

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA**

JOEMAR JODITA DA SILVA

Análise da segurança hídrica na Região Metropolitana de São Paulo

Versão Corrigida

São Paulo

2023

JOEMAR JODIRA DA SILVA

Análise da segurança hídrica na Região Metropolitana de São Paulo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título acadêmico de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Luis Antônio Bittar Venturi

Versão corrigida

São Paulo

2023

**ENTREGA DO EXEMPLAR CORRIGIDO DA
DISSERTAÇÃO/TESE**

Termo de Anuência do (a) orientador (a)

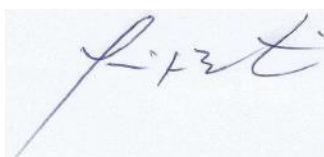
Nome do (a) aluno (a): Joemar Jodita da Silva

Data da defesa: 12/09/2023

Nome do Prof. (a) orientador (a): Luis Antônio Bittar Venturi

Nos termos da legislação vigente, declaro **ESTAR CIENTE** do conteúdo deste **EXEMPLAR CORRIGIDO** elaborado em atenção às sugestões dos membros da comissão Julgadora na sessão de defesa do trabalho, manifestando-me **plenamente favorável** ao seu encaminhamento ao Sistema Janus e publicação no **Portal Digital de Teses da USP.**

São Paulo, 08/12/2023



(Assinatura do (a) orientador (a))

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação

Serviço de Biblioteca e Documentação

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

Silva, Joemar Jodita da

S586a

Análise da segurança hídrica na Região
Metropolitana de São Paulo / Joemar Jodita da Silva Silva;
orientador Luis Antonio Blttar Venturi Venturi
- São Paulo, 2023. 195 f.

Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Filosofia,
Letras e Ciências Humanas da Universidade de São
Paulo. Departamento de Geografia. Área de
concentração: Geografia Física.

1. . I. Venturi, Luis Antonio Blttar Venturi, orient. II. Título.

Silva J.J. **Análise da segurança hídrica na Região Metropolitana de São Paulo.**
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título acadêmico de Mestre em Geografia.

Aprovado em: ____/____/____

Banca examinadora:

Professor doutor: _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

Professor doutor: _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

Professor doutor: _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

Professor doutor: _____ Instituição: _____
Julgamento: _____ Assinatura: _____

A minha mãe Maria Pereira dos Santos
Silva (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Aos colegas de trabalho e de estudos pelo incentivo e apoio; aos professores de todos os níveis de ensino e aprendizado passados, pela exortação e encorajamento; em especial aos da graduação e pós-graduação.

Aos meus filhos Tiago Serafim Jodita da Silva e Gabrielle Serafim Jodita da Silva e a minha esposa Vilma Keli Serafim Jodita da Silva, pela paciência e compreensão durante os trabalhos, auxílio e incentivo para superação das barreiras e dificuldades.

Ao meu orientador, Professor Doutor Luis Antônio Bittar Venturi, pelo exemplo, dedicação, incentivo e paciência.

“Enquanto o poço não seca, não sabemos dar valor à água.” (Thomas Fuller).

RESUMO

SILVA, J. J. **Análise da segurança hídrica na Região Metropolitana de São Paulo.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título acadêmico de Mestre em Geografia.

A Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, mais povoada, rica e desenvolvida do Brasil, foi formada na área da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, onde havia considerável disponibilidade hídrica se comparada com outras áreas do mundo; porém, a formação da metrópole e seu processo de urbanização não respeitaram as características do espaço e paisagem naturais, os descaracterizando e degradando, provocando alteração do regime hídrico que historicamente era ameno e constante, e que contemporaneamente tem sido intenso em alguns períodos e baixo em outros. A alta densidade populacional e o conseqüente alto consumo de água, aliados a impossibilidade de aproveitamento total do recurso face a degradação, geraram um estresse hídrico em partes da região, o que, devido a ocorrências contemporâneas de períodos com estiagens prolongadas, provocou sensação de insegurança hídricas, tendo havido falta de água e o seu conseqüente racionamento em partes da região no período compreendido entre os anos de 2014 e 2015. O governo tomou providências para contingenciar a situação ocorrida no período citado e vem promovendo ações para recuperar a degradação e aumentar a disponibilidade; entretanto, parece haver ainda temor quanto a falta de água e a necessidade de racionamento conforme se depreende pela publicidade que recomenda redução do consumo e pelo próprio jargão da empresa responsável pela captação, armazenamento, tratamento e distribuição na região: “água, sabendo usar não vai faltar”. Nesta pesquisa foram colhidos, tabulados e projetados em gráficos, dados que demonstram efetiva ocorrência da crise hídrica entre 2014 e 2015, foram investigadas as ações governamentais adotadas para sua mitigação, foram levantados dados atualizados de disponibilidade e demanda do recurso na região e tais dados foram analisados conforme os critérios objetivos estabelecidos pela Organização das Nações Unidas e pela Agência Nacional águas, por meio dos quais foi concluído que a Região Metropolitana de São Paulo está classificada como crítica em termos de disponibilidade hídrica e que possui um índice de segurança hídrica classificado como baixo.

Palavras chave: Água, Recurso Hídrico, Segurança Hídrica.

ABSTRACT

SILVA, J. J. Analysis of water security in the Metropolitan Region of São Paulo. Dissertation presented to the Graduate Program in Physical Geography, Department of Geography, Faculty of Philosophy, Letters and Human Sciences, University of São Paulo, as part of the requirements for obtaining the academic title of Master in Geography.

The Metropolitan Region of São Paulo – RMSP, the most populated, rich and developed region in Brazil, was formed in the area of the Alto Tietê Hydrographic Basin, where there was considerable water availability ahead of other areas in the world; however, the formation of the metropolis and its urbanization process did not respect the characteristics of the natural space and landscape, mischaracterizing and degrading them, generating alteration of the water regime that historically was mild and constant, and that, at the same time, has been intense in some conditions and low in others. The high population density and consequent high consumption of water, combined with the impossibility of fully utilizing the resource due to degradation, generated water stress in parts of the region, which, due to contemporary occurrences of periods with prolonged droughts, led to the occurrence of water insecurity, having experienced a lack of water and its consequent rationing in parts of the region in the period between 2014 and 2015. The government took measures to contingency the situation that occurred in the mentioned period and has been promoting actions to recover the degradation and increase the availability; however, there still seems to be fear about the lack of water and the need for rationing, as can be seen from the advertising that recommends reducing consumption and from the jargon of the company responsible for capturing, storing, treating and distributing it in the region: “water, knowing how to use it does not will be missing”. In this research, data were collected, tabulated and projected in graphs, showing the effective occurrence of the water crisis between 2014 and 2015, the governmental actions adopted for its mitigation were investigated, updated data on the availability and demand of the resource in the region were collected and such data were analyzed according to the objective criteria established by the United Nations and by the National Water Agency, through which it was concluded that the Metropolitan Region of São Paulo is classified as critical in terms of water availability and that it has a water security index classified as low.

Keywords: Water; Water Resources; Water Security.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Disponibilidade hídrica	56
Tabela 2 - Comparativo entre captação, disponibilidade e demanda hídrica na RMSP	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Legislação básica de recursos hídricos.....	27
Quadro 2 - Distribuição dos municípios da RMSP	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variação mensal da carga de água em hm ³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2013.....	67
Gráfico 2 - Variação mensal da carga de água em hm ³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2014.....	68
Gráfico 3 - Variação mensal da carga de água em hm ³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2015.....	69
Gráfico 4 - Variação mensal da carga de água em hm ³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2016.....	71
Gráfico 5 - Variação mensal da carga de água em hm ³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2017.....	72
Gráfico 6 - Variação mensal da carga de água em hm ³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2018.....	73
Gráfico 7 - Variação mensal da carga de água em hm ³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2019.....	74
Gráfico 8 - Variação mensal da carga de água em hm ³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2020.....	75
Gráfico 9 - Variação mensal da carga de água em hm ³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2022.....	76
Gráfico 10 - Variação mensal da carga de água em hm ³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2023.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mancha urbana e calhas dos rios.	34
Figura 2 - Climograma de São Paulo	36
Figura 3 - RMSP e Sub-Regiões	46
Figura 4 - Os rios "invisíveis" de São Paulo.	53
Figura 5 - Sistema Cantareira	58
Figura 6 - Sistema Cotia	59
Figura 7 - Sistema Guarapiranga.	60
Figura 8 - Sistema Rio Claro	61
Figura 9 - Sistema Alto Tietê	61
Figura 10 - Sistema Ribeirão da Estiva.....	62
Figura 11 - Sistema Rio Grande.....	63
Figura 12 - Sistema São Lourenço	64
Figura 13 - Reservatórios da região metropolitana de São Paulo.....	65
Figura 14 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água 2013.....	67
Figura 15 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água 2014.....	68
Figura 16 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água 2015	69
Figura 17 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água 2016.....	70
Figura 18 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água 2017.....	71
Figura 19 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água 2018	73
Figura 20 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água 2019.....	74
Figura 21 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água 2020.....	75
Figura 22 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água 2022.....	76
Figura 23 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água 2023	77
Figura 24 - Vazões médias mensais afluentes ao Sistema Cantareira (m ³ /s).....	79
Figura 25 - Vazões anuais afluentes ao Sistema Cantareira (m ³ /s) – 1930 a 2014...79	
Figura 26 - Sistema Cantareira, volume útil e vazões afluente e efluente (de descarga), entre os anos 1980 e 2023.....	80
Figura 27 - Campo de pressão atmosférica que persistiu nos níveis médios da atmosfera na época da crise, que impediu a ocorrência das chuvas de forma regular, provocando a estiagem prolongada e a consequente diminuição das afluições sobre o sistema Cantareira, o maior da RMSP.	80
Figura 28 - Bombeamento para a transposição Jaguari - Atibainha em 2014.....	82

Figura 29 - Obras de adução do Sistema Alto Tietê em Cangaíba – SP em 2014....	83
Figura 30 - Obras para implementação da Estação de Tratamento de Água Rodolfo José Costa e Silva (Sistema Guarapiranga) em 2014.....	83
Figura 31 - Melhorias na estrutura de bombeamento do Sistema Rio Grande em 2014.	84
Figura 32 - Transposição do Rio Tietê para o Reservatório Jundiá em 2014.....	84
Figura 33 - Principais Obras realizadas entre 2011 e 2014.	85
Figura 34 - Evolução (diminuição) dos índices de perda de água na RMSP proporcionados pelos novos empreendimentos da Sabesp.....	85
Figura 35 - Área de influência dos sistemas produtores e o Sistema Metropolitano Integrado pelas adutoras.....	86
Figura 36 - Obras de implementação do Sistema São Lourenço, colocada em operação em 2018.	86
Figura 37 - Resumo dos planos de informação para construção dos indicadores. ...	88
Figura 38 - Grau de segurança municipal em função da população urbana em risco.	89
Figura 39 - Intervalos de Classe dos Graus de Segurança Hídrica. Fonte: Agência Nacional de Águas (2019).....	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ARSESP	Agência Reguladora dos Serviços Públicos do Estado de São Paulo
AUD	Auditoria Interna (ANA)
CGA	Coordenação Geral (ANA)
CIESP	Centro das Indústrias do Estado de São Paulo
COVISA	Coordenadoria de Vigilância em Saúde
CTMH	Câmara Técnica de Monitoramento Hidrológico
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
EMPLASA	Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano
ETA	Estação de Tratamento de Água
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
GAB	Chefia de Gabinete (ANA)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ISH	Índice de Segurança Hídrica
LBV	Legião da Boa Vontade
OEMA	Órgãos Estaduais de Meio Ambiente
OGRH	Órgãos Gestores de Recursos Hídricos
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSH	Plano Nacional de Segurança Hídrica
PGE	Procuradoria Geral (ANA)
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
Sabesp	Empresa de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SEHAB	Secretaria da Habitação da Prefeitura de São Paulo
SENAC	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
SGE	Secretaria Geral (ANA)
SIN	Sistema Integrado Nacional
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SSD	Sistema de Suporte à Decisão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	19
1.1	Objetivos.....	20
1.2	Hipótese	20
2	EMBASAMENTO TEÓRICO CONCEITUAL METODOLÓGICO	21
2.1	Método.....	21
2.2	Teorias e procedimentos metodológicos	21
2.3	O recurso hídrico	22
2.4	Conceito de recurso hídrico	23
2.5	Importância do recurso hídrico	24
2.6	Disponibilidade hídrica.....	29
2.7	Capacidade de recarga hídrica.....	33
2.8	Clima e demais condições meteorológicas.....	34
2.9	Captação hídrica.....	37
2.10	Vazão hídrica	39
2.11	Demanda hídrica	40
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	45
3.1	A água na região metropolitana de São Paulo	45
3.2	A cidade de São Paulo e outras da região e a sua relação com a rede hídrica	46
3.3	O impacto do crescimento urbano	48
3.4	A opção pelo aproveitamento do recurso hídrico para a geração de energia elétrica.....	49
3.5	O rodoviarismo e construção das avenidas de fundo de vale	49
3.6	A deposição de detritos na rede hídrica	51
3.7	A depreciação da rede hídrica e a impossibilidade para o uso em outras possíveis atividades	51

3.8	Panorama atual dos recursos hídricos na região metropolitana de SP	.53
4	A GESTÃO DOS RECURSOS HIDRICOS	.....57
4.1	A Sabesp: Saneamento básico do estado de São Paulo	.....57
4.2	Os sistemas geradores de água geridos pela Sabesp que atendem a RMSP	58
5	PROCEDIMENTOS TÉCNICOS OPERACIONAIS	.....66
5.1	Da coleta dos dados	.....66
5.2	Da demonstração visual da ocorrência de crise hídrica na RMSP	.....67
5.3	Providencias da Sabesp para melhoria da produção hídrica na RMSP	81
5.4	Do cálculo e aferição da segurança hídrica	.....87
5.5	Da análise objetiva dos dados	.....90
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	.....93
7	CONCLUSÃO	.....94
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.....96

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Em anos recentes, a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) enfrentou um período de escassez de água em algumas de suas partes e necessidade de racionalização do uso do recurso hídrico para que não ocorresse colapso em algumas das fontes de captação e abastecimento, e para que esse recurso natural não se tornasse ainda mais escasso e não viesse a faltar.

De acordo com o jornal Folha de São Paulo (2015), no início do citado ano, a crise já atingia dez das maiores áreas metropolitanas do país, existindo, no caso da RMSP, projeção no sentido de que haveriam reservatórios se esgotando em cerca de cinco meses se continuasse baixo nível das chuvas e se fosse mantido o alto consumo das primeiras semanas.

Segundo a Organização das Nações Unidas - ONU (2015), esse recurso natural está entre os primeiros na lista dos mais importantes para a vida. Ele é necessário para a dessedentação dos seres humanos e dos animais, para a subsistência dos vegetais e dos demais seres vivos, sendo ainda, no caso dos seres humanos, utilizado para a higiene, para o lazer, para aproveitamento nos meios de transporte, para a produção de alimentos, para a indústria de modo geral, para controle do clima, para a dinâmica geomorfológica, dentre outros; e a sua escassez poderia comprometer a continuidade do desenvolvimento humano em todos os sentidos, quer sociais, políticos, econômicos, científicos, artísticos, dentre outros.

A pesquisa realizada no presente trabalho está trazendo breves considerações sobre recurso hídrico, sua conceituação, e demonstrando sua importância nos contextos natural para a preservação da biodiversidade e do ambiente, e também para o humano, ou seja, para a manutenção de suas atividades sociais, econômicas, políticas e culturais.

Está mostrando brevemente o histórico do uso e aproveitamento do recurso que resultou em sua atual situação de disponibilidade na RMSP, e que em vista desse histórico e das características da região, populosa, existe um estresse hídrico, e que entre os anos de 2014 e 2015, esses fatores, aliados a uma ocorrência de estiagem prolongada, causaram escassez do recurso em partes da região, que provocaram racionamentos, e que geraram uma crise e sensação de insegurança hídricas.

Está mostrando as ações adotadas pelo governo estadual e a Sabesp – Saneamento Básico do Estado de São Paulo, empresa responsável pela captação,

armazenamento, tratamento e distribuição de água na região, no sentido de contingenciar a crise hídrica, tomando providências como interligação e transposição de reservatórios, ampliação e melhorias nos sistemas, além de ações para diminuir a degradação do recurso hídrico na região.

Finalmente, está apresentando análise de dados disponibilizados pela Agência Nacional de Águas – ANA, do DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica e pela Sabesp, por meio dos quais foram analisadas as providências adotadas para melhorias do abastecimento de água na RMSP e o nível de classificação da disponibilidade do recurso segundo os critérios objetivos da ONU, e o nível de segurança hídrica, especificamente na dimensão humana, segundo os critérios objetivos da ANA.

1.1 Objetivos

Demonstrar de maneira simples, de fácil visualização e compreensão, a situação de estresse e crise hídricas vivenciadas pela população da Região Metropolitana de São Paulo e a evolução da situação a partir das providências adotadas pelo poder público por meio da Sabesp; e analisar de maneira concreta e objetiva da situação de disponibilidade hídrica e da segurança hídrica na RMSP.

1.2 Hipótese

A hipótese é a de que as ações adotadas pelo poder público e pela Sabesp tiveram importância e relevância na mitigação da situação de estresse, de crise e insegurança hídrica vivenciados pela população na região, no entanto, em que pese a crise haver sido superada, a situação de estresse e insegurança ainda persistem.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO CONCEITUAL METODOLÓGICO

2.1 Método

A pesquisa foi pautada pelos métodos Geossistêmico de Viktor Borisovich Sochava, considerando as interações das sociedades humanas com as dimensões físicas espaciais da Terra, onde os vários componentes naturais estão em mútua conexão sistêmica, com integridade definida, e os resultados dessas interações (Sochava, 1978), e de Georges Bertrand, considerando que a análise do ambiente geográfico deve ser feita de forma global, visto o espaço se modificar e/ou se transfigurar de forma constante no decorrer do tempo, tanto o social quanto o econômico, superando a falsa separação entre a natureza e a sociedade (Bertrand & Bertrand, 2007); o Estatístico, utilizando dados oficiais e informações técnicas; e o Empírico, observando e colhendo informações diretas nos locais específicos onde a pesquisa foi realizada.

Durante a pesquisa foram estudados e apresentados alguns conceitos que estão imersos e operacionalizados no texto, podendo ser destacados Água, Recurso Hídrico e Segurança Hídrica.

2.2 Teorias e procedimentos metodológicos

Com relação aos procedimentos metodológicos, foram feitas análises e apresentação de histórico, definições e conceitos por meio de bibliografias, dados oficiais e da legislação; foram feitos levantamentos de informações em órgãos oficiais e de pesquisa, com produção quadros, tabelas, gráficos e imagens; e foram feitas visitas de campo visando coleta de dados relativos aos reservatórios a fim de se verificar as providências e ações adotadas visando contingenciamento da crise e prevenção de novas.

Foi relacionado o recurso hídrico e a sua disponibilidade, por meio da verificação da vazão, com o clima (com as suas manifestações no tempo atmosférico), com o território, entendido como o usado conforme nos ensinam Silveira e Santos (2011), e com a região, compreendida conforme ensinado por Corrêa (1990) como lugar de identidades, o situando no espaço, caracterizado, também conforme ensinado por Santos (1996), como aquele em que se articulam as ações e os objetos,

mostrando a relação do recurso com os espaços natural e produzido, tornando geográfica a análise por meio da exploração destes conceitos, e procurando, por meio da Ciência Geográfica, visualizar e dimensionar a importância desse recurso no desenvolvimento humano.

Foi levantada de maneira quantificada e estatística, a disponibilidade, caracterizada pela vazão, e a demanda hídrica na RMSP, e foi feito um comparativo entre os dois aspectos (disponibilidade / vazão e demanda), para entender de maneira objetiva por meio da comparação deles, as ocorrências de escassez.

Foram buscadas e obtidas junto aos órgãos oficiais e de pesquisas, informações acerca da quantidade de águas disponíveis para uso na RMSP, sendo coletados dados do clima, dados da afluência que está relacionada as precipitações, dados de vazão e dados de captação; e foram comparados com a demanda de consumo, sendo realizado um balanço entre aquilo que se tem disponível e aquilo que se consome, a fim de verificar se os empreendimentos de captação e transposição suprem a demanda.

Foram verificados os locais de captação e transposição de água, a fim de se obter registros de imagens dos empreendimentos, e foram coletadas informações oferecidas por técnicos da Sabesp e demais órgãos ligados ao governo e a gestão hídrica, a fim da obtenção de informações e detalhes acerca da efetividade desses empreendimentos, que demonstrem sua necessidade e justifiquem sua implementação.

2.3 O recurso hídrico

Nesta seção tratamos do recurso hídrico, apresentando um conceito que foi formulado sobre ele a partir dos estudos realizados. Falamos da importância que ele tem, que inclusive demandou da parte do Estado a formulação de legislações e de políticas públicas que visam a regulação do seu uso e aproveitamento visando sua preservação e manutenção para continuar disponível para todas as atividades para as quais ele pode ser usado, além de continuar disponível para a presente e para as gerações futuras, possibilitando a preservação do meio natural, sem prejuízo do desenvolvimento social, político e econômico.

Falamos dos órgãos governamentais e da sociedade civil que atuam na regulação vigilância e fiscalização do uso e aproveitamento do recurso, detalhando

sua instituição legal, sua estrutura e as suas atribuições; mostramos como a administração do recurso é importante e qual sua aplicação prática na vida da população, no desenvolvimento de suas atividades econômicas em seus diversos setores; tratamos das disponibilidades, da captação, e da demanda de consumo, visando a comparação da disponibilidade com a demanda.

2.4 Conceito de recurso hídrico

Para tratarmos das questões relativas aos recursos hídricos, precisamos entender que a expressão é composta de dois termos, um dos quais, o “recurso”, que segundo o contexto em que analisamos, e conforme o Dicionário On-Line da Língua Portuguesa (2016), pode ser entendido como “bens materiais; posses, condição de riqueza, de produção e de desenvolvimento econômico”; ou seja, é algo do qual podemos nos valer, e de que podemos tirar proveitos diversos. Portanto, estamos tratando de um bem, que se traduz em valor monetário e em riqueza material, que se torna em mercadoria, pois além de valor de uso, tem valor de troca.

Já o termo “hídrico”, segundo o mesmo dicionário, é o “que diz respeito à água”, minério essencial para o desenvolvimento da vida, sem a qual o ambiente em nosso planeta seria totalmente diverso, e, portanto, inóspito para a vida conforme a conhecemos, Ciência HSW (2014); é um elemento físico que figura dentre os mais importantes para a humanidade e para os demais seres vivos.

Segundo o SOS Mata Atlântica (2016) a água é um bem essencial para a vida no planeta, é usada para consumo direto, e também para produção agrícola e industrial. Ela é aproveitada não só pelo homem, mas pelos animais, vegetais e outros seres vivos; proporciona interação química com os demais minerais, e é fonte de alimento, IPF (1988).

Segundo Valencio et al (2001), assim como outros recursos naturais, a água não pode ser produzida pelo ser humano como que ao seu bel prazer, o que inclusive a torna ainda mais valiosa e importante, pois necessita ser preservada e bem gerida a fim de que não se torne escassa e não ocorra de faltar em determinados locais ou em determinadas situações.

Dessa forma, podemos buscar um conceito de recurso hídrico, levando em consideração esse valor, e essa importância encontrada nos próprios termos, ou seja, que como recurso, esse bem, se traduz em valor de uso e de troca.

Além disso, deve estar disponível e ao nosso alcance para que possamos aproveitá-lo; e em se tratando de água, que ela possa cumprir seus atributos de propiciar a vida, geração de alimentos, de riquezas industriais, comerciais e de serviços, de sustentar os demais animais, os vegetais e outros seres vivos, e de proporcionar as interações entre os demais elementos físicos, contribuindo com o equilíbrio do ambiente.

Assim, em suma, podemos entender conforme afirma Pereira Júnior (2004), que “recurso hídrico é parcela de água doce acessível, e a custos compatíveis com seus diversos usos”; água doce essa, que em sua disponibilidade, poderá ser usada para suprimento das necessidades próprias que é o valor de uso, e também para ser captada, armazenada, transportada, fornecida e utilizada para o suprimento das necessidades de terceiros ou para a realização de atividades diversas daquelas consideradas mais básicas, obtendo-se alguma contrapartida, que é o valor de troca.

2.5 Importância do recurso hídrico

Considerando a importância já mencionada existente em relação ao recurso hídrico, se faz necessário pensar meios de preservá-lo, visto que sua falta poderia causar sérios transtornos à sociedade que tiver o seu uso reduzido a níveis muito baixos.

Conforme Pereira Júnior (2004), na época de seus estudos, cerca de 70% dos recursos hídricos em média, eram utilizados na agricultura e na indústria. Conforme dados da ANA (2012), 72% da água disponível para consumo é aplicada apenas na atividade agrícola; o que indica que escassez do recurso causaria sérios problemas estruturais e econômicos, que refletiriam também em outros aspectos, ou seja, o social, o político, dentre outros.

Por isso, manter sempre em mente a importância que tem o recurso hídrico e implementar medidas de preservação de sua disponibilidade, é vital, devendo ser ponto de destaque em qualquer ação de planejamento ou de gestão governamental. A disponibilidade hídrica deve ser mantida e o seu aproveitamento deve ser otimizado.

Falta de planejamento e má gestão do uso provoca perda ou inadequação do recurso, como é o caso, por exemplo, do Rio Tietê na RMSP, que poderia ser utilizado para abastecimento, navegação, recreação, indústria, irrigação, dessedentação dos

animais, dentre outros, mas pelos fatores já mencionados não está em condições de uso.

A respeito disso discorre Venturi (2021 p. 274 e 275):

A responsabilidade pela falta de água e também pelas enchentes é com frequência transferida para entidades celestes como São Pedro, e para a própria natureza. Se falta água, é porque choveu pouco; se inunda é porque choveu muito. Com frequência, o menino Jesus (El Niño) também é invocado para dar explicações sobre fenômenos adversos. E o aquecimento global tornou-se mais um aliado da gestão pública ineficiente. Para os responsáveis pelo abastecimento da população e controle das enchentes, é mais cômodo apelar para esses coringas do que fazer o que deve ser feito, ou seja, criar infraestrutura necessária tanto para assegurar o abastecimento como para a contenção de enchentes.

Temos que trabalhar no sentido de evitar futura escassez hídrica. Segundo Barbosa (2017, P. 126):

Não podemos ficar inertes perante a perda de nossas ótimas redes hídricas que recebemos gratuitamente, muito menos vendo passivamente nossas áreas rurais caminharem para a degradação total.

Considerando a questão da gestão, é fundamental lembrar que ela se dá no âmbito do território. O território, segundo o entendimento de Santos e Silveira (2011), é o espaço usado; e o uso do espaço, principalmente no aproveitamento de seus recursos, e no caso de nossa análise, o aproveitamento do recurso hídrico, necessita da implementação de normas que estabeleçam critérios para esse uso.

O Brasil, procurando a ter essa visão, implementou dispositivos legais que visam esse planejamento e gestão, podendo ser citados os principais, dentre os quais a própria Constituição Federal, que em seu artigo 20 e inciso III, estabelece que:

[...] são bens da União os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, que sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais [...] (Brasil 1988, Art. 20).

Estabelece ainda em seu artigo 26 e inciso I, que:

[...] incluem-se entre os bens dos Estados, as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União [...]; (Brasil 1988, Art. 26).

E por fim, que conforme tratado pelo art. 20 inciso III, são bens da união os potenciais de energia hidráulica.

Além disso, existem três outras legislações ordinárias, que visam regulamentar os detalhes pormenores das questões relativas aos recursos hídricos, quais sejam, o Código de Águas, promulgado em 10 de julho de 1934 na forma do Decreto nº 10.643; a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 – Lei das Águas; e a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, que criou a Agência Nacional de Águas.

O Código de Águas, em suma, assegura a todos o uso gratuito das águas para as primeiras necessidades da vida; impede esse uso na agricultura, indústria e higiene, sem que haja concessão nos casos de utilidade pública, e autorização para os demais casos; dá preferência para abastecimento das populações; preserva a navegação; torna ilícita a contaminação; ressalta que trabalhos para a salubridade das águas serão realizados às custas de infratores, que além de responsabilização criminal responderão por perdas e danos causados, e sofrerão ainda sanções administrativas.

Ele estabelece também o princípio do Usuário-Poluidor Pagador, que diferentemente do princípio do Usuário-Pagador que é aquele em que as pessoas que usam recursos naturais devem pagar por tal utilização, impõe ao poluidor tanto o dever de prevenir a ocorrência de danos ambientais como o de reparar integralmente eventuais danos que causar com sua conduta.

A Lei das Águas, (1997 – 2000) visa à gestão efetiva e eficaz da água, promovendo integração e estabelecendo mecanismos de convivência entre os usuários da água e integração das organizações de recursos hídricos.

Busca promover a coordenação justa e com equidade, do acesso ao recurso água, promovendo o seu uso e zelando pelo equilíbrio na gestão.

Busca também promover a cobrança pelo recurso, garantindo a autonomia financeira das entidades gestoras, a sustentabilidade das operações, e a promoção

do uso racional do bem, estabelecendo que a cobrança seguirá orientação dos planos de bacia, obedecendo o princípio do Usuário-Poluidor Pagador.

Esta norma é fundamental à descentralização da gestão dos recursos, que ficam sob responsabilidade tanto da União, quanto dos estados, municípios e também de setores da sociedade civil.

É necessário criar as unidades de planejamento e gestão, que ficam delimitadas na bacia hidrográfica cujas decisões cabem ao Comitê de Bacia, constituído pelos três níveis de governo, pela sociedade civil organizada e pelos usuários.

O quadro a seguir, apresenta uma síntese de dessas legislações:

Decreto Federal n.º 24.643, de 10 de julho de 1934	Institui o Código de Águas.
Constituição Federal de 1988	Define a competência privativa da União para legislar sobre águas.
Lei nº 9.433/1997, de 8 de janeiro de 1997	Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).
Lei nº 9.984/2000, de 17 de julho de 2000	Criou a Agência Nacional de Águas – ANA, como responsável pelo gerenciamento do Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Apresenta a legislação básica que trata das questões hídricas no Brasil.

Quadro 1 - Legislação básica de recursos hídricos.

Fonte: ANA (2014): Elaboração do autor.

A Agência Nacional de Águas – ANA, é uma autarquia que regulamenta o uso das águas, dos rios e dos lagos, que implementa o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e que garante o seu uso sustentável evitando a poluição e o desperdício.

É um órgão autônomo e que mantém continuidade administrativa atuando no gerenciamento dos recursos hídricos; ele implementa a política nacional de recursos hídricos que foi instituída pela Lei nº 9.433/1997, “Lei das Águas”; cria condições técnicas para a implementação da Lei das Águas, promove a gestão descentralizada e participativa juntamente com outros órgãos e entidades que integram o Sistema

Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; implanta os instrumentos de gestão previstos na Lei 9.433/97, dentre eles, a outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água e a fiscalização desses usos; busca soluções adequadas para as secas e também para a poluição.

A autonomia da ANA é administrativa e financeira; ela é vinculada ao Ministério do Meio Ambiente - MMA, e é conduzida por um colegiado, respondendo também pela manutenção de uma rede de plataforma de coleta de dados que visa o monitoramento dos níveis dos rios e dos reservatórios de água.

A ANA é estruturada por uma diretoria colegiada, por uma secretaria geral (SGE), por uma procuradoria geral (PGE), por uma chefia de gabinete (GAB), por uma auditoria interna (AUD), por uma coordenação geral das assessorias (CGA) e por oito superintendências.

A diretoria colegiada da ANA é composta de cinco membros, um dos quais figura como diretor-presidente enquanto os outros quatro figuram como diretores, sendo todos eles nomeados pelo Presidente da República, tendo mandatos que não são coincidentes e que duram quatro anos.

Com relação aos Comitês de Bacia Hidrográfica, podemos descrevê-los como organismos colegiados integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos que passaram a atuar no país a partir de 1988. Sua composição deve ser diversificada e democrática, proporcionado a todos os setores da sociedade interessados na água e na bacia hidrográfica, oportunidade de representação e poder de decisão sobre a gestão do recurso.

O colegiado deve ser composto por membros escolhidos entre os diversos setores usuários de água, entre as organizações da sociedade civil, e do Poder Público. As competências principais dos comitês de bacias, dentre outras, são as de implementar e aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia; de arbitrar administrativamente em primeira instância os conflitos surgidos relacionados ao uso da água; e de propor os valores e definir as formas mediante as quais será cobrado o uso da água conforme definido em lei.

São exemplos de setores em geral que interessados na água podem compor e fazer representar-se nos comitês de bacia, a Administração de Portos, o Centro de Hidrografia da Marinha – CHM, as Companhias de abastecimento de água, as Concessionárias de Rodovias, Ferrovias e Hidrovias, o Corpo de Bombeiros, a Defesa

Civil, o DNIT, o IBAMA, o IBGE, o INCRA, o Ministério da Agricultura, o Ministério de Minas e Energia, o Ministério do Meio Ambiente, o Ministério do Trabalho, Ministério da Saúde, os Órgãos Estaduais de Meio Ambiente – OEMA's, as Organizações não-governamentais como a LBV, a Cruz Vermelha, o Exército da Salvação, Órgãos Municipais, Estaduais ou Federais detentores de registros relativos a acidentes ambientais, os Órgãos Gestores de Recursos Hídricos nos Estados – OGRH's, a Polícia Rodoviária e Federal, as Prefeituras, as Secretarias de Saúde, o Serviço Único de Saúde, dentre outros.

No Estado de São Paulo, na RMSP, e no Município de São Paulo, temos, dentre outros, órgãos como a ARSESP, o DAEE, a Sabesp e o COVISA, para tratar de questões hídricas e fazer-se representar nos comitês de bacia, além de órgãos da sociedade civil como, dentre outros, a FIESP, a CIESP, e o SENAC.

2.6 Disponibilidade hídrica

A ANA (2016) em sua nota técnica desenvolvida para atualizar a base de dados de Disponibilidade Hídrica Superficial e atender os objetivos de regulação e de planejamento de recursos hídricos, procurou conceituar disponibilidade hídrica e estimar essa disponibilidade nos trechos hidrológicos que denomina base hidrográfica multiescala.

Segundo a mesma definiu:

[...]a disponibilidade hídrica deve ser entendida como a quantidade de água que serve de referência para contabilização do balanço entre oferta e demanda por água[...] (ANA, 2016 p. 01).

...visando assim gerir, regular e planejar a gestão dos Recursos Hídricos.

A disponibilidade é representada pela oferta bruta de água nos locais de captação, de onde serão verificadas as retiradas visando definir o quanto de água ainda poderia ser aproveitada e quanto determinados rios poderiam estar estressados hidricamente, utilizando uma base hidrográfica georeferenciada, definindo-se vazões mínimas de referência, associadas aos trechos de rio em geral.

A vazão mínima de referência é a verificada em noventa e cinco por cento do tempo de medição ao longo dos períodos, que podem ser mensais, anuais ou multianuais, já que há variações de períodos de cheia e de estiagem ao longo dos meses e até de anos, dependendo do rio ou reservatório e nos trechos onde as medições são estabelecidas e realizadas, tendo essa vazão mínima sido denominada pela ANA como Q95. No caso dos reservatórios, as medições são feitas na jusante, ou seja, na saída da água após suas barragens.

Pode ainda a disponibilidade hídrica ser entendida como a oferta garantida de água para o aproveitamento, computando-se as médias gerais de vazão dos rios e reservatórios, com os seus períodos de cheia e de estiagem, medindo-se o que está disponível para o aproveitamento, em tese, durante todo o tempo, após considerados todos esses fatores.

A Sabesp opera na RMSP atendendo nela cerca de vinte e dois milhões de pessoas, o que representa cerca de doze por cento da população brasileira. Essa população, em que pese estar no âmbito do território brasileiro, conhecido mundialmente por ter abundante disponibilidade hídrica, vem apresentando números que chegam a ser alarmantes os quais nem de longe assemelham-se ao restante do país.

De acordo com a classificação da ONU, consubstanciada por um índice determinado de quantidade (metro cúbico – m³) de água por habitante por ano, disponível numa região física determinada, a RMSP está classificada como uma área em situação crítica.

Localizada na denominada Bacia do Alto Tietê, a RMSP conta com somente 230 m³/hab. ano, enquanto a média do Brasil é de 35.000 m³/hab. ano, o que coloca o Brasil numa classificação privilegiada chamada de “reserva abundante”. Os números na RMSP porém, são graves, mas não mostram outros desafios que também precisam ser enfrentados no abastecimento público.

Essa pequena disponibilidade verificada para a RMSP é ainda obtida a partir de captação feita em mananciais que estão distantes das áreas de consumo, o que acarreta grandes custos para o atendimento do abastecimento, que vem dependendo de grandes obras de transporte da água, tornando caro o custo da água na RMSP.

A distância torna necessárias obras para adução, torna necessárias existência de estações elevatórias para superação de dificuldades de transporte da água que o

relevo acidentado gera e que incluem parte dos mananciais, torna necessária ampliação de Estações de Tratamento de Águas - ETA's, gerando também gastos necessários para se garantir em boa parte das vezes a integridade física de reservas novas encontradas, as quais podem ser objeto de ocupações clandestinas.

A exemplo do quão distante estão situados os mananciais que hoje são usados no atendimento da população da RMSP, podemos citar os dois cujos números são mais representativos em termos de contribuição para o abastecimento; ou seja, o manancial da Serra da Cantareira, que fica cerca de 73 Km do município de São Paulo, o maior e de maior consumo na RMSP, mas cuja vazão é de até 33m³/s; e também a reserva do Rio claro, que fica a cerca de 82 Km do município de São Paulo, e que o supre com 4m³/s.

A RMSP conta com um enorme contingente populacional, nos dias atuais, cerca de vinte e dois milhões de habitantes, de acordo com dados da Fundação SEADE, contingente esse resultante de um crescimento demográfico muito rápido, que era de cerca de dois milhões e meio de habitantes em 1950, passando para mais de oito milhões e meio de habitantes em 1970, época em que a cobertura de serviços públicos de água alcançava pouco mais da metade da população, passando a população para quase dezoito milhões de habitantes em 2000, e estando, atualmente, conforme já mencionado, na casa dos vinte e dois milhões.

Apesar de ter havido um forte declínio das taxas médias de crescimento populacional na RMSP no período 2000-2010, os números do crescimento anual da população continuam sendo muito expressivos, estando atualmente no patamar de cerca de cento e sessenta mil habitantes.

No que tange às questões econômicas, a RMSP responde por cerca de dezoito por cento do Produto Interno Bruto - PIB do Brasil, percentual ainda muito grande, apesar de estar em queda desde a década de 1980. Os indicadores sociais mostram também grandes desigualdades; de acordo com a Secretaria da Habitação da Prefeitura de São Paulo - SEHAB, somente no município, no ano de 2009, haviam cerca de trezentos e oitenta e um mil domicílios em favelas, trezentos e oitenta e três mil domicílios em loteamentos precários, e oitenta mil domicílios com características de cortiços, englobando uma população de cerca de três milhões de habitantes, para um contingente de cerca de onze milhões de habitantes, conforme levantamento do Censo do IBGE de 2010.

Outra característica observada, é a grande desproporção entre a população da região metropolitana e a disponibilidade hídrica existente na bacia hidrográfica do Alto Tietê, cujo perímetro, de maneira geral, coincide com o da RMSP. A disponibilidade efetiva na região metropolitana é de 230 m³/habitante/ano, bem menor que os 2.500 m³/habitante/ano que a ONU, de acordo com seus critérios, classifica como o limite de escassez, e muito abaixo de 1.500 m³/habitante/ano, ponto em que, também conforme seus critérios, a ONU classifica como crítica. Por conta dessa escassez estrutural, se torna necessária a transferência de vazão de outras bacias para suprir a RMSP, como é o caso da Bacia do Piracicaba, que por meio de um túnel, tem parte de sua vazão transferida para o Sistema Cantareira.

Gestores da Sabesp, destacaram ações realizadas no Sistema Cantareira tentando justificar o uso do volume morto na época da crise hídrica, e tentando explicar a origem da ideia do uso das chamadas reservas técnicas, que estão localizadas abaixo do nível mínimo das estruturas de captação de água nas represas, o também chamado “volume morto”.

A Diretoria Metropolitana afirmou que o exemplo do uso de reservas técnicas, o volume morto, foi tirado de outros estados, referindo que estudos sobre a reserva do Sistema Cantareira de relação cota/volume, haviam sido feitos e que se sabia quanto exatamente desse volume poderia ser usado na medida em que a água fosse diminuindo no reservatório e o uso desse volume fosse necessário.

Foi dito que técnicos da Sabesp foram reunidos, e que depois de estudos, foi decidido que duas reservas técnicas, uma em Joanópolis e outra em Nazaré Paulista, seriam usadas, à medida que a água do Cantareira fosse baixando, sendo afirmado que as águas das reservas fluiriam para o Cantareira e o seu nível subiria com a fluência dessas águas.

De acordo com dados da Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo – FUSP (2008), entre 2002 e 2007, a disponibilidade hídrica para a RMSP incluindo água para o abastecimento público, industrial e para irrigação, diminuiu de 72,9 mil para 68 mil litros por segundo, indo no sentido contrário da demanda, que vem aumentando a cada ano, o que demonstra uma preocupante contradição.

O Sistema Cantareira conta com reservatórios de regularização na área das bacias dos rios Atibainha e Cachoeira, componentes da sub-bacia do rio Atibaia, e também nas áreas das bacias dos rios Jacaré/Jaguari, na sub-bacia do rio Jaguari. Conforme a outorga do direito de uso do sistema, esses reservatórios vêm garantindo

uma retirada média na casa dos 36 mil litros de água por segundo, dos quais 31 mil litros de água por segundo vão para a RMSP e 5 mil litros de água por segundo permanecem na vazão indo para a jusante.

Mês a mês, o Grupo Técnico Cantareira, instituído no âmbito da Câmara Técnica de Monitoramento Hidrológico - CTMH dos Comitês das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), decide a retirada desses volumes, tendo como base para as suas decisões as orientações da ANA e do DAEE sobre o que é possível ser retirado sem que ocorra comprometimento do sistema.

2.7 Capacidade de recarga hídrica

Segundo Glossário de Termos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos da Secretaria do Meio Ambiente de Minas Gerais, a recarga hídrica é a “[...] infiltração de águas através do solo, alimentando a água subterrânea [...]” (SMAMG 2008).

Já segundo o Dicionário Online de Português (2023), capacidade, dentre outros, pode ser entendida como valor, volume, quantidade, quantia máxima.

Assim, conjugando-se os termos, podemos conceituar capacidade de recarga hídrica, como valor, volume, quantidade ou quantia máxima de infiltração de águas através do solo, alimentando a água subterrânea, que escoando e chegando às nascentes, dão origens aos rios e demais corpos d’água, reabastecendo assim os mananciais e tornando o recurso disponível para o uso.

Na RMSP, a situação de impermeabilização de grande parte do solo, impede boa parte a infiltração de água, e conseqüentemente diminui a alimentação das águas subterrâneas, diminuindo também a quantidade de água que sai das nascentes e dão origem aos rios.

Com a impermeabilização do solo, as águas correm rapidamente pela superfície, caindo nas calhas dos rios retificados, como é o caso do Tiete, do Rio Grande ou Pinheiros, do Tamanduateí, e de outros rios menores que afluem para eles, indo também rapidamente para fora da região, diminuindo assim a umidade, e como numa reação em cadeia, o ciclo hídrico da região, o que provoca também a diminuição da quantidade de águas disponíveis para o consumo e para outras finalidades.

A mancha urbana da RMSP por si só, mostra como a região foi impermeabilizada, com grande concentração de asfalto e concreto, que cobrindo o solo, impedem a infiltração de água, que acabam não chegando nos lençóis freáticos,

mas escorrendo rapidamente para fora da região. A urbanização, que invadiu as várzeas dos rios, e que optando pelo rodoviarismo os retificou para utilizar seus fundos de vales, neles construindo vias, ocasiona a não permanência da água na região, que conforme veremos no histórico à diante, era frequentemente úmida, mas que contemporaneamente vem enfrentando períodos de forte estiagem.

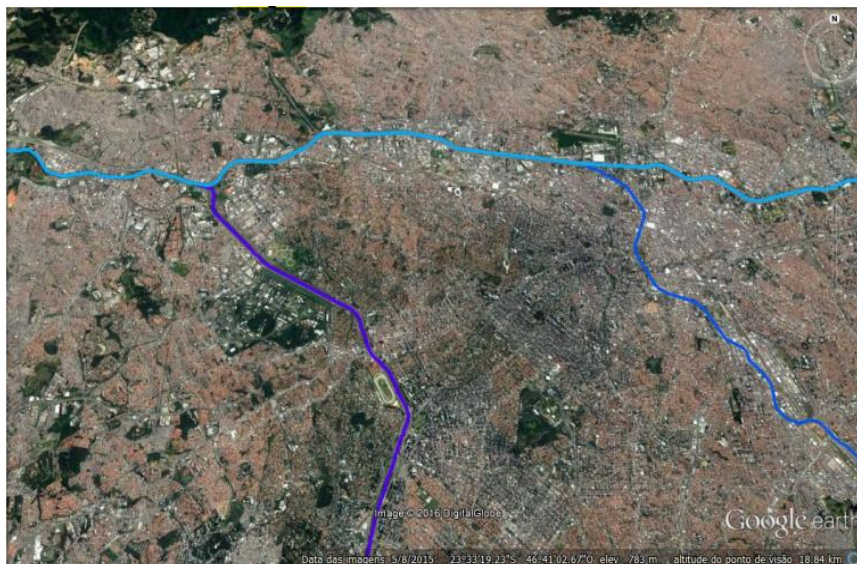


Figura 1 - Mancha urbana e calhas dos rios
Fonte: Google Earth. Elaboração do autor.

2.8 Clima e demais condições meteorológicas

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, são diferentes os conceitos de tempo e clima. O tempo é entendido como o estado físico das condições atmosféricas num momento e local determinados; ou seja, o estado físico da atmosfera influenciando a vida e as atividades do ser humano. Já o clima é o estudo médio do tempo para determinados períodos, em certa localidade. Clima pode ainda se referir às características da atmosfera observadas contínuas em um certo período de tempo. A abrangência do clima é relativa a um número maior de dados e de eventos possíveis nas condições do tempo nas determinadas localidades ou nas determinadas regiões.

Sendo assim, apesar de estarem intimamente relacionados, tempo e clima são muito distintos. Não se pode esquecer que a temperatura, chuva, vento, umidade, nevoeiro, nebulosidade, etc., são de parâmetros do conjunto de características do tempo, que é o estado momentâneo da atmosfera; sendo que o clima corresponde ao

comportamento da atmosfera e de suas condições em determinado lugar ou em determinada região por muitos períodos sucessivos, sejam meses ou anos.

No clima, a dinâmica e o comportamento das condições da atmosfera num local ou região específicos, compostos por conjuntos de condições meteorológicas sucessivas e cíclicas, repetidas ao longo de meses ou anos, são os objetos de consideração. São, desta forma, as feições que mais ou menos permanecem, de modo diferente do tempo atmosférico, que é a condição natural momentânea do ar. Sendo assim, tempo e clima são expressões absolutamente distintas.

Na caracterização do clima de determinada região, são estabelecidos panoramas acerca do regime anual das chuvas, acerca das estações que se verificam no local, acerca das médias de temperatura, além de uma série de outros elementos que se destacam nas condições naturais desse local. E ao caracterizarmos o tempo desse local, verificamos se é de chuva ou de estiagem, se essa chuva ou estiagem vigorará por um período menor ou maior, mais ainda curto, se as temperaturas ficarão altas ou baixas, entre outros aspectos sempre de curto prazo.

Dessa forma, ao vermos um noticiário ou uma informação com previsão meteorológica de determinada localidade e num determinado dia ou semana, teremos notícia ou informação acerca do tempo. E se discorrermos sobre as condições atmosféricas de datas futuras, tratando de temáticas como a do aquecimento global ou dos níveis de precipitação para períodos longos, como por exemplo, para daqui trinta ou cinquenta anos, estaremos tratando de questões climáticas.

O nosso planeta apresenta diversos tipos de climas. As variações estão relacionadas à grande quantidade de fatores que de maneiras diferentes, lançam suas influências sobre o clima, podendo ser mencionadas nesse sentido as altitudes, latitudes, continentalidade, correntes marinhas, massas de ar, dentre outros fatores. Dessa forma, as características específicas de temperatura, umidade, pressão atmosférica e radiação solar são distintas para cada tipo climático.

Dentre as maneiras de representar as condições climáticas de determinadas localidades ao longo de períodos como o ano, uma das mais eficazes é a elaboração de um climograma, ou seja, um gráfico feito especificamente para essa finalidade, que apresentam nas coordenadas horizontais “abcissas”, sucessão dos meses, e nas coordenadas verticais “ordenadas”, as precipitações médias mensais à direita e as temperaturas médias mensais à esquerda.

Podemos observar um climograma de São Paulo abaixo:

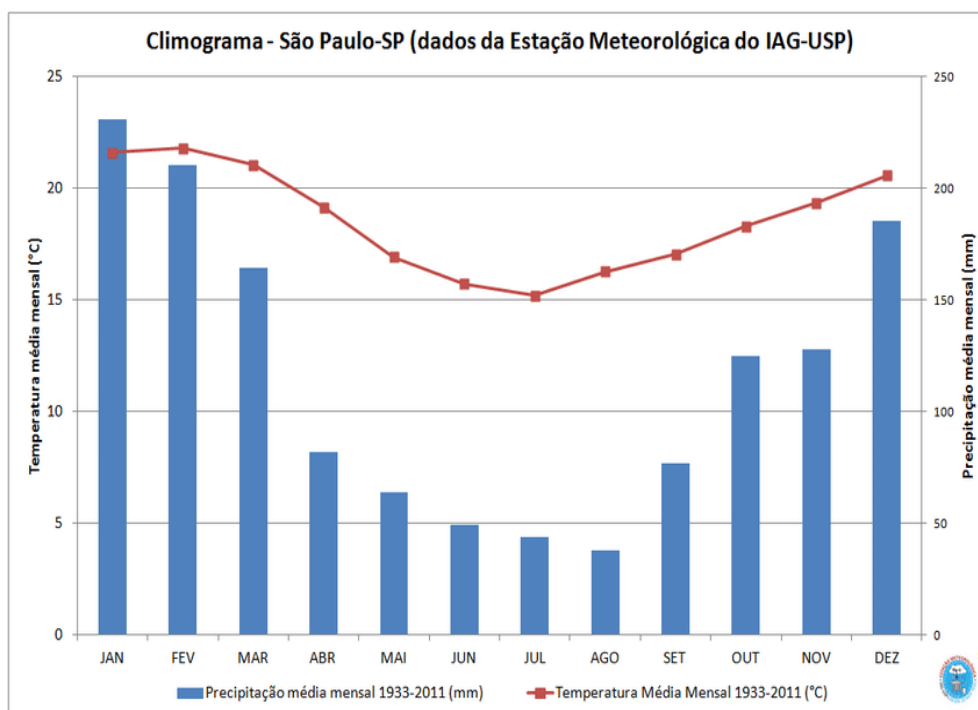


Figura 2 - Climograma de São Paulo
Fonte: IAG-USP (2011). Adaptação do autor.

No climograma da cidade de São Paulo acima exemplificado, notamos que os meses mais quentes são janeiro e fevereiro, e que os mais frios são julho e agosto; e que no que tange as chuvas, os meses nos quais verificamos as maiores precipitações são também janeiro e fevereiro, enquanto que os de menor precipitação são também os meses de julho e agosto, ou seja, nas características da dinâmica climática de São Paulo, as precipitações costumam acompanhar as altas da temperatura.

Ter o conhecimento da dinâmica do clima nas diferentes partes do mundo é algo de muita importância a fim de se poder planejar de maneira melhor as atividades econômicas, turísticas, agrícolas, dentre outras, e também para planejar as ações públicas, como as construções, que devem ser marcadas para os períodos de estiagem, dentre outros diversos elementos.

No caso da RMSP e do município de São Paulo, o clima predominante é o denominado “tropical de altitude”, que é caracterizado por chuvas de verão e temperaturas médias anuais entre 19° e 27° C. Nessa caracterização do clima, podemos observar que os períodos de maior incidências de chuvas é o do verão, e que os períodos de maior estiagem é o do inverno.

Se considerarmos que conforme as definições do INMET (2016), para volumes de 1,1 mm a 5 mm, a chuva é considerada fraca; para volumes de 5,1 a 25 mm é considerada moderada; para volumes de 25,1 a 50 mm considerada é forte; e a partir de 50 mm é muito forte, poderemos concluir que na RMSP, o regime de precipitações, ainda que não por todo o período anual, é forte, e que o clima, como já dito, tropical de altitude, é o seco - úmido, visto que está acima dos 1.000 mm anuais, limite do clima seco, e abaixo dos 1.500 mm anuais, limite do clima úmido, o que induz pensar que não necessitaria haver problemas de escassez de água nessa região mediante boa gestão.

2.9 Captação hídrica

Captação hídrica, pode ser entendida como a retirada do recurso hídrico, ou seja, da água que tem valor de uso ou de troca, dos mananciais nos quais eles se acham disponíveis seja pelo armazenamento, seja pela fluência, para abastecimento público ou outros fins.

A finalidade da captação é a de criar condições para que a água seja levada do manancial de abastecimento em volume suficiente para atender a demanda por consumo com qualidade; e isso, de tal forma, que dispense necessidade excessiva de tratamentos ou que os leve aos menores patamares possíveis. A captação está na unidade de extremidade do montante, ou seja, na entrada do sistema de abastecimento hídrico.

As águas que correm nas superfícies são as que mais facilmente podem ser captadas, o que as leva a ser as mais utilizadas no que tange consumo humano. Porém, menos de 5% da água doce que existe no nosso planeta está disponível na superfície, estando a imensa maioria dessa água armazenada no subsolo.

Águas superficiais que são empregadas nos sistemas de abastecimento, de maneira geral, costumam estar em cursos naturais. Existem, porém, casos mais raros e pontuais, nos quais são feitas captações em lagos naturais ou nos mares e oceanos, sendo essas águas, que são salobras ou salgadas, dessalinizadas para posterior oferta ao consumo.

Condições de escoamento, variação de nível d'água, estabilidade do local de captação, dentre outros, acabam implicando na necessidade de realização de obras

para que assim seja efetivamente possível a captação. O ideal, é que a água esteja fluindo e que haja vazão suficiente, e de maneira contínua, para que se possa fazer a captação, devendo, a partir daí, ser criadas formas convenientes de captação direta da correnteza, que é o meio mais comum nos casos em que os rios são perenes ou foram artificialmente tornados perenes.

No caso da captação das águas que correm superficialmente, o princípio, visando o sanitarismo, é o de que se tratam sempre de águas suspeitas, visto que correndo na superfície acabam por ficar naturalmente expostas a eventuais riscos de poluição ou de contaminação. Por isso, deve ser básico do ponto de vista da operação do sistema de captação, que a água seja da melhor qualidade possível, sendo captada de forma adequada e se tomando medidas para a proteção sanitária dessa água.

Visando evitar ocorrências de interrupções no sistema de captação, é importante ser identificadas com bastante precisão nos projetos de captação, os níveis mínimos a fim de que as entradas estejam sempre imersas; e os níveis máximos, a fim de que não ocorram inundações que possam causar prejuízos para as estruturas de captação.

A verificação das velocidades com que as águas se deslocam nos mananciais também precisam ser efetuadas, a fim de que os equipamentos de captação que ficarão em contato com as correntes e as ondas por elas geradas, não sofram demasiados choques, seja com a própria corrente, seja com objetos por elas transportados, a fim de que não acabem danificados.

De acordo com a ANA (2010), A RMSP está localizada nas cabeceiras da bacia do rio Tietê, região que está classificada como de baixa disponibilidade hídrica, a qual necessita importar 32,3 m³/s de outras bacias hidrográficas. A maioria das demandas de abastecimento de água da RMSP vem sendo atendidas pelo Sistema Integrado da Sabesp (sete sistemas produtores de água), que possuem juntas, hoje uma capacidade nominal de 80,45 m³/s. Avaliando-se tais sistemas de produção, exceto o do Ribeirão da Estiva, verifica-se que todos estão necessitando ser ampliados ou melhorados a fim de ser assegurado o abastecimento de água para a RMSP conforme suas necessidades.

Em vista disso, algumas obras de caráter urgente passaram a ser feitas, podendo ser citados o reforço do Sistema Alto Tietê, com aumento de 5,9 m³/s; o aumento de bombeamento para o reservatório Biritiba, a saber, 9,0 m³/s; o fechamento do reservatório Taiapuê; o aumento de 1,7 m³/s no Sistema

Guarapiranga, e a implantação de captação no rio Juquiá / Sistema São Lourenço, aumentando-se com isso a captação em 4,7 m³/s. Os investimentos que visam esse conjunto de melhorias remontam gastos da ordem de cerca de R\$ 4 bilhões; no entanto, vem sendo necessárias complementações desses investimentos, com uma série de obras no Sistema Adutor Metropolitano - SAM.

2.10 Vazão hídrica

Vazão hídrica, de acordo com o DAEE (2014) pode ser entendida como a quantidade de águas que escoam através de certa seção de um rio, reservatório ou conduto em um intervalo de tempo considerado com base em unidades volumétricas. As unidades volumétricas mais comuns são: m³/s (metros cúbicos por segundo), m³/h (metros cúbicos por hora), GPM (galões por minuto), Nm³/h (normal metro cúbico por hora), SCFH (normal pé cúbico por hora), entre outras.

Elas podem ser subdivididas em vazões primárias e secundárias. Após a emissão da Portaria DAEE nº 1213/2004 (outorga do DAEE para a Sabesp), as vazões de retirada para a RMSP e para a Bacia do Piracicaba Capivari Jundiá – PCJ, foram fracionadas em parcelas primária e secundária, sendo que a vazão primária tem percentual de garantia de atendimento no nível de 100%, e a secundária fica na dependência do nível de risco.

Para a RMSP, a demanda primária ficou estipulada em 24,8m³/s, e a demanda secundária ficou estipulada em 6,2m³/s, que totalizam 31m³/s. No caso da bacia do Rio Piracicaba, a demanda primária ficou estipulada em 3m³/s, e a demanda secundária em 2m³/s, que totalizam 5m³/s. Deve ser destacado, que em vista da crise hídrica ocorrida entre 2014 e 2015, o Sistema Cantareira tem sido gerido num regime especial que foi estabelecido pelos reguladores ANA e do DAEE.

As vazões podem ainda ser classificadas como afluentes, que são representadas por um volume de água que entra em determinado reservatório em certo período temporal, entrada essa, que normalmente é medida em m³/s. Como as vazões sofrem oscilações durante os períodos anuais em vista das variações de estações, umas chuvosas e outras secas, são feitos balanços hídricos dos reservatórios visando o conhecimento dessa variação nos volumes.

Podem também as vazões ser classificadas como defluentes, que são representadas por um volume de água que sai de determinado reservatório em certo período temporal, saída essa, também medida em m^3/s . Como as vazões podem ser medidas em estações fluviométricas, existem dispositivos destinados à medição do nível de água, que relacionam a vazão por meio de uma equação matemática denominada curva-chave. Os reservatórios, por seu turno, têm estruturas de extravasão que possuem também equações matemáticas associadas, e que permitem estimar a quantidade de águas que estão sendo liberadas.

As vazões podem ser classificadas ainda como Mínimas e Máximas; correspondendo a valores mínimos ou a valores máximos do volume hídrico medidos em m^3/s , que flui numa seção determinada de um curso d'água, ou que deflui de um determinado reservatório numa unidade de tempo que está associada a determinada condição.

De maneira geral, as vazões mínimas são associadas à quantidade de água demandada a jusante, ou seja, que descem o curso d'água; ou ao nível mínimo de água num local específico permitindo captação de água em situações críticas ocasionadas por escassez.

Já as vazões máximas, de maneira geral, são associadas ao volume máximo de água que fluem pelo curso d'água sem que ocorram inundações, ou com impactos previstos e toleráveis caso essas inundações venham a ocorrer.

A soma da vazão dos reservatórios que atendem a RMSP, conforme dados da ANA do DAEE e da Sabesp, está na média dos $80,45 m^3/s$, sendo que na época da crise hídrica, em vista das situações escassez ocorridas, sofreram redução.

2.11 Demanda hídrica

A demanda por água vem crescendo no Brasil e na RMSP; e de acordo com o CONSEA (2015), a gestão inadequada do recurso ocorrida principalmente em localidades nas quais a disponibilidade é limitada, vem provocando situações de dificuldade que vão da poluição dos mananciais à ocorrência de desertificação, o que impacta diretamente a qualidade e a disponibilidade da água.

Na região do Semiárido Brasileiro, ocorrem desigualdades na distribuição dos recursos hídricos e também escassez crônica em grande parte das localidades que a compõe. As causas estão associadas aos períodos de estiagem que duram cerca de

oito meses, e ao fato de que considerável parte da água subterrânea é salobra, estando fora dos padrões de potabilidade; mas também à falta de políticas ou a políticas inadequadas para a gestão hídrica.

Para tais casos, se torna de fundamental importância a implementação e existência políticas descentralizadoras do abastecimento para as diversas fontes, e para os diversos usos da água, tornando ao máximo densa a oferta do recurso hídrico para o contingente populacional, possibilitando a ele a realização de suas atividades do cotidiano, indispensáveis à garantia do atendimento de suas necessidades.

Podemos entender conceitualmente como demanda hídrica, “[...] a quantidade de água captada, expressa em unidades de volume e que satisfaça aos diversos usos da população[...]” (CONSEA, 2015 p.1).

Devido a sua qualidade e quantidade, os usos podem ser classificados como consuntivos e não consuntivos.

O uso consuntivo é aquele caracterizado pela parte da água que é captada e consumida no processo produção, e que acaba não retornando para o curso d'água do qual foi retirada.

Já o uso não consuntivo é aquele caracterizado pela parte da água captada e utilizada em determinada atividade, que possibilita a sua devolução, com preservação da qualidade e quantidade ao curso d'água do qual foi retirada, ou que é usada simplesmente como um meio para a realização de determinada atividade, como por exemplo a navegação ou a balneabilidade.

Conforme as definições da ONU, o acesso básico ao recurso hídrico ocorre quando as famílias tem à sua disposição ao menos 20 litros de água por pessoa diariamente; e sem ter de percorrer distâncias iguais ou superiores à 1 km para a sua obtenção.

A Organização Mundial da Saúde – OMS, visando a garantia de uma boa saúde, estabelece como ideal, o acesso mínimo diário a 50 litros de água para cada indivíduo.

As projeções médias do consumo de água no Brasil, onde, de modo geral, a disponibilidade hídrica é alta, ficam na casa dos 200 a 270 litros diários para cada pessoa.

Tais projeções, nos sistemas de abastecimento urbano de água, visam definir os necessários investimentos para atender a demanda hídrica local.

Já nas áreas rurais, as projeções são no sentido de que a demanda média esteja na casa dos 70 e 100 litros diários de água para cada pessoa. No que tange a produção de bens alimentícios, as projeções são variáveis, sendo definidas conforme a cultura e o tipo de irrigação que tal cultura utiliza; o que acaba favorecendo uma falta de critério e a perda de considerável volume de águas, prejudicando assim o controle e o uso racional dos recursos hídricos.

Dessa forma, acabamos por concluir que a agricultura irrigada se torna responsável por considerável desperdício de água, quer seja pelo uso de equipamentos mal dimensionados, que ocasionam perdas também consideráveis de água nos sistemas em vista de inadequada manutenção desses equipamentos, ou em vista de turnos de regado que acabam utilizando mais água do que a que efetivamente seria necessária; ou ainda, pelo uso de sistemas de irrigação não apropriados para as condições locais.

Dois outros conceitos surgem com relevância no estudo da demanda hídrica, projetando soluções mais racionais para o consumo da água: O de pegada hídrica, e o de água virtual.

Pegada hídrica de um produto ou serviço, caracteriza-se pela soma do volume hídrico consumido e/ou poluído no decorrer da cadeia de produção do produto, no qual tal volume está sendo empregado.

Água virtual, em seu turno, considera não somente o volume de água consumido, mas o local no qual ocorre a produção de bens; a fonte de onde a água está sendo captada, e ainda, em qual ponto da cadeia de produção o volume é utilizado.

A segurança hídrica deve abarcar aspectos quantitativos, qualitativos, e também de regularidade, que envolvam e contingenciem os riscos de perda, e igualmente mantenham em vista a necessidade de preservação do recurso para as futuras gerações.

As bacias hidrográficas do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista, são conectadas hidricamente pelo Sistema Cantareira, no qual são revertidas águas das cabeceiras da bacia do rio Piracicaba, para abastecer a RMSP; e ainda, pelo Sistema Billings, de cuja água é desviada para a Baixada Santista.

Dessa forma, grande parte do potencial hídrico do Alto Tietê, e também das águas que são para ele obtidas a partir de outros sistemas, acabam indo para a

Baixada Santista, sendo de considerável importância o planejamento do uso da água dessas unidades hidrográficas.

De acordo com IGBE (2021), a população projetada para a RMSP, atinge hoje o patamar aproximado de 22,4 milhões de habitantes, que gera uma demanda urbana de água da ordem de 69,65 m³/s.

Os atuais sistemas produtores totalizam uma capacidade de atendimento de aproximadamente 80,45 m³/s, havendo, no momento, um limite de equilíbrio entre oferta e demanda por água.

Esse panorama, que já é de estresse hídrico considerando-se que a RMSP importa água de outras regiões, e que sofreu escassez recentemente durante um período prolongado de estiagem, tende a tornar-se crítico, visto que apesar de o crescimento populacional da região estar em declínio se comparado aos números das décadas anteriores, ainda ocorre um considerável percentual de acréscimo populacional, da ordem dos 160.000 (cento e sessenta mil) habitantes anuais.

A demanda, conforme demonstrado em estudos feitos pela Emplasa e pela Sabesp, tende a superar os 70 m³/s, o que está próximo da média de disponibilidade, que conforme já mencionado, está na casa dos 80,45 m³/s.

A crescente demanda em contraste com as disponibilidades hídricas da bacia do Piracicaba, fazem concluir, que em determinado prazo, ainda que com o aproveitamento de recursos hídricos remanescentes a jusante do Sistema Cantareira, as disponibilidades hídricas dessa bacia poderão não dar mais conta do atendimento das demandas previstas, configurando necessidade, ainda que futura, de se reduzir aduções de águas para a RMSP.

Se essa previsão for confirmada, as condições do suprimento de água para a RMSP acabarão inevitavelmente agravadas, com necessidade efetiva de adoção de alguma solução que seja harmônica.

Estudos do DAEE mostram que o manancial que teria condições de ser usado para suprir futuras demandas hídricas da RMSP, seria o do rio Juquiá, que é afluente do rio Ribeira de Iguape; porém, esses mesmos estudos indicam que para que seja possível o aproveitamento do potencial hídrico do rio Juquiá, elevados investimentos necessitam ser efetuados.

Outra opção para o suprimento da RMSP, seria a adução de águas da bacia do rio Itanhaém na Baixada Santista, que poderiam ser revertidas para a bacia do Guarapiranga; no entanto, esse aproveitamento, se implementado, envolverá a

implantação de uma usina elevatória que consiga vencer o desnível de em média 700 metros, existente entre o litoral e o planalto paulista.

As vantagens dessa opção, são as possibilidades de ser efetuado o aproveitamento do Rio Itanhaém, com uma firme vazão estimada acima dos 20 m³/s; e que a medida em que houvesse necessidade, poderia ser expandida com o aproveitamento dos recursos do rio Juquiá, o que proporcionaria larga superação das previsões de demanda projetadas para a RMSP, sendo ressaltando apenas, que tudo dependeria de grandes investimentos.

Obras para abastecimento das demandas hídricas das Unidades Hidrográficas do Alto Tietê, que abrange a RMSP, Piracicaba e Baixada Santista, com certeza serão complexas e vultosas, exigindo períodos prolongados de tempo até que possam efetivamente operar. Isso indica que seu planejamento não pode demorar e que o início de implementação deve ocorrer num período que não esteja muito distante.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 A água na região metropolitana de São Paulo

Nesta seção, apresentamos um panorama histórico acerca da relação da cidade de São Paulo, e da Região Metropolitana de São Paulo que se formou em torno dela, com a hidrografia, tratando especificamente da relação dos habitantes com o a rede hídrica da região, mostrando as escolhas feitas pelos habitantes nas pessoas seus atores hegemônicos no que tange ao aproveitamento do recurso hídrico, e do que, em vista dessa escolha de aproveitamento, acabou ocorrendo com a rede hidrográfica e com o recurso hídrico na região.

De acordo com o IBGE (2019), a população da RMSP, situada no planalto leste do Estado de São Paulo, era de 21.2 milhões de pessoas, distribuída, segundo a Fundação Seade (2016), numa área de 7.946 quilômetros quadrados, dos quais 2.200 estavam urbanizados, sendo a região, conforme a EMPLASA (2011), composta por trinta e nove municípios distribuídos em cinco sub-regiões mais a cidade de São Paulo, da seguinte forma:

Norte:	Caieiras, Cajamar, Francisco Morato, Franco da Rocha e Mairiporã.
Leste:	Arujá, Biritiba-Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Guararema, Guarulhos, Itaquaquetuba, Mogi das Cruzes, Poá, Salesópolis, Santa Isabel e Suzano.
Sudeste:	Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul
Sudoeste:	Cotia, Embu, Embu-Guaçu, Itapeverica da Serra, Juquitiba, São Lourenço da Serra, Taboão da Serra e Vargem Grande Paulista.
Oeste:	Barueri, Carapicuíba, Itapevi, Jandira, Osasco, Pirapora do Bom Jesus e Santana de Parnaíba.

Quadro 2 - Distribuição do município da RMSP
Fonte: EMPLASA (2011). Adaptação do autor.

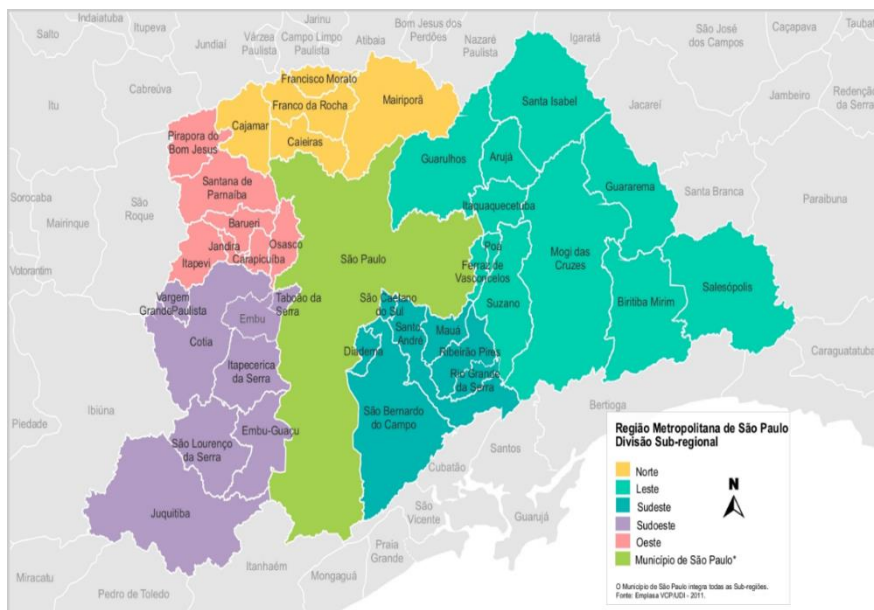


Figura 3 - RMSP e Sub-Regiões
Fonte: EMPLASA (2011).

3.2 A cidade de São Paulo e outras da região e a sua relação com a rede hídrica

A cidade de São Paulo, conforme o Wolrdpress (2023) foi uma pequena vila de interior situada no planalto paulista, distante cerca 60 quilômetros o litoral, até quase o final do século XIX, ganhando relevância no cenário nacional e passando a crescer, somente com o surgimento da economia cafeeira, que com as riquezas abarcadas transformou-a na maior das cidades do país e do Hemisfério Sul.

Nesse período, a população passou a crescer de modo acelerado, passando, num intervalo de menos de trinta anos, de cerca de 31 mil, para mais de 240 mil habitantes, ou seja, nesse curto espaço de tempo, a população foi multiplicada em média oito vezes.

A população, antes desse crescimento, vinha se valendo das fontes de água que brotavam nas encostas dos morros, tiravam água dos rios Anhangabaú, Tamandateí e de outros ribeirões, para dessedentar seus animais e regar suas plantações, e se valiam ainda de poços construídos em seus quintais, visto que o regime hídrico rico, proporcionava a formação de fartos lençóis freáticos.

Com o crescimento da população, passou a ocorrer aglomerações enormes de pessoas em torno das fontes de água, que traziam seus recipientes para a busca do

recurso, acabando por ocorrer confusões que com frequência demandavam intervenção das autoridades.

Essa situação levou as autoridades a implantar chafarizes pela cidade a fim de organizar a coleta de água, porém, essas medidas não foram suficientes para o atendimento da demanda face ao crescimento exponencial da cidade, o que fez com que a situação se transformasse num problema; além do que, as fontes, esses chafarizes, e até as águas dos rios Anhangabaú e Tamanduateí, por conta do grande contingente de pessoas, tiveram sua qualidade comprometida.

Por conta dessa situação, surgiu em 1877 a Companhia Cantareira de Águas e Esgotos, que passou a buscar água na Serra da Cantareira, para com ela atender a população da cidade; porém, seu baixo capital impossibilitou que ela conseguisse resolver o problema do abastecimento de uma cidade que caminhava nos rumos de se tornar uma gigantesca metrópole.

Então, no ano de 1892, o governo estadual, visando tratar dessa questão de interesse e responsabilidade pública, assumiu a gestão da empresa, e já no ano seguinte, 1893, criou a Repartição de Águas e Esgotos – RAE, que ficou com a incumbência de suprir de água o município de São Paulo.

São Paulo foi fundada no centro de um rico sistema hidrográfico, hoje chamado de Alto Tietê, que além de fontes e lençóis freáticos que possibilitavam a utilização de poços, tem ainda a sua disposição grandes rios como o Tietê e o Tamanduateí, além de um grande número de outros menores, como o Anhangabaú, que apesar de pouco profundos, eram também meios de ligação dos quais se podiam valer para o acesso a outras regiões; no entanto, essa rica hidrografia acabou não sendo utilizada pelo poder público para a captação e o fornecimento de água.

A Companhia Cantareira de Águas e na sequência a RAE, passaram a buscar água na Serra da Cantareira, em localidades fora e pouco a pouco cada vez mais distantes da cidade, enquanto que a hidrografia aqui existente acabou sendo, primeiramente, destinada a outra finalidade, a da geração de energia elétrica, e em seguida, como linha de implantação de vias terrestres em seus vales e várzeas, e ainda, como locais de lançamento de detritos, ou seja, esgoto, tanto o doméstico como o industrial.

Nem a extinção da RAE e a criação do Departamento de Águas e Esgotos por meio da Lei 2.627 de 20 de janeiro de 1954, que visava atender os municípios de São Paulo, Guarulhos, São Caetano, Santo André e São Bernardo do Campo, cidades que

futuramente comporiam a RMSP, fizeram com que cuidados fossem tomados no sentido da proteção dessa rica hidrografia, a fim de que seus potenciais fossem preservados.

Mesmo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, criada em 1973 com o objetivo de “planejar, executar e operar os serviços públicos de saneamento básico em todo o território do Estado de São Paulo, não deu à hidrografia da região a importância que ela mereceria receber, permitindo assim sua degradação, e que não fosse mais possível o seu pleno aproveitamento.

3.3 O impacto do crescimento urbano

Conforme Teixeira (2008), a riqueza trazida pelo café para o estado e para a cidade de São Paulo, proporcionou o crescimento da região, surgindo ferrovias, inicialmente utilizadas para o transporte de trabalhadores e para o escoamento da produção, mas que, depois, com o declínio da economia do café, passou a ser utilizada pela indústria que emergiu na região, tanto para o transporte de sua matéria prima, quanto do seu produto.

O crescimento industrial proporcionou um crescimento maior ainda da cidade, visto que era necessária a vinda de trabalhadores para atender a demanda por mão de obra gerada pela indústria, e o surgimento de comércio para suprir as necessidades da burguesia industrial e dessa mão de obra, o que proporcionou também o desenvolvimento do setor comercial, além de outras atividades como a dos serviços.

A população que compôs a mão de obra, com baixo poder aquisitivo, passou a ser obrigada a ocupar áreas menos valorizadas do território na região, acabando por ser empurrada para as várzeas de rios, onde os custos acabavam sendo menores para a aquisição de suas moradias, em vista dos riscos naturalmente provocados pela proximidade com esses rios.

Além disso, como veremos num tópico posterior, a opção não somente do Estado de São Paulo e da RMSP, mas do Brasil como um todo pelo rodoviarismo, levou à ocupação dos fundos de vales dos rios e de suas várzeas, pelas avenidas e demais vias terrestres, sendo os rios cobertos, canalizados, e até aterrados, passando a ser assim alterada e prejudicada a configuração da rede hídrica local.

3.4 A opção pelo aproveitamento do recurso hídrico para a geração de energia elétrica

Quando o uso da energia elétrica passou a se expandir, chegando também na cidade de São Paulo e nas demais do seu entorno, passaram a ser procurados meios de se produzir energia elétrica para assim suprir a cidade e a região, sendo firmado em 1911, contrato entre a “The São Paulo Tramway, Light and Power Company Ltda”, ou simplesmente Light, e o governo do estado, no sentido de se produzir e fornecer a energia elétrica da qual a cidade se valeria, tendo a Light se firmado no setor e passado a se empenhar em expandir cada vez mais o uso da energia elétrica.

A represa Billings foi criada para possibilitar a geração de energia elétrica para a cidade de São Paulo e para os municípios do seu entorno. Ela está situada a Sudeste da RMSP, fazendo limite a oeste com a bacia hidrográfica da represa Guarapiranga, e a Sul, com a serra do Mar. A bacia hidrográfica desse reservatório tem cerca de 47.456 hectares, abrangendo os municípios de Rio Grande da Serra, Diadema, Ribeirão Pires, Santo André, São Bernardo do Campo e São Paulo.

Para sua implementação, foi feito barramento das águas do Rio Grande ou Jurubatuba para formar o reservatório, sendo as águas desviadas para o Rio das Pedras, e em seguida lançadas em túneis na serra do mar, para movimentar turbinas na usina hidrelétrica construída na encosta dessa serra no município de Cubatão, passando as águas pela usina, e sendo despejada no Rio Cubatão, de onde seguem para o mar.

A construção da represa foi iniciada em 1925 e concluída em 1927, quando o reservatório passou a ser enchido. Em 1940 foi dado início ao desvio de parte das águas do rio Tietê para a represa, para que sua vazão fosse aumentada, possibilitando a ampliação da capacidade de geração de energia elétrica. Para o desvio das águas, foi feita a reversão do fluxo do Rio Pinheiros possibilitada pela construção de duas usinas elevatórias, denominadas Pedreira e Traição, que estão localizadas no próprio leito do rio.

3.5 O rodoviarismo e construção das avenidas de fundo de vale

Com o crescimento econômico da região, a bacia hidrográfica foi sacrificada definitivamente. Com a instalação de novas fábricas de automóveis e com o incentivo

ao uso desse tipo de transporte, se tornou necessária a construção de vias para o seu tráfego; e como as partes mais altas do território eram as mais valorizadas, a opção foi por ser construídas as avenidas nos fundos de vale sobre os rios, que passaram a ser canalizados ou aterrados para que as avenidas tivessem lugar.

Os rios, que por séculos foram usados, além da dessedentação, para a navegação e o transporte de mercadorias, para a pesca, para a criação de animais, para a balneabilidade e recreação, dentre outras finalidades, passaram a partir de então a ter sua importância esquecida e ignorada, passando a ser descaracterizados, ou até mesmo eliminados da paisagem da região.

Os maiores rios, como é o caso do Tietê, do Pinheiros, e do Tamanduateí, que não podiam ser cobertos, foram retificados e suas várzeas foram tomadas e totalmente ocupadas, enquanto que outros rios menores, a exemplo do Anhangabaú que foi importantíssimo na história inicial do município de São Paulo, além de igualmente retificados, foram canalizados, sendo muitos deles cobertos, e um número considerável aterrados, perdendo seu leito para o concreto e para o asfalto, passando a predominar a concepção da ocupação das várzeas como espaço preferencial de circulação terrestre.

Conforme discorre Grostein (1995), no Plano de Avenidas de São Paulo que foi elaborado por Prestes Maia no ano de 1929, verifica-se o predomínio da ocupação das várzeas para construção das avenidas que possibilitariam a composição do principal sistema viário da cidade, formado por três anéis perimetrais, que teriam a função de contornar o centro sem cruzá-lo, articulando as avenidas radiais, promovendo também ligação entre as novas áreas urbanizadas e a central, criando-se porém uma hierarquia viária com as principais vias situadas nos fundos de vales devido ao relevo acidentado da região.

Em que pese inclinações atuais em sentido diverso e programas previstos em políticas públicas e planos diretores na região no sentido de se recuperar cursos de rios, com ações como a implantação de parques lineares ao longo deles, e outras no sentido de se “desenterrar” rios cobertos, muitos desses cursos d’água continuarão perdidos, até porque, o processo de impermeabilização e as alterações no regime hídrico da região, prejudicam uma plena recuperação desses cursos.

3.6 A deposição de detritos na rede hídrica

O Rio Tietê, principal rio, e que também dá nome à principal bacia hidrográfica da RMSP, é hoje considerado um dos rios mais poluídos do mundo. De acordo com o Histórico do Rio Tietê (2016), desde o século XVII, já podiam ser notadas alterações na água quanto a qualidade, quanto a coloração, e quanto ao movimento da corrente, em vista de metais pesados como o mercúrio, que foram sendo despejados no rio devido à atividade de mineração.

No início do século XX, era já dito que as águas do rio eram insalubres por causa da cultura de criação suína que ocorria nos municípios de Mogi das Cruzes e Guarulhos, na parte de cima do rio, além do despejo de esgoto sem tratamento feito por populações cujas moradias ficavam no entorno, situação que já ocorria desde aquela época.

Nos anos 1940, passou a ser constatado que a água do Rio Tietê prejudicava algumas plantações quando eram utilizadas na irrigação das mesmas, visto que tais plantações acabavam apresentando uma espécie de “queimadura vegetal”

Além disso, o quadro se tornou pior nos anos 1950, quando o então prefeito de São Paulo, Adhemar de Barros, passou a implementar obras de interligação das redes de esgoto do município, ligando essa rede, sem tratamento, aos cursos d’água, o que fez com que a maior parte dos detritos do esgoto municipal acabasse por ser lançado nas águas do Rio Tietê, por meio de seus afluentes e também diretamente.

O crescimento da população que se deu de forma acelerada e de maneira desorganizada no município e na RMSP, e a continuidade do lançamento do esgoto doméstico e também o industrial devido ao crescimento da atividade da indústria na cidade e nos municípios circunvizinhos, tornaram de vez poluídas as águas do rio, tendo essa poluição alcançado níveis altíssimos, colocando o rio, conforme já mencionado, dentre os mais poluídos de todo o mundo.

3.7 A depreciação da rede hídrica e a impossibilidade para o uso em outras possíveis atividades

Tanto a população em geral, quanto os atores hegemônicos, contribuíram para a situação de poluição e degradação da denominada Bacia Hidrográfica do Alto Tietê,

visto que a população, demonstrando enorme falta de consciência ambiental, passou a usar o rio e seus afluentes como depósito de lixo e outros detritos; visto que as empresas, visando o lucro e os baixos custos de produção, não tomaram iniciativas no sentido de efetivamente evitar que seus resíduos tornassem impróprias as águas da bacia; e visto que o Poder Público, nas pessoas de seus representantes, não tomaram providências eficazes no sentido de evitar a ocorrência dessa poluição e degradação.

Dos quase três mil quilômetros de cursos d'água existentes no município de São Paulo por exemplo, cerca de 95% estão poluídos, depreciando a paisagem, causando desconforto em vista da emissão de gases e odores, não podendo ser utilizados para atendimento de necessidades tais como captação e consumo de água, havendo pouquíssimo aproveitamento de potenciais de navegação, podendo ser pouco aproveitados para a balneabilidade, lazer e recreação.

As ocupações das áreas de várzea, as retificações, canalizações, aterramentos dos leitos, a impermeabilização do solo na região e a conseqüente alteração do ciclo hídrico, tem causado situações antagônicas, nas quais, nas épocas de estiagem, ocorre escassez do recurso, e nas épocas de maior incidência de precipitações, ocorrem inundações, com prejuízos à população em geral que as vezes acabam vendo suas residências afetadas e seus bens perdidos, às empresas, que também veem suas instalações atingidas e a suas atividades paralisadas, e ao poder público, que se vê obrigado a gastar com a remediação dos problemas ocorridos devido a essa situação.

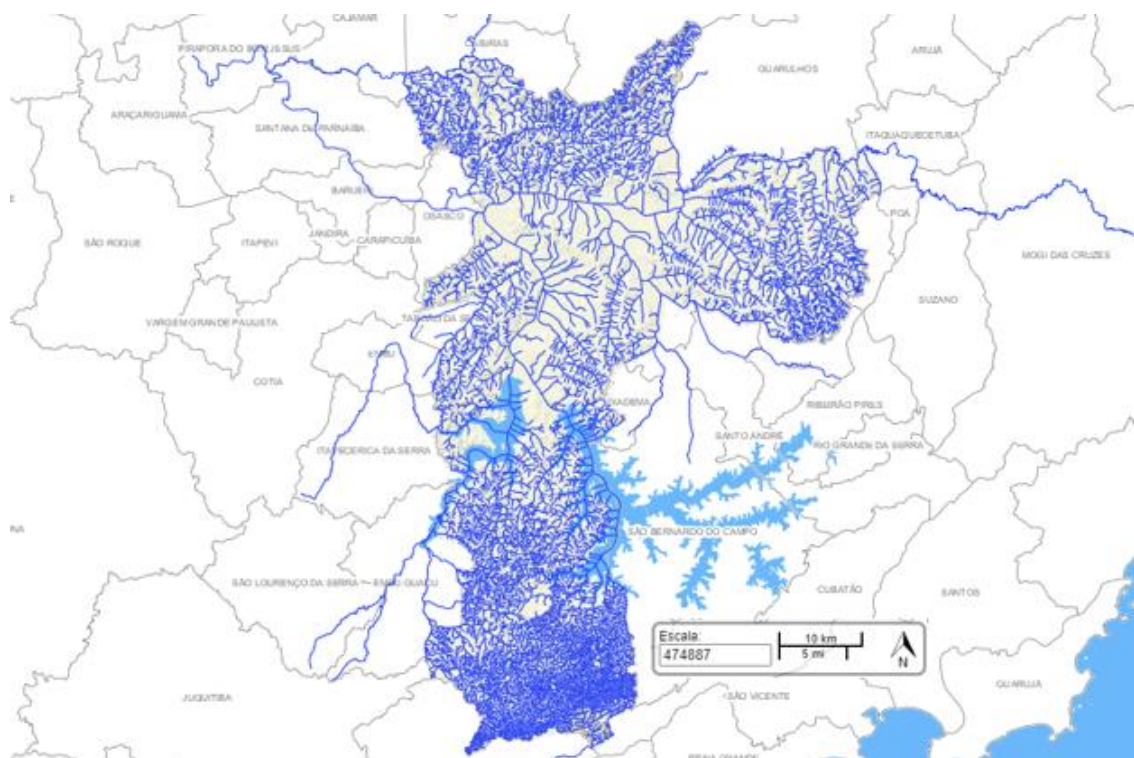


Figura 4 - Os rios "invisíveis" de São Paulo
 Fonte: GEOSAMPA (2003). Adaptação do Autor.

3.8 Panorama atual dos recursos hídricos na região metropolitana de SP

A população da atual RMSP, que no início de sua história podia ser considerada privilegiada em vista de, conforme foi apresentado na seção anterior, ter sido estabelecida no centro de uma rica bacia hidrográfica, vive em situação de estresse hídrico, enfrentando escassez como a experimentada no último período de grande estiagem entre os anos de 2014 e 2015, e por não poder utilizar de maneira plena a água existente na região, acaba tendo de buscar longe a sua água, o que lhe impõe gastos que poderiam ser evitados, tornando cara a água que se é consumida na região.

Segundo Custódio (2012), o interesse econômico, atrelado ao industrial, ao imobiliário, ao comercial, ao político, dentre outros, tem prevalecido em detrimento da otimização, do planejamento, da gestão, da eficiência, da racionalização e da preservação; provocando, por exemplo, respectivamente, descaracterização do espaço natural, produção e uso irracional do espaço em desrespeito às áreas de mananciais, impermeabilizando o solo e prejudicando o ciclo hídrico, exploração

excessiva e não racionalizada do recurso e o seu encarecimento, e o não planejamento para manter o uso sem prejudicar a captação que visa atender a demanda por abastecimento, provocando ainda desequilíbrios tais como inundações em algumas épocas, falta do recurso em outras, e poluição de mananciais, inviabilizando o uso desses mananciais para o consumo ou para outros usos que eles também se aplicariam.

O mapa da hidrografia da RMSP, mostra que a região cresceu às margens de diversos rios, sendo que a maioria é afluente do Rio Tietê, o principal deles na região; no entanto, tais rios não foram reservados para o aproveitamento no atendimento da demanda por consumo e nem para outras atividades, como por exemplo o lazer e o transporte; ao contrário, foram desconfigurados, foram poluídos, sendo literalmente transformados em esgotos, tornando, hoje, imprestável um potencial e uma disponibilidade hídrica que poderiam contribuir significativamente para o atendimento da demanda regional pelo consumo e também poderiam servir para outras atividades.

Segundo Ab'Saber (2007), o crescimento da RMSP não respeitou a geomorfologia da região, descaracterizando partes dela, sendo ocupadas e aterradas importantes áreas de várzea de rios que precisavam ter sido preservadas, sendo retificados esses rios visando obtenção de valorização imobiliária, sendo, assim, prejudicados os principais mananciais da região, que se tornaram impróprios para a captação e consumo, navegação, recreação, dentre outras atividades.

Ainda, segundo Custódio (2012), a empresa canadense Light que recebeu concessão do poder público para explorar os recursos hídricos com a finalidade específica de produzir energia elétrica para a região, apesar de em certo período ter efetivamente atendido essa demanda por energia, acabou, aliado a outros fatores, como o interesse econômico e político, sendo responsável por ocorrência de degradação da hidrografia regional na Grande São Paulo, inclusive agindo algumas vezes baseada em corrupção política para obter a aprovação de suas ações em detrimento da preservação ambiental.

Hoje, os empreendimentos realizados para a produção de energia elétrica que conforme o mencionado, causaram degradação da hidrografia da região, ou estão desativados, ou tem uma contribuição pequena no cenário do consumo de energia da região, visto que a energia que a região consome, na sua maior parte, é fornecida por geradoras que estão instaladas em outras partes do estado e do território nacional.

Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) (2015), e o Sistema Integrado Nacional (SIN) (2015), as principais usinas integradas ao SIN que produzem a energia elétrica consumida na RMSP estão fora da região.

Já a demanda por consumo de água, que não foi originalmente contemplada pelos empreendimentos da Light, apesar de atualmente se valer de reservatórios que a Light implementou para a produção de energia elétrica e deles captar água para utilização nesse consumo, enfrenta situação na qual aquilo que se consome na região está próximo do limite da disponibilidade.

Segundo Ballesteros (1997), quando os recursos naturais são utilizados, não se deve considerar apenas o potencial atual, ou seja, aquele que se pretende utilizar no momento, mas também os potenciais diversos e os potenciais futuros para aquele recurso, de maneira a não o degradar e o preservar para o aproveitamento também nos potenciais diversos e naqueles que poderiam ser necessários no futuro.

No entanto, na Região Metropolitana de São Paulo, ao ser produzido o espaço e ao ser modificado o natural em antrópico, foram consideradas apenas algumas das utilidades específicas do recurso hídrico, sendo feito com que as demais utilidades, dentre as quais, como já mencionado, a navegação, o lazer, e principalmente o consumo de água, que é a mais importante dessas utilidades, ficassem prejudicadas.

Na legislação brasileira, Brasil (2007), está garantido o direito ao saneamento básico, no qual, dentre outros, está previsto o fornecimento de água para o consumo que abrange os usos de gerais, de modo que para que essa legislação seja cumprida, as questões relativas à escassez de água e o risco da falta desse recurso natural precisam ser sanados.

A Tabela a seguir mostra o panorama de Disponibilidade Hídrica na RMSP, que por estar bem abaixo das classificações do restante do Brasil, do Estado de São Paulo, e bem abaixo do nível de 1.500 (m³/hab. ano) estabelecido segundo o critério de classificação da ONU, é classificada como estando em situação crítica.

		Valores (m ³ /hab. ano)
Classificação ONU	Abundante	> 20.000
	Correta	> 2.500
	Pobre	< 2.500
	Crítica	< 1.500
Brasil		35.000
Estado de SP		2.209
Bacia do Piracicaba, Capivari e Jundiá		408
RMSP		230

Tabela 1 - Disponibilidade hídrica

Fonte: ONU; ANA (2003). Elaborada pelo Autor.

Captação Hídrica para a RMSP	83,84 m ³ /s
Disponibilidade Hídrica para a RMSP	80,45 m ³ /s
Demanda Hídrica para a RMSP	69,65 m ³ /s

Tabela 2 - Comparativo entre captação, disponibilidade e demanda hídrica na RMSP

Fonte: ANA; DAEE; Sabesp; CONSEA (2023). Elaborada pelo Autor.

Conforme se verifica na tabela comparativa da captação, disponibilidade e demanda hídricas acima, o panorama atual da RMSP, é o de limite entre o que está disponível e o que se consome, o que, em parte, explica a situação de escassez e de falta, e dos consequentes racionamentos ocorrida em áreas da região entre os anos de 2014 e 2015, visto que, estando nesse limite, com pouca margem de segurança, qualquer variação um pouco mais prolongada nas condições do tempo, que acarretem diminuição ainda que temporária da captação e disponibilidade, irá fazer com que o consumo seja prejudicado pela consequente também diminuição daquilo que pode ser oferecido para a demanda.

Ainda nesse sentido, podemos assumir que é difícil garantir continuidade e pleno fornecimento de água para o consumo na região, visto que nessa situação de limite entre disponibilidade e consumo, não há como se falar em estabilidade; e se não contingenciada essa situação, qualquer equilíbrio conseguido, ainda que com otimização e racionamento do uso, como foi proposto e praticado a partir da época em que ocorreu a crise hídrica, continuará sendo um equilíbrio frágil.

4 A GESTÃO DOS RECURSOS HIDRICOS

4.1 A Sabesp: Saneamento básico do estado de São Paulo

Conforme informações disponibilizadas na seção “institucional” de sua página eletrônica, a Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo é uma “sociedade anônima de economia mista fundada em 1973, atualmente responsável pelo fornecimento de água, coleta e tratamento de esgotos de 375 municípios do Estado de São Paulo” (SABESP, 2022, p.1).

De acordo com a página, “é considerada uma das maiores empresas de saneamento do mundo em população atendida, com 28,6 milhões de pessoas abastecidas com água e 24,9 milhões de pessoas com coleta de esgotos” (SABESP, 2022, p.1).

A empresa responde por cerca de 30% do investimento em saneamento básico feito no Brasil e para o período 2021-2025, planeja investir aproximadamente R\$ 21.000.000.000,00 (vinte e um bilhões de reais), com foco na ampliação da disponibilidade e segurança hídrica, sem prejuízo dos avanços conquistados nos índices de coleta e tratamento de esgotos.

Conforme consta do site, presta também serviços de água e esgoto em parceria com empresas privadas aos municípios de Andradina, Castilho, Mairinque e Mogi-Mirim (SABESP, 2022).

É sócia na empresa Aquapolo Ambiental que abastece o Polo Petroquímico de Capuava – SP; e produz, fornece e comercializa ao polo, diretamente e por meio de suas próprias estações, água do seguimento de reuso obtida a partir do tratamento de esgotos.

É também sócia da empresa Estre Ambiental, na propriedade da empresa Attend Ambiental, com quem atua em conjunto no segmento de esgotos não

domésticos, tendo também, mais recentemente, criado a empresa Paulista Geradora de Energia S.A., em sociedade com as empresas Tecniplan Engenharia e Servtec, para atuar em conjunto no segmento de energia elétrica.

Está atualmente atuando no Panamá, em Honduras, e na Nicarágua, onde oferece serviços de consultoria sobre uso racional da água, planejamento e gestão comercial, financeira e operacional, contando com a parceria da empresa Latin Consult na Nicarágua.

Recebeu, em sua maioria, da Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo – Arsesp, as atribuições de controle, fiscalização e regulação, inclusive tarifária, de suas operações.

Mantém ações que na forma de American Depositary Receipts (ADR Nível III), sob o código SBS, negocia no segmento do Novo Mercado Brasil, Bolsa, Balcão (B3) sob o código SBSP3, e também na Bolsa de Valores de Nova York (NYSE), sendo todas as ações ordinárias com direito a voto, integrando, no caso da B3, os principais índices.

4.2 Os sistemas geradores de água geridos pela Sabesp que atendem a RMSP

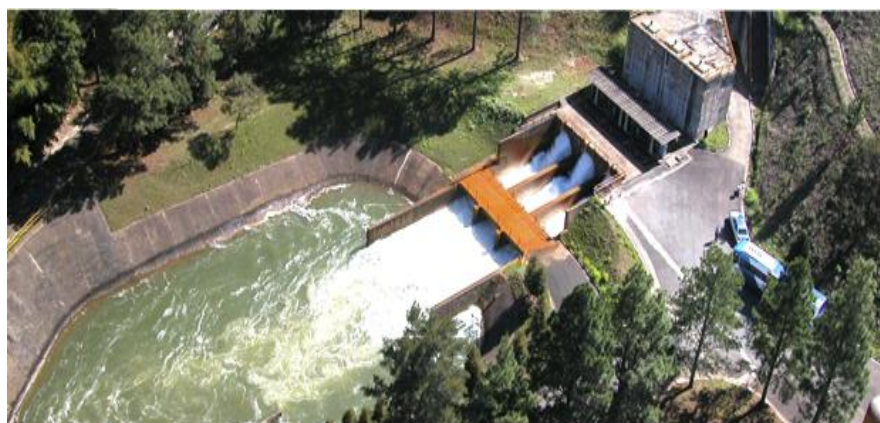


Figura 5 - Sistema Cantareira
Fonte: Sabesp (2022). Adaptação do Autor.

De acordo com a SABESP (2022), o sistema é composto por seis represas, a saber, Jaguari, Jacareí, Cachoeira e Atibainha, que estão localizadas na Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), além da Paiva Castro e Águas Claras, que estão localizadas na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

O sistema possui capacidade de armazenamento de quase 1 trilhão de litros de água, sendo o maior e mais importante sistema produtor da Região Metropolitana de São Paulo, com represas que contam com uma estação elevatória com capacidade para impulsionar 33 mil litros de água por segundo em um desnível geográfico de cerca de 120 metros, e que estão interligadas por cerca de 28 quilômetros de túneis e canais.

A água é tratada na estação do Guaraú, acima retratada, que é a maior instalação em serviço no tratamento da água disponibilizada para a RMSP.



Figura 6 - Sistema Cotia.

Fonte: Sabesp (2022). Adaptação do Autor.

É composto pelas represas Pedro Beicht e Cachoeira da Graça do antigo sistema Alto Cotia, que tem cerca de 17 bilhões de litros de capacidade de armazenamento, e que por estar numa reserva florestal de propriedade e gestão da Sabesp, a Morro Grande, apresenta, segundo informações da empresa, uma água de qualidade excelente.

A água armazenada na Represa Pedro Beicht passa por um canal natural até a represa Cachoeira da Graça e é tratada na estação que dá o nome ao sistema (Cotia), que atualmente atende cerca de 360 mil pessoas nos municípios de Cotia, Vargem Grande Paulista, Embu - Guaçu e parte de Embu, tendo capacidade para tratar 1,2 mil litros por segundo.

O atual Sistema Cotia, segundo o DAEE (2023) integra também o antigo Sistema Baixo Cotia, que mantêm vasões afluente (o que entra) e defluente (o que sai) de 0,06 m³/s no reservatório Isolina, não contribuindo, portanto, com o aumento da captação e disponibilidade ou com o consumo.



Figura 7 - Sistema Guarapiranga
Fonte: Sabesp (2022). Adaptação do Autor.

Se trata de um sistema de propriedade da Empresa Metropolitana de Águas e Energia – EMAE, composto pelas represas Billings (Braço Taquacetuba), Capivari e Guarapiranga, este último o principal manancial. Forma o terceiro maior Sistema Produtor da Região Metropolitana de São Paulo, possuindo uma capacidade de armazenamento de 171 bilhões de litros de água.

Os Rios Embu Guaçu, Embu Mirim e Parelheiros são os principais afluentes do sistema, que recebe também águas transferidas por meio de estações elevatórias, trazidas da represa Billings e do rio Capivari.

A produção atual alcança 15 mil litros de água por segundo, sendo a água encaminhada para a Estação de Tratamento do Alto da Boa Vista, que responde pelo abastecimento público de considerável porção das Zonas Sul e Sudoeste da Região Metropolitana de São Paulo.



Figura 8 - Sistema Rio Claro.
Fonte: Sabesp (2022). Adaptação do Autor.

O Sistema Produtor Rio Claro está situado no extremo leste da Região Metropolitana de São Paulo, sendo composto pela represa do Ribeirão do Campo e recebendo também água que provém da transposição do Rio Guaratuba. As bacias que contribuem para o seu volume ocupam uma área de 173,9 km² nos municípios de Bertoga, Biritiba-Mirim e Salesópolis.

Ele foi inaugurado no ano de 1939, e por estar localizado em Área de Proteção a Mananciais de propriedade da Sabesp, possui, segundo a empresa, uma água de qualidade excelente.

A Estação Casa Grande, responsável pelo tratamento de suas águas, que está situada no município de Biritiba-Mirim, tem capacidade para produzir 4 mil litros de água por segundo, e presta atendimento para parte da Zona Leste do município de São Paulo e para o município de Santo André.



Figura 9 - Alto Tietê.
Fonte: Sabesp (2022). Adaptação do Autor.

O sistema Produtor Alto Tietê é composto pelas represas de Ponte Nova, Paraitinga, Biritiba, Jundiá e Taiapuê, que juntas possuem uma capacidade de armazenamento de cerca de 575 bilhões de litros, formando o segundo maior sistema produtor da Região Metropolitana de São Paulo.

Inicialmente composto pelas represas de Taiapuê e Jundiá, o Sistema Alto Tietê, teve seu início de operação em 1992. Com a demanda crescente da população da Região Metropolitana o sistema foi ampliado com a incorporação das represas de Biritiba, Paraitinga e Ponte Nova.

A interligação entre as barragens é realizada por meio de túneis, canais e estações elevatórias. Além do abastecimento público, o Sistema Alto Tietê atende também ao controle de cheias da região, pois armazena grande quantidade das águas provenientes das chuvas ocorridas em suas cabeceiras.

A água do Sistema Alto Tietê é captada na represa de Taiapuê e tratada pela estação de tratamento de água de mesmo nome. A capacidade de produção é de 15 mil litros de água por segundo para atender 4,2 milhões de habitantes da zona leste de São Paulo e dos municípios de Arujá, Itaquaquetuba, Poá, Ferraz de Vasconcelos e Suzano, além de parte de Mogi das Cruzes e de Guarulhos.



Figura 10 - Ribeirão da Estiva.
Fonte: Sabesp (2022). Adaptação do Autor.

O Sistema Produtor Ribeirão da Estiva recebe o mesmo nome do manancial do qual são captadas as suas águas, tendo sido construído na década de 60 e tendo, a partir de 1973, passado a ser utilizado para o abastecimento público do município de Rio Grande da Serra.

Após ter sido captada no manancial, a água é encaminhada para a estação Ribeirão da Estiva, cuja capacidade de tratamento é de até 100 litros por segundo, e que atualmente trata continuamente 80 litros por segundo conforme a outorga recebida.

O sistema abastece parcialmente também o município de Ribeirão Pires, que recebendo ainda águas do Sistema Rio Grande no qual está integrado por meio de adutoras, o conecta ao Sistema Integrado Metropolitano

Cabe destacar, que tendo em conta o fornecimento contínuo de 80 litros por segundo outorgados, a Sabesp não produz boletins diários relativos a esse sistema conforme faz com os demais, razão pela qual o sistema não está na contagem e na estatística da disponibilidade hídrica da RMSP.

Quanto a isso, é de se ressaltar, que a produção de 80 litros por segundo, equivalente a $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$, é também equivalente a apenas $0,000954198473\%$ da produção que gera a disponibilidade total da RMSP, que atinge $83,84 \text{ m}^3/\text{s}$; de forma, que o valor é ínfimo e não altera de maneira substancial ou importante os valores gerais atribuídos a contagem e a estatística da região.



Figura 11 - Sistema Rio Grande
Fonte: Sabesp (2022). Adaptação do Autor.

Esse sistema é formado num braço compartimentado do manancial Rio Grande, na represa Billings, possuindo uma capacidade de armazenamento e fornecimento de 11,21 bilhões de litros de água.

Sua localização é próxima à Rodovia Anchieta, e o tratamento de suas águas é feito na estação de mesmo nome, que tem uma capacidade de produção de 5,5 mil

litros de água por segundo e que presta atendimento aos municípios de Diadema, Santo André a São Bernardo do Campo.



Figura 12 - Sistema São Lourenço
Fonte: Sabesp (2022). Adaptação do Autor.

Tendo sido incluído recentemente, no ano de 2018, ao sistema integrado da Região Metropolitana de São Paulo, e portanto, tendo ajudado a aumentar a disponibilidade hídrica regional, o Sistema Produtor São Lourenço capta água do reservatório Cachoeira do França.

A água é encaminhada para a estação de água Vargem Grande Paulista, cuja capacidade de tratamento é de até 6,4 mil litros por segundo, atendendo cerca de 1,4 milhão de habitantes em sete dos municípios da Região Metropolitana de São Paulo, no lado oeste da região, a saber, Barueri, Carapicuíba, Cotia, Itapevi, Jandira, Santana de Parnaíba e Vargem Grande Paulista.

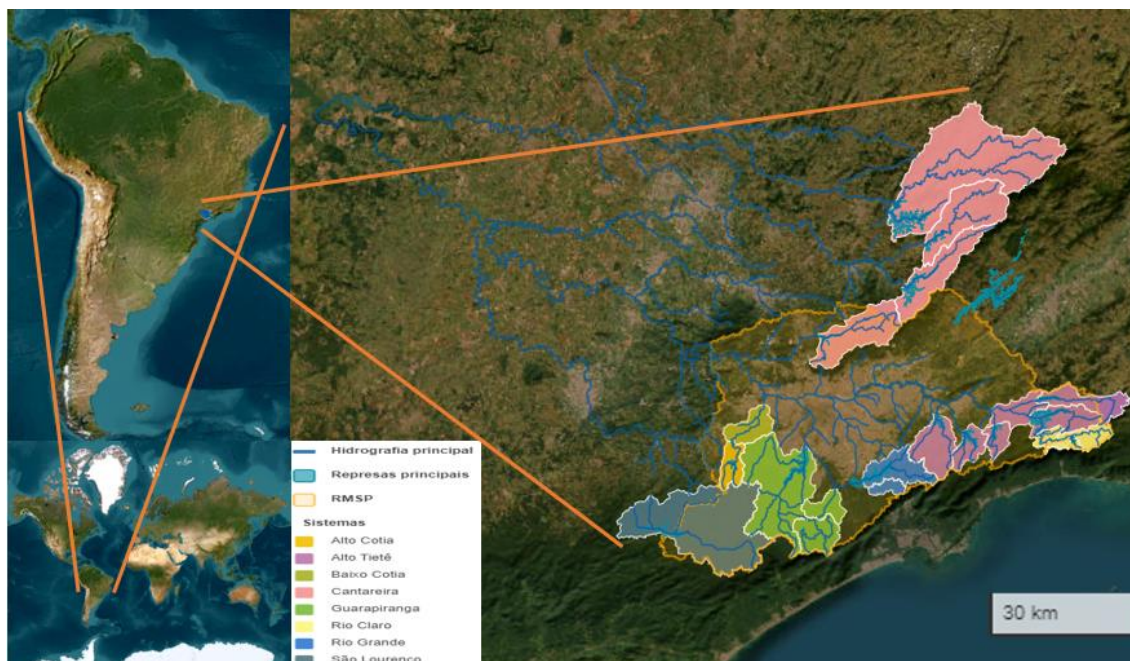


Figura 13 - Reservatórios da região metropolitana de São Paulo
Fonte: Sabesp (2022). Adaptação do Autor.

5 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS OPERACIONAIS

Foi feita uma revisão bibliográfica para trazer conceitos, tratar brevemente do histórico de utilização da água na Região Metropolitana de São Paulo, apresentar a metodologia de cálculo da Agência Nacional de Águas e da Organização das Nações Unidas.

Dados disponibilizados pela ANA, DEE e Sabesp, e em outros órgãos de apoio em seus sítios, foram coletados, organizados em quadros e tabelas, comparados estatisticamente e projetados em gráficos a fim de proporcionar uma visão clara e simplificada da situação dos mananciais na época da ocorrência da crise hídrica, a evolução dessa situação, principalmente sendo consideradas as providências no sentido do contingenciamento da situação e das melhorias implementadas no sistema de captação, armazenamento, tratamento e distribuição, e finalmente a situação atual do nível de segurança e a classificação de disponibilidade hídrica da Região de Metropolitana de São Paulo.

5.1 Da coleta dos dados

Os dados relativos à situação dos mananciais de água que servem a RMSP, com exceção dos relativos ao sistema produtor Ribeirão da Estiva, são atualizados diariamente e apresentados pela Sabesp em seu sítio de internet denominado “Portal dos Mananciais”

Em tal sítio são disponibilizados dados de volume operacional dos mananciais por percentual e por hm^3 , além da variação diária; e são disponibilizados dados de pluviometria sobre os mananciais relativos ao dia, ao acumulado do mês e sobre a média histórica.

São disponibilizados também dados de totalização dos percentuais, por hm^3 e de variação do volume operacional.

Para a realização das análises neste trabalho, tendo em conta a extensão do período a ser analisado e que o acumulado da pluviometria só pode ser verificado no último dia de cada mês, foram coletados os dados informados no dia final de cada mês.

Tendo em conta que a crise hídrica foi verificada entre os anos de 2014 e 2015, foram considerados os anos de 2013, para se ter um vislumbre da situação prévia, até o presente ano (2023) para comparação da situação na época da crise, acompanhamento ao longo destes anos e verificação da situação atual.

5.2 Da demonstração visual da ocorrência de crise hídrica na RMSP

A fim de se ter um vislumbre da situação dos mananciais e da evolução geral dessa situação desde antes da do período em que foi verificada a ocorrência de crise hídrica até os dias atuais, foram coletados os dados do ano anterior a ocorrência de crise, que estão tabulados e projetados nos gráficos que vem a seguir:

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média anual
Cantareira	514,02	560,18	609,48	617,22	581,23	553,03	524,18	464,71	395,46	361,05	311,98	268,44	481,48
Alto Tietê	278,64	311,38	340,61	345,57	330,55	326,71	331,35	305,31	279,42	266,84	256,58	242,13	301,26
Guarapiranga	114,83	125,65	145,81	152,12	145,03	151,07	157,4	144,24	132,56	129,74	130,76	118,58	137,32
Cotia	14,93	17,06	16,8	16,72	16,31	16,72	16,46	15,36	14,24	14,1	13,59	12,33	15,39
Rio Grande	101,81	112,56	111,23	106,55	104,34	106,18	111,42	106,18	104,71	105,26	107,66	94,25	106,01
Rio Claro	10,97	13,28	14,02	13,9	13,94	13,96	13,94	13,41	12,63	12,76	12,8	13,86	13,29
São Lourenço													
Total RMSP*	1035,2	1140,12	1238	1252,1	1191,4	1167,7	1154,8	1049,2	939,02	889,75	833,37	749,59	1054,75

Figura 14 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água em hm^3 dos reservatórios que atendem a RMSP 2013.

Fonte: SABESP (2023). Elaborado pelo Autor.

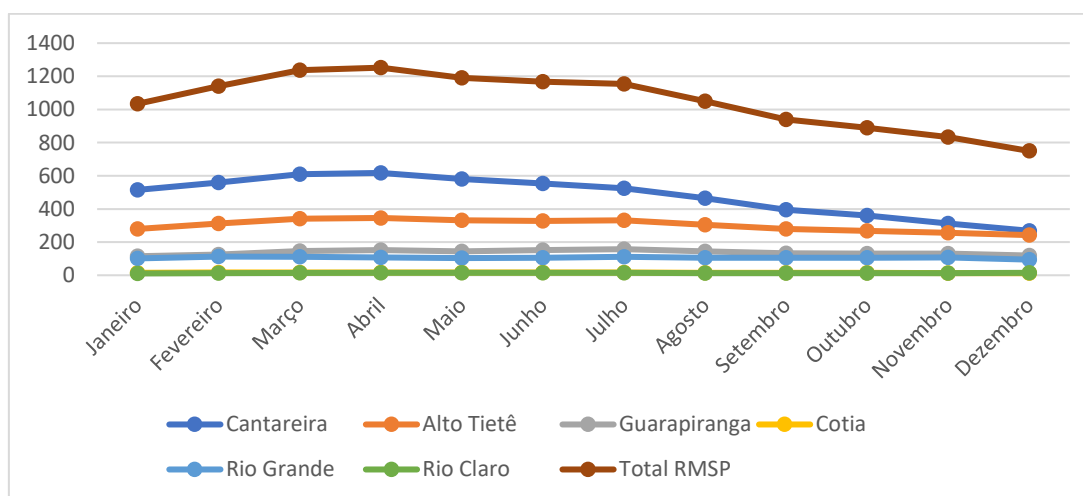


Gráfico 1 - Variação mensal da carga de água em hm^3 dos reservatórios que atendem a RMSP 2013.

Fonte: SABESP (2023). Elaborado pelo Autor.

Os valores e cores discriminados na tabela e a evolução das linhas no gráfico acima, demonstram, que de maneira Geral, o ano de 2013 terminou com disponibilidade menor se comparada com o início.

Já a tabela e o gráfico a seguir, demonstram a situação dos mananciais da RMSP no ano de 2014, no qual é verificada a efetiva ocorrência de crise face a significativa diminuição do volume de água disponível no principal manancial regional o Cantareira, que levou a média geral da região abaixo de zero no mês mais crítico, apesar dos valores positivos nos demais:

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média anual
Cantareira	217,81	160,96	131,96	105,04	62	19,63	-30,98	-74,79	-115,05	-165,92	-201,23	-216,29	-8,9
Alto Tietê	232,91	202,02	194,3	187,49	160,12	135,23	108,24	81,12	65,09	34,43	30,61	69,93	125,12
Guarapiranga	115,08	115,82	131,79	133,34	127,18	122,86	111,36	98,02	89,11	67,77	57,62	69,57	103,29
Cotia	10,43	9,21	9,37	8,35	7,98	7,71	7,09	6,27	5,88	4,96	4,93	5,2	7,28
Rio Grande	103,98	105,81	106,18	107,47	105,63	103,25	96,5	90,18	86,38	77,52	71,53	80,94	94,61
Rio Claro	13,4	12,75	13,2	13,92	13,96	13,53	11,35	10,24	8,44	5,95	4,38	4,51	10,47
São Lourenço													
Total RMSP*	693,61	606,57	586,8	555,61	476,87	402,21	303,56	211,04	139,85	24,71	-32,16	13,86	331,87

Figura 15 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2014.
Fonte: SABESP (2023). Elaborado pelo Autor.

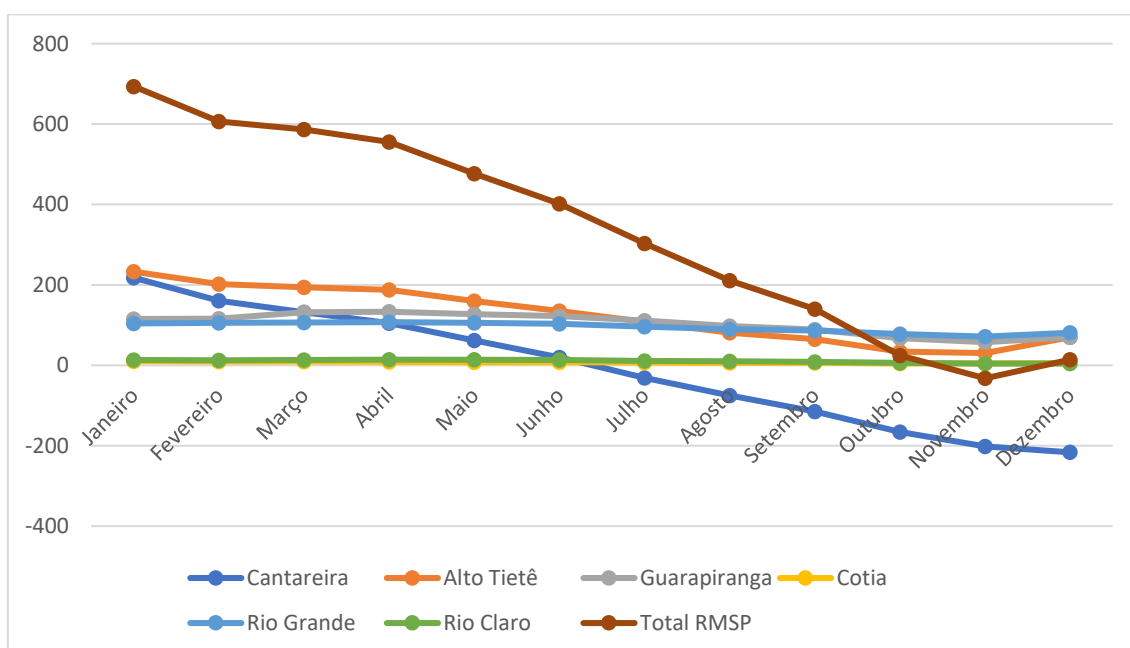


Gráfico 2 - Variação mensal da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2014.
Fonte: SABESP (2023). Elaborado pelo Autor.

Os valores e cores discriminados na tabela e a evolução das linhas no gráfico acima, demonstram, que de maneira geral, o ano de 2014 teve quedas acentuadas e significativas nos volumes de água disponíveis na região, chegando a ficar, no geral, abaixo de zero, o que torna efetiva a ocorrência da situação de crise.

A tabela e o gráfico a seguir, demonstram a situação dos mananciais no ano de 2015, no qual é verificada a elevação gradual do volume das águas disponíveis nos mananciais, sobretudo pela recuperação dos níveis do Sistema Cantareira:

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média anual
Cantareira	-237,82	-175,46	-100,7	-91,6	-95,16	-92,24	-103,6	-134,9	-128,02	-129,96	-95,91	3,22	-115,18
Alto Tietê	61,74	105,06	130,91	128,16	128,18	118,31	105,03	79,3	86,07	78,82	89,84	135,55	103,91
Guarapiranga	82,27	103,3	145,81	140,07	137,21	128,46	130,76	116,32	133,59	131,02	149,49	147,12	128,79
Cotia	4,68	6,57	10,75	10,81	11,13	10,49	10,17	8,82	9,95	9,56	12,45	14,2	9,97
Rio Grande	83,79	92,88	109,34	107,29	105,07	103,25	100,37	91,36	96,32	97,2	108,78	106,18	100,15
Rio Claro	3,87	4,91	5,96	6,8	7,71	9,8	9,83	8,11	7,56	7,46	8,24	9,71	7,5
São Lourenço													
Total RMSP*	-0,25	137,26	302,05	301,53	294,14	278,07	252,57	168,97	205,47	194,1	272,89	416,98	235,14

Figura 16 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água em hm^3 dos reservatórios que atendem a RMSP 2015.

Fonte: SABESP (2023). Elaborada pelo Autor.

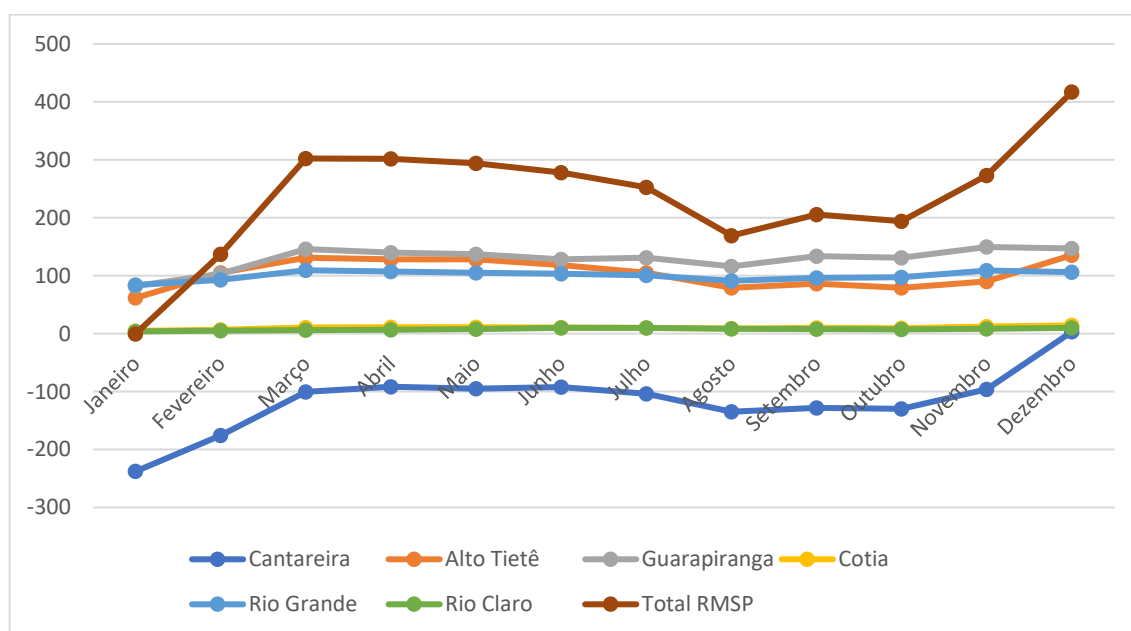


Gráfico 3 - Variação mensal da carga de água em hm^3 dos reservatórios que atendem a RMSP 2015.

Fonte: SABESP (2023). Elaborado pelo Autor.

Os valores e cores discriminados na tabela e a evolução das linhas no gráfico acima, demonstram, que também de maneira geral, o ano de 2015 teve elevações nos volumes de água disponíveis na região, principalmente por causa da elevação dos níveis do Sistema Cantareira.

A queda dos volumes no ano anterior e a elevação verificada no ano de 2015, se deram em vista de diminuição significativa e depois à retomada dos níveis normais de precipitações na região nesses anos, como se verá mais à diante.

A tabela e o gráfico a seguir, demonstram a situação dos mananciais no ano de 2016, no qual é verificada a elevação gradual do volume das águas disponíveis nos mananciais, sobretudo pela recuperação dos níveis do Sistema Cantareira:

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média anual
Cantareira	158,29	232,97	354,44	356,67	363,09	468,05	459,76	449,64	426,36	423,38	437,58	452,6	381,9
Alto Tietê	166,66	192,06	247,94	230,41	233,47	272,86	253,03	240,04	223,94	226,04	238,12	248,08	231,05
Guarapiranga	142,15	146,6	150,01	134,37	142,15	158,72	143,72	136,18	124,89	124,13	126,67	123,62	146,26
Cotia	16,8	16,61	16,53	16,09	16,5	16,53	16,16	15,98	15,08	14,48	14,55	16,2	15,96
Rio Grande	101,99	101,27	108,41	95,11	86,87	94,42	87,53	89,68	85,08	89,51	97,72	99,31	94,74
Rio Claro	11,19	12,49	14,02	13,49	13,22	13,69	11,57	11,13	9,68	9,02	10,5	11,3	11,78
São Lourenço													
Total RMSP*	597,08	702	891,35	846,14	855,3	1024,3	971,77	942,65	885,03	988,47	925,14	951,11	881,69

Figura 17 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2016.

Fonte: SABESP (2023). Elaborada pelo Autor.

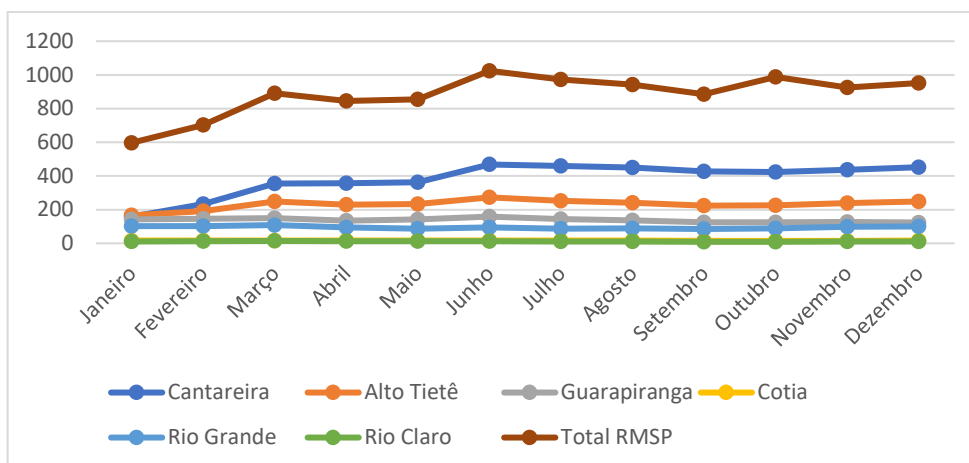


Gráfico 4 - Variação mensal da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2016.

Fonte: SABESP (2023). Elaborada pelo Autor.

Os valores e cores discriminados na tabela e a evolução das linhas no gráfico acima, demonstram que o ano de 2016 continuou com o crescimento gradual dos volumes dos reservatórios e da média da região, também, principalmente, em vista da continuidade da elevação dos níveis do Sistema Cantareira.

A tabela e o gráfico a seguir, demonstram a situação dos mananciais no ano de 2017, no qual é verificada mais uma queda no volume geral das águas disponíveis para a região, provocada por diminuição no Sistema Cantareira:

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média anual
Cantareira	590,4	616,31	644,5	640,35	664,39	657,97	616,98	574,12	506,73	454,83	436,04	405,23	567,32
Alto Tietê	300,47	302,58	314,6	327,58	327,72	332,73	315,1	306,9	277,27	263,74	292,1	294,76	304,63
Guarapiranga	135,66	131,79	135,4	136,95	141,63	143,46	125,91	118,83	99,45	96,83	104,51	101,61	122,67
Cotia	16,68	16,57	16,39	16,61	16,57	16,5	16,09	15,94	14,41	13,73	13,2	12,94	15,47
Rio Grande	106,55	101,99	98,95	104,53	102,17	99,13	91,69	95,8	87,2	88,85	96,67	92,2	97,14
Rio Claro	13,88	13,16	13,98	13,94	13,94	13,81	13,43	13,82	11,66	9,52	10,24	10,08	12,62
São Lourenço													
Total RMSP*	1163,6	1182,4	1223,8	1240	1266,4	1263,6	1179,2	1125,4	996,72	927,5	952,76	916,82	815,22

Figura 18 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2017.

Fonte: SABESP (2023). Elaborada pelo Autor.

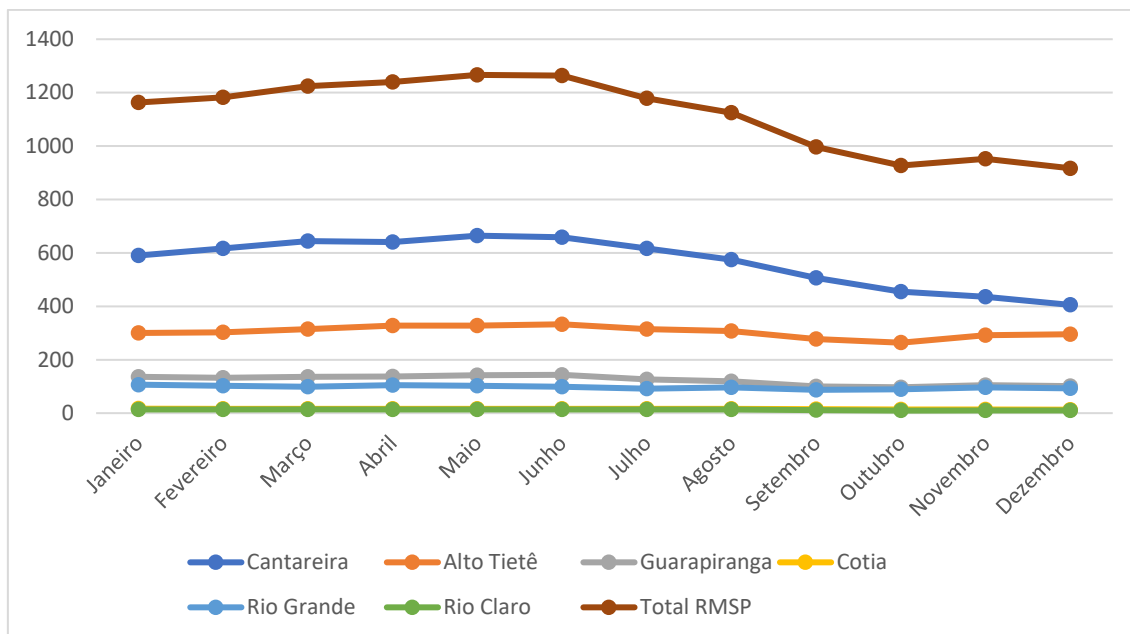


Gráfico 5 - Variação mensal da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2017.

Fonte: SABESP (2023). Elaborada pelo Autor.

Os valores e cores discriminados na tabela e a evolução das linhas no gráfico acima, demonstram que no ano de 2017 houve nova diminuição dos volumes gerais dos reservatórios na região, e que o volume é sempre puxado para baixo em vista da diminuição dos níveis do Sistema Cantareira.

O Ano de 2017 teve destaque pela conclusão das obras de transposição dos reservatórios do Sistema Cantareira com a consequente diminuição de perdas.

A tabela e o gráfico a seguir, demonstram a situação dos mananciais no ano de 2018, no qual é verificado um pequeno aumento nos níveis gerais dos reservatórios se comparado com os anos anteriores. Nesse ano foi acrescentado ao conjunto de sistemas produtores para atendimento da RMSP, o sistema produtor São Lourenço:

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média anual
Cantareira	491,24	514,33	532,28	502,55	454,71	430,34	388,98	363,29	329,76	338,93	353,08	387,83	423,94
Alto Tietê	324,4	331,55	362,84	355,8	333,05	317,03	294,81	277,77	257,35	273,06	278,97	282,61	307,43
Guarapiranga	122,61	130,76	141,37	152,38	136,18	123,37	106,94	96,12	82,95	99,67	103,05	103,3	116,56
Cotia	14,65	14,86	15,22	14,65	12,87	11,49	9,43	8,3	6,93	6,91	6,66	7,13	10,76
Rio Grande	92,54	92,88	97,2	98,78	89,68	88,02	83,15	86,77	87,36	93,32	93,05	92,37	91,26
Rio Claro	11,23	13,94	13,92	13,92	12,73	11,62	9,01	7,15	4,76	7,27	8,73	10,99	10,44
São Lourenço				68,74	57,92	36,04	23,22	26,24	20,32	50,66	50,44	59,06	43,63
Total RMSP*	1056,7	1098,32	1162,8	1206,8	1097,1	1017,9	915,54	865,64	789,43	869,82	893,98	943,29	1004,02

Figura 19 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2018.
Fonte: SABESP (2023). Elaborado pelo Autor.

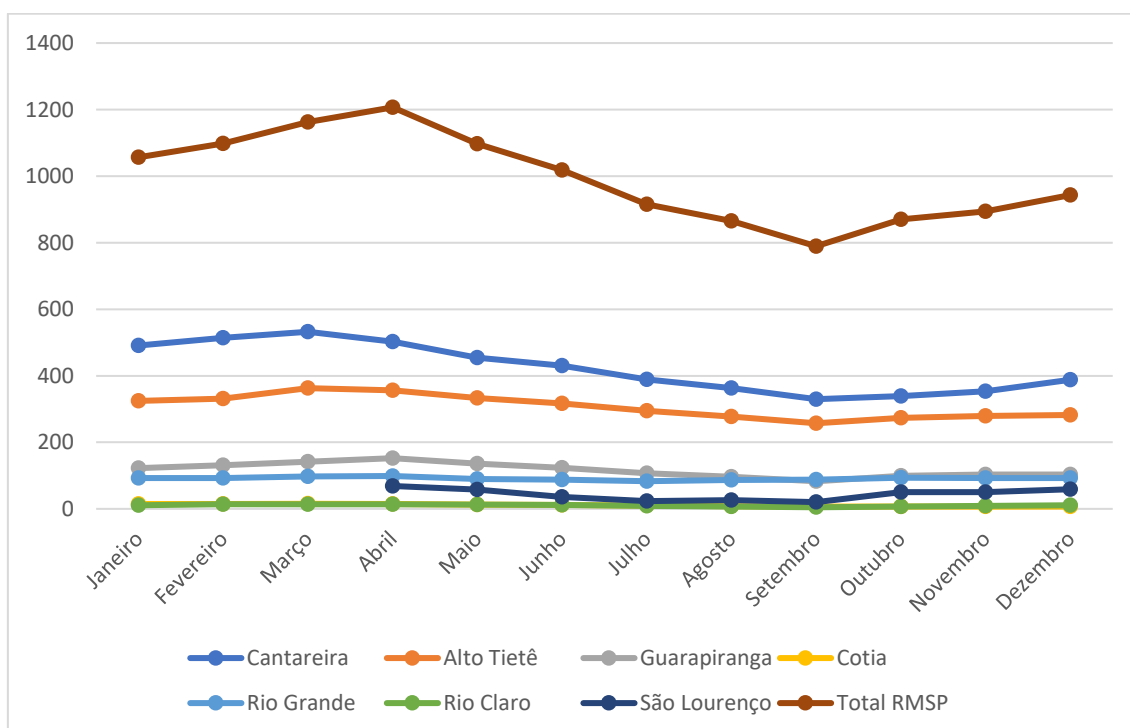


Gráfico 6 - Variação mensal da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2018.
Fonte: SABESP (2023). Elaborado pelo Autor.

Os valores e cores discriminados na tabela e a evolução das linhas no gráfico acima, demonstram que no ano de 2018 em que pese continuação da diminuição dos níveis gerais dos demais reservatórios, sobretudo o Sistema Cantareira, houve aumento geral, proporcionado pelo acréscimo do Sistema São Lourenço.

A tabela e o gráfico a seguir, demonstram a situação dos mananciais no ano de 2019, no qual é verificada uma situação de estabilidade nos níveis gerais dos reservatórios se comparado com os anos anteriores:

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média anual
Cantareira	425,13	463,27	542,43	576,54	567,02	544,28	530,23	493,77	461,97	405,34	371,49	396,41	481,49
Alto Tietê	297,9	406,45	511,93	525,72	539,33	535,85	532,3	507,42	488,36	459,56	440,23	430,27	472,94
Guarapiranga	120,84	145,55	155,81	159,52	159,78	153,96	156,34	144,77	136,95	119,33	113,09	110,47	139,7
Cotia	7,59	11,4	16,76	16,72	16,68	16,65	16,53	15,76	15	13,36	12,61	12,17	14,27
Rio Grande	91,36	112,76	113,14	114,1	115,07	112,18	111,42	110,85	105,63	92,37	93,91	93,05	105,48
Rio Claro	12	14,02	13,96	14,02	13,95	13,93	13,92	13,92	13,98	13,92	13,98	13,41	13,75
São Lourenço	59,53	83,24	87,24	83,46	89,39	88,82	86,12	56,04	53,54	41,97	45,1	52,35	68,9
Total RMSP*	1014,4	1236,69	1441,3	1490,8	1501,2	1465,7	1446,9	1342,5	1275,43	1145,85	1090,41	1108,13	1296,53

Figura 20 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2019.

Fonte: SABESP (2023). Elaboração do Autor.

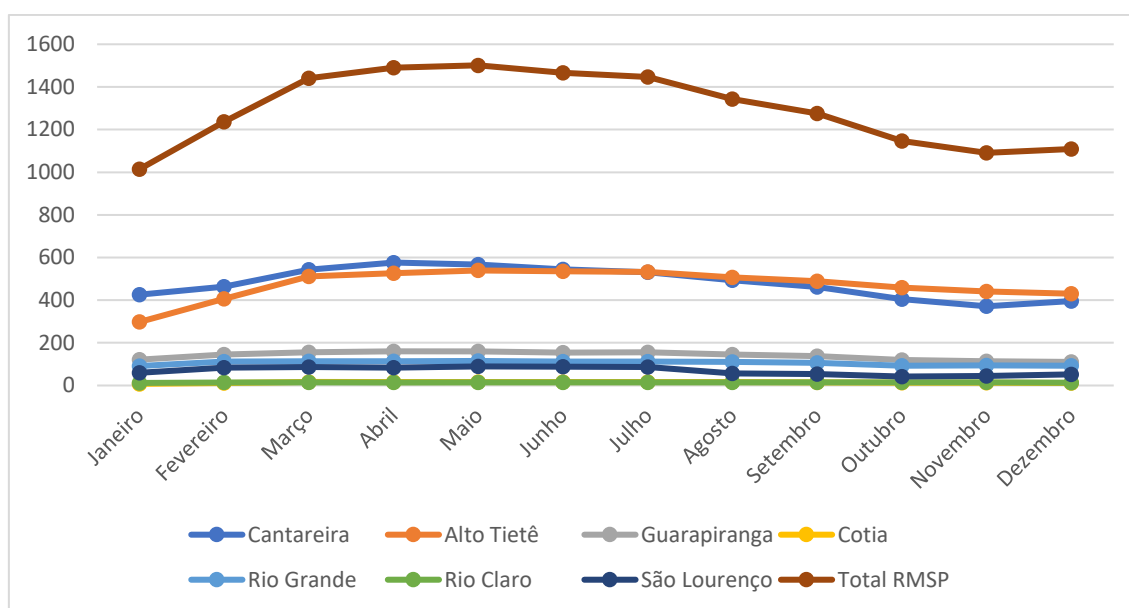


Gráfico 7 - Variação mensal da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2019.

Fonte: SABESP (2023). Elaboração pelo Autor.

Os valores e cores discriminados na tabela e a evolução das linhas no gráfico acima, demonstram que no ano de 2019 houve predominância de equilíbrio nos níveis dos reservatórios que atendem a RMSP.

A tabela e o gráfico a seguir, demonstram, respectivamente a situação dos mananciais nos anos de 2020 e 2021, nos quais são verificadas pequenas quedas

nos níveis dos reservatórios, porém, com tendência de recuperação nos finais, longe dos níveis críticos observados nos anos de crise:

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média anual
Cantareira	448,36	584,78	632,23	606,52	573,91	552,92	514,11	470,32	407,09	344,67	315,07	355,09	483,75
Alto Tietê	466,19	502,15	497,87	466,19	433,22	413,44	380,71	365,29	337,92	309,59	301,14	301,82	397,96
Guarapiranga	132,56	143,2	141,37	125,78	109,88	105,96	90,5	87,04	79,81	77,81	87,5	97,07	106,54
Cotia	12,84	17,14	16,99	16,35	15,29	14,97	13,56	12,39	10,49	10,06	9,92	10,49	13,37
Rio Grande	98,07	111,23	98,78	93,05	88,12	87,69	80,94	86,87	87,2	84,92	87,69	89,35	91,16
Rio Claro	13,69	13,77	13,35	12,27	11,04	10,18	8,29	9,33	8,44	6,51	6,77	6,03	9,97
São Lourenço	61,74	88,71	87,8	84,45	83,35	86,12	68,84	65,35	56,7	55,76	53,36	54,09	70,52
Total RMSP*	1233,5	1460,98	1488,4	1404,6	1314,8	1271,3	1157	1096,6	987,65	889,32	861,45	913,94	1173,27

Figura 21 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2020.

Fonte: SABESP (2023). Elaboração do Autor.

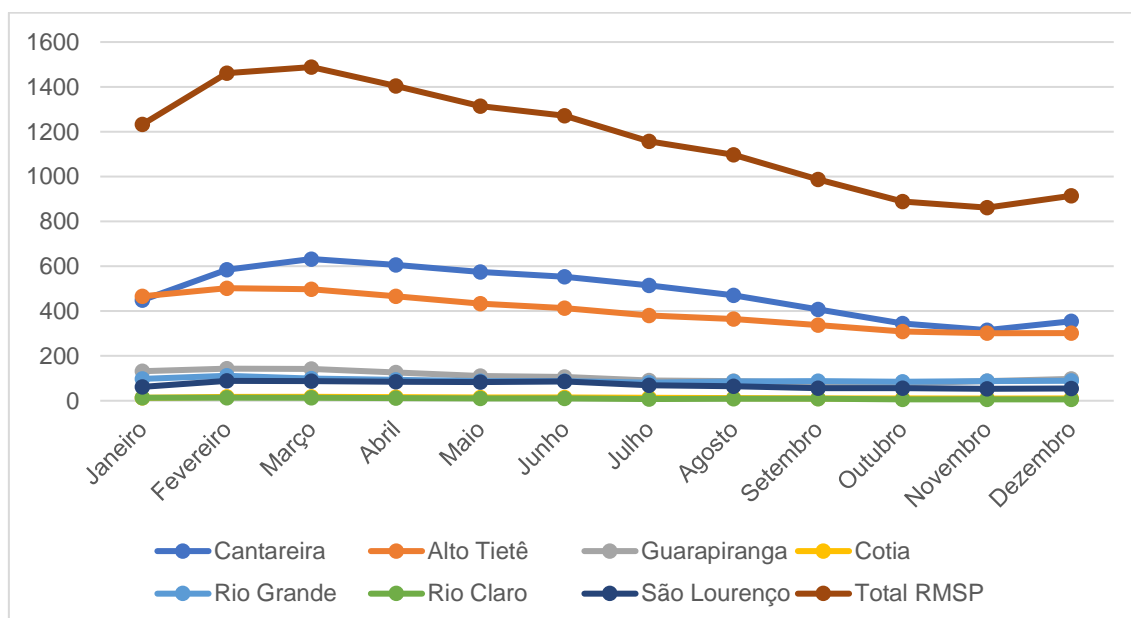


Gráfico 8 - Variação mensal da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2021.

Fonte: SABESP (2023). Elaboração pelo Autor.

Os valores e cores discriminados na tabela e a evolução das linhas no gráfico acima, demonstram que nos anos de 2020 e 2021 houve certa diminuição dos níveis gerais dos reservatórios que atendem a RMSP se comparados com os dos anos anteriores mais imediatos, porém, sem aproximação dos níveis críticos da época de crise de abastecimento.

A tabela e o gráfico a seguir, demonstram a situação dos mananciais no ano de 2022, no qual é verificado equilíbrio nos níveis dos reservatórios que atendem a RMSP:

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média anual
Cantareira	329,66	422,01	444,43	432,4	408,66	390,36	356,19	324,65	314,94	311,88	325,27	414,73	372,93
Alto Tietê	286,1	316,24	332,67	345,82	348,96	336,4	305,33	281,66	267,37	252,66	255,4	270,81	299,95
Guarapiranga	136,95	142,15	155,02	150,01	135,4	129,23	114,58	102,09	103,54	100,89	124,38	145,03	128,27
Cotia	11,28	13	15,58	15,08	13,96	13,56	11,74	9,89	9	7,49	6,91	8,63	11,34
Rio Grande	112,18	111,8	115,65	115,45	111,23	109,91	102,71	100,02	104,16	107,47	116,23	113,33	110,01
Rio Claro	5,9	6,34	6,3	6,92	5,98	6,08	5,3	5,98	6,49	5,55	5,39	5,96	6,01
São Lourenço	79,87	72,4	86,46	83,02	80,3	79,12	68,23	60,01	58,3	57,26	66,54	72,3	71,98
Total RMSP*	961,94	1083,94	1156,1	1148,7	1104,5	1064,7	964,08	884,3	863,8	843,2	900,12	1030,79	1000,49

Figura 22 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2022.

Fonte: SABESP (2023). Elaboração do Autor.

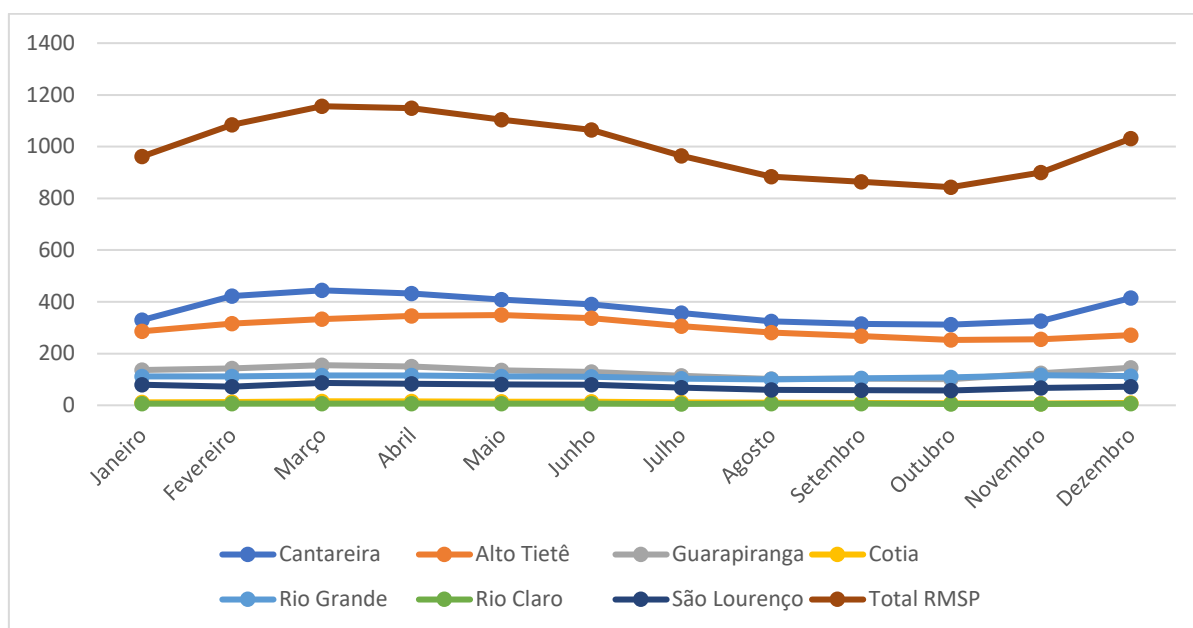


Gráfico 9 - Variação mensal da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2022.

Fonte: SABESP (2023). Elaboração do Autor.

Os valores e cores discriminados na tabela e a evolução das linhas no gráfico acima, demonstram que no ano de 2022 não houveram grandes quedas e nem grandes aumentos, prevalecendo uma situação de equilíbrio nos níveis dos reservatórios que atendem a RMSP.

A tabela e o gráfico a seguir, demonstram a situação dos mananciais no ano de 2023, no qual é verificado um pequeno aumento nos níveis gerais dos reservatórios nesse período inicial do ano retratado; havendo, no entanto, necessidade de se aguardar a ocorrência das estações secas da metade do ano para se verificar o desfecho da situação anual.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média anual
Cantareira	509,75	678,7	800,91	841,67	828,09								
Alto Tietê	288,75	386,75	409,02	425,89	416,62								
Guarapiranga	136,95	142,68	146,6	152,38	138,77								
Cotia	12,68	15,25	16,46	16,68	16,13								
Rio Grande	113,14	115,65	113,14	114,1	111,42								
Rio Claro	5,59	5,76	5,77	5,96	6,11								
São Lourenço	86,57	87,13	86,9	86,01	84,9								
Total RMSP*	1153,4	1431,92	1578,8	1642,7	1602								

Figura 23 - Tabela da variação mensal e média anual da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2023.

Fonte: SABESP (2023). Elaboração do Autor.

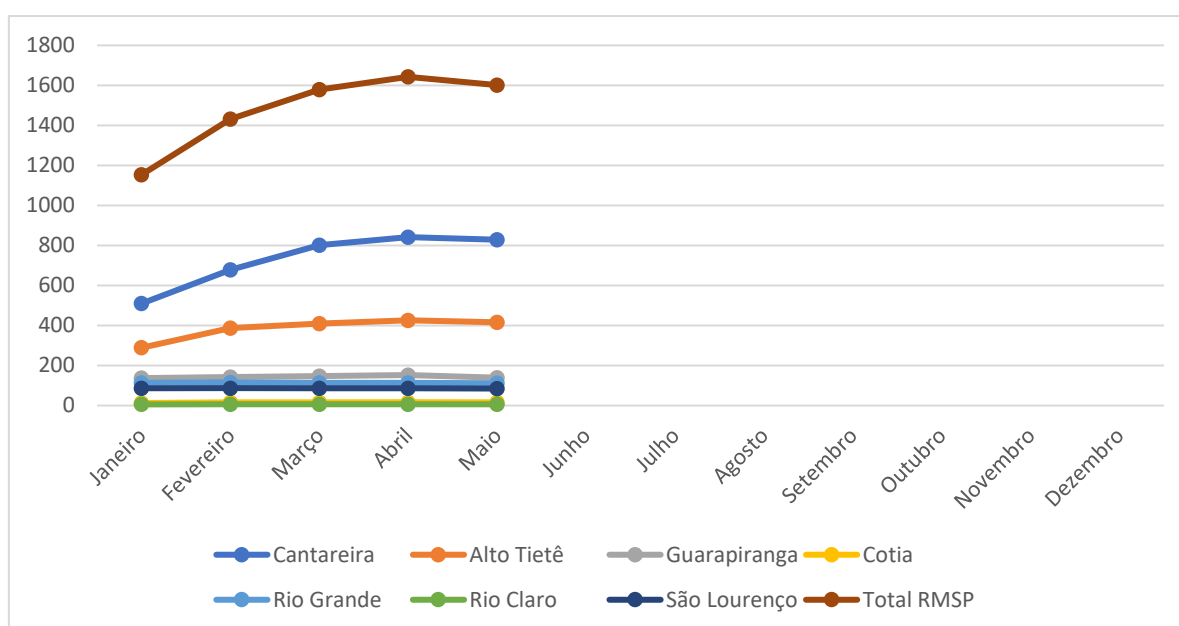


Gráfico 10 - Variação mensal da carga de água em hm³ dos reservatórios que atendem a RMSP 2023.

Fonte: Sabesp (2023). Elaboração do Autor.

Os valores e cores discriminados na tabela e a evolução das linhas no gráfico acima, demonstram que no ano de 2023 ocorreu um pequeno aumento nos níveis gerais dos reservatórios no período de início do ano em voga, porém, há necessidade do aguardado da ocorrência das estações secas do meio do ano, para que seja possível verificar o desfecho da situação anual dos mananciais.

Com relação a crise hídrica, as informações apresentadas pelo poder público por meio da Sabesp foram no sentido de que foi ocasionada por um período de estiagem anômala sem precedentes e conseqüente diminuição da afluência ao Sistema Cantareira, principal dentre os que atendem a RMSP, no qual todas as mínimas registradas anteriormente foram ultrapassadas.

Conforme o documento da Sabesp CHES – Crise Hídrica, Estratégias e Soluções:

A vazão média de 2014 (11,3 m³/s) foi cerca de $\frac{1}{4}$ da média anual (44,1 m³/s). Comparando-se mês a mês, entre fevereiro/2014 e janeiro/2015, foram registradas as menores vazões de toda a série. Ou seja, em nenhum ano anterior haviam sido observadas afluências ao Cantareira tão baixas como o ocorrido ao longo de 2014. (Sabesp, 2015, p. 11).

Ainda conforme o mesmo documento:

A Crise Hídrica de 2014 acarretou uma mudança de paradigma, uma vez que, até então, os registros indicavam que o ano de 1953 havia sido o mais crítico da história, quando se registrou uma vazão média de 24,6 m³/s, mais que o dobro do observado em 2014. (Sabesp, 2015 p.11).

As figuras abaixo apresentadas, extraídas do citado documento, apresentam uma comparação dos valores de vazão observadas no ano de 2014, em comparação com a média e com o ano anterior em que ocorreram as menores médias da história, demonstrando que o ano de 2014, além de ficar muito abaixo da média, superou todas as situações anteriores em que houveram mínimas.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média (Jan a Dez)
Média (1930 a 2013)	70,7	73,7	66,8	48,3	38,3	35,2	28,8	24,4	25,4	30,5	34,8	52,8	44,1
Média (1930 a 2015*)	69,4	72,5	65,9	47,9	37,9	34,9	28,5	24,2	25,2	30,2	34,5	52,3	43,8
Mínima	11,5	10,5	18,9	17,2	10,1	10	6,4	8,2	9	5,2	8,8	16	11,3
Ano de ocorrência da Mínima	2015	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014

Figura 24 - Vazões médias mensais afluentes ao Sistema Cantareira (m³/s).
Fonte: SABESP (2015). Adaptação pelo Autor.

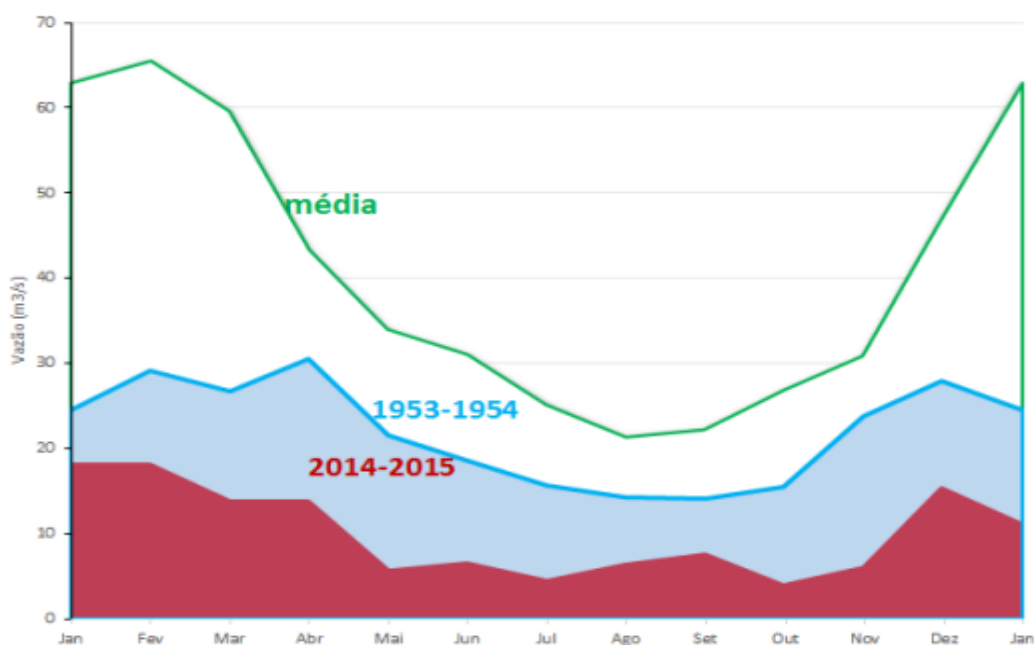


Figura 25 - Vazões anuais afluentes ao Sistema Cantareira (m³/s) – 1930 a 2014.

Fonte: SABESP (2015). Adaptação pelo Autor.

Conforme é possível observar, a situação demonstrada nos gráficos relativos ao ano de 2014 e 2015, e também nas figuras acima, inferem que a estiagem ocorrida no ano de 2014 no Sistema Cantareira, levou a média de toda a Região Metropolitana de São Paulo a níveis críticos, o que caracteriza crise no abastecimento, reconhecida pelo próprio poder público por meio da Sabesp que emitiu o citado documento.

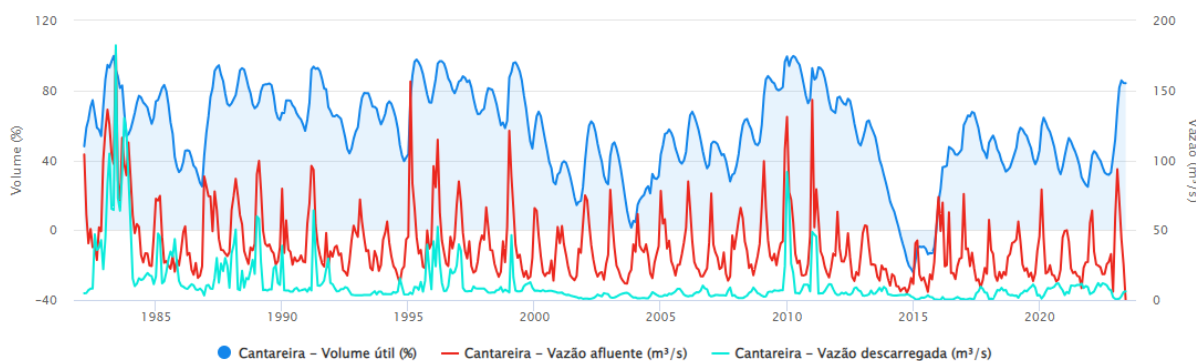


Figura 26 - Sistema Cantareira, volume útil e vazões afluente e efluente (de descarga), entre os anos 1980 e 2023.
Fonte: DAEE (2023). Adaptação do autor.

A Figura auxilia na visualização da situação do sistema produtor Cantareira, que entre os anos de 2014 e 2015 mostra os menores níveis de afluência, representada pela linha vermelha, em todo o período retratado; demonstrando a severidade da estiagem e como foi drástica a redução da disponibilidade hídrica nesse período no sistema e conseqüentemente em toda a Região Metropolitana de São Paulo.

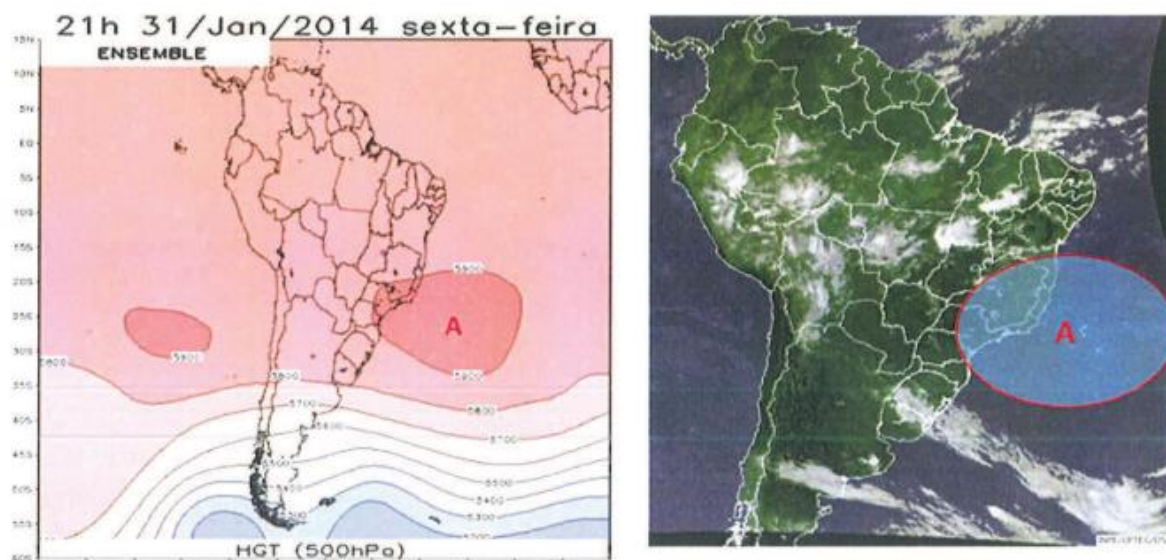


Figura 27 - Campo de pressão atmosférica que persistiu nos níveis médios da atmosfera na época da crise, que impediu a ocorrência das chuvas de forma regular, provocando a estiagem prolongada e a conseqüente diminuição das afluências sobre o sistema Cantareira, o maior da RMSP.
Fonte: CPTEC/IMPE, apud SABESP (2015). Adaptação pelo Autor.

A figura contendo duas imagens, mostra, destacado com a letra “A”, um campo de pressão atmosférica, que persistindo sobre a região nas altas camadas da atmosfera, afetou o regime de chuvas, impedindo a ocorrência dos níveis de chuvas normais, ocasionando estiagem prolongada e a queda nos níveis de afluência para os reservatórios componentes do sistema Cantareira, ocasionando a drástica diminuição dos volumes no sistema, e provocando a crise hídrica suportada pela população da RMSP no período entre 2014 e 2015.

5.3 Providencias da Sabesp para melhoria da produção hídrica na RMSP

Diante da situação demonstrada, o poder público, por meio da Sabesp, intensificou providências no sentido de mitigar a situação, além de outras que já vinha tomando antes do período crítico, dentre as quais podemos destacar a implementação e entrega do sistema produtor São Lourenço, a construção de adutoras para interligação de reservatórios e a integração do sistema de distribuição na RMSP.

A Sabesp (2023), em seu sítio institucional, informa que para ampliar em 30% a oferta hídrica na RMSP até o final da década, diante de um novo cenário que se configura para o futuro do uso da água, para o enfrentamento da crise e para aumentar a disponibilidade e a integração entre sistemas produtores, reposicionou investimentos e implementou um conjunto de ações de curto e de médio prazos.

Informou que o processo foi dividido em fases de obras emergenciais destinadas ao atendimento imediato das necessidades da população em vista da ocorrência de seca histórica, e das obras que em longo e médio prazos visam garantir o futuro do abastecimento para a Região Metropolitana de São Paulo, oferecendo, além do conforto para a população, a segurança para que se possa investir, produzir e continuar impulsionando economia regional.

Informou, que se faz necessário dar destaque ao trabalho que, segundo afirma, já vinha sendo feito de maneira contínua com vistas à melhoria da reserva e distribuição de águas pelo sistema, que permitem o atendimento chegando com cada vez mais eficiência a muitos mais clientes.

Ela destaca, que entre 1995 e 2014, segundo informa, já havia investido R\$ 10,9 bilhões na infraestrutura pertinente à RMSP, visando o aumento da disponibilidade e eficiência dos mananciais, visando otimizar a capacidade de

produção, e também do transporte da água que é tratada, objetivando a integração dos sistemas de produção hídrica e da rede distribuidora de água.

Inferiu, que no citado período (1995 a 2014), a produção de água nos sistemas que atendem a RMSP foi aumentada de 57 para mais de 73 m³/s (setenta e três metros cúbicos ou setenta e três mil litros por segundo); e referiu, que uma das principais obras destinadas a garantir para a região o alcance da segurança hídrica, foi totalmente concluída com antecedência de sete meses, qual seja, a interligação Jaguari-Atibainha, obra que conectou duas bacias hidrográficas distintas, ficando pronta e preparada para realizar operações de transferências de águas nos dois sentidos, podendo beneficiar cerca de 39 milhões de pessoas nas regiões metropolitanas de São Paulo, de Campinas, no Vale do Paraíba e também no estado do Rio de Janeiro, inclusive a capital daquele ente federado.

Segundo as informações apresentadas, o empreendimento proporcionou empregos a cinco mil e trezentos trabalhadores diretos e indiretos, e demandou investimentos na ordem de R\$ 555 milhões.

Abaixo estão descritas algumas das principais obras realizadas e demais providencias adotadas:



Figura 28 - Bombeamento para a transposição Jaguari - Atibainha em 2014.
Fonte: SABESP (2023). Adaptação do Autor.



Figura 29 - Obras de adução do Sistema Alto Tietê em Cangaíba – SP em 2014.
Fonte: SABESP (2014). Adaptação do Autor.



Figura 30 - Obras para implementação da Estação de Tratamento de Água Rodolfo José Costa e Silva (Sistema Guarapiranga) em 2014.
Fonte: SABESP (2014). Adaptação do Autor.



Figura 31 - Melhorias na estrutura de bombeamento do Sistema Rio Grande em 2014.

Fonte: SABESP (2023). Adaptação do Autor.

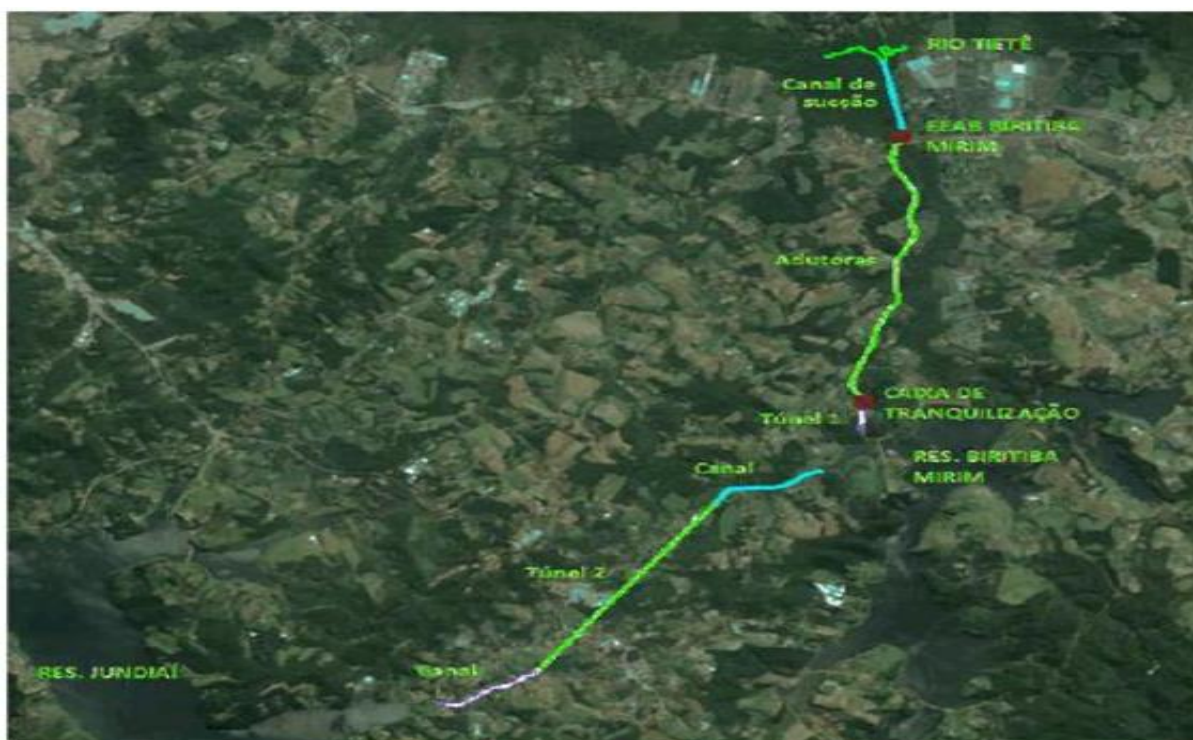


Figura 32 – Transposição do Rio Tietê para o Reservatório Jundiá em 2014.

Fonte: SABESP (2023). Elaboração do Autor.

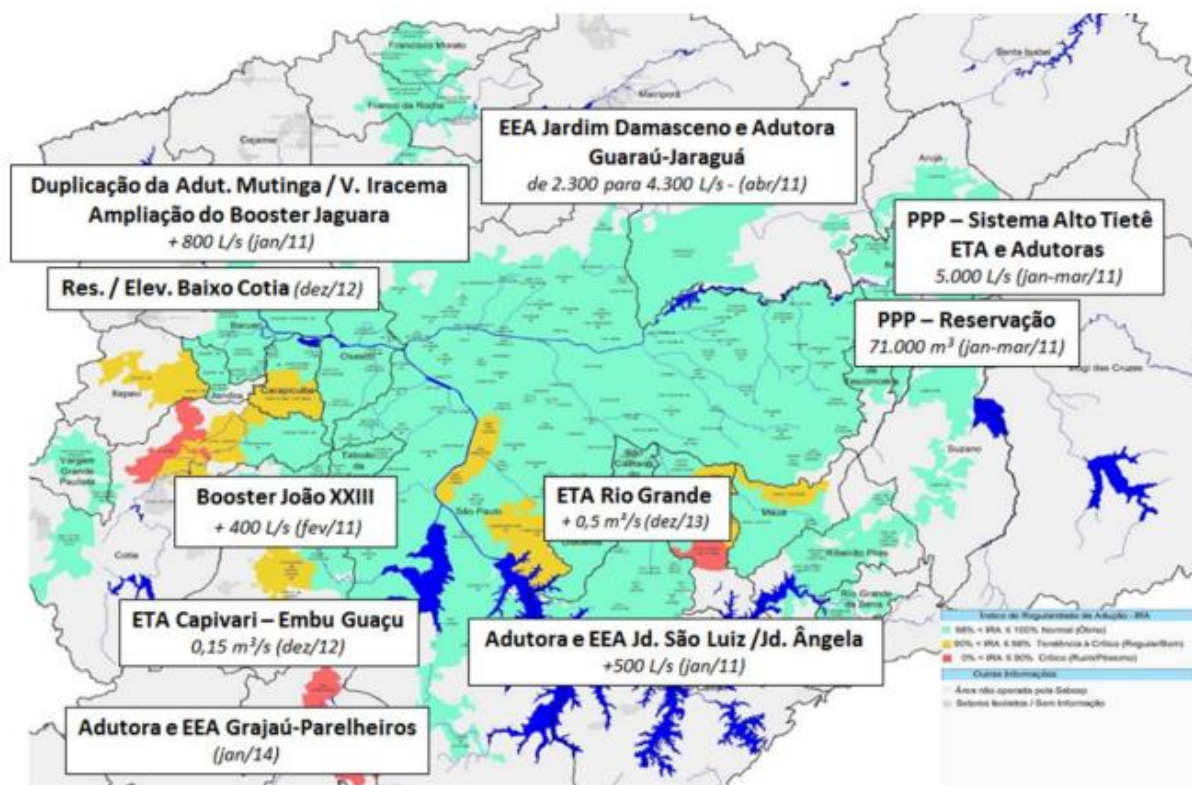


Figura 33 - Principais Obras realizadas entre 2011 e 2014
Fonte: SABESP (2023). Adaptação do Autor.

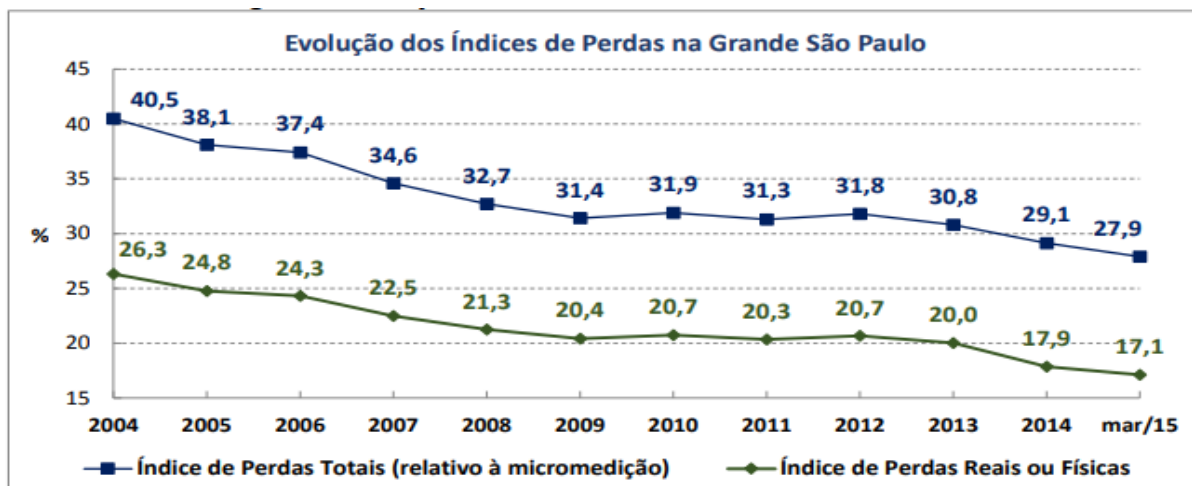


Figura 34 - Evolução (diminuição) dos índices de perda de água na RMSP proporcionados pelos novos empreendimentos da Sabesp.
Fonte: SABESP (2023). Adaptação do Autor.

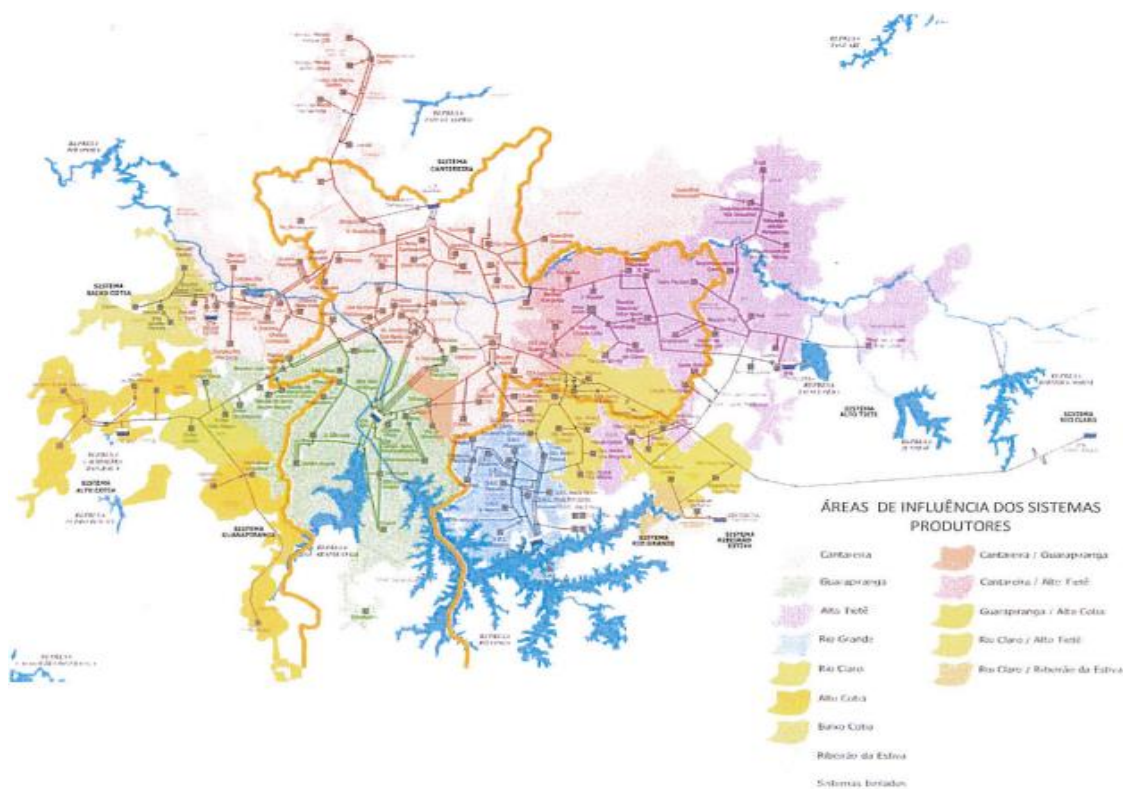


Figura 35 - Área de influência dos sistemas produtores e o Sistema Metropolitano Integrado pelas adutoras.
Fonte: SABESP (2023). Adaptação do Autor.



Figura 36 - Obras de implementação do Sistema São Lourenço, colocada em operação em 2018.
Fonte: SABESP (2023). Adaptação do Autor.

Conforme as informações prestadas pela Sabesp (2023), as obras e demais ações implementadas visando a mitigação da crise hídrica e proporcionar da segurança Hídrica, trouxeram para a região acréscimos na disponibilidade, da ordem de 13,5 m³/s.

5.4 Do cálculo e aferição da segurança hídrica

A Agência Nacional de Águas (2019), em seu Plano Nacional de Segurança Hídrica, visando trabalhar no sentido do alcance da segurança hídrica conforme definido pela Organização das Nações Unidas e a retratar em suas diferentes dimensões no território brasileiro, estabeleceu o Índice de Segurança Hídrica – ISH.

Segundo o plano e o documento Metodologia do ISH da ANA (2019), e com base na definição da ONU, segurança hídrica consiste em:

[...] disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias, devendo ser consideradas as suas quatro dimensões como balizadoras do planejamento da oferta e do uso da água em um país.

Para compor o ISH, a ANA considerou as dimensões Humana, Econômica, Ecológica e de Resiliência, com um ou mais indicadores capazes de quantificar aspectos pertinentes conforme definição de especialistas consultados, combinando variáveis ou atributos mensuráveis, classificando valores com gradação em cinco faixas, de 1 a 5 em ordem crescente, onde o nível um indica mínima e o cinco máxima segurança hídrica, sendo os níveis intermediários, nessa ordem, baixa, média e alta, exceto para barragens de rejeito cujas faixas vão de 1 a 3.

Além dos valores numéricos, a ANA atribuiu também cores à gradação dos níveis de segurança hídrica, sendo as cores, na ordem crescente e associadas à gradação numérica, vermelho equivalente à mínima segurança, laranja equivalente à baixa segurança, amarelo equivalente à média segurança, verde equivalente a alta segurança, e azul equivalente à máxima segurança hídrica.

Nesta pesquisa, tendo em conta a complexidade do tema, a quantidade de dados necessários e o tempo disponível para realização e conclusão dos trabalhos, a análise ficou restrita ao aspecto humano, que a ANA (2019) define como garantia de água para abastecimento e cobertura da rede de abastecimento, onde é possível quantificar disponibilidade, demanda e riscos efetivos. A imagem abaixo traz um quadro resumo dos planos de informação utilizados pela ANA na construção dos indicadores:

Dimensão	Planos de Informação
Humana	Balço hídrico (Dem/Disp) por ottobacia - ANA
	Demandas hídricas(m ³ /s) por tipo de uso, município e ottobacia - Manual de Usos Consuntivos-ANA
	Pontos de captação para abastecimento urbano - Atlas de Abastecimento Urbano - ANA
	População urbana municipal - IBGE
	Polígonos de setor censitário urbano - IBGE
	Percentual de cobertura de rede de abastecimento urbano – Snis e IBGE

Figura 37 - Resumo dos planos de informação para construção dos indicadores.

Fonte: Agência Nacional de Águas (2019).

Também conforme a ANA (2019) a cobertura da rede de abastecimento só é considerada para efeito de punição e quando há um déficit de cobertura a partir de trinta por cento, vez que a cobertura plena não garante o abastecimento em situações de escassez. Tendo em conta que a RMSP, conforme a Sabesp (2023) tem cobertura de cerca de 98,4%, esse aspecto não se aplica a região.

Para definição da área de análise, a ANA considerou as ottobacias, ou seja, as áreas de contribuição hídrica definidas conforme o método de Otto Pfafstetter, e também os setores censitários definidos pelo IBGE. No caso de ocorrência de intersecção entre ottobacias ou entre setores censitários atendidos por uma ou mais ottobacias, deve ser feita uma média ponderada entre os valores das ottobacias ou setores censitários em intersecção.

Tendo em conta que a RMSP, conforme demonstrado na seção que tratou das providências adotadas pela Sabesp para a mitigação da crise hídrica, tem um sistema de abastecimento integrado por meio de transposições e aduções, onde estão unidas em intersecção diversas ottobacias e diversos setores censitários, o cálculo foi feito tendo como base a média de todas as ottobacias, ou seja, de todos os reservatórios e seus afluentes, e também de todos os setores censitários, ou seja, das áreas

municipais que são atendidas de maneira integrada pelo sistema de abastecimento da região.

O cálculo para a definição da gradação do nível de segurança hídrica foi definido com equações elaboradas por especialistas, que consideram as situações de risco onde há déficit de abastecimento, ou seja, quando a demanda é superior a disponibilidade e por isso parte da população não tem garantia de atendimento de sua necessidade de abastecimento, denominada pela ANA (2019) como Fator de Risco Pós Déficit, e situações de risco onde não há déficit de abastecimento, ou seja, quando a disponibilidade ainda não foi superada pela demanda, denominada pela ANA (2019) como Fator de Risco Iminente.

Tendo em conta que a presente pesquisa investigou a situação atual de segurança hídrica, e que, conforme os gráficos 01 a 11, não houveram mais situações de superação da disponibilidade pela demanda na RMSF desde o ano de 2016, esta pesquisa, para a sua análise, fez uso apenas da equação que considera as situações de risco onde não há o déficit caracterizado pela superação da disponibilidade pela demanda. Trata-se a equação, conforme fornecido pela ANA (2019), da que segue:

$$FR(\text{Iminente}) = \frac{1}{3} \left(\frac{disp}{dem} \right)^{-2}$$

Sendo aplicada à equação os valores de disponibilidade e demanda, e sendo resolvido o cálculo matemático, o valor resultante deverá ser convertido em porcentagem, que considerando também as quantidades de habitantes afetadas, determinará o risco, que será aferido e gradado conforme os quadros elaborados pela ANA (2019), demonstrados nas imagens abaixo:

População Urbana em Risco (absoluta)	População Urbana em Risco (%)				
	0 - 20%	20 - 40%	40 - 60%	60 - 80%	80 - 100%
< 2.000	5	5	4	4	3
2.000 - 5.000	5	4	3	3	2
5.000 - 10.000	4	3	3	2	2
10.000 - 50.000	4	3	2	2	1
> 50.000;	3	2	2	1	1

Figura 38 - Grau de segurança municipal em função da população urbana em risco.

Fonte: Agência Nacional de Águas (2019).

Símbolo	Intervalo	Grau
	1,00 - 1,5	Mínimo -1
	1,51 - 2,5	Baixo - 2
	2,51 - 3,5	Médio - 3
	3,51 - 4,5	Alto - 4
	4,51 - 5,0	Máximo - 5

Figura 39 - Intervalos de Classe dos Graus de Segurança Hídrica.
Fonte: Agência Nacional de Águas (2019).

5.5 Da análise objetiva dos dados

Conforme informações conjugadas obtidas junto ao DAEE (2016) e a Sabesp (2023) a disponibilidade hídrica atual projetada na RMSF é de 80,45 m³/s, enquanto a demanda é de 69,65 m³/s; devendo esses valores serem aplicados à equação desenvolvida pela ANA conforme anteriormente mencionado, novamente demonstrada abaixo:

$$FR(\text{Iminente}) = \frac{1}{3} \left(\frac{disp}{dem} \right)^{-2}$$

Na equação, conforme a Metodologia ISH ANA (2019) devem ser colocados os valores da disponibilidade hídrica sobre os valores da demanda, que aparecem da seguinte forma:

$$FR(\text{Iminente}) = \frac{1}{3} \left(\frac{80,45}{69,65} \right)^{-2}$$

Conforme a GCF Global (2023) a regra matemática estabelece que no caso de equações com operações diversas, deverá, obrigatoriamente, ser obedecida a ordem hierárquica onde primeiramente são resolvidas as operações que aparecem entre parênteses, em seguida as que contêm expoentes, depois as de multiplicação ou divisão, e por fim as de adição ou subtração. Sendo assim, calcularemos primeiramente a divisão dos valores de disponibilidade (80,45), sobre a demanda (69,65) que estão entre parênteses, cujo resultado na equação aparece da seguinte forma:

$$FR(Iminente) = \frac{1}{3} 1,15506102^{-2}$$

Continuando a seguir a regra matemática já mencionada, calculamos o valor da disponibilidade sobre a demanda (1,15506102) elevado a menos dois (-2) cujo resultado na equação aparece da seguinte forma:

$$FR(Iminente) = \frac{1}{3} 0,74953194$$

A fim de fazer a multiplicação pelo resultado da demanda sobre a disponibilidade, dividimos um por três ($\frac{1}{3}$) cujo resultado aparece da seguinte forma:

$$FR(Iminente) = 0,333333333x0,74953194$$

Fazendo a multiplicação desses valores, teremos, finalmente, o Fator de Risco Iminente conforme abaixo demonstrado.

$$FR(Iminente) = 0,24984398$$

Tendo em conta que valor do Fator de Risco Iminente está fracionado (0,24984398) e deverá ser considerado na tabela de classificação de grau de segurança da Agência Nacional de Águas em valores percentuais, o multiplicamos por cem (100), a fim de o tornar em uma porcentagem conforme abaixo:

$$FR(Iminente) = 0,24984398 \times 100$$

Finalmente então temos o percentual do Fator de Risco Iminente conforme abaixo:

$$FR(Iminente) = 24,984398\%$$

Aplicado o valor percentual do Fator de Risco Iminente aos quadros das figuras 38 e 39, teremos então a gradação da segurança hídrica atual para a Região

Metropolitana de São Paulo que é a dois (2) Laranja, ou seja, Baixa Segurança Hídrica.

Oportuno mencionar, que sendo consideradas as informações conjugadas disponibilizadas pela ANA (2015) e pela Sabesp (2023) a disponibilidade de água para a RMSP está na casa dos 230 m³/hab. ano, bem abaixo dos 1.500 que são considerados pela Organização das Nações Unidas como limite para que a disponibilidade esteja no Nível Crítico, sendo essa a situação da RMSP segundo os critérios da ONU.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise dos dados efetivamente houve crise hídrica relativa ao abastecimento de água para a Região Metropolitana de São Paulo - SP conforme demonstrado de maneira objetiva e com fácil visualização e compreensão nas tabelas e gráficos projetados e apresentados no presente trabalho, inclusive conforme admitido por técnicos da Sabesp em documentos elaborados a serviço da própria empresa, tendo a crise sido ocasionada por severa estiagem que reduziu drasticamente, excedendo todas as situações anteriores de redução da afluência para os reservatórios que atendem a RMSP.

Houve acréscimo da ordem de 13,5% na disponibilidade hídrica da região, proporcionado pelas ações do poder público por intermédio da Sabesp no sentido de melhorar a estrutura do sistema de captação, tratamento e distribuição de água na região, que, porém, não tirou a região do nível de classificação crítica conforme a definição da Organização das Nações Unidas.

A região, em que pese as melhorias estruturais efetivamente proporcionadas pela ação do poder público e pelo trabalho da Sabesp, mantém, na atualidade, um nível de segurança hídrica, definido, conforme os critérios da Agência Nacional de Águas, como de nível dois (2) ou Laranja, que representa baixa segurança hídrica.

7 CONCLUSÃO

A água é um recurso, ou seja, algo que por ser imprescindível para a vida, sendo ainda utilizada para o desenvolvimento de atividades econômicas, dentre outras, tem valor, tanto de uso quanto de troca.

Como vimos ao longo do trabalho, a RMSP foi estabelecida numa área de rica hidrografia, o que inclusive favoreceu o desenvolvimento da população local; no entanto, seus habitantes não deram ao recurso a completa importância que ele inegavelmente tem.

No desenvolvimento histórico da região, mesmo com essa rica hidrografia em sua área territorial, foi escolhido buscar água para o consumo em locais cada vez mais distantes, o que torna mais difícil e mais cara a manutenção e a garantia do fornecimento desse recurso para o suprimento das necessidades.

E quanto a hidrografia existente em sua própria área, foi escolhido, por conta dos interesses político econômicos, a utilizar, no primeiro momento, para geração de energia elétrica; depois, para a implementação de vias de transporte terrestre, ocupando-se seus vales e várzeas, retificando-se, canalizando-se e até aterrando-se os cursos d'água.

Pior que isso, se escolheu depois utilizar esses cursos d'água como esgotos, o que o degradou de vez, tornando o recurso impróprio para praticamente todos os demais usos no qual ele poderia ser aproveitado.

Esses fatores, aliados a urbanização que com concreto e asfalto impermeabilizou o solo prejudicando a recarga hídrica, prejudicou também o ciclo hidrológico da região, fazendo com que a água que cai na região saia rapidamente e não permaneça nela.

Nessa circunstância, já nos anos de 2014 e 2015, um período prolongado de estiagem prejudicou a captação feita nos locais distantes escolhidos para essa captação e para com ela servir do recurso a população do município e da região, que por seus fatores de crescimento, é hoje a maior das aglomerações urbanas do país, e uma das maiores de todo o mundo.

Acabou então sendo necessário suportar-se um período de escassez e falta do recurso em partes, e apesar de esse período ter passado, existe ainda um estresse hídrico e há temor de que escassez e falta voltem a ocorrer, visto que os dados

levantados e apresentados mostram que a disponibilidade e a demanda do recurso estão numa situação limite.

Segundo os critérios e a classificação definidos pela Organização das Nações Unidas, a Região Metropolitana de São Paulo está em situação Crítica quanto a disponibilidade hídrica.

Segundo os critérios e a gradação definidos pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, a Região Metropolitana de São Paulo tem um nível de segurança hídrica baixo no grau dois ou laranja.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2007.

ANA. **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

ALFRED. Carlos. **A parceria entre restauração florestal e infraestrutura convencional pode tornar nossa água mais limpa**. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/parceria-entre-restauracao-florestal-e-infraestrutura-convencional-pode-tornar-nossa-agua?gclid=Cj0KCQjwnMWkBhDLARIsAHBOftqDguYAApJ_0jfg_DdsBG3UZ9PumT03OLlwt7QWTAHipYAbkuxVao0aAohqEALw_wcB>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BACCI, D.L.C; PATACCA, E.M. **Educação para a água. Estudos avançados**. 22 Ed. São Paulo: Editora Saraiva 2008.

BALLESTEROS, E.R. **A Ecologia como instrumento de planejamento regional. 1997**. Disponível em: Acesso em:

BERTRAND, G; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. 1 ed. Maringá: Editora Massoni, 2007.

SABESP. **Boletins de Monitoramento do Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-seguranca-hidrica/boletins-de-monitoramento-do-pnsh-1>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.433. Brasília: Presidência da República, 1997.

BRASIL. Lei nº 11.445. Brasília: Presidência da República, 2007.

BUSTOS, M.R.L. **A educação ambiental sob a ótica da gestão de recursos hídricos**. São Paulo: Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2003.

CETESB; **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

CLARKE, R. KING, J. **O Atlas da Água: O mapeamento completo do Recurso Mais Precioso do Planeta**. Publifolha. São Paulo, v. 32 n. 4, p. 24. 2005.

UFSCAR. Editora da UFSCar. **Consumo e resíduos: fundamentos para o trabalho educativo**. São Carlos: 2006.

CORRÊA, R. L. **Região e organização espacial**. São Paulo: Ática, 1990. P 32.

CUSTÓDIO, V. **Escassez de Água e Inundações na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: FAPESP; Humanitas, 2012. P 46.

DAEE; **Departamento de Águas e Energia Elétrica – Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística**. Disponível em: <<http://www.daee.sp.gov.br/site/>>. Acesso em 15 jun. 2023.

Diário dos Extremos. **Diário da crise hídrica e crise climática Argentina Paraguai Brasil**. Disponível em: <<https://ecoa.org.br/diario-da-crise-hidrica-e-crise-climatica-argentina-paraguai-brasil/>>. Acesso em 15 jun. 2023.

EDUARDO, F. G. **Educação ambiental: 20 anos de políticas públicas**. São Paulo: SMA, 2003. P 102.

FLUID BRASIL; **Portal Tratamento de Água – Segurança Hídrica e Abastecimento na Região Metropolitana de São Paulo**. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/artigo/seguranca-hidrica-e-abastecimento-na-regiao-metropolitana-de-sao-paulo/>>. Acesso em 15 jun. 2023.

GROSTEIN, M. D. **A presença da história e a intervenção na cidade existente**. São Paulo. Editora: Pós - Revista do Programa de Pós Graduação da FAU/USP. 1995. P 46-52.

Herixk. D. C. **Histórico do desenvolvimento da gestão integrada dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: Editora: MMA. 2008.

IBGE; **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 15 jun. 2023.

IBGE; **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Biblioteca**. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em 15 jun. 2023.

IGC; **Instituto Geográfico e Cartográfico**. Disponível em: <<http://www.igc.sp.gov.br/produtos/emplasa.html>>. Acesso em 15 jun. 2023.

IPA; **Instituto de Pesquisas Ambientais – Memórias do Instituto Geológico**. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/>>. Acesso em 15 jun. 2023.

JACOBI, P. R; BUCKERIDGE, M; RIBEIRO, W. C. **Governança da água na Região Metropolitana de São Paulo - desafios à luz das mudanças climáticas - DOI: 10.1590/s0103-4014.2021.35102.013**. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/190304/175698>>. Acesso em 15 jun. 2023.

Jacques. A. **Manual de Educação para o Consumo Sustentável**. Brasília. Editora: MMA. 2005.

METEORED TEMPO; **São Paulo sob ameaça de uma nova crise hídrica?** Disponível em: <<https://www.tempo.com/noticias/actualidade/sao-paulo-sob-ameaca-de-uma-nova-crise-hidrica.html>>. Acesso em 15 jun. 2023.

MONTEIRO, C. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo. Editora: Contexto, 2001.

Nota Técnica nº 16/2016/SPR Documento nº: 00000.023323/2016-47. ANA, 2016.

PEREIRA, J. J.S. **Recursos Hídricos – Conceituação, Disponibilidade e Usos**. Brasília: Biblioteca Digital. Câmara dos Deputados, 2004.

SÃO PAULO; **Plano Estadual de Recursos Hídricos 2020 – 2023**. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1qtDMW_xpyrdvjuT8D_dDjcTfioyaW0M_>. Acesso em 18 Jun. 2023.

SÃO PAULO; **Plano Estadual de Recursos Hídricos – Índice Geral**: Disponível em: <<https://sigrh.sp.gov.br/arquivos/perh/perh90/Perh9000Sumario.htm>>. Acesso em 17 Jun. 2023.

PNSH; **Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH**. ANA, 2019. Disponível em: <<https://pnsh.ana.gov.br/home>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

ISH; **Plano Nacional de Segurança Hídrica – o Índice de Segurança Hídrica - ISH**. Disponível em: <<https://pnsh.ana.gov.br/seguranca>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

ISH; **Plano Nacional de Recursos Hídricos: Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil**. Brasília. Editora: MMA, 2006.

PINTO; A. P. **Por quês matemáticos na Revista do Professor de Matemática**. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/educacaopublica/article/view/1266/1018>>. Acesso em 15 jun. 2023.

PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. **Geosampa Mapa – Mapa Digital da Cidade de São Paulo**. Disponível em: <https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx>. Acesso em 15 jun. 2023.

SINTESE EXECUTIVA; **Brasilia**. Editora MMA; SRH; 2006.

RNSP. **Inativo há 30 anos, velho sistema Cantareira tem águas desperdiçadas**. Disponível em: <<https://www.nossasaopaulo.org.br/2015/11/03/inativo-ha-30-anos-velho-sistema-cantareira-tem-aguas-desperdicadas/>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

RIOS, J. L. P. **A Crise da água: Dessalinização da água do mar x Rio Paraíba do Sul**. Editora: Viva, 2014.

SABESP. **SABESP**. Disponível em: <<https://www.sabesp.com.br/site/Default.aspx>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SABESP. **Portal dos Mananciais – Boletins.** Disponível em: <<https://mananciais.sabesp.com.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SABESP. **Portal dos Mananciais – Dados dos Sistemas Produtores.** Disponível em: <<https://mananciais.sabesp.com.br/HistoricoSistemas?Sistemald=0>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SABESP. **Portal dos Mananciais – Dados Telemétricos.** Disponível em: <<https://mananciais.sabesp.com.br/DadosTelemetricos>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SABESP. **Portal dos Mananciais – Hidro Mapas.** Disponível em: <https://mananciais.sabesp.com.br/HidroMapas>, Acesso em: 15 jun. 2023.

SABESP. **Portal dos Mananciais – Situação dos Mananciais.** Disponível em: <<https://mananciais.sabesp.com.br/Situacao>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço. Técnica e tempo, razão e emoção.** São Paulo: Editora Hucitec, 1996.

SANTOS, M. e SILVEIRA, M. L. **O Brasil: Território e Sociedade no Início do Século XXI.** São Paulo: Editora Record, 2011.

TEIXEIRA, F.M.P. **História de São Paulo: 5º ano.** São Paulo: Ática, 2008

TRATA BRASIL. **Saneamento e Saúde – Painel Saneamento Brasil.** Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/painel-saneamento-brasil/?gclid=Cj0KCQjwnMWkBhDLARIsAHBOftoordK73a4sRSSJMg4c8nQqKFDdlowO15Fh2S9T3aVIOsC0mKcPggAksKEALw_wcB>. Acesso em 15 jun. 2023.

TUNDISI J. G., TUNDISI T. M. **Recursos Hídricos no Séc. XXI.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

VALÊNCIO, M. R. C. (Org.); LEME, A. A. (Org.). **Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil.** 1. ed. São Carlos/SP: RiMa, 2001. v.1 P. 238.

VENTURI, L.A.B. **Recursos Naturais do Brasil.** Curitiba. Editora: Apris. 1 ed. 2021.

WEINSTOCK, M. **Revista de São Paulo: Prefeitura da Cidade de São Paulo: CTP, Impressão e Acabamento.** São Paulo. Editora: Revista de São Paulo. 2010.