da estiagem que quase afetou o Sistema Integrado de Abastecimento da Região Metropolitana. Através da instalação de três bombas no rio Cubatão, foi possível levar água até o rio Pilões, que era o mais afetado com a estiagem. Dessa forma, a CASAN conseguiu aumentar o nível de água bruta nessa estação e ter uma melhoria de 5% no abastecimento, ou seja, uma ampliação de

360 litros/segundo na captação de água que é distribuída no Sistema Integrado (STROISCH, 2019).

Dado o que foi exposto até aqui, é possível ter um panorama geral de como a estiagem de 2019 e 2020 atingiu o Estado de Santa Catarina. As consequências disso tudo geraram perdas e consequências para a economia catarinense. As condições dadas pela geografia e pelas adversidades apresentadas pelo clima durante os anos de estiagem, mostram a importância de se ter planejamento para que não haja problemas no abastecimento de água para a população, mesmo em situações adversas. Isso posto, vale ressaltar a importância da CASAN para contornar situações adversas no abastecimento, principalmente no que tange os feitos na Capital do Estado e região metropolitana.

2 OBJETIVO

Frente a isso, o objetivo geral da pesquisa consistiu em analisar gerenciamento dos recursos hídricos para serviço de abastecimento de água na região sul e leste de Florianópolis durante o período de estiagem de 2019 e 2020.

Como objetivos específicos podem ser citados como:

1. Analisar os dados dos volumes disponibilizados de água disponibilizados por fontes distintas de captação de água, com base nos dados de vazão antes e durante a estiagem.
2. Verificar a efetividade e impacto das obras de engenharia no sistema de abastecimento de água.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Um sistema de abastecimento de água é a união de obras, instalações e infraestruturas destinados a captar tratar e distribuir a água a uma população, atendendo todos os parâmetros de potabilidade e em quantidade compatível com a demanda. Podendo ser projetado para atender desde um pequeno povoado até uma grande metrópole. Um sistema de abastecimento de água é composto pelos seguintes componentes: (COSTA, 2015)

3.1.1 Manancial

O manancial é o corpo de água subterrâneo ou superficial de onde é captada a água para o tratamento e abastecimento público. A vazão captada deve ser o suficiente para atender a demanda projetada e deve apresentar qualidade adequada as normas sanitárias. Os mananciais podem ser superficiais englobando, por exemplo, lagos, represas, rios, córregos, lagoas. Também podem ser subterrâneos, constituindo a água presente no subsolo. Em alguns mananciais não é necessário realizar o tratamento convencional, como as captações subterrâneas, por exemplo. (COSTA, 2015)

3.1.2 Captação

Grupo de estruturas e equipamentos instalados junto ao manancial para a captação de água bruta destinada ao sistema de abastecimento. (COSTA, 2015)

3.1.3 Estação de recalque de água tratada – erat

Local onde é instalado conjuntos moto-bomba designados a conduzir a água. A água bombeada é pressurizada dentro da tubulação de maneira que consiga vencer desníveis geométricos, sendo capaz de ser transportada por trechos com cotas diferentes. Outro equipamento conhecido é o *booster*, dispositivo usado para recalcar a água na rede de abastecimento, garantindo o fornecimento de água em pontos desfavoráveis. (COSTA, 2015)

3.1.4 Adutora

As adutoras são tubulações que transportam a água entre as unidades do sistema de abastecimento que antecedem a rede de distribuição. As adutoras interligam a captação à estação de tratamento de água e posteriormente aos reservatórios. (COSTA, 2015)

3.1.5 Estação de tratamento de água– ETA

Unidade destinada ao tratamento de água, de maneira a adequar as características aos padrões de potabilidade, fazendo correções físico-químicas. (COSTA, 2015)

3.1.6 Reservatório

No sistema público de abastecimento de água o reservatório é a unidade cujo objetivo é a regularização da variação entre a vazão de adução e de distribuição. Pode ser classificado em enterrado, semienterrado e apoiado. (COSTA, 2015)

3.1.7 Rede de distribuição

Rede de distribuição de água é a parte do sistema formada por tubulações e *boosters* instalados em vias públicas que tem o objetivo de abastecer o consumidor final. Normalmente uma rede de distribuição tem tubulações de maior diâmetro, que tem a finalidade de abastecer redes de menor diâmetro e essas por sua vez abastecer os clientes. (COSTA, 2015)

3.2 PERDAS

O conceito de perdas de água é definido como a diferença entre o volume produzido nas Estações de Tratamento de Água e os consumos autorizados na adução ou distribuição. Representa a soma da Perda Real com a Perda Aparente (ABES, 2015). As perdas totais de água são divididas em duas situações: Perdas reais e perdas aparentes.

3.2.1 Perdas reais

Conforme ABES (2013), as perdas reais correspondem ao volume de água que não são consumidos por serem perdidos durante o seu percurso desde a estação de tratamento de água até o imóvel dos clientes. Esse volume é perdido através de vazamentos nas redes adutoras, redes e ramais de distribuição, cavaletes e extravasamento de reservatórios. As principais causas de ocorrências de vazamentos nas tubulações são decorrentes de excesso de pressão, variações bruscas de pressão, tubulações mal assentadas, má qualidade dos materiais utilizados nas conexões e tubos (NOGUEIRA et al, 2014).

As tubulações devem ser assentadas em solos estáveis com capacidade de suporte compatíveis com a tubulação a ser assentada. Se o fundo da vala for constituído de rocha, o mesmo deve ser regularizado com material granular fino, isento de corpos estranhos, de forma que a tubulação não se apoie sobre a rocha (SANEPAR 2012).

3.2.2 Perdas aparentes

As perdas aparentes retratam os volumes de água que são consumidos, mas não são contabilizados pela concessionária, principalmente devido às irregularidades como fraudes e ligações clandestinas e hidrômetros com submedição. As perdas aparentes em suma representam a perda de faturamento da empresa, entretanto não representa perda física de água. A figura 3 retrata ações pertinentes ao combate das perdas aparentes (ABES, 2015).

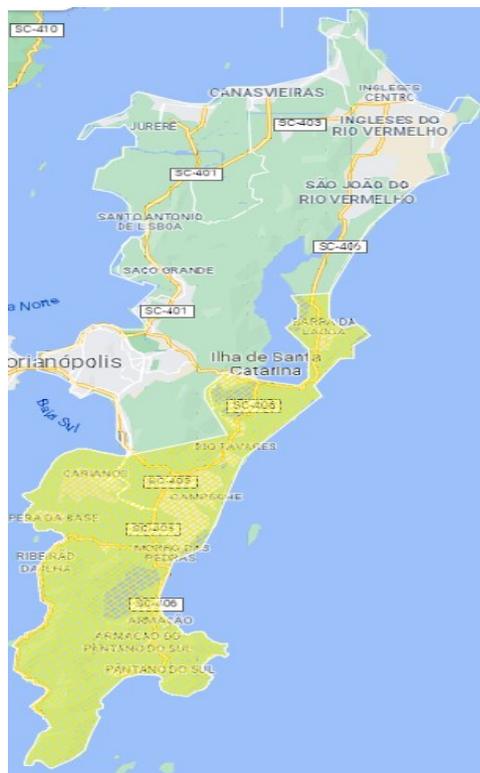
A SABESP (2014) aponta ações para combater as perdas de água aparentes como: substituição programada do parque dos hidrômetros acompanhando sua idade média, treinamento dos leituristas, utilização de hidrômetros mais precisos, acompanhamento do volume de utilização dos hidrômetros, ações anti fraudes como travas nos cavaletes e lacres.

O balanço hídrico é a relação entre as ações de uso da água, em termos quantitativos e qualitativos, e a quantidade de água disponível, sendo elaborado em suporte à gestão da água o cálculo do balanço hídrico é baseado em medições ou estimativas da água produzida, importada exportada consumida ou perdida.

4 METODOLOGIA

A área de estudo está localizada em Florianópolis/SC, na parte sul e leste da ilha de Santa Catarina (Figura 4). A Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) é responsável pelo abastecimento de água na região denominada Sistema de Abastecimento de Água Costa Sul Leste (CSL). O sistema costa sul leste abrange 11 bairros sendo eles Carianos, Tapera, Ribeirão da Ilha, Armação do pântano do Sul, Pântano do Sul, Balneário dos Açores, Campeche, Rio Tavares, Canto da Lagoa, Lagoa da conceição e Barra da Lagoa. Atualmente conta com 23217 ligações de água ativas e 46959 unidades autônomas e uma população de 90 mil habitantes (ocorrendo variação na temporada de verão).

Figura 3. . Localização do sistema costa sul leste



Fonte: Google Maps. Elaborado pelo autor.

O volume de água para o abastecimento da região é fornecida por quatro fontes distintas, sendo captação subterrânea do aquífero Campeche através de 12 poços artesianos,

captação superficial da Lagoa do Peri, importação de água do sistema integrado de abastecimento - SIF (Rio Cubatão – Santo amaro da Imperatriz) e poços complementares.

Figura 4: ETA lagoa do Peri (a) e lagoa do Peri (b)



Fonte: Acervo CASAN.

Figura 5: ETA Campeche (a) e Poço de Captação subterrânea (b)



Fonte: Acervo CASAN.

As fotos acima mostram a Estação de tratamento da Lagoa do Peri e o manancial da Lagoa do Peri (figura 4) Que sofreram perdas de vazão de água durante o período de estiagem. Na figura 5 é representado a ETA Campeche e os Poços complementares que tiveram aumento de vazão durante os períodos de menos recurso hídrico da Lagoa.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS (DADOS)

Foi considerado no estudo o período de Julho de 2019 a Julho de 2021. Todas as informações operacionais foram fornecidas pela Unidade Operacional Costa sul Leste – UOCSL com a devida autorização da Companhia Catarinense de Águas e saneamento – CASAN. Os dados utilizados foram obtidos através do Banco de Dados Operacionais–BADOP da CASAN. Foi utilizado o dado de vazão média em litros por segundo mensal de todos os quatro pontos de entrada de água no sistema que são: ETA Lagoa do Peri, ETA Campeche, Água importada do sistema integrado de abastecimento – SIF e poços

complementares. As quatro unidades mencionadas dispõem de macromedidores eletromagnéticos instalados na saída para o sistema.

O mecanismo de funcionamento de medidores de vazão eletromagnéticos é baseado na Lei de Indução Eletromagnética de Faraday. O princípio da lei de Faraday, afirma que um fluido condutor que se move através de um campo magnético produz um sinal elétrico dentro do sensor, que é diretamente proporcional à velocidade do fluido que se move pelo campo. À medida que a água escoar através do campo magnético gerado, partículas condutoras na água criam mudanças na tensão do campo magnético. Esta variação é calculada por sensores presentes no interior do macromedidor e determina a velocidade do fluxo que flui pelo equipamento. Essa informação é transmitida a um conversor integrado no macro medidor e este converte para a unidade desejada, sendo possível obter dados de vazão instantânea e volume acumulado. As informações geradas pelo conversor estão integradas ao sistema de supervisório da CASAN, e podem ser acessadas online.

Até julho de 2020 não havia macromedidor instalado para medir a vazão de água importada do sistema integrado. Para calcular a vazão média de cada mês no ano de 2019, utilizou-se o volume mensal micromedido da respectiva região e o índice de perdas médio do ano, que foi de 41,96%. No ano de 2020 o cálculo foi o mesmo, utilizando o índice médio de perdas atualizado de 2020 que foi de 30,94%. A partir de agosto começou-se a utilizar a leitura do macromedidor instalado.

6 RESULTADOS

6.1 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA LAGOA DO PERI

A estação de tratamento de água da Lagoa do Peri tem como fonte a captação superficial da Lagoa do Peri. A água bruta é captada e vai por gravidade até uma estação de recalque de água bruta, que por sua vez recalca a água até a ETA e inicia-se o processo de tratamento e posteriormente a distribuição. O quadro 1 mostra os dados de vazão da estação de tratamento de água da lagoa do Peri nos anos de 2019, 2020 e 2021.

Quadro 1: Dados de vazão da ETA lagoa do Peri.

ETA LAGOA DO PERI			
MÊS	Vazão média mensal (l/s) 2019	Vazão média mensal (l/s) 2020	Vazão média mensal (l/s) 2021
Janeiro		201,76	162,48
Fevereiro		189,51	165,43
Março		183,74	163,5
Abril		166,25	127,32
Maio		131,35	121,48
Junho		119,67	130,3
Julho	202,61	117,04	171,33
Agosto	203,12	122,21	170,94
Setembro	201,15	109,81	171,78
Outubro	180,53	101,15	165,85
Novembro	201,78	110,78	
Dezembro	203,24	130,7	

Fonte: Banco de Dados Operacionais– BADOP da CASAN

Segundo a CASAN, a outorga da companhia de água para captação e tratamento no manancial da Lagoa do Peri é de duzentos litros por segundo, mesma vazão que a ETA operava. Com a intensificação do período de estiagem e o aumento do déficit de volume de chuvas acumulado, o nível do manancial diminuiu consideravelmente, e para preservar o equilíbrio do ecossistema da lagoa, o volume de água captada precisou ser reduzido.

No quadro 1 observam-se os dados de vazão média mensal de julho de 2019 a outubro de 2021. Nos meses de agosto a novembro de 2020 houve em média queda 43% do volume de água tratada em relação ao mesmo período de 2019, momento em que a estiagem foi mais intensa.

Figura 6. Imagens da Lagoa do Peri com o nível baixo.



Fonte: acervo CASAN.

Na figura 6 possível perceber o quando o nível da Lagoa reduziu, ficando mais evidente o aumento da faixa de areia desse manancial.

6.2 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DO CAMPECHE

A estação de tratamento de água do Campeche tem como fonte captação subterrânea do lençol freático, através de 12 poços subterrâneos no bairro Campeche, Florianópolis. A água bruta é captada e bombeada até a estação de tratamento de água denominada ETA Campeche, onde se inicia o processo de tratamento e posteriormente distribuição. No Quadro 2 mostra os dados de vazão de água tratada da ETA Campeche no período de Julho de 2019 a Outubro de 2021.

Quadro 2: Dados de vazão da ETA Campeche

ETA CAMPECHE (POÇOS SUBTERRÂNEOS)			
MÊS	Vazão média mensal (l/s) 2019	Vazão média mensal (l/s) 2020	Vazão média mensal (l/s) 2021
Janeiro		80,54	96,18
Fevereiro		79,73	91,16
Março		76,14	95,43
Abril		80,07	96,13
Mai		83,91	93,96
Junho		79,7	86,42
Julho	31,77	79,73	61,62
Agosto	36,35	79,31	87,59
Setembro	34,52	78,57	86,29
Outubro	61,53	80,9	79,46
Novembro	54,5	79,37	
Dezembro	78,92	85,93	

Fonte: Banco de Dados Operacionais– BADOP da CASAN.

Observa-se no quadro 2 que a vazão média de água tratada no segundo semestre de 2020 aumentou em 200% em relação ao mesmo período do ano de 2019. O incremento de vazão ocorreu em virtude da perfuração de novos poços para reforçar o sistema e também da estação de tratamento operar por maior tempo em relação ao ano anterior, medidas necessárias para compensar a redução da vazão de água tratada na Lagoa do Peri causada pelo baixo nível do manancial.

Figura 7. Perfuração de poço de captação subterrânea de água.



Fonte: Acervo CASAN.

Na figura 7 é representada como se deu parte da obra realizada pela CASAN para a perfuração de poços complementares, muito utilizados durante o período de verão para auxiliar o Sistema da ETA Campeche.

6.3 AGUA IMPORTADA

Parte do abastecimento de água do sistema costa sul/leste conta com água importada do sistema integrado de abastecimento- SIF, proveniente do Rio Cubatão (santo amaro da imperatriz). No quadro 3 observa-se no ano de 2020 que a vazão aumentou três meses consecutivos (agosto, setembro e outubro) em relação ao ano anterior. O aumento de vazão ocorreu em virtude de obras de engenharia feitas no sistema integrado para aumentar a disponibilidade de água para o sistema costa sul/leste.

Quadro 3: Dados de vazão macro medidor Carianos (água importada).

MACRO CARIANOS (ÁGUA IMPORTADA)			
MÊS	Vazão média mensal (l/s) 2019	Vazão média mensal (l/s) 2020	Vazão média mensal (l/s) 2021
Janeiro		24,73	42,36
Fevereiro		26,73	40,83
Março		22,21	37,67
Abril		21,05	40,35
Mai		19,98	42,44
Junho		21,36	38,48
Julho	19,31	19,52	35,61
Agosto	21,42	19,61	36,29
Setembro	23,67	29,22	38,38
Outubro	23,10	39,24	51,73
Novembro	22,61	46,39	
Dezembro	23,59	46,97	

Fonte: Banco de Dados Operacionais– BADOP da CASAN.

Dentre as obras realizadas, destaca-se a implantação de um bombeamento no bairro Saco dos limões para aumentar a vazão de água transportada para o sistema costa sul/leste. Foi executado 400 metros de assentamento de nova tubulação de 300 milímetros de diâmetro. Destaca-se também a interligação da rede de abastecimento do bairro Carianos com o Bairro Tapera, para abastecimento de 2.200 unidades autônomas da Tapera com a água do Sistema integrado.

Figura 8. Ampliação de rede para bombeamento instalado no bairro Saco dos limões



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 8 representa a capacidade e preocupação da CASAN com o abastecimento de água de bairros mais distantes do Sul da Ilha, uma vez que, se preocupou com a ampliação das tubulações para disponibilizar água para as pessoas que vivem nesses locais.

6.4 POÇOS COMPLEMENTARES

Os poços complementares são poços de captação de água subterrânea, entretanto não fazem parte do sistema da ETA Campeche em virtude de estarem geograficamente distantes da estação. Atualmente existem quatro poços complementares, um deles ficando próximo ao Novo Campeche, outros dois no bairro Rio Tavares e o último no bairro Lagoa da Conceição. No local é feito cloração da água captada e em seguida injetado diretamente na rede de distribuição para consumo. Em cada poço complementar existe um macro medidor individual para medir sua vazão. Conforme o banco de dados operacionais da CASAN, os poços complementares usualmente são ligados durante a temporada de verão, período em que a demanda por água aumenta e é necessário complementar a vazão no sistema. No quadro 4 observa-se que no ano de 2019 os poços complementares não operaram durante o inverno, sendo ativado apenas em dezembro, início do período de temporada de verão. Nos anos de 2020 e 2021 verifica-se que os poços ficaram operando durante o ano inteiro, medida adotada pela companhia de água para compensar o déficit de água causado pela redução de vazão captada da Lagoa do Peri.

Quadro 4: Dados de vazão dos poços complementares

POÇOS COMPLEMENTARES			
MÊS	Vazão média mensal (l/s) 2019	Vazão média mensal (l/s) 2020	Vazão média mensal (l/s) 2021
Janeiro		26,20	22,23
Fevereiro		23,23	14,21
Março		22,91	5,69
Abril		23,21	12,48
Mai		28,92	12,67
Junho		28,19	11,78
Julho	0,00	29,41	11,75
Agosto	0,00	29,00	12,34
Setembro	0,00	26,52	13,15
Outubro	0,00	30,60	12,14
Novembro	0,00	25,53	
Dezembro	11,57	24,20	

Fonte: Banco de Dados Operacionais– BADOP da CASAN.

Nota-se que no quadro 4 houve uma ampliação na vazão dos poços complementares a partir de dezembro, mês que inicia-se a temporada de verão em Florianópolis e conseqüentemente aumenta o número de população “residindo” nos bairros do Sul e Leste da Ilha

7 ANÁLISE GERAL

O quadro 5 mostra os dados de vazão total no sistema costa sul/leste, contabilizando o somatório total de vazões das quatro fontes distintas de abastecimento do sistema.

Quadro 5: vazão total no sistema costa sul/leste

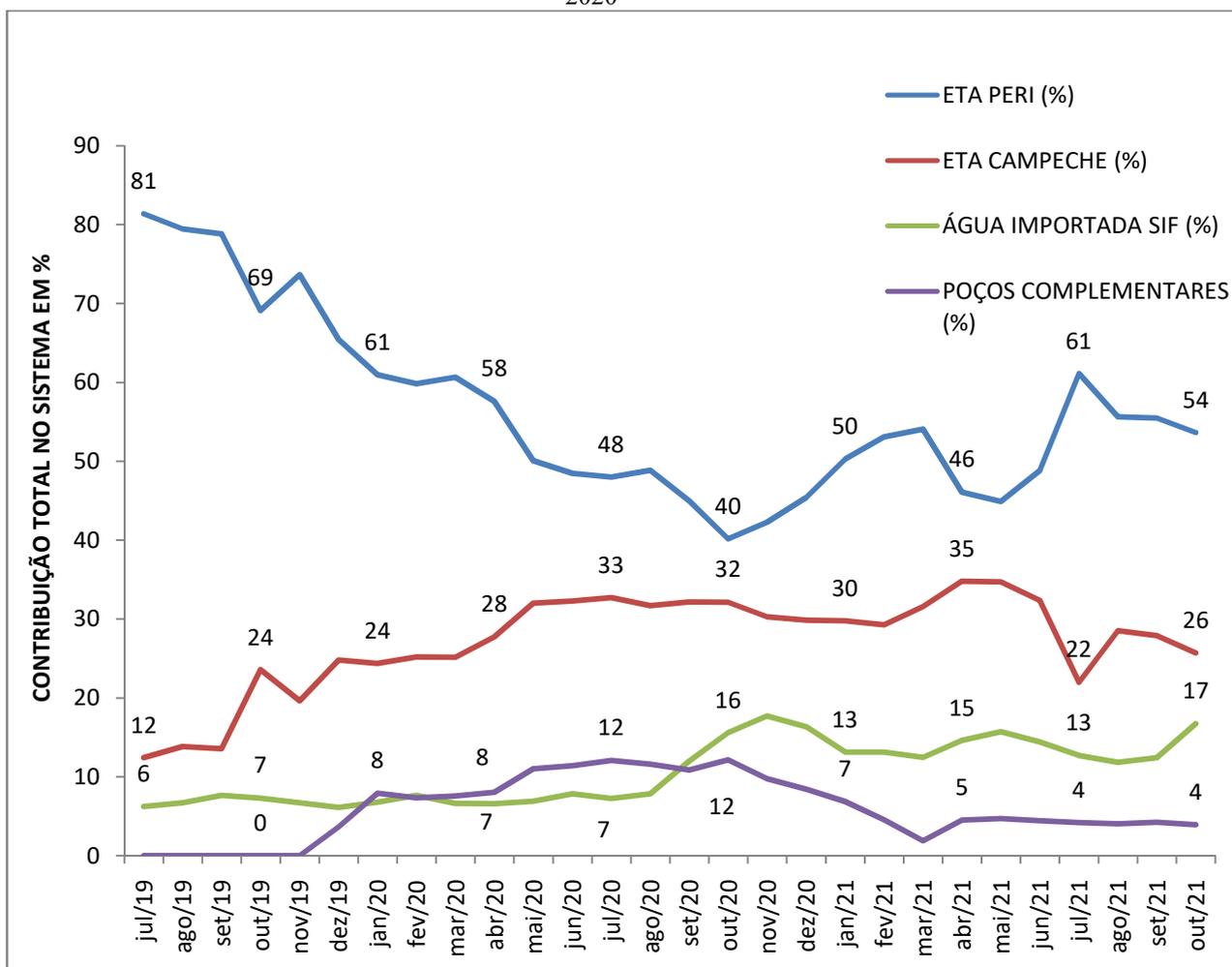
VAZÃO TOTAL NO SISTEMA COSTA SUL/LESTE			
MÊS	Vazão média mensal (l/s) 2019	Vazão média mensal (l/s) 2020	Vazão média mensal (l/s) 2021
Janeiro		330,86	323,25
Fevereiro		316,64	311,63
Março		302,88	302,29
Abril		288,57	276,28
Maio		262,25	270,55
Junho		246,87	266,98
Julho	256,29	243,83	280,31
Agosto	263,12	250,13	307,16
Setembro	255,18	244,12	309,6
Outubro	261,10	251,89	309,18
Novembro	277,91	262,07	
Dezembro	318,16	287,80	

Fonte: Banco de Dados Operacionais– BADOP da CASAN

Percebe-se que nos meses de verão houveram aumentos consideráveis na vazão do sistema devido a alta concentração populacional que procuram alugar as casas no Sul e Leste de Florianópolis.

A figura 9 mostra a porcentagem da contribuição individual de cada fonte de abastecimento no sistema costa sul/leste

Figura 9: Proporção do volume de água disponibilizado no sul e leste por tipo de fonte no ano de 2019 a 2020



Fonte: Banco de Dados Operacionais– BADOP da CASAN. Elaboração do autor

De acordo com a figura 09, verifica-se que antes do nível da Lagoa do Peri ser afetado pela estiagem, este manancial era responsável por cerca de 80% do abastecimento total do sistema costa sul leste, número que reduziu drasticamente no ano de 2020, onde o respectivo manancial passou a abastecer cerca de 45% da totalidade do sistema. Observa-se que antes do nível da lagoa do Peri ser afetado pela estiagem, a ETA Campeche era responsável por cerca de 13% do abastecimento total do sistema costa sul leste, número que dobrou nos anos de 2020 e 2021, onde o respectivo manancial passou a abastecer cerca de

30% da totalidade do sistema. Resultado este obtido em virtude da perfuração de novos poços para incrementar a vazão de água tratada. Verifica-se que antes da execução das obras de engenharia realizadas, a vazão de água importada do sistema de abastecimento integrado era responsável por cerca de 7% do fornecimento total do sistema costa sul leste, número que dobrou nos anos de 2020 e 2021, onde o respectivo manancial passou a abastecer cerca de 14% da totalidade do sistema.

Observa-se ainda que com a ativação dos poços complementares durante o ano inteiro, obteve-se um reforço de aproximadamente 10% da vazão de abastecimento total do sistema no ano de 2020, correspondendo um incremento de aproximadamente 26 l/s no sistema.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa abordou questões referentes aos problemas enfrentados pelo Brasil e mais especificamente Santa Catarina no que tange aos problemas de estiagens e seca e como isso afeta os recursos hídricos. Fica perceptível a importância de se ter um bom planejamento que saiba gerenciar os sistemas de abastecimento de forma precisa para evitar que haja problemas para a economia e para o uso da população. Portanto, a pesquisa consistiu numa análise do gerenciamento dos recursos hídricos para o serviço de abastecimento de água na região sul e leste de Florianópolis durante o período de estiagem de 2019 a 2021. Foram verificados que o volume total de água disponível no sistema de abastecimento não sofreu grandes variações comparando os mesmos meses do período de 2019 a 2021.

Entretanto, dados dos volumes de água disponibilizados por fontes distintas de captação de água, apresentaram grandes variações, com o manancial da Lagoa do Peri reduzindo a captação pela metade em consequência da estiagem e a ETA Campeche e a água importada de outro sistema mais do que dobraram o volume de água captado, resultado este observado como resultado das obras de engenharia realizadas no sistema. Dessa forma, percebe-se a importância de se ter mais fontes para captação de água para o sistema de abastecimento, principalmente quando se tem períodos de estiagem em que os mananciais sofrem com perda de vazão.

Nota-se que a capacidade de gerenciamento da CASAN foi exitosa no que se refere ao planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos de Florianópolis, em destaque para o abastecimento de água dos bairros do Sul e Leste da capital catarinense durante o período de estiagem que atingiu a região.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água: Diagnóstico, Potencial de Redução e Propostas de Medidas para o Efetivo Combate.** 2013

ANA. Agencia Nacional de Águas. **A História do Uso da Água no Brasil. Do Descobrimento ao Século XX.** Gráfica e Editora Athalaia. Brasília. 2007

ANA. Agencia Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Dados Abertos da Agencia Nacional de Águas e Saneamento Básico. Dados abertos para Gestão de Recursos Hídricos.** Disponível em: <<https://dadosabertos.ana.gov.br/>>. Acesso em: 17/11/2021.

BRITO, Débora. **A água no Brasil: da abundância à escassez.** Agência Brasil. Brasília. 25/10/2018. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-10/agua-no-brasil-da-abundancia-escassez>>. Acesso em: 18/11/2021. CASAN. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **Casan reitera necessidade do uso consciente de água na Grande Florianópolis.** 10/10/2019. Disponível em: <<https://casan.com.br/noticia/index/url/casan-reitera-necessidade-do-uso-consciente-de-agua-na-grande-florianopolis#0>> Acessado em:29/11/2021.

COSTA, Adriana Guimarães. Sistema de abastecimento de água. Especialização a Distância em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos. IFCE. Fortaleza. 2015. Disponível em: <<https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/2102>>. Acesso em 08/12/2021.

DALCASTAGNE, Marina. **As interrogações sobre o cenário da energia elétrica em SC.** NSC. Santa Catarina. 16/10/2021. Disponível em: <<https://www.nsctotal.com.br/noticias/as-interrogacoes-sobre-o-cenario-da-energia-eletrica-em-sc>>. Acesso em: 20/11/2021.

DORNELLES, Lorenzo. **Veja quais serão os efeitos do “La Niña” em Santa Catarina.** NDMais. Florianópolis. 16/09/2020. Disponível em: <<https://ndmais.com.br/tempo/veja-quais-serao-os-efeitos-do-la-nina-em-santa-catarina/>> . Acesso em: 20/11/2021.

EPAGRI/CEPA. Efeitos socioeconômicos da estiagem e da pandemia do novo coronavírus sobre a produção agropecuária de Santa Catarina. **Florianópolis: Epagri, 2020. 42p. (Epagri. Documentos, 310).** ENGELS, Friedrich, 1820-1895 **A situação da classe trabalhadora na Inglaterra** / Friedrich Engels ; tradução B. A. Schumann ; supervisão, apresentação e notas José Paulo Netto. - [Edição revista]. - São Paulo :Boitempo, 2010. 388p.

FERNANDES, Carolina. **SC tem alerta para alto risco de queimadas nos próximos dias; ocorrências crescem 57% em 2020.** NSC. Santa Catarina. 23/11/2020. Disponível em: <<https://www.nsctotal.com.br/noticias/sc-tem-alto-risco-de-queimadas-nos-proximos-dias-ocorrencias-crescem-57-em-2020>>. Acesso em: 23/11/2021. FERNANDES, Carolina; DALCASTAGNE, Marina; ALANO, Dener, G1SC; NSCTV. **Falta de chuvas faz produção de energia nas hidrelétricas de SC cair e demanda por termelétrica aumentar em 62%.** G1. Santa Catarina. 29/09/2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2021/09/29/falta-de-chuvas-faz-producao-de-energia-nas-hidreletricas-de-sc-cair-e-demanda-por-termeletrica-aumentar-em-62percent.ghtml>>. Acesso em: 20/11/2021.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. **Boletim Hídrico aponta agravamento da seca no Oeste e Extremo Oeste do Estado.** Santa Catarina. Noticias SC.GOV. 20/05/2020. Disponível em: <<https://www.sc.gov.br/noticias/temas/meio-ambiente/boletim-hidrico-aponta-agravamento-da-seca-no-oeste-e-extremo-oeste-do-estado>>. Acesso em: 24/11/2021. G1; NSC TV. Com estiagem, Fundação do Meio Ambiente monitora nível de lagoas em Florianópolis. G1; NSC TV, Santa Catarina. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2019/10/09/com-estiagem-fundacao-do-meio-ambiente-monitora-nivel-de-lagoas-em-florianopolis.ghtml>>. Acesso em: 26/11/2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Distribuição da população (Atlas Escolar).** 2018. Disponível em: <https://atlasescolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_distribuicao_populacao.pdf>. Acesso em: 17/11/2021. INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Condições atuais do enos: Ianiña.** INPE. 26/11/2021. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>> Acesso em: 27/11/2021.

JADE, Liria. **Onde está a água no Brasil.** Empresa Brasil de Comunicação (EBC). Brasília, 2018.. Disponível em: <<https://www.ebc.com.br/especiais-agua/agua-no-brasil/>>. Acesso em: 18/11/2021.

MACKENZIE. Blog Mackenzie. **Crise hídrica no Brasil: Quais são as causas e os impactos?**.2021. <<https://blog.mackenzie.br/vestibular/atualidades/crise-hidrica-no-brasil-quais-sao-as-causas-e-os-impactos/>>. Acesso em: 19/11/2021. MONTEIRO, MauriciAmantino. **Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano.** Geosul, Florianópolis, v.16, n.31, p 69-78, jan./jun. 2001. National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA; CLIMATE PREDICTION CENTER, CPC. Disponível em: <[Prehttps://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc.shtml](https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso_advisory/ensodisc.shtml)>. Acesso em: 22/11/2021 NOGUEIRA, Sonia Maria; et al. **Manual de instruções para implantação, gestão e mudanças de hábitos, no programa de redução em consumo de água : manual do controlado.** - São Paulo :Cobrape: BBL, Vitalux, Gerentec, ETEP, RESTOR, 2014.

NUNES, Samuel. **Nível de água da Lagoa do Peri cai por causa da estiagem, mas ainda não há risco, diz Floram.** Jornal NSC. Florianópolis. 08/10/2019. Disponível em: <<https://www.nsctotal.com.br/noticias/nivel-de-agua-da-lagoa-do-peri-cai-por-cao-da-estiagem-mas-ainda-nao-ha-risco-diz-floram>>. Acesso em: 25/11/2021.

PBMC, 2014: Base científica das mudanças climáticas. **Contribuição do Grupo de**

Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Ambrizzi, T., Araujo, M. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 464 pp.

REUTERS. Pior seca do Brasil em quase um século impacta navegação em hidrovias, diz ministro. Globo Rural. 02/06/2021. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Infraestrutura-e-Logistica/noticia/2021/06/pior-seca-do-brasil-em-quase-um-seculo-impacta-navegacao-em-hidrovias-diz-ministro.html>>. Acesso em: 28/11/2021

RICARDO, Willian. Estiagem deixa 114 municípios de Santa Catarina em situação de emergência. NDMais. Santa Catarina. 22/06/2020. Disponível em: <<https://ndmais.com.br/tempo/estiagem-deixa-114-municipios-de-santa-catarina-em-situacao-de-emergencia/>>. Acesso em: 24/11/2021.

Rückert. Fabiano Quadros. **O abastecimento de água na perspectiva da historiografia europeia e hispano-americana.** Revista História : Debates e Tendências (Online), vol. 17, núm. 1, pp. 157-179, 2017. SANTOS, M. **A urbanização brasileira.** São Paulo: Hucitec, 1993. 157p

SANTA CATARINA. Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável do Estado de Santa Catarina SDS. Gerência de Planejamento de Recursos Hídricos – GEPHI. Recursos Hídricos de Santa Catarina. 2018. Disponível em: <https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/bacias_hidrograficas/bacias_hidrograficas_sc>. Acesso em: 21/11/2021.

SECRETARIA DO ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONOMICO SUSTENTÁVEL, SDS. **Boletins Hidro Hidrometeorológico.** Disponível em: <<https://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/boletim-hidrometeorologico/boletim-2020>>. Acesso em: 24/11/2021. SALGADO, Ivanei. Entrevista **Especial: Crise Hídrica com ProfClibson Alves dos Santos.** Jornal UNIFAL-MG. Minas Gerais. 09/09/2021. Disponível em <<https://www.unifal-mg.edu.br/portal/2021/09/09/crise-hidrica-e-resultante-da-falta-de-planejamento-estrategico-ressalta-clibson-alves-dos-santos-em-entrevista-especial-para-o-jornal-unifal-mg/>>. Acesso em: 19/11/2021. SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. **Informações técnicas; Manual de assentamentos de tubos.** Disponível em: <https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/informacoes-tecnicas/mos-4a-edicao/modulo_9_4ed_v00_-_assentamentos.pdf>. Acesso em: 01/12/2021

STROISCH. Bruna. Obra emergencial ameniza em 5% impactos da estiagem na Grande Florianópolis. NDMais. Santa Catarina. 13/08/2019. Disponível em: <<https://ndmais.com.br/infraestrutura/obra-emergencial-ameniza-em-5-impactos-da-estiagem-na-grande-florianopolis/>>. Acesso em: 24/11/2021.

TREVISOL, Nicole. Escassez de água: impactos e soluções diante das projeções de crise hídrica em Santa Catarina. Agecom/UFSC. 18/11/2019. Disponível em <<https://noticias.ufsc.br/2019/11/escassez-de-agua-impactos-e-solucoes-diante-das-projecoes-de-crise-hidrica-em-santa-catarina/>>. Acesso em: 21/11/2021. VENTURI.

LuisAntonio Bittar. **Crise hídrica ou de gerenciamento hídrico?.** Jornal da USP. São Paulo. 17/11/2021. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/artigos/crise-hidrica-ou-de-falta-de-gerenciamento-hidrico/>>. Acesso em: 19/11/2021. WRI Brasil. World Resources Institute (Brasil). **Ranking mostra onde há maior risco de faltar água no Brasil**

e no mundo. WRI Brasil. Porto Alegre. 06/08/2019. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/08/ranking-mostra-onde-ha-maior-risco-de-faltar-agua-no-brasil-e-no-mundo>>. Acesso em: 18/11/2021.
