



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Instituto de Geografia

Danilo Rocha Cerqueira

Escassez hidroambiental na produção do espaço urbano do oeste da região metropolitana do Rio de Janeiro: crises e conflitos na gestão e provisão de água das redes do sistema Paraíba-Piraí-Guandu

Rio de Janeiro

2025

Danilo Rocha Cerqueira

Escassez hidroambiental na produção do espaço urbano do oeste da região metropolitana do Rio de Janeiro: crises e conflitos na gestão e provisão de água das redes do sistema Paraíba-Piraí-Guandu

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Globalização, Políticas Públicas e Reestruturação Territorial.

Orientador: Hindenburgo Francisco Pires

Rio de Janeiro

2025

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CTCC

C416 Cerqueira, Danilo Rocha.
Escassez hidroambiental na produção do espaço urbano do oeste da região Metropolitana do Rio de Janeiro: crises e conflitos na gestão e provisão de água das redes do sistema Paraíba-Pirai-Guandu / Danilo Rocha Cerqueira.– 2025.
214 f. : il.

Orientador: Hindenburgo Francisco Pires.

Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Geografia.

1. Recursos hídricos – Administração - Teses. 2. Água - Qualidade - Teses. 3. Abastecimento de água – Rio de Janeiro (RJ) - Teses. 4. Espaço urbano – Teses. 5. Gestão ambiental – Teses. I. Pires, Hindenburgo Francisco. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Geografia. III. Título.

CDU: 556.18(815.3)

Bibliotecária Responsável: Priscila Freitas Araujo/ CRB-7: 7322

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Danilo Rocha Cerqueira

Escassez hidroambiental na produção do espaço urbano do oeste da região metropolitana do Rio de Janeiro: crises e conflitos na gestão e provisão de água das redes do sistema Paraíba-Piraí-Guandu

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Globalização, Políticas Públicas e Reestruturação Territorial.

Aprovada em: 17 de Fevereiro de 2025.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Hindenburgo Francisco Pires (Orientador)
Instituto de Geografia - UERJ

Prof. Dr. Wagner Costa Ribeiro
Instituto de Geografia – USP

Prof. Dr. Vitor Stuart Gabriel de Pieri
Instituto de Geografia - UERJ

Prof. Dr. Cleber Marques de Castro
Instituto de Geociências - UFRRJ

Prof. Dr.^a Thais Baptista da Rocha
Instituto de Geografia - UFF

Isaac Gabriel Gayer Fialho da Rosa
Colégio Pedro II – CP2

Rio de Janeiro

2025

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese a todos aqueles que, de alguma forma, tornaram possível a realização deste sonho.

Aos meus pais, Eliana Lopes Rocha e Ézio Cerqueira, por me ensinarem o valor do conhecimento, da perseverança e da honestidade. Por todo o amor, apoio incondicional e incentivo ao longo da minha caminhada.

À minha família, que esteve ao meu lado nos momentos de desafios e conquistas, sempre acreditando em mim, mesmo aqueles que não estão mais conosco como minha avó Iracema de Melo Cerqueira, tio Mozart Silva. Além daqueles que estão distante geograficamente, como meu primo Erick Rocha, minha prima Gabriela Alves Silva, outra prima Larissa Dantas Rocha, tia Luci Rocha, tio Reinaldo Lopes Rocha, avó Eunice Rocha e Andiará Cerqueira de la Fuente. Assim como aqueles que estão mais próximos, primos Fábio Silva, Paulo César Cerqueira de la Fuente, tia Solange Alves Silva, dentre outros.

À meu filho Raoni Jorge Félix Cerqueira que está para nascer. Você foi o melhor presente que poderia ter como agradecimento pelo fim desta etapa.

Aos meus amigos, pelo companheirismo e pelas palavras de motivação nos momentos mais difíceis.

A minha companheira Ívylla Carolina Félix, por sua paciência, compreensão e amor, que foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

E, especialmente, a todos que acreditam no poder transformador da educação e da ciência.

Esta conquista é nossa!

AGRADECIMENTOS

Chegar até aqui foi uma jornada desafiadora, repleta de aprendizado e dedicação. Por isso, este trabalho não seria possível sem a contribuição de diversas pessoas que, de diferentes formas, estiveram ao meu lado ao longo dessa trajetória.

É difícil dizer que finalizar uma tese seja um sonho, pois quando jovem nunca imaginei que chegaria este ponto. Portanto pode-se se dizer que é algo além do que um dia eu sonhei e, por isso, me sinto feliz, realizado, empolgado, aliviado e orgulhoso de minha trajetória até aqui.

Sou um dos primeiros da minha família, tanto paterna quanto materna, a alcançar a universidade. Sou o primeiro de ambas as famílias a possuir um mestrado e um doutorado acadêmico. Isso só foi possível graças a dedicação de meus genitores em investir numa formação básica de qualidade e à UERJ, universidade pública de enorme relevância e qualidade.

Agradeço primeiramente à minha mãe e meu falecido pai. Em segundo lugar agradeço imensamente o meu orientador Prof. Dr. Hindenburgo Francisco Pires, por sua orientação, paciência e incentivo incondicional. Sua expertise e dedicação foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa. Aos membros da banca, Wagner Costa Ribeiro, Vitor Stuart Gabriel de Pieri, Cleber Marques de Castro, Thais Baptista da Rocha e Isaac Gabriel Gayer Fialho da Rosa, por suas contribuições valiosas, sugestões enriquecedoras e pelo tempo dedicado à leitura e análise deste trabalho.

Aos colegas de programa de Pós-Graduação em Geografia da UERJ e amigos da vida que de alguma maneira compartilharam comigo não apenas conhecimento, mas também apoio e momentos de descontração que tornaram essa caminhada mais leve.

Ao restante da minha família, pelo amor, compreensão e suporte incondicional. Em especial a minha tia Elma Cerqueira e ao falecido marido de minha mãe José Carlos, assim como demais familiares mais próximos que sempre estiveram ao meu lado, acreditando em mim mesmo nos momentos de dúvida.

Aos amigos de longa data, que compreenderam minhas ausências e, ainda assim, estiveram presentes com palavras de incentivo e apoio inestimável.

Por fim, agradeço a prefeitura municipal de Tanguá que, contribuiu para a realização desta pesquisa por meio de licença remunerada e à demais instituições, seja acesso a dados, suporte técnico ou qualquer outra forma de auxílio.

RESUMO

CERQUEIRA, Danilo Rocha. **Escassez hidroambiental na produção do espaço urbano do oeste da região metropolitana do Rio de Janeiro: crises e conflitos na gestão e provisão de água das redes do sistema Paraíba-Piraí-Guandu**. 2025. 214 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2025.

A presente tese investiga a produção da escassez hidroambiental e suas relações com os problemas de abastecimento do Oeste Metropolitano do Rio de Janeiro. Busca-se evidenciar que essa escassez, no que se refere à distribuição da água para múltiplos usuários do meio metropolitano, é socialmente produzida e não apenas causada por oscilações naturais. O estudo aborda como o a lógica de uso do solo e da água influenciam historicamente nas condições ambientais das redes de drenagem e ditam o funcionamento das redes técnicas que abastecem oeste metropolitano. Para isso, observou-se a dinâmica do Sistema Paraíba-Piraí-Guandu (PPG). O objetivo geral foi evidenciar como a produção da escassez está associada a períodos de crise hídrica e à lógica de uso e distribuição da água. Os objetivos específicos incluíram a representação espacial das redes hídricas e técnicas, a identificação dos principais períodos de crises hídricas, a análise do impacto das atividades produtivas, a proposição de cenários futuros para o uso do solo e a formulação de estratégias mitigadoras na gestão da água disponível nas bacias hidrográficas. Na primeira das cinco fases da metodologia, contextualizou-se o funcionamento atual das redes hídricas do Sistema PPG. Após, foram realizados levantamentos bibliográficos e mapeamentos para identificar crises históricas e suas implicações. Também, analisaram-se variáveis associadas à escassez. Na quarta fase, utilizaram-se técnicas de geoprocessamento para projetar tendências e cenários futuros até 2032. Por fim, elaboraram-se medidas e estratégias para mitigar os impactos das crises hídricas e promover a equidade no acesso à água. Os resultados revelaram que o Oeste Metropolitano enfrenta um quadro crônico de insegurança hídrica oscilante, decorrente de um histórico de decisões excludentes, períodos de estiagem e da concentração de poder econômico e político em núcleos urbanos metropolitanos centrais. Identificou-se que a gestão das redes favorece regiões mais privilegiadas, assim como complexos industriais ou centralidades econômicas, em detrimento de áreas periféricas, que frequentemente sofrem com interrupções no fornecimento. Ademais, algumas deterioram constantemente a qualidade da água das redes de drenagem e podem ter contribuído para o desequilíbrio no balanço hídrico. A análise dos cenários futuros indicou três possibilidades: um cenário catastrófico, caracterizado pela deterioração contínua das condições hidroambientais; um cenário provável, de manutenção da realidade; e um cenário ideal, baseado na adoção de planos inovadores, gestão participativa, políticas públicas inclusivas e projetos sustentáveis. Entre as propostas destacadas estão o fortalecimento do planejamento metropolitano territorial, a implementação de tecnologias alternativas, a ampliação da participação comunitária na gestão participativa dos recursos, o combate à privatização de serviços essenciais, dentre outros. Conclui-se que a escassez hidroambiental no recorte espacial é um reflexo das dinâmicas desiguais de desenvolvimento econômico e da gestão inadequada dos recursos hídricos. A tese reforça a necessidade de ações integradas que combinem justiça social, sustentabilidade ambiental e eficiência técnica para superar os desafios relacionados ao abastecimento coletivo e ao próprio desenvolvimento econômico do estado.

Palavras-chave: gestão e provisão da água doce; sub-bacias hidrográficas do sistema ppg; escassez e crises hidroambientais; Oeste metropolitano do Rio de Janeiro.

ABSTRACT

CERQUEIRA, Danilo Rocha. **Hydro-environmental scarcity in the production of urban space in the west of metropolitan region of Rio de Janeiro: crises and conflicts in the management and provision of water in the Paraíba-Piraí-Guandu system networks.** 2025. 214 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2025.

This thesis investigates the production of hydro-environmental scarcity and its relations with the supply problems in the Metropolitan West of Rio de Janeiro. The aim is to demonstrate that this scarcity, with regard to the distribution of water to multiple users in the metropolitan area, is socially produced and not just caused by natural fluctuations. The study addresses how the logic of land and water use historically influences the environmental conditions of drainage networks and dictates the functioning of technical networks that supply the metropolitan west. For this, the dynamics of the Paraíba-Piraí-Guandú System (PPG) were observed. The general objective was to highlight how the production of scarcity is associated with periods of water crisis and the logic of water use and distribution. The specific objectives included the spatial representation of water and technical networks, the identification of the main periods of water crises, the analysis of the impact of productive activities, the proposition of future scenarios for land use and the formulation of mitigating strategies in water management available in river basins. In the first of the five phases of the methodology, the current functioning of the PPG System's water networks was contextualized. Afterwards, bibliographical surveys and mapping were carried out to identify historical crises and their implications. Also, variables associated with scarcity were analyzed. In the fourth phase, geoprocessing techniques were used to project future trends and scenarios until 2032. Finally, measures and strategies were developed to mitigate the impacts of water crises and promote equity in access to water. The results revealed that the Metropolitan West faces a chronic situation of fluctuating water insecurity, resulting from a history of exclusionary decisions, periods of drought and the concentration of economic and political power in central metropolitan urban centers. It was identified that network management favors more privileged regions, as well as industrial complexes or economic centralities, to the detriment of peripheral areas, which often suffer from supply interruptions. Furthermore, some constantly deteriorate the water quality of drainage networks and may have contributed to the imbalance in the water balance. The analysis of future scenarios indicated three possibilities: a catastrophic scenario, characterized by the continuous deterioration of hydro-environmental conditions; a probable scenario, maintaining reality; and an ideal scenario, based on the adoption of innovative plans, participatory management, inclusive public policies and sustainable projects. Among the proposals highlighted are the strengthening of metropolitan territorial planning, the implementation of alternative technologies, the expansion of community participation in participatory resource management, the fight against the privatization of essential services, among others. It is concluded that the hydro-environmental scarcity in the spatial area reflects the unequal dynamics of economic development and the inadequate management of water resources. The thesis reinforces the need for integrated actions that combine social justice, environmental sustainability and technical efficiency to overcome challenges related to collective supply and the state's own economic development.

Keywords: management and provision of fresh water; sub-watersheds of the ppg system; scarcity and hydro-environmental crises; metropolitan West of Rio de Janeiro.

RESUMEN

CERQUEIRA, Danilo Rocha. **Escasez hidroambiental en la producción del espacio urbano en el oeste de la región metropolitana de Río de Janeiro: crisis y conflictos en la gestión y provisión de agua en las redes del Sistema Paraíba-Piraí-Guandu**. 2025. 214 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2025.

Esta tesis investiga la producción de escasez hidroambiental y sus relaciones con los problemas de abastecimiento en el Oeste Metropolitano de Río de Janeiro. El objetivo es demostrar que esta escasez, en lo que respecta a la distribución de agua a múltiples usuarios en el área metropolitana, es socialmente producida y no solo causada por fluctuaciones naturales. El estudio aborda cómo la lógica del uso de la tierra y el agua influye históricamente en las condiciones ambientales de las redes de drenaje y dicta el funcionamiento de las redes técnicas que abastecen al oeste metropolitano. Para ello, se observó la dinámica del Sistema Paraíba-Piraí-Guandú (PPG). El objetivo general fue evidenciar cómo la producción de escasez se asocia a los periodos de crisis hídrica y a las lógicas de uso y distribución del agua. Los objetivos específicos incluyeron la representación espacial de las redes hídricas y técnicas, la identificación de los principales periodos de crisis hídrica, el análisis del impacto de las actividades productivas, la proposición de escenarios futuros de uso del suelo y la formulación de estrategias de mitigación en la gestión del agua disponible en las cuencas hidrográficas. En la primera de las cinco fases de la metodología, se contextualizó el funcionamiento actual de las redes hídricas del Sistema PPG. Posteriormente, se realizaron levantamientos bibliográficos y mapeos para identificar crisis históricas y sus implicaciones. También se analizaron variables asociadas a la escasez. En la cuarta fase, se utilizaron técnicas de geoprocetamiento para proyectar tendencias y escenarios futuros hasta 2032. Finalmente, se desarrollaron medidas y estrategias para mitigar los impactos de las crisis. Los resultados revelaron que el Oeste Metropolitano enfrenta una situación crónica de inseguridad hídrica fluctuante. Se identificó que la gestión de las redes favorece a las regiones más privilegiadas, así como a los complejos industriales o centralidades económicas, en detrimento de las áreas periféricas, que a menudo sufren interrupciones del suministro. Además, algunas deterioran constantemente la calidad del agua de las redes de drenaje y pueden haber contribuido al desequilibrio en el balance hídrico. El análisis de escenarios futuros indicó tres posibilidades: un escenario catastrófico, caracterizado por el deterioro continuo de las condiciones hidroambientales; un escenario probable, manteniendo la realidad; y un escenario ideal, basado en la adopción de planes innovadores, gestión participativa, políticas públicas inclusivas y proyectos sostenibles. Entre las propuestas destacadas están el fortalecimiento de la planificación territorial metropolitana, la implementación de tecnologías alternativas, la ampliación de la participación comunitaria en la gestión participativa de los recursos, la lucha contra la privatización de servicios esenciales, entre otras. Se concluye que la escasez hidroambiental en el ámbito espacial refleja la dinámica desigual del desarrollo económico y la gestión inadecuada de los recursos hídricos. La tesis refuerza la necesidad de acciones integradas que combinen justicia social, sostenibilidad ambiental y eficiencia técnica para superar los desafíos relacionados con el abastecimiento colectivo y el desarrollo económico del propio estado.

Palabras clave: gestión y provisión de agua dulce; subcuencas del sistema ppg; escasez y crisis hidroambientales; metropolitano Oeste de Río de Janeiro.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Mapa das Sub-bacias do Sistema Paraíba-Piraí-Guandu (PPG).....	21
Figura 2 –	Mapa das Regiões Hidrográficas e Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro.....	23
Figura 3 –	Região Metropolitana do Rio de Janeiro e a rede de abastecimento público.....	25
Figura 4 –	Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hidrográficas em escala Nacional e Estadual.....	43
Figura 5 –	Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro.....	44
Figura 6 –	Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do Estado do RJ: destaque para Sub-bacias do Sistema PPG.....	45
Figura 7 –	Rede de drenagem das Sub-bacias Hidrográficas e da infraestrutura de transposição do Sistema PPG.....	46
Figura 8 –	Sistema Hidráulico e Hidroelétrico Paraíba do Sul-Guandu.....	47
Figura 9 –	Sobreposição do Oeste Metropolitano, a rede de drenagem e as Sub-bacias do Sistema PPG.....	48
Figura 10 –	Sobreposição do Oeste Metropolitano, a rede de drenagem e as Sub-bacias do Sistema PPG.....	49
Figura 11 –	Região Metropolitana do Rio de Janeiro e a rede de abastecimento público.....	52
Figura 12 –	Bacias e Sub-bacias do Sistema PPG.....	54
Figura 13 –	Linha do tempo das Crises Hídricas no Rio de Janeiro.....	64
Figura 14 –	Evolução da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.....	72
Figura 15 –	Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 7 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu 2003.....	134
Figura 16 –	Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 8 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu 2017.....	135
Figura 17 –	Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 7 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada 2003.....	136
Figura 18 –	Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 8 da Bacia Hidrográfica do	

	Rio Guandu – Classificação Supervisionada 2017.....	137
Figura 19 –	Transição entre classes de uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada de 2003 e 2017.....	138
Figura 20 –	Ganhos da classe Área Urbanizada na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada entre 2003 e 2017.....	139
Figura 21 –	Ganhos e perdas da classe Solo Exposto na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada entre 2003 e 2017.....	141
Figura 22 –	Ganhos e perdas da classe Água na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada entre 2003 e 2017.....	142
Figura 23 –	Ganhos e perdas da classe Mineração na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada entre 2003 e 2017.....	143
Figura 24 –	Perdas da classe Área Florestada na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada entre 2003 e 2017.....	145
Figura 25 –	Cadeia de Markov - Avaliação da Classificação Supervisionada em 2003 e 2017.....	146
Figura 26 –	Modelo de tendência de todas as classes para urbano das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba (sem redes técnicas do Sistema PPG). 2017-2032	148
Figura 27 –	Modelo de tendência de todas as classes para urbano das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba 2017-2032.....	149
Figura 28 –	Modelo de tendência de vegetação para solo exposto das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba 2017-2032.....	150
Figura 29 –	Modelo de tendência de solo exposto para mineração das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba 2017-2032.....	151
Quadro 1 –	Conjunto de políticas propostas, estratégias e alternativas possíveis.....	158

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEDIN	Associação das Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz
ANA	Agência Nacional de Águas
BH	Bacia Hidrográfica
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
CEDAG	Companhia Estadual de Águas da Guanabara
CHD	Crise Hídrica em Debate
CMBEU	Comissão Mista Brasil-Estados Unidos
CSA	Companhia Siderúrgica do Atlântico
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo
ETA	Estação de Tratamento
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICWE	Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
NASA	Administração Nacional do Espaço da Aeronáutica
NOAA	Agência Nacional Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos
PDI	Processamento Digital de Imagens
PERH	Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia do Guandu
REEDUC	Refinaria de Duque de Caxias
RGB	Red, Green and Blue
RH-II	Região Hidrográfica Dois (Guandu)
RH-III	Região Hidrográfica Três (Paraíba do Sul)
RH-V	Região Hidrográfica Cinco (Guanabara)
RMRJ	Região Metropolitana do Rio de Janeiro
RJ	Rio de Janeiro
SAD69	South American Datum

SEAS	Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade
SERLA	Superintendência Estadual de Rios e Lagoas
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SIRGAS	sistema de referência geodésico
SP	São Paulo
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UHE	Usina Hidro Elétrica
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USGS	United States Geological Survey
UTM	Universal transversa de mercator

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	14
1	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
1.1	Métodos analíticos	30
1.1.1	<u>Primeira fase: contexto da escassez no histórico de crises hídricas da RMJ</u>	31
1.1.2	<u>Segunda etapa: mapeamentos e levantamentos parciais da pesquisa</u>	32
1.1.3	<u>Terceira fase: reflexões sobre a escassez e suas variáveis</u>	33
1.1.4	<u>Quarta fase: tendências, projeções e cenários para o futuro próximo</u>	35
1.2	Métodos propositivos	39
1.2.1	<u>Quinta fase: mitigação dos problemas ligados ao abastecimento público, uso da água e a conservação ambiental</u>	40
2	ESPACIALIZAÇÃO DAS REDES DO SISTEMA PPG: O ABASTECIMENTO COLETIVO DE ÁGUA FLUVIAL DO OESTE METROPOLITANO DO RJ E SEUS ASPECTOS FUNDAMENTAIS	42
2.1	Aspectos espaciais e ambientais do abastecimento de água tratada do Oeste Metropolitano: relações entre redes técnicas e de drenagem	43
2.2	Primeiro aspecto socioespacial fundamental: distribuição desigual da água tratada do oeste da RMRJ	51
2.2.1	<u>Funcionamento das redes técnicas de abastecimento de água e as desigualdades no acesso das populações periféricas</u>	52
2.3	Segundo aspecto socioespacial fundamental: regulação sobre o poder de uso das redes de drenagem	57
2.4	Terceiro aspecto socioespacial fundamental: vulnerabilidade do abastecimento residencial e fiscalização precária dos despejos e desvios nas redes do sistema PPG	59
2.5	Quarto aspecto socioambiental fundamental: impacto do acúmulo histórico de atividades produtivas a etapas do ciclo hidrológico regional do Oeste Metropolitano	60
3	CRISE HÍDRICA: DO RIO DE JANEIRO AO OESTE METROPOLITANO	64
3.1	Breve história do abastecimento de água no Rio de Janeiro: aumento da demanda e a busca por água cada vez mais distante	65
3.1.1	<u>De 1940 a 1970: crises hídricas e redes técnicas no contexto da expansão urbana e consolidação da RMRJ</u>	70

3.1.2	<u>De 1970 a 2000: crises hídricas no oeste metropolitano e a mudança na escala de análise.....</u>	74
3.1.3	<u>De 1997 a 2020: intensificação das crises hídricas no oeste metropolitano?.....</u>	75
3.2	A Escassez Hidrossocial e crescimento dos usos da rede de drenagem por um desenvolvimento predatório.....	82
4	ESCASSEZ HIDRO(SOCIO)AMBIENTAL: INFLUÊNCIAS DAS VARIÁVEIS NO BALANÇO HÍDRICO DE REDES DE DRENAGEM DO SISTEMA PPG.....	85
4.1	Variáveis da Escassez Hidroambiental: desde a pegada hídrica no balanço da rede de drenagem à distribuição da água.....	89
4.1.1	<u>Primeira variável: desflorestamento da Mata Atlântica.....</u>	91
4.1.2	<u>Segunda variável: os períodos de estiagem no sudeste brasileiro e as mudanças climáticas.....</u>	96
4.1.3	<u>Terceira variável: uso e consumo de água por atividades agropecuárias.....</u>	98
4.1.4	<u>Quarta variável: uso e consumo de água por atividades extrativistas e industriais....</u>	104
4.1.5	<u>Quinta variável: conflitos entre múltiplos usuários de água.....</u>	114
4.1.6	<u>Sexta variável: atividades consumidoras de água tratada pelo abastecimento metropolitano coletivo.....</u>	118
4.1.7	<u>Sétima variável: mercado das águas e a privatização neoliberal.....</u>	124
5	RESULTADOS: TENDÊNCIAS, CENÁRIOS, MEDIDAS E ESTRATÉGIAS	132
5.1	Análise espacial das mudanças entre classes de uso do solo das Sub-bacias da Baía de Sepetiba que drenam para o rio Guandu.....	132
5.1.1	<u>Análises das tendências de mudança das classes de uso do solo (gráfico de perdas e ganhos entre 2003 e 2017)</u>	138
5.1.2	<u>Cadeia de Markov e Modelos de Tendência de mudança entre as classes de uso do solo.....</u>	146
5.2	Cenários Ambientais Especializados e Espacializados: projeções para o contexto até 2032.....	152
5.2.1	<u>Cenário catastrófico até 2032.....</u>	153
5.2.2	<u>Cenário provável até 2032: manutenção, deterioração ou recuperação?.....</u>	155
5.2.3	<u>Cenário ideal até 2032.....</u>	156
5.3	Ações políticas e possibilidades para enfrentamento da crise hídrica.....	157
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	163

REFERÊNCIAS	175
APÊNDICE A - Mapa das Sub-bacias do Sistema Paraíba-Piraí-Guandu (PPG)...	197
APÊNDICE B - Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hidrográficas em escala Nacional e Estadual.....	198
APÊNDICE C - Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro.....	199
APÊNDICE D - Rede de drenagem das Sub-bacias Hidrográficas e da infraestrutura de transposição do Sistema PPG.....	200
APÊNDICE E - Sobreposição do Oeste Metropolitano, a rede de drenagem e as Sub-bacias do Sistema PPG.....	201
APÊNDICE F - Sobreposição do Oeste Metropolitano, a rede de drenagem e as Sub-bacias do Sistema PPG.....	202
APÊNDICE G - Bacias e Sub-bacias do Sistema PPG.....	203
APÊNDICE H - Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 7 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu 2003.....	204
APÊNDICE I - Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 8 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu 2017.....	205
APÊNDICE J - Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 7 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada 2003.....	206
APÊNDICE L - Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 8 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada 2017.....	207
APÊNDICE M - Modelo de tendência de todas as classes para urbano das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba(sem redes técnicas do Sistema PPG). 2017-2032	208
APÊNDICE N - Modelo de tendência de todas as classes para urbano das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba 2017-2032.....	209
APÊNDICE O - Modelo de tendência de todas as classes para urbano das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba 2017-2032.....	210
APÊNDICE P - Modelo de tendência de vegetação para solo exposto das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba 2017-2032.....	211
APÊNDICE Q - Modelo de tendência de solo exposto para mineração das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba 2017-2032	212

INTRODUÇÃO

Este projeto associa-se à linha de pesquisa Globalização, Políticas Públicas e Reestruturação Territorial do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Nos tempos atuais, a sociedade tem experimentado os resultados de um modelo de civilização pautado na centralização do capital em espaços e ambientes urbanos com grupos sociais cada vez mais desiguais (SANTOS, 2000). Tal contexto tem resultado em uma sistemática relação entre escassez e abundância para determinados grupos sociais, de recursos e de bens de consumo (BELLUZZO; GALÍPOLO, 2019).

As redes técnicas construídas pela engenharia são estruturas que garantem serviços coletivos. Também são fundamentais para a manutenção do modelo civilizatório da modernidade. Elas podem possibilitar a reprodução econômica e social, como o acesso de pessoas e grupos à recursos ou objetos vitais, essenciais e artificiais.

Dependendo da forma como forem geridas, essas estruturas podem ser insuficientes quanto ao fornecimento de recursos. Mais excludente pode ser a distribuição da água mesmo havendo capacidade tecnológica e volume suficiente para a universalização do acesso aos cidadãos em suas residências.

Quanto menos democrática e participativa são as decisões que englobam os usos da água das bacias hidrográficas do estado Rio de Janeiro, menor são o conhecimento e a participação comunitária na fiscalização quanto ao uso das redes (técnicas e de drenagem) por usuários de água, seja bruta ou tratada. Além disso, o fornecimento de água pelas redes técnicas do abastecimento residencial de água doce pode se tornar mais desigual.

Acredita-se que é no espaço urbano metropolitano, e também a partir de suas influências, onde a política econômica neoliberal mais se fortalece, expande-se e evidencia-se. As decisões sobre o uso, ocupação e desenvolvimento de atividades produtivas e comerciais em espaços do “interior”, na zona rural, ou mesmo na periferia urbana, em geral, são influenciados pelas estratégias econômicas elaboradas por agentes públicos e privados dos núcleos urbanos centrais (LEROY, 2000 apud FIRKOWSKI, 2013).

A globalização da economia neoliberal apoiada na produção de setores industriais intensos e com produção voltada para exportação, se constitui como a principal lógica reguladora das decisões políticas no Rio de Janeiro. Atualmente inclusive, esta lógica se

aplica à mercantilização da água doce no mundo globalizado com áreas cada vez mais sedentas e secas (RIBEIRO, 2008).

Desde a intensificação do colonialismo, a sociedade urbana pressupõe ter a capacidade de melhorar as condições de vida dos povos. Após o surgimento da indústria moderna, da divisão do trabalho e da intensificação do desenvolvimento capitalista global, desigual e combinado, o discurso sobre a eliminação da escassez se fortaleceu mais (BELLUZZO; GALÍPOLO, 2019).

No entanto, hoje ainda há situações de escassez, que se movimentam de maneira a avançar em alguns momentos e retroceder em outros, mas nunca completamente superada. O abastecimento público residencial no oeste da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) apresenta tal cenário historicamente.

Tal situação está ligada à lógica dominante que rege o desenvolvimento econômico-social, pois os agentes poderosos do mercado global e alguns estados-nações “desenvolvidos”, continuam a ditar, influenciar e decidir sobre políticas a divisão do trabalho internacional, como as de cunho industrial, ambiental, social e comum de outros países. Sobretudo em relação à água pois, é o elemento que possui relação fundamental com todas as atividades sociais existentes. Sendo a doce, proporcionalmente muito mais utilizada que a salgada.

É notório que a sociedade urbana moderna conquistou avanços no Brasil, porém, apesar dos breves períodos de real progresso, desafios crônicos ainda não superados, como a universalização do abastecimento público residencial, assim como a cultura da poluição hídrica das águas do Oeste Metropolitano. O que se observa no país, é o aumento da desigualdade social, da injustiça ambiental, da concentração de riqueza e poder.

Como um dos elementos basilares para a discussão e investigação aqui proposta, a escassez ocorre a partir de interações socioambientais, que são compreendidas como fatores, estes por sua vez apresentam diferentes instancias, dimensões, escalas e intensidades.

Ela pode ser experimentada e percebida a partir de contextos estabelecidos seja nos meios social ou natural e, até mesmo, em ambos ao mesmo tempo. A percepção sobre as formas como a escassez é percebida ou sentida, estarão associadas às situações responsáveis por determinar o contexto de falta, insuficiência e insegurança.

Nesse sentido, as condições socioeconômicas e socioespaciais dos indivíduos, irão determinar possíveis limitações e potencialidades capazes de superar os efeitos produzidos pelo contexto da instância e dimensão da escassez observada.

A escassez é entendida neste trabalho como um conceito constituído por fenômenos naturais e sociais, que abrigariam os fatores determinantes e influenciadores de um problema. Este processo pode ser generalizador de disparidades e produtor de desigualdades, sobretudo em uma lógica dominante na concentração de riqueza e poder.

Considera-se a escassez como macroprocesso¹ por ser a síntese de um conjunto de variáveis, representadas por fenômenos. Estes por sua vez, são compostos por estruturas, funções, formas e outros processos (SANTOS, 2002).

Essa sistematização visa auxiliar a análise integral dos diferentes aspectos de um negócio. Ou seja, a ideia é demonstrar que a escassez, no capitalismo, é socialmente produzida e que pode ser também lucrativa. Sendo assim, é possível influenciar, determinar ou direcionar a criação de mercados a partir dela. Portanto se tornou um negócio, por mais que fenômenos de natureza não humana possam determinar situações de escassez.

Também é entendida como macroprocesso pois ocorre em ciclos que constam de diferentes etapas, nas quais se produzem certas mudanças de estado². Entende-se como constituída por fenômenos naturais e sociais pois refere-se a qualquer manifestação presente na consciência de um ser (que sente) e que é objeto da sua percepção³. Isto não quer dizer que processos de menores dimensões e escalas inexistam no cerne da escassez e sua configuração.

Períodos de estiagem mais longas, tempestades, furacões, erupção vulcânica, terremotos, guerras, fome, desemprego, inflação, diminuição na produção de riquezas, políticas públicas segregadoras e o decréscimo econômico podem ser considerados fenômenos indutores ou indicadores do avanço da escassez.

Assim, o tema escassez ganha centralidade nas pesquisas da área de conhecimento da geografia, incluindo a possibilidade de sua abordagem em disciplinas vinculadas às áreas físicas e humanas. No caso desta tese, se destacam como fontes fundamentais de referência apenas no campo disciplinar geográfico, a Geohistória, Hidrogeografia, Climatologia, Geografia Política, Geoprocessamento, Geografia Regional, Geomorfologia, Planejamento Urbano e Ambiental.

Esta abordagem foi facilitada pelas disciplinas realizadas durante o curso de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UERJ. Ao todo foram cursadas onze

¹ SANDER, Carlos. Macroprocessos: como ter uma visão integral do seu negócio. **Frons**. Bauru, 9 nov. 2022. Disponível em: <<https://caetreinamentos.com.br/blog/processos/o-que-sao-macroprocessos-exemplo/>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

² CONCEITO de processo social. **Conceito de**. [S. l.], 2023. Disponível em: <<https://conceito.de/processo-social>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

³ CONCEITO de fenômeno. **Conceito de**. [S. l.], 2023. Disponível em: <<https://conceito.de/fenomeno>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

disciplinas, tanto nas áreas da Geografia Física e Humana, sendo uma como ouvinte. No primeiro semestre, as disciplinas cursadas foram: Geografia dos Direitos Humanos; Metropolitização e Desenvolvimento Urbano; Globalização, Políticas Públicas e Reestruturação Territorial, ministradas respectivamente pelos professores: Alberto Pereira dos Santos, Regina Helena Tunes e Hindenburgo Francisco Pires, essas disciplinas foram fundamentais para aprofundar os conhecimentos no âmbito histórico, urbano e socioeconômico no Brasil.

No segundo semestre, as disciplinas cursadas foram: Epistemologia em Geografia; Espaços, Recursos e Riscos; e Geografia Brasileira; ministradas respectivamente pelas professoras: Marta Foeppe Ribeiro e Mônica Sampaio Machado essas disciplinas foram essenciais para aprofundar as questões históricas e conceituais voltadas à realidade brasileira. No terceiro semestre, cursei as disciplinas: Métodos em Climatologia; Geomorfologia do Quaternário; e Produção Intelectual; ministradas respectivamente pelos professores: Thiago Gonçalves Pereira e Ulisses da Silva Fernandes essas disciplinas foram importantes para ampliar a perspectiva sobre o objeto de estudo.

No quarto semestre, as disciplinas cursadas foram: Estágio Docência e Cenários Ambientais ministradas respectivamente pelos professores: Hindenburgo Francisco Pires e Leandro Pereira Andrei Beser de Deus essas disciplinas completam a lista de disciplinas cursadas. A primeira foi realizada junto ao orientador desta pesquisa, na disciplina de graduação “Planejamento Urbano e Regional” e contribuiu muito para a sistematização dos conteúdos abordados aqui. Por fim, a disciplina de Cenários Ambientais, além de ajudar a sustentar a investigação do problema na perspectiva referente ao tema, possibilitou apresentar resultados consistentes.

Na ciência brasileira, desde meados do século XX, houve uma forte tendência à especialização das áreas, “mas nenhuma tem sido tão dilacerante quanto aquela entre “Geografia Física” e “Geografia Humana” (SOUZA, 2018, p. 293). O professor Marcelo Lopes de Souza, se debruça sobre essa questão no meio geográfico

A Geografia Ambiental deve ser apreendida como um enfoque de “uma subdisciplina dotada de um território próprio e bem demarcado.⁴ Um “olhar” que, na verdade, surge do encontro de dois “olhares”, o sociogeográfico e o ecogeográfico” (SOUZA, 2018, p. 25).

⁴ A Geografia Ambiental constitui uma tentativa não de substituir os conteúdos particulares e especializados associados à “Geografia Física” e à “Geografia Humana”, mas sim um intento, bem mais modesto e realista, de promover a valorização de problemas e questões em que o diálogo de saberes vinculados ao conhecimento da Terra como morada humana dá o tom (SOUZA, 2018, p. 25).

A especialização dicotômica que envolve a história do pensamento e conhecimento geográfico dificultou o avanço em estudos de temas transversais como é o caso da escassez, muitas vezes compreendido apenas por aspectos socioeconômicos ou pela economia.

Nesse sentido, a escolha do tema, ocorreu por motivações políticas, culturais, ideológicas e epistemológicas. Assim, entende-se a escassez como conceito chave na proposição da pesquisa e na resolução de temas e problemas híbridos que permeiam a Geografia.

A escassez tem sido um processo produzido socialmente entre classes, pelos agentes dominantes para as populações “dominadas”. A investigação sobre a escassez dependerá de uma série de questões pois, sujeitos ou grupos de um mesmo território, lugar ou região podem apresentar dimensões, escalas e formas de escassez diferentes. Além disso, também é possível que territórios e espaços influenciem ou determinem configurações de escassez em outros.

A capacidade transformadora do dinheiro e da informação, produzida pela concentração do capital e do poder, tem hoje um emaranhado técnico e uma conjunção de normas nunca antes experimentadas na história do capitalismo, fato que traz mais complexidade à questão (SANTOS, 2000).

O cenário exposto, no qual se reproduz a sociedade urbana contemporânea e que também disseminam o discurso pela liberdade, democracia e cooperação do livre-mercado, resultam em diversas reações, resistências e impulsos oriundos de distintas classes sociais, culturas ou mesmo poderes.

Por mais que o contexto seja complexo, duas questões fundamentais assolam a todas as nações: a incerteza e a insegurança, sobretudo, quando se refere às condições básicas de bem-estar social e aos direitos fundamentais de uso dos recursos pelas populações (BELLUZZO; GALÍPOLO, 2019).

Em um mundo cada vez mais desigual, em evidente aumento da concentração de renda, de poder e de terras (recursos), o quadro de insegurança quanto ao futuro, se torna uma problemática comum; a maioria das nações, sobretudo no aspecto da demanda hídrica, já que os países que esbanjam abundância em reservas de água doce no mundo são minoritários.

A insegurança, em diferentes graus de intensidade, presente em todas as escalas, irá variar de acordo com localização geográfica, as características dos atores sociais e os contextos de poder. Quando os atores são os “não possuidores”, ou seja, aqueles que não detém poderes de concentrar ou acumular coisas, poderes, recursos e capitais, as inseguranças são diversas: alimentar, hídrica, fundiária, civil e geográfica.

Os “possuidores”, ou seja, aqueles atores que detêm poderes de concentrar ou acumular coisas, poderes, recursos e capitais, podem ter algum tipo de insegurança semelhante à dos “não possuidores”, por mais que o sistema tente ser adequado para que essa situação não ocorra.

Sendo assim, a maior apreensão das pessoas pertencentes a esse grupo (a dos possuidores), estará em garantir as estruturas e condições para a manutenção da concentração e acumulação de capitais adquiridos, com objetivo de não passar a pertencer ao grupo dos “não possuidores”, seja na forma, ou mesmo na dimensão da escassez (SANTOS, 2000).

Os “não possuidores” são aqueles grupos que não possuem poder (SANTOS, 2000), como por exemplo, condições de residirem e se manterem economicamente em locais onde as infraestruturas dos serviços básicos funcionam regularmente (de acordo com a necessidade demandada pelo indivíduo ou grupo). Estes também não participam adequadamente das tomadas de decisões do planejamento e gestão do território e dos recursos.

Essa insegurança está intimamente ligada à escassez e tudo que envolve a produção ou indução do seu processo sistemático, cíclico e paradoxal. No entanto, os “possuidores” dependem de parcela considerável de atores “não possuidores” para que seus privilégios se mantenham.

É importante que o sistema de bem-estar social, a partir do espaço urbano, promova condições para essa parcela de não possuidores de poder e capital, superem suas próprias situações-tipo de escassez. Porém, a multiplicidade de dimensões e formas existentes acabam dificultando a superação total ou próxima a isso, mesmo os cidadãos considerados de classe média.

Em muitas situações o estado de escassez pode ser lucrativo. Nesse sentido, entende-se que os atores dominantes do sistema mundo buscam formas contraditórias de incentivá-la e até mesmo combatê-la, em uma complexa relação dialética de controle social.

Além disso, situações de colapso, em determinadas áreas ou sistemas técnicos em rede, se torna um debate real em todo o mundo, fato que pode afetar, se não a todos, um número significativo de possuidores de poder, serviços de abastecimento coletivo, capital e estabilidade, ainda que em intensidades e temporalidades distintas.

Com o avanço tecnológico e a conseqüente diminuição da demanda de mão-de-obra não qualificada em setores específicos, cada vez mais, atores “não possuidores” (tratados como números) estão sendo negligenciados pelo sistema de bem-estar social. Assim como alguns possuidores podem estar se aproximando do grupo dos não possuidores, a depender da forma e dimensão.

É importante entender que a escassez no modelo de sociedade assentada no princípio do bem-estar, está relacionada à falta de elementos vitais, essenciais ou artificiais como, por exemplo, serviços ou recursos, assim como dinheiro, informação, objetos (em geral produtos).

A lógica expansiva das cidades metropolitanas, se tornou um dos principais desafios contemporâneos, pois, junto a esse padrão de desenvolvimento na ocupação do espaço, muitos dilemas são carregados com ele. O urbano torna-se objeto de reflexão, de planejamento e de obras.

Não raro, as respostas partem da crítica aos males da cidade e sua vida moderna, como por exemplo, falta de espaço, excesso de ar contaminado, águas putrefatas e dejetos que se amontoam (DELLA CRUZ, 1998). Por isso, é possível entender que a relatividade entre a escassez e a abundância da realidade brasileira são resultados ligados ao desenvolvimento predatório e a crise urbana.

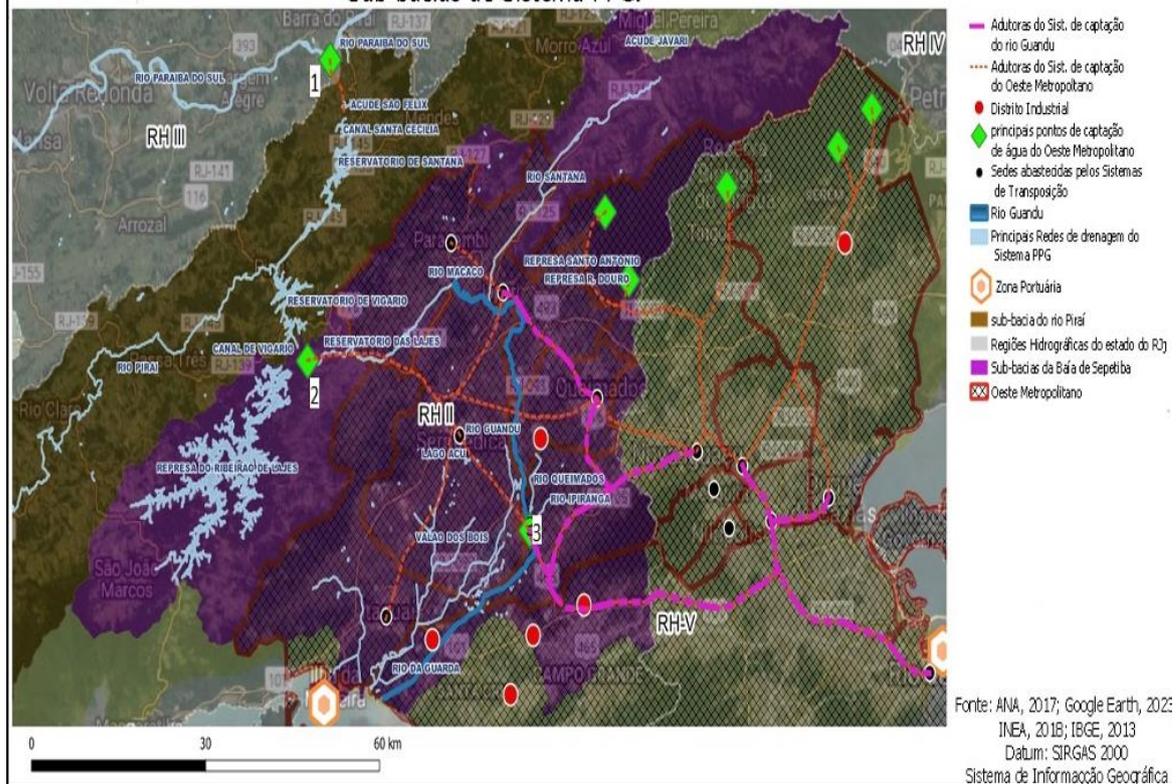
Considerando os contextos geopolítico, econômico, social e ambiental atual das nações e suas economias, acredita-se ser possível admitir que: as desigualdades sociais, as injustiças socioambientais, a segregação socioespacial, a militarização dos centros urbanos do capital e o neoliberalismo estão expandindo-se.

Tal fato reforça a perspectiva sobre o conseqüente aumento de situações de escassez que se relacionam com o crescimento das imposições político-econômicas, tensões socioculturais, étnico-raciais e ideológicas.

Portanto, a insustentabilidade do modelo urbano de uso e consumo de recursos naturais, baseado na lógica capitalista (SWYNGEDOUW, 2009) acentua os problemas no fornecimento urbano de água e esgotamento sanitário, sobretudo, nas áreas metropolitanas urbanizadas.

Assim, o recorte espacial da pesquisa é a área de influência da estrutura usada para abastecimento urbano-rural da maior parte do espaço geográfico do oeste da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RJ), por meio das Sub-bacias do Sistema Paraíba-Piraí-Guandu (PPG), conferir Figura 1. Nesse mapa, o Sistema PPG está representado pelos losangos (1, 2 e 3) e pelas linhas laranja e rosa.

Figura 1 – Mapa das Sub-bacias do Sistema Paraíba-Piraí-Guandu (PPG)



Fonte: O autor, 2024.

Na Figura 1 estão destacados os principais elementos delimitadores do recorte espacial, denominado de Oeste Metropolitano (RJ). Porém, a área que compreende as redes de drenagem desde o ponto de transposição do rio Paraíba do Sul para o rio Piraí, também são consideradas quando há menção às redes do Sistema PPG, ou seja, é preciso entender que a estrutura do Sistema PPG compreende a um espaço onde existem redes de drenagem interligadas por um conjunto de infraestruturas tecnológicas, denominadas de rede técnica. As redes de drenagem pertencentes ao Sistema PPG são os caminhos de escoamento da água fluvial das Sub-bacias que drenam para a Baía de Sepetiba pelo canal do Guandu.

O Oeste Metropolitano, a partir do funcionamento das redes técnicas, é o arranjo espacial que mais consome a água das redes de drenagem das Sub-bacias que confluem suas águas para Baía de Sepetiba pelo rio Guandu. As redes técnicas são as responsáveis por alimentar a demanda de consumo hídrico do Oeste Metropolitano.

Portanto deve-se observar o recorte espacial como um conjunto complexo e dinâmico que apresenta dois problemas em comum e interdependentes: a permanência da escassez para determinados usuários de água potável e a possibilidade de avanço dessa realidade, sobretudo em períodos de crise em ambas ou algumas das redes.

São interdependente pois, o que ocorre no Oeste Metropolitano pode afetar a(s) rede(s) que sustentam o abastecimento público.

Nesse sentido o recorte espacial da pesquisa é fundamentado pela relação entre uso, demanda e consumo de água pelo Oeste Metropolitano, possibilitado pelas redes técnicas e de drenagem que escoam para Baía de Sepetiba pelo Guandu.

Essa região recebe há muitos séculos, interferências políticas, culturais e econômicas dominantes, produtoras de escassez. Até os dias atuais, essas influências persistem assentadas em uma lógica comercial neoliberal.

Os municípios considerados como parte do Oeste Metropolitano nessa pesquisa são: Rio de Janeiro, Duque de Caxias, Belford Roxo, Nilópolis, Queimados, Itaguaí, Seropédica, São João de Meriti, Paracambi e Mesquita. Este recorte foi o escolhido pois todos os municípios citados possuem parte significativa de suas atividades e populações abastecidas pelo sistema de transposição PPG.

Ou seja, parte dos territórios dos municípios que delimitam o Oeste Metropolitano estão inseridos em Sub-Bacias que compõe a rede de drenagem que escoam para a Baía de Sepetiba pelo canal do Guandu, onde grande parte da água que abastece a maior porção do Oeste metropolitano é captada, tratada e transposta por dutos da rede técnica.

As atividades que transformam o uso e a ocupação do solo nestes municípios, assim como nos outros fora da RMRJ inseridos nas Sub-bacias mencionadas, podem influenciar diretamente na condição das águas do rio Guandu principalmente áreas próximas aos canais ou à pequenos afluentes. Por isso, essas áreas também estão inseridas no recorte.

Compreender os períodos de crise hídrica e os problemas cotidianos do abastecimento residencial no Oeste Metropolitano impõe a necessidade de um recorte espacial flexível, com margem para ampliação. No caso, os municípios à oeste da RMRJ, são atualmente os mais prováveis para receber o contínuo processo de expansão da malha urbana e atividades metropolitanas.

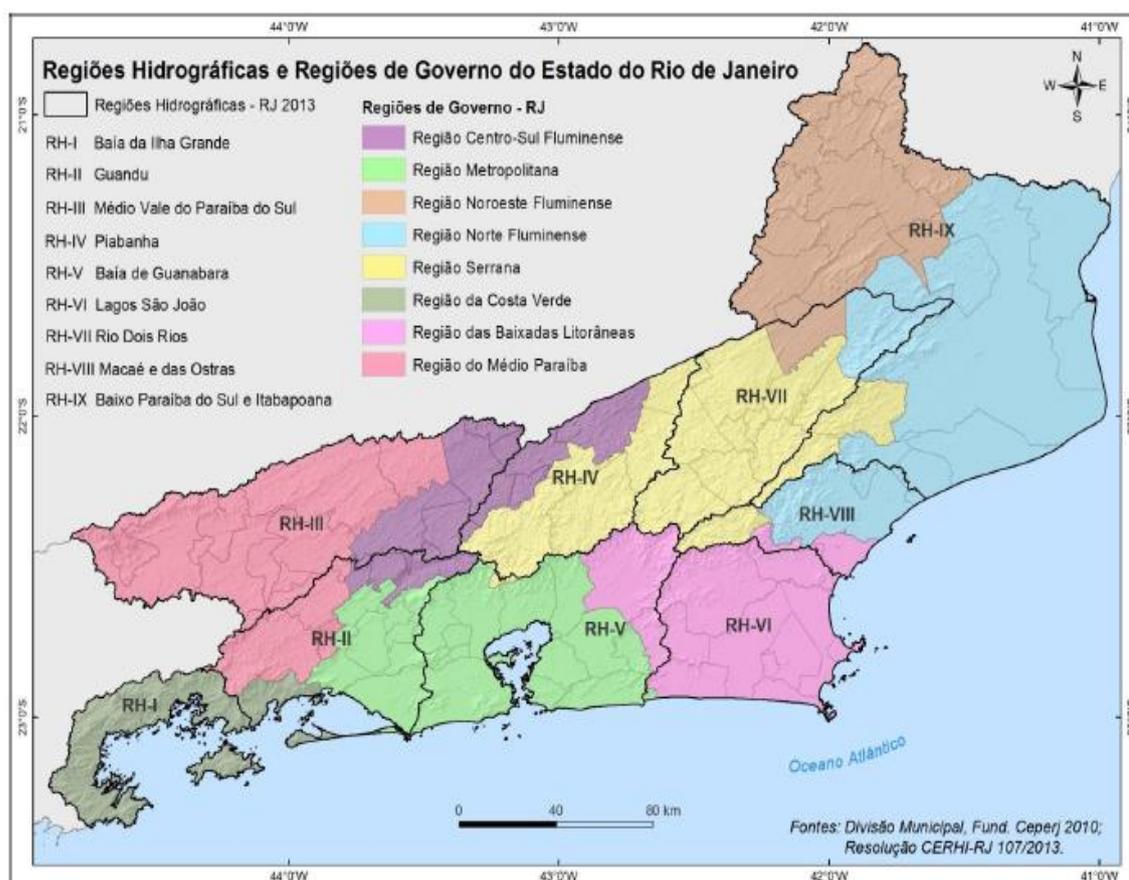
Tal panorama é sustentado pelo crescimento histórico da RMRJ no sentido oeste, fato que se coloca como uma tendência. Essa tendência pode ser observada pela maior concentração populacional e de atividades produtivas do estado do Rio de Janeiro até os dias atuais, assim como o desenvolvimento de atividades de grande magnitude econômica.

Se essa tendência é somada a concretização da hipótese de que no futuro distante haja uma megalópole RJ-SP, tem-se mais um motivo para acreditar que os problemas atuais perdurarão, se não se agravarem, caso medidas eficientes não sejam tomadas.

O abastecimento de água tratada do Oeste Metropolitano captada no rio Guandu é garantido por uma rede técnica(lógica) infraestrutural de grande magnitude, complexidade e extensão.

Ela possibilita a transferência hídrica entre Regiões Hidrográficas de escala estadual, Bacias Hidrográficas de escalas estadual e sub-bacias de diversas escalas (intermunicipais e intra municipais). A rede técnica representada na Figura 1, se localiza entre as Regiões Hidrográficas; RH-II, RH-III e RH-V, e Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro; médio paraíba e metropolitana, ilustradas na Figura 2.

Figura 2 – Mapa das Regiões Hidrográficas e Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro



Fonte: O autor, 2024 a partir de INEA, 2013, 2021a.

O Sistema PPG é sustentado pela interligação entre as os canais principais das redes hidrográficas (de drenagem) dos rios Paraíba do Sul, Piraí e Guandu. O primeiro rio mencionado se localiza na RH-III, enquanto os outros dois na RH-II. Já grande parte das redes técnicas e do Oeste Metropolitano (RJ) se localizam RH-V e uma parte menor na própria RH-II. As Regiões de Governo do estado do Rio de Janeiro podem ser visualizadas no mapa acima, de acordo com as diferenças de cores que agrupam municípios.

Os critérios para a regionalização hidrográfica do estado de acordo com a Lei nº 3.239 de 02 de agosto de 1999, artigo 4, inciso III, estão relacionados à “[...] adequação da gestão dos recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais” (RIO DE JANEIRO, 1999, n. p.).

No interior das Regiões Hidrográficas existem as Bacias de menor grandeza e Sub-bacias, assim como os diversos usos de suas águas (INEA, 2014a) e formas de ocupação do solo. A utilização da rede de drenagem nas Regiões Hidrográficas possui uma série de acúmulos históricos que vão desde atividades extrativistas e agropecuárias, até urbanas e industriais.

As partes das Regiões Hidrográficas que interligam-se ao Oeste Metropolitano pelas redes técnicas do Sistema PPG, serão analisadas a partir de abordagens e métodos distintos, de acordo com questões referentes ao uso da água e a ocupação do solo em diferentes momentos históricos.

As redes de drenagem que sustentam o atual abastecimento hídrico e energético do oeste metropolitano também precisam fazer parte do estudo já que historicamente, testemunham as principais modificações realizadas para possibilitar o desenvolvimento urbano metropolitano até aqui.

Além disso, foi a partir de demandas e decisões tomadas na cidade do Rio de Janeiro, que a construção de sistemas tecnológicos para transferência de enormes volumes hídricos entre as Regiões Hidrográficas foram construídos. Ou seja, abordar estes acontecimentos, faz parte da análise nas áreas compreendidas à RH-III e RH-II.

Enquanto os núcleos urbanos e suas atividades se disseminavam pelo oeste metropolitano durante os séculos, a demanda por água para o abastecimento de diversas atividades impostas pelas decisões da metrópole e seus atores poderosos, se multiplicaram.

Ou seja, por mais que o foco da análise desta pesquisa esteja no uso da água e ocupação do solo da RH-II por ser a região que abriga a Estação de Tratamento de água e garante o abastecimento de grande parte do oeste metropolitano e no consumo urbano da RH-V (Figura 3), é importante compreender motivos e justificativas para realização dessas obras para transferência de enormes volumes hídricos a fim de sustentar a demanda de desenvolvimento econômico metropolitano direcionada pelos núcleos urbanos (atuais centralidades municipais).

Figura 3 – Região Metropolitana do Rio de Janeiro e a rede de abastecimento público



Fonte: PIRES; CERQUEIRA, 2021, p 9.

Devido a isso, atualmente a maior parte do oeste metropolitano, sobretudo a parte localizada na RH-V, depende das águas do rio Guandu (maior parte da rede de drenagem da RH-II) que, por sua vez, apenas supre a demanda desta área por receber um volume hídrico considerável do Médio Paraíba do Sul (RH-III).

Configurando assim, um complexo sistema hidráulico interdependente, interligado e centralizador já que apenas duas estações de tratamento de água (ETA) são responsáveis por receber e tratar adequadamente o volume hídrico potável utilizado para abastecimento da imensa maioria do Oeste Metropolitano.

A Figura 3 exemplifica a integração entre as Bacias (Sub-bacias) das três Regiões Hidrográficas mencionadas pelas redes técnicas de abastecimento público. Essa noção é fundamental para compreensão do complexo sistema de transferência hídrica entre as estruturas geohidrográficas.

Esse sistema existir atualmente, é resultado da evolução dos períodos de crise hídrica que ocorreram na parte oeste da Região Metropolitana do Rio de Janeiro ao longo da sua história. Assim, identificar o início e os momentos em que mais as crises hídricas foram

evidenciadas, tornou-se uma medida estratégica para aferir a evolução da escassez na instância socioambiental, na dimensão hidrossocial e na forma do abastecimento residencial do Oeste Metropolitano pelas redes técnicas.

Devido ao fato do desenvolvimento econômico do oeste metropolitano depender de água de redes de drenagem relativamente distantes dos núcleos urbanos da RMRJ, torna-se fundamental compreender eventos e fenômenos ocorridos nessas áreas, que podem ter influenciado ou que ainda influenciam significativamente na dinâmica natural do ciclo hidrológico regional, pela observação do balanço hídrico e qualidade das águas das redes de drenagem intensamente utilizadas em parte do recorte espacial.

Essas atividades potencialmente influenciadoras dos aspectos quali-quantitativos das redes de drenagem, assim como das redes técnicas, desdobram-se em diversos problemas e desafios para o abastecimento de água tratada das atividades metropolitanas na atualidade, principalmente para uso residencial e público.

Mesmo com uma capacidade “produtiva” de água potável significativa do Sistema PPG (RJ), a insegurança hídrica ainda é um dos principais problemas crônicos e fundamentais do recorte espacial (FORMIGA-JHONSSON; BRITTO, 2020).

Essa insegurança está associada à falta de água para atividades diversas, seja devido a períodos de estiagem mais longos ou dificuldades na distribuição da água captada, fato que enfraquece a confiança do consumidor quanto a estabilidade, na segurança e na qualidade da água fornecida por esse sistema hidráulico.

O atual modelo de desenvolvimento está produzindo novos fatores que ocasionam a escassez. Inclusive em relação à qualidade e quantidade de água para consumo não apenas humano, mas também industrial e agrícola, sobretudo dos rios. A cada ano que passa se tornam mais comum obras, projetos e trocas comerciais por transferência de grandes volumes de água doce de boa qualidade no mundo.

O processo de escassez pode se intensificar de acordo com consequências previstas em estudos sobre mudanças climáticas e eventos extremos, em escala planetária. É nesse sentido que a escassez de água para o abastecimento público foi escolhida como objeto de análise nesta tese.

A escassez de água para o abastecimento público no estado do Rio de Janeiro deve ser compreendido por variáveis qualitativas e quantitativas (DIAS; SILVA, 2016): a escassez hidrossocial, tende a se manifestar em duas formas não necessariamente isoladas): a primeira em relação à quantidade de água e, a segunda, em relação à qualidade da própria (BRITTO; FORMIGA-JHONSSON; CARNEIRO, 2016) na condição bruta.

Tal situação se configura como uma questão extremamente complexa, de difícil resolução, provisão e gestão. Estas variáveis se desdobram em diversos conceitos e temas, que poderão ser discutidos nos âmbitos: político, econômico e ambiental.

Sendo assim, serão considerados aqui processos, estruturas, formas e funções que produzem disparidades ambientais e exacerbam as desigualdades sociais no que se refere ao abastecimento público da água e a distribuição dela de acordo com a relação consumo e prioridade de quem a vende e utiliza.

Essa pesquisa se justifica por estar atrelada à uma das formas de resiliência ao processo que assombra o futuro da civilização do bem-estar. Água doce além de ser um elemento vital, é um bem comum e um recurso essencial para busca das condições de bem-estar social.

Na história da humanidade há gerações que experimentaram diferentes tipos de escassez, ou seja, essa questão não é uma novidade para a nossa espécie. No entanto, os marcos históricos da revolução industrial e verde, ao proporcionarem o aumento de aglomerações e densidades de populações urbanas, foram responsáveis por fazer a sociedade acreditar que os tipos de escassez poderiam ser superadas, em parte e até mesmo em sua plenitude, pela “máquina da indústria” (BELLUZZO; GALÍPOLO, 2019).

A própria globalização se utilizou desta narrativa para fomentar sua auto expansão (SANTOS, 2000). O ponto de destaque é que a escassez de água ainda persiste em nossa história social urbana. No Rio de Janeiro, a escassez se torna cada vez mais intensa e complexa à medida que novos produtos, serviços e objetos são comercializados e atividades são desenvolvidas.

Levando em consideração que todas as atividades produtivas ou cotidianas da população no espaço possuem alguma relação de dependência do uso da água, é compreensível entendê-la como vital e essencial para a reprodução da sociedade em sua integralidade. No âmbito social, a escassez sempre se coloca como cada vez mais importante para a reprodução do modelo capitalista de desenvolvimento. Tal fato pode ser evidenciado neste século pela expansão do chamado “mercado da água” (RIBEIRO, 2008) que engloba grandes empresas transnacionais.

Caso a lógica predatória e degradadora que prevalece no Oeste Metropolitano (RJ), se perpetue como realidade nas cidades médias do estado, será provável e inevitável a proliferação das situações de colapso. Principalmente na RMRJ, ou pelo menos grande parte dela, já que os mananciais de água doce estão sendo superdemandados e apresentam períodos de instabilidade na sua oferta.

O elevado consumo de água dessas cidades na RMRJ e as condições de vida das populações mais vulneráveis indicam também que o atual modelo de abastecimento não é o ideal, principalmente em relação à sustentabilidade dos rios e à vida que dele depende.

Atualmente, grande parte do abastecimento do oeste metropolitano, dependente das águas oriundas de locais fora dos limites que definem a própria Região Metropolitana. Essa água, proveniente de outras duas Regiões Hidrográficas e algumas de suas Bacias, são responsáveis por abastecerem diversos tipos de atividades realizadas na RMRJ, seja na geração de energia elétrica, no funcionamento das cidades (reprodução, distribuição e consumo urbano), na produção industrial e agrícola.

Apesar do grande volume de água doce “produzida” pelo Sistema Guandu, existe ainda uma parcela considerável da população sem acesso às redes de abastecimento de água doce, em especial na periferia da metrópole e nas favelas do município do Rio de Janeiro, enquanto a Zona Sul da cidade recebe mais água proporcionalmente, possuindo um acesso ao serviço de abastecimento mais regular.⁵

Além da ausência de uma rede regular de abastecimento, existem problemas de quantidade, qualidade e frequência do fornecimento de água em toda a região abastecida pelo Guandu (CINCO, 2016, p. 30), causando limitação do acesso à água para um grande contingente populacional.

A Baixada Fluminense possui partes da população que, embora localizados geograficamente próximos à Estação de Tratamento de Água do Guandu (ETA Guandu) sofrem com a falta d'água (DIAS; SILVA, 2016, p. 100).

Por fim, apresenta-se a questão central: qual é a relação entre a escassez com a demanda de desenvolvimento da produção do espaço do oeste metropolitano (RJ) e com os usos múltiplos da água fluvial, a partir do consumo desse recurso nas atividades metropolitanas ao longo da história, sejam, residenciais, comerciais ou produtivas?

Ao considerar a escassez um processo produzido socialmente, no âmbito da macro-história (REVEL, 2010), é factível compreender as escalas e as variáveis que influenciarão e condicionarão a sua existência.

A partir disso, sugere-se como hipótese clássica de trabalho, que a Escassez Hidroambiental é resultado da lógica de uso da água das redes de drenagem por atividades

⁵ Ao sair da ETA, aproximadamente metade da água tratada é conduzida através de um túnel escavado na rocha para o reservatório dos Macacos, na Zona Sul, e metade para o reservatório de Marapicu, ainda em Nova Iguaçu. A partir deste reservatório, uma parte é aduzida para as zonas Norte e Oeste do município em três adutoras. O restante é destinado à baixada fluminense através de duas adutoras (QUINTTSLR; BRITTO, 2014 apud CINCO, 2016, p. 29).

produtivas desenvolvidas historicamente na produção do espaço urbano do Oeste Metropolitano (RJ) e pela lógica regulatória da distribuição de água das redes de drenagem pelas redes técnicas de abastecimento do Sistema PPG, assim como a Escassez Hidrossocial do oeste da RMRJ.

Objetivos:

a) objetivo geral:

—evidenciar, a partir do contexto histórico, político e econômico e dos períodos de crise hídrica, como ocorre a produção de escassez da água doce no abastecimento do oeste metropolitano do Rio de Janeiro.

b) objetivos específicos:

—representar o espaço de funcionamento da integração entre as redes técnicas e de drenagem utilizadas para abastecer o Oeste Metropolitano;

—identificar períodos de crise hídrica no oeste metropolitano do Rio de Janeiro, assim como, suas causas, relações e consequências;

—analisar a relação entre o crescimento de atividades produtivas e comerciais, com a escassez hidroambiental a partir das proporções nos usos e consumos da água;

—demonstrar as relações entre as crises hídricas, o processo de escassez e os múltiplos usos da água das redes de drenagem dos sistemas abastecedores;

—demonstrar cenários ambientais futuros especializados em relação à tendência de desenvolvimento do uso e ocupação do solo das Sub-bacias Hidrográficas da Baía de Sepetiba;

—apresentar medidas (políticas públicas) e estratégias para o enfrentamento dos processos de escassez relacionados às crises hídricas, os riscos e as vulnerabilidades vinculadas.

1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os quatros primeiros objetivos específicos abordados na introdução, são aprofundados em três capítulos: dois, três e quarto. Enquanto os outros objetivos específicos são trabalhados no capítulo final, que se refere aos resultados da pesquisa. Além disso, a metodologia está dividida em cinco fases: a primeira, revela a complexidade do(s) recorte(s) espacial(is) de análise da pesquisa e a relação com as redes do Sistema PPG; a segunda, investiga os diferentes contextos históricos da escassez e das crises hídricas no oeste metropolitano do estado do Rio de Janeiro; a terceira, demonstra como as atividades demandadoras de água bruta ou tratada podem produzir questões (socio)ambientais, sobretudo para o abastecimento de água residencial; a quarta, analisa as tendência de mudança do uso e ocupação do solo da rede de drenagem considerada no estudo, e suas consequências na dinâmica morfológica do canal do rio Guandu; a quinta, oferece um conjunto de recomendações de ações alternativas para mitigar (minimizar) as consequências dos aspectos causadores e mantenedores da escassez.

Cada uma dessas fases possui discussões que se atravessam e constroem um contexto através de uma narrativa construída por inúmeros tipos de diversas fontes. As fases também possuem etapas, as quais detalharemos nos tópicos seguintes: os dados coletados e analisados em cada fase serão triangulados para a constituição de um conjunto de políticas e estratégias alternativas, possíveis para enfrentamento da desigualdade de acesso à água doce para uso residencial, sobretudo em períodos de crises hídricas no oeste da RMRJ.

1.1 Métodos analíticos

Os métodos analíticos na Geografia são ferramentas e abordagens utilizadas para entender e interpretar os fenômenos espaciais, sociais e ambientais. Eles fazem parte do arsenal teórico e prático da Geografia enquanto ciência humana. Além disso, a partir deles se torna possível revelar as dinâmicas que moldam o espaço geográfico e suas interações com a sociedade e com o ambiente.

Esses métodos são fundamentais para responder a perguntas complexas sobre o espaço geográfico. Eles possibilitam uma investigação detalhada e sistemática de dados e informações para compreender as relações entre os diferentes elementos que constituem o

espaço. Na Geografia, os métodos analíticos frequentemente combinam elementos qualitativos e quantitativos, permitindo uma análise mais rica e integrada.

Dentre as características de métodos analíticos, as mais utilizadas foram a exploração de relações espaciais, a fim de compreender como os fenômenos e processos estão distribuídos no espaço e as conexões entre eles. A integração de dados provenientes de diversificadas fontes, como censos demográficos, imagens de satélite, mapas temáticos. A análise crítica, com a intenção de revelar as causas históricas, políticas e econômicas de determinadas desigualdades. Assim como, em menor proporção, o estudo de escalas permite analisar os fenômenos em diferentes níveis: local, regional, nacional ou global.

1.1.1 Primeira fase: contexto da escassez no histórico de crises hídricas da RMRJ

Essa pesquisa se desenvolve a partir da perspectiva de uma Geografia Ambiental alicerçada na Ecologia Política (SOUZA, 2018), por ser uma possibilidade adequada na busca de discussões que alcancem os objetivos propostos.

Para isso, contextualiza-se o funcionamento atual da estrutura hidráulica que abastece o Oeste Metropolitano, para a análise do contexto histórico referente à difusão espacial (CORRÊA, 2020), da rede técnica, responsável por ordená-la, em recortes espaço-temporal definidos.

É fato que, para a rede de drenagem que alimenta o rio Guandu garantir o abastecimento público de água potável do oeste metropolitano, foi necessário aumentar a vazão dele. O aporte de água potável em reservatórios no oeste metropolitano se concretiza devido a um grande sistema de engenharia de transposição alimentado pelas redes de drenagem do rio Paraíba do Sul, da sub-bacia hidrográfica do rio Pirai e das demais que drenam para o canal do Guandu para este fim.

Essa configuração complexa foi construída ao longo de diferentes períodos e fases históricas: colonial, imperial e republicana. Por isso, o recorte temporal desta tese tratará resumidamente o primeiro século de ocupação colonial no Brasil, a partir da consolidação da cidade do Rio de Janeiro, e concentrará mais intensamente o enfoque de análise no passado mais recente, justamente por existir maior número de fontes, meios e informações à medida que as técnicas e tecnologias avançaram.

1.1.2 Segunda fase: mapeamentos e levantamentos parciais da pesquisa

Após a realização do levantamento bibliográfico, iniciam-se as duas primeiras fases: revelar a complexidade do recorte espacial de análise da pesquisa e a relação com as redes do Sistema PPG e investigar os diferentes contextos históricos da escassez e das crises hídricas no oeste metropolitano do estado do Rio de Janeiro

Antes de identificar o espaço afetado por períodos de crise hídrica no oeste metropolitano do Rio de Janeiro, assim como, suas causas, relações e consequências, foi preciso apresentar no capítulo dois, o atual funcionamento do sistema hidráulico que, a partir das redes técnicas, abastecem as atividades do oeste metropolitano.

Iniciou-se o texto assim, para compreensão da atual complexidade da insegurança hídrica nesse espaço, assim como, localizar o leitor geograficamente quanto ao recorte espacial da pesquisa, bem como, ilustrar o espaço que abriga a expansão metropolitana e as atividades associadas a seu desenvolvimento.

Para isso, alguns mapas temáticos de diversas escalas e camadas foram utilizados a partir do processamento de dados geoespaciais no software QGIS. As bases vetoriais que dão suporte aos mapas, foram adquiridas no site da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), principalmente as informações geradas pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Além destas fontes, alguns mapas temáticos foram produzidos com o auxílio do Google Earth Hybrid, como fundo de imagens, a fim de facilitar a compreensão sobre a localização das áreas mencionadas ao longo do texto do capítulo e seu entorno.

Em relação ao levantamento bibliográficos para embasar as análises e reflexões destacadas na pesquisa, materiais sobre períodos consecutivos de intervenção estatal no conjunto de estruturas vinculadas às redes do Sistema PPG, sobretudo aqueles que são gerados como resposta à algum tipo de crise relacionada à falta de água na região estudada, foram consultados. Os motivos para as decisões referentes à distribuição e acessibilidade do serviço de abastecimento, também são considerados.

Isso foi possível a partir da sistematização de dados e informações de fontes consultadas em documentos oficiais, como: as notas da presidência da Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico, publicada pela Câmara Municipal do Rio de Janeiro através do livro

Crise Hídrica em Debate em 2016 que foi presidida e relatada pelo vereador do PSOL, Renato Cinco.

Além dessas fontes, consultamos relatórios, planos e estudos da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE), do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Assim como, estudos científicos desenvolvidos pelos pesquisadores: Paulo Gusmão (2010); Alexandre Pessoa Dias e Bianca Dieile da Silva (2016); Paulo Roberto Carneiro (2016); Carlos Bittencourt e Flávio Serafini (2016); Ana Lucia Britto; Rosa Maria Formiga-Johnsson e Paulo Roberto Carneiro (2016), dentre outros e também reportagens disponíveis na internet.

1.1.3 Terceira fase: reflexões sobre a escassez e suas variáveis

Se cada processo social deve ser analisado segundo o princípio da variação das escalas (REVEL, 2010) e pela determinação de variáveis causadoras e reprodutoras do mesmo, é preciso ampliar o debate que reduz escalas a proporções; variáveis a medições exatas e o processo social a uma hierarquia definida e limitada.

O próprio conceito de processo pode possuir diferentes níveis de escala, como é o caso da escassez hidroambiental, um “macroprocesso” (ALMEIDA, 2021, n. p.). Ou seja, é uma tentativa de abordagem mais abrangente da escassez hidrossocial, na qual, algumas variáveis antes não contempladas, na análise do conceito e suas interligações serão abordadas. Essas variáveis têm a capacidade de impactar significativamente na organização e na produção do espaço social.

No caso desta parte da metodologia, a atenção dada à impactos das variáveis do macroprocesso será maior do que à escala temporal e espacial. Nessas serão descritas as atividades geradoras e reprodutoras do próprio macroprocesso.⁶ A depender do acúmulo e grau de influência de uma das variáveis elencadas para uma condição socioambiental atual, pode ser possível perceber quanto há de contribuição histórica de determinada variável para a manutenção do macroprocesso. Desta forma, as variáveis destacadas, direta ou indiretamente, influenciam nas condições que garantem a “produção” do espaço urbano, da escassez, assim

⁶ INSTRUMENTAÇÃO industrial: entenda de uma vez por todas. **Lince**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://lincebrasil.com/instrumentacao-industrial-guia-completo/>. Acesso em: 13 jan. 2024.

como da água tratada e distribuída pela rede técnica de abastecimento coletivo do Oeste Metropolitano do Rio de Janeiro.

Para analisar a relação entre o crescimento de atividades produtivas e seus usos da água com a escassez ao longo do tempo, buscou-se levantar dados e informações sobre “perdas” e formas de consumos de água (apropriação) por determinadas atividades produtivas e predatórias. A partir disso, selecionou-se um rol de prováveis atividades capitalistas geradoras e produtoras da escassez hidroambiental como variáveis.

Considerou-se aquelas que de alguma forma, apresentam pegadas hídricas consideráveis em redes de drenagem, sobretudo as atuantes na história regional de Bacias das Regiões Hidrográficas II e III, bacias que garantem o sustento de boa parte da demanda hídrica por água doce na RMRJ.

Acredita-se que tais atividades concentradas historicamente nas redes de drenagem, sobretudo dos rios Guandu e Paraíba do Sul possuam a capacidade de desequilibrar o balanço hídrico e a qualidade das águas de suas redes de drenagem.

Como todo macroprocesso histórico de grande magnitude, o nível e a qualidade das águas das redes de drenagem oscilam positiva e negativamente, principalmente por se tratar de um movimento intrínseco ao regime de chuvas. Nesse sentido a análise prioriza a atenção às condições do meio social e ambiental.

Não foi possível demonstrar esse desequilíbrio por meio de cálculos exatos e “incontestáveis”. Calcular a perda de água em metros cúbicos de bacias das três regiões hidrográficas, produzidas por atividades antrópicas do passado, sobretudo as produtivas, talvez seja difícil de se lograr. Por isso, a análise desta tese concentrou-se nos períodos conhecidos atualmente como de crise hídrica, a fim de gerar evidências desse desequilíbrio hidroambiental também a partir de observações das condições socioambientais de canais e rios das redes de drenagem estudadas.

Ainda neste capítulo, reitera-se a complexa situação de insegurança hídrica do oeste da RMRJ, a partir da análise de informações e dados espaciais de parte das fontes já mencionadas, junto a outros documentos oficiais e estudos científicos que se relacionam ao ciclo da água e os mecanismos de uso, controle e gestão hídrica.

Para isso, adicionamos ao conjunto bibliográfico, estudos do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e da Agência Nacional de Águas (ANA).

Sobre as referências, apresentam-se demais estudos científicos como os de, Alexandre Pessoa Dias (2003), Erik Swyngedouw (2009, 2010), Cleber Marques de Castro e Mariane Motta Ferreirinha (2012), José Galizia Tundisi e Takako Matsumura Tundisi (2015),

Alexandre Araújo (2016), João Alfredo Telles Melo e Geovana de Oliveira Patrício Marques (2016), Fernando Jaramillo e Geórgia Destouni (2015). Além destes, inúmeras outras referências foram utilizadas, assim como reportagens disponibilizadas na internet.

Coloca-se em questão contradições entre discursos sobre problemas vinculados as crises hídricas, a partir de posicionamentos rasos por parte das entidades responsáveis pelo uso e gestão das águas. Os discursos fertilizaram o caminho para o aumento das pressões pela concessão por meio da privatização dos serviços de saneamento básico e abastecimento público da água, antes realizado pela CEDAE ao setor privado, representado atualmente pela empresa Águas do Rio.

Em conjunto a documentos de entidades e estudos científicos já mencionados para realizar tal etapa, foi incorporado o relatório da Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP, 2017) e a contribuição de Nilza Medeiros Pinto (2010), assim como outras fontes de veículos de informação presentes na internet.

1.1.4 Quarta fase: tendências, projeções e cenários para o futuro próximo

Após pesquisar, levantar informações, analisar e refletir sobre as relações entre: escassez, crises hídricas, atividades antrópicas, usos e ocupações do solo e da água, buscou-se utilizar métodos para elaboração embrionária de cenários ambientais futuros no recorte analisado, principalmente as áreas das Sub-bacias da Baía de Sepetiba que drenam pelo canal do rio Guandu.

Para descrever alguns possíveis cenários da área estudada no futuro próximo, foi preciso realizar uma série de procedimentos a partir de dois softwares de geotecnologia. As fontes dos dados geoespaciais processados digitalmente no QGIs e no Idrisi Selva, foram as mesmas utilizadas para fazer os mapas temáticos da introdução e do segundo capítulo, assim como informados na primeira fase da metodologia.

Assim, a análise inicial da terceira fase está no capítulo dos resultados. Em um primeiro momento, há o foco na evolução das transformações espaciais estimuladas pelas atividades, seus usos e ocupações do solo.

O recorte espacial da análise geoespacial relacionado a essa fase, compreende as áreas das Sub-bacias Hidrográficas da Baía de Sepetiba que drenam pelo canal do rio Guandu, com exceção para as Sub-Bacias do Piraí e do Médio Paraíba do Sul.

Analisar as transformações espaciais a partir da superfície terrestre, do passado recente pode ser uma base informacional relevante para compreender as principais tendências relacionadas as transformações dos usos e ocupações do solo em um futuro próximo.

Principalmente quando aspectos não observados na análise socioespacial (informação qualitativa) são analisados em conjunto com os resultados dos procedimentos geoespaciais. Na metodologia de cenários, pode-se combinar componentes quantitativos e qualitativos denominada *Story and Simulation* (SAS).

Os componentes quantitativos servem como base dos mapas temáticos e gráficos apresentados no capítulo de resultados. Os dados qualitativos são os aspectos de maior destaque dessa pesquisa e, aqueles considerados para embasar a descrição dos possíveis cenários futuros, são mencionados no próprio capítulo.

Antes de elaborar os cenários relacionados as atividades de uso e ocupação do solo do recorte espacial para a próxima década (2032) (T3), foi necessário seguir algumas etapas e processos. Os dois procedimentos anteriores à descrição dos cenários foram os de implementação da técnica de Classificação Supervisionada de imagens de satélite em dois anos distintos do passado recente. Com intervalo de tempo de quinze anos e a geração dos modelos de tendência. O segundo procedimento depende do primeiro. Nesse sentido, para a embasar a projeção das tendências, os anos escolhidos para classificar imagens de satélite, foram os de 2003 (T1) e 2017 (T2).

Um cenário é uma representação hipotética e detalhada de uma possível situação futura. Ele é construído com base em uma combinação de fatores, tendências, incertezas e eventos imprevistos. Uma tendência é um padrão ou direção geral de mudança que pode ser observado ao longo do tempo.

Ela é baseada em dados passados, principalmente o próximo e indica uma progressão consistente em uma determinada direção. Cenários permitem a criação de uma visão mais ampla e variada do futuro, enquanto tendências oferecem uma visão mais direta e baseada em dados sobre como o futuro pode se desenrolar.

Cenários e tendências podem ser altamente complementares, especialmente no contexto de planejamento estratégico e análise de futuros. As tendências fornecem uma base factual sobre o que já está acontecendo ou está prestes a acontecer. Os cenários exploram

como essas tendências podem evoluir sob diferentes condições, permitindo que se planeje para um conjunto de futuros possíveis⁷.

O resultado das análises do software *Idrisi Selva* das imagens de satélite processadas e classificadas no *QGis 3.22.7* gerou os gráficos de perdas e ganhos entre as classes de uso do solo. Esses resultados, baseiam os modelos de tendência que por sua vez, também fundamentam a descrição de possíveis cenários para o futuro próximo.

O recorte temporal se justifica por alguns motivos: o primeiro, pelo fato que no ano de 2003 ocorreram problemas relacionados à diminuição da vazão dos reservatórios hidroelétricos, que garantem boa parte da eletricidade na região metropolitana e do abastecimento de água metropolitana em seus múltiplos usos.

Em segundo lugar, porque esse foi o último ano a suceder um período mais prolongado de crise hídrica gravíssima, que se estendeu de 1997 a 2001 e, retornou em 2003. Além disso, 2003 foi o primeiro ano de governo do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, esse fato dinamizou algumas atividades industriais e comerciais no Oeste Metropolitano. Sobretudo as atividades da REEDUC em Duque de Caxias e do Porto de Itaguaí. Em terceiro lugar, pois o recorte temporal também compreende à um dos períodos mais duradouros de estiagem no sudeste brasileiro, a crise de 2013-2015.

Para espacializar a tendência mencionada, algumas técnicas pertencentes à Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como: Índice Kappa, Diferenciamento e Classificação Supervisionada de Imagens foram realizadas.

Para isso, utilizaram-se de imagens de sensores orbitais, mais especificamente o Landsat 7, ano de 2003 e o Landsat 8, ano de 2017. As imagens foram adquiridas no EarthExplorer, no site oficial do Levantamento Geológico dos Estados Unidos (USGS).

Além disso, as bases vetoriais das Sub-Bacias Hidrográficas e suas respectivas redes de drenagem, foram adquiridas no site da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) e gerados pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

Após isso, foram utilizadas técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) para poder realizar a Classificação Supervisionada. As correções atmosféricas, de ruídos e geométrica já haviam sido feitas nas imagens adquiridas.

As técnicas de PDI foram realizadas no software Arcgis Desktop 10.8. O primeiro passo foi extrair as bandas das imagens e empilhá-las, no caso do Landsat 7 das bandas B1 até

⁷ World Economic Forum. **The global risks: report 2023**: insight report. 18th ed. Geneva: World Economic Forum, 2023. Disponível em: <https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2023.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

B7 e no Landsat 8 de B2 até B8. Após esse procedimento, foi necessário reprojotá-las para UTM SIRGAS 2000 23S, já que estavam referenciadas ao norte em SAD69 23N.

Em seguida, as imagens foram recortadas de acordo com a base vetorial utilizada e realizada as composições coloridas (RGB). A composição utilizada foi a denominada falsa-cor, 543 no Landsat 7 e 654 no Landsat 8.

Depois, foi necessário realizar o fusionamento das bandas empilhadas com a banda pancromática, etapa conhecida como realce. Tal procedimento ocorreu para que a resolução espacial das imagens ficassem com melhor detalhamento em relação ao tamanho dos pixels (15m), e assim, facilitar a identificação de alvos.

É importante salientar que, a imagem do Landsat 8 teve de passar por um processo de reamostragem, para transformá-la de 16 para 8 bits e poder realizar um procedimento mais à frente. Após a implementação das técnicas de PDI, iniciou-se a Classificação Supervisionada considerando cinco classes de uso e cobertura do solo: Água, Área Urbanizada, Área Florestada, Solo exposto e Mineração.

Após a criação das classes, amostras destas classes foram coletadas na imagem para poder gerar o mapa da classificação. O Índice Kappa das classificações foram considerados excelentes (BARBOSA, 2009, p. 52), sendo 0,82 para a classificação do Landsat 7 e 0,84 para a classificação do Landsat 8. Após esse procedimento, as imagens classificadas foram transportadas para o software Idrisi Selva, programa selecionado para realizar as análises espaço temporais pretendidas.

O mapeamento dos Modelos de Tendência se referem à projeções tendenciais das transições entre classes da superfície do recorte espacial, ocorrerem nos próximos anos. Essa projeção é baseada nos dados geoespaciais analisados pelo Idrisi Selva das imagens de satélite usadas para classificação supervisionada, dos anos de 2003 e 2017.

Ou seja, a análise das imagens classificadas gera dados sobre ganhos e perdas entre classes no passado recente, que por sua vez se desdobra na Cadeia de Markov. Após classificar um determinado estado ambiental usando um modelo supervisionado, a cadeia de Markov pode ser utilizada para prever a sequência futura de estados, ajudando na tomada de decisões, como preparação para desastres naturais (GUAN et al., 2011).

A tabela gerada mostrará a probabilidade de cada classe de uso/cobertura do solo se transformar em outra ao longo do tempo. Essas probabilidades podem ser usadas para prever mudanças futuras, aplicando-as integradas à outras informações e variáveis.

Essa ferramenta permite analisar a transição entre diferentes classes de uso e cobertura do solo ao longo do tempo. Esta tabela é comumente usada em análises de mudanças

ambientais, onde se deseja prever como a paisagem pode evoluir com base em tendências históricas. Essa parte da metodologia foi desenvolvida especificamente na disciplina de Cenários Ambientais ministrada pelo professor Leandro Besser.

Após analisar as principais tendências, foi possível elaborar Cenários Futuros Especializados e Espacializados de forma descritiva e embrionária. Para a elaboração dos possíveis Cenários para um futuro próximo, considerou-se as informações obtidas pelos, histórico baseado nas discussões dos capítulos dois, três e quatro, assim como, os modelos de tendência e os principais motivos para sua provável dinâmica no Oeste Metropolitano e o recorte temporal inicial (2003-2017) para essa etapa.

Nesse caso, o recorte temporal analisado para a projeção até o ano de 2032 contou com a inclusão de acontecimentos significativos associados à escassez e períodos de crise hídrica nos anos de 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 e 2023. Ou seja, para realizar a descrição dos cenários possíveis para até o ano de 2032, utilizou-se o recorte temporal do período entre 2003 (T1) e 2023 (T2). Essa inclusão ocorreu principalmente pelo acontecimento do período de Crise Hídrica em 2020 e o movimento de concessão privada (privatização) de etapas fundamentais do abastecimento público metropolitano.

1.2 Métodos propositivos

Os métodos propositivos na Geografia referem-se a abordagens que, além de interpretar e explicar fenômenos espaciais, buscam oferecer soluções práticas para problemas identificados no espaço geográfico. Esses métodos estão diretamente associados ao caráter aplicado da Geografia, que combina análise científica com ações voltadas para a transformação da realidade.

Diferentemente de métodos descritivos ou analíticos, os propositivos têm como foco principal a elaboração de propostas, estratégias e intervenções que contribuam para o planejamento territorial, a sustentabilidade ambiental e a melhoria das condições de vida nas diversas escalas espaciais.

Dentre as características dos métodos propositivos, as mais enfatizadas foram a interdisciplinaridade, assim como o planejamento territorial com foco na mitigação dos problemas ligados à Escassez Hidroambiental, elencados ao longo da pesquisa. Os produtos (os cenários projetados e quadro de recomendações), resultado da aplicação desses métodos,

podem ser utilizados em diversas vertentes ligadas ao desenvolvimento e ordenamento urbano.

Para exemplificar, pode-se mencionar a aplicação em projetos de planejamento territorial e zoneamento ecológico-econômico. Mas principalmente nas atividades vinculadas à gestão dos recursos naturais (sobretudo hídricos) e para o embasamento de políticas públicas destinadas à redução das desigualdades no que se refere à distribuição da água fluvial do recorte oeste da RMRJ.

1.2.1 Quinta fase: mitigação dos problemas ligados ao abastecimento público, uso da água e a conservação ambiental

A quinta fase da pesquisa, está associada aos métodos propositivos que foram embasados nas análises e resultados preliminares presentes no último capítulo principalmente. É nela onde questões desmembradas da questão central e das hipóteses alternativas relacionadas à complexa situação de insegurança hídrica do oeste da RMRJ são apresentadas.

A partir disso e de todo acúmulo de conhecimento sobre a questão central nas fases anteriores, busca-se apresentar medidas e estratégias para o enfrentamento das crises hídricas, da escassez e seus riscos futuros. A tabela da página 164 representada como quadro 1 visa contribuir com o desenvolvimento científico e tecnológico vinculado ao planejamento territorial-ambiental do espaço social pesquisado.

Para isso, foi preciso sistematizar diversas informações e conhecimentos no quadro 1, com medidas recomendadas por pesquisadores e entidades, principalmente aquelas encontradas na publicação da Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico e do Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia do Guandu (INEA, 2014c).

A tabela foi gerada a partir de análises de bibliografias utilizadas no decorrer da pesquisa, assim como outros documentos e fontes disponíveis na internet. Alguns documentos foram consultados em instituições, repositórios de estudos científicos dos mais diversos, assim como tecnologias, ideias ou ações compatíveis com o objetivo que guia esta fase da metodologia.

Assim, foi possível articular um conjunto de medidas, propostas, ideias e técnicas, a fim de dar suporte para elaboração de estratégias mitigadoras e políticas públicas alternativas,

em busca da integração entre as questões vinculadas à conservação da natureza e o bem-estar social dos cidadãos do Oeste Metropolitano.

Esse quadro está voltado para enfrentar as questões desafiadoras e problemáticas que envolvem a situação de insegurança hídrica no oeste da Região Metropolitana (RJ). Tais medidas estão acompanhadas de possíveis e potenciais articulações entre ideias, ações e técnicas capazes de transformarem a realidade socioambiental da complexa Escassez Hidroambiental.

Estas etapas se justificam pela necessidade em evitar a expansão predatória da lógica econômica, assim como, fortalecer a mitigação do processo analisado. O quadro que reúne a sistematização parcial descrita acima até o momento está mencionado nos resultados dessa proposta, denominado de: Conjunto de Políticas Propostas - Estratégias e Alternativas Possíveis.

A ideia principal desse quadro 1 é que seja apresentado às instituições públicas de regulação, planejamento e gestão a fim de contemplarmos os objetivos sobre organização de estudos, diretrizes e tecnologias.

Assim como, ser um ponto de partida para elaboração de eventos: encontros e cursos capazes de articular e integrar estratégias mitigadoras às populações mais afetadas pelas questões vinculadas ao abastecimento público.

Esse quadro deverá sofrer adaptações de acordo com as demandas das instituições, populações e espaços que forem contemplados. Ele possui margem para se expandir e fortalecer ainda mais a luta pelo direito a água potável, sobretudo para uso residencial.

O avanço tecnológico o torna um produto em permanente construção, pelo fato de existirem outras medidas recomendadas e estratégias compatíveis que não foram inseridas na sistematização até o momento, seja por não conhecimento do pesquisador ou por não haver tecnologia ou condições para o desenvolvimento de uma determinada estratégia.

2 ESPACIALIZAÇÃO DAS REDES DO SISTEMA PPG: O ABASTECIMENTO COLETIVO DE ÁGUA FLUVIAL DO OESTE METROPOLITANO DO RJ E SEUS ASPECTOS FUNDAMENTAIS

Quando o termo redes técnicas for utilizado nesta pesquisa, faz-se uma referência ao conjunto de infraestruturas capazes de armazenar (represas), captar (pontos de captação), tratar (Estações de Tratamento – ETA) e transferir (dutos) de água da rede de drenagem das Sub-bacias Hidrográficas utilizadas para abastecer os municípios do Oeste Metropolitano.

Rede de drenagem, é o conjunto de estruturas existentes nos solos que são capazes de drenar a água da chuva, como: rios, afluentes, sub-afluentes, canais, valas, lençol freático etc. Ou seja, o sistema denominado nessa pesquisa como Paraíba-Piraí-Guandu (PPG), representa o espaço de funcionamento que ocorre a integração entre as redes técnicas e de drenagem utilizadas para abastecer o Oeste Metropolitano. Essa integração possibilita a transferência de grandes volumes hídricos entre municípios do estado do Rio de Janeiro e traz inúmeras questões para elucidação.

Antes de destacar os períodos de crise hídrica e a produção da escassez, é fundamental elucidar as relações entre as redes técnicas e de drenagem das estruturas hidrogeográficas para realização do abastecimento de água do oeste metropolitano (RJ). Assim como, abordar os principais desdobramentos relacionados ao funcionamento do Sistema PPG, denominados de aspectos fundamentais socioespaciais ou socioambientais. Este capítulo foi concebido mais estritamente para esse fim.

Nesse sentido no tópico 2.1, utilizou-se as técnicas cartográficas de mapeamento temático para melhor representar espacialmente o funcionamento das redes (técnica e de drenagem).

Além disso, o primeiro aspecto socioespacial fundamental, será apresentado de forma mais aprofundada em relação aos demais explanados resumidamente no decorrer deste capítulo. Esses aspectos são fundamentais, justamente por estarem relacionados as principais questões, produtoras, reprodutoras, mantenedoras e incentivadoras do macroprocesso da escassez.

Assim, eles contribuem para a identificação das causas, consequências e relações entre escassez, crises hídricas e o funcionamento das redes mencionadas. Todos os aspectos, com exceção do primeiro, são aprofundados nas discussões e informações apresentadas nos capítulos seguintes.

2.1 Aspectos espaciais e ambientais do abastecimento de água tratada do Oeste Metropolitano: relações entre redes técnicas e de drenagem

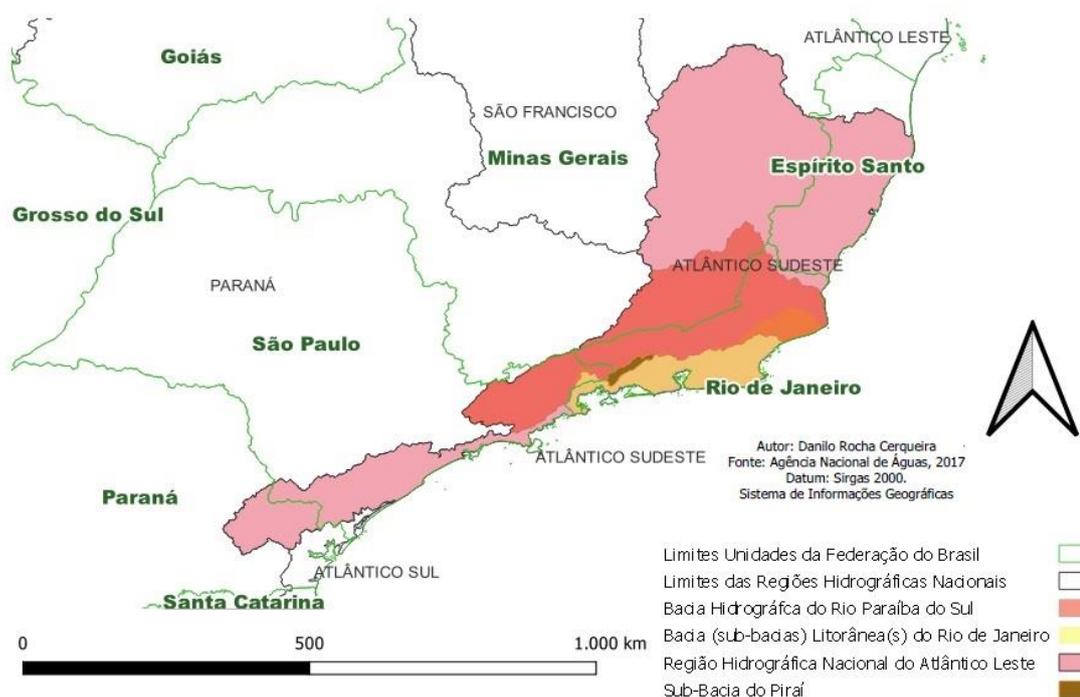
A abrangência espacial da infraestrutura do Sistema PPG é tamanha, que envolve transferência hídrica entre bacias, regiões e sub-bacias hidrográficas em uma variedade de escalas complexas.

A Bacia Hidrográfica pode ser definida pela configuração geográfica da drenagem que converge a água precipitada até o seu ponto mais baixo, conhecido como exutório (AZEVEDO; BARBOSA, 2011; BRAGA et al., 2005).

Além do canal principal de uma Bacia Hidrográfica, existem os canais secundários ou afluentes que confluem para o rio principal. (CRUZ; TAVARES, 2009) ou para o oceano. A hidrografia que compõe as Bacias e Sub-bacias, são chamadas de rede de drenagem

O território do estado do Rio de Janeiro, se regionalizado por critérios hidrográficos, apresenta dois grandes grupos de Bacias Hidrográficas, a do Paraíba do Sul (coloração vermelha) e a Bacia Litorânea do Rio de Janeiro (cor laranja), conferir Figura 4 a seguir.

Figura 4 – Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hidrográficas em escala Nacional e Estadual
Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hdrográficas em escala Nacional e Estadual.

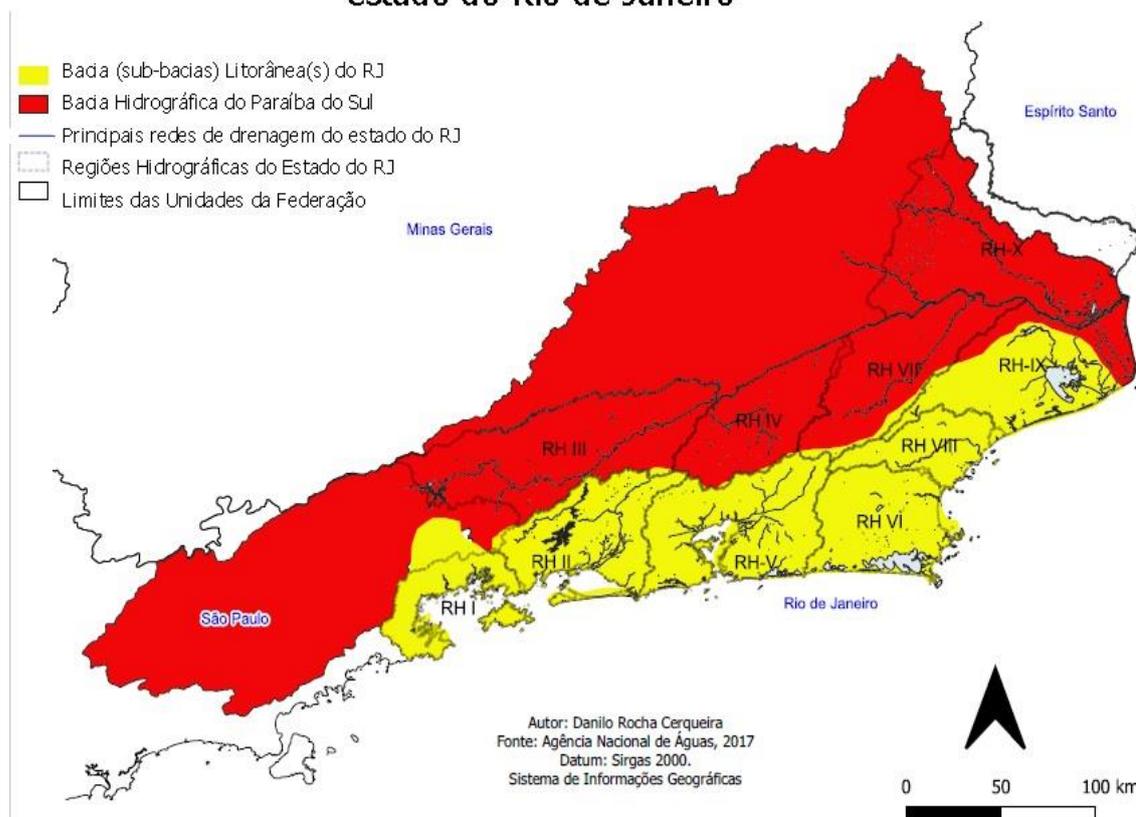


Fonte: O autor, 2024.

Ambas as Bacias Hidrográficas compõem a faixa central da Região Hidrográfica Nacional do Atlântico Sudeste, conforme ilustrado na figura 4. Ou seja, a transposição de águas do sistema PPG se configura como uma transferência entre duas Bacias Hidrográficas presentes no estado do Rio de Janeiro (Figura 5), assim como, de parte das suas drenagens.

Figura 5 – Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro

Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do estado do Rio de Janeiro

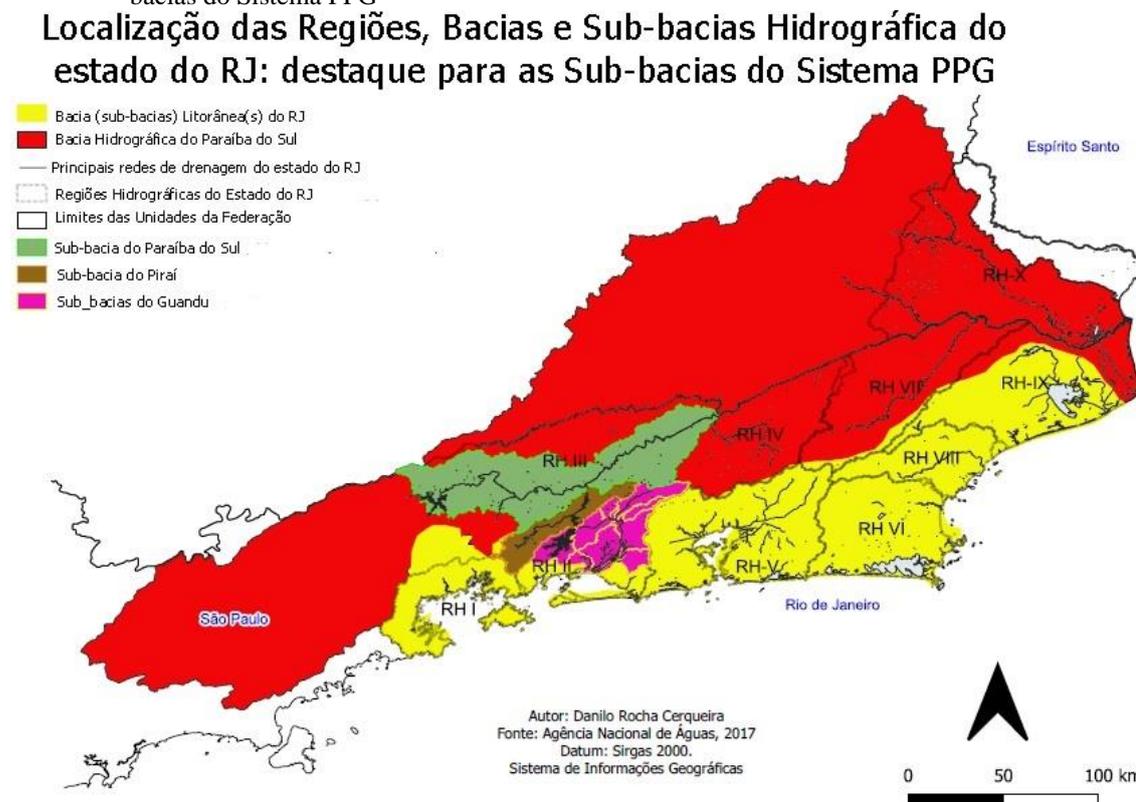


Fonte: O autor, 2024.

Importante destacar que as Bacias Hidrográficas são subdivididas em Sub-bacias Hidrográficas, principalmente a Bacia Litorânea. Por possuir uma configuração diferente da Bacia do Paraíba do Sul, que apresenta um rio de referência e maior grandeza dentro do estado do Rio de Janeiro, a Litorânea possui características distintas, sobretudo, a de possuir um número maior de Sub-bacias de escalas mais reduzidas (algumas a níveis municipais).

O rio Paraíba do Sul representa uma Bacia Hidrográfica de escala regional. Já, a BH do rio Piraí se apresenta como um entreposto da transferência de águas do Paraíba do Sul para o Guandu. Isso foi possível devido a reversão de seu curso d'água por obras de grande magnitude historicamente, que fez com que a vazão do rio Piraí seguisse em direção as Sub-bacias Litorâneas.

Figura 6 – Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do Estado do RJ: destaque para Sub-bacias do Sistema PPG



Fonte: O autor, 2024.

As Sub-bacias da BH Litorânea do estado do Rio de Janeiro foram divididas em dois grupos, de acordo com o mapa acima. Na cor marrom, de maneira isolada, está a Sub-bacia do rio Pirai. Já na coloração lilás, estão as demais Sub-bacias destacadas como partes componentes da BH Litorânea.

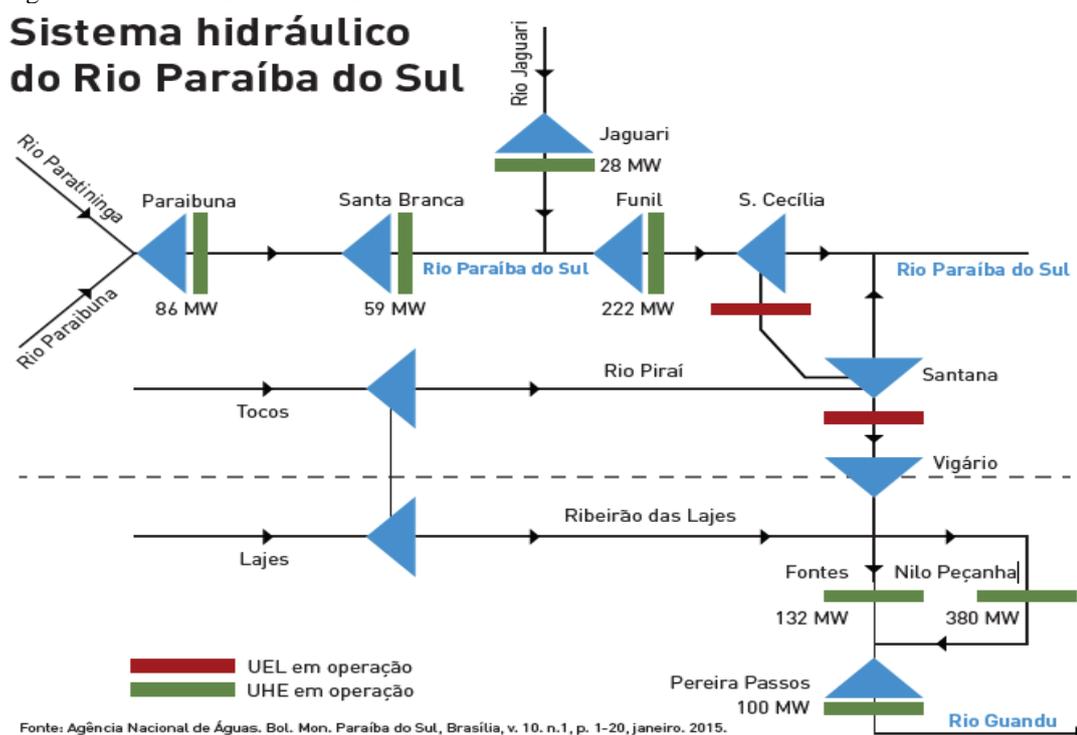
A divisão foi realizada desta maneira, pelo fato da Sub-bacia do Pirai ter sido alterada atropicamente e, por isso, ser considerada um entreposto, uma zona de desvio hídrico entre as Regiões Hidrográficas Estaduais III (Sub-BH Médio Superior Paraíba) e II (Sub-bh do Pirai como entrada). Mesmo assim, atualmente suas águas drenam em direção à Baía de Sepetiba, logo, ela faz parte do conjunto de Sub-bacias da Baía de Sepetiba.

Em resumo, o Sistema PPG abrange parte da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul (a Sub-bacia do Curso Médio Superior) preenchida com a cor verde no mapa representado na figura 5 e no mapa da figura 6 pela cor vermelha.

Além desta, outras oito Sub-bacias Litorâneas (Pirai, Ribeirão das Lajes, Santana, Macaco, São Pedro, Canal do Guandu, Canal de São Francisco e da Guarda) – representadas na figura 6, compõe a rede de drenagem usada pelas redes técnicas do Sistema PPG para abastecer o Oeste Metropolitano e seus múltiplos usos.

No ponto de transposição do rio Paraíba do Sul em Barra do Pirai (losango 1), foi construída uma barragem de nível para captação de água, chamada de Santa Cecília. À montante dela, uma estação elevatória bombeia a água, fazendo-a chegar ao rio Pirai. Ao chegar neste rio, há uma barragem que impede o fluxo do curso normal e determina uma mudança na sua direção original. As águas misturadas dos rios mencionados são bombeadas novamente no município de Pirai, e elevada até o reservatório de Vigário (CINCO, 2016).

Figura 8 – Sistema Hidráulico e Hidroelétrico Paraíba do Sul-Guandu



Fonte: CINCO, 2016, p. 24.

Neste reservatório ocorre geração de energia elétrica nas usinas Fontes e Nilo Peçanha e, toda água utilizada para este fim escoar para o reservatório de Ponte Coberta, onde há um novo aproveitamento energético pela usina Pereira Passos.

Atualmente “a vazão que escoar pelo Rio Paraíba do Sul é regularizada por reservatórios utilizados, prioritariamente, para a geração de energia elétrica” (CARNEIRO, 2016, p. 74.).

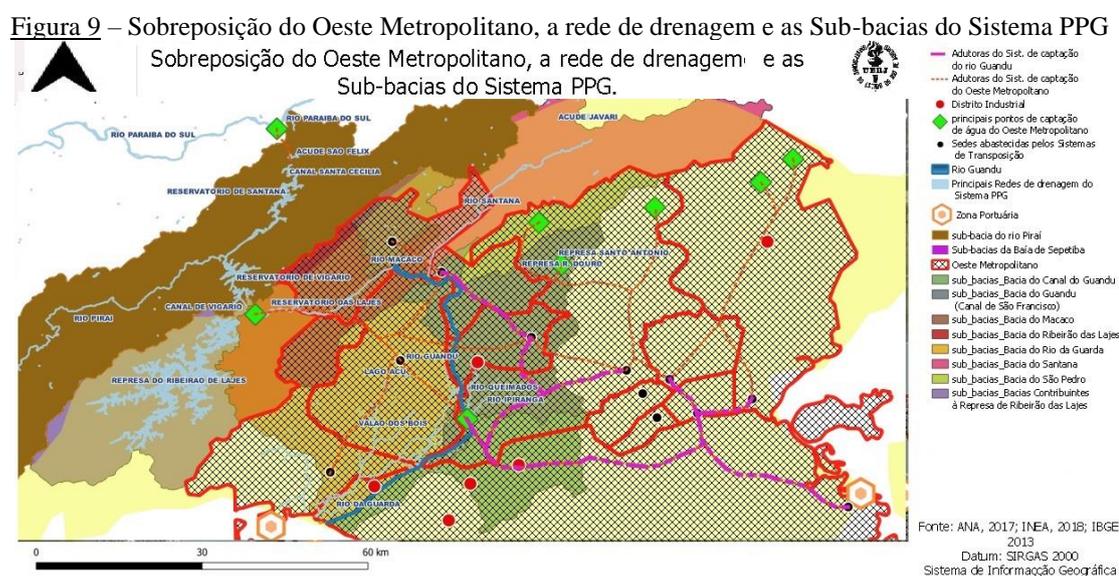
Os principais reservatórios do Paraíba do Sul são Paraibuna, Santa Branca, Jaguari e Funil. A capacidade total destes reservatórios (Reservatório Equivalente) é de 7.294,7 milhões de metros cúbicos, dos quais 4.341,9 milhões de metros cúbicos estão dentro da faixa normal de operação (volume útil total). O reservatório de Paraibuna é o que possui a maior capacidade de armazenamento em termos de volume útil (61%, seguido por Jaguari (18%), Funil (14%) e Santa Branca (7%). Esses reservatórios estão localizados no estado de São Paulo, com exceção de Funil, que se localiza no estado do Rio de Janeiro (CINCO, 2016, p. 25).

O reservatório de Funil, pode ser observado no mapa da figura 7. Ele se localiza no extremo oeste, bem nos limites que definem a Sub-bacia do Curso Médio do Paraíba do Sul.

Após esses mecanismos se inicia o Rio Ribeirão das Lajes (sub-bacia de mesmo nome), que ao encontrar o Rio Santana, em Paracambi, passa a ser denominado de Rio Guandu.

Com 63 km, este rio percorre oito municípios: Pirai, Paracambi, Itaguaí, Seropédica, Japeri, Queimados, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro, desembocando na baía de Sepetiba, a captação da água para tratamento na Estação de Tratamento (ETA) Guandu é realizada após 43 km de percurso em Nova Iguaçu e abastece quinze municípios.⁸

Das doze Sub-bacias que compõe o sistema PPG, sete são totalmente abrangidas nos territórios municipais do Oeste Metropolitano, três parcialmente (rio Macaco, rio Ribeirão das Lajes e rio Santana) e duas não pertencentes a configuração territorial metropolitana (parte média superior do rio Paraíba do Sul, rio Pirai e represa Ribeirão das Lajes) conforme ilustra o mapa a seguir. Essa informação será determinante para as análises realizadas no capítulo final e pode ser observada no mapa abaixo.

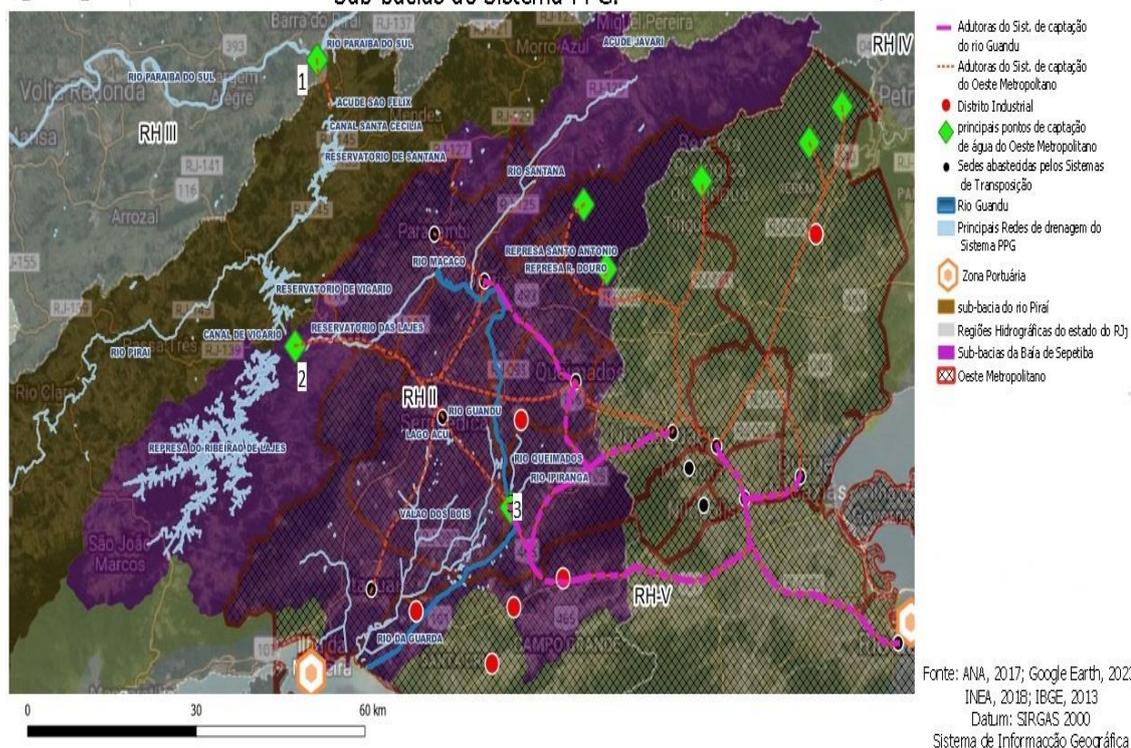


Fonte: O autor, 2024.

O mapa representado pela figura 10 a seguir ilustra então a transferência hídrica possibilitada pelo sistema PPG. Onde parte da água da Bacia do Paraíba do Sul (da Sub-bacia do curso médio do Paraíba do Sul) é desviada para as Sub-bacias da Baía de Sepetiba iniciando-se o procedimento pela Sub-Bacia do rio Pirai.

⁸ CEDAE. **Guandu**. Rio de Janeiro: CEDAE, 2018. Disponível em: <https://www.cedae.com.br/portals/0/livreto_guandu.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2023.

Figura 10 – Sobreposição do Oeste Metropolitano, a rede de drenagem e as Sub-bacias do Sistema PPG



Fonte: O autor, 2024.

Os locais de transposição entre águas de redes de drenagem distintas estão representados pelos losangos verdes numerados no mapa da figura 10. No primeiro (mais ao norte), não há tratamento. Essa água percorre seu curso por reservatórios (de Santana e Vigário) até serem utilizadas por algumas Hidroelétricas que direcionam e regulam o fluxo de água drenada para a represa Lajes e conseqüentemente, para o reservatório da Sub-bacia do rio de mesmo nome mais adiante.

Neste reservatório ocorre geração de energia elétrica nas usinas Fontes e Nilo Peçanha e, toda água utilizada para este fim escoar para o reservatório de Ponte Coberta, onde há um novo aproveitamento energético pela usina Pereira Passos. Após esses mecanismos se inicia o Rio Ribeirão das Lajes (sub-bacia de mesmo nome).

No segundo losango (2), há tratamento de parte da água, transportada de forma isolada para o Oeste Metropolitano via adutoras (representadas pelo traço pontilhado laranja).

Já a parte da água que não é tratada (oriunda do Pirai e da Represa Lajes), drena para o rio Ribeirão das Lajes que, após seu encontro com os rios Macacos e Santana, formam o rio Guandu e inicia-se a Sub-bacia de mesmo nome.

A rede de drenagem do Reservatório Lajes até a Baía de Sepetiba possui uma extensão de aproximadamente 63 km. Percorre oito municípios: Piraí, Paracambi, Itaguaí, Seropédica, Japeri, Queimados, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro, desembocando na Baía de Sepetiba.

O caminho descrito, pode ser observado em ambos os mapas acima, ele se dá do ponto de captação número 2, seguindo o traçado azul claro, que representa o rio Ribeirão das Lajes, até o encontro com os rios Macaco e Santana. A partir daí, o traçado azul se torna um pouco mais escuro e espesso (representando o rio Guandu), até a foz na Baía de Sepetiba.

A captação da água para tratamento na Estação de Tratamento (ETA) do rio Guandu é realizada após 43 km de percurso em Nova Iguaçu e, de acordo com o mapa, abastece ao menos onze municípios (CEDAE, 2018).

[...] aproximadamente metade da água tratada é conduzida através de um túnel escavado na rocha para o reservatório dos Macacos, na Zona Sul, e metade para o reservatório de Marapicu, ainda em Nova Iguaçu. A partir deste reservatório, uma parte é aduzida para as zonas Norte e Oeste do município em três adutoras. O restante é destinado à baixada fluminense através de duas adutoras (CINCO, 2016, p. 29).

Ao seguirmos a lógica por traz da hidrografia fluvial, todas as Sub-bacias que compõem a rede de drenagem do Sistema PPG, excetuando a do Paraíba do Sul, convergem suas águas para a Baía de Sepetiba. Nesse sentido, podemos considera-las como um conjunto de Sub-bacias da Baía de Sepetiba.

Por isso afirma-se na introdução a existência de transferência hídrica entre Bacias Hidrográficas (uma interestadual e outra estadual); Sub-bacias (do curso médio do Paraíba do Sul para Piraí, dele para o Guandu, etc) e entre Regiões Hidrográficas em escala estadual (da RH-III para a RH II e dela para a RH-V a partir das elevatórias e adutoras).

O Sistema PPG possui algumas vantagens, como conseguir tratar um grande volume de água bruta. Porém, também possui inúmeras desvantagens, principalmente os problemas vinculados as características de centralização, regulação, magnitude e dependência do rio de maior grandeza do estado, intensa e historicamente utilizado pelos municípios do estado do Rio de Janeiro, de São Paulo e de Minas Gerais também.

Ou seja, o mal funcionamento e/ou gestão do Sistema PPG geram situações (ambientais e socioespaciais) que dificultam o acesso e agravam os desafios do abastecimento de água do Oeste Metropolitano. Nesse sentido, os principais aspectos sociais, espaciais e ambientais relacionados ao funcionamento do Sistema PPG serão apresentados neste momento. Eles guiam os objetivos, métodos e capítulos seguintes, por isso são abordados adequadamente no decorrer dos capítulos, principalmente na parte final da pesquisa.

Esses aspectos são fundamentais para explicar a ocorrência crônica de Crises Hídricas (detalhada no próximo capítulo) e as relações com reprodução da Escassez Hidroambiental no recorde analisado (discutida no capítulo 4).

Eles também são situações chaves para compreender a ligação entre desdobramentos do desenvolvimento da produção do espaço urbano, movido por uma lógica mercantilista, para geração e manutenção da Escassez e, conseqüentemente períodos de Crise Hídrica. O primeiro aspecto será destacado nos subcapítulos deste capítulo inicial, os demais aspectos, são apresentados ainda neste capítulo e mais detalhados no decorrer dos capítulos seguintes, sobretudo o das variáveis.

No subcapítulo a seguir, um dos desdobramentos atuais do macroprocesso da escassez na dimensão hídrica, descrito como primeiro aspecto socioespacial fundamental, será ilustrado de forma mais detalhada.

Por fim, o subcapítulo 2.2.1 ajuda a elucidar o funcionamento integrado entre redes técnicas para transportar grandes volumes de água de diferentes redes de drenagem. Assim como, perceber a prioridade de atendimento à algumas determinadas demandas do processo de desenvolvimento metropolitano.

2.2 Primeiro aspecto socioespacial fundamental: distribuição desigual da água tratada do oeste da RMRJ

O volume excepcional de água recebida pelo Sistema Guandu é tanto, que já, em 1982 a ETA Guandu passou a ser o maior parque de produção de água potável da América Latina e em 2007 o maior do mundo⁹. Ainda assim, existe uma parcela considerável da população sem acesso ainda às redes de abastecimento, nas áreas de periferia do oeste da RMRJ, principalmente nas favelas.

Além da insuficiência de atendimento da rede, ainda existem problemas relacionados à quantidade, qualidade e frequência do fornecimento de água em toda a região abastecida pelo sistema Guandu, causando limitações de acesso à água para grande parte da população pobre do oeste da RMRJ (CINCO, 2016).

⁹ CEDAE, 2018.

Devido a essa configuração espacial, dos quatro grandes sistemas de abastecimento hídrico metropolitano, três se localizam no recorte denominado Oeste Metropolitano. Além de ser composto por mais da metade dos municípios da Região metropolitana (12), o recorte representa aproximadamente 90% da população de toda RMRJ¹⁰.

Os quatro sistemas de captação são: 1. Acari, 2. Ribeirão das Lajes, 3. Guandu e 4. Imunana-Laranjal (Figura 11), nosso foco de análise se concentrará nos problemas vinculados ao funcionamento (ou falta de) das redes técnicas dos três primeiros sistemas de abastecimento do oeste da RMRJ (1, 2, 3), principalmente o 2 e o 3. Os sistemas mencionados são interligados e isso gera uma relação de dependência de funcionamento entre o Guandu, o Ribeirão das Lajes e o Paraíba do Sul.

O complexo de Ribeirão das Lajes, onde foi instalada a Light - considerada no início do século XX a maior hidrelétrica do mundo, possui adutoras que passam por Seropédica, Queimados, e se integram com as adutoras do sistema Guandu posteriormente a Nova Iguaçu e Itaguaí. Realizando o transporte de água bruta. “As adutoras transportam a vazão total de 5.500 l/s abastecendo parte dos municípios de Paracambi (104,50 l/s), Seropédica (319 l/s), Queimados (44 l/s), Japeri (154 l/s), Nova Iguaçu (38,50 l/s), Rio de Janeiro (4.510 l/s) e Itaguaí (330 l/s)” (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016, p. 194).

As adutoras do sistema Ribeirão das Lajes, representadas no mapa (figura 2) pelo traçado verde, se interligam ao sistema de adutoras do Guandu 8 km após a ETA de mesmo nome. Elas transportam água já tratada do Reservatório Ribeirão das Lajes, “passam por Seropédica e Nova Iguaçu e chegam ao reservatório do Pedregulho, em Benfica, no município do Rio de Janeiro.” (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016, p. 194).

Após essa integração entre sistemas hidráulicos para transporte de água, o sistema Guandu é subdividido em dois subsistemas (eixos) Maracupí e Limeirão.¹¹

As adutoras não são precisamente representadas nos mapas das figuras 11 com dados da ANA (2010) e da figura 12, realizados com dados do INEA. Essa constatação é realizada após a comparação do traçado das linhas em ambos os mapas mencionados. O mapa da figura

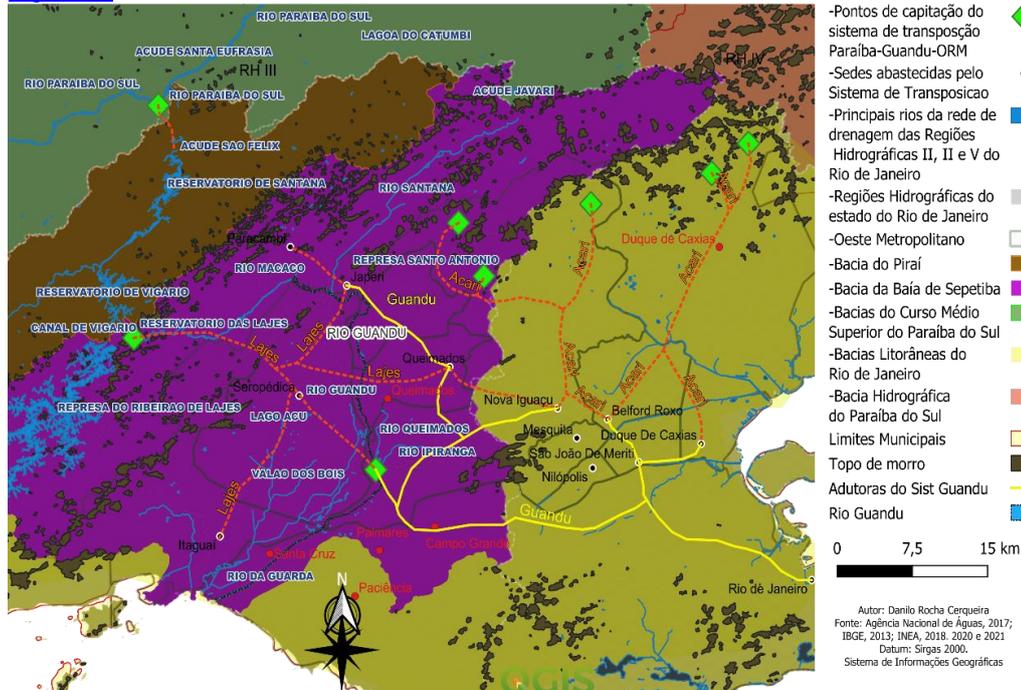
¹⁰ ÁVILA, EDMILSON. Estimativa do IBGE mostra que RJ tem 17.463.349 habitantes. **G1**, Rio de Janeiro, 27 ago. 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2021/08/27/estimativa-do-ibge-mostra-que-rj-tem-17463349-habitantes.ghtml>>. Acesso em: 15 ago. 2023.

¹¹ Do subsistema Maracupí, a água é bombeada através de seis adutoras, aduzindo água para a Zona Oeste e a Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro e para a Baixada Fluminense. Esta última recebe uma vazão máxima de 15.100 l/s provenientes das adutoras da Baixada, por interligações entre os subsistemas e o sistema Acari. Já do subsistema Limeirão a água é aduzida através de vários sistemas de transposição, abastecendo em marcha, ao longo dos seus 33 km, vários bairros da Zona Oeste, Zona Norte, Centro e Zona Sul da Cidade do Rio de Janeiro, além do município de Nilópolis na Baixada Fluminense (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016, p. 194).

12 apresenta um maior número de ramificações por exemplo. Tal fato apresenta uma dificuldade para compreender o real funcionamento dos sistemas e subsistemas, principalmente saber exatamente de onde é captada, assim como para onde é transportada a água tratada.

Apesar dessa imprecisão, é possível perceber no mapa da figura 12 que, após o local de funcionamento da ETA Guandu (losango verde mais ao sul), há o sistema de mesmo nome (representado pela linha amarela), que se subdivide. Este é o local considerado também como um dos pontos de ligação entre as adutoras do Sistema Ribeirão das Lajes e Guandu, assim como, de bifurcação da infraestrutura do Sistema Guandu (águas tratadas no ponto de captação 3 – mapa da figura 1).

Figura 12 – Bacias e Sub-bacias do Sistema PPG



Fonte: O autor, 2024.

Entende-se que, após a mistura entre as águas tratadas transportadas pelas adutoras de lajes e as captadas-tratadas do rio Guandu, haja a divisão entre dois subsistemas para atendimento de boa parte do Oeste Metropolitano. Essa é uma suposição de acordo com as informações pesquisadas e os mapas analisados. Ou seja, é possível que as águas não se misturem, ou pelo menos haja mecanismos para não misturá-las, mesmo que seja improvável.

A improbabilidade reside nos fatos observados nas ocorrências de má qualidade da água em praticamente todas as localidades do Oeste Metropolitano abastecidas pelo Sistema

PPG na crise hídrica de 2020. Os bairros mais nobres da cidade do Rio de Janeiro apresentaram relatos de água com alterações perceptíveis e danosas à saúde, isso demonstra a maior probabilidade de mistura.

Caso elas não se misturem, a “crise da geosmina” afetou os dois pontos de captação, com maior impacto para o ponto mais ao sul, o do Guandu. Pode-se ter essa conclusão pois a alteração visível da água distribuída nas áreas periféricas da RMRJ foram mais evidentes que em bairros de alto poder aquisitivo da cidade do Rio de Janeiro.

Assim, entende-se que o subsistema Marapicú (representado pela linha amarela que vai em direção norte-noroeste) abastece áreas de municípios como Japeri, Queimados, Nova Iguaçu, Itaguaí e partes da zona oeste do município do Rio de Janeiro¹².

Já o subsistema Lameirão (representado pela linha amarela que chega até o município do RJ) irá abastecer municípios de Nilópolis, Duque de Caxias, Nova Iguaçu, São João de Meriti, Belford Roxo, assim como, bairros importantes no município do Rio de Janeiro (nas zonas sul, norte, oeste e central da cidade).¹³

Inaugurada em 1955, a ETA Guandu representa uma extraordinária obra de engenharia originária da transposição das águas do Rio Paraíba do Sul, que abastece a Baixada Fluminense da RMRJ (Nilópolis, Nova Iguaçu, Duque de Caxias, Belford Roxo, São João de Meriti, Itaguaí e Queimados), e 151 bairros da cidade do Rio de Janeiro

Através da estação de tratamento de água – ETA do Rio Guandu (losango 3 da figura 1), a CEDAE se responsabiliza pelo abastecimento de 9 milhões de pessoas, incluindo o município do Rio de Janeiro (CINCO, 2016). Porém, para suprir a demanda por abastecimento de boa parte área, o Sistema de adutoras do Guandu recebe parte das águas da ETA Riberão das Lajes pelas suas respectivas adutoras, fato que reforça a probabilidade de mistura das águas.

Por sua vez, a água bruta captada na sub-bacia do Ribeirão das Lajes e que dá origem à rede de drenagem do rio Guandu, possui parte de seu volume abastecida por água bruta do rio Paraíba do Sul, transposta pelo rio Pirai.

Ou seja, tem-se um sistema hidráulico de abastecimento metropolitano complexo, interdependente, consideravelmente vulnerável a oscilações, regulado por barragens de hidroelétricas e injusto quanto à distribuição aos múltiplos usuários.

¹² CEDAE, 2018.

¹³ Ibid.

Outro sistema de captação de água que abastece o Oeste Metropolitano, mais antigo e menos volumoso, é o Acari, que possui diferentes pontos de captação. Ele é “composto por cinco adutoras de ferro fundido, motivo pelo qual são conhecidas como “linhas pretas”, todas captando água na serra do Tinguá” (BRITTO; QUINTSLR, 2017, p. 144). Suas águas já tratadas, se misturam às distribuídas pela rede técnica proveniente da ETA Guandu, passando a integrar o sistema de abastecimento e captação de água da Baixada Fluminense no atendimento da demanda metropolitana.

A vazão média produzida pelo Sistema Acari é de 1,9 m³/s, fazendo com que sua influência seja limitada às regiões próximas das captações dos municípios de Nova Iguaçu e Duque de Caxias, chegando, no máximo, a abastecer algumas áreas no município de Belford Roxo (INEA, 2014c).

O primeiro aspecto fundamental socioespacial ilustrado neste subcapítulo, simboliza uma das grandes consequências da produção do espaço urbano-metropolitano desde o período em que foi direcionado pela cidade do Rio de Janeiro.

Essa consequência específica resulta em um cenário socioambiental atual de extrema competição, fragilidade e vulnerabilidade.

A atual configuração, assim como, as características do Sistema PPG mencionadas neste início de pesquisa, são resultado de uma série de ações determinadas e realizadas por entidades governamentais e privadas ao longo do histórico de formação da RMRJ.

No entanto, o contexto socioespacial e ambiental atual das redes que abastecem o Oeste Metropolitano podem causar historicamente diversas situações-tipo de escassez, sobretudo na forma do abastecimento coletivo residencial e público.

O cenário da Escassez Hidrossocial (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016) não deve ser compreendido como uma novidade, ele é crônico no Oeste Metropolitano. Deve-se entender esse aspecto também, como um macroprocesso de causa e efeito da própria Escassez na instância hídrica do histórico do oeste da RMRJ. Ou seja, ele se expande e retrai de tempos em tempos, em uma relação entre fatores sociais e naturais que se inter cruzam.

Nesse sentido, é através da regulação e gestão dos usos das redes do Sistema PPG que determinados grupos sociais acabam por determinar o acesso ou não de outros grupos sociais às redes de drenagem e/ou técnica.

Nesse sentido foi necessária a construção do capítulo seguinte, a fim de demonstrar as relações entre a produção do macroprocesso da Escassez com a produção do espaço urbano da

RMRJ. Por isso este aspecto foi o primeiro a ser mencionado e destrinchado logo no capítulo inicial.

Ele é o principal responsável pelos textos dos capítulos seguintes, principalmente os dois próximos. Porém, antes de prosseguir com os capítulos, outros aspectos fundamentais serão apresentados de forma resumida em subcapítulos.

2.3 Segundo aspecto socioespacial fundamental: regulação sobre o poder de uso das redes de drenagem

No Brasil, a regulação sobre o uso da água bruta das redes de drenagem é de responsabilidade do Estado, historicamente. Na prática, essa realidade apenas seria totalmente concreta na atual configuração socioespacial da RMRJ, se houvesse um poder de fiscalização do uso das redes em territórios sob domínio de poderes paralelos e articulação com as inúmeras comunidades locais.

Independente do fato de a teoria sobre a regulamentação total do uso da água doce ser concreta na realidade prática do Oeste Metropolitano ou não, o que está evidente é a manutenção da escassez. O abastecimento de água tratada das residências ou áreas públicas hoje, depende de empresas consideradas usuárias de água bruta de determinadas redes de drenagem. Estas empresas competem pelo acesso à água bruta com outros setores industriais ou comerciais.

Devido ao fato de ser um serviço coletivo essencial para reprodução humana e do espaço social, as empresas que gerenciam a distribuição da água tratada, possuem prioridade no acesso, justamente por garantirem o abastecimento residencial dos municípios.

No entanto no ceio do abastecimento de água tratada metropolitano, além do abastecimento do setor residencial, existem inúmeros outros. É nesse ponto que evidencia-se um problema histórico da realidade do Oeste Metropolitano, mas que podem se intensificar devido a mudanças recentes no que se refere à gestão da distribuição e cobrança da água bruta tratada.

A política estadual adotada pelo governo do Rio de Janeiro, que foi condicionada pelo governo federal (GANDRA, 2019), privatizou parte da gestão referente à regulação quanto a distribuição e a cobrança da água do abastecimento coletivo metropolitano (RIO DE JANEIRO, 2020).

Ou seja, a competição entre diferentes consumidores de água tratada abastecidos pelo Sistema PPG, que já se apresentava como um desafio histórico, tende a sofrer mudanças capazes de não mais manter o cenário da escassez, e sim intensificá-lo.

Espera-se a intensificação relacionada à falta de cumprimento legal sobre a prioridade do uso residencial, sobre os demais usuários metropolitanos, principalmente em períodos de Crise Hídrica.

Nos dois períodos de Crise Hídrica mais recentes (2013 e 2020) considerados no capítulo seguinte, foi possível observar áreas e grupos sociais relatando falta de água, enquanto determinadas atividades metropolitanas não residenciais não sofreram cortes de água ou mesmo paralização do fornecimento do recurso.

A partir de agora, com a privatização existe um entendimento de que o acesso à água tratada para determinados usuários (residências de baixo poder aquisitivo principalmente), pode se tornar mais irregular, menos acessível e menos seguro, tornando assim a distribuição ainda mais desigual geográfica e socialmente.

A distribuição desigual da água na RMRJ, é um fenômeno histórico, que se intensifica em períodos de crise hídrica, que afetaram o abastecimento desde a fundação da cidade do Rio de Janeiro. Ela se intensifica à medida que a malha urbana e as atividades produtivas do Oeste Metropolitano avançam sobre o solo da rede de drenagem do Sistema PPG.

A multiplicação de atividades metropolitanas que utilizam as águas fluviais para diversos fins, gera um espaço de concorrência, principalmente aquelas que necessitam de água doce limpa, sobretudo potável.

Quando a água passa a ser entendida como recurso, ou seja, como negócio, a valorização monetária passa a gerar um mercado regional. Assim, há risco para exacerbação da escassez, sobretudo a forma hidrossocial. A nova gestão na distribuição e cobrança do serviço oferecido pela empresa Águas do Rio, uma empresa de lógica privativa, justifica o aumento da preocupação com a expansão da escassez hidrossocial.

O segundo aspecto fundamental socioespacial alicerça os objetivos buscados nos dois capítulos seguintes. A discussão é melhor aprofundada nos dois subcapítulos finais do próximo capítulo, nas variáveis cinco, seis e sete do capítulo subsequente e nos subcapítulos finais dos resultados.

2.4 Terceiro aspecto socioespacial fundamental: vulnerabilidade do abastecimento residencial e fiscalização precária dos despejos e desvios nas redes do sistema PPG

Se a água é um bem público da União, cabe ao Estado identificar com maior precisão as causas para períodos de alta contaminação da água bruta e diminuição das vazões fluviais e reservatórios usados para o abastecimento residencial do Oeste Metropolitano. Compreender as principais causas permite elaborar estratégias mitigadoras com maior possibilidade de acerto.

A vulnerabilidade do abastecimento residencial do Oeste Metropolitano realizado pelo sistema PPG, está associada à sua característica de centralidade e interdependência.

A principal fonte de água doce do oeste da RMRJ se concentra no Sistema PPG que, além da vazão própria do canal fluvial, ainda recebe água transportada de outros dois mananciais.

Ou seja, diversas atividades do espaço metropolitano são abastecidas por águas tratadas em duas ETAs, sendo que estas, captam água bruta de uma rede de drenagem composta por Sub-bacias interligadas e reguladas por diversas tecnologias e sistemas pertencentes a outros setores usuários de água.

Caso o Paraíba do Sul não consiga fornecer a quantidade demandada diária e/ou a para atender todas as atividades metropolitanas cotidianas, é natural que a entidade/empresa que regula a captação pelo sistema de transposição ou por alguma atividade comercial específica, determine atendimentos prioritários dentre esses diversos usos.

Essa situação prejudica os grupos sociais que possuem menos recursos financeiros para pagar o serviço de abastecimento possibilitado pelas gestões do Sistema PPG. Isso configura uma situação de vulnerabilidade socioespacial de populações localizadas em regiões periféricas principalmente.

A situação de incerteza sobre se as residências realmente estão sendo priorizadas na distribuição de água tratada transportada pelas redes técnicas do PPG, também pode ocorrer em caso de deterioração da qualidade da água das redes de drenagem do Sistema PPG. Em caso de grave comprometimento da possibilidade de tratá-la com segurança, há riscos de agravamento de crises e períodos de colapsos hídrico.

A alteração química, física e/ou biológica da água que altere as dinâmicas geomorfológicas, dificultem ou mesmo impeçam o consumo por espécies, grupos sociais ou

atividades essenciais para vida social, pode ser considerada como deterioração da rede de drenagem.

Essas alterações geralmente são associadas a determinados usos de atividades sociais como o esgotamento sanitário, despejo irregular de resíduos por exemplo.

Em menor frequência também podem estar ligadas à eventos de grande magnitude como chuvas intensas, desmatamento acentuado e atividades produtivas específicas capazes de intensificar os processos de erosão e sedimentação fluvial.

Ou seja, independente da forma como algum período de Crise Hídrica é alardeado, sentido, percebido no Oeste Metropolitano (forma quantitativa ou qualitativa), os riscos quanto a irregularidades no abastecimento residencial permanecem como já ocorrido no passado recente.

Nesse sentido, enfatiza-se a questão dos desafios para fiscalização dos usos, desvios e despejos nas redes que compõem o Sistema PPG. Além da característica bélica de diversos territórios fraccionados por poderes paralelos ao Estado no Oeste Metropolitano e da extensão da área de estudo, ainda há os aspectos cultural (sociedade) e ideológico (Estado e Mercado).

Apenas com uma fiscalização eficiente em atividades potencialmente geradoras de deterioração da água bruta rede de drenagem, assim como, intensifiquem os processos de erosão e sedimentação fluvial no Sistema PPG será possível evitar novos períodos de Crise Hídrica e superar a Escassez Hidroambiental.

O terceiro aspecto fundamental socioespacial alicerça os objetivos buscados nos capítulos seguintes. A discussão é melhor aprofundada nos dois subcapítulos finais do próximo capítulo, nas variáveis cinco, seis e sete do capítulo subsequente.

2.5 Quarto aspecto socioambiental fundamental: impacto do acúmulo histórico de atividades produtivas a etapas do ciclo hidrológico regional do Oeste Metropolitano

O ciclo da água, é um processo natural e contínuo que descreve o movimento da água na Terra, essencial para a manutenção da vida e dos ecossistemas. Este ciclo envolve várias etapas interconectadas, que garantem a distribuição e a renovação dos recursos hídricos no planeta.

Em cada parte do planeta as dinâmicas variam de acordo com as condições climáticas, geomorfológicas, pedológicas, de acordo com a vegetação ou ausência de, entre outros aspectos da Geografia Física que possam ser considerados.

Porém, é possível compreender que, devido ao fato das atividades sociais usarem água diariamente, em uma demanda sempre crescente, pelo menos no recorte dessa pesquisa, esse uso hidrossocial do recurso também faz parte do dinamismo do ciclo hidrológico.

A região estudada se localiza na zona tropical do atlântico sul, com clima úmido e quente, sobretudo no verão. No inverno apresenta uma característica menos úmida e de calor ameno. Além das especificidades físicas espaciais entre as zonas climáticas, existem os dinamismos socioespaciais que transformam as formas de ocupação do solo e uso das redes de drenagem.

As atividades antrópicas influenciam em dinâmicas naturais. No próprio ciclo hidrológico, existem etapas modificadas pelas atividades antrópicas sociais, sobretudo as produtivas. Pode-se mencionar as etapas a infiltração, escoamento superficial e a acumulação como as mais impactadas pelas atividades sociais. Assim como, o processo de evaporação e precipitação, mesmo que menos impactados diretamente e em menor proporção se for comparada às etapas anteriormente mencionadas.

O balanço hídrico é uma forma de quantificar e analisar as várias fases do ciclo hidrológico dentro de uma bacia ou sub-bacia hidrográfica. Portanto, estudos que abordem questões relacionadas a ele, principalmente em relação ao rio Paraíba do Sul, por ser o principal garantidor de água suficiente para abastecer o Oeste Metropolitano. A análise sobre o histórico referente ao balanço hídrico desse rio serão detalhadas no início do capítulo das variáveis, principalmente a primeira.

São diversas as atividades sociais, sobretudo as produtivas, ocorridas desde o período colonial impulsionado desde o litoral brasileiro, capazes de influenciar etapas fundamentais ao dinamismo do ciclo hidrológico de Regiões ou Bacias Hidrográficas, sobretudo em escala regional, seja nacional ou estadual.

Nesse sentido é possível considerar que há alterações significativas das atividades sociais produtivas historicamente no ciclo hidrológico regional da região sudeste. Ao considerar que a área estudada simboliza a maior parte da segunda maior Região Metropolitana do Brasil, com consumo de água elevado em relação a regiões menos desenvolvidas, é natural que no recorte encontre-se as Regiões, Bacias e Sub-bacias severamente impactadas pelas históricas atividades sociais produtivas e suas demandas referente ao uso e ocupação da rede de drenagem e do solo que a compõe.

Um evidente testemunho de atividades sociais que impactam etapas do ciclo hidrológico, que regulam o balanço hídrico das redes de drenagem do Sistema PPG, é a prática do desmatamento na região, crescente até este século no Oeste Metropolitano.

Apesar de ter sido muito desmatado, o recorte espacial que compreende o funcionamento das redes do Sistema PPG, ainda possui áreas de adensamento florestal, fundamentais para a recarga das águas subterrâneas que sustentam as redes de drenagem. No entanto essas áreas estão sofrendo com o avanço do desmatamento orientado pela lógica de uso e ocupação advinda do Oeste Metropolitano e as atividades associadas à sua dinâmica.

Além do desmatamento, outras intervenções antrópicas influenciam no dinamismo do balanço hídrico como as empresas usuárias de setores específicos existentes na região estudada, seus sistemas de represamentos, captações e transposições. Assim, apresenta-se duas opções hipotéticas.

Se o rio Paraíba do Sul apresentou uma tendência de queda da sua vazão durante grande parte do século XX (MARENGO; ALVES, 2005), é possível que essa queda não tenha ocorrido apenas no século XX. Essa tendência se acentua nos cursos médio superior e inferior do Paraíba do Sul. É possível que isso seja resultado das intensas transformações das margens das redes de drenagem e uso das suas águas pelos municípios do estado de São Paulo como os do noroeste do estado do Rio de Janeiro.

Se a tendência negativa da vazão do rio mencionado começou a ocorrer apenas no século XX, demonstra como as alterações antrópicas neste século podem ter efeitos significativos em rios de enorme grandeza como o Paraíba do Sul, com destaque para as usinas hidroelétricas, sistemas de transposições, expansão metropolitana, uso excessivo em atividades industriais e mineradoras.

Se a tendência negativa da vazão do rio mencionado começou a ocorrer antes do século XX, ou seja, em séculos anteriores, seria possível provar a influência direta das atividades antrópicas no desequilíbrio do balanço hídrico das redes de drenagem intensamente utilizadas.

Logo, a medição feita no século XX seria a prova de que a diminuição da vazão faz parte de um processo contínuo, possivelmente crônico, do desenvolvimento predatório.

Se fosse possível provar que as vazões do Paraíba do Sul ou mesmo do Guandu durante os séculos XVII e XIX também apresentaram tendências negativa e a cada século estão com níveis mais baixos em média, também seria possível afirmar que há uma relação direta entre a existência de períodos de Crise Hídrica no abastecimento de água do Oeste Metropolitano com o acúmulo de atividades produtivas ocorridas na região estudada. Estas,

realizaram transformações espaciais intensas e extensas, desenvolvidas desde os séculos passados da história colonial e imperial do Brasil.

Em ambas as hipóteses, o acúmulo e intensidade no uso da água e na ocupação do solo da rede de drenagem por atividades produtivas historicamente se evidencia. Caso a segunda opção hipotética seja mais assertiva, os períodos de crises hídricas no Oeste Metropolitano tendem a se agravar pois, a lógica de desenvolvimento urbano ainda apresenta atividades de cultura colonial, predatórias e impactantes.

O aspecto socioambiental ilustrado é detalhado no capítulo das variáveis. Ele sustenta a investigação de cada variável, mas também fundamenta todos os métodos analíticos e propositivos apresentados no capítulo de resultados. Este aspecto também é o principal elemento considerado para a introdução conceitual da Escassez Hidroambiental no Oeste Metropolitano (RJ).

Portanto, os aspectos fundamentais são vinculados a processos responsáveis por produzir, reproduzir e/ou manter as situações-tipo de Escassez referente ao uso das redes do Sistema PPG. Ou seja, são as características mais importantes a serem observadas em ações que objetivem mitigar ou mesmo solucionar os diversos problemas apresentados no cenário exposto. Por fim, este aspecto pode ser considerado o elo entre os capítulos iniciais, o último capítulo e as considerações finais.

A partir de toda contextualização sobre o cenário atual dos desafios da escassez no Oeste Metropolitano em relação ao acesso coletivo universal do abastecimento de água tratada, é de extrema importância compreender quais são as principais evidências da existência do macroprocesso, as suas causas, consequências e principais riscos.

Neste caso, considera-se como evidência principal da escassez hidroambiental, os períodos denominados atualmente como de Crise Hídrica, seja no ambiente natural ou no espaço social.

Por isso, no próximo capítulo (3) é possível identificar os critérios para definição dos períodos de Crise Hídrica e suas principais causas. Também permite observar a origem da Escassez Hidrossocial no Oeste Metropolitano e as relações com a progressiva expansão das redes técnicas para o abastecimento urbano. Além disso, o capítulo contribui para elucidar a lógica por trás do uso da água e das ocupações do solo, o de atender à demandas do processo de desenvolvimento econômico desigual.

3 CRISE HÍDRICA: DO RIO DE JANEIRO AO OESTE METROPOLITANO

“O risco de crises de abastecimento nas grandes cidades de todo o planeta é real, graças a uma conjunção de fatores climáticos, ambientais, socioeconômicos e políticos” (ARAÚJO, 2016, p. 64).

As crises hídricas são decorrentes de “fenômenos globais (mudanças climáticas e alterações no funcionamento global do clima) e ações humanas intensivas como desmatamento, urbanização, usos do solo, construções de infraestrutura (canais, represas, rodovias)” (TUNDISI; TUNDISI, 2015, p. 3.).

Outros especialistas apontam três motivos específicos para a crise: “a alteração do volume, frequência e intensidade das chuvas, no marco das mudanças climáticas globais; o desmatamento no entorno dos mananciais, e o uso excessivo do recurso” (CINCO, 2016, p. 19).

Os períodos de crise hídrica no Oeste Metropolitano destacados na linha do tempo (Cf. Figura 3), foram escolhidos de acordo com três critérios ocorridos simultaneamente ou não:

- períodos de estiagem impactantes;
- diminuição do volume regular ofertado de água para população;
- altos níveis de contaminação da água que prejudicaram o consumo humano.

Figura 13 – Linha do tempo das Crises Hídricas no Rio de Janeiro



Fonte: O autor, 2021.

Os períodos de crise hídrica foram aqueles no qual o abastecimento de água se mostrou insuficiente, principalmente nos locais que eram atendidos regularmente por serviços

e redes técnicas de abastecimento de água. Isso sem considerar a situação das pessoas que sofreram ou ainda sofrem com a insegurança hídrica cotidiana, pois estes (moradores periféricos) estiveram e ainda estão, em estado de crise permanente em relação ao acesso a esse recurso hídrico.

Caso a insegurança hídrica dessas pessoas fosse considerada nos períodos das crises hídricas destacadas, provavelmente em todos os anos, desde a fundação da cidade do Rio de Janeiro até os dias atuais, haveria o registro do drama vivenciado por essas populações na linha do tempo, principalmente porque atualmente o abastecimento coletivo ainda não foi universalizado no oeste da RMRJ. Por isso o quadro é sobre períodos de crise e não de escassez (que é algo que permanece, ocorre cotidianamente ou com certa frequência).

Assim, é possível observar o aumento da frequência dos períodos de crises hídricas desde a fundação da cidade do Rio de Janeiro até a formação e consolidação de sua Região Metropolitana, sobretudo na porção oeste da RMRJ.

As crises estão relacionadas à uma variedade de fatores, um deles está ligado às prioridades nas decisões do processo de formação da estrutura hidráulica, neste caso se refere a estruturação da rede estadual de sistemas técnicos de engenharia, que atualmente regula as etapas de armazenamento, captação, geração de energia, tratamento, distribuição e cobrança pelo fornecimento de água, em seus múltiplos usos.

As redes técnicas são as infraestruturas utilizadas em cada época para a captação, tratamento (quando houver) e transporte da água aos seus usuários.

No próximo subcapítulo 3.1, será efetuado um pequeno relato histórico sobre a evolução das crises hídricas ocorridas no oeste da RMRJ, em associação ao desenvolvimento das redes de abastecimento e das atividades de uso e ocupação do solo.

3.1 Breve história do abastecimento de água no Rio de Janeiro: aumento da demanda e a busca por água cada vez mais distante

Desde o início da colonização três elementos espaciais foram essenciais para a reprodução da racionalidade moderno-colonial e sua lógica, a terra, a água e a mão-de-obra. Estes passam a ser entendidos como recursos essenciais ao desenvolvimento colonial.

Destaca-se que grande parte das atividades produtivas para o “desenvolvimento” econômico do Brasil Colônia dependiam das águas subterrâneas e dos rios, presente na

superfície terrestre (terra) e de humanos para realizarem os trabalhos e as movimentações necessárias para o “ganho” econômico e social, ou seja, para consolidar o processo civilizatório colonial entende-se em os três elementos citados geram o denominado período de crise hídrica nessa pesquisa.

O fato do abastecimento da cidade do Rio de Janeiro ser um problema desde 1565 (CINCO, 2016), ocorreu devido sua localização, na atual na Praia da Urca, onde não há mananciais superficiais e abundantes de água doce, apenas subterrânea. Devido a isso foi perfurado um poço para garantir o abastecimento, que logo se tornou insuficiente. Assim, houve a necessidade de buscar água no Rio Carioca (BRITTO; QUINTSLR, 2017).

Após a transferência da cidade para o Morro do Castelo em 1567, o problema de abastecimento continuou, principalmente por não possuir bons mananciais no novo espaço e ser uma localização distante do Rio Carioca (BRITTO; QUINTSLR, 2017). Durante esse período, por não existirem redes de abastecimento, o transporte entre o Rio Carioca e os usuários de água era realizada por pessoas escravizadas (indígenas, africanos escravizados ou libertos) em vasos de cerâmica, favorecendo a criação de um dos primeiros mercados da cidade escravista (BENCHIMOL, 1992), o mercado do líquido: a água (CEDAG, 1970 apud BRITTO; QUINTSLR, 2017, p. 141).

Entre os séculos XVI e XVII, não há registros de crises associadas à estiagem de chuvas. Isso se deve também a precariedade em relação a coleta e sistematização de dados referente à pluviosidade da época. O registro de 1565-1567 simboliza o desafio do abastecimento de um núcleo urbano incipiente, no qual não havia mananciais, nem infraestrutura e tecnologia suficiente para levar água até o local onde a cidade começou a ser concebida. Esse desafio, perdurou por mais de um século, apenas sendo mitigado com a finalização do Aqueduto da Carioca.

A canalização do Rio Carioca e a construção de infraestrutura para o abastecimento público foi concluída apenas em 1723, levando as águas do Rio Carioca ao chafariz do centro da cidade, erguido também nesse ano (AQUEDUTO..., 2023), ou seja, aproximadamente um século depois, a primeira rede técnica de abastecimento da cidade do Rio de Janeiro é finalizada e posta para funcionar.

Porém, logo nos primeiros anos de funcionamento do Aqueduto da Carioca, houve um período de falta de água nas bicas dos chafarizes, sobretudo em 1727. Entre 1723 e 1727,

houve uma grande estiagem de chuvas no litoral brasileiro, sobretudo no nordeste, mas que afetou também a região sudeste do país (ALVES, 2018).¹⁴

De acordo com a narrativa dominante da época, a coroa portuguesa responsabilizou os quilombolas e suas supostas ações depredatórias pela falta de água nos chafarizes (AQUEDUTO..., 2023), principalmente no ano de 1727 (o último do período de estiagem litorânea).

Durante o século XVIII, o grande período de estiagem destacado ocorreu principalmente no litoral e sertão nordestino, porém, em 1727, último ano da grande estiagem naquela região, há registros de falta de água no Aqueduto da Carioca (AQUEDUTO..., 2023) e, por isso foi considerado como um período de crise hídrica.

Mesmo com o funcionamento do Aqueduto da Carioca, durante os séculos posteriores, o registro de crises hídricas passam a ser mais constantes e frequentes (Cf. Figura 3).

Durante o século XIX, o número de registros tornaram-se demasiadamente frequentes. Pesquisadores da História e da Geografia citam alguns anos “[...] especialmente críticos, 1824, 1829, 1833, 1834, 1844 e 1856 (FRANCO, 2019), relacionados a problemas no abastecimento público decorrentes de períodos de estiagens (mesmo que não muito longos). Porém, esses não foram os únicos períodos que apresentaram problemas dessa natureza.¹⁵

O ano de 1847 entende-se como um período de estiagem no litoral do Rio de Janeiro, não necessariamente longa para a região (mais de 4 meses), mas capaz de desregular a dinâmica urbana e cotidiana (BULHOES; REIS, 1980 apud BENCHIMOL, 1992).

O ano de 1860 evidencia um problema no abastecimento que relaciona pequenas estiagens com aumento significativo do consumo de água pelas atividades da cidade. Nesse ano “[...] havia já 1.900 penas d’água instaladas na cidade e 670 torneiras” (BENCHIMOL, 1992, p. 67). Foi neste período que os primeiros seguimentos da rede de abastecimento domiciliar foram construídos.

O passar dos anos do decênio 1860-1870 demonstrou a “[...] absoluta impossibilidade de atender aos incessantes e cada vez mais numerosos pedidos de pena d’água [...] as penas

¹⁴ A respeito da seca de 1722-1723, escreveu Rocha Pitta que nesses tempos ‘padeceram todas as províncias do Brasil uma geral e rigorosa seca’, acrescentando o seguinte: – ‘Abravava o sol com excessivo ardor toda a nossa América, secando as águas, estragando os frutos, esterilizando as lavouras e matando os gados, de forma que, além da falta de todos os víveres, era maior a da farinha de mandioca, que é o pão comum dos moradores d’esse estado, chegando, por essa causa, o preço, d’ella nas províncias de Pernambuco e Rio de Janeiro a três mil e duzentos e a quatro mil réis o alqueire; a carne da qual havia a mesma esterilidade, a mil e seiscentos e a dois mil réis’ (ALVES, 2018, p. 34).

¹⁵ “Durante as estiagens, secava o curso dos mananciais e a população ficava à seca. Nos verões calorentos do Rio de Janeiro, quando a peste ressecava muito os lábios, a população era afligida, às vezes, pela mais absoluta falta d’água. Escrevia André Rebouças em seu *Diário*, em 1º de agosto de 1870: ‘A seca atingiu um ponto desconhecido desde 1847 que habito o Rio de Janeiro’” (BENCHIMOL, 1992, p. 68).

concedidas aos amigos para suprimento ao domicílio, tinham se convertido em mais uma ficção [...]” (BULHOES; REIS, 1980 apud BENCHIMOL, 1992, p. 67). “Entre 1872 e 1890, a população praticamente duplicou, passando de 274 mil para 522 mil habitantes” (BRITTO; QUINTSLR, 2017, p. 144).

Segundo Britto e Quintslr (2017, p. 143): “Em relatório do ano de 1870 publicado na Revista de Engenharia, o engenheiro ressaltava a importância de se buscar a solução para o abastecimento “presente” e “futuro” em “algum rio distante”, independentemente da aquisição de novos mananciais na cidade”.

Assim, ficou evidente que foi se tornando nítida a lógica por traz das decisões, assim como a insuficiência do modelo de abastecimento adotado para a cidade do Rio de Janeiro. Os “reservatórios não eram suficientes para sustentar o consumo da cidade, [...] em caso de estiagem” (BENCHIMOL, 1992, p. 67).

Dentre as causas da falta de água na rede de abastecimento da cidade, foram indicadas duas principais pelo inspetor de obras públicas Bulhões de Carvalho: a primeira se referia à obstrução dos canais que abasteciam os reservatórios; o segundo se devia ao desmatamento de áreas na Serra do Andaraí pelas indústrias madeireiras e carvoeiras (BENCHIMOL, 1992).

Interessante destacar que a atividade cafeeira, em nenhum momento é citada, mesmo sendo uma atividade prioritária da época na cidade. Importante também destacar já no século XIX como a crise hídrica associava-se aos usos do solo e conflitos entre múltiplos usuários de água (proprietários de terras), que se agravava com períodos de estiagem, e assim, também afetavam o abastecimento público (BRITTO; QUINTSLR, 2017).

Esse período de crise pressionou o governo à época apresentar soluções. A escolhida foi captar águas desviadas do atual Maciço do Tinguá, na baixada fluminense, para as cabeceiras do rio de mesmo nome. O sistema de canais foram finalizados em aproximadamente seis dias em uma obra de engenharia intensa (ELIAS; SCARRONE, 2015). Além disso foram as primeiras estruturas do atual Sistema Acari que, teve a primeira adutora, de São Pedro, pronta em 1877 e, três anos depois, em 1880, a segunda adutora do Rio d’Ouro.¹⁶

Em 1882, o governo determinou a construção de quatorze fontes de ferro monumentais pois a população beneficiada pelos encanamentos domiciliares, não recebiam

¹⁶ “A despeito das polêmicas, na década de 1870 foram realizadas algumas obras importantes para o abastecimento do Rio de Janeiro, como os reservatórios de Pedregulho, do Morro de São Bento e do Morro da Viúva, além do aproveitamento do açude dos macacos (CEDAG, 1970). Além disso, segundo Telles (1984), em dezembro de 1878, 8.334 prédios estavam ligados à rede de água.” (BRITTO; QUINTSLR, 2017, p. 144).

água com regularidade. As fontes, inauguradas em 1885, “[...] ficaram conhecidas como ‘chafarizes monumentalmente secos’ [...]” (BENCHIMOL, 1992, p. 72).

Em 1889, a cidade voltava a enfrentar novas secas (BENCHIMOL, 1992), indicando que a solução do Tinguá não foi a panaceia que se esperava (CABRAL, 2011, p. 171). No auge do verão, a cidade alternava períodos de calor e secura com dias de chuvas torrenciais associadas ao avanço da febre amarela (ELIAS; SCARRONE, 2015). A crise de abastecimento da época não se diferenciava muito de inúmeras anteriores, a não ser pelo fato de a cidade estar mais populosa, com mais atividades econômicas e com os proprietários dos terrenos com boas fontes de água mais solidificados como comerciantes.¹⁷

A adutora de Tinguá, a terceira das cinco existentes do Sistema Acari ficaram prontas em 1893, já outras foram inauguradas no início do século XX: em 1908 (adutora de Xerém) e, em 1909, (a de Mantiqueira) (BRITTO; QUINTSLR, 2017).

Para Renato Cinco (2016, p. 24): “A continuidade do crescimento urbano e industrial da cidade, que na época era a capital do país, ocasionou sucessivas crises no abastecimento público”, sobretudo nos anos de 1914, 1925, 1936, 1937 e 1939 (AMARANTE 1932 apud SANTA RITTA, 2009). Mesmo assim os problemas perduraram ao longo do século, fato que demonstrou a insuficiência de uma rede técnica para o atendimento da demanda do crescimento urbano (BRITTO; QUINTSLR, 2017).

Além da insuficiência ofertada, que era agravada pelo desflorestamento da Mata Atlântica, degradação de nascentes de água dos Maciços, desigualdade no fornecimento e uso intenso pelas atividades agrícolas, urbanas, mineradoras e industriais, persistiu a lógica predatória expansiva em relação a demanda dos recursos hídricos, sobretudo fluviais.

Isso fez com que os mananciais de menor capacidade volumétrica fossem paulatinamente “abandonados” e, os utilizados cada vez mais distantes da cidade do Rio de Janeiro, centralizassem as operações de captação, tratamento e distribuição hídrica para a cidade. Isso ocorria pois sempre havia água em qualidade e disponibilidade distante da malha urbana, cada vez mais para o interior. Essa situação contribuiu para uma falta de ações de fiscalização, conservação ou recuperação das redes de drenagem que ficavam em “desuso”, utilizadas apenas como descarga de resíduos.

¹⁷ “O jornal de Patrocínio tenta minimizar a crise. Diz, na edição de 9 de março, que o problema não é deste governo (o jornal governista conseguia livrar a cara de um governo que já tinha quase cinco décadas). A falta d’água, argumentava, é uma questão antiga e, para resolvê-la, é necessário pelo menos um ano de trabalho. Sabe-se que os dois meses de estiagem, aliados às altas temperaturas e ao aumento do consumo de água – reflexo, sobretudo, das questões sanitárias – transformava o problema em uma verdadeira crise de abastecimento. Portanto, a responsabilidade, na visão da imprensa aliada ao governo, era dos administradores anteriores, do clima e, é claro, das pessoas que consumiam água” (ELIAS; SCARRONE, 2015, n. p.).

O Sistema Acari possui captações no que é, atualmente, a Reserva Biológica do Tinguá (CINCO, 2016), esse recorte espacial, se situa fora do limite territorial do município do Rio de Janeiro e foi o primeiro sistema de abastecimento da capital nessas condições. A demanda urbana continuou influenciando diretamente nas decisões que seguiam a lógica predatória expansiva no que se refere ao uso da água fluvial via rede técnica.

Afirma-se isso devido à necessidade de construção do Reservatório Ribeirão das Lajes, localizado na BH do Guandu, que “iniciou sua operação em 1908” (CARNEIRO, 2016, p. 74.) e tinha como principal objetivo estabelecer um sistema de geração hidroelétrica que fosse suficiente para o atendimento às demandas do desenvolvimento urbano-industrial que impulsionavam o país.

Em 1920 a população do então Distrito Federal era de 1.157.873 habitantes¹⁸, ou seja, em cinquenta anos a cidade dobrou o número de residentes duas vezes. O aumento populacional, está completamente relacionado com o aumento de atividades, sobretudo as industriais, que neste período começavam a se estabelecer no Brasil.

Além disso, o crescimento urbano populacional não se deu apenas na capital, mas sobretudo no espaço conhecido hoje como baixada fluminense¹⁹ - onde localizam-se atualmente os principais pontos de captação de água para abastecer as atividades do oeste metropolitano.

A intensificação da industrialização se deu durante a era Vargas, entre 1930 e 1945, que objetivava estabelecer condições para modernização do país. Para o êxito do desenvolvimento urbano-industrial era necessário buscar outras fontes de água mais abundantes que se tornassem suficientes para a demanda crescente no curto prazo.

Assim, devido ao aumento da demanda de água em inúmeras as atividades produtivas (individuais e sociais) da época, com exceção do cultivo do café, foram propostos os “superprojetos de adução” (NOVAES, n/d apud SANTA RITTA, 2009).

¹⁸ População nos Censos Demográficos, segundo os municípios das capitais -1872/2010. IBGE. **Censo 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=6&uf=00>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

¹⁹ “Entre os anos de 1920 e 1940 a população do estado do Rio de Janeiro aumentou 18%, destacando-se neste período a região situada às margens da Baía de Guanabara. Destes municípios, Nova Iguaçu –que na época ainda compreendia os territórios Duque de Caxias, São João de Meriti, Nilópolis, Belford Roxo, Queimados, Japeri e Mesquita –foi o que teve maior aumento absoluto dentro do estado, saltando de 33.396 habitantes em 1920 para 140.606 habitantes em 1940, um aumento de 423% em duas décadas (RODRIGUES, 2006). No mesmo período a população do Rio de Janeiro, então Distrito Federal, cresceu 52,4%, perfazendo em 1940 um total de 1.764.141 habitantes.” (BRITTO; QUINTSLR, 2017, p. 151).

3.1.1 De 1940 a 1970: crises hídricas e redes técnicas no contexto da expansão urbana e consolidação da RMRJ

Durante o desenrolar das décadas do século XX, o Sistema Acari não foi suficiente para demanda desenvolvimentista. Segundo séries estatísticas históricas do IBGE (1987) os anos das décadas de quarenta a setenta apresentaram as maiores taxas de crescimento populacional da cidade do Rio de Janeiro no século XX, fato que está diretamente relacionado às diversas ampliações do sistema hidráulico ao longo do histórico urbano, tanto para gerar mais energia, quanto para ofertar maior volume de água doce:

No período destacado a questão do abastecimento urbano ficava restrita à capital (município do Rio de Janeiro), no entanto, os municípios da Baixada Fluminense tinham apresentado um crescimento populacional muito superior ao da capital durante a década de 1940 (BRITTO; QUINTSLR, 2017).

Esse contexto influenciou diretamente na decisão de utilizar a infraestrutura hidráulica voltada para geração de energia elétrica a partir do Reservatório das Lajes, visando auxiliar no abastecimento público do Rio de Janeiro e municípios vizinhos.

Com o crescimento elevado da população urbana da incipiente RMRJ, junto à cultura da degradação de fontes de água no interior das cidades, em 1937, decidiu-se construir as adutoras do Sistema Ribeirão das Lajes, ano conhecido como o da “crise da sede” (AS MEMÓRIAS..., 2015, n. p.). Seu objetivo era captar água posteriormente à geração de energia em Piraí, hidrelétrica abastecida pelo Lago de Ribeirão das Lajes, onde “a primeira estrutura ficou pronta em 1940, e a segunda e última em 1949”.²⁰

Na segunda metade do século XX os fluxos migratórios para a cidade do Rio de Janeiro e seus municípios vizinhos permaneceram intensos. Demandas de maior escala populacional, demonstraram a constante incapacidade de fornecimento suficiente de água pelos mananciais locais do atual município do Rio de Janeiro, assim como do Sistema Acari.

A febre imobiliária que caracteriza a região a partir da década de 1950 é marcada pela proliferação de loteamentos precários e desprovidos de infraestrutura para o abastecimento de água. Contudo, seus mananciais continuavam sendo utilizados para amenizar a escassez do município do Rio de Janeiro, como demonstra a utilização das águas da Serra do Tinguá (BRITTO; QUINTSLR, 2017).

²⁰ CEDAE, 2018.

construídas a segunda etapa (1963) e terceira etapa da ETA, ficando totalmente concluída em 1965”.²¹

Assim, ao aumentar consideravelmente a vazão do rio Guandu e o volume disponível na rede técnica de abastecimento, tornou-se possível acreditar que o problema para o abastecimento de água no oeste metropolitano (RJ) estaria solucionado.²²

No entanto, a seca que começou em 1963 foi gravíssima, considerado um dos períodos de estiagens mais secos do século, principalmente no Centro Sul brasileiro (IPEA, 1972). A estiagem bateu recordes em vários estados, inclusive no Rio de Janeiro: “Na década seguinte, em 1964, o nível do reservatório de Lajes — que, então, fornecia 40% da água potável consumida na Guanabara — caiu para 386 metros, o que significava apenas um metro de água acima do fundo (AS MEMÓRIAS..., 2015)”.

Em 1965, foi necessária a ampliação da ETA Guandu.²³ Para implementação da nova estrutura, foi concluída “a construção de um canal de desvio que se incorporou às estruturas de captação, formando uma ilha fluvial”²⁴.

Justamente após a conclusão das obras em 1965, o volume aduzido para a cidade continuou sofrendo grandes variações devido aos acidentes nas adutoras. A solução apresentada para a “calamidade” (CEDAG, 1970 apud BRITTO; QUINTSLR, 2017, p. 20) foi a ampliação do Sistema Guandu, ou “segunda fase do Guandu”, com a adução de 2,4 bilhões litros/dia adicionais (27,8m³/s). Este volume possibilitaria, segundo projeções, atender as demandas até o ano 2000, quando a população deveria atingir 7,5 milhões de pessoas (CEDAG, 1970 apud BRITTO; QUINTSLR, 2017, p. 20).

Mesmo com uma complexa rede técnica de abastecimento e a esperança na resolução de provimento de água para as atividades sociais e individuais, em maio de 1966, uma reportagem do Jornal O Globo da época enfatizava que, “[...]um mês depois de inaugurada a

²¹ Cada etapa foi projetada para produzir 4600 l/s, chegando a uma capacidade total de 13.800 l/s. Em 1969, através da Agência Americana para Desenvolvimento Internacional, foram realizados estudos que apontaram a necessidade de ampliação em duas fases: a primeira com obras de adequação na ETA existente para atingir 24.000 l/s, capaz de atender a demanda até 1980. A segunda com a construção de nova ETA para atender a demanda até 1995. As adequações foram feitas e, em 1974, a ETA passou a produzir 24.000 l/s (CEDAE, 2018, p. 5).

²² CEDAE, 2018.

²³ CEDAE, 2018.

²⁴ “No braço direito do rio (canal de desvio) foi construída uma barragem auxiliar com três comportas. No braço principal do rio foi construída a barragem principal com 7 comportas. Ambas as barragens têm como função a regularização e manutenção do nível d’água para captação. Imediatamente à montante da barragem principal foi construída a tomada d’água, que em 1994 foi duplicada. Além das duas barragens de nível, a estrutura de captação é composta por barragem flutuante, bacia de captação, canais de purga, duas tomadas d’água protegidas por gradeamento, além de túneis de escoamento da água até os desarenadores” (CEDAE, 2018, p. 8).

grande obra, a falta de água em numerosos pontos da cidade deixa a todos desolados” (AS MEMÓRIAS..., 2015).

3.1.2 De 1970 a 2000: crises hídricas no oeste metropolitano e a mudança na escala de análise

O Sistema Acari foi direcionado para as demandas de áreas próximas aos seus mananciais na Baixada Fluminense (O GLOBO, 1975 apud BRITTO; QUINTSLR, 2017). Portanto, a quantidade de água disponível que, já na época, era insuficiente para a demanda da população residente na Baixada.²⁵ Em 1970, residiam em torno de 1,6 milhão de habitantes (IBGE, 2023):

O crescimento populacional, o aumento de atividades produtivas, os usos da água e o avanço do desmatamento no oeste metropolitano perduraram neste período, que a princípio, foi de estabilidade climática (estiagens menos longas) (GOIS et al., 2020) e com captação, tratamento e transporte em grandes volumes de água.

Tal contexto ambiental e tecnológico indicava maior segurança ao abastecimento das atividades públicas e privadas. A estratégia aparentava ter sido bem sucedida e assim, poderia de fato solucionar os problemas que envolviam o abastecimento e até mesmo ter maior controle de consequências decorrentes dos períodos de crises hídricas mais agudas.

A partir do momento que o oeste metropolitano torna-se dependente do Rio Guandu, que apenas consegue suprir a demanda metropolitana pelas águas transpostas do Rio Paraíba do Sul, por uma complexa rede técnica para geração de energia elétrica, a escala de análise em relação às estiagens e as regulações do uso das águas deve ser também ampliada.

Ou seja, no século XVIII por exemplo, um período de estiagem mais longo no curso superior do Paraíba do Sul, não oferecia riscos diretos ao abastecimento das atividades do oeste metropolitano da época. Atualmente esse risco está diretamente relacionado à dinâmica hídrica da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, fato evidenciado na crise hídrica de 2013-2014.

²⁵ Ainda em 1975, foi concebido o “Plano de Impacto”, executado no período de 1977-1980, visando equacionar o abastecimento de água na região e organizar um grande sistema integrado que deveria fornecer água para a Baixada Fluminense e para o município do Rio de Janeiro. Com a unificação da gestão e dos sistemas de abastecimento e a conclusão da segunda fase do Guandu [...] (BRITTO; QUINTSLR, 2017, p. 151).

Nesse sentido, a partir do período da transposição (1952), entende-se que os grandes períodos de estiagem na Bacia do Paraíba do Sul, devam ser considerados para analisar os períodos de crise hídrica no oeste metropolitano a partir da década de 1950.

Os períodos de estiagens entre 1970 e 2000 foram menos intensos que nos anos anteriores, esses anos apresentaram eventos extremamente úmidos, com exceção de 1980, 1981, 1982, 1985 e 1988 (GOIS et al., 2020).

Ou seja, pode-se entender que, a amenização do problema durante o período se deve também a uma melhor estabilidade da vazão do Rio Paraíba do Sul durante essas décadas.

Isso não quer dizer que períodos de crise hídrica não ocorreram, que o rio não tenha tido períodos de vazão baixa e que pessoas não tiveram situações-tipo de escassez. Mas sim que os serviços da rede técnica de abastecimento de atividades urbanas mantiveram-se eficientes por ter o recurso disponível na maior parte do tempo para todas as atividades demandadas, sobretudo as prioritárias como o abastecimento residencial.

O complexo sistema de transposição Paraíba-Guandu, também auxiliou em maior monitoramento e controle das vazões das bacias hidrográficas, fato que ajuda a explicar a diminuição na frequência de períodos críticos no abastecimento público.

3.1.3 De 1997 a 2020: intensificação das crises hídricas no oeste metropolitano?

Mesmo com a presença da maioria dos anos com extrema umidade na bacia do Paraíba do Sul (GOIS et al., 2020), entre os anos de 1970 a 2000, houve graves crises hídricas no final da década de 1990, mais especificamente entre 1997 e 2001. Essas crises afetaram mais diretamente a produção de energia hidrelétrica no oeste metropolitano, conhecido como “verão do apagão” (RELEMBRE..., 2012, n. p.).

Os apagões ocorriam por uma conjunção de fatores como estiagem de chuvas, falta de planejamento e ações eficazes, “[...] aliadas ao aumento da demanda por eletricidade e à alta dependência das hidrelétricas, fizeram com que houvesse uma sobrecarga no sistema elétrico do país [...]” (GUITARRARA, [2021-2024], n. p.).

Como o abastecimento público de grande parte do oeste da RMRJ é dependente da regulação das vazões realizado pelas hidroelétricas, entende-se que o serviço regularmente oferecido ao do recorte espacial também tenha sido afetado diretamente, o que justifica esse período como de crise hídrica.

Em 2001, “[...] a escassez de água nos reservatórios das hidrelétricas de toda a porção não-amazônica do país fez com que os principais centros populacionais brasileiros sofressem grandes blecautes (os ‘apagões’) e levou a prolongado racionamento de eletricidade” (FEARNSIDE, 2015, n. p.).

Tal questão foi também evidenciada na grave crise hídrica-energética experimentada pelo oeste metropolitano no ano de 1997. Em ambos os anos mencionados, os governos conduziram à adoção de políticas de racionamento no fornecimento de água e energia elétrica e a elevação das taxas de cobrança, com a intenção de racionalizar o uso da água e da energia (FEARNSIDE, 2015).

Logo dois anos depois, em 2003 iniciava-se outra grave crise no Sudeste onde “[...] os reservatórios que fornecem a São Paulo atingiram um nível de apenas 5% de sua capacidade, levando ao racionamento de água e a possibilidade de esgotamento das reservas, mas, felizmente, a chuva chegou antes de acabar a água por completo” (FEARNSIDE, 2015, n. p.). Por mais que tenha ocorrido em São Paulo, esta crise também atingiu, com menos intensidade, a cidade do Rio de Janeiro e o oeste metropolitano.

Em fevereiro de 2007 a CEDAE foi reconhecida no Livro dos Recordes como a Companhia com a maior Estação de Tratamento do mundo em produção contínua, devido a obtenção junto à SERLA (antigo INEA) da outorga de uso da água proveniente do Sistema PPG.

Devido ao não atendimento de toda à demanda do oeste da RMRJ mesmo sendo considerada a maior “produtora” de água do mundo, a Cedae confirmou em 2007 que, a produção do Sistema Guandu seria “ampliada em cerca de 30% de sua capacidade atual.

As obras foram aprovadas pelo Governo Federal com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC²⁶, que até o momento não foram anunciadas. Foram praticamente 10 anos sem registro de grandes períodos críticos em relação há questões como racionamento de energia e água.

Isto não quer dizer que os problemas relacionados a instabilidades, ou até mesmo, falta dos recursos ou serviços mencionados em específicas localidades e para determinadas

²⁶ Além de uma nova estação de tratamento serão construídos canais desarenadores, reservatórios, elevatórias de água bruta e tratada e adutoras que se interligarão com o sistema atual, conferindo maior segurança operacional e flexibilidade para o sistema de abastecimento do Grande Rio e principalmente da Baixada Fluminense. As estruturas da antiga captação serão aproveitadas, pois têm capacidade de aduzir um volume suficiente para a ETA existente e o Novo Guandu, o que facilitará a execução da obra e diminuirá os custos da ampliação. Outra obra importante será o desvio das águas dos rios Poços, Queimados e Ipiranga. Essas águas – muito poluídas, deságuam no rio Guandu, junto à captação da CEDAE. Com o desvio dessa poluição, a CEDAE aumentará a segurança do Sistema, melhorando a qualidade da água captada e diminuindo o custo do tratamento (CEDAE, 2018. p. 9).

peças, deixaram de existir, mas que houve um breve período de aparente estabilidade do sistema hidráulico de abastecimento coletivo.

Após as consequências das crises hídricas de 2001 e 2003 no sistema guandu, os problemas de abastecimento, aparentavam estar “normalizados,” até a chegada da crise hídrica iniciada em 2013, que perdurou até 2015. O ano de 2012 antecedeu um dos períodos de maior crise acentuada por longos períodos de estiagem e chuvas abaixo da média.

Durante o período 2013-2015, a crise hídrica agravada pelo período de estiagem, influenciou em alterações no volume hídrico destinado para o abastecimento público. Durante a crise mencionada, o volume de água transposto do Paraíba do Sul para o Rio Guandu sofreu diminuições sistemáticas. Ao mesmo tempo, a urbanização e a industrialização continuaram a se expandir.

No início do século XXI a região hidrográfica da Baía de Sepetiba passa por um processo de requalificação produtiva, impulsionada pelo desenvolvimento econômico direcionado pelas demandas do mercado internacional de commodities, a partir das influências do porto de Itaguaí. Nessa região duas áreas industriais se destacaram, uma referente à logística portuária e a outra a siderurgia (GUSMÃO, 2010).

Tal espaço produtivo formou um conjunto de novas pressões sobre a BH do Guandu até a Baía de Sepetiba, onde a “construção/operação da Companhia Siderúrgica do Atlântico CSA, ThyssenKrupp e Vale, a ampliação da Cosigua (Gerdau), assim como os projetos liderados pela Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) na área da empresa em Itaguaí são destaques obrigatórios” (GUSMÃO, 2010, p. 25.).

O processo de industrialização nas zonas periféricas do oeste da RMRJ reforçou a dinamização e requalificação da metrópole e, devido a isso, “é preciso destacar mais uma vez o fato de a maior parte dessa agenda estar associada a decisões tomadas por grandes corporações” (GUSMÃO, 2010, p. 27).

As questões que envolvem a reestruturação estratégica econômica do estado do Rio de Janeiro a partir de setores industriais como petroquímica e siderurgia, que são grandes consumidores de água, sugere que a contaminação dos rios da região por esgoto e efluentes industriais, assim como a demanda por água, provavelmente iria aumentar, enquanto a vazão do rio Guandu continuaria a “mesma”, fato que agravaria tensões e conflitos (CASTRO; FERREIRINHA, 2012, p. 73).

Segundo dados informados pela FIRJAN, no ano de 2005, existia um total de cento e sessenta e duas estruturas industriais na BH do Rio Guandu (INEA, 2014c). Segundo dados da ANA em 2006, das estruturas existentes, vinte e seis eram “usuários de grande porte”.

Estes projetos “são apresentados por Gusmão (2007) através de uma agenda de investimentos industriais e de infraestrutura viária a ser implantada na região da bacia do Guandu com prazo original até 2012” (CASTRO; FERREIRINHA, 2012, p. 73).

Ou seja, a dependência do abastecimento público de uma metrópole à um manancial dependente de outro, que funciona a partir de um sistema pensado para produção de energia elétrica cada vez mais pressionado pelo setor industrial influenciou em “[...] sucessivas resoluções da ANA para garantir o uso múltiplo da água previsto na Lei 9.433 de 1997” (CINCO, 2016, p. 24.).

Destaca-se a importância da Estação Elevatória Santa Cecília para o abastecimento do oeste da RMRJ, devido a responsabilidade de bombeamento da água oriunda da transposição do Paraíba do Sul para o Guandu (BITTENCOURT; SERAFINI, 2016). Ainda segundo os autores “em condições hidrológicas normais, a vazão mínima em Santa Cecília é de 190 m³/s, sendo 71m³/s para atender aos usos a jusante à barragem e 119 m³/s para o bombeamento [...]” (BACIA..., 2015, n. p.), conforme prescrito na Resolução ANA 211 de 26 de maio de 2003.

Na crise do período mencionado, a ANA reduziu “através de resoluções o limite mínimo de bombeamento em Santa Cecília” (CINCO, 2016, p. 26). Ainda de acordo com o autor a diminuição da afluência foi reduzida sistematicamente até o ano de 2015, onde no mês de março “por meio da Resolução n° 145/2015, a ANA determinou a redução da vazão mínima afluente à barragem Santa Cecília para 110 m³/s” (CINCO, 2016, p. 26). “Com a vazão mínima, a participação d’água na barragem de Santa Cecília se manteve em 35 m³/s a jusante e 75 m³/s destinados ao rio Guandu” (CINCO, 2016, p. 26). Embora a redução tenha sido autorizada desde março de 2015, ela apenas alcançou 110 m³/s no fim de agosto daquele ano.²⁷

Até o final ano de 2015, os primeiros usuários de água a sofrer com reduções na captação, foram a AEDIN e CEDAE (INEA, 2015), fato que evidenciou a expansão da crise e da escassez para parte da população do oeste da RMRJ abastecida pelo Sistema Guandu durante aquele período. Para além dos volumes outorgados, é necessário garantir a disponibilidade hídrica para a demanda ambiental, que era estimada em 60 m³/s no ano de

²⁷ “Isso porque a diminuição aumenta a entrada de água do mar no rio, a chamada intrusão salina, prejudicando as indústrias da região, que captam água na foz do Rio Guandu na Zona Oeste do Rio. A Associação das Empresas do Distrito Industrial de Santa Cruz (Aedin), composta por Thyssenkrupp Companhia Siderúrgica do Atlântico (TKCSA), Gerdau, Furnas, entre outras, propôs a construção de uma barragem para impedir a entrada da água do mar (soleira submersa). No entanto, a construção causou graves prejuízos aos pescadores locais” (CINCO, 2016, p. 27).

2012. O volume hídrico que segue após a captação pela CEDAE, dispersa-se pelo canal São Francisco.²⁸

Reforça-se que, além da diminuição do volume hídrico fornecido para a Cedae, houve alterações na frequência de abastecimento de algumas regiões. Além disso, o mínimo referente à demanda ambiental não foi garantido, fato que demonstra duas contradições de acordo com o que dispõe da lei das águas (BRASIL, 1997) onde “[...] as outorgas para usos não prioritários precisam ser suspensas em caso de escassez (nestes casos o uso prioritário deve ser uso humano e dessedentação animal)” (CINCO, 2016, p. 38-39).

Como é possível constatar pela descrição acima, existem conflitos de uso pela água no Guandu, desde a transposição “do Paraíba do Sul entre o setor elétrico (que precisa fazer uso dos reservatórios para geração de energia), o setor industrial (que usa água nos processos produtivos), o abastecimento público e pescadores da foz do Guandu (Canal de São Francisco)” (CINCO, 2016, p. 29).

Quando o rio Guandu chega à níveis críticos de vazão baixa, devido a reduções de volume de água transposta oriunda do Paraíba do Sul, a interferência da demanda industrial entra em conflito direto com o abastecimento público.

Esta situação ocorreu durante a crise hídrica mencionada entre os períodos de 2013 e 2015, onde a captação de água pela CEDAE sofreu uma redução de 20m³/s, enquanto sobre o setor industrial do complexo localizado na Baía de Sepetiba não obteve-se informação se houve diminuição no consumo.

No contexto ilustrado, percebe-se que o uso prioritário foi atender o setor energético e industrial, mesmo que ambos os setores existentes nas Sub-bacias que drenam pelo Guandu, apresentam-se, proporcionalmente, como os maiores demandadores de águas fluviais.

Em todos os cantos do Brasil é comum observar o imenso e intensivo consumo de água em atividades ligadas à geração de energia, agronegócio, indústrias pesadas (siderúrgicas e refinarias) e mineração. Estima-se que em uma “única usina termelétrica a carvão pode consumir até 1000 litros de água por segundo, suficiente para abastecer uma cidade quase do tamanho de São José dos Campos – SP”. (ARAÚJO, 2016, p. 68).

²⁸ “[...] onde situa-se o Polo Industrial de Santa Cruz, que conta com a presença de grandes indústrias como a siderúrgica CSA, a Gerdau, Furnas, dentre outras. A presença destas indústrias significa uma pressão permanente para que se mantenha elevada a vazão no canal São Francisco para o seu deságue na Baía de Sepetiba. Além de fazer uso intensivo desta água, como situam-se próximas ao final do canal e possuem outorga de captação neste ponto, demandam que a vazão do canal tenha força suficiente para repelir a água do mar de entrar no canal alterando a qualidade da água que captam. Em todo cenário de escassez, a vazão do canal São Francisco, após a captação da ETA Guandu de 43m³/s para abastecer 8,5 milhões de pessoas, teve que manter-se ao redor dos 30m³/s para abastecer algumas indústrias e garantir a qualidade da água captada pelas mesmas (BITTENCOURT; SERAFINI, 2016, p. 87.).

Informações sobre o balanço hídrico relatadas no livro *Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu e Guandu Mirim*, elaborado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Guandu em conjunto com o INEA, atestam essa assertiva.²⁹

Nos últimos meses de 2015 houve o início de uma lenta recuperação dos reservatórios devido ao novembro mais chuvoso em 37 anos (CINCO, 2016, p. 30.). Dentre os distintos reservatórios abastecidos pelas águas do rio Paraíba do Sul, o que apresentou melhor recuperação de acordo com os dados do boletim de monitoramento da bacia do Paraíba do Sul foi Funil, onde chegou a 39% do seu volume útil.

Importante destacar que mesmo assim, os resultados apresentados pela Comissão Especial Sobre Colapso Hídrico da Câmara Municipal do Rio de Janeiro mostraram que pode existir “[...] um déficit de vazão, se todos os empreendimentos utilizarem a água doce do Rio Guandu ao mesmo tempo” (COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUARDA-MIRIM, 2015, p. 41) em períodos de drástica queda dos níveis das vazões.

Tal contexto político-econômico favorável à expansão de setores industriais, de fato contribuiu para a intensificação do uso da água na bacia do Guandu. Com isso, os problemas enfrentados pelos múltiplos usos já existentes, se agravaram. Isso fica evidente diante o histórico de crises hídricas no oeste metropolitano, sobretudo nas últimas ocorridas.

Após três complexas e graves crises hídricas nas primeiras décadas do século XXI, a Cedae anunciou o andamento do projeto de ampliação que iniciou as operações para implementação “com um investimento de 3,4 bilhões de reais [...]” (CEDAE..., 2020, n. p.). No entanto a ampliação do sistema não foi finalizada até o final do ano de 2024.

No início de 2020, ocorreu nova crise hídrica enfrentada pela população da RMRJ, que teve um alcance de proporções maiores, mesmo que não houvesse diminuição da vazão do Guandu ou mesmo do Paraíba do Sul, devido a longos períodos de estiagem como observado em outras crises abordadas no histórico.

Toda população dos municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, localizados à oeste da Baía de Guanabara, resguardadas as devidas proporções e intensidades, foram afetados pela nítida perda de qualidade da água fornecida pela CEDAE. Oitenta e seis bairros na capital e seis municípios relataram problemas com o abastecimento (ROCHA, 2020). De acordo com a nota técnica da UFRJ apenas os municípios da região metropolitana

²⁹ TUBBS FILHO, Décio; ANTUNES, Julio Cesar Oliveira; VETTORAZZI, Janaina Silva. **Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim**: experiências para a gestão dos recursos hídricos. Rio de Janeiro: INEA, 2012. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Livro_Bacia-Hidrogr%C3%A1fica-dos-Rios-Guandu-da-Guarda-e-Guandu-Mirim.pdf. Acesso em: 15 jul. 2023.

de Itaboraí, São Gonçalo e Niterói, que são abastecidos pelo sistema Imunana-Laranjal, não apresentaram problemas (FONSECA et al., 2020).

A água que abastece grande parte da RMRJ chegou aos domicílios turva, com odor, cor e gosto alterados. De acordo com a empresa responsável pelo abastecimento público, o agente causador direto do problema foi a presença de grande quantidade de geosmina (CORRÊA, 2020).

Contrapondo essa indicação, a nota técnica da UFRJ informou que não havia referência à indicação da presença de quantidade de geosmina na água capaz de justificar tal alteração na qualidade da própria, a partir dos laudos divulgados na data de quinze de janeiro do ano de 2020. Tal fato reforça a questão da incerteza vinculada à(s) real(is) causas da alteração “visível” na qualidade da água que é distribuída para a população da RMRJ (FONSECA et al., 2020).

A geosmina é um composto orgânico que cresce em ambientes aquáticos especialmente em mananciais que recebem esgoto não tratado, no entanto, ela não costuma promover mudança de cor ou turbidez na água (FONSECA et al., 2020).

Este que coloca em questão dois pontos principais: o primeiro está relacionado à não conclusão sobre todas as possíveis causas vinculadas ao problema; o segundo está na afirmação, de diversos especialistas de que, o principal motivo causador da alteração de qualidade da água está no despejo de esgoto doméstico sem tratamento nos afluentes da rede de drenagem que conflui pela Sub-bacia do Guandu.

Ou seja, os impactos decorrentes do despejo de rejeitos do setor industrial, ou mesmo agropecuários, não foram apontados explicitamente como possíveis agentes causadores também. A Firjan inclusive reiterou tal narrativa, de que a origem está na histórica falta de investimentos em saneamento básico nos domicílios do estado e não na operação das indústrias (GRINBERG; CALLEGARI, 2020).

Na tentativa de ampliar tal perspectiva, em fevereiro de 2020, após fiscalização realizada pela SEAS e INEA no distrito industrial de Queimados, empresas foram fechadas e/ou multadas.

A confecção Citycol teve o funcionamento interrompido por falta de licenciamentos ambientais em relação a lançamento de esgoto. Pelo mesmo motivo, as empresas Burn e Piraquê foram multadas e requisitadas a adequar seu sistema de esgotamento sanitário.

O funcionamento da desentupidora Nova Era também foi embargada por não cumprir exigências do código florestal. Apenas no Parque Industrial de Queimados, fundando em 1976 atualmente são, aproximadamente “32 empresas internacionais e nacionais de diversos

setores, como alimentício, frigorífico, material de construção e cosméticos” (GRINBERG; CALLEGARI, 2020, n. p.).

Além da busca pelo recurso para abastecimento cada vez mais distante também houve a necessidade de investir em sistemas e infraestruturas mais complexas e custosas, para atender à crescente demanda industrial e os múltiplos usos, como a geração de energia e o abastecimento público urbano.

Aparentemente, os órgãos e entidades responsáveis por regular a água nas Bacias das Regiões Hidrográficas apresentadas, buscam as mesmas soluções para o problema crônico do abastecimento de água do recorte espacial, seja em períodos de estiagens, de intenso consumo ou grandes contaminações.

É provável que a necessidade em captar, tratar e distribuir cada vez maior volume de água, continuará no futuro metropolitano fluminense. Essa perspectiva se torna preocupante pois não há mais no território do estado do Rio de Janeiro, uma outra fonte de água mais volumosa que o Paraíba do Sul. Além disso, o maior rio em volume e extensão do estado, demonstra uma tendência de diminuição da sua vazão nas últimas décadas (MARENCO; ALVES, 2005). Além disso, é um rio interestadual intensamente utilizado.

Por fim, a própria vazão do Rio Paraíba do Sul que passa no território do estado do Rio de Janeiro, é regulada em territórios municipais dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, ou seja, de certa maneira além do Oeste Metropolitano (RJ) de depender das águas dos municípios do seu entorno e localizados no médio Paraíba, ainda existe uma dependência menos perceptível, do controle dos reservatórios e fiscalização ambiental de outro estado, principalmente São Paulo.

Também não há mais, muitas áreas com mananciais de grande porte no estado para serem utilizados para uma demanda metropolitana. Apenas na Região Serrana, sobretudo na porção localizada próxima da Região dos lagos e em partes da Região da Costa Verde.

Entende-se assim que, a depender da forma como o desenvolvimento econômico-social seja implementado no estado, seu próprio progresso pode estar ameaçado.

3.2 A Escassez Hidrossocial e crescimento dos usos da rede de drenagem por um desenvolvimento predatório

Sabe-se que as atividades sociais produtivas, familiares e individuais empreendidas desde o início da colonização brasileira iniciadas no Rio de Janeiro, tinham o costume utilizar água do subsolo ou mananciais de médio e alto curso para realizar diversas atividades domésticas e produtivas. Aos poucos, essa forma em usar, ocupar e transformar o espaço (ou ambiente) ganhou terreno e se estabeleceu como uma cultura social e econômica para alcançar o “desenvolvimento”.

Os trechos fluviais mais próximos da foz, ou mesmo lagos e lagoas – os primeiros ambientes ocupados desde a fundação da cidade do Rio de Janeiro – eram utilizados tanto para o despejo de efluentes domésticos e produtivos, sem qualquer forma de tratamento ou cuidado no descarte.

Além disso, muitos processos de lavagem, seja de animais ou de tecidos, se concentravam nos corpos d’água destacados acima, o que também pôde contribuir para poluição da água.

No Rio de Janeiro, as primeiras atividades produtivas não se diferenciaram muito do que ocorreu no restante do país. Em um primeiro momento um intenso desflorestamento para exportação em massa de madeira e demais subprodutos das árvores da Mata Atlântica, seguido do extenso plantio da cultura de cana-de-açúcar em substituição ao que fora desmatado.

Por mais que a pecuária não tenha se destacado historicamente como uma atividade predominante na cidade do Rio de Janeiro, muitas fazendas realizavam tal atividade nos primeiros séculos de ocupação.

A pecuária extensiva da época, além de ser uma atividade dependente e substituta do desflorestamento, possuía processos de uso intensivo de água, na hidratação dos animais criados, e limpeza dos recursos de animais abatidos.

Tal atividade também contribuiu significativamente para a poluição dos corpos hídricos fluviais assim como da própria Baía de Guanabara, lagoas e lagos da região, onde muitos restos de animais criados ou caçados eram jogados “fora” nesses corpos d’água.

O esgoto doméstico, inicialmente era transportado em barris de cerâmica por pessoas escravizadas até canais fluviais, lagos ou na Baía de Guanabara. Essa dinâmica ocorreu até a

expansão de sistemas e redes técnicas, ligadas por encanamentos, que direcionam resíduos e fluidos sanitários diretamente para os leitos da rede de drenagem.

Ou seja, a poluição dos corpos hídricos além de continuar, passou a crescer junto à multiplicação de atividades urbanas. Assim, a situação não foi resolvida, pelo contrário foi agravada gradativamente, as construções de estações de tratamento não acompanharam a dinâmica de crescimento urbano-populacional da cidade, seja por negligência ou incapacidade estatal.

Ainda existem os impactos gerados pelas atividades agropecuárias – engenhos de açúcar e plantações de café - e também por múltiplas atividades urbanas não residenciais, que serão abordadas no próximo capítulo com mais detalhes.

Dentre essas atividades urbanas não residenciais, se destacam as fábricas e/ou indústrias, que são consumidoras de grandes volumes de água, assim como, geradoras de resíduos poluidores. Alguns canais fluviais se tornaram apenas descargas de esgotamento doméstico e industrial, como é o caso dos córregos existentes nos bairros da grande Tijuca no município do Rio de Janeiro por exemplo.

Essa cultura de uso da água de fato contribuiu para a degradação dos canais fluviais das Bacias Hidrográficas do estado do Rio de Janeiro, sobretudo a RH da Baía de Guanabara. Tal situação explica o porquê dos mananciais localizados no município do Rio de Janeiro principalmente, serem insuficientes e impróprios para o abastecimento de água.

Isso ocorre seja pelo alto índice de poluição, falta de estações de tratamento ou mesmo ínfimo volume hídrico de determinados canais, que podem secar em períodos de mais longos de estiagem.

Tal contexto ajuda a impedir que as comunidades localizadas em áreas com essas condições, que tenham acesso irregular a rede técnica de abastecimento, ou mesmo que não possuam, consigam utilizar as fontes de água da rede de drenagem.

Assim chega-se ao ponto de entender a crônica insegurança no acesso a água doce e a dependência de mananciais cada vez mais distante para manter o funcionamento da cidade do Rio de Janeiro e seu oeste metropolitano.

O próximo capítulo busca aprofundar a ideia dentre outros aspectos da Escassez Hidrossocial (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016) por uma perspectiva mais ampla. A partir do momento que os períodos de crise hídrica passaram a serem entendidos como sintomas do macroprocesso, tornou-se necessário buscar fundamentos para compreender sua produção, reprodução e manutenção, tanto para a sociedade e suas atividades, quanto para a Natureza não humana e sua diversidade de elementos. Nesse

sentido, há uma tentativa de ampliar a noção de Escassez em relação a questões ambientais e econômicas não enfatizadas ou mesmo encontradas na abordagem hidrossocial.

4 ESCASSEZ HIDRO(SOCIO)AMBIENTAL: INFLUÊNCIAS DAS VARIÁVEIS NO BALANÇO HÍDRICO DE REDES DE DRENAGEM DO SISTEMA PPG

A ideia deste capítulo está no esforço em ampliar a noção sobre a Escassez Hidrossocial (BRITTO; FORMIGA-JOHNSON; CARNEIRO, 2016) a partir do incremento de variáveis não abordadas, ou mesmo, pouco detalhadas na análise sobre o Macroprocesso no estudo mencionado e o estado crônico de insegurança hídrica..

As atividades ligadas ao processo de urbanização do Rio de Janeiro, sempre demandaram grandes volumes e boa qualidade da água, vitais para o êxito do desenvolvimento social, urbano e da produção.

Além do volume e da qualidade, inúmeras são as formas de uso e ocupação que contaminam as águas fluviais pelo despejo de resíduos, o que agrava a escassez no formato qualitativo.

Uma das principais transformações espaciais ligadas ao aumento da escassez quantitativa da água fluvial na região sudeste, principalmente no Estado do Rio de Janeiro, está condicionado ao histórico processo de desflorestamento da Mata Atlântica gerado desde o período colonial, sobretudo as matas ciliares.

Caso as projeções climáticas para o sudeste brasileiro se confirmem – de diminuição da umidade – embasadas em dados formulados pela Administração Nacional do Espaço da Aeronáutica (NASA) e da Agência Nacional Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos (NOAA) (ARAÚJO, 2016; MELO; MARQUES, 2016). E for compreendida como um acúmulo somatizado pelas transformações espaciais do recorte espacial e seu contexto histórico, a probabilidade de agravamento dos formatos da escassez no cenário já vulnerável se torna uma tendência avassaladora.

Além dos fatores acima mencionados sobre a escassez no oeste metropolitano, existem outros dois que influenciam na escassez quantitativa. O primeiro refere-se à distribuição desigual da oferta de água entre as zonas urbanas e múltiplos usuários. Assim como, as perdas (desvios clandestinos) e o desperdício na rede de distribuição da água tratada. O segundo, se relaciona a demanda³⁰ e o uso acentuado de água e energia elétrica efetuado por diferentes agentes privados, principalmente aqueles do setor industrial (CINCO, 2016).

Por sua vez, as causas da escassez qualitativa da água são resultantes majoritariamente

³⁰ Cf. LAMEIRA, 2010, p. 30 (tabela 4).

da poluição da rede de drenagem para abastecimento e da contaminação dos mananciais da rede hídrica por esgoto (GRINBERG; CALLEGARI, 2020) (residencial e industrial) e resíduos industriais (GRINBERG; CALLEGARI, 2020).

Tal fato, torna o tratamento de água para consumo, cada vez mais custoso (CINCO, 2016). Quanto maior a carga de despejo poluentes nos mananciais de abastecimento, maior se dá a concentração de contaminantes na água, aumentando assim os riscos à saúde da população da RMRJ, principalmente se o volume hídrico seguir uma tendência de diminuição. Essa realidade já afeta populações das áreas periféricas ou mais vulneráveis socioeconomicamente do oeste metropolitano (FONSECA et al., 2020).

Nesse sentido a escassez de água pode resultar das formas de uso, ocupação e relação com a água dos rios urbanos por múltiplas atividades antrópicas, que comprometem a capacidade de fornecimento de água pelos mananciais poluídos e contaminados (DIAS; SILVA, 2016) ou mesmo ressecados.

Todavia, além dos fatores que contribuem para a contaminação e a poluição da rede hídrica estadual, estão problemas relacionados ao planejamento e gestão política dos recursos hídricos (SWYNGEDOUW, 2010), que contribuem para a desigual e injusta distribuição do próprio, assim como para a perda gradual da reposição da água subterrânea no que compreende ao Balanço Hídrico das redes de drenagem.

As decorrências e motivos para a manifestação das crises hídricas na RMRJ estão alinhados ao contexto ilustrado. A primeira questão que elencamos está na lógica centralizadora do abastecimento público da RMRJ.

O fato da água que é distribuída à grande parte do oeste da RMRJ ser captada em territórios de municípios vizinhos e em um sistema integrado de sub-bacias Hidrográficas via infraestruturas da rede técnica do Sistema PPG, que se localiza fora dos limites municipais do Rio de Janeiro (CARNEIRO, 2016), já configuram um contexto de alta vulnerabilidade e dependência hídrica.

A grande vulnerabilidade do oeste da RMRJ das águas do Guandu, se agrava devido ao fato deste manancial ser dependente da rede hidrográfica do Paraíba do Sul para suprir a demanda atual (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016).

A escassez como resultado dos problemas de abastecimento iniciados no município do Rio de Janeiro não se formou em um passado recente. É possível que seja produzida socialmente para além do âmbito social, ou seja, que atinja outras instâncias, escalas e dimensões além da sociedade.

São abordados aspectos relacionados ao acúmulo de usos relacionados à produção agropecuária e as práticas extrativistas realizadas nos primeiros séculos de ocupação, assim como, as atividades urbano-industriais dos séculos recentes como variáveis se não determinantes do atual estágio da escassez e a permanência de períodos de crise hídrica, pelo menos grandes influenciadoras.

A expressão conceitual escassez hidro(socio)ambiental possui o prefixo “socio” entre parênteses para que a interpretação do termo ambiental não se reduza a ideia de meio ambiente ou mesmo ambiente natural (SOUZA, 2022).

O termo socio entre parentes, pretende demonstrar que as atividades antrópicas da sociedade urbana moderna influenciam e determinam a manutenção da escassez para instâncias distintas da “natureza” e de grupos sociais da “humanidade” a partir de uma complexa produção, seja ela intencional ou não. A escolha por esse artifício de linguagem se justifica devido à sua vocação integral.³¹

A expressão conceitual escassez hidro(socio)ambiental tem por objetivo sintetizar a realidade de espaços que possuam problemas estruturais e crônicos relacionados à disponibilidade e qualidade das águas fluviais.

As variáveis capazes de influenciar as oscilações de chuva, volume e qualidade das águas fluviais são diversas, por isso necessitam-se análises integradas, inter e intra disciplinares. Principalmente nas Bacias Hidrográficas que tiveram diversas obras de transposição, instalação de sistemas técnico-científicos e intensos usos múltiplos da água ao longo do tempo.

Ou seja, admite-se aqui que os períodos de estiagem, usos excessivos, aumento de sedimentos e microorganismos contaminantes nas águas fluviais, podem comprometer a quantidade e/ou a qualidade da própria em diversos níveis e por variadas formas acumulando-se ao longo do tempo. Das variáveis da Escassez Hidro(socio)ambiental, apenas uma não é gerada totalmente por atividades impostas pela sociedade moderna.

Dito isso, esta expressão também pretende reforçar o entendimento que não existe sociedade sem Natureza e, se a humanidade é resultado dela, a ela pertence, faz parte e transforma. Assim, é possível pensar que a produção do espaço geográfico não é possível sem o intercâmbio entre condições, recursos e materiais de diversos ambientes.

³¹ [...] (tanto é que falamos, em várias circunstâncias, em “ambiente construído”, “ambiente cultural”, “ambiente político” etc.), a palavra “ambiente”, quando não é qualificada e complementada por algum adjetivo, quase invariavelmente é tratada por especialistas e leigos como sinônimo de formas, feições, dinâmicas, ciclos e processos geobiofísicos. Ou seja, como *physis*, apreensível mediante as teorias e os métodos das ciências da natureza. Não se enxerga o ambiente na sua integralidade e na sua real complexidade de entrelaçamento (SOUZA, 2022, p. 127-128).

Por entender que o prefixo sócio na expressão conceitual é apenas ilustrativo, portanto, não necessário por estar implícito, a denominação adotada para o macroprocesso estudado é *Escassez Hidroambiental*.

A existência de fatores naturais e sociais que influenciam diretamente as oscilações de volume e qualidade hídrica fluvial, assim como as desigualdades no acesso a formas de distribuição do recurso para atividades da sociedade, criam a necessidade de análises integradas. Principalmente nas Sub-bacias Hidrográficas que recebem os sistemas de transposição, represamento e intensos usos múltiplos.

Assim, este conceito tem por objetivo orientar sinteticamente a realidade de espaços que possuam problemas estruturais e crônicos relacionados à disponibilidade e qualidade das águas fluviais, já que estas são regularmente utilizadas pelas diversas atividades econômicas, produtivas, reprodutivas e de subsistência no Rio de Janeiro.

Grande parte das atividades, sobretudo econômicas, desenvolvidas no município do Rio de Janeiro foram disseminadas para os municípios vizinhos ao longo dos séculos de formação do Brasil e do estado.

Isso quer dizer, que muitas atividades destacadas nas variáveis do capítulo seguinte, foram desenvolvidas ao longo do tempo na superfície do espaço que hoje compreende as zonas de influência das redes que integram o abastecimento do Oeste Metropolitano pelas águas das Sub-bacias do Sistema PPG.

Elas ocorreram (e ainda ocorrem) em temporalidades, intensidades e espacialidades distintas porém, isso não quer dizer que determinada atividade que tenha deixado de ocorrer na região não tenha resultado em consequências percebidas atualmente.

Para exemplificar, pode-se utilizar a questão do desmatamento-reflorestamento no recorte espacial da pesquisa, assim como no recorte de Sub-bacias do Sistema PPG. O período colonial retirou extensa cobertura vegetal para extrair recursos vegetais, criar plantações, estabelecer campos para pasto, construir vias de acesso terrestre, expandir o domínio territorial da cidade, entre outros.

Ao escolher um caso isolado, a cultura cafeeira, é possível afirmar que não existem impactos permanentes ou mesmo prolongados nas redes de drenagem usada por esta atividade se desenvolveu intensamente? Ou que os planos de reflorestamento no período imperial foram capazes de superar todos os impactos do desflorestamento? É possível compreender se houveram impactos permanentes, ou pelo menos de longo prazo como por exemplo o nível de vazão de determinados rios?

Até que ponto as atividades de grande magnitude ocorridas no passado podem ainda influenciar em problemas presentes? A seguir, será possível ter uma ideia de como começar a responder essas perguntas.

4.1 Variáveis da Escassez Hidroambiental: desde a pegada hídrica no balanço da rede de drenagem à distribuição da água

Nesta parte encontra-se a relação entre os dois capítulos iniciais pois, pretende-se demonstrar como o avanço ou não da escassez na dimensão hidrossocial ainda pode ser determinada por questões climáticas. Porém, a existência dos períodos de crise hídrica, cada vez mais apresentam potenciais aspectos causadores, que são originados nas atividades sociais, sobretudo produtivas.

As estiagens foram historicamente responsabilizadas pelos momentos de crise hídrica no Rio de Janeiro. No entanto, atualmente existe um risco real de os períodos de crise ocorrerem sem que exista estiagens prolongadas, fora do padrão ou mais intensas.

Ou seja, por isso que entende-se a escassez hidroambiental como um macroprocesso cada vez mais intrínseco na relação entre sociedade e natureza. Tais aspectos serão abordados nos tópicos a seguir.

A escassez hidroambiental ocorre a partir da soma de algumas questões, como: a oscilação (negativa) do balanço hídrico, a forma de uso e distribuição do recurso, o assoreamento e a contaminação dos canais fluviais. Estes quatro elementos são influenciados por fenômenos, que mais adiante serão denominados de variáveis.

Foram ao menos quatrocentos anos após a colonização portuguesa de desflorestamento, seja para o extrativismo vegetal ou para abrir espaço à agropecuária, ou mesmo para a urbanização. Por mais que em determinado momento áreas tenham sido reflorestadas, como é o caso dos maciços presentes no município do Rio de Janeiro no século XIX, este reflorestamento não foi suficiente para compensar o desflorestamento nas Regiões Hidrográficas mencionadas aqui.

Em locais onde os períodos de estiagem tendem aumentar, sobretudo aqueles que a desertificação se evidencia na paisagem, é comum faltar água para processos geocológicos, ou seja, estruturas vivas e não vivas como os rios, os animais e os vegetais. Nesse sentido, a

ideia da escassez não pode ser centrada apenas na sociedade, por mais que ela seja a principal responsável por sua expansão e agravamento.

Os seres humanos necessitam da bio e geodiversidade para garantia de sua reprodução e bem-estar com qualidade e, nesse sentido, os elementos na natureza não humana se tornam importantes para a análise do macroprocesso.

Também não é razoável afirmar que a escassez hidroambiental do oeste da RMRJ ocorre por não haver quantidade suficiente para abastecer as residências e locais públicos com água tratada. Porém, isto não quer dizer que o fornecimento dela ao abastecimento coletivo residencial é seguro e que uma boa parcela da população não tenha acesso a ela.

O contexto sobre os porquês destas pessoas estarem nestas condições, está intimamente ligado à todas as variáveis da escassez hidroambiental, sobretudo as duas últimas. Nesse sentido, acredita-se que o processo é causado por fenômenos, que serão denominados variáveis.

O critério para a ordem das variáveis está de acordo com o histórico da evolução urbana do desenvolvimento do oeste da RMRJ:

- a) tempo de existência do fenômeno;
- b) escala espacial de abrangência;
- c) intensidade e necessidade de uso da água;
- d) desigualdade na distribuição da água tratada;
- e) resultado de variáveis anteriores.

Uma das evidências que a produção da escassez hidroambiental pode afetar instâncias, escalas ou dimensões além do espaço social, em megaestruturas geológicas, como os rios de grandeza superior, está no rio Paraíba do Sul. Pelo menos nos últimos sessenta anos, ele apresenta uma tendência de diminuição de sua vazão, em todos os trechos analisados de montante (SP) à jusante (RJ) (MARENGO; ALVES, 2005).

Acredita-se que esta tendência esteja relacionada à uma série de fatores, principalmente no que se refere ao acúmulo das atividades coloniais e modernas. Todos eles serão abordados a partir das variáveis discutidas à frente.

Uma das principais causas do aumento da escassez quantitativa da água na região sudeste, principalmente no Estado do Rio de Janeiro, está relacionado ao histórico processo de desflorestamento da Mata Atlântica a partir do período colonial, a primeira variável.

4.1.1 Primeira variável: desflorestamento da Floresta Atlântica

As dinâmicas correlacionadas à formação do Domínio Geomorfológico de Mares e Morros, onde está localizada, a as Sub-bacias do Sistema PPG e parte da Baía de Guanabara, nos indicam relações entre aspectos geomorfológicos e biogeográficos (AB’SÁBER, 1969), sobretudo os elementos da cobertura vegetal da Mata Atlântica. Caracterizando-se assim como fundamentais para conservação do ciclo hidrológico, principalmente na Região Sudeste do Brasil (DEVIDE et al., 2014).

Esse subcapítulo foca mais na situação da Região Hidrográfica III - do Médio Paraíba, por considera-lo fundamental para o abastecimento dos múltiplos usuários do oeste da RMRJ e suas demandas. Isso não quer dizer que este fenômeno não tenha afetado ou mesmo não afete as redes de drenagem das Sub-bacias das Regiões Hidrográficas da Baía de Sepetiba (Guandu) e da Baía de Guanabara ainda hoje.

O ciclo hidrológico envolve um encadeamento processual sendo condensação, precipitação, evapotranspiração, infiltração e percolação, processos verticais, e os escoamentos superficial e sub-superficial, processos horizontais (KOBAYAMA, 1999). Devido ao fato das plantas contribuírem para a regulação da umidade atmosférica pelo processo da evapotranspiração pode-se entender que a Mata Atlântica contribui para o processo de precipitação.³²

A principal causa da perda de cobertura vegetal é o desmatamento ou desflorestamento, sobretudo gerado por práticas e técnicas antrópicas. A cultura de “limpar” determinada parte de um espaço florestado existe na humanidade há milhares de anos (HARARI, 2018). Inclusive o fogo era utilizado por etnias e povos originários como um elemento essencial para realizarem a prática da agricultura itinerante (DIEGUES, 1996).

Porém, as formas de “desmatamento” dos originários não resultou em uma destruição da Floresta Atlântica, inclusive, é afirmado que contribuiu para garantir a manutenção da biodiversidade. Ademais, enfatiza-se que “o aumento, da diversidade biológica nas florestas tropicais, está relacionada intimamente com as práticas tradicionais da agricultura itinerante” (DIEGUES, 1996, p. 150).

³² “Pode-se observar, mesmo que em escala muito pequena, que a floresta desempenha importante papel na distribuição de energia e água na superfície, influenciando nos processos de interceptação, infiltração, escoamento superficial e erosão. Pode-se dizer então que a simples presença da floresta não afeta necessariamente a precipitação sobre a área, e que exceções como a precipitação oculta, isto é, a neblina e a condensação ou o orvalho que respinga das folhas e dos ramos contribuem para a redistribuição da precipitação sob a floresta” (BALBINOT et al., 2008, p. 135).

A prática do desmatamento de forma mais significativa, ou seja, em enormes escalas espaciais, surge durante o período colonial desde as primeiras práticas culturais vistas como viabilizadoras de atividades extrativistas, monocultoras e pecuaristas. O uso do solo e o desmatamento desenfreado causam sérios problemas que tendem a agravar-se com o passar do tempo (SUGUIO; BIGARELLA, 1990 apud PELOGGIA, 1997).

Pequenas partes da BH do Rio Paraíba do Sul, começam a ser transformadas por essas práticas já no século XVI. No século XVII a colonização das terras data o “início do ciclo do ouro (sec. XVII), da cana-de-açúcar (sec. XVIII), e consolidou-se com a expansão do café nas montanhas (1780), mais tarde substituído por pastagens (1880) e a cultura do eucalipto (1990)” (DEVIDE et al., 2014). Tal acúmulo histórico levam há uma Mata Atlântica profundamente fragmentada e desflorestada, havendo poucas áreas extensas conservadas (DEVIDE et al., 2014). Resultados deste desmatamento vertiginoso se refletem na intensificação do processo erosivo, no assoreamento das várzeas e drenagens, no aumento das áreas afetadas por inundações, na modificação do comportamento hídrico das vertentes e, generalizadamente, no empobrecimento do solo” (NAKAZAWA et al., 1994a apud PELOGGIA, 1997).

Segundo a ANA (2003), a região que compreende o Vale do Paraíba (desde a região de Cruzeiro e Queluz, no trecho paulista da bacia, até a região de Vassouras, no trecho fluminense), principalmente entre o rio Paraíba do Sul e a rodovia Presidente Dutra, é uma das mais críticas quanto à ocorrência de erosão acelerada, com muitas ravinas e voçorocas ao longo das íngremes encostas que são cobertas por ralas pastagens. O volume de sedimentos transportados para o rio, nessa região, é incalculável, e os resultados podem ser observados na turbidez do rio e nos problemas de assoreamento dos reservatórios de Funil e do Sistema Light (MARENGO; ALVES, 2005, p. 221).

Considerando que o desmatamento e o desflorestamento geram consequências para a perda de nutrientes e de solo que, influenciam na manutenção da qualidade e da produtividade de água (BALBINOT et al., 2008) devido à intensificação do processo erosivo-sedimentar (PELOGGIA, 1997), é possível estabelecer correlações e compreender como a cobertura vegetal sempre foi fundamental para a conservação hídrica dos corpos fluviais, sobretudo nos Domínios dos Mares e Morros.³³

³³ “A cobertura florestal, através da interceptação, influencia a redistribuição da água da chuva, em que as copas das árvores formam um sistema de amortecimento, direcionamento e retenção das gotas que chegam ao solo, afetando a dinâmica do escoamento superficial e o processo de infiltração. Desse modo, o abastecimento das águas é favorecido e a variação de vazão ao longo do ano, reduzida, além do retardamento dos picos de cheia. Alguns pesquisadores afirmam que a floresta nativa, entre os ecossistemas vegetais, atua no ciclo hidrológico de maneira mais significativa, pois proporciona melhores condições de infiltração da água da chuva.” (OLIVEIRA JR; DIAS, 2005)

Os impactos ambientais e suas consequências a partir das atividades de uso e ocupação durante o período histórico referente aos primeiros séculos de ocupação colonial, em geral, não possuem muito destaque, principalmente quando há a tentativa em explicar os períodos de crise hídrica e escassez hidroambiental da atualidade, no passado recente ou um pouco mais distante.

Tal fato se deve à falta de dados e informações sistematizadas até meados do século XX, assim como pela inexistência de robustas infraestruturas e tecnologias no território brasileiro na época que pudessem ajudar a monitorar melhor as concentrações e volumes de água captada e resíduos despejados.

Porém este período histórico colonial pode ser considerado como o início dos processos que originam o que se denomina como novo período geológico, o Tecnógeno ou Quinário (PELOGGIA, 1997). Diversas áreas do Oeste Metropolitano e demais áreas que compõem as margens das redes de drenagem das Regiões Hidrográficas II, III e V, intensamente ocupadas e usadas historicamente por atividades dependentes do desflorestamento.

A retirada da cobertura vegetal, contribui para a intensificação dos processos erosivos-sedimentares e, por isso, acabam por alterar a dinâmica fluvial ao ajudar a aumentar a quantidade de sedimentos nos leitos dos rios e calhas da rede de drenagem, tornando-os assim menos profundos (menor capacidade de armazenamento de água).

As atividades urbanas e produtivas da cidade colonial, que substituíram muitas áreas florestadas, intensificaram ainda mais a erosão e a sedimentação. Nas bacias do Paraitinga e Paraibuna (alto curso do Paraíba do Sul), em função da pecuária e silvicultura, a sedimentação atualmente compromete os reservatórios (DIAS et al., 2005).

Estudos afirmam que a quantidade de água devolvida por florestas tropicais para a atmosfera pode representar uma grande diferença na produção de água na bacia (CARDOSO et al., 2006 apud BALBINOT et al., 2008). Além disso, o processo de transpiração pode ser influenciado por inúmeros fatores como o clima, umidade do solo, espécies e idade das plantas o que resulta em grandes variações espaciais na correlação entre cobertura vegetal e vazões de rios (ROBERTS, 1983).

Pesquisadores também afirmam que florestas tropicais demonstram grande amplitude de valores de evapotranspiração (ARCOVA et al., 1998 apud BALBINOT et al., 2008; BRUIJNZEEL, 1990 apud BALBINOT et al., 2008). Estudos apontaram que o desmatamento foi atividade antrópica morfodinâmica que modificou o clima sempre úmido no Médio Vale do Paraíba. (DANTAS; COELHO NETTO, 1996 apud DEVIDE, et. al., 2014).

Embora seja uma das Bacias Hidrográficas com uma das maiores proporções de remanescentes florestais, com as maiores diversidades vegetacionais do Estado, também apresenta intensas transformações, seja pelo desmatamento, para o cultivo de espécies exóticas, tais como o café, ou pastagens com predomínio de braquiária, além do eucalipto, seja por indústrias ou grandes empreendimentos geradores de energia ou transpositores de água. (DEVIDE et al., 2014).

Apenas no último século, ocorreram registros sistematizados (mesmo que incompletos) sobre os dados volumétricos das vazões e índices pluviométricos na BH do Paraíba do Sul (MARENGO; ALVES, 2005).

O estudo sistematiza e organiza dados registrados nas séries históricas de vazões e cotas do rio Paraíba do Sul desde 1920. Neste trabalho, “foram utilizadas médias mensais de chuva e vazão e/ou cotas (nível da água) do banco de dados do DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo), bem como da Agência Nacional de Águas ANA, com registro no período de 1920-2000” (MARENGO; ALVES, 2005, p. 218).

A principal conclusão é que as vazões do rio Paraíba do Sul, observada em fluviômetros de SP e RJ indicam uma tendência negativa durante as últimas décadas. Além disso, também foram analisadas tendências pluviométricas que, não evidenciaram uma tendência nem positiva nem negativa para a Bacia Hidrográfica. O relatório do IPCC (2001) “mostra que, na Região Sudeste do Brasil, durante o período 1901-1995, as chuvas apresentaram um aumento inferior a 20%” (MARENGO; ALVES, 2005, p. 221).

É importante salientar que o período dos índices pluviométricos são datados apenas durante o século XX. A base de comparação são os anos do próprio século. Período este, onde o desflorestamento da Mata Atlântica já ocorria há séculos e ainda avançava em larga escala. Ou seja, isso dificulta precisar se realmente houve ou não diminuição das médias pluviométricas em comparação aos séculos anteriores, sobretudo os primeiros da colonização.

Por mais que, a princípio, o histórico desmatamento possa não ter comprometido a regularidade pluviométrica da Região Sudeste durante o século XX, onde se localiza a Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul, o canal principal apresenta tendência negativa de sua vazão. Ou seja, se o único repositores de água doce na Bacia esteve “regular” (pluviosidade média) e, o rio apresentou diminuição de volume médio, leva-se a consideração que, outras variáveis estão contribuindo para esta situação.

A aparente regularidade pluviométrica do século XX também pode ser resultado de intensas transferências de umidade a partir dos Rios Voadores (PEREIRA; VICENTINI; OTTOBONI, 2014). A Floresta Amazônica ao longo do século XX foi o domínio

geomorfológico que menos possuiu grandes áreas desflorestadas proporcionalmente à outras regiões brasileiras, realidade completamente diferente do período atual, da segunda década do século XXI.

Além do desflorestamento prejudicar diversas etapas do ciclo hidrológico que conservam a qualidade e volume das águas fluviais e subterrâneas, e assim, comprometer diretamente a diminuição da vazão, ele literalmente abre espaço para o avanço das atividades produtivas urbanas-industriais e agropecuárias e por isso é considerado como primeira variável.

Devido ao exposto, é possível compreender que as Bacias Hidrográficas da Região de Guanabara e do Guandu, por possuírem históricos de usos e ocupações de atividades produtivas comuns, acabam por apresentar problemas semelhantes ao da Bacia do Paraíba do Sul, mesmo que esse rio seja de uma grandeza superior aos demais citados.

Principalmente quando são observadas a diminuição das vazões de canais fluviais (assoreamento e uso excessivo), o alto índice de poluição de suas águas, inexistência de matas ciliares, a desigualdade no fornecimento de serviços de abastecimento público e o escasso acesso da população a fontes de água limpa.

Todas as atividades produtivas mencionadas anteriormente foram realizadas em busca do desenvolvimento regional e até mesmo nacional. Todas elas contribuíram para o avanço do desflorestamento que, como sabe-se, possui direta relação com a formação de chuvas, as responsáveis por equilibrar o balanço hídrico, ou seja, “recarregar” os canais fluviais e as águas subterrâneas.

Assim, entende-se que um fenômeno fundamental causador da Escassez Hidroambiental é o desflorestamento da Floresta Atlântica, acumulado por séculos, como primeira variável identificada. No entanto, outras variáveis devem ser consideradas neste macroprocesso, por mais que, nessa pesquisa, não seja o objetivo comparar as proporções de influência das variáveis do desequilíbrio do balanço hídrico a partir de precisões exatas ou cálculos estimativos.

Considera-se o desflorestamento como primeira variável devido sua relação de regulação da umidade do ar, aumento da erosão e sedimentação, assim como os processos para formação de chuvas. Apresentando-se como um intensificador de estiagens e regulador do balanço hídrico, sendo assim, o principal elemento indutor da escassez hidroambiental.

É possível que neste século, partes da região sudeste sofram cada vez mais com o avanço dos processos de estiagem e desertificação, caso as projeções climáticas se

confirmem, devido às influências advindas das Florestas Atlântica e Amazônica (PEREIRA; VICENTINI; OTTOBONI, 2014).

Aqui surge uma outra questão, seria o acúmulo da cultura predatória pelo desflorestamento desde atividades antrópicas coloniais associadas à prática do desmatamento, uma variável determinante para tendência negativa das médias de vazão do Rio Paraíba do Sul, assim como em outros rios de menor grandeza que foram utilizados de forma intensa?

4.1.2 Segunda variável: os períodos de estiagem no sudeste brasileiro e as mudanças climáticas

A segunda variável são os períodos de estiagem. Por mais que ela seja uma variável determinante da escassez hidroambiental, encontra-se como segunda pela compreensão de que este fenômeno está diretamente ligado ao desflorestamento e às projeções para o sudeste brasileiro das mudanças climáticas futuras.

Por isso, estão intimamente relacionados às ações antrópicas, mas também pode estar associado a anos com predominância do fenômeno La Niña ou alguma outra variável climática como já ocorreu. Além disso, pelo fato do clima predominante da região estudada ser úmido, entende-se que a estiagem não é uma variável constante quanto o desmatamento.

Ou seja, por mais que seja um fenômeno natural (devido sua ocorrência independente da existência humana), ele também é influenciado pelas transformações sociais das paisagens, espaços e ambientes.

Estiagem é um período prolongado de baixa pluviosidade, ou sua ausência, no qual a perda de umidade do solo é superior à sua reposição; Seca é um período de tempo seco, prolongado o suficiente para que a ausência, deficiência acentuada ou fraca distribuição da chuva provoque grave desequilíbrio hidrológico (ESTIAGEM..., 2018).

Em associação com o desflorestamento, a estiagem impacta diretamente no Balanço Hídrico de uma Bacia Hidrográfica, principalmente na oscilação de níveis de vazões e reservatórios.

Nesse sentido, a conservação das rede de drenagem do Sistema PPG, sobretudo do rio Paraíba do Sul, se torna fundamental a uma possível estabilidade da vazão dos canais fluviais que o sustentam. Em caso de permanência da tendência negativa em seu leito no século XXI,

a escassez hidroambiental tende a se agravar em sua Bacia e Sub-bacias Hidrográficas, além das que dependem de suas águas.

Além de todo impacto do cenário regional exposto, ainda há um contínuo avanço do desmatamento na Bacia Hidrográfica do Guandu (ver no capítulo seguinte). Caso as consequências desse desmatamento regional sejam somadas às possíveis consequências do avanço do desflorestamento na Floresta Amazônica, os períodos de estiagem na área do recorte espacial podem se tornar mais frequentes e longos. Fato que influenciaria negativamente no equilíbrio do balanço hídrico das redes de drenagem do Sistema PPG.

Estudos apontam que o histórico recente, sobre a expansão do desflorestamento de grande escala da Floresta Amazônica influencia na diminuição do volume hídrico transportado pelos Rios Voadores para a Região Sudeste (NUNES et al., 2015; PEREIRA; VICENTINI; OTTOBONI, 2014). É provável que tal fator contribua para a diminuição dos índices pluviométricos e assim, consequentemente, dos fluviométricos das redes hidrográficas da Região Sudeste.

Os estudos sobre as mudanças climáticas sugerem alterações importantes no regime pluviométrico, com aumento dos períodos de estiagem, principalmente no Continente Sul-americano, caso a temperatura média do planeta ultrapasse 2°C. Se as pesquisas nessa linha estão corretas, as vazões médias, principalmente do Paraíba do Sul, irão diminuir, o que acarretará na intensificação dos conflitos sobre os múltiplos usos da água.

A desertificação pode não se fazer presente na Região Sudeste, devido à umidade advindas da Floresta Amazônica (PEREIRA; VICENTINI; OTTOBONI, 2014). Elas foram e ainda são responsáveis por “estabelecer um regime de chuvas capazes de assegurar ao Brasil e à América do Sul solos férteis e índices pluviométricos mais que satisfatórios à manutenção da vida” (NUNES, et al., 2015, p. 2).

Em termos latitudinais, as regiões Sudeste e Sul do Brasil alinham-se frontalmente com áreas que englobam os grandes desertos sul-americanos, africanos, e da Oceania. Tal fato coloca a região em alerta quanto à aceleração dos processos de desertificação (PEREIRA; VICENTINI; OTTOBONI, 2014). O processo de degradação e desertificação acelerada da bacia do Rio Paraíba do Sul é resultado do desmatamento sofrido pela Mata Atlântica (NUNES et al., 2015).

Atualmente considera-se que a morfogênese antrópica da sociedade moderna altera processos naturais mais intensamente que o próprio clima, por ter uma dinâmica própria

(PELOGGIA, 1997). A intensificação do poder transformador é impulsionado por setores industriais que, aparentam ser os maiores consumidores e poluidores, proporcionalmente³⁴.

Pesquisas sobre as variações climáticas e suas oscilações no tempo e no espaço merecem um enfoque de maior profundidade pois ainda é escasso a integração entre temas de estudos geomorfológicos e pedogenéticos pois, analisar apenas a “fisiologia de paisagens, ainda que essenciais para os objetivos dos geomorfologistas, somente possam ser esclarecidos à custa de pesquisas marcadamente interdisciplinares” (MAURO, 2012, p. 11).

Os modos de vida que são dominantes no Planeta Terra, têm sido responsáveis por interferências significativas capazes de acelerar a ocorrência e aumentar os efeitos de mudanças climáticas globais (MAURO, 2012).

O avanço dos movimentos que motivam a segunda variável são um risco ao aumento da insegurança hídrica no Oeste Metropolitano mesmo que as projeção climáticas para o sudeste brasileiro não se confirmem. No entanto, caso as projeções se concretizem, haverá uma acelerada intensificação do processo de Escassez Hidroambiental no rio de maior grandeza do estado do Rio de Janeiro.

No subcapítulo a seguir, serão abordados números sobre o consumo de água por atividades agropecuárias, após uma breve contextualização sobre como essas atividades se reproduziram nos espaços das Regiões Hidrográficas estudadas.

4.1.3 Terceira variável: uso e consumo de água por atividades agropecuárias

O consumo de água das atividades agropecuárias, simboliza a terceira variável a ser considerada, já que estas, além de pressionarem a intensificação do desflorestamento, também necessitam de grandes volumes hídricos para a produção e o desenvolvimento dos respectivos setores. Importante salientar que o desenvolvimento da cidade colonial estava diretamente ligado ao sucesso econômico dessas atividades produtivas.

As necessidades da metrópole portuguesa passam a influenciar cada vez mais a organização sócio-espacial dos territórios das capitanias estabelecidas no Brasil. Isso pode ser evidenciado desde o início da história de desenvolvimento da cidade do Rio de Janeiro que, já

³⁴ De norte a sul do nosso País, o que se vê é que o agronegócio, indústrias pesadas (siderúrgicas, refinarias), a geração de energia (termelétricas consomem bastante água), a mineração etc. são consumidores vorazes de água. Uma única usina termelétrica a carvão pode consumir até 1000 litros de água por segundo, suficiente para abastecer uma cidade quase do tamanho de São José dos Campos (SP) (ARAÚJO, 2016, p. 68).

no século XVI e XVII, avançou na produção de intensas atividades produtivas agropecuárias demandadoras de grandes volumes e boa qualidade hídrica.

Por mais que a capitania e, posteriormente, província do Rio de Janeiro não mantivessem uma pecuária expressiva de larga escala se comparada à produção de açúcar por exemplo, ela se fez presente nas bacias hidrográficas da Guanabara, Guandu e Paraíba do Sul desde as primeiras ocupações de terras dessas áreas (MARCONDES, 2001).

A produção pecuarista esteve associada às atividades agrícolas e urbanas, nos primeiros séculos a cana de açúcar e, depois, a busca por minérios e a produção de café. A criação de animais sempre possuiu grande importância no desenvolvimento econômico brasileiro e começou a ser estabelecida já no século XV. Também exerceu forte influência na expansão das propriedades, destacando-se na pauta das exportações e no abastecimento do mercado interno. (SILVA, 1997).

Com isso, o processo de colonização do território brasileiro teve na atividade pecuarista papel importante na estrutura produtiva. A princípio foi essencial no abastecimento dos centros urbanos e, posteriormente, ampliou-se em direção aos sertões, onde o gado passou a ser criado solto em médias e pequenas propriedades. No final do século XVI havia uma quantidade elevada de bovinos em todas as capitanias brasileiras, onde os maiores rebanhos se localizaram nas terras da Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul. (SILVA, 1997).

Em virtude do crescimento do rebanho brasileiro, em 1701 foi publicada uma carta régia proibindo a criação de gado no litoral. A criação somente poderia ser realizada além de dez léguas da linha da costa, para evitar que o gado estragasse as plantações de cana-de-açúcar. Assim, a criação deslocou-se para o interior do território brasileiro (MEDEIROS NETO, 1970 apud TEIXEIRA; HESPANHOL, 2014, p. 4).

Assim, o avanço do gado sobre os sertões cariocas, permitiu também a intensificação dos usos das águas fluviais e ocupações nas margens dos rios terra à dentro.

Sabe-se hoje que as atividades produtivas são as principais demandadoras de água em grandes volumes, estima-se que para produzir 1 kg de carne bovina são necessários em torno 15.000 litros de água a depender do local e do sistema de produção adotado (ÁGUA, [2017?]).

Um gado consome em média cinco litros de água por quilo de matéria absorvida (MS), e utiliza a fonte de água quatro vezes ao dia no sistema de pastoreio. O custo de instalação e as práticas de manutenção e limpeza dos bebedouros são outros pontos que requerem atenção.

Apesar de depender da água em bom estado, a pecuária pode contribuir para a poluição dos corpos hídricos superficiais como os rios. Seja pelo acúmulo de nitrato na água

(rodapé) ou processos de lavagem das partes utilizadas e destino das partes “descartáveis”, (SOUZA, 2020, n. p.) características comuns das atividades nos primeiros séculos de colonização.

Ao acompanhar a pecuária e se destacar em escala produtiva no século XVII na província do Rio de Janeiro, os engenhos tiveram sua primeira datação na década de 1641-1650. No entanto, há evidências que atestam a existência e sua produtividade no entorno do núcleo urbano antes desse período. Os engenhos se espalharam de forma relativamente rápida no espaço colonial, chegando a contar com 400 unidades no começo do século XVII (ABREU, 2006).

Entre 1638 e 1642, saíram anualmente da baía de Guanabara, em torno de 20 a 25 caravelas carregadas de açúcar para Portugal. Em 1533, foram trazidas as primeiras mudas de cana-de-açúcar para a realização e disseminação da primeira atividade de exploração econômica no Brasil e do Rio de Janeiro (ABREU, 2006).

Com o desenvolvimento da produção açucareira, os engenhos ampliaram sua produção/ocupação de espaços da colônia (entorno do núcleo urbano), chegando a possuir 400 unidades no começo do século XVII. O avanço dos engenhos foi tamanha, que em 1711, já existiam 136 engenhos de açúcar (ABREU, 2006).

A economia canavieira foi a principal atividade econômica da capitania do Rio de Janeiro, sobretudo na denominada região da Baixada Fluminense, entre os séculos XVI e XX, tornando-se o principal fator indutor da ocupação litorânea e das matas ciliares, já que, não havia limitação da expansão de engenhos e vilas produtoras de açúcar nas margens dos rios (RAHY, 1999).

O avanço dos engenhos se deu por intensas ações conflituosas, que eram entendidas como necessárias para manter a disciplina e organização dos sertões (SOUZA, 2013). Tais conflitos se somam a lutas por libertação do processo escravagista existente à época, além das guerras e conflitos com povos originários e afrodescendentes pela expansão do domínio português sobre as terras da capitania do Rio de Janeiro.

Aí, predominavam médias e grandes propriedades. O fato da água ser essencial para o funcionamento dos engenhos de açúcar, influenciou na localização destes (próximos a canais e mananciais), que por sua vez, eram propriedades, instaladas, preferencialmente, nas bacias dos rios Menti, Sarapuí, Iguaçu, Pilar, Saracuruna, Inhomirim, Suruí, Magé, Guapimirim, Macacu e Guaxindiba (RAHY, 1999).

Diversos engenhos de açúcar - primeira atividade produtiva da colônia portuguesa em larga escala no Rio de Janeiro -, foram transformados em usinas ao lado dos cursos d'água,

que “[...] serviam para umedecer os terrenos de massapê, mover moendas e transportar a produção” (DIEGUES JUNIOR, 1980, p. 38 apud ZAMBI, 2017, p. 56). .

Além desses usos de água que podem ocorrer no setor canavieiro, existiam processos de lavagem, moagem e resfriamento da cana. Apenas a lavagem possui um consumo variado entre 2 a 20m³ de água por tonelada de cana esmagada (PEDROSA, 2009).

Por mais que, nestes séculos, em boa parte da Região Sudeste o cultivo de cana não dependesse de irrigação - em condições climáticas de padrões estáveis (abundância de chuvas) -, tal prática era utilizada nos engenhos do Rio de Janeiro, sobretudo em períodos de estiagem mais severos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2007a).

As bacias hidrográficas onde a cana é produzida atualmente, possuem uma tendência em apresentar a vazão de referência demandando abaixo de 50% da disponibilidade (MITOS..., 2016).

A estimativa da necessidade hídrica das plantas é importante em diversas áreas da agricultura, tais como em estudos do manejo da irrigação, saneamento agrícola, estimativa da produção e estudos hidrológicos em geral.

Os valores da necessidade hídrica da cana-de-açúcar variam entre 1500 e 2500 mm ao ano (DOORNBOS; KASSAM 1979 apud AVILEZ, 2018). Nas principais regiões produtoras de cana-de-açúcar do país, o consumo hídrico diário da cultura varia dependendo da variedade cultivada, do estágio de desenvolvimento, da evapotranspiração, dos meses do ano e da região; apresentando valores entre 2,0 e 6,0 mm dia-1 (BERNARDO, 2006 apud AVILEZ, 2018).

Até mesmo no sistema do processo industrial de açúcar e álcool a partir da cana-de-açúcar, são consumidos cerca de 3,6 bilhões de litros anuais de água, sendo esta atividade econômica a que apresenta o maior consumo desse recurso natural. Estima-se que, para cada tonelada de álcool hidratado produzido, são consumidas 125 toneladas de água (PEDROSA, 2009).

Com o declínio da produção açucareira, uma nova cultura é incentivada em larga escala como substituta da cana em diversas propriedades, o café. As fazendas produtoras de café passaram a se estabelecerem aproximadamente em 1760 na cidade do Rio de Janeiro e estabeleceram-se, até a década de 1820, pelas vertentes dos maciços cariocas (Tijuca, Pedra Branca e Mendanha), dos morros vizinhos e dos que circundam a baixada de Santa Cruz.

Antes de findar o século XVIII, os cafezais já haviam ultrapassado as fronteiras do Rio de Janeiro, fazendo-se presentes no recôncavo da Guanabara, sempre em áreas colinosas, substituindo a floresta tropical aí existente (RAHY, 1999).

O Rio de Janeiro foi um grande produtor cafeeiro durante o século XIX. No interior fluminense os destaques foram as cidades de Vassouras, Valença, Piraí, Cantagalo e Itaperuna, formando um conjunto de pequenas cidades do café (LESSA, 2005, apud SILVA, P., 2018). As mudas utilizadas nas plantações do entorno da cidade do Rio de Janeiro inicialmente foram transferidas para os locais mencionados acima, onde se adaptaram até melhor que na cidade.³⁵

A água é essencial para o enraizamento de plantas jovens de café e para a formação de grãos uniformes e de qualidade. Ou seja, é fundamental quando o objetivo é a obtenção de uma lavoura de alta produtividade e, como consequência, rentável.³⁶

Uma planta de café só consegue se desenvolver adequadamente se o ambiente possuir uma temperatura média anual entre 18 e 21°C, além de um índice pluviométrico total anual de 1.500 mm. As plantas de café toleram bem os índices pluviométricos acima dos 1500 mm, contudo, ele é muito suscetível ao déficit hídrico. Valores acima dos 200 mm de déficit hídrico anuais já são considerados insuficientes à produção de café (ENTENDENDO..., 2011).

E já existem outros estudos relatando os impactos que a deficiência hídrica é capaz de causar a cultura do cafeeiro, esses efeitos ainda podem ser agravados quando ocorrem ao mesmo tempo com as altas temperaturas do ar, pois a combinação entre um longo período com déficit hídrico e temperaturas fora da faixa ótima são consideradas as principais limitações climáticas para a cultura do café (Da MATTA; RAMALHO, 2006; RAMALHO et al., 2014 apud PANTOJA et al., 2019, p. 2).

Ao generalizar, é possível que as fases fenológicas dos cafeeiros que mais demandam de abastecimento hídrico são: vegetação e formação de gemas foliares, floração e granação de frutos (MEIRELES, 2009 apud PANTOJA et al., 2019).

O cálculo de 140 litros para produzir uma xícara de café compreende, segundo a organização, está na água usada no cultivo do pé de café, na colheita, no transporte, na venda e no preparo. O indicador inclui ainda o volume de água necessário para a fabricação da xícara em que se bebe o café (PARA..., 2012).

³⁵ “Ainda em fins do século XVIII, mudas de café, oriundas do Mendanha (Rio de Janeiro), galgaram a serra, atingindo São João Marcos (município extinto e anexado a Rio Claro) e Resende, expandindo-se, em seguida, por Piraí, Vassouras, Barra Mansa, Valença, Paraíba do Sul, Sapucaia e Três Rios. Implantava-se, desta forma, o cultivo do café, em larga escala, no Vale do Paraíba do Sul, transformando a então Província do Rio de Janeiro no maior produtor e exportador de café do Brasil até quase o fim do século XIX” (RAHY, 1999, p. 42).

³⁶ “Apesar de não haver um cálculo exato de quantos litros cada planta de café necessita por dia para sobreviver, Mendonça pontua que a quantidade de água consumida por um cafeeiro ao dia varia entre 4 e 6 litros. O consumo de água também varia de acordo com outras condições, como o número de cafeeiros por área. Segundo o Manual de Café da Embrapa, quanto menores os espaços entre cada planta no cafezal, maior a necessidade de água. ‘Em condições de superdensamento, acima de 10.000 plantas, o alto índice de área foliar pode acarretar um aumento excessivo no consumo de água pelas plantas, agravando o problema em épocas de estiagem’” (QUANTOS..., 2022, n. p.).

Se forem adicionados leite e açúcar, e se um copo de plástico for empregado para servir a bebida, “a pegada hídrica” passaria para 200 litros, com variantes se o açúcar for branco, procedente da beterraba, mascavo ou da cana-de-açúcar (PARA..., 2012).

Assim como no cultivo de cana, ou até mesmo mais necessário, fez-se essenciais sistemas de irrigação nas plantações de café, principalmente por ser uma cultura menos adaptável a condições climáticas tropicais com as altas temperaturas e períodos de estiagem que se prolongaram, contexto este existente no histórico da evolução urbana do Rio de Janeiro e seu atual oeste metropolitano.

Além disso, os cafezais também contribuíram para o aumento do desflorestamento em áreas propícias à existência de nascentes e outros mananciais, como foi o caso dos Maciços da Tijuca, Pedra Branca e Gericinó. Além, de também contribuírem para o aumento da erosão do solo, assoreamento e poluição das águas fluviais.

As características de uso e ocupação da bacia do médio Paraíba do Sul (parte pertencente ao estado do Rio de Janeiro), pelas atividades agropecuárias mencionadas desde a evolução da cidade do Rio, não se diferenciou muito, principalmente o café, que fora plantado nas encostas do vale (RAHY, 1999), resultando em um intenso e extenso desflorestamento.

Ainda hoje, a maior parte da água captada e consumida no Brasil é utilizada pela agropecuária. A Agência Nacional de Águas informou que 75% da água consumida no país foi utilizada pela irrigação e 9% para dessedentação animal. Portanto, a agropecuária representou 84% do consumo (PEGADA..., 2020).

Por mais que a realidade atual das bacias hidrográficas mencionadas neste estudo já não represente os números absolutos do Brasil em relação à captação e consumo por setor, o acúmulo desses usos durante séculos, provavelmente possuem influências diretas na oscilação do balanço hídrico e da potabilidade delas.

Tal perspectiva aponta para a evidente possibilidade de muitos dos canais/mananciais terem sido utilizados até o seu esgotamento, ou até mesmo contaminados a ponto de prejudicar a utilização dessas águas pelas atividades mencionadas até aqui, sobretudo para o abastecimento público.

O conceito de pegada hídrica tem sido recentemente introduzido como um importante indicador do consumo humano de água. Desta forma, mais do que o consumo direto das pessoas, a pegada hídrica mostra o consumo indireto da água contido nos alimentos, produtos e até serviços (MARACAJÁ et al., 2012).

A pegada hídrica estimada da cana-de-açúcar no Brasil, sobretudo no intenso e extenso cultivo dela nas Bacias Hidrográficas das Regiões estudadas aqui, devem ser

estimadas a partir de cálculos mais recentes de locais onde a realidade atual pode ser semelhante à das Bacias do RJ nos primeiros séculos de ocupação.

A pegada hídrica estimada da cana-de-açúcar no Brasil é de 137 m³ por tonelada de cana, e, de 1,61 m³ para cada litro de etanol hidratado disponível nos postos de combustível (MITOS..., 2016). Deve-se levar em consideração que, além da fonte do dado ser disponibilizado pelo Grupo de Irrigação e Fertirrigação de Cana-de-açúcar, o período em que as plantações de cana foram mais intensos e extensos nas Regiões Hidrográficas pesquisadas, existiam menos preocupações com o consumo da água e tecnologias capazes de possibilitar reduções consideráveis no consumo.

Calcular a média da pegada hídrica da pecuária brasileira é desafiador pela imensidão e diversidade produtiva do setor nas regiões brasileiras, portanto, em um estudo da Embrapa, estimou-se uma média de 5.718 litros por quilo de carne, e uma grande variação e 1.935 a 9.673 litros/kg (ROSSO, 2017).

Na produção de café para exportação, indicam pegada hídrica de 16.844 m³ t⁻¹, considerando todas os processos de até a fase da de moagem (CHAPAGAIN; HOEKSTRA 2007 apud SILVA, L., 2018).

Vale destaca que os valores calculados são para atividades realizadas num passado recente, ou seja, em muitos estudos a média calculada possui dados de formas de produção que já possuem tecnologia suficiente para reduzir o consumo de água e diminuir o desperdício, aspecto não existente ou mesmo comum até meados do século XX.

Por mais que o cálculo das pegadas hídricas das atividades agropecuárias ao longo dos séculos de ocupação a partir da colonização seja uma tarefa praticamente impossível, é possível afirmar que oscilações das vazões de rios são influenciadas por atividades humanas.³⁷

É evidente que a reconfiguração da paisagem pela produção espacial por esses agentes não foram as únicas a influenciarem no desequilíbrio do balanço hídrico e qualidade da água das Bacias Hidrográficas mencionadas.

Com o avanço das revoluções industriais e o desenvolvimento urbano do oeste da RMRJ novos agentes são inseridos. Intensificam-se as ações de uso (consumo também) das águas fluviais e ocupação das margens, principalmente devido a expansão da urbanização e

³⁷ “É importante considerar que tendências crescentes ou decrescentes nas vazões e/ou cotas de rios, durante a estação chuvosa, podem ser também explicadas por influências humanas. Um aumento na capacidade de armazenamento ou perdas, devido à irrigação, pode explicar as tendências observadas e pode, também, gerar uma correlação serial grande, de modo a afetar os resultados do teste de Mann-Kendall” (MARENGO; ALVES, 2005, p. 222).

estabelecimento da industrialização a partir do crescimento demográfico do oeste da RMRJ.

4.1.4 Quarta variável: uso e consumo de água por atividades comerciais, extrativistas e industriais

A capitania do Rio de Janeiro no fim do século XVII consolidou-se como ponto de confluência do Império português (SOUZA, 2013). “Desde então, para sentar as bases do mercado global, forjou-se um esquema extrativista de exportação de Natureza nas colônias em função das demandas de acumulação do capital nos países imperiais...” (ACOSTA, 2016, p. 65). A “cidade serve como um ponto de confluências entre indivíduos, famílias e grupos sociais” (SOUZA, 2013, p. 21), culturas, lugares, espaços e ambientes.

O Rio de Janeiro se intensifica como local de extensão da metrópole portuguesa no início do século XVIII “com a paulatina exploração de ouro nas Gerais e a necessidade de escoamento do nobre metal (SAMPAIO, 2003 apud SOUZA, 2013, p. 74). Nesse sentido é possível compreender que “o colonialismo português sempre teve relação estreita com a conjuntura da metrópole portuguesa” (MARQUES, 2011, p. 100).

Importante destacar que a materialização e evolução dessas cidades mais antigas como o Rio de Janeiro, por exemplo, durante na maior parte de sua história foi construída, reconstruída e expandida por ações impositivas nas capitanias, estimuladas pelo extrativismo de recursos e cultivo de monoculturas, a partir de uma mão de obra escravizada para fins econômicos de interesses metropolitanos estrangeiros.

Foram ao menos trezentos anos de acúmulos gerados por atividades produtivas da colônia no sudeste brasileiro e pelo desenvolvimento do núcleo urbano a partir da fundação da cidade do Rio de Janeiro.

A localização de fazendas, engenhos e/ou propriedades rurais, que se situavam no entorno dos primeiros núcleos urbanos, propiciou a expansão urbana a partir de adensamentos populacionais.

“Entre 1808 e 1821 a população do Rio de Janeiro dobrou, passando de cerca 50 a 60 mil habitantes para 100 a 120 mil” (PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, 2008 apud CARVALHO, 2014, p. 12).³⁸ Assim, com cerca de 50.000 habitantes, o Rio de

³⁸ CARVALHO, Amanda Lima dos Santos. O Rio de Janeiro a partir da chegada da corte portuguesa: planos, intenções e intervenções no século XIX. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL: BRASIL NO SÉCULO XIX,

Janeiro chega ao final do século XVIII (RIO..., [entre 2004 e 2023]).

Em 1890, estima-se que a população carioca alcançava cerca de 520 mil habitantes e, na última década do século XIX houve um acréscimo de 200 mil (A CIDADE..., [2022?]). As condições insalubres do Centro, sobretudo dos canais fluviais por exemplo, onde a concentração da população era densa, causavam milhares de mortes anualmente.

Em todas as formas de ocupação relacionadas as atividades destacadas, o desmatamento das matas ciliares e o uso do recurso fluvial se destacaram como essenciais.

Antes da expansão dos sistemas técnicos em rede de abastecimento e da multiplicação de vias de acesso terrestre, as ocupações das propriedades – sejam, engenhos, pastos, comércios ou casas -, se localizavam próximos à canais fluviais.

Ao considerar que as práticas de uso da água nas cidades e zonas rurais nos períodos coloniais, imperiais e republicanos, utilizavam grandes volumes e geravam inúmeros resíduos, se torna razoável compreender sua influência não apenas no balanço hídrico das bacias hidrográfica, mas também no que tange a qualidade da água para uso em diversas atividades produtivas.

Aqui, evidencia-se o aspecto qualitativo e quantitativo (DIAS; SILVA, 2016) da escassez hidroambiental nas Regiões e Bacias Hidrográficas destacadas. A qualidade da água é fundamental para a criação de bovinos e cultivo da cana e do café, por exemplo, dentre outras culturas. Dependendo das condições química e biológica da água, ela pode ser inadequada para a criação de animais e cultivos agrícolas (IMPORTÂNCIA..., 2021).

Esta questão, ao longo do tempo, influenciou na progressiva incompatibilidade entre produção agropecuária e desenvolvimento urbano no Rio de Janeiro.

Assim, a terceira variável está no uso urbano-industrial da água. Ela está nesta posição por se tornarem as mais significativas em termos de demanda volumétrica de água do recorte espacial a partir do século XIX, sobretudo as indústrias.

Além da alta demanda por água no estado do Rio de Janeiro por ser um espaço produtor, a urbanização seguida pela industrialização passaram a substituir gradativamente as atividades agropecuárias e extrativistas antigas, mesmo que não completamente. Já que nas Bacias Hidrográficas mencionadas, as atividades agropecuárias de característica colonial continuam sendo executadas e demandando abastecimento até os dias atuais, mesmo que em uma escala espacial muito mais reduzida que antigamente.

A evolução não sincronizada das estruturas que compõem a formação social de

determinado território resulta em defasagens entre lugares, classes e indivíduos (ABREU, 1988).

A partir da chegada da família real portuguesa na cidade do Rio de Janeiro (1808), há uma mudança na escala e de poder em relação ao funcionamento da cidade, resultando em um novo momento de organização social e espacial da própria e seu entorno.

Foi a cidade mais populosa do país entre 1763 e 1950 (ABREU, 1988). As estimativas nos apresentam um crescimento populacional extremamente acelerado, que, com o passar dos anos transformam-se em mais atividades produtivas, industriais e/ou urbanas. Em treze anos a população dobrou de tamanho, em menos de oitenta anos quintuplicou, isso tudo antes do início do século XX.

Esse crescimento exponencial significativo para uma cidade que não tinha planejamento urbano nem infraestrutura de abastecimento, hídrico, energético e sanitário, foi incentivado durante alguns períodos subestimando o processo de escassez hidroambiental, já que novas fontes de água, por mais que distantes, “sempre” existiriam. Logo, secar ou contaminar pequenos e médios canais fluviais não era entendido como um problema urgente a ser resolvido pelo Estado ou mesmo setores produtivos.

Além do aumento da demanda de água no abastecimento público por pessoa, houve também um crescimento de diversas atividades econômicas (comerciais e industriais), que, assim como as residências, contribuíram para o aumento do volume hídrico utilizado diariamente (devido ao aumento do consumo) e para poluição dos corpos hídricos.

Cidades e povoados que tiveram historicamente imigrações em massa, especialmente se a riqueza mineral ocupasse muitos anos de exploração, como ocorreu na América do Norte e no Brasil dos séculos XVIII e XIX, foram centros essenciais para a evolução da urbanização esparsa de tipo pré-industrial (MATOS, 2012).

O Rio de Janeiro se constituiu como o principal centro de produção industrial no Brasil, a partir da segunda metade do século XIX. Vale destacar que, ocorreram atividades produtivas semelhantes a uma produção industrial antes mesmo do século XIX, como os engenhos na produção de açúcar, que buscavam preencher as lacunas das importações no mercado interno, configurando um período de pré-indústria ou proto-indústria (BARRETO, 2018).

A chegada de funcionários da corte portuguesa somado a incentivos políticos e fiscais, criaram as condições para o desenvolvimento industrial já no século XIX, mesmo que ainda embrionário. Além destes, intelectuais, artesãos e artistas franceses em 1816 tiveram grande importância na modernização da cidade, introduzindo técnicas mais eficientes na construção

de edifícios, projetos mais elaborados e outros materiais antes não utilizados. Assim, as indústrias de construção civil, naval e têxtil se beneficiaram e foram estimuladas (BARRETO, 2018).

Em 1844 o setor industrial passa por uma mudança significativa com a adoção da tarifa Alves Branco que aumentou a tributação dos produtos estrangeiros. Os principais objetivos dessa tarifa era aumentar a balança comercial do Brasil e desenvolver a indústria nacional (SILVA, P., 2018). Neste período, situações de guerra também fomentaram a incipiente indústria no Brasil.³⁹

Porém, geralmente as tarifas alfandegárias praticadas no país não possuíam como foco a proteção da indústria nacional (BARRETO, 2018). Em 1874, com a criação da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, a formação do engenheiro civil ganhou plena autonomia, desvinculando-se do ensino militar. A escola se manteve como o principal centro gerador da engenharia nacional e o Clube de Engenharia (SILVA, P., 2018).

A cidade – apesar de possuir a primeira linha de bondes elétricos da América Latina desde 1892, a Companhia Ferro Carril do Jardim Botânico – ainda possuía espaços com um arranjo de ruas estreitas e cortiços no centro da cidade. Quando tem início a abertura da Av. Central, os industriais responderam ao modernizar seus métodos produtivos, atualizar equipamentos e incentivar tecnologias para a produção de edifícios.

Gradativamente, a função comercial de distribuidora que a cidade já exercia assumiu proporções maiores, e não apenas de produtos importados, mas também aqueles produzidos pela sua própria indústria. No ano de 1889, primeira indústria têxtil do Brasil, inicia-se a partir do Rio de Janeiro, com a inauguração da Cia Progresso Industrial, mais conhecida com fábrica Bangu (SILVA, P., 2018).

A organização industrial permanente incluía empresas da capital e do Estado do Rio de Janeiro. Desde 1900 fábricas de refrigerante começaram a produzir em território nacional, além de outros tipos de indústrias de toda parte do país que se concentraram no Rio de Janeiro. O desenvolvimento industrial se concentrou na capital federal da época devido ao fator de crescimento urbano-populacional ocorrido durante o século XIX, pois as fábricas empregavam diversos tipos de mão de obra e influenciavam em novos, hábitos, modos de vida, uso e ocupação do solo (BARRETO, 2018).

³⁹ “Duas guerras contribuíram para o desenvolvimento econômico brasileiro na segunda metade do século XIX: a Guerra Civil nos Estados Unidos, que estimulou o plantio de algodão no nordeste do Brasil, e a Guerra do Paraguai, que impulsionou a indústria têxtil, algo que não acontecia de maneira expressiva desde os incentivos joaninos do início do século XIX. Além disso, a Guerra do Paraguai mobilizou diversos outros setores da economia, como o naval, de produtos químicos, de instrumentos óticos, além do beneficiamento do couro, fumo, vidro e papel” (BARRETO, 2018, p. 80-81).

Assim, encerrou-se o século XIX marcado por significativas mudanças estruturais e institucionais nos campos econômico, político e social do Brasil.⁴⁰ Na primeira metade do século XX, o Rio de Janeiro protagonizaria as políticas econômicas que lançarão as bases para o processo de industrialização capitaneada pelo Estado brasileiro (SILVA, P., 2018).

A indústria do Rio de Janeiro teve sua produção diversificada na primeira metade do século XX. Os setores de maior destaque foram: metalúrgico, químico, farmacêutica e de construção civil.

Essa diversificação foi acompanhada pela perda da liderança produtiva para São Paulo, a partir de 1930, onde o Rio de Janeiro passou a ocupar o segundo lugar na produção nacional (NASSIF, 2010 apud SILVA, P., 2018). Isso não significou uma desindustrialização do Rio de Janeiro pelo menos até década de 60, pois os investimentos industriais continuaram.⁴¹

Na década de 1950 do século XX, o Rio de Janeiro consolida seu parque industrial, beneficiando-se das políticas de industrialização por substituição de importação. Essa ascensão industrial do estado sofre uma significativa desaceleração com a mudança da capital brasileira para Brasília, em 1960 (SILVA, P., 2018).

Entre as décadas de 1930/60, a economia brasileira foi transformada por políticas de industrialização via processo de substituição de importações. O Rio de Janeiro foi favorecido com grandes investimentos do governo federal, principalmente em segmentos fundamentais da indústria de base, fato que evidenciava a dependência do desenvolvimento da estrutura industrial dos recursos da federação (ROSENDO, 2008 apud SILVA, P., 2018).

A construção da Companhia Siderúrgica Nacional em 1941, foi fundamental para o desenvolvimento da indústria do Rio de Janeiro. Ela foi considerada o marco mais importante do processo de substituição de importação. Quando Vargas foi eleito em seu segundo governo, o Brasil voltou a ser considerado pelos EUA nas negociações de acordos, onde foi criada a Comissão Mista Brasil-Estados Unidos (CMBEU). Ela proporcionava o

⁴⁰ “Algumas políticas destinadas aos interesses agrários acabaram favorecendo a indústria – por exemplo, a imigração que acabou sendo importante fonte de mão de obra industrial. O mesmo ocorreu com o capital estrangeiro investido em ferrovias e energia, mas que acabou gerando efeitos benéficos para a industrialização – o primeiro pelas atividades industriais de construção de material ferroviário em oficinas próprias e por facilitar o abastecimento pelas fábricas nacionais, o segundo pelas facilidades e possibilidades geradas ao substituir a energia a vapor por energia elétrica, propiciando a transição da indústria brasileira ao padrão energético já alcançado nos países líderes do crescimento industrial no início do século XX” (BARRETO, 2018, p. 86).

⁴¹ “No período 1930/1960, a economia brasileira sofreu importantes transformações estruturais, marcadas pelas políticas de industrialização, via processo de substituição de importações. Nesta fase, o Rio de Janeiro foi contemplado com substanciais investimentos do governo federal em segmentos-chave da indústria de base, o que iria marcar sua estrutura industrial diferenciando-a, por exemplo, do processo de industrialização de São Paulo, menos dependentes dos investimentos públicos federais” (ROSENDO; BRITTO, 2011, p. 2).

financiamento de projeto em infraestrutura industrial (VIANNA, 1990 apud SILVA, P., 2018, p. 37-38).

Além da CMBEU, foi criado o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico (BNDE) em 1952, projeto esboçado no Governo Dutra, consolidado pelo Governo Vargas. O BNDE tinha como objetivo elaborar análises de projetos e atuar como braço do governo na implementação de políticas consideradas fundamentais para o avanço industrial (SILVA, P., 2018).

O segundo Governo Vargas avançou no sentido de completar a indústria de base nacional, por meio da industrialização por substituição de importações. Pesados investimentos públicos foram realizados na formação da indústria de base nacional, a qual seria a responsável por fornecer insumos para os demais setores produtivos. A maior parcela das empresas estatais que constituíram a indústria nacional do país eram sediadas na capital do país, o Rio de Janeiro. Neste sentido, destacam-se as seguintes empresas estatais, a Companhia Siderúrgica Nacional em Volta Redonda, RJ (1941); Fábrica Nacional de Motores em Duque de Caxias, RJ (1942); Companhia Nacional Álcalis em Arraial do Cabo, RJ (1943), Eletrobrás (1954), Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (1952) (SILVA, P., 2018, p. 40).

Além dos motivos já expostos, a construção da BR-116, em 1951 e da Avenida Brasil, em 1946, favoreceram o deslocamento do desenvolvimento industrial da Baixada Fluminense.

O processo de industrialização Fluminense assim como no âmbito nacional foi dividido por dois distintos momentos o do período de 1930- 1955 como industrialização restringida que o foco era a política voltada para o café e o período de 1956 a 1961 com a industrialização pesada.⁴²

Os primeiros vinte anos após transferência da capital federal para Brasília, marcaram algumas iniciativas entre Estado da Guanabara e do Rio de Janeiro para impedirem a continuação da desindustrialização daquele período.

Entretanto, nas década seguintes, mesmo após a fusão entre os estados em 1975, o Rio de Janeiro continuou a perder indústrias (exceto naval e metalurgia), e algumas das políticas de desenvolvimento industrial foram se dissolveram aos poucos, tornando a densidade industrial e os investimentos em pesquisas menos incentivados.

Na década de 1980 o fracasso da tentativa em retomar a industrialização no estado do Rio de Janeiro era evidente, principalmente devido a consequências negativas para a economia do estado após a transferência da capital (LESSA, 2005, p. 351 apud SILVA, P.,

⁴² “O setor principal da indústria, nessa época, era o de bens de consumo não duráveis, seguindo em menos proporção pelo de bens intermediários e pelos bens de consumo duráveis e de capital, de reduzida expressão. Essa expansão pôde ser feita em grande parte pelo capital industrial nacional, dados as menores dimensões das plantas, a menor densidade de capital e o menor risco de investimento. Entre outros setores lembremos o têxtil, beneficiado com os acordos da Segunda Guerra firmados entre o Brasil e os Aliados para o abastecimento das forças militares e, ainda com a possibilidade que então se abria para que exportássemos para vários países africanos e sul-americanos” (CANO, 2007, p. 73).q

2018).

Além disso, a desconcentração industrial que há muitos anos já ocorria na cidade do Rio de Janeiro (SAMPAIO, 2017), como é o exemplo da CSN, também continuou. Setores industriais passaram a ocupar diversos territórios do estado, destacando-se os localizados na baixada fluminense e oeste metropolitano. Tal deslocamento industrial tem relação direta com a construção do Porto de Itaguaí em 1982, induzido pela demanda do complexo industrial de Santa Cruz, no município do Rio de Janeiro.⁴³

Importante destacar que o deslocamento industrial influenciado pela zona portuária de Itaguaí, que por consequência representa também mudanças significativas em relação aos usos e ocupações do solo da Bacia Hidrográfica do Guandu.

A partir do século XXI, o estado do Rio de Janeiro passa por um processo de requalificação do seu território marcado por volumosos investimentos em setores industriais, sobretudo na área de influência do Porto de Itaguaí. Portanto é preciso destacar que, a maior parte “dessa agenda era vinculada a decisões tomadas por grandes corporações” (GUSMÃO, 2010, p. 27).

Estes projetos “são apresentados por Gusmão (2007) através de uma agenda de investimentos industriais e de infraestrutura viária a ser implantada na região da bacia do Guandu com prazo original até 2012” (CASTRO; FERREIRINHA, 2012, p. 73.).

Atualmente os setores industriais de destaque em relação a participação no PIB estadual no estado são: Petróleo & Gás (46%), Construção Civil (13%), Serviços Industriais de utilidade pública (11%), derivados e petróleo e biocombustíveis (11%), apoio à extração mineral (1,2%), químicos (1,8%), metalurgia (1,4%) e bebidas (1%) (RIO..., 2023).

Sabe-se atualmente que os setores industriais, raro algumas exceções, são intensos usuários de água, sobretudo doce. Além de consumirem proporcionalmente mais água, também são responsáveis por produzirem inúmeros resíduos sólidos e líquidos, que em geral são despejados em corpos hídricos, sobretudo os da rede de drenagem.

Na atividade de petróleo & gás, as refinarias de petróleo como a REEDUC por exemplo, utilizam em média 3.300 m³/h (três mil e trezentos metros cúbicos por hora) de água de reuso para as atividades da refinaria e outras unidades industriais atendidas pelo mesmo

⁴³ “Os desafios são mais complexos no caso dos chamados portos concentradores (os hubports) tais como Pecém-CE, Suape-PE e Itaguaí-RJ. Dadas suas características próprias, Monié (2006) chama atenção para o fato de essas instalações manterem relações muito limitadas com o seu local (ou microrregião) de implantação. A função maior dessas plataformas portuárias “reside na sua capacidade de redistribuir imediatamente os fluxos que para ela convergem”, servindo assim como “um simples equipamento de transporte, inserido numa rede global e a serviço da lógica exclusivamente global das multinacionais, que beneficia pouco o lugar onde ele se localiza” (GUSMÃO, 2010, p. 24).

sistema (O IMPACTO..., 2020).

Estima-se que as plataformas de petróleo utilizam em média 60.000 litros de água doce por dia. Essa água é utilizada para consumo humano, abastecimento de banheiros e acomodações, assim como para produção de energia a partir do vapor em caldeiras que abastecem as turbinas (SATAMINNI, 2010 apud FREITAS, 2011).

Os grandes petroleiros podem carregar até 200.000 m³ de água de lastro que, em navios sem tecnologia de dessalinização, utilizam água doce (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996 apud PEREIRA, 2012). “Navios graneleiros podem carregar até 120.000 m³ de água de lastro em seus tanques, mantendo a relação de aproximadamente 30% da capacidade de lastro em função do DWT” (ENDRESEN et al., 2004; COHEN, 1998 apud PEREIRA, 2012, p. 37).

Dentre os serviços industriais de utilidade pública, o destaque será dado aqui aos portos e usinas hidrelétricas. O consumo médio de água foi estimado em aproximadamente 20.838 m³/mês para todo o porto de Itaguaí (COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO, 2019). A qualidade da água também é profundamente alterada em virtude das operações portuárias, já que o despejo de efluentes contaminados por metais pesados oriundos de centenas de indústrias da região que escoam suas produções pelo porto da Baía de Sepetiba (COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO, 2019).

Os riscos diários de vazamentos de combustíveis e a queda de produtos dos containers que os transportam afetam gravemente o equilíbrio químico e biológico da água litorânea, gera riscos aos ambientes aquáticos (O IMPACTO..., 2020). Existe uma série de impactos já conhecidos e previsíveis que ocorrem em todos os portos do mundo.

A cidade do Rio de Janeiro foi fundada para ser uma zona portuária e obteve grande destaque na história brasileira devido ao desenvolvimento das atividades do Porto localizado na Baía de Guanabara, ou seja, duas questões surgem aqui; o quanto a demanda das atividades diárias e centenárias do porto do rio de janeiro podem ter contribuído para os períodos de crise no abastecimento público? Qual seria a pegada hídrica desse Porto nas Bacias Hidrográficas que abasteceram historicamente a cidade do Rio e o oeste metropolitano, sobretudo as do Sistema Acari?

Sobre a usina hidrelétrica, para que ela produza energia, é necessário a construção de reservatórios artificiais, onde irá ocorrer a regulação do volume de água corrente pelas turbinas localizadas nas barragens. Hoje em dia sabe-se que a evaporação nesses reservatórios representam uma das maiores “perdas” de água doce para o meio (HIRATA, 2019), já que não é garantido que o volume evaporado será repostado em forma de chuva.

Estima-se que nos períodos de maior temperatura, a evaporação chega a uma média de 669,1 m³/s, número que coloca esta situação apenas atrás da irrigação no que tange o gasto hídrico do Brasil (HIRATA, 2019). As Bacias Hidrográficas do Guandu e, principalmente a do Paraíba do Sul, tiveram grandes obras para a instalação de UHEs.

Ou seja, são inúmeros reservatórios operando há muitos anos. Acredita-se que devido as alterações das vazões pela regulação que as UHEs provocam, somadas a esse volume imenso de água evaporada nos reservatórios, também podem contribuir significativamente na tendência negativa que o Rio Paraíba do Sul apresentava até o início deste século, mas não apenas nele.

As questões levantadas para o Porto, também podem ser adaptadas para as UHEs, já que além de tudo já exposto, elas foram determinantes para a explosão urbano-demográfica do Rio de Janeiro desde o final do século XIX.

Usinas termoeletricas, como a Termorio em Duque de Caxias, podem consumir um volume de até 1000 l/s durante suas atividades, água suficiente para abastecer uma cidade com milhões de habitantes como São José dos Campos (SP) (ARAÚJO, 2016).

A totalidade do consumo de água da Ternium Brasil, uma siderúrgica localizada na Bacia do Rio Guandu, é de 570 bilhões de litros por ano. “Uma pessoa nascida no estado do Rio de Janeiro consome, em média, 90,5 mil litros anualmente. Significa dizer que a empresa possui um consumo anual de água equivalente ao de uma cidade de 6,1 milhões de habitantes” (D’ANDREA; XAVIER, 2019, n. p.).

Aqui foram apresentados apenas o volume de água demandado por alguns processos e sistemas de setores industriais predominantes no Rio de Janeiro, sejam em um histórico recente ou mais distante. Ainda existem diversos outros tipos de indústrias e impactos ambientais das águas fluviais decorrentes dos usos excessivos e resíduos industriais que, contribuem significativamente, para a deterioração do volume e da qualidade hídrica das Bacias Hidrográficas intensamente usadas e ocupadas.

A partir do contexto histórico apresentado, é possível afirmar que, se não todos os setores industriais já existentes durante o processo de industrialização brasileira, a grande maioria deles, pelo menos em algum momento, estiveram presente nas Regiões Hidrográficas da Guanabara, do Guandu e/ou do Médio Paraíba e suas respectivas Sub-bacias Hidrográficas.

Nesse sentido, entende-se que o acúmulo de atividades industriais em um contexto de crescimento populacional acelerado, podem ter contribuído e ainda contribuir para um desequilíbrio do balanço hídrico de Bacias Hidrográficas e da qualidade da água em canais fluviais, como é o caso do Rio Maracanã, Guandu e Paraíba do Sul por exemplo.

Importante considerar que a intensificação do avanço urbano-industrial resultou no consumo da água cada vez maior. Elas são atividades sucessoras do extrativismo, da agropecuária extensiva e da mineração.

Ao serem substituídas por atividades urbano-industriais continuamente ao longo das décadas, sugere-se que não houve tempo para algum tipo de recuperação ambiental das redes de drenagem. Tal fato reforça a considerável participação então das atividades produtivas coloniais nas condições quali-quantitativas de determinados corpos hidrofluviais. Ou seja, por mais que as atividades mais antigas e de larga escala, tenham entrado em declínio ao longo da história do oeste metropolitano do Rio de Janeiro, como a cana e o café, elas influenciam o panorama da escassez hidroambiental no recorte espacial.

As questões que envolvem a reestruturação estratégica econômica do estado do Rio de Janeiro a partir de setores industriais como petroquímica e siderurgia, que são grandes utilizadores de água, sugere que a contaminação dos rios da região por esgoto e efluentes industriais, assim como a demanda por “produção” de água, provavelmente continuem a aumentar, enquanto a vazão do rio Guandu só aumentaria caso houvesse desvio de maior volume de água do Paraíba do Sul, fato que agravaria, impactos, tensões e conflitos já existentes. (CASTRO; FERREIRINHA, 2012, p. 73).

“De acordo com dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI-RJ, 2014), a demanda de uso da água no estado do Rio de Janeiro indica que o setor industrial é o que mais consome água, com 43%, seguido respectivamente pelo abastecimento humano com 42%, agricultura com 13% e mineração e criação animal 1%” (PIRES; CERQUEIRA, 2021, p. 18).

“O crescimento populacional e a industrialização fazem suscitar uma tendência de crescimento da demanda em relação à oferta, o que causa escassez da disponibilidade e conflitos complexos em muitas regiões” (HELLER; PÁDUA, 2006 apud COELHO et al., 2019, n. p.).

4.1.5 Quinta variável: conflitos entre múltiplos usuários de água

A quinta variável são os conflitos de uso entre os múltiplos usuários de água, que está relacionado à concessão de outorgas para captação de água para determinados setores e atividades.

No estado do Rio de Janeiro, o gerenciamento da água é feito pelo Instituto Estadual do Ambiente, que possui além dessa competência outras atribuições, como a concessão de outorga legal de uso àqueles que necessitam dos recursos hídricos fluviais ou subterrâneos do Estado, para o desenvolvimento de suas atividades empresariais produtivas.

Destaca-se que a utilização de qualquer manancial para abastecimento público, exceto águas meteóricas está sujeita a outorga. A outorga é o instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos que tem o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2016).

A outorga legal, atribuída pelo poder concedente do estado, transforma alguns agentes privados em usuários privilegiados dos recursos hídricos e relega a prioridade do consumo à maioria da população consumidora das águas do Rio Guandu (PIRES; CERQUEIRA, 2021).

Nesse sentido, pode-se considerar como usuários aqueles entes que possuem outorga para captação da água do sistema Guandu, tanto empresas de abastecimento público como indústrias específicas (PIRES; CERQUEIRA, 2020).

A Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro é um exemplo de empresa pública usuária de água na bacia do Rio Guandu, mesmo após a privatização de parte das atividades para a empresa Águas do Rio. Os consumidores, por sua vez, são pessoas, grupos sociais, equipamentos ou infraestruturas urbanas, utilizadores da água e de serviços de esgotamento sanitário.⁴⁴

O setor industrial, sobretudo o existente na bacia do Guandu, apresenta-se, proporcionalmente, como o maior demandador de águas fluviais (ARAÚJO, 2016)

Segundo o INEA, a Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, até início de 2012, possuía um total de 45 outorgas em vigor, naquele ano a disponibilidade hídrica total outorgável do Rio Guandu correspondeu a 130 m³/s enquanto a média anual total da vazão apresentou um volume de 187,56 m³/s (TUBBS FILHO et al., 2012).

Ou seja, em relação à vazão total, aproximadamente 69% do volume hídrico da bacia foi permitida para outorga. Oito outorgas destinavam-se à Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro, sendo que uma não era destinada ao abastecimento público e sim para produção da Cerveja Cintra [...] Considerando a diferença entre o volume hídrico captado sobre o lançado novamente à bacia hidrográfica, as outras trinta e sete outorgas não se destinavam ao abastecimento público (PIRES; CERQUEIRA, 2021, p. 19).

⁴⁴ “A maior concentração de empresas privadas do setor industrial, usuárias com direitos outorgado para utilizarem as águas da BH do Rio Guandu, está localizada nas margens do Canal de São Francisco e na tríplice fronteirados municípios do Rio de Janeiro, Seropédica e Nova Iguaçu. São os casos: siderúrgicas (Gerdau/Cosigua, CSN e CSA), termoeletricas (Inepar e UTE Santa Cruz) e petroquímica (Fábrica Carioca de Catalisadores) e com a presença de indústrias petroquímicas(Riogen-Eron)e de bebidas(Cervejarias Brahma e Kaiser), próximas ao ponto de captação da Estação de Tratamento de Água do Rio Guandu respectivamente” (CASTRO; FERREIRINHA, 2015, p. 73 apud PIRES; CERQUEIRA, 2021, p. 18-19).

As outorgas vinculadas ao abastecimento público captaram 64,55 m³/s (21%) enquanto as demandadas pelo setor industrial e energético captaram 239,03m³/s (79%) (TUBBS FILHO et al., 2012).

Entre as 45 empresas e instituições outorgadas para operar como prestadora dos serviços de abastecimento público e esgotamento sanitário, a Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro foi a companhia que realizou mais de 99% das operações de abastecimento de água na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu. A Light (Paraíba do Sul/Guandu), foi a empresa que mais captou, totalizando 210 m³/s (69%) das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu.

Estudos sobre as condições da água na rede de drenagem que alimenta o rio Guandu apontavam elevado grau de comprometimento da disponibilidade hídrica para o atendimento das demandas futuras do oeste da RMRJ.

Isso nos alerta sobre a importância de se repensar as atuais regras operativas de reservatórios das Bacias Hidrográficas, que priorizam a produção de energia elétrica para o setor industrial (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016) e que também garantam abastecimento público. Características das Bacias Hidrográficas do Guandu e do Paraíba do Sul por exemplo.

Ao considerar que os rios Paraíba do Sul e Guandu percorrem uma região que corre risco de ser afetada por eventos de seca no futuro das mudanças climáticas globais, seus reservatórios deveriam ser supervisionados e geridos da forma mais eficiente possível, a fim de garantir reservas de água para atender o abastecimento público coletivo (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016).

As crises hídricas de 2013-2015, demonstraram como o baixo volume de vazões e reservatórios de Bacias Hidrográficas vitais para o desenvolvimento econômico-social, contribui para agravamento de disputas, tensões e conflitos a partir do consumo dos recursos hídricos pelos diversos usuários (PIRES; CERQUEIRA, 2020).

A Estação responsável pelo bombeamento da água oriunda da transposição do Sistema PPG. Em “condições hidrológicas normais, a vazão mínima em Santa Cecília é de 190 m³/s, sendo 71m³/s para atender aos usos a jusante à barragem e 119 m³/s para o bombeamento” (BITTENCOURT; SERAFINI, 2016, p. 83.), conforme prescrito na Resolução ANA 211 de 26 de maio de 2003 (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2003).

Durante o período da crise mencionada, a ANA reduziu “através de resoluções o limite mínimo de bombeamento em Santa Cecília”. Ainda de acordo com o autor a diminuição da afluência foi reduzida sistematicamente até o ano de 2015, onde no mês de março “por meio

da Resolução nº 145/2015, a ANA determinou a redução da vazão mínima afluyente à barragem Santa Cecília para 110 m³/s” (CINCO, 2016, p. 26).

Esse patamar foi mantido até o final de outubro de 2015. “Com a vazão mínima, a participação d’água na barragem de Santa Cecília se mantém em 35 m³/s a jusante e 75 m³/s destinados ao rio Guandu”.

Até o final ano de 2015, um dos primeiros usuários de água a sofrer com reduções na captação, foi a CEDAE (REVISTA INEANA, 2015). Para além dos volumes outorgados, é necessário garantir a disponibilidade hídrica para a demanda ambiental, que era estimada em 60 m³/s no ano de 2012. O volume hídrico que segue após a captação pela CEDAE, dispersa-se pelo canal São Francisco.⁴⁵

Quando o Rio Guandu chega à níveis críticos de vazão baixa, devido a reduções de volume de água transposta oriunda do Paraíba do Sul, a interferência da demanda industrial entra em conflito direto com o abastecimento público. Esta situação ocorreu durante a crise hídrica mencionada entre os períodos de 2013 e 2015, onde a captação de água pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro sofreu uma redução de 20m³/s, enquanto o setor industrial do complexo localizado na Baía de Sepetiba não sofreu diminuição no seu consumo (PIRES; CERQUEIRA, 2021, p. 12).

Como é possível constatar pela descrição anterior, existem conflitos de uso pela água no Guandu, que vão desde a transposição do Paraíba do Sul até a foz do Guandu no Canal de São Francisco, entre atividades agropecuárias, industriais, de abastecimento público e pesca artesanal (CINCO, 2016). As disputas pelo uso da água ocorrem quando há uma diminuição considerável da vazão do canal principal de abastecimento.

No ano de 2013, segundo dados fornecidos pelo Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guarda-Mirim, existiam duzentos e quatro indústrias situadas nessas áreas e seus arredores, que receberam outorgas de funcionamento do Instituto Estadual do Ambiente e da Agência Nacional de Águas (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2007b).

Importante destacar que mesmo assim, os resultados apresentados pela Comissão Especial Sobre Colapso Hídrico da Câmara Municipal do Rio de Janeiro mostraram que pode existir um déficit de vazão, caso a totalidade dos empreendimentos utilizem a água doce do

⁴⁵ onde situa-se o Polo Industrial de Santa Cruz, que conta com a presença de grandes indústrias como a siderúrgica CSA, a Gerdau, Furnas, dentre outras. A presença destas indústrias significa uma pressão permanente para que se mantenha elevada a vazão no canal São Francisco para o seu deságue na Baía de Sepetiba. Além de fazer uso intensivo desta água, como situam-se próximas ao final do canal e possuem outorga de captação neste ponto, demandam que a vazão do canal tenha força suficiente para repelir a água do mar de entrar no canal alterando a qualidade da água que captam. Em todo cenário de escassez, a vazão do canal São Francisco, após a captação da ETA Guandu de 43m³/s para abastecer 8,5 milhões de pessoas, teve que manter-se ao redor dos 30m³/s para abastecer algumas indústrias e garantir a qualidade da água captada pelas mesmas (BITTENCOURT; SERAFINI, 2015, p. 87).

Rio Guandu ao mesmo tempo em períodos de Crise Hídrica por baixa na vazão (CINCO, 2016).

O período da crise hídrica no Oeste Metropolitano entre 2013 e 2015 demonstra duas situações legais de interpretação dúbia de acordo com o disposto na lei das águas, Lei nº 9.433.

As contradições ocorreram em relação ao Art.15. A outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser suspensa nas seguintes circunstâncias: Inciso -III. “necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas (BRASIL, 1997, p. 471); Inciso -V. “necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas” (BRASIL, 1997, p. 471).

A ambiguidade da legislação está em atender situações de calamidade. A suspensão da outorga de Usinas Hidroelétricas e Indústrias de base (petroquímica e siderurgia) causaria uma situação de calamidade?

A resposta é provavelmente sim, e talvez seja por isso que, durante o período crítico de baixos níveis de vazão do Sistema Guandu-Paraíba, a outorga do abastecimento público para residências ou mesmo atividades urbanas diversas, tenham sofrido interrupções frequentes no fornecimento, enquanto as atividades industriais permaneceram produzindo.

A outra ambiguidade está no termo usos prioritários. Fica o questionamento, qual seria prioridade: o abastecimento público, a geração de energia elétrica ou a produção industrial?

A resposta segundo a realidade da população que vivenciou aqueles meses, de acordo com o lugar ou território da cidade evidentemente, indica que, para o estado (gestor da água), a menor prioridade está no abastecimento público, assim como na dessedentação animal (sem ser da pecuária) e na cultura pesqueira. O panorama dessa variável ajuda a entender como o processo de escassez hidroambiental é socialmente produzido no oeste metropolitano.

Pelo menos nove dos quinze municípios abastecidos pelas águas do Sistema PPG enfrentam problemas de abastecimento. “Itaguaí, Seropédica, Queimados, Japeri, Paracambi (totalmente inseridos na bacia [do Guandu]), Barra do Piraí, Nova Iguaçu, Rio Claro e Rio de Janeiro (parcialmente inseridos na bacia [do Guandu])” (AGEVAP, 2012, p. 26), possuíam serviço não satisfatório requerendo ampliação do sistema (CEDAE).

É Possível afirmar isso quando utilizamos dados constantes no Relatório Síntese sobre o Plano Estratégico da Região Hidrográfica do Guandu (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2007b). Entende-se então que falta um monitoramento sistemático sobre os volumes utilizados por cada atividade industrial com dados acessíveis e organizados.

Assim, não é possível também, saber como o órgão responsável pela concessão de outorga para uso da água fluvial ou subterrânea determina o valor cobrado e, se este está de acordo com as proporções utilizadas por cada segmento e tipo de atividade metropolitana que utilize água doce.

Sobre as séries históricas das vazões médias mensais ou anuais do Sistema Guandu e dos demais sistemas para realizar metodologias comparativas. Não há um cadastro de outorgas atualizado em relação a todos os usuários de água e as respectivas quantidades. Isso dificulta saber como a empresa concessionária determina a tarifa da água para cada usuário. O cálculo referente a tarifa, é realizado de acordo com a demanda ou pelas proporções de uso dos maiores consumidores (PIRES; CERQUEIRA, 2021)?

Por mais que as informações do INEA afirmem que a demanda do abastecimento público utilize mais água do que a demanda do setor industrial na RH-II, se considerar a proporção de uso de cada setor e tipo de usuário, o abastecimento residencial pode não se configurar como um dos maiores consumidores.

O ponto aqui é, mesmo no interior da distribuição de água pelos sistemas de abastecimento público, existem diversos e distintos consumidores. A seguir essas diferenças serão esmiuçadas para melhor compreensão sobre como a distribuição é realizada.

4.1.6 Sexta variável: atividades consumidoras de água tratada pelo abastecimento metropolitano coletivo

A sexta variável está na diferenciação entre as atividades consumidoras de água tratada pelo abastecimento metropolitano “público” coletivo. Ela pretende abranger a distribuição desigual de água de acordo com a localização geográfica, poder aquisitivo do consumidor e diferentes segmentos existentes no interior do denominado abastecimento público.

Os serviços públicos de abastecimento saneamento básico devem prover o abastecimento de água potável em cada residência, tanto em área urbana quanto rural, para garantir a melhoria da saúde e das condições de vida da população (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2016).

A Lei nº 11.445/2007 conceitua abastecimento de água potável como o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação, até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição.

A legislação também é clara ao expor que toda edificação permanente urbana será conectada à rede pública de abastecimento de água (excetuados os casos previstos nas normas do titular dos serviços públicos de saneamento básico, da entidade de regulação e de meio ambiente).

Na região da baixada fluminense, no âmbito do abastecimento público via sistema Paraíba-Guandu/Lajes/Acari “existem infraestruturas, como sistema de adução e reservatórios, construídos para atendimento exclusivo das atividades industriais” (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016).

De acordo com a autora, dois exemplos podem ser mencionados para ilustrar tal situação, a Refinaria da Petrobrás (REDUC) em Duque de Caxias, mais precisamente no distrito de Campos Elísios⁴⁶, e o Polo Industrial no município de Queimados (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016)⁴⁷.

Enquanto isso, dados dos percentuais de acesso aos serviços na tabela “Atendimento com rede de água pelo Sistema Guandu/Lajes/Acari, evolução 2000-2010 por município” apontam que, “mesmo nos municípios com taxa de crescimento positiva dos domicílios ligados à rede, o déficit em 2010 permaneceu bastante expressivo (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016).

Contudo, acessar a rede de distribuição de água, não garante um fornecimento adequado, sobretudo nas zonas periféricas do oeste da RMRJ, “em parte importante dos municípios de Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Queimados, Belford Roxo, Paracambi e Japeri, a frequência do atendimento se resume usualmente de duas a três vezes por semana” (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016).

⁴⁶ Com o decorrer dos anos, a expansão das instalações da REDUC aumentou a sua demanda por água, quando se optou por um manancial que garantisse o atendimento às suas demandas atuais e futuras: o rio Guandu, próximo à captação da ETA Guandu. Este sistema de captação da REDUC é composto por uma elevatória, com capacidade de até 7.200 m³/h, e uma adutora de 32” (81,28 cm) de diâmetro que percorre 48 km atravessando os municípios de Nova Iguaçu, Belford Roxo e Duque de Caxias até chegar à REDUC. Este sistema é operado pela CEDAE mas não passa por todos os processos de tratamento na ETA Guandu, apenas por tanques de decantação. Em 2007, esse sistema respondia pelo suprimento de 48% das necessidades da REDUC (1.246 m³/h) e 85% das necessidades das indústrias do pólo gás-químico (850 m³/h) totalizando uma vazão total de 2.096 m³/h (LEMES, 2007 apud BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016, p. 198).

⁴⁷ Um dos reservatórios existentes no município está localizado dentro do Distrito Industrial de Queimados (Reservatório da CODIN), que é abastecido com 200 l/s de água proveniente do Ribeirão das Lajes. É uma água de boa qualidade, destinada ao abastecimento industrial, em um município onde há carência de acesso regular para a maior parte da população (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016, p. 198).

Como já exposto, na Baixada Fluminense e na zona oeste do município do Rio de Janeiro, existem inúmeros grupos populacionais que, mesmo que localizados geograficamente próximos à ETA Guandu, não acessam a rede técnica de distribuição.

A questão central do abastecimento público de água reside na distribuição dela para atender demandas vinculadas aos múltiplos usos da água consumida pelos agentes privados e públicos das cidades e zonas rurais do oeste da RMRJ.

O contínuo crescimento das populações urbanas dos municípios da Baixada Fluminense e da Zona Oeste da capital do estado coloca uma necessidade fundamental aos gestores públicos: lutar para garantir a prioridade do abastecimento público, principalmente daquelas áreas onde o serviço é escasso.

Assim, o abastecimento público não se limita a atender aos domicílios e bairros residenciais, mas uma infinidade de atividades e estruturas que, ao longo do tempo se diversificam e expandem-se.

Existem variadas tipologias para estruturas classificadas como grandes consumidores de água, a exemplo: “[...] hospitais e prontos-socorros; terminais rodoferroviários; escritórios; edifícios públicos; aeroportos; shopping centers; hotéis, hospedarias e motéis; escolas e creches; prédios de apartamentos; restaurantes e similares; clubes esportivos [...] (FREIRE, 2011, p. 20); universidades, centros de capacitação, parques públicos, lavanderias, corpo de bombeiros, hospitais, restaurantes, festivais, postos de gasolina, lava jatos, estádios de futebol, oficinas, parques temáticos, condomínios residenciais, parques públicos, zoológicos, etc.

Os *shoppings centers* formam uma categoria que consome grande quantidade de água em todo o Brasil. Isso ocorre em função ao crescente número de usuários e ao consumo unitário. Aproximadamente 50 a 90% do uso é destinado para descargas sanitárias e torre de arrefecimento (CALMON; BASTOS, 2021).

Em relação ao consumo médio total de água em *shoppings centers* em regiões metropolitanas por exemplo, podem chegar de 7 000 m³ /mês à 17 000 m³ a depender do tamanho, quantidade de atividades comerciais e consumidoras (CALMON; BASTOS, 2021). No caso do Shopping Rio Sul na Cidade do Rio de Janeiro-RJ, o consumo médio mensal em 2006 chegou foi de 18 634m³ (NUNES, 2006).

Dentre os parques, destacam-se aqueles voltados a atividades de lazer aquáticas. O Rio Water Planet, localizado na zona oeste do Rio de Janeiro, ficou ao menos quinze anos operando (1998-2018) (RIO..., 2022) até ser interditado para obras.

Um estudo de caso em Parque Aquático localizado em São Paulo um consumo estimado de 40m³/hora (PHILIPPI., 2006). Não foi possível encontrar o consumo médio de

água do Rio Water Planet durante os anos de funcionamento, nem mesmo a origem as águas utilizadas para seu funcionamento, porém, há de se ressaltar o enorme volume de água usado diariamente e, praticamente, sem interrupções durante anos, pode ser considerado uma atividade urbana que demanda altos volumes hídricos inseridos no abastecimento público.

Apesar da alegação do Parque que a origem de suas águas é subterrânea e que estas captações tenham sido multadas pelo INEA em 2011 por irregularidade no que tange a outorga (BARBOSA, 2011), em 2014 houve denúncias de falta de água por dias, segundo moradores vizinhos ao Rio Water Planet que relataram utilizar “água do poço” para realizarem atividades domésticas (VIZINHOS..., 2014).

Em relação aos Hotéis de grande porte, estima-se a possibilidade do consumo de 15 mil litros em dias de relevante ocupação das habitações (POUSADA; PINZAN; SUGIYAMA, 2005). Não foi possível encontrar valores médios do consumo de água por estádios de futebol no Brasil que fossem adequadas para inclusão neste capítulo, sobretudo no estádio Maracanã, Nilton Santos e São Januário.

Porém, podemos estimar o uso de estádios de grande porte a partir de outros, como é o caso do Estádio da Luz em Portugal, onde em média, 5.300m³ de água são utilizados em dias de jogos (AGUIAR, 2012).

O Estádio do Maracanã possui uma capacidade de público de aproximadamente 15 mil espectadores a mais em relação ao estádio de Lisboa. Contudo, o Maracanã possui proporcionalmente mais jogos durante o ano, já que recebe jogos regularmente de dois times da cidade, enquanto o Estádio da Luz apenas recebe jogos do time local, o Benfica. Além de Flamengo e Fluminense, ainda podem existir jogos de Vasco e Botafogo (AGUIAR, 2012).

Outro ponto que justifica maior quantidade de jogos no estádio do Rio de Janeiro, é o calendário esportivo, o Maracanã pode abrigar jogos de até cinco competições em um ano, enquanto o Estádio do Benfica apenas duas, ou seja, o consumo de água do Maracanã provavelmente é mais alto que o da Luz. Além dos usos da água em dias de jogos, existem os usos diários, principalmente para a manutenção do gramado (AGUIAR, 2012).

Quanto mais utilizado ele é, maior a necessidade de manutenção, logo, mais água utilizada. Estima-se que o consumo para o gramado do Estádio da Luz seja em torno de 6.185,60 m³ num ano, o que representa cerca de 16,95 m³ por dia, em média (AGUIAR, 2012).

O uso de água para manutenção do gramado também irá variar de acordo com o clima e tecnologias utilizadas. Assim, não é possível saber se a estimativa para o estádio de Lisboa

são próximas ou não das utilizadas no Maracanã, Nilton Santos ou São Januário, mas serve como referência.

Afirma-se que o consumo de água oriunda da rede de abastecimento público no Maracanã tenha reduzido 50% devido a construção de infraestrutura para captação de água da chuva nas obras de modernização para a copa do mundo de 2014 (TEIXEIRA; TEIXEIRA, 2014).

No entanto, o Maracanã é um dos estádios mais antigos do Brasil, manteve-se em operação por mais de 50 anos sem as novas tecnologias de captação e armazenamento. Portanto, entende-se que há uma pegada hídrica importante do Estádio no uso de água da cidade ao longo do tempo.

Em relação à campos de golfe, será realizado o mesmo procedimento utilizado para estádios de futebol por não encontrar informações sobre o consumo de água para a manutenção dos campos localizados no Rio de Janeiro. Nessa cidade existem quatro campos de golfe, sendo que um deles de dimensões e padrões olímpicos, com 18 buracos.

Sobre ele, São 400 mil metros quadrados de área irrigada, num solo arenoso, que exige monitoramento cuidadoso. Afirma-se que a irrigação é realizada pelas águas das lagoas da região. Todo sistema de irrigação é automatizado e, por ser uma área é muito grande, ela pode durar até oito horas (SISTEMA..., 2014).

Em relação à campos de Golfe com 18 buracos, em clima Mediterrâneo, foi estimado um consumo médio de 350.000 m³ ao ano (NUNES; GUERRERO, 2022). o volume médio de água consumido em 2019 para regar um campo de golfe de 18 buracos no Algarve foi de 10.606 m³/há (LEAL, 2022).

Outros grandes consumidores de água que podem se utilizar do abastecimento público, são os lava-jatos. O uso pode ser tão excessivo que no Brasil, existem locais onde o uso da água distribuída pela rede técnica de abastecimento por lava jatos foi proibido (RIO DE JANEIRO, 2017). Apesar do uso de máquinas de pressão que diminuem o consumo, uma lavagem tradicional em um lava-rápido gasta em torno de 320 litros de água (LEITE, 2015).

As lavanderias industriais também entram no seio dessas atividades que demandam muita água da rede. Uma lavanderia têxtil de pequeno porte, pode chegar a utilizar 15.000 m³/mês (CETESB, 2015).

Algumas questões podem favorecer a intensificação dessa variável. É o caso do consumo indireto de água pelo consumo de energia elétrica. Praticamente todas as atividades demonstradas, são enormes utilizadoras de eletricidade, proporcionalmente muito maior do que o consumo residencial também. Logo, atividades muito consumidoras de energia na

região estudada, são responsáveis por utilizar ainda mais água da rede de drenagem por consumirem mais eletricidade.

Quanto mais atividades e empreendimentos de intensa magnitude se consolidarem, sendo que a principal fonte energética do oeste da RMRJ é de matriz hidráulica, maiores serão os conflitos de interesse entre usuários residenciais e consumidores urbanos não domésticos em períodos de crise hídrica pela eletricidade também, assim como com a água tratada.

Além disso, podem existir captações de água irregulares, seja subterrânea ou superficial, como foi o caso do Parque Rio Water Planet, ou mesmo é o caso de inúmeros lava-jatos pela cidade do Rio de Janeiro por exemplo. Essas irregularidades, quando somada às formas de desperdício de água tratada da rede geral de abastecimento, podem ser consideradas significativas no que se refere à desigualdade sobre a distribuição da água tratada (CINCO, 2016) e a produção da escassez hidroambiental.

Por fim e não menos importante, até porque esta questão também se aplica nos casos das variáveis três e quatro, são as consequências do exacerbado uso de águas subterrâneas para os corpos hídricos fluviais das Bacias hidrográficas.

Entende-se que essas águas são conectadas por um sistema hidrogeológico complexo. Ou seja, ao baixar o nível de água subterrânea, é possível alterar de maneira negativa vazões de canais da rede de drenagem, sobretudo quando a captação da água subterrânea é localizada nas margens, próximas ao leito e são retiradas em profundidades curtas (BATISTA, 2018).

Assim, é possível considerar que a multiplicidade de usos urbanos contemplados pelo abastecimento público, de certa maneira, também concorrem com os usos doméstico, causando assim conflitos. É comum que as empresas, sobretudo privadas, priorizem o abastecimento para as atividades que usam grandes volumes e pagam maiores valores, fato que pode ter prejudicado a universalização do abastecimento até hoje.

Atualmente, a entidade responsável por regular a distribuição, é a empresa privada Águas do Rio. Até 2021 era a CEDAE, empresa pública de capital misto. Independente da empresa, as informações sobre como é realizada essa distribuição e, quais são os maiores consumidores nem de quem é a prioridade em caso de crise no sistema hídrico, não são públicas.⁴⁸

Entende-se então que falta um monitoramento sistemático sobre os volumes utilizados por cada atividade urbana com dados acessíveis e organizados. Por isso reitera-se que, a única

⁴⁸ O custo da água da Cedae é o sétimo mais alto do país e o maior do Sudeste, com preço médio de R\$ 3,16 o metro cúbico. Em São Paulo, este valor é de R\$ 2,29. Apesar do alto custo, os investimentos não são feitos apenas com recursos próprios, mas principalmente do Fundo Estadual de Conservação Ambiental (Fecam) ou do PAC do governo federal (CINCO, 2016).

maneira de estimar as relações estabelecidas até aqui é saber como a empresa responsável pelo abastecimento público urbano determina o valor da tarifa e, se essa está de acordo com as proporções utilizadas por cada segmento e tipo de atividade consumidora de água.

4.1.7 Sétima variável: mercado das águas e a privatização neoliberal

O consumo da água é considerado uma das nove “fronteiras planetárias” o que significa ser necessário permanecer dentro de determinados limites (ROCKSTROM et al., 2009). Seguindo a lógica, apontam que há evidências de que esse limite tenha sido ultrapassado recentemente (JARAMILLO; DESTOUNI, 2015).

Em 1999 estimava-se que o consumo de água per capita a nível mundial, aumentava duas vezes mais rápido que a população (SILVA, 2016). O processo de “mercantilização” da água não é novo na história política e econômica do Brasil (TELAROLLI, 2018).

Na 2ª Conferência do Fórum Mundial da Água, realizada na cidade de Haia em 1999, alavancou-se a ideia de que a água, por ser um recurso econômico escasso, deveria ser submetido às leis do mercado e aberta à livre competição (SILVA, 2016).

Ou seja, por mais que esta questão esteja sendo discutida globalmente há mais de vinte anos, essa situação não se apresenta como simples ou mesmo próxima da resolução. Mesmo assim, estados e corporações interessadas continuam a investir sobre locais onde a soberania nacional sobre o recurso hídrico ou serviços relacionados a ele são vulneráveis.

A partir da regulamentação do inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal pela Lei 9.433/97, em seu artigo 21 e seus incisos, indica que “o recurso hídrico passa a ser visto como um bem dotado de valor, passando a ser considerado o alcance e interesse sobre ele” (PINTO, 2010, p. 59.).

Essa decisão via legislação pode ser entendida como um desdobramento dos movimentos ambientalistas, sobretudo da Declaração de Dublin, fruto da Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente (ICWE) em 1992. De acordo com Pinto (2010, p. 58) “a questão econômica da água, inserida em um de seus princípios, o de número quatro” indica que a água tem valor econômico em todos os usos competitivos.

A partir da década de 90, especialistas de diversas partes do mundo atribuíram a água como o recurso a receber maior valoração econômica durante o século XXI (CARMO, 2007). Esse “ganho” de valor está representado na criação do mercado internacional da água pelos

economistas de Wall Street no início do século (IGLESIAS; IGLESIAS, 2001). Além disso, ele é resultado de uma reação dos mercados ao processo de escassez hídrica. Dessa forma, “se os recursos hídricos se tornarem escassos, alavancam valor ao patamar de caráter econômico” (PINTO, 2010, p. 59).

No Brasil, o PL 495/2017, de autoria do Senador Tasso Jereissati (PSDB/CE), é a legislação que propõe a criação de mercados de água no Brasil (BRASIL, 2017). Este instrumento é destinado a promover uma suposta redistribuição mais eficiente da água (TELAROLLI, 2018). Tal mudança tem implicações profundas, pois muda o estatuto jurídico da água do Brasil, o qual passa a haver transferência de domínio de determinada reserva pela união para indivíduos ou grupos privados.

Esse mercado fortalece pelo menos quatro formas de privatização da água; pelo controle de mananciais por indústrias para produção de líquidos engarrafados (VELÁSQUEZ; DINARÈS, 2011); pela gestão de serviços coletivos de abastecimento e saneamento; pelo incentivo ao comércio internacional de commodity de água (GARCIA; MORELLA JUNIOR, 2016); e pela prática do contrabando global (CHAVES NETO, 2008).

Beber líquidos engarrafados, sobretudo água, tem se tornado um hábito social global. A água engarrafada hoje, é considerada um dos negócios mais lucrativos da indústria de bebidas, dominado por megacorporações como a Coca-cola, Nestle e Danone, por exemplo. Já no final do século XX o mercado global de água engarrafada, representou o consumo de um volume de 89.000 milhões de litros no ano (IGLESIAS; IGLESIAS, 2001).

Durante os primeiros anos do século XXI este setor do mercado deixou de ser um negócio secundário para ser uma das maiores mercadorias legais a serem comercializadas no mundo, onde a maior parte do consumo se concentra nos países da Europa, América do Norte e Ásia.

Nota-se que os mercados potenciais para a expansão da indústria de bebidas engarrafadas são os países emergentes (BMC, 2009 apud VELÁSQUEZ; DINARÈS, 2011). De fato existem complicações para o avanço deste setor em países em estágios de desenvolvimento considerados atrasados como: falta de sólidas redes de distribuição, situações político-econômicas e a capacidade de compra do mercado consumidor (VELÁSQUEZ; DINARÈS, 2011).

No entanto também existem questões e movimentos que estimulam o avanço deste setor mercadológico no Brasil e, conseqüentemente, no Rio de Janeiro. As questões que fortalecem o consumo de bebidas engarrafadas, sobretudo água, estão associadas a questões de sabor relacionadas ao cloro e a desconfiança na qualidade das águas ofertadas na rede de

abastecimento público e confiança na água engarrafada, ainda que não seja necessariamente esse o caso (FERRIER, 2001 apud VELÁSQUEZ; DINARÈS, 2011).

As empresas responsáveis pela produção industrial de líquidos engarrafados, podem utilizar a água de dois tipos de fonte, os mananciais – a partir de outorgas - e das redes de distribuição de abastecimento coletivo. Atualmente, dependendo do contexto, o primeiro tipo tem sido preterido em relação ao segundo, já que, além de evitar possíveis crimes ambientais, não há o custo no tratamento da água, realizado pela empresa responsável pelo abastecimento.

Por mais que as grandes corporações como a Coca-Cola e a Nestle não possuam propriedade de mananciais nas Regiões e Bacias Hidrográficas estudadas aqui, elas estão presente no estado do Rio de Janeiro, e possuíam interesses na privatização dos serviços de abastecimento e saneamento.

Um deles seria a possibilidade de privilégio no fornecimento de água para produção de bebidas, já que neste setor, a água é o recurso mais importante e valioso (PERES, 2019). Além disso, quanto maior a conta a ser paga pelo cidadão para possuir o serviço de abastecimento de água e também a desconfiança sobre a qualidade da própria, maiores as condições de mercado para o setor de bebidas ser consumido (PERES, 2019), ou seja, a escassez hidroambiental, de certa forma pode ser benéfica para a expansão desse mercado no Rio de Janeiro, principalmente se o serviço de abastecimento perder qualidade.

A partir disso, podemos compreender as tentativas recentes de privatização da CEDAE, principalmente no século XXI, sobretudo na segunda metade, onde duas graves crises hídricas aconteceram. A concessão da Cedae para o setor privado, “foi uma das condições estabelecidas para que o governo do Rio de Janeiro ingressasse no Regime de Recuperação Fiscal proposto em 2017 pela União” e deve ser dividido em quatro áreas ou blocos de municípios (GANDRA, 2019).

O projeto apresentado pelo atual governo do estado do Rio de Janeiro, em parceria com BNDES, indica que as áreas de saneamento básico, distribuição e cobrança de água deverão ser concedidas, enquanto a captação e o tratamento da água continuarão sobre responsabilidade da CEDAE.

Na prática, esse desmembramento favorece o setor privado, pois passa a gerenciar o capital arrecadado pela cobrança da água, enquanto o setor público, no caso do estado do Rio de Janeiro já muito endividado, fica com os custos de manutenção da estrutura hidráulica e tratamento da água.

Ou seja, limita-se o mecanismo de arrecadação pela cobrança do serviço - já que a empresa concessionária será a única cliente da CEDAE -, mas mantém-se os custos de operação para, assim, tentar ajustar as contas do estado ao Regime de Recuperação Fiscal.

Além disso, o atual governador informou durante reunião do Conselho Deliberativo da Região Metropolitana que as obras de ampliação do Sistema Guandu, serão realizadas a partir da privatização da CEDAE, pelo poder público.

O governo, neste caso, condiciona a expansão de serviços essenciais para garantia de direitos universais ao setor privado. O favorecimento a esse setor é ampliado pois, mais uma vez, o ente público arca com os custos do investimento para o setor privado se aproveitar posteriormente. Em 2022 a empresa Águas do Rio Passou a operar os sistemas de distribuição e cobrança de água.

A inserção da iniciativa privada na administração pública de serviços vitais e essenciais não garante sua universalização por si só, nem significa maiores investimentos e, também, não deve solucionar as complexas questões que envolvem o desigual acesso a água no oeste metropolitano. Mesmo assim, estes são os principais temas utilizados para justificar a concessão da CEDAE (ARRAES, 2020).

A iniciativa privada não universaliza sozinha pois, é necessário que as populações inseridas na sociedade tenham condições para pagar pelo serviço pois, caso o contrário, não terão acesso.

Nesse sentido, entende-se que, provavelmente, a privatização da CEDAE, além de não solucionar os problemas complexos existentes, deverá agravar as situações de falta de água, sobretudo nas zonas periféricas, onde estão as populações com menos recursos financeiros para pagar pelo serviço. Além disso, a perda da arrecadação do estado pela CEDAE, que gerava lucro, pode agravar ainda mais a crise fiscal que o estado do Rio de Janeiro se encontra.

Atualmente “utilizamos mais água doce do que o ciclo hidrológico global seja capaz de repor” (ARAÚJO, 2016, p. 64). O cenário de crescimento populacional aliado à cultura e atividades do desenvolvimento predatório que se apresenta na modernidade, indica uma tendência geral de diminuição da água doce em estado líquido no planeta nas próximas décadas.

No início do século XXI, em torno de 40% dos seres humanos, enfrentavam problemas o fornecimento de água doce de boa qualidade. Para 2025 poderá afetar um total de 66% da população mundial (PAPP, 2001 apud ÁGUA..., 2020).

A fim de, supostamente, resolver o problema da distribuição de água no mundo bancos internacionais junto a agentes da indústria financeira integraram o incipiente mercado de água ao mercado financeiro. Ou seja, a partir deste movimento, a água, além de ser transformada em mercadoria, também se torna commodities (ÁGUA..., 2020). Ou seja, passível de ser inserida no Comércio Internacional de grandes volumes exportados.

O comércio Internacional representa as trocas de bens e serviços entre países, lugares, espaços, que resultam das especializações da divisão internacional do trabalho e das vantagens comparativas. Ou seja, é uma atividade praticada entre Estados com participação de empresas (MALUF, 2000).

China e Estados Unidos são os principais consumidores mundiais de água. Somente na China, há pelo menos 500 milhões de habitantes residindo em áreas com água escassa (ÁGUA..., 2020).

Em locais dos Estados Unidos, União Europeia e Austrália, as regiões que não possuem fontes de água doce ou são insuficientes, estão recorrendo a embarcações que retiram água em enormes bolsões flutuantes (ÁGUA..., 2020).

Segundo estimativas realizadas pelo Banco Mundial, durante o século XXI, pelo menos um entre cada cinco países do mundo irão sofrer com problemas relacionados à falta do recurso hídrico.

Caso o desenvolvimento predatório e as práticas que o caracterizam, como excesso de uso e contaminação, ineficiência na gestão do recurso, desmatamento e desigualdade no acesso, permaneçam, a qualidade e a quantidade da água estão seriamente comprometidas, sobretudo em locais que enfrentarão mudanças climáticas com prolongamento de estiagens.

Desde o início do século, grandes corporações de países desenvolvidos com as maiores reservas de água do mundo como o Canadá, já competem para explorar os mercados da crescente demanda de água no mundo. Assim, além de fortalecerem o mercado das águas e suas vertentes, também largam na frente no que tange o controle do mercado global da água.⁴⁹

O fato da escassez de água doce ser uma questão de preocupação global associada a tendência do aumento no consumo da água em todos os setores e níveis sociais devido a diversificação e intensificação de atividades produtivas, acabam por criar áreas no mundo que, períodos prolongados de estiagem e/ou a desertificação estão em processos avançados.

⁴⁹ “Por su parte, el brasileño José Antonio Chaves, un ex profesor que montó una firma especializada en la gestión de activos ambientales es muy claro al respecto: «El agua es una inversión más segura que el café o la soja, que sufren oscilaciones de precios en función de la zafra y stocks mundiales, y que el mismo oro». Por lo tanto, en su opinión los hidrocommodities (¡vaya palabrita!), son opciones de inversión atrayentes principalmente para los fondos de pensión, que necesitan componer sus carteras con aplicaciones seguras y rentabilidad firme en el largo plazo»[3]. ¿Está claro?» (IGLESIAS; IGLESIAS, 2001, p. 5).

Nessas áreas existem diversos lugares e territórios nacionais com populações, cidades e regiões metropolitanas que demandam cada vez mais água e já não sustentam mais todas suas atividades com as próprias fontes.

O oeste metropolitano do Rio de Janeiro estudado nesta pesquisa, apresenta exatamente esta situação. Esse cenário contribui para que existam melhores condições para ações de agentes privados do comércio internacional, como criar e estimular mercados exportadores e importadores de água, seja engarrafada ou não.

Ou mesmo especular com valor da água a partir de ações do mercado financeiro e privatizações em setores essenciais vinculados ao recurso hídrico, como o abastecimento e o saneamento.

Por fim, outro setor que pode ser considerado integrante do mercado da água, está no conceito de Água Virtual, muito embora exista uma grande complexidade para sua aferição empírica (CARMO, 2007). Esse conceito, resume e traduz de certa maneira o esforço realizado neste trabalho em demonstrar processos como pegada hídrica nas atividades de desenvolvimento do país e do estado do Rio de Janeiro a partir do uso da água de suas Bacias Hidrográficas.

Em sua essência, água virtual é um conceito que busca evidenciar a água “embutida” em produtos, especialmente as commodities agrícolas, enquanto matéria-prima intrínseca da produção. Toda água envolvida no processo produtivo de qualquer bem ou serviço passa a ser denominada assim.

Define-se o conceito de água virtual como o volume de água (m³) necessário para produção de determinada commodity. Ou seja, a quantidade de água utilizada na produção de toneladas de soja, ligas metálicas, combustíveis etc. Entende-se assim que, junto às divisas geradas pela exportação destes produtos, existe um custo adicional que nunca fora contabilizado até o início do século XXI no Brasil e que ainda pouco é considerado.

Caso esse cálculo passe a incrementar as transações comerciais, pode representar o equilíbrio da balança comercial de países historicamente de desenvolvimento econômico tardio, ou mesmo, uma mínima sustentabilidade socioambiental a médio e longo prazo. Porém poderá também encarecer os produtos de países que aderirem essa prática em suas exportações, o que pode ser prejudicial na questão da concorrência com outros mercados com preços mais em competitivos.⁵⁰

⁵⁰ “A análise dos estudos elaborados no âmbito do "Virtual Water Trade Research Programme" (UNESCO) evidencia a relação entre os países "reservatórios" mundiais de água doce e a sua capacidade de geração de divisas. Entretanto, os recursos hídricos envolvidos na produção dos bens exportados podem acabar se

Além de instituir o mercado de água como um dos instrumentos básico da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433 de 1997), a proposta do projeto de lei PLS 495/2017 apresenta que tais mercados devem ser prioritariamente criados em áreas com alto incidência de conflito pelo uso de recursos hídricos (TELAROLLI, 2018). Além disso, o projeto de lei mencionado, permite que o direito de uso do recurso hídrico possa ser cedido entre usuários privados de recursos hídrico.

Em uma lógica onde os conflitos favorecem o avanço da escassez hidroambiental que, por sua vez, intensifica, agrava e cria conflitos, há de se entender que a tendência provável é da manutenção de um ciclo crônico de crises hídricas.

Por mais que, o mercado, como sempre fez, além de identificar e produzir crises (o problema da falta de água para determinados uso), apresenta “soluções”. O problema está na privatização do recurso hídrico potável e/ou serviços públicos como solução para um problema extremamente complexo.

Em relação ao aspecto dualístico da acumulação capitalista, um diz respeito ao mercado de mercadorias e ao local onde o valor de excedente é produzido. Aqui, o acesso universal à água potável que, supostamente, poderia ser realizado por essa lógica privatizante, pode revelar como o direito de propriedade a esse recurso deve manter a exploração de determinados países em desenvolvimento, tornando-os mais vulneráveis a domínios de classe político-econômica.

A liberalização do mercado que pressupõe resolver problemas socioambientais, não produzem situações harmônicas ou equitativas, mas pelo contrário, aprofunda os níveis de desigualdade, sobretudo as iniciativas neoliberais incentivadas nas últimas décadas (HARVEY, 2006).

As ideias que previam o Brasil como um dos principais alvos de disputa internacional em torno da água se confirmam. Ao olhar para o país percebe-se que as companhias de água internacionais não estão se inserindo como parceiras, mas como integrantes de um projeto mundial para comprar e vender a água do planeta. O caso mais sério está envolvendo a Amazônia, cujo território historicamente é requisitado para ser internacionalizado (CHAVES NETO, 2008).

Um dos principais motivos, é o controle dos corpos hídricos, os quais já são explorados por algumas multinacionais (LUZ, 2005). Considerando que a água é o petróleo

tornando escassos até mesmo em regiões em que há relativa abundância. O caso brasileiro é exemplar, quando consideramos a produção de produtos primários como a soja e o açúcar, ou ainda de produtos semi-manufaturados como cortes de carne bovina” (CARMO, 2007, p. 1).

do século XXI e que o Brasil tem uma das maiores redes hidrográficas do mundo com uma soberania nacional vulnerável, não havia de esperar outro cenário (ASSUMPCÃO FILHO, 2003 apud CHAVES NETO, 2008).

No próximo e último capítulo estão apresentados os principais resultados obtidos nessa pesquisa. Eles são essenciais para reforçar a hipótese clássica, alcançar os objetivos, fundamentar caminhos de respostas para a questão central e ilustrar o avanço de algumas variáveis do macroprocesso da Escassez Hidroambiental no Oeste Metropolitano no passado recente.

5 RESULTADOS: TENDÊNCIAS, CENÁRIOS, MEDIDAS E ESTRATÉGIAS

Neste capítulo, pretende-se apresentar uma análise espacial da dinâmica do uso e ocupação do solo da rede de drenagem que compõe o Sistema PPG (exceto as Sub-bacias dos rios Paraíba do Sul, da Represa de Ribeirão das Lajes e Pirai).

O capítulo também proporciona projeções possíveis, prováveis e improváveis de cenários futuros, a partir de tendências analisadas no passado próximo principalmente. Outro produto apresentado se refere a uma tabela (quadro 1) com informações e conhecimentos capazes de mitigar o macroprocesso, de forma sistematizada divididas em ações, estratégias e políticas potencialmente mitigadoras.

Por isso, a parte metodológica desenvolvida na disciplina de Cenários Ambientais, apresentada pelo professor Leandro Besser do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UERJ, promoveu resultados que podem ser utilizados para embasar hipóteses alternativas quanto as perspectivas de futuro próximo e à narrativa principal no caso a da geosmina no ano de 2020.

Além disso, há uma tentativa em contribuir para o enfrentamento da Escassez Hidroambiental com a sistematização de conhecimentos capazes de mitigar os efeitos do macroprocesso analisado, evidenciado e enfrentado nessa pesquisa.

5.1 Análise espacial das mudanças entre classes de uso do solo das Sub-bacias da Baía de Sepetiba que drenam para o rio Guandu

A análise espacial apresenta a evolução dos usos e ocupações do solo no espaço que compreende o funcionamento das redes de drenagem do Sistema PPG, através das Sub-bacias Hidrográficas da Baía de Sepetiba que drenam pelo canal do rio Guandu. O recorte espacial analisado nos primeiros subcapítulos dos resultados, contém parte do espaço ocupado por territórios municipais do Oeste Metropolitano.

Das Sub-bacias Litorâneas que drenam para a Baía de Sepetiba pelo canal Guandu, apenas duas não estão presentes no recorte espacial dessa análise. São elas, a do rio Pirai e da Represa do rio Ribeirão das Lajes. Não estão compondo as análises, justamente por serem as

Sub-Bacias localizadas totalmente fora dos limites territoriais dos municípios mais à oeste que fazem parte da RMRJ.

Ou seja, por mais que estas Sub-bacias, junto a do Médio Curso do Paraíba do Sul, façam parte da rede de drenagem que sustenta as redes técnicas do Sistema PPG e das demais drenagens das Sub-bacias que confluem para Baía de Sepetiba, as populações das áreas ocupadas nessas Sub-bacias e suas diversas atividades, não são demasiadamente dependentes do pleno funcionamento das redes do Sistema PPG como as do oeste metropolitano.

Isso não quer dizer que a análise espacial realizada a partir da classificação supervisionada em anos distintos do passado recente, não deva ser realizada nas três sub-bacias deixadas de fora neste momento. Inclusive, caso houvesse mais tempo e recursos, a análise poderia ter sido realizada com a incorporação das três Sub-bacias mencionadas.

Os impactos relacionados a atividades antrópicas nessas áreas, também influenciam na qualidade e nível de vazão das redes de drenagem do Sistema PPG, sobretudo as águas do rio Guandu.

No entanto, o foco da análise está em observar as principais mudanças espaciais das atividades de uso e ocupação do solo na superfície das Sub-Bacias escolhidas, a fim de observar se há avanço ou não de determinadas tendências observadas no histórico de crescimento urbano do Oeste Metropolitano

Mesmo que as Sub-bacias do rio Santana e do rio da Represa de Lajes possuam partes significativas de seus espaços estejam localizados fora dos limites do Oeste Metropolitano, elas foram consideradas por darem origem ao rio Guandu e serem áreas de influência dos municípios mais à oeste da Região Metropolitana.

Além disso, o eixo de expansão urbana do Oeste Metropolitano tende avançar na direção dos espaços de ambas Sub-bacias e, por isso estão no recorte da análise tendencial quanto ao uso e a ocupação de atividades antrópicas no futuro próximo.

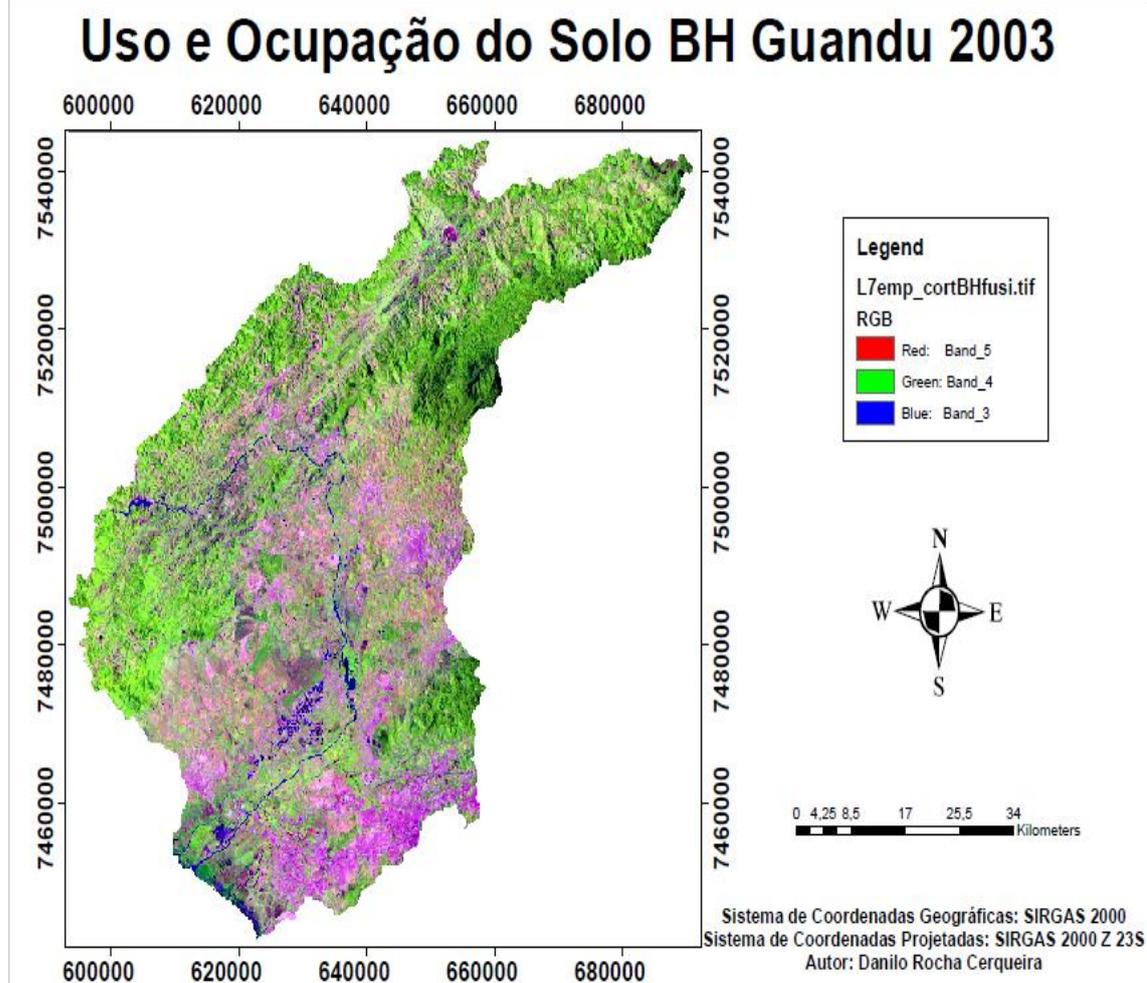
Para isso, imagens de satélite Landsat 7 (2003) e 8 (2017) da área que compreende o recorte das sub-bacias mencionadas logo acima, foram adquiridas no EarthExplorer, *site* oficial do Levantamento Geológico dos Estados Unidos (USGS). A imagem foi recortada de acordo com as sub-bacias que estão presentes dentro dos limites do oeste metropolitano.

Abaixo constam as imagens de satélite já recortadas como mencionado, após a aplicação das técnicas de PDI informadas na metodologia, com a realização das composições coloridas (RGB).

A composição utilizada foi a denominada falsa-cor, 543 no Landsat 7 e 654 no Landsat 8 e destaca as classes de uso e ocupação do solo definidas pelo autor da pesquisa.

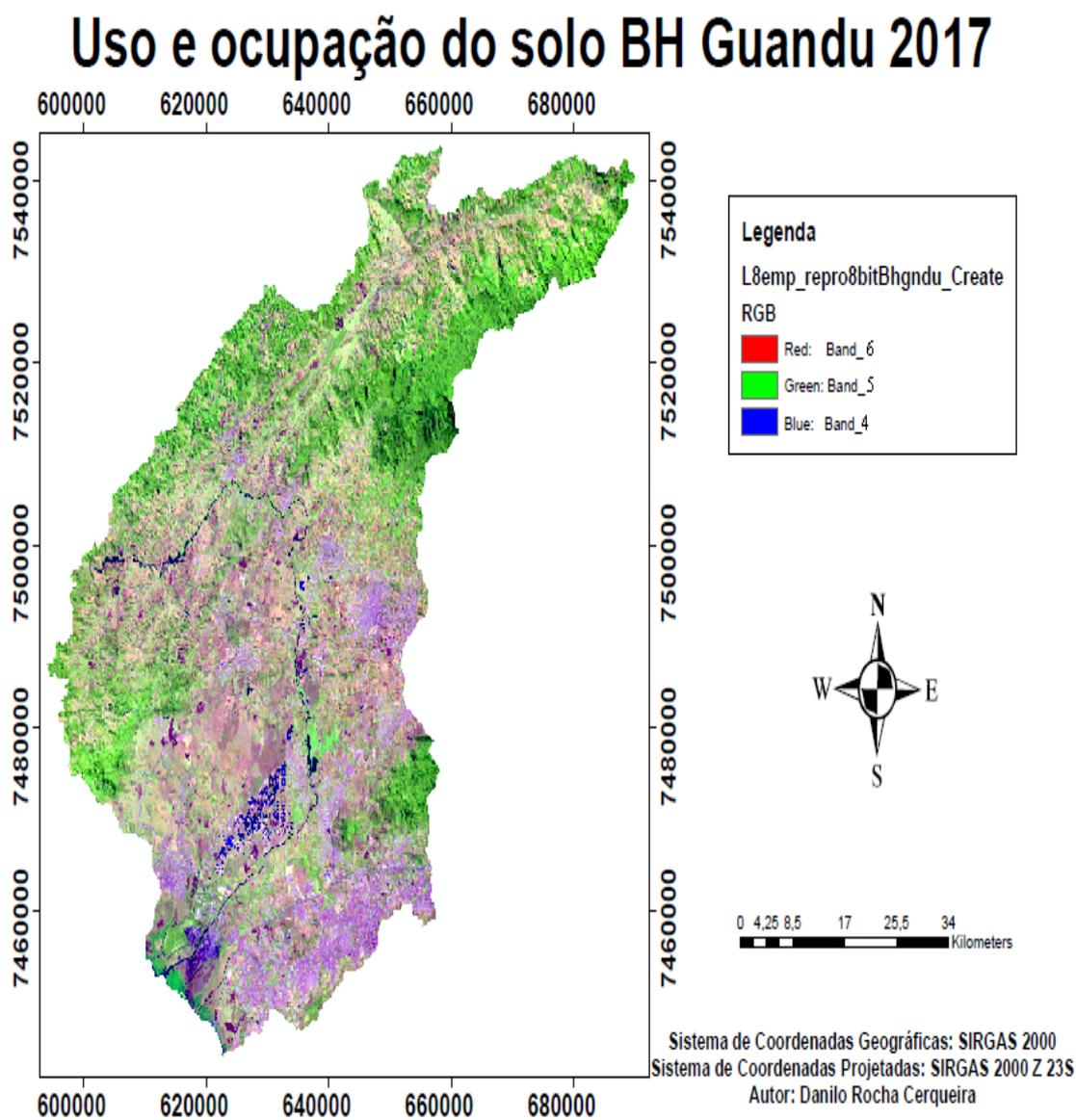
Esses procedimentos foram necessários para realizar a etapa seguinte, a de classificação supervisionada das classes de uso e ocupação do solo do recorte representado nas figuras 15, 16, 17 e 18 logo a seguir. As duas primeiras se referem aos dados das imagens de satélite realçados com técnicas de sensoriamento remoto. Já os dois seguintes são resultados da classificação supervisionada.

Figura 15 – Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 7 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu 2003



Fonte: O autor, 2022.

Figura 16 – Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 8 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu 2017



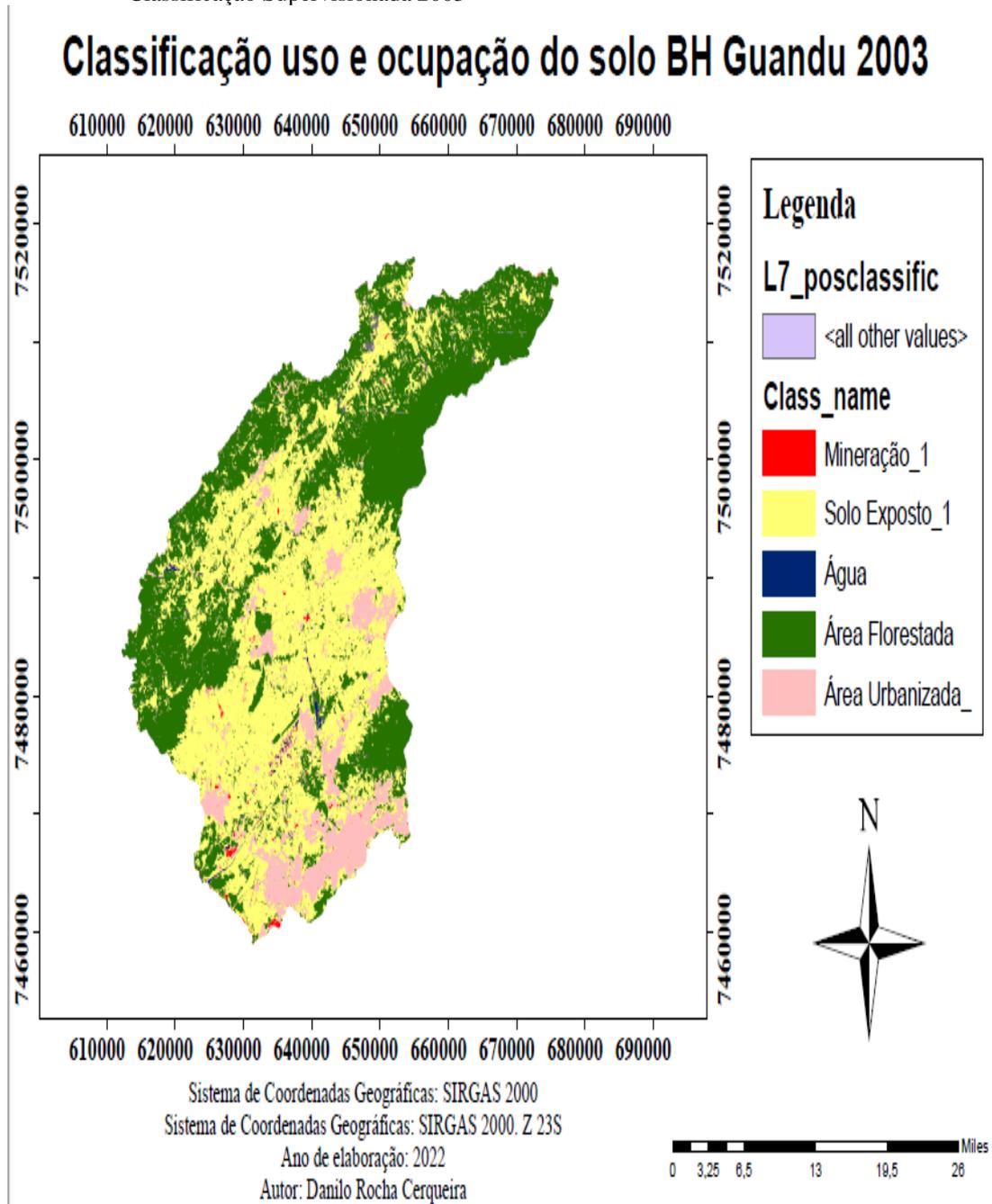
Fonte: O autor, 2022.

Para realizar a classificação foi necessário criar as classes de uso e ocupação do solo a partir das imagens Landsat (de 2003 e 2017). Cinco classes foram criadas:

- 1) Área Urbanizada – que abrange diversos tipos de estruturas construídas e que se encontram na malha urbana da cidade, inclusive áreas e complexos industriais;
- 2) Área Florestada – que representa os espaços onde a cobertura vegetal é densa;
- 3) Solo Exposto – que abrigou áreas cobertas por terra batida ou gramíneas;

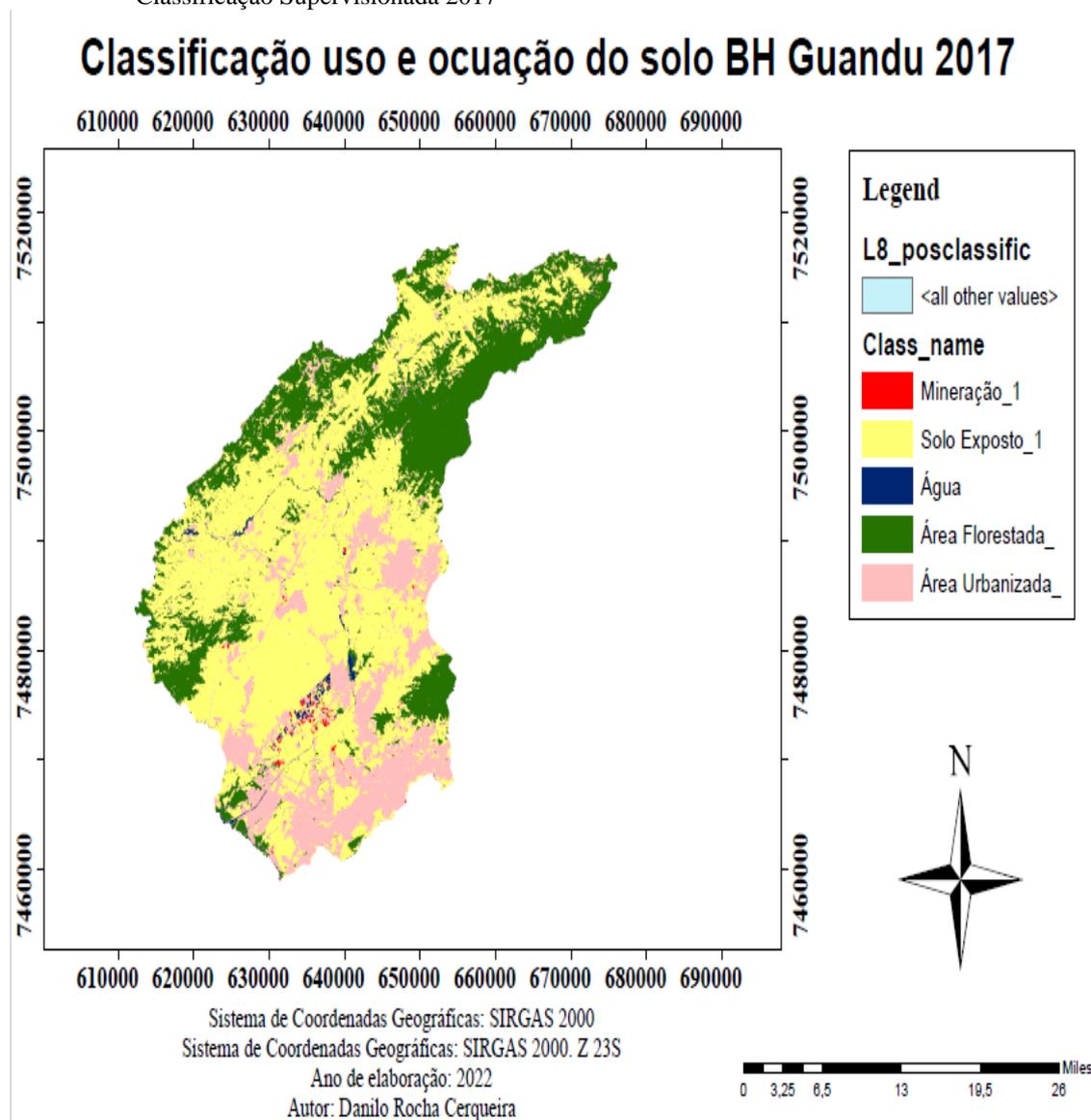
- 4) Mineração – que simboliza as áreas onde o relevo e o solo são esculpidos;
- 5) Água – toda cobertura da superfície composta por água.

Figura 17 – Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 7 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada 2003



Fonte: O autor, 2022.

Figura 18 – Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 8 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada 2017



Fonte: O autor, 2022.

De acordo com o Índice Kappa, valor que avalia o nível de detalhamento das classificações, foram considerados excelentes, sendo 0,82 para a classificação do Landsat 7 e 0,84 para a classificação do Landsat 8. Após esse procedimento, as imagens classificadas foram transportadas para o software Idrisi Selva, programa selecionado para realizar as análises espaço-temporais pretendidas.

A comparação entre os resultados da obtenção de dados a partir das imagens de satélite, informam as mudanças na configuração dos usos e ocupações na superfície terrestre ao longo do tempo entre os anos escolhidos.

Após classificar o uso do solo (em 2003 e 2017) e comparar os dados no software *Idrisi Selva*, foi possível ainda no mesmo sistema tecnológico (software), avaliar as principais

tendências para as mudanças no uso e ocupação do solo da área demonstrada durante os próximos quinze anos.

A metodologia não tem como premissa ser totalmente assertiva, pois os modelos, são gerados a partir de tendências de acordo com o movimento das transformações do passado recente.

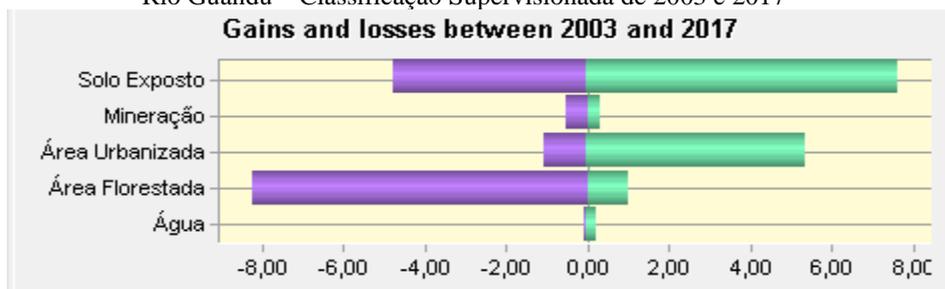
Ou seja, todas as tendências mais destacadas adiante, possuem apenas a tendência espacial em ocorrer no futuro próximo. Essa tendência se mantém caso as principais causadoras da transformação observadas neste espaço de tempo, não se alterem ou mesmo se intensifiquem no contexto espacial do recorte.

No subcapítulo a seguir, essas análises são apresentadas a partir de gráficos e mapas temáticos gerados com os dados das Classificações Supervisionadas. Os gráficos gerados no *Idrisi Selva* indicam as principais alterações no uso do solo entre 2003 e 2017. Os mapas elaborados no *QGis 3.22.7*, informam as principais tendências de movimento da dinâmica evolutiva dos usos e ocupações do solo parte da rede de drenagem de algumas Sub-bacias da Baía de Sepetiba que desaguam no rio Guandu.

5.1.1 Análises das tendências de mudança das classes de uso do solo (gráfico de perdas e ganhos entre 2003 e 2017)

Os gráficos abaixo apresentam a dinâmica de transformação da superfície a partir da transição entre as classes criadas em dois períodos históricos determinados com intervalo de quinze anos (2003-2017). As medidas estão representadas em porcentagem e demonstram quantidades de “perdas” e “ganhos” de cada classe sobre a outra.

Figura 19 – Transição entre classes de uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada de 2003 e 2017



Fonte: O autor, 2022.

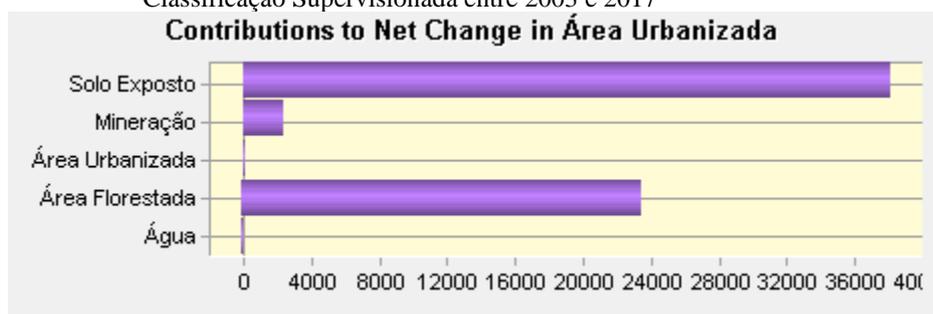
Entre 2003 e 2017, a classe que mais obteve perdas e ganhos em área total, foi o Solo Exposto. Isso faz essa classe ser a de maior predominância no recorte analisado até o ano de 2017. Destaque também para o crescimento das áreas urbanizadas (aliado a indústrias), o decréscimo das Áreas Florestadas e a concentração da atividade mineradora em uma região específica. Outro aspecto importante é a classe água que não obteve perdas entre os anos destacados.

O fato da classe mineração apresentar maior decréscimo do que crescimento, está ligada à desativação de antigas minas e a dificuldade de representar a dinâmica mineradora dos areais como será explicado a seguir. Abaixo, os gráficos demonstram o crescimento em relação à proporção de área de cada classe presente na classificação.

Dentre as classes estabelecidas, as Áreas Urbanizadas foram as que mais apresentaram ganhos em relação à outras classes, ou seja, foi a que mais cresceu proporcionalmente ao que era em 2003. De acordo com os gráficos abaixo, é possível perceber que a urbanização substituiu as classes Solo Exposto, Área Florestada e Mineração.

São aproximadamente 129.484616,0 km² de solo exposto, 61.784309,2km² de área florestada e 8.010465,7 km² de espaços para mineração transformado em área urbanizada entre 2003 e 2017.

Figura 20 – Ganhos da classe Área Urbanizada na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada entre 2003 e 2017



Fonte: O autor, 2022.

Se compararmos os mapas (figuras 16 e 17 – p. 133 e 134) fica evidente a predominância do avanço das classes de uso solo exposto e urbanização em relação a todos os outros. Esse resultado corrobora dois aspectos importantes.

O primeiro se refere à continuidade do histórico avanço das atividades urbanas-metropolitanas na direção oeste-noroeste da RMRJ, que se manteve até o ano de 2017 ao menos. O segundo evidencia a intrínseca relação entre o solo exposto e a própria urbanização, já que ele é a classe que mais foi substituída pela classe Área Urbanizada.

O solo exposto em muitos casos pode ser uma área de pasto para gado, ou mesmo uma área com plantas de pequeno porte (terrenos “abandonados”).

Em uma lógica urbana capitalista de uso e ocupação dos espaços, é comum que os terrenos com as características dessa classe, sejam especulados, principalmente em localidades próximas à algum tipo de centralidade (indústria, núcleo urbano, ponto turístico). Eles são especulados justamente devido ao crescimento da malha urbana do Oeste Metropolitano em sua direção.

Ao comparar os mapas gerados pela Classificação Supervisionada, nota-se um maior crescimento urbano ao sul-sudeste. Algumas áreas se destacam, como o entorno do Parque Estadual da Pedra Branca (principalmente na área da Sub-bacia do Canal do Guandu) na divisa entre os municípios do Rio de Janeiro (zona oeste) e Nova Iguaçu (zona sul).

Além desta região, no entorno da divisa entre as Sub-bacias do Canal de São Francisco e do rio São Pedro, mais precisamente a faixa central (eixo norte-sul) do município de Queimados, desde a divisa com Nova Iguaçu, até a divisa com Miguel Pereira.

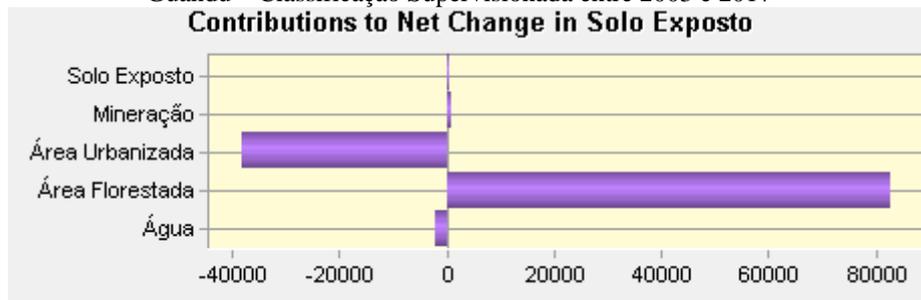
Outra área que se destacou na comparação entre os mapas, foi a região que compreende o entorno da divisa municipal entre Rio de Janeiro e Itaguaí (próximo aos bairros de Santa Cruz, Paciência, Cosmos, Sepetiba). No entanto, boa parte da área atualmente é ocupada por um grande dinamismo industrial (liderada pelo complexo industrial de Santa Cruz).

Ou seja, uma porção considerável do que o mapa de classificação supervisionada de 2017 destaca como área urbanizada são, na realidade, áreas industrializadas. No momento de criação destas classes, dentro das “Áreas Urbanizadas”, estavam inseridas características das estruturas industriais. Além disso, ambos os processos se retroalimentam historicamente, ainda mais no Oeste Metropolitano (RJ), por isso não foram segmentados.

Em seguida, a classe que apresenta mais ganhos totais é o Solo Exposto. Principalmente em relação à substituição de Área Florestada, classe mais afetada. Os critérios utilizados para composição dessa classe foram, adensamento da cobertura vegetal contínuo, principalmente aquelas localizadas em encostas próximas aos divisores de água (terrenos de maior altitude).

São aproximadamente 240.361457,7 km² de Área Florestada e 9.700036,6 km² de espaços para Mineração transformado em Solo Exposto.

Figura 21 – Ganhos e perdas da classe Solo Exposto na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada entre 2003 e 2017



Fonte: O autor, 2022

É possível observar as principais áreas onde o desmatamento predominou, foram espaços consideráveis (próximo às margens dos rios) de duas Sub-bacias (dos rios Ribeirão e Santana) das mais florestadas, das componentes da rede de drenagem do PPG. Quase que a totalidade das mudanças no uso do solo foram de Área Florestada para Solo Exposto.

Sabe-se que o desmatamento acarreta inúmeros processos potencialmente impactantes para o equilíbrio do balanço hídrico fluvial, qualidade das águas da rede de drenagem, diminuição da umidade do ar e aumento da temperatura da superfície por exemplo.

O desmatamento pode desbalancear a relação entre entrada e saída de água em uma bacia hidrográfica, resultando em alterações na quantidade e distribuição da água ao longo do ano.

Sem a cobertura vegetal para segurar o solo, a erosão é intensificada, resultando em maior transporte de sedimentos para os cursos d'água. O aumento da sedimentação pode afetar a qualidade da água e prejudicar habitats aquáticos.

O desmatamento tem efeitos profundos e multifacetados no ciclo hidrológico e no balanço hídrico regional. A redução da vegetação afeta diretamente a evapotranspiração, a precipitação, a infiltração e o escoamento, resultando em mudanças na disponibilidade e na qualidade da água.

Esses impactos destacam a importância de estratégias de manejo florestal sustentável e conservação para manter o equilíbrio hídrico e garantir a saúde dos ecossistemas e o bem-estar das comunidades.

Em seguida, a água aparece como a terceira classe que mais substitui outras proporcionalmente. O fato da água ser a terceira classe a “ganhar” espaço, podem ser explicados pelo crescimento perceptível dos areais do Distrito Areeiro Seropédica-Itaguaí (TUBBS et al., 2011), localizados à jusante do ponto de captação de água para tratamento da CEDAE, mas relativamente próximo. Além do surgimento de uma represa próxima ao Reservatório de Ribeirão das Lajes.

A extração de areia do Distrito Areeiro, enviesou a análise do software na relação entre espaço ganho por água, mineração e solo exposto. Portanto, o decréscimo esta atividade entre os anos 2003 e 2017 apresentados no início do subcapítulo são incorretos, já que muitas áreas consideradas Solo Exposto e Água, são na realidade usos da atividade mineradora.

Nos dados produzidos pelo software, a mineração se apresenta como uma classe que avança principalmente sobre as Áreas Florestadas. De fato, podemos evidenciar esses avanços caso observemos imagens de satélites atuais.

Porém, o principal avanço da classe “Mineração” é em relação à classe “Solo Exposto” está na região dos areais. Isso se dá pela necessidade de expor o solo antes de realizar a extração de areia. Esse solo exposto do areal em fase inicial de produção, foi interpretado de acordo com essa classe pelo software Idrisi, principalmente os areais em estágio inicial em 2003.

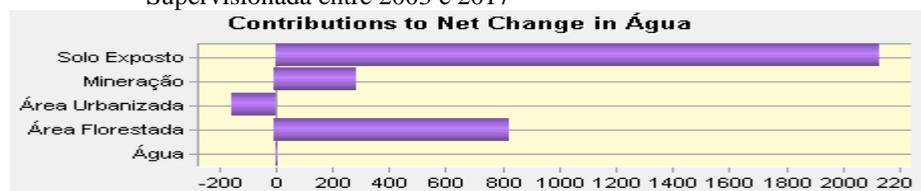
Com o alagamento das áreas extraídas, o software entendeu que o movimento de transformação de parte da região era de Solo Exposto para Água (em 2017). Por mais que a atividade mineradora tenha sido reconhecida na região pela tecnologia, ela não foi suficiente pra destacar a magnitude da própria.

Por isso, deve-se entender que a região dos areais é uma área totalmente voltada para a atividade mineradora. Nesse sentido, a leitura correta seria o fato de que a mineração seria a terceira classe que mais avança sobre outras classes e não a água.

Portanto, boa parte da área representada pelo ganho da classe “Água” (uso em 2017) sobre “Solo Exposto” (uso em 2003), deveria ser espaço ganho pela classe “Mineração” em relação à “Solo Exposto”. Além disso, ainda existe o fato dessa água residual não ser utilizada para abastecimento humano, social ou para dessedentação animal.

Nesse sentido, os dados em relação aos cálculos de áreas que sofreram transição de uma classe para outra em relação à água e mineração se encontram muito imprecisos. De acordo com o estudo, são aproximadamente 6.233417,0 km² de Solo Exposto, 2.386893,8 km² de Área Florestada, 1.054732,1 km² de espaços para Mineração e 0.767305,1 km² para Área Urbanizada transformados em superfícies com Água.

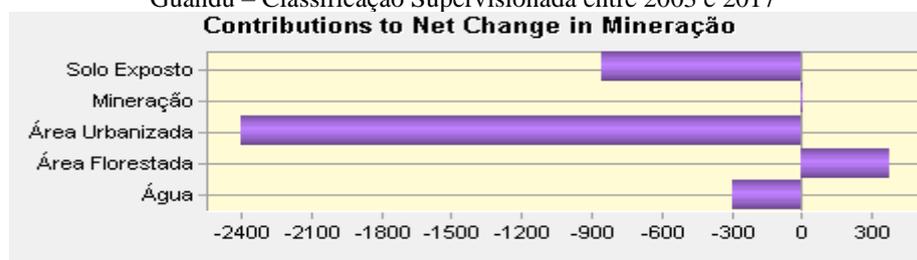
Figura 22 – Ganhos e perdas da classe Água na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada entre 2003 e 2017



Fonte: O autor, 2022.

Também em termos aproximados e imprecisos foram 7.558080,5 km² de Solo Exposto, 1.522113,4 km² de Área Florestada, e 2.014488,4km² para Área Urbanizada transformados espaços para prática da Mineração.

Figura 23 – Ganhos e perdas da classe Mineração na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada entre 2003 e 2017



Fonte: O autor, 2022.

A interferência dos areais nos resultados são de tamanha proporção que, se analisarmos os gráficos de ganhos e perdas das classes Solo Exposto e Água de maneira invertida, a lógica faz mais sentido que o resultado matemático atingido nesses dois gráficos apresentados.

É possível que o movimento contrário também tenha sido realizado pela tecnologia, por entender que uma mina (não alagada) poderia significar a transição de “Mineração” para “Solo Exposto”. No entanto, de acordo com o gráfico de perdas e ganhos da classe solo exposto isso não se evidencia como a da classe “Água”.

Essa atividade mineradora tem como consequência o afloramento do Lençol Freático e a formação de grandes poças que acabam facilitando o processo de dragagem, pois auxiliam no desmonte dos depósitos de areias umedecidos (TUBBS, 2011).

Isso faz com que, a atividade mineradora se assemelhe há uma condição característica de solo exposto (na fase inicial da extração) e após, adquira aspectos de superfície hídrica, já que se os areais ao alagarem, se tornam espelhos d’água observáveis do espaço sideral (tamanho extensivo).

Por haver na região minas em diversos estágios de produção (inicial até já paralisadas), foi possível observar características das três classes mencionadas nas imagens de satélite dos anos analisados (2003 e 2017). Logo, uma área em que deveria apontar para totalidade como classe “Mineração” atualmente, informou parcialmente, principalmente ao potencializar o crescimento da classe “Água” naquela área. Ou seja, os espaços com concentração de coloração vermelha (figura 18) na região dos areais, indicam uma dinâmica mineradora mais recente.

Mesmo com essa imprecisão, a região dos areais – localizada na Sub-bacia do rio da Guarda – foi a de maior destaque no que tange ao ganho de área pela atividade mineradora em relação aos outros usos e à outras regiões do recorte estudado.

A extração de areia é um fator que desencadeia mudanças na química da água e no nível da rede de drenagem. Essas mudanças

Poços localizados próximos aos areais podem sofrer variações de nível ou até mesmo terem sido perfurados sobre camadas redutoras, o que poderia desencadear oxidação do material geológico com produção de acidez e liberação de compostos para a água, tais como Al, Mn e Fe, contaminando então a água para consumo (TUBBS, 2011, p. 483).

As águas que drenam pela Sub-bacia do rio da Guarda, não se misturam diretamente com as águas drenadas pelo guandu, apenas na foz. Os areais também se localizam à jusante do ponto de captação de número três do Sistema PPG, mesmo que relativamente próximos. Em tese, não teriam muita influência na rede de drenagem que compõe o rio Guandu

Os areais localizados em terrenos mais altos e de usos mais antigos se localizam ao lado do divisor de águas entre a Sub-bacia do rio da Guarda e do Canal do Guandu. Ou seja, em teoria não há contato superficial entre as águas da rede de drenagem, dos areais e do rio guandu.

Porém, a acidificação desses poços alagados pós dragagem de areia pra mineração, são geradas por depósitos de alumínio-silicato. É possível o desencadeamento da oxidação do material geológico (TUBBS, 2011), responsável por “unir” as Sub-bacias e possibilitar conexões entre redes de drenagens subterrâneas. Ou seja, pode não haver troca superficial entre as sub-bacias, mas subsuperficialmente pode sim, principalmente dos areais mais próximos (e mais antigos) das áreas delimitadas pelos divisores de água.

Esse aspecto torna-se muito relevante, e até por isso esta sub-bacia está no recorte analisado espacialmente neste capítulo, pois existe uma possibilidade da alteração química da água destes poços estejam influenciando na qualidade das águas represadas à montante do ponto de captação de água (TUBBS, 2011).

Além do risco em relação à contaminação da água do reservatório Guandu, essa atividade mineradora ainda pode impactar o nível da rede de drenagem de três formas. Uma é pelo afloramento das águas subterrâneas, que gera um desequilíbrio nos canais subterrâneos e conseqüentemente nos superficiais. A outra interferência pode estar ligada à quantidade de água utilizada para os processos que envolvem a extração de areia fluvio-marinha (característica do litoral do estado do RJ). E a terceira está ligada à relação entre represamento de água com o aumento da evaporação (HIRATA, 2019).

Em caso de ocorrência de alterações significativas, ambos os impactos afetariam mais a Sub-bacia do rio da Guarda, porém, como há conexões subterrâneas naturais, é possível que o nível da vazão das redes de drenagem das sub-bacias destacadas na análise apresentem alguma correlação.

Caso isso ocorra de fato, a utilização de água em uma dessas sub-bacias (sobretudo subterrânea) poderia influenciar no nível de outras, principalmente as sub-bacias “vizinhas” (em contato).

A Sub-Bacia do rio da Guarda possui divisores de água à oeste-noroeste com a Sub-bacia do rio Ribeirão das Lajes e à leste, possui limites com as duas Sub-bacias do Guandu (dos canais Guandu e de São Francisco).

Caso a interferência do equilíbrio hidrodinâmico esteja acontecendo, é possível que a atividade mineradora destacada contribua para a redução do volume da vazão da rede de drenagem das Sub-bacias vizinhas, mesmo que de forma imperceptível.

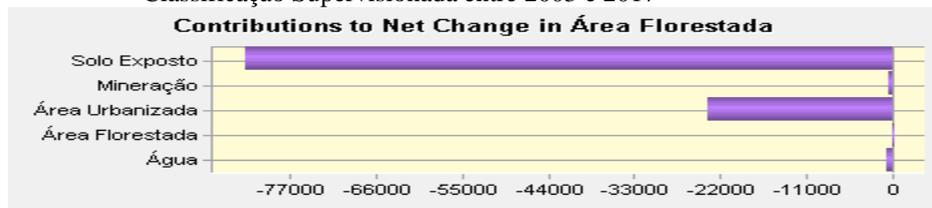
Ainda no município de Seropédica e na Sub-bacia do rio da Guarda, outra atividade mineradora se destaca próxima ao centro municipal, Fazenda Caxias e Pedreira EMFOL.

As Áreas Florestadas se apresentam como a única classe que sofreu perdas espaciais pelas demais, principalmente para a classe Solo Exposto. Tais resultados evidenciam o avanço do desmatamento sobre o recorte analisado, cada vez mais próximo às cabeceiras de drenagens (principais pontos de nascentes).

Em relação à perda da vegetação para mineração não houve grandes destaques. No entanto, após observações no Google Earth neste ano foi possível identificar uma atividade mineradora em antiga área florestada (em 2003) na Sub-bacia do rio Ribeirão das Lajes operada pela empresa Flapa – Engenharia e Mineração.

Além desta, se destacou nas imagens atuais uma atividade mineradora operada pelo Grupo Santa Luzia em Seropédica. Localidade próxima ao aterro sanitário Gás Verde Seropédica e no limite entre as Sub-bacias do rio da Guarda e rio Ribeirão das Lajes, área com boa densidade vegetal.

Figura 24 – Perdas da classe Área Florestada na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada entre 2003 e 2017



Fonte: O autor, 2022.

É possível notar a partir da comparação entre os mapas com as classificações supervisionadas que todas as áreas florestadas das Sub-bacias sofreram reduções significativas. As que menos tiveram perdas foram as dos rios Santana e Macaco.

As que mais se destacam são as Sub-bacias da Represa Ribeirão das Lajes, do rio da Guarda e dos Canais do Guandu e de São Francisco. A perda de cobertura florestal possui uma série de impactos para a rede de drenagem. Um deles o aumento da erosão e da sedimentação, resultando em assoreamento dos canais. O outro está na perda de capacidade de reposição das águas subterrâneas do solo que se torna exposto ou impermeabilizado.

5.1.2 Cadeia de Markov e Modelos de tendência de mudança entre as classes de uso do solo

A partir destes resultados, foi possível analisar índices para estimar tendências de mudanças no uso e a ocupação do solo para o futuro próximo, ao analisar as detecções realizadas na etapa de classificação. Além disso, será possível avaliar probabilidades de transição entre as classes de uso do solo a partir da Cadeia de Markov.

Figura 25 – Cadeia de Markov - Avaliação da Classificação Supervisionada em 2003 e 2017

Given :	Probability of changing to :				
	Água	Área Floresta	Área Urbaniz	Mineração	Solo Exposto
Água	0.6997	0.0345	0.1282	0.0362	0.1015
Área Florestada	0.0032	0.5958	0.0816	0.0020	0.3175
Área Urbanizada	0.0040	0.0156	0.7895	0.0106	0.1802
Mineração	0.0517	0.0285	0.3924	0.0523	0.4751
Solo Exposto	0.0088	0.0478	0.1837	0.0107	0.7490

Fonte: O autor, 2022.

Os valores acima de 0.2 por exemplo, equivalem a 20% de probabilidade na transição, o que corresponde a uma tendência de transição significativa.

Assim, podemos considerar as transições mais prováveis de ocorrer em ordem decrescente: Solo Exposto para Área Urbanizada; Área Florestada para Solo Exposto; e Solo exposto para Mineração (menor probabilidade).

Essa perspectiva está de acordo com a evolução das atividades de uso e ocupação das Sub-bacias hidrográficas, onde o crescimento de espaços urbanizados e com solos exposto tende a sobrepor áreas florestadas.

Dentre os principais resultados está o evidente o crescimento das Áreas Urbanizadas e de Solo Exposto, expansão da atividade mineradora nos areais, além da perda de Área Florestada nas regiões próximas ou do entorno dos divisores de água das sub-bacias.

A seguir, serão apresentados mapas dos Modelos de Tendência das transições referentes ao uso do solo no recorte da classificação supervisionada, de acordo com as informações da Cadeia de Markov.

Além dos mapas e suas devidas descrições, detalhes fundamentais para projeção de algum tipo de cenário futuro serão descritos, levando em consideração um ou mais aspecto fundamental que influencie as tendências de mudanças.

Fundamental ressaltar que os Modelos de Tendência da alteração do uso e ocupação do solo apresentados são projeções baseadas nas dinâmicas ocorridas entre os anos de 2003 e os anos de 2017.

Se o contexto social e ambiental não apresentarem mudanças significativas, a tendência do modelo deve prevalecer, caso contrário, pode ocorrer um cenário completamente diferente em 2032.

Nos sete anos seguintes ao momento em que a segunda imagem de satélite utilizada para a classificação supervisionada dos usos e ocupações do solo foi fotografada e analisada, houveram importantes mudanças e acontecimentos capazes de influenciar na configuração dos possíveis cenários.

As mudanças e acontecimentos mencionados que podem influenciar as tendências relacionadas aos usos e ocupações do solo. Algumas foram destacadas no capítulo das variáveis.

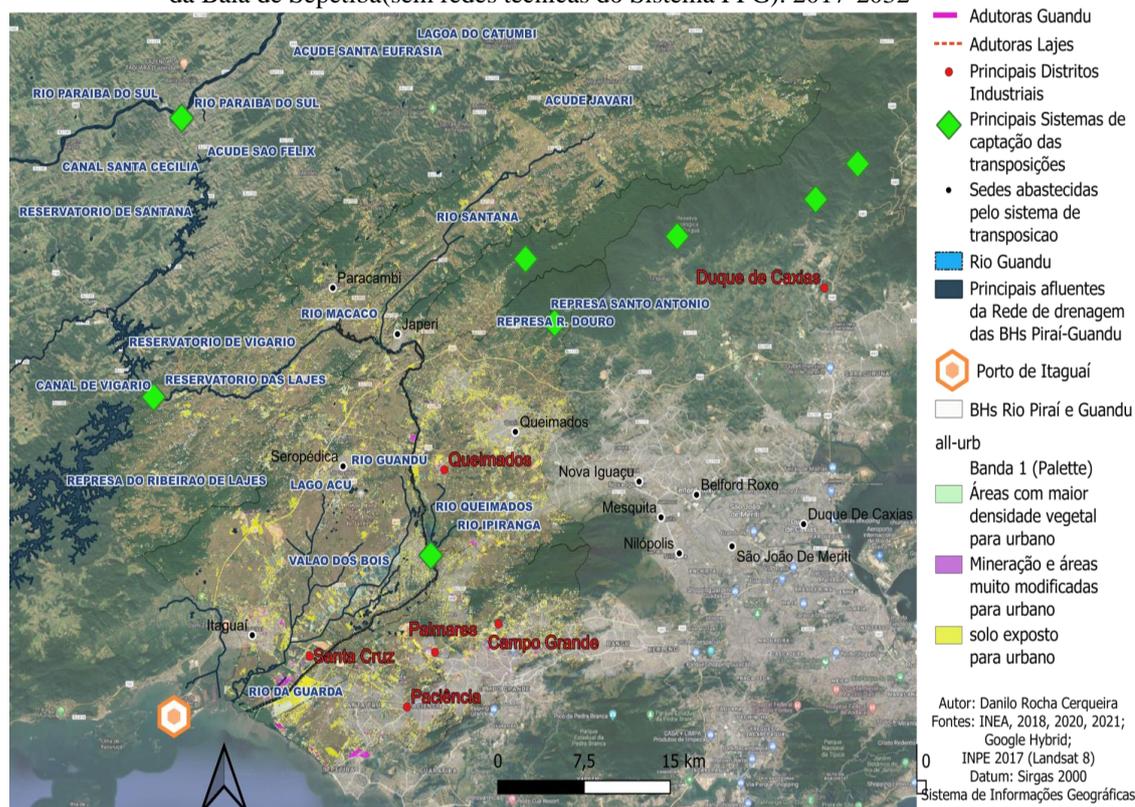
Neste caso específico, a referência aos acontecimentos, está para o período de crise hídrica em 2020 e o processo de privatização na distribuição e cobrança sobre o serviço de abastecimento de água potável no Oeste Metropolitano.

Em relação a mudanças, pode-se destacar a troca do equipamento tecnológico para o tratamento da água nos reservatórios da Sub-Bacia do rio Guandu, o plano de ampliação da infraestrutura de tratamento de água bruta e a diminuição da população no Oeste Metropolitano (ALVES; LOUREIRO, 2023).

A partir das informações apresentadas, foi possível projetar tendências para a evolução das classes classificadas junto ao contexto socioambiental presenciado no Oeste Metropolitano nos últimos sete anos.

O mapa a seguir (figura 26) ilustra as áreas indicadas pela tecnologia como de maior tendência para o avanço da urbanização. As áreas com pontilhados amarelados indicam os locais mais susceptíveis ao solo exposto se transformar em urbano. Os pontilhados em rosa indicam os locais onde a mineração tende a dar lugar à urbanização.

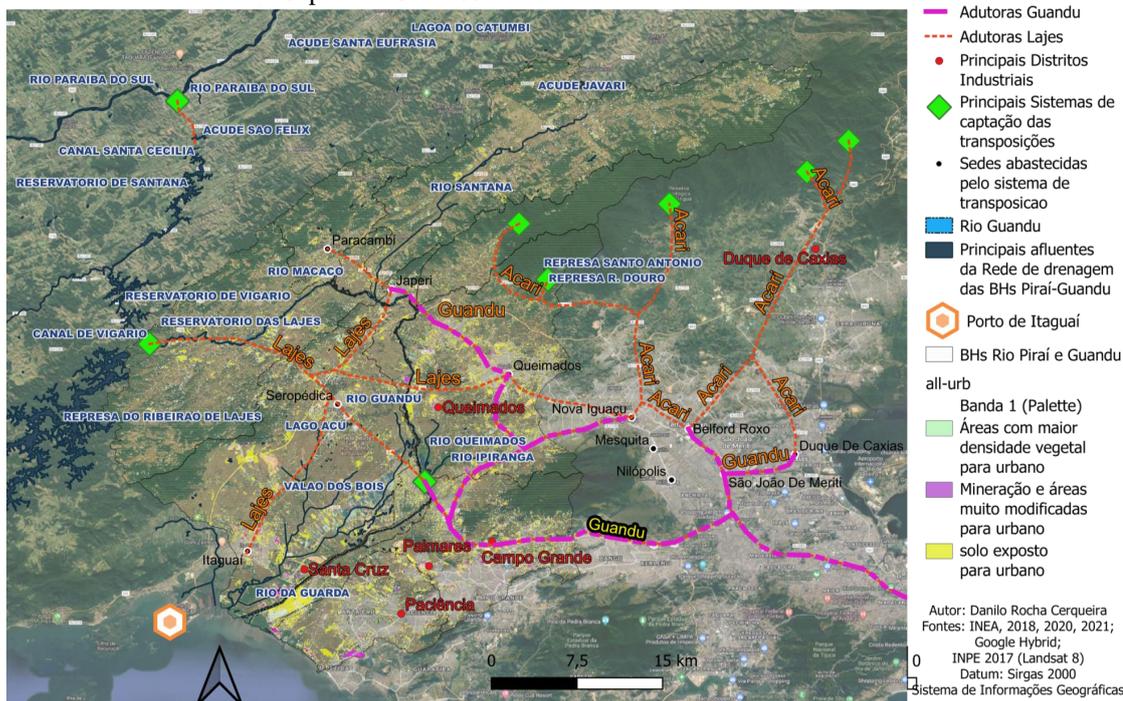
Figura 26 – Modelo de tendência de todas as classes para urbano das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba(sem redes técnicas do Sistema PPG). 2017-2032



Fonte: O autor, 2023.

Em relação à transição de Solo Exposto para Área Urbanizada, destacam-se as áreas que compreendem, o baixo curso da rede de drenagem do Guandu (margem direita do canal de São Francisco), o nordeste de Itaguaí, sudoeste de Seropédica, norte do bairro de Santa Cruz, oeste de Nova Iguaçu e Queimados são as mais prováveis em urbanização do espaço nos próximos anos (pós 2017).

Figura 27 – Modelo de tendência de todas as classes para urbano das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba 2017-2032



Fonte: O autor, 2023.

Ao observar o mapa da figura 27, é possível perceber que todas as áreas mencionadas como prováveis para o avanço da malha urbana possuem certa proximidade de alguma ramificação da rede técnica de infraestrutura pertencente ao Sistema PPG (com exceção para a região do baixo curso do canal de São Francisco, parte final do rio Guandu).

Das áreas destacadas, apenas a região que compreende os municípios de Itaguaí e Seropédica não está próxima de infraestruturas, polos ou distritos industriais. Tal característica pode estar relacionada à dinâmica portuária pela rodovia RJ-493 (Rod. Raphaell de Almeida Magalhães).

No município de Queimados, junto à margem direita do rio Guandu um pouco à montante do ponto de captação, em um espaço que se estende do Jardim Alvorada, à Vila Palmira passando pelo Parque Sarandi também foi uma área identificada de potencial transição.

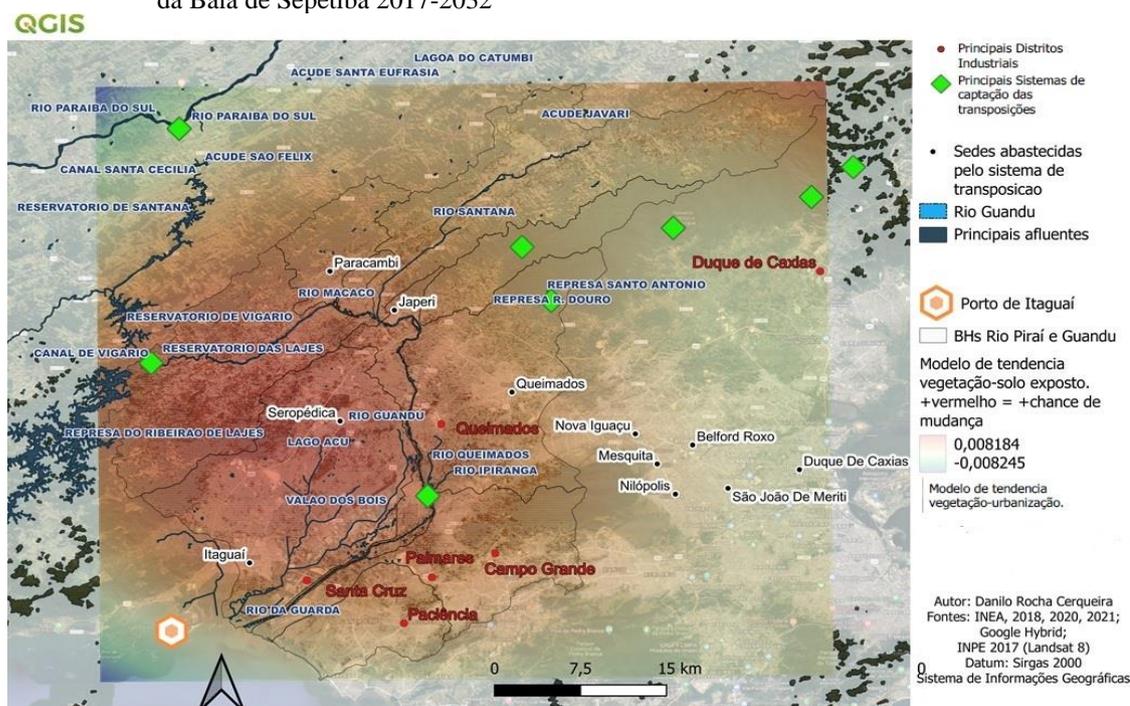
Acredita-se que de todas as áreas mais suscetíveis à urbanização a mencionada acima, junto aos respectivos entornos (inseridos nas Sub-bacia do rio Guandu) são as áreas que merecem atenção especial no que se refere ao esgotamento residual de residências, comércio e indústrias.

Talvez quinze anos seja um tempo curto para o avanço da malha urbana do Oeste Metropolitano até as sub-bacias da Represa Ribeirão e do rio Pirai. No entanto, caso a

tendência se configure a probabilidade dos inúmeros problemas de abastecimento que causam escassez e períodos de crise hidroambiental irão se agravar.

Por isso é fundamental destacar a importância em direcionar esforços para o combate ao desmatamento, incentivar o reflorestamento e limitar ao avanço metropolitano e de determinadas atividades produtivas extremamente intensivas e impactantes.

Figura 28 – Modelo de tendência de vegetação para solo exposto das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba 2017-2032

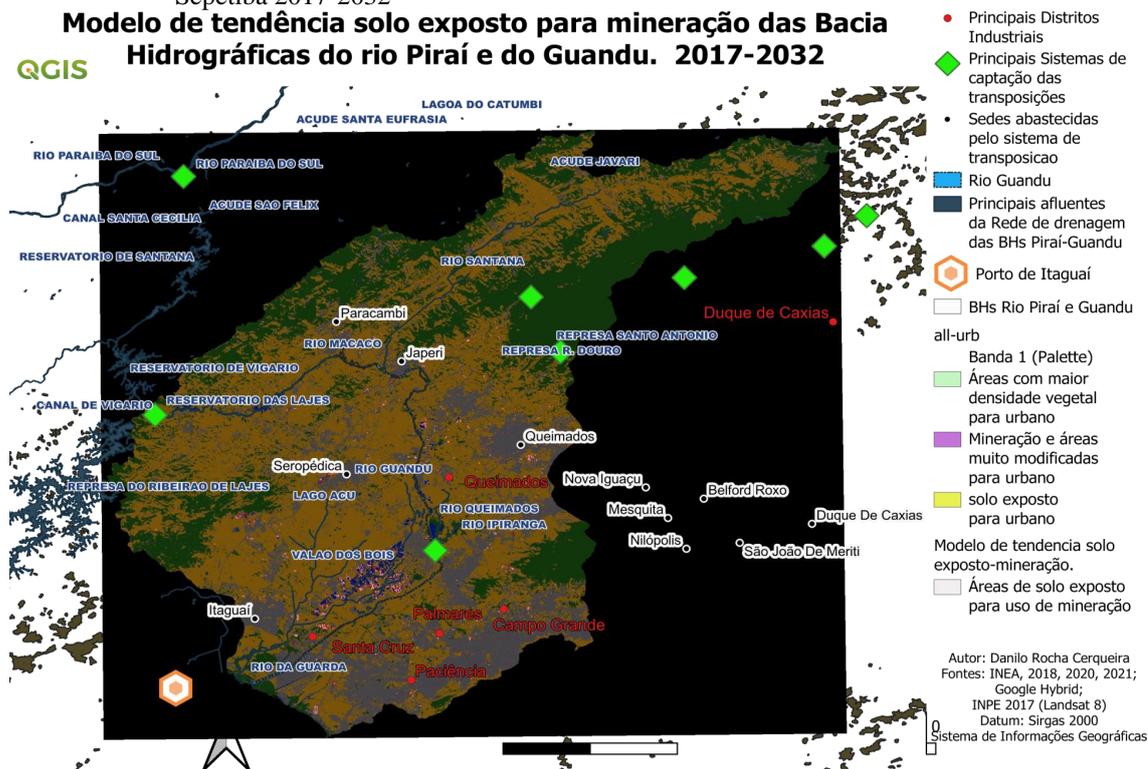


Fonte: O autor, 2023.

O mapa da figura 28 apresenta as áreas de maior probabilidade em ocorrer o avanço do desmatamento. As áreas com manchas mais avermelhadas indicam as áreas mais susceptíveis a vegetação se transformar em urbano e os pontilhados em vermelho as áreas florestadas mais prováveis de se tornarem solo exposto.

É possível perceber que as sub-bacias mais ameaçadas são as dos rios da Guarda, Ribeirão das Lajes e Santana. Isso reforça o alerta realizado acima, já que a principal tendência do solo exposto no recorte analisado é no futuro urbanizar-se, na direção oeste.

Figura 29 – Modelo de tendência de solo exposto para mineração das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba 2017-2032



Fonte: O autor, 2023.

Além do permanente contexto de insegurança hídrica que vivem os cidadãos cariocas (e fluminenses), o cenário projetado para o futuro próximo é de manutenção dos problemas de abastecimento com alta probabilidade de piora na intensidade em que ocorrem.

Os dados apresentados ao longo deste e demais capítulos apresentam uma região intensamente antropizada, com aumento histórico do dinamismo metropolitano na direção oeste e cada vez com mais conflitos quanto aos direitos de regulação e consumo da água.

Os resultados obtidos neste capítulo, reforçam a questão da incerteza vinculada à(s) real(is) causas da alteração “visível” na qualidade da água distribuída para a população da RMRJ (FONSECA, et al., 2020) a partir da ETA Guandu. Durante os quinze anos analisados para elaboração dos modelos de tendência na evolução do uso e da ocupação do solo, algumas atividades ou processos se destacaram em pleno crescimento.

Pode-se citar o desmatamento, aumento de áreas com solo exposto, crescimento de atividade mineradora relativamente próximas à ETA Guandu, a expansão da infraestrutura urbana e industrial na direção oeste.

Esses quatro fatores possuem interações com água fluvial que abastece o oeste da RMRJ, seja pelo aumento da erosão/assoreamento, consumo ou despejo de resíduos tóxicos em excesso ou mesmo alterações físico-químicas e/ou biológicas da água.

Ou seja, atividades que estão associadas a esse processo podem gerar alterações significativas da água, o que poderia ser motivo para intensificar ou mesmo causar crise hídrica como a de 2020, a da “geosmina” (CORRÊA, 2020). Não há relatos nem registros de uma contaminação de tamanha proporção, durabilidade e intensidade no histórico do funcionamento do Sistema PPG, fato que reforça a questão da incerteza.

Nesse sentido, essa pesquisa reforça a hipótese alternativa que contrapõe tal narrativa, apresentada pela nota técnica da UFRJ, que informou não haver referência à indicação da presença de quantidade de geosmina na água capaz de justificar tal alteração na qualidade da própria, a partir dos laudos divulgados na data de quinze de janeiro do ano de 2020.

A geosmina é um composto orgânico que cresce em ambientes aquáticos especialmente em mananciais que recebem esgoto não tratado, no entanto, ela não costuma promover mudança de cor ou turbidez na água (FONSECA, et al., 2020).

Atividades e processos capazes de alterar essas condições da água, podem associadas à erosão (natural e antrópica) excessiva, despejo de resíduos sólidos ou líquidos em enormes quantidades (típico de determinadas indústrias) e/ou alterações físico-química-biológicas da água (impacto da mineração dos areais).

As tendências observadas sustentam as descrições analíticas realizadas a seguir. No último subcapítulo está a sistematização de medidas e estratégias alternativas para combater o macroprocesso da escassez.

5.2 Cenários Ambientais Especializados e Espacializados: projeções para o contexto até 2032

Os cenários futuros descritos a seguir são baseados em medidas, tendências, acontecimentos e movimentos específicos ocorridos no passado recente, capazes de determinar as condições em que a Escassez Hidroambiental se apresentará, assim como possíveis períodos de Crise Hídrica.

Com a finalidade de elaborar os cenários futuros relacionados as atividades de uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica para a próxima década (2032) (T3), foi necessário seguir uma série de etapas e processos, no quais foram escolhidos acontecimentos, medidas, estratégias e movimentos no período que compreende os anos de 2003 (T1) e 2023 (T2), o recorte temporal.

Para a elaboração dos possíveis Cenários até 2032, considerou-se além das informações obtidas pelos modelos de tendência no recorte temporal inicial (2003-2017), os principais motivos para sua provável dinâmica no Oeste Metropolitano e para essa etapa.

Pode-se dar como exemplo o incentivo a políticas públicas voltadas a exportação de granéis sólidos no início do século XXI, fato que impulsionou o desenvolvimento do dinamismo ligado ao porto de Itaguaí. Devido a isso, os anos entre 2003 e 2012 foram de maior crescimento em relação à movimentação de cargas do Porto de Itaguaí (COOPERAÇÃO TÉCNICA PARA APOIO À SEP/PR NO PLANEJAMENTO DO SETOR PORTUÁRIO BRASILEIRO E NA IMPLANTAÇÃO DOS PROJETOS DE INTELIGÊNCIA LOGÍSTICA PORTUÁRIA, 2014).

Esse aumento de movimentação coincide com investimentos externos diretos a partir dos anos 2000, que foram direcionados para implantação e modernização de parques industriais, relação trabalhista flexível, emprego de novas tecnologias e estratégias produtivas (RAMALHO, 2005).

Importante considerar também os principais problemas identificados nos últimos períodos de Crise Hídrica do século XXI, principalmente as duas últimas. O fato da infraestrutura hidráulica de abastecimento do Sistema PPG não ter sofrido grandes modificações e o único plano vigente seja de aumentar a quantidade de água potável “produzida”, evidencia-se a impossibilidade de resolução do problema apresentado até os dias de hoje.

Os acontecimentos e movimentos ocorridos entre 2018 e 2023 considerados mais importantes, também foram utilizados para embasar a descrição dos cenários. Eles também estão apresentados na parte metodológica da pesquisa

Assim, foi possível elaborar de maneira concisa algumas possibilidades de Cenários Futuros de acordo com os critérios e variáveis determinantes. Nesse sentido, os próximos subcapítulos apresentam basicamente três níveis de cenários: catastrófico, provável e ideal.

5.2.1 Cenário catastrófico até 2032

O pior cenário possível seria o comprometimento do volume da rede de drenagem assim como da qualidade da própria. Como se ocorressem as crises de 2013 e 2020 na cidade do Rio de Janeiro ao mesmo tempo em alguns dos próximos sete anos.

Por exemplo o risco relacionado à montanha de escória (resíduo industrial) localizada à margem do curso médio superior (parte da rede de drenagem do Sistema PPG) localizada às margens do rio Paraíba do Sul, no município de Volta Redonda (RISCO..., 2019).

Esta situação isoladamente já impõe um eminente risco de catástrofe ambiental no que se refere ao abastecimento do Oeste Metropolitano. Esta não possui um movimento, plano projeto em andamento para resolução, a não ser utilizar o local de depósito até sua saturação, desativá-lo e buscar outro local para realizar o depósito dos resíduos sólidos da atividade industrial mencionada.

A contaminação proveniente deste resíduo industrial inviabilizaria o abastecimento público da água transposta para o Rio Guandu por tempo e formas indeterminadas.

O Oeste Metropolitano poderia ter um cenário de insegurança e instabilidade energética e hídrica, já que não possui sistemas alternativos para suprir a demanda. Um desmoronamento desta magnitude poderia além de deteriorar os níveis da qualidade das águas, poderia também trazer transtornos para o nível de vazão pós local do possível desastre, ainda mais se isso ocorrer em um após um médio ou longo período de estiagem na região sudeste.

A questão do tempo de duração dos períodos de crise hídrica no cenário de comprometimento quali-quantitativo das principais redes de drenagem do Sistema PPG, seja pelo fator exemplificado seja por outros, é de fundamental importância para projetar as principais consequências.

Se for um tempo relativamente “curto”, até 3 meses, além do maior sofrimento dos menos favorecidos socialmente, é possível que nada de concreto ocorra. Caso esse tempo fique entre três e seis meses, já é possível que ocorra mudanças mais significativas como migrações, saída de indústrias, quebra de empresas, queda de investimentos, epidemias e mortes de civis podem ocorrer.

Em um cenário além de 6 meses, já pode-se considerar um estado de calamidade pública e caos social, pois o Oeste Metropolitano não possui condições em desenvolver suas inúmeras atividades sem o pleno funcionamento do sistema PPG.

Uma situação como essa seria improvável, mas não impossível, já que quanto menor o volume hídrico maior é a densidade de substâncias nocivas à saúde humana e não humana na água da rede de drenagem. Essa correlação dificulta e encarece o tratamento da própria.

Ela também não pode ser considerada impossível, pois todas as tendências em relação ao uso do solo e as variáveis que influenciam no volume e na qualidade das águas das redes

de drenagem no recorte analisado, apontam para um agravamento dos principais causadores dos problemas de abastecimento ocorridos nas crises hídricas de 2013 e 2020.

O avanço do desmatamento, da mineração, da privatização do abastecimento e das atividades metropolitanas (residenciais, comerciais e industriais), sobretudo na rede de drenagem do Sistema PPG, são as variáveis que mais podem influenciar em um cenário catastrófico, principalmente se elas forem intensificadas.

5.2.2 Cenário provável até 2032: manutenção, deterioração ou recuperação?

O cenário mais provável possível seria a manutenção dos períodos de crise hídrica, seja pela queda do volume da rede de drenagem assim como da qualidade da própria em momentos distintos, sem uma associação direta.

Devido à maior ocorrência na série histórica dos períodos de crise hídrica, assim como maior tempo de não ocorrência, a escassez causada pela queda brusca de volume hídrico (quantitativa) se torna mais provável em ocorrer nesses próximos sete anos do que a escassez por causas qualitativas.

Isso não quer dizer que a escassez qualitativa não vá ou não deva ocorrer. Principalmente se os impactos de atividades mineradoras (areais) e industriais (polo industrial de Queimados) se intensificarem.

Neste cenário, as consequências socioambientais não devem ser muito diferentes das que ocorreram nos períodos de crise hídrica mais recentes, como racionamento de energia e água, apagões, encarecimento da água potável e formação de grupos paralelos ao estado que controlam a comercialização do recurso.

Além dos aspectos quali-quantitativos da rede de drenagem, tem-se a questão da distribuição injusta e desigual aos usuários das redes técnicas para abastecimento. A permanência das populações sem acesso ao recurso de forma regular, também ocorreria. Com chance de ser agravada em diferentes níveis com a manutenção da privatização dos serviços de distribuição e cobrança pela água tratada.

Alguns poderes paralelos ao Estado já controlam mercados de água engarrafada no Oeste Metropolitano, principalmente nos locais onde as redes técnicas de abastecimento não chegam, nas áreas mais periféricas e pobres. O Estado não possui qualquer forma de controle

sobre os territórios desses grupos paralelos poderosos. Assim, o acesso à água fica mais encarecido e menos seguro (em diversas instâncias).

Esses grupos se fortalecem em períodos de crise hídrica e intensificam a escassez hidrossocial. Para eles, a escassez é benéfica já que faz aumentar o valor do produto ofertado por eles, água. Essa realidade foi relatada por cidadãos do município do Rio de Janeiro, principalmente na crise de 2020. Nesse sentido, é possível que possam produzir momentos de escassez propositalmente, a depender das decisões tomadas pelo grupo paralelo ao Estado.

Inúmeros cidadãos do Oeste Metropolitano não consomem (para ingestão) as águas tratadas transportadas pelas redes técnicas de abastecimento. Isso ocorre pois há uma desconfiança em relação à potabilidade da água tratada ainda pela CEDAE. A cada período que ocorre algum problema de abastecimento, sobretudo relacionado à qualidade da água, a desconfiança aumenta e o mercado de águas engarrafadas se fortalece, seja ele legalizado ou não.

5.2.3 Cenário ideal até 2032

O cenário mais ideal possível, também considerado como o mais impossível até o momento, seria a criação de alternativas para o abastecimento metropolitano, a fim de diminuir a dependência e o uso excessivo das águas do Sistema PPG.

Para que nos momentos de dificuldade, seja pela falta de quantidade ou qualidade da água das Sub-bacias envolvidas, existam outras possibilidades para administrar de forma mais eficiente a gestão dos recursos hídricos.

Além disso, é fundamental que o espaço usado e ocupado do Sistema PPG seja repensado. Não seria necessário apenas suprimir o desmatamento, limitar o avanço urbano, industrial da mineração. Seria necessário reflorestar, construir inúmeras Estações de Tratamento de Esgoto, desativar ou fiscalizar com maior atenção determinadas atividades comerciais e incentivar atividades de uso e ocupação menos degradante.

Essas mudanças contribuiriam para a conservação da água (em volume e qualidade para distribuição). Porém, o desafio do abastecimento urbano de água tratada mais justo e igualitário permaneceria. Para isso, outras situações deveriam ocorrer.

A privatização de parte das operações da CEDAE (distribuição e cobrança) praticamente impossibilita a superação desse contexto e concretização desse cenário. A lógica

da rede privada é atender aos melhores clientes, ou seja, aqueles que podem pagar a conta de água, principalmente valores mais elevados.

Quanto mais alto for o valor pago pelo litro da água em uma determinada região ou local, maior a probabilidade de grupos sociais receberem água tratada, em um período de escassez hidroambiental quantitativa, em detrimento de outros grupos. Nesse sentido, acredita-se que para alcançar uma distribuição justa e equitativa da água, os serviços de distribuição e cobrança não podem ser geridos por uma empresa privada.

No entanto, talvez não baste apenas reestatizar o serviço, é preciso encontrar maneiras de universalizar a água tratada para os cidadãos e suas residências. O caminho é mais complexo, por isso necessidade de ações e medidas concretas em diversos âmbitos e escalas.

Na tabela representada pelo quadro 1, de ações e medidas potencialmente mitigadoras, elenca estratégias capazes de universalizar a distribuição da água potável para residências no Oeste Metropolitan, caso sejam implementadas e mantidas. Como alguns exemplos, pode-se citar técnicas para acesso água subterrânea, incentivar construção de infraestruturas para coleta de água das chuvas, dessalinização de água salobra/salina), dentre inúmeras outras.

O cenário ideal dependerá demasiadamente da situação econômica e política do estado do Rio de Janeiro, assim como dos municípios que incorporam o Sistema PPG. Caso os prefeitos junto ao governador conseguissem realizar um Plano Estratégico Integrado para a recuperação socioambiental das áreas mais importantes, seria possível sonhar.

Ou para a conservação ambiental da rede de drenagem, assim como para dinamizar economicamente a região de forma menos impactante para o abastecimento metropolitano de água potável, poderia contribuir para construção desse cenário.

Nesse sentido, é urgente que medidas, políticas e planos dos mais elaborados sejam incentivados a fim de evitar a continuação do agravamento dos problemas relacionados ao abastecimento urbano, principalmente o residencial.

Para contribuir para a construção do cenário ideal, abaixo são apresentadas medidas e estratégias com capacidade de mitigar a Escassez Hidroambiental. Elas foram sistematizadas e apresentadas no formato de tabela.

A partir da observação da tabela, recomenda-se a produção de políticas públicas e projetos articulados entre diversas instituições e suas escalas de poder político, público comunitário e até mesmo privados capazes de ajudar na superação do problema crônico do Oeste Metropolitan, a falta de água para consumo residencial.

5.3 Ações políticas e possibilidades para enfrentamento da crise hídrica

A situação de carência pode ser evidenciada na pobreza, mas é também nela que a força para lutar em estado vivo e ativo estão. A tomada de consciência é possível e, caso ocorra, pode impulsionar os ineditismos e criatividade nas formas de luta e trabalho, pois é assim, como encontramos o remédio para enfrentar dificuldades (SANTOS, 2000).

Para a governança do sistema hídrico é possível elencar um conjunto de ações políticas que podem mitigar as consequências da Escassez Hidroambiental, como:

a) adoção de tecnologias preventivas e infraestrutura de engenharia remediadoras para as localidades diretamente afetadas pelo processo de escassez e suas possíveis configurações; b) desenvolvimento de novas técnicas para construção de sistemas de coleta e armazenamento água da chuva; c) emprego de técnicas de descontaminação e tratamento da água; d) emprego de técnicas de incentivo ao reflorestamento; e) desenvolvimento de técnicas de reflorestamento para diversos fins e dessalinização de água do mar, principalmente na vertente voltada para o oceano; f) estímulo à diminuição da circulação e consumo de produtos poluidores; g) fomento de campanhas educacionais contínuas, relacionadas ao descarte apropriado de resíduos sólidos e líquidos; h) apresentação de situações problemáticas, resultantes do descarte de resíduos tóxicos ou contaminantes na rede hidrográfica, entre outras (PIRES; CERQUEIRA, 2021, p. 22).

A concepção e a sistematização de um conjunto de ações políticas proposta, para enfrentar à escassez e suas situações-tipo, produzida pelo histórico desenvolvimento predatório e agravada por recentes políticas neoliberais, foram resultantes de levantamentos de dados e pesquisas que de alguma forma são compatíveis às medidas selecionadas capazes de contribuir para mitigação do problema.

No quadro abaixo foram relacionadas um conjunto de vinte e seis (26) ações políticas e quarenta e quatro (44) estratégias possíveis. Algumas destas ações são resultantes de pesquisas, debates e fóruns estabelecidos em diferentes frentes e escalas -local, nacional e global (PIRES; CERQUEIRA, 2021).

Quadro 1 – Conjunto de políticas propostas, estratégias e alternativas possíveis

Conjunto de Ações Políticas Propostas e Referências	Estratégias/Alternativas Possíveis e Referências
I. Resistência ao modelo neoliberal de privatização. Cinco, 2016; Bittencourt e Serafini 2016.	01 – Intensificar campanhas “Água como Direito Humano Fundamental”. Cinco, 2016; Oliveira 2016. 02 – Suspender processos de privatização e concessões em curso. Oliveira, 2016; Lowy 2016.
II. Denúncia de problemas com o modelo de concessão e privatização da água. Bittencourt & Serafini	03 – Incentivar acesso às informações sobre privatização da água no mundo. Azpiazu e Castro 2016.

Conjunto de Ações Políticas Propostas e Referências	Estratégias/Alternativas Possíveis e Referências
2016.	
III. Aperfeiçoamento do sistema de outorga hídrica superficial e subterrânea. Carneiro 2016.	04 – Estabelecer procedimentos eficazes e regulares de fiscalização da outorga hídrica. Carneiro 2016.
IV. Transparência dos dados sobre outorga de água. Araújo 2016.	05 – Renovar Comissão Especial sobre o Colapso Hídrico anualmente. Crise Hídrica em Debate (CHD) 2016.
V. Implantação do sistema unificado de outorga na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Carneiro 2016.	06 – Sistematizar dados por meio de planos municipais de tratamento e saneamento da água. Bittencourt e Serafini 2016.
VI. Constituição do Observatório das Águas integrado das BH do Paraíba e Guandu. Crise Hídrica em Debate (CHD) 2016.	07 – Fortalecimento do Observatório das Águas no Rio de Janeiro. Le Strat 2016.
VII. Elaboração de planos de contingências. Carneiro 2016.	08 – Promover a organização de comitês de bacias e grupos de trabalho sob a direção do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), com a participação das Universidades e também da sociedade civil organizada. Proposta nossa. 09 – Executar avaliação da disponibilidade hídrica junto com às projeções de demandas futuras. Branco 2006; Queiroz, 2012; Coutinho 2019.
VIII. Fortalecimento da governança metropolitana aberta da água. Le Strat 2016.	10 – Articular os comitês de bacias, com o poder público e a sociedade civil organizada. Pinto 2010; Castro e Ferreirinha 2012.
IX. Aplicação de instrumentos previstos na lei 9.433/97. Pinto, 2010; Santilli 2001.	11 – Executar a integração da gestão hídrica à gestão ambiental. Faria, Rocha e Gomes 2007; Pizella 2015.
X. Fortalecimento de programas de educação ambiental popular crítica. Crise Hídrica em Debate (CHD) 2016.	12 – Incentivar trabalho de campo científico-pedagógico na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, com a participação das Universidades e também da Sociedade Civil organizada (ONG) e instituições de Ensino Básico. Proposta nossa.

Conjunto de Ações Políticas Propostas e Referências	Estratégias/Alternativas Possíveis e Referências
XI. Promoção de eventos para a participação das comunidades afetadas. Bittencourt e Serafini 2016.	13 – Promover a formação de espaços de diálogo para a comunidade afetada expor seus problemas. Proposta nossa. 14 – Dialogar e capacitar comunidades locais na gestão compartilhada dos recursos hídricos. Bittencourt e Serafini; Lowy 2016.
XII. Implementação de programas de educação e capacitação de recursos humanos para a gestão social de recursos hídricos. Tundsi e Tundsi 2015	15 – Empreender política públicas de educação sobre a gestão dos recursos hídricos com técnicos, gestores e pesquisadores. Young et al. 2015.
XIII. Garantia da prioridade do abastecimento para a população. CHD 2016.	16 – Proteger o sistema de captação de água do Rio Guandu e garantir prioridade para abastecimento da população da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Dertoni et al. 2011; Azpiazu e Castro 2016; Pigeon 2016; Oliveira 2016. 17 – Oferecer acesso a água potável e reduzir tarifas e taxas nas contas de água à população de baixo poder econômico afetada com a falta d'água. Pigeon, 2016; Azpiazu e Castro 2016.
XIV. Redução da demanda hídrica pelos múltiplos usos. Tundsi e Tundsi 2015.	18 – Mobilizar tecnologia avançada para este fim. Tundsi e Tundsi 2015. 19 – Redução de gases do efeito estufa. Melo e Marques 2016; Araújo 2016.
XV. Redução e racionalização dos usos da água na indústria. Carneiro 2016.	20 – Reduzir desperdício de água na rede. Tundsi e Tundsi 2015. 21 – Renovação da infraestrutura com tecnologias mais avançadas. Tundsi e Tundsi 2015. 22 – Investir equipamentos certificados de menor consumo de água. Carneiro 2016 23 – Estabelecer políticas tarifárias proporcionais ao uso. Carneiro 2016.
XVI. Implementação de políticas públicas para o reúso e aproveitamento da água da chuva. Carneiro 2016.	24 – Sistema Azul e Verde da Ecotelhado. Verran 2015. 25 – Sistema Aqualuz purificação e desinfecção por radiação solar. Ver método de Anna Luisa Santos, in Alves 2019.

Conjunto de Ações Políticas Propostas e Referências	Estratégias/Alternativas Possíveis e Referências
XVII. Tratamento dos esgotos despejados in natura nos rios que drenam a Região Metropolitana do Rio de Janeiro e reaproveitamento e reuso de água proveniente do tratamento de esgotos nas Unidades de Tratamento de Esgotos. Carneiro 2016.	<p>26 – Elaborar Relatório de Impacto Ambiental e Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental do rio Guandu (APA Guandu). Dertoni et al. 2011.</p> <p>27 – Elaborar políticas públicas intersetoriais de saneamento ambiental. Dias e Daile Silva; Girota 2016.</p> <p>28 – Restaurar a Mata Ciliar com plantas macrófitas. Julyenne Campos, Denis Roston, Sonia Queiroz 2019.</p> <p>29 – Implantar fossas biodigestoras em domicílios da APA Guandu. Embrapa 2010.</p> <p>30 – Obrigar as indústrias a criar miniestações de tratamento de esgoto em zonas urbanas. Bittencourt e Serafini 2016.</p>
XVIII. Revitalização dos rios das redes hidrográficas dentro das zonas urbanas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Proposta nossa.	<p>31 – Estabelecer padrões para água de reuso e o tratamento de esgotos. Hespanhol 2010.</p> <p>32 – Reutilizar água provenientes do esgoto. Tundsi e Tundsi 2015.</p>
XIX. Democratização de técnicas de abastecimento e conservação da água. Proposta nossa.	33 – Remunicipalizar o sistema urbano de água a partir de uma da gestão compartilhada da água. Pigeon 2015; Bittencourt e Serafini 2016.
XX. Ampliação da Estação de Tratamento de Água do Rio Guandu em 36.000 l/s. Carneiro 2016.	34 – Financiar Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro por meio de impostos e tributos provenientes dos setores industrial e elétrico. Pinto 2010.
XXI. Investimento em novas tecnologias. Tundsi e Tundsi 2015.	<p>35 – Monitorar qualidade da água em tempo real com imagens de satélite. Ogashawara et. Al. 2014.</p> <p>36 – Reflorestar mananciais com espécies nativas. Hupfer, Figueiredo & Tundisi 2013.</p> <p>37 – Restaurar os ecossistemas dos rios. Anelli 2015.</p> <p>38 – Revitalizar parques municipais como mecanismo de reposição de águas. Buckeridge 2015.</p> <p>– Sistematizar dados: saúde humana, qualidade das águas, usos e ocupação do solo. Tundsi e Tundsi 2015.</p>
XXII. Promoção de políticas de reflorestamento alternativo na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu. CHD 2016	39 – Mesclar o reflorestamento de espécies nativas com agroflorestas. Proposta nossa.
XXIII. Revitalização e preservação de pequenos mananciais. Carneiro 2016.	40 – Conservar as áreas de cotas mais altas para revitalizar nascentes. Proposta nossa.
XXIV. Construção de reservatórios em	41 – Promover audiências públicas entre governo e

Conjunto de Ações Políticas Propostas e Referências	Estratégias/Alternativas Possíveis e Referências
afluentes do rio Paraíba do Sul. Carneiro 2016.	sociedade civil, com a participação das Universidades. Le Strat 2016.
XXV. Realização de perfuração de poços, seleção dos equipamentos e execução obras necessárias em consonância com a política estadual de recursos hídricos. Carneiro 2016.	42 – Desenvolver um plano estadual de exploração de águas subterrâneas. Pinto, 2010 e Carneiro 2016.
XXVI. Investimento em projetos para dessalinização da água do mar, utilizando energia solar. Carneiro 2016.	43 – Investir no sistema Aquasolina. Ver método de Anna Luisa Santos, in Alves 2019.

Fonte: PIRES; CERQUEIRA, 2021, p. 22-24.

Esse quadro apresenta um conjunto sistematizado de alternativas e proposições políticas recomendadas por pesquisadores e entidades públicas especialistas. Pode-se citar como exemplo, aquelas encontradas na publicação da Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico e do Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia do Guandu (INEA, 2014c).

No entanto, acredita-se que, sem a participação e o engajamento crítico e criativo da sociedade civil organizada e das instituições públicas educacionais na defesa da natureza e dos mais necessitados, as políticas públicas tendem ao fracasso, principalmente quando essas estão mais voltadas para atender aos interesses privados e mercantis, e não a atender interesses públicos do bem-estar comum.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para superar os problemas de insegurança hídrica da população do Oeste Metropolitano, é necessário que a dinâmica vinculada as atividades de uso e ocupação do solo desenvolvidas no espaço que compreende as redes do Sistema PPG, não comprometam os recursos hídricos das redes de drenagem a ponto de inviabilizarem (qualitativa ou quantitativamente) o abastecimento público metropolitano, sobretudo o residencial.

Seja devido aos usos excessivos de setores agropecuários, industriais, extrativistas. Ou mesmo pelo elevado nível de contaminação por efluentes dos setores mencionados, assim como, das moradias e estabelecimentos comerciais.

O não comprometimento dos recursos ao longo do tempo apenas será possível caso as mudanças no contexto socioambiental consigam:

- a) manter ou ampliar o nível da vazão da rede de drenagem que compõe o PPG;
- b) estabilizar ou melhorar a qualidade da água da rede de drenagem que compõe o PPG;
- c) ampliar e qualificar o sistema de redes técnicas (infraestrutura de dutos);
- d) investir em sistemas tecnológicos e projetos que permitam alternativas para o abastecimento residencial (uso da água da chuva, subterrânea, do mar, baías e de lagoas);
- e) rever as condições legais para o acesso à água da rede de drenagem por residências localizadas em locais sem acesso à rede técnica ou com acessos extremamente irregular.

A partir do trabalho apresentado, foi possível identificar os principais motivos para a reprodução-expansão da Escassez Hidroambiental e, conseqüentemente da insegurança hídrica. Além das causas, significativos movimentos de mudança política e econômica vinculadas à regulação do abastecimento hídrico do Oeste Metropolitano do RJ, foram observados para as considerações a seguir.

Porém, antes de apresentarmos as considerações em formato de questionamentos, reflexões e novas hipóteses, é importante destacar o alcance dos objetivos propostos e as possíveis respostas encontradas para questão central dessa pesquisa.

O objetivo específico identificar causas, relações e consequências dos períodos de crise hídrica no Oeste Metropolitano foi alcançado a partir dos capítulos: Espacialização do funcionamento das redes técnicas e Crise Hídrica: do Rio de Janeiro ao Oeste Metropolitano.

Ambos os capítulos são complementares, onde o anterior busca ilustrar o funcionamento do abastecimento de água transportada pelo Sistema PPG para os municípios do Oeste Metropolitano.

Foi possível exemplificar espacialmente as relações entre redes de drenagens e técnicas, assim como representar o recorte espacial correspondente à questão central da pesquisa.

Principalmente no capítulo seguinte, o dos períodos de Crise Hídrica e suas relações com a expansão da rede técnica de abastecimento atual, destaca-se a cronicidade da insegurança hídrica do Oeste Metropolitano vinculada à expansão urbana-metropolitana e as atividades culturalmente direcionadas pelo município do Rio de Janeiro, sobretudo durante o período como capital federal.

A partir da leitura de ambos os capítulos, torna-se possível compreender a complexidade da situação do abastecimento público no Oeste Metropolitano do RJ, sobretudo o residencial, assim como, os motivos pelos quais se fez necessário realizar a captação de água bruta cada vez mais distante, exemplificado principalmente pela obra de transposição do rio Paraíba do Sul para o Pirai.

A leitura de ambos os capítulos também evidencia como a qualidade da água da rede de drenagem que abastece o Oeste Metropolitano, pode ser influenciada por atividades de uso do solo que possuem riscos de contaminação, principalmente aquelas de grande magnitude e potencial risco de acidente. Como por exemplo o caso citado acúmulo residual na bacia do Paraíba do Sul das atividades da siderúrgica em Volta Redonda.

Nesse sentido, as principais causas dos períodos de crise hídrica elencados no capítulo do tema, estariam ligadas principalmente à relação entre três fatores: médios a longos períodos de estiagens; uso excessivo e poluidor por determinadas atividades; extenso, intenso e histórico desmatamento da Floresta Atlântica.

Os períodos de Crise Hídrica se relacionam com o processo de Escassez Hidroambiental, já que nesses momentos a escassez atinge um maior número de grupos sociais, fazendo com que se evidencie mais, e assim, seja dada maior atenção por parte do Estado. A leitura de ambos os capítulos também evidencia intensas disputas envolvendo os diferentes usuários de água.

Essas disputas são observadas por exemplo entre os usuários do setor hidroelétrico e

do setor de abastecimento hídrico metropolitano. No caso do recorte espacial analisado, fica ilustrada a regulação de boa parte dos recursos hídricos do Sistema PPG por represas ou reservatórios de hidroelétricas.

A relação entre regulação hídrica e produção energética é muito estreita na região estudada. Em extensos períodos de estiagem, além da concorrência pela água, há falta de energia, racionamento, apagões, dentre outros problemas de abastecimento elétrico no Oeste Metropolitano ao mesmo tempo.

A produção de reservatórios pode representar uma das maiores “perdas” de água doce para o meio, já que não é garantido que o volume evaporado será repostado em forma de chuva. Além desse impacto, ainda existem problemas de assoreamento e relacionados à contaminação das águas por atividades produtivas, sejam agropecuárias, industriais ou urbanas.

A Escassez Hidroambiental está, portanto, demonstrada. A lógica, assim como a forma que o modelo de desenvolvimento metropolitano do Rio de Janeiro se relaciona com a questão hídrica fluvial, indica para diversas atividades produtivas transformadoras do espaço, capazes de intensificar os períodos de Crise Hídrica e a escassez em instâncias, dimensões e níveis alarmantes.

No entanto, existem outros exemplos não muito evidentes como esse, mas que merecem atenção, como é o caso dos múltiplos usuários urbanos, ou seja, aqueles que competem diretamente com o abastecimento residencial. Em geral essa referência se dá à determinados setores da pequena indústrias, atividades comerciais, equipamentos de uso coletivo, grandes complexos infraestruturais, distritos industriais, entre outros.

Sobre as consequências dos períodos de Crise Hídrica demonstrados no capítulo com destaque para esse tema, pode-se mencionar três situações. O primeiro e mais significativo desdobramento, foi o movimento de concessão à iniciativa privada de parte da estrutura responsável pelo abastecimento de água do Oeste Metropolitano.

O segundo está no crescente risco de comprometimento das redes (drenagem e técnicas) que compõe o Sistema PPG, já que a tendência para a região estratégica do abastecimento de água é de aumento da demanda (seja por terem cidadãos ainda sem acesso regular ou pela intensificação de atividades metropolitanas e industriais). Essa consequência, caso perpetue, pode ser uma das causas de futuros períodos de crise hídrica, assim como da intensificação da escassez.

A terceira situação é a manutenção da própria Escassez Hidroambiental e da Insegurança Hídrica no Oeste Metropolitano. Ou seja, a existência dos períodos de Crise

Hídrica, além de escancarar a existência dos problemas relacionados ao abastecimento de água tratada, também serve para lembrar a não resolução nem mitigação da questão problemática.

Por fim, a partir da leitura de ambos os capítulos mencionados, também foi possível confirmar uma outra questão da hipótese clássica da pesquisa. A escassez hidrossocial causada pela lógica regulatória da distribuição de água tratada pela rede técnica do Sistema PPG, é produzida devido ao intenso uso da rede de drenagem, para atender múltiplos usos de atividades estabelecidas na RMRJ, principalmente nos períodos de Crise Hídrica.

Os capítulos referentes à Crise Hídrica e a Escassez Hidroambiental, não são conectados como explicado acima, no entanto possuem relação e por isso devem ser compreendidos como complementares também.

Para demonstrar as relações entre as crises hídricas, o processo de escassez e os múltiplos usos da água das redes de drenagem dos sistemas abastecedores, é fundamental que os reais motivos geradores dos últimos dois períodos de Crise Hídrica do Oeste Metropolitano sejam compreendidos, e o final do capítulo das crises fundamenta e destaca as questões mais fundamentais para suas ocorrências.

No entanto, apenas é possível entender a relação entre escassez, crises hídricas e o acúmulo de múltiplos usos historicamente, com a leitura do capítulo referente à Escassez Hidroambiental.

As Crises hídricas sempre estarão associadas à Escassez Hidrossocial e possivelmente também estarão ligadas à pelo menos algum aspecto que envolva a ideia da Escassez Hidroambiental. Uma noção mais aprofundada sobre as diferenças conceituais dos processos de escassez e sobre a dimensão dos impactos vinculados as atividades antrópicas e seus inúmeros usos das águas fluviais, somente serão compreendidas com a leitura do capítulo quatro.

Vale destacar que, até o início do capítulo das variáveis, na grande maioria das vezes o conceito de Escassez Hidrossocial (BRITTO; FORMIGA-JOHNSSON; CARNEIRO, 2016) foi utilizado. Entende-se que esse conceito abrange todos os indivíduos humanos que vivenciam a falta de água tratada em suas residências e/ou atividades cotidianas (seja pela ausência da rede técnica ou pela irregularidade do fornecimento).

Portanto, quando este conceito é utilizado, a ideia é se referir aos grupos sociais que vivenciam a falta d'água. Quando se utiliza o termo Escassez Hidroambiental, o que está sendo referenciado, é o contexto histórico dos grupos sociais mencionados acima, e os possíveis desequilíbrios em dimensões escalares mais amplas.

Em períodos de Crise Hídrica, principalmente nas causadas por grandes períodos de estiagem, a Escassez Hidroambiental é notada, seja pela brusca diminuição das vazões, seja na desconfiança sobre o tratamento da água contaminada, seja pela queda na reprodução ou mesmo extinção de determinada espécie.

Este capítulo também fundamenta o objetivo de analisar a relação entre o crescimento de atividades produtivas e comerciais, com a escassez hidroambiental a partir das proporções nos usos e consumos da água.

O quantitativo desproporcional (em relação ao uso dos usuários domésticos) utilizado por determinados setores e estruturas como a influência do acúmulo histórico de desmatamento, impactos negativos relacionados ao assoreamento das redes de drenagem, as perdas por furtos ou vazamentos, o uso massivo de água por algumas atividades agropecuárias, industriais e mineradoras, assim como, alto nível de consumo diário ou frequente de equipamentos de uso coletivo, grandes edifícios, distritos industriais e comerciais.

A partir deste capítulo permite-se entender que, desde o período colonial, a lógica de uso da água na região do atual Oeste Metropolitano RJ, se dividiu em dois eixos principais, o abastecimento humano/residencial e o das atividades produtivas. Na rede de drenagem do sistema PPG, as medidas tomadas não contribuem para manutenção da rede de drenagem, nem da qualidade da água, tampouco priorizar o abastecimento residencial, sobretudo os que ainda não possuem acesso à nenhuma rede técnica.

Após pelo menos três séculos de ocupação colonial, sem haver legislações sobre impactos ambientais, ideia da importância dos serviços ecológicos ou muita noção sobre o equilíbrio do ciclo hidrológico na Mata Atlântica do sudeste brasileiro, o uso da água fluvial e subterrânea foi indiscriminado e provavelmente não calculável. Apesar das legislações ambientais recentes, elas não são eficazes na falta de fiscalização e sofrem alterações consideradas retrógradas (novo código florestal).

O fato da provisão de água potável continuar concentrada nas redes do Sistema PPG em uma lógica baseada no histórico colonial, com a demanda sempre crescente, é de se esperar que os problemas não sejam superados, pelo menos em breve.

Além disso, demonstrar a relação entre a escassez e os conflitos entre múltiplos usuários de água se mostra fundamental para resolução do problema. Atividades altamente consumidoras de água ou mesmo intensamente impactantes para o ciclo hidrológico se mantiveram (caso do desmatamento por exemplo).

As que não se mantiveram, ou foram substituídas por outras atividades do mesmo

setor ou por outro, demandadores intensos de água da rede de drenagem ou mesmo das redes técnicas de abastecimento.

Além disso, há o contínuo crescimento da malha urbana metropolitana, fato que evidencia a multiplicação de atividades consumidoras de água já existentes ou mesmo a chegada de novas.

Ter uma noção de que pode haver desequilíbrios no balanço hídrico das Sub-bacias da Baía de Sepetiba, devido ao acúmulo de impactos ambientais causados pelo desenvolvimento de atividades produtivas do passado colonial até os dias atuais, é imprescindível para o alcance do objetivo mencionado a pouco. As relações entre períodos de Crise Hídrica e o uso dos múltiplos usuários já havia sido abordada e, neste capítulo mencionado, pode ser melhor compreendida ainda, principalmente na parte das variáveis cinco e seis.

Cada variável destacada no capítulo ajuda na compreensão das relações entre os conceitos e situações do problema de abastecimento hídrico do Oeste Metropolitano, mesmo que possuam diferentes escalas espaciais e temporais, assim como magnitudes.

Por fim, este capítulo também sustenta a questão da hipótese clássica de que a Escassez Hidroambiental - no que se refere a alterações no ciclo hidrológico e, principalmente o balanço hídrico da rede de drenagem das Sub-bacias da Baía de Sepetiba - é produzida socialmente, assim como a Hidrossocial.

O estudo não permitiu determinar níveis de alteração dos aspectos ambientais mencionados ao longo do tempo desde a colonização, nem localizar espacialmente com precisão as atividades produtivas do contexto histórico regional mencionadas nas primeiras variáveis do capítulo da Escassez Hidroambiental.

Como não é possível saber os níveis de vazão médio das series históricas do Paraíba do Sul, Piraí, Guandu, dentre outros canais importante da rede de drenagem estudada, se torna muito difícil comprovar essa hipótese, principalmente com métodos da Geografia Humana.

Mesmo que o objetivo não fosse provar essa hipótese e sim trazer a possibilidade do debate a partir de uma análise geográfica, é no mínimo aceitável que tal possibilidade deva ser considerada, principalmente para os projetos e movimentos criados com a tentativa de resolver os problemas relacionados à Escassez e períodos de Crise Hídrica.

Pode-se citar os diversos tipos de poluição, a alteração do regime pluvial, a melhor distribuição da água tratada entre os múltiplos setores usuários, assim como, a dependência energética do setor hidroelétrico e dependência hídrica do Sistema PPG do Oeste

Metropolitano.

Ou seja, caso o acúmulo histórico de determinadas atividades antrópicas de grande magnitude, desenvolvidas a partir do período colonial, imperial ou republicano, tenham afetado a dinâmica do ciclo hidrológico na região estudada, sobretudo no que se refere ao balanço hídrico das redes de drenagem intensamente utilizadas, é cabível considerar que não apenas os grupos sociais estejam sentindo a escassez na dimensão hídrica, mas todo o sistema componente da biosfera da região estudada.

Mesmo que não seja o objetivo precisar quantitativamente a hipótese, o capítulo demonstra a partir de uma fundamentação teórica robusta, a grande possibilidade da Escassez Hidroambiental ter sido produzida socialmente, mesmo que não intencionalmente.

O capítulo cinco está voltado ao alcance dos objetivos: demonstrar cenários ambientais futuros em relação à tendência de desenvolvimento do uso e ocupação do solo das Sub-bacias Hidrográficas da Baía de Sepetiba; apresentar medidas (políticas públicas) e estratégias para o enfrentamento dos processos de escassez relacionados às crises hídricas, os riscos e as vulnerabilidades vinculadas.

Os subcapítulos dos mapas e modelos de tendência relacionados aos cenários ambientais futuros foi realizado em um período histórico mais curto e mais recente que os períodos históricos abordados nos capítulos anteriores. Pode-se pensar que não haja relação entre os capítulos iniciais e o capítulo final.

Porém esta ideia é equivocada pois, por mais que as escalas temporais e espaciais das abordagens dos capítulos iniciais e desse sejam diferentes, os resultados obtidos com as análises espaciais a partir da metodologia de cenários, possibilitou ilustrar (guardada as devidas proporções) e confirmar o processo de ampliação da RMRJ na direção oeste.

Tendência que ocorreu historicamente e está totalmente associada à busca de pontos de captação para o abastecimento público cada vez mais distante dos núcleos urbanos propulsores do desenvolvimento metropolitano.

O início do capítulo referente aos resultados, demonstra como os processos de desmatamento e expansão urbana do Oeste Metropolitano ocorreram de maneira intensa e significativa entre os anos 2003 e 2017. Nesse período, dois importantes momentos de Crise Hídrica assolaram o recorte espacial da pesquisa. Três anos após, em 2020, outro período de crise no abastecimento público significativo ocorreu.

Ou seja, as transições entre classes de uso e ocupação do solo entre 2003 e 2017 refletem um padrão de transformação histórico que, em teoria, possui relação direta com os problemas relacionados a questões qualitativas e quantitativa das águas de redes de

drenagem utilizadas.

Até mesmo por isso, as projeções descritas que foram baseadas nos modelos de tendências e no contexto histórico da região, apontam para um futuro próximo mais provável de intensificação das formas que a escassez e os períodos de crise hídrica se apresentam.

Nesse sentido, além de diagnosticar os principais motivos, causas, variáveis da escassez, assim como as formas como ela se apresenta, é importante que medidas sejam tomadas para que o cenário tendencial mais provável – o de agravamento das formas de escassez no Oeste Metropolitano – não se concretizem, nem se tornem mais comuns, intensos, frequentes e permanentes.

Por isso, o último subcapítulo alcançou o último objetivo específico principalmente. As inúmeras possibilidades mitigadoras recomendadas disponíveis na sistematização da tabela de medidas e estratégias alternativas para superar os desafios do abastecimento público do Oeste Metropolitano, podem ser organizadas a partir de políticas públicas e/ou projetos articulados pelos municípios envolvidos, estado do Rio de Janeiro e demais entidades interessadas em contribuir.

Muitas das medidas ou estratégias mitigadoras podem ser aplicadas de acordo com as áreas destacadas pelos modelos de tendência como mais prováveis de ocorrerem transformações significativa dos usos do solo.

Identificar pontos estratégicos para realizar técnicas de reflorestamento em áreas que tendem a deixar de ser solo exposto para um uso urbano (principalmente em área propícias às matas ciliares), é um exemplo de como poder trabalhar de maneira integrada os resultados de ambos os subcapítulos do capítulo final.

A insegurança hídrica e a escassez hidroambiental estão longe de serem superadas no recorte espacial. Ainda existem variáveis mais recentes que podem agravar a situação do abastecimento e intensificar os quadros de insegurança e escassez.

Observam-se movimentos políticos e econômicos na tentativa de mitigar os problemas ligados ao abastecimento de água tratada, porém, devido ao observado, as tentativas não estão sendo eficientes.

Pode-se citar o exemplo do notório aumento tarifário da conta de água no município do Rio de Janeiro nos últimos anos. Além disso, há um lento avanço para criação de novas ETAs ou mesmos ampliação dos sistemas de esgotamento sanitário. Também não é observado maior fiscalização sobre as atividades de uso e ocupação do solo que mais utilizam e/ou degradam a rede de drenagem do sistema PPG.

De acordo com o exposto, pretende-se apresentar questões a partir de reflexões

emergidas pela confecção da pesquisa, assim como do denso referencial teórico apresentado.

Essas reflexões geraram novas perguntas sobre o recorte espacial e resultados concretos. Estes se dividem em estratégias e/ou medidas alternativas para mitigação do complexo problema da escassez hidroambiental e os sintomáticos períodos de crise hídrica.

A perda de qualidade pela poluição das águas fluviais está associada aos avanços das atividades ligadas ao desenvolvimento urbano-industrial e econômico-social, cada vez mais para o interior.

Isso contribuiu também, para que a imensa maioria dos canais fluviais do estado possuam algum tipo de comprometimento quanto ao volume e/ou potabilidade de suas águas. Principalmente aqueles localizados em áreas onde ocorreram todas as atividades produtivas agropecuárias e hoje são grandes adensamentos urbanos.

Tal realidade dificulta uma das medidas alternativas sobre a criação de pontos de captação e tratamento da água alternativos, localizados no espaço que compreende o Oeste Metropolitano.

A continuação dos crônicos problemas ligados à produção da Escassez Hidroambiental e dos períodos de Crise Hídrica, podem resultar em uma séria limitação para o próprio desenvolvimento econômico-social do estado do Rio de Janeiro, implicando em riscos de colapso no sistema de abastecimento de água tratada do Oeste Metropolitano e drásticas perdas econômicas.

A questão é, se a tendência for manter as atividades industriais atuais, ou mesmo ampliar a produção e número de estruturas que demandem grandes volumes hídricos sem que haja planejamento e gestão com estratégias alternativas sobre o uso e a conservação da água e da terra, a probabilidade de ocorrerem novos contextos semelhantes aos períodos mencionados, sobretudo a última crise hídrica abordada, é notório.

Assim, entende-se que além de se tornar um macroprocesso cada vez mais complexo, a escassez hidroambiental tende a avançar sobre o oeste metropolitano, sobretudo nas áreas residenciais periféricas. No entanto, é possível que comece a afetar áreas antes não afetadas.

É evidente não ser possível neste trabalho estimar com precisão o impacto quantitativo e qualitativo das diversas atividades históricas pelo uso das águas da rede de drenagem nas Regiões Hidrográficas estudadas.

A cada momento histórico os usos e ocupações são transformados, a agropecuária se intensifica, o desenvolvimento urbano-industrial se expande e, nas atividades de ambos os setores, existem deslocamentos entre Bacias e Regiões Hidrográficas.

Devido à essa dificuldade, o que interessa aqui, é demonstrar a discrepância no uso da água entre tipos de ocupações diversas, ao ponto de refletir sobre a real participação do abastecimento residencial e de espaços públicos, no total de água consumida pelas atividades urbanas do abastecimento público metropolitano. Assim como, na comparação a outros múltiplos usos da água.

Os sujeitos que experimentam cotidianamente a escassez de água no oeste metropolitano, são aqueles que não possuem em suas residências acesso à rede técnica de abastecimento coletivo ou mesmo, que tenha acesso mas com irregularidades no fornecimento. Além destes, há os sujeitos sem residências pois, mesmo em locais públicos como praças, passeios, campos e parques, o acesso à água potável não é garantido.

As pessoas que residem em locais com índices de urbanização e densidades demográficas altas, próximas à córregos, riachos, valas, e demais componentes da rede de drenagem. Elas não podem acessar a água desses corpos por alguns fatores.

O primeiro está ligado ao nível de poluição e contaminação das águas, já que histórica e culturalmente no Brasil os rios foram utilizados como descarga de tudo que é tipo de resíduo sem tratamento adequado, sobretudo os esgotamentos sanitários residenciais, comerciais e industriais. Além disso, existem os acúmulos de atividades, usos e ocupações passadas, o que geralmente implica em diminuir a disponibilidade e potabilidade da água.

Outro aspecto que dificulta o acesso à água dos rios no espaço urbano metropolitano do Brasil, sobretudo no Rio de Janeiro é a legislação. Devido a experiências dramáticas com as crises hídricas do passado e as fortes influências ambientalistas na cidade, as captações de água fluvial ou subterrânea necessitam de outorga.

Nas Unidades de Conservação do município do Rio de Janeiro, não são permitidas quaisquer tipos de captação, justamente para garantir que a conservação dos recursos hídricos da rede de drenagem que garante as vazões dos canais de médio e baixo curso dos rios que percorrem a malha urbana ou rural metropolitana.

Os usuários e/ou consumidores que possuem acesso à rede técnica regular de abastecimento, a depender da atividade, terão problemas de acesso à água tratada em períodos de crise hídrica, principalmente as residências, ainda mais as periféricas. A intensidade e o tempo que estes irão experimentar a momentos da escassez irá variar de acordo com, a localização geográfica, o contexto de cada período de crise e da disponibilidade/qualidade da água ofertada pela rede de distribuição.

A ideia aqui é demonstrar como a relação entre fenômenos e processos de escala inferior, causam os períodos de crise hídrica e as situações-tipo de escassez enfrentadas por

diferentes grupos sociais. Ao mesmo tempo, a expansão da escassez também pode se tornar consequência dos períodos de crise hídrica, afetada diretamente por distúrbios em mananciais ou redes técnicas de captação, tratamento e distribuição.

A crescente pressão sobre os recursos hídricos é uma questão de grande relevância para a compreensão do atual contexto. A elevação do nível de vida da população vem, com efeito, acompanhada pelo aumento do uso per capita de água (CINCO, 2016). Mesmo que a população do Oeste Metropolitano se estabilize ou decresça, isso não quer dizer que o consumo de água da rede técnica irá diminuir.

A privatização não possibilita ganho econômico para os municípios nem para o estado, já que eles não terão atribuição de distribuição e cobrança sobre a água. A única garantia que os moradores do Oeste Metropolitano possuem, até o momento, é a esperança baseada em promessas registradas em audiência pública virtual com a empresa Águas do Rio, de terem seus problemas de abastecimento de água e saneamento sanados.

Essa situação evidencia as influências perversas da lógica neoliberal dos interesses econômicos presentes na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Essas influências mercantilistas, no contexto do fornecimento da água na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, estão sendo alimentadas pelo setor industrial de commodities, principalmente os presentes na Região Hidrográfica da Baía de Sepetiba.

Assim, entende-se que o poder público não se constitui como o principal condutor do projeto desenvolvimentista do território do estado, ou seja, será que as instituições que atuam sob seu comando conseguirão atender as demandas e os desafios que as cidades no futuro exigirão?

Por fim, o principal motivo considerado como mantenedor da Escassez Ambiental, é a lógica por traz do uso da água, sobretudo no setores industrial e comercial, sejam do Estado sejam da iniciativa privada. Os rios e as florestas não deveriam ser tratados como mercadorias, mas sim como bens essenciais à preservação de nossa frágil condição humana e do desenvolvimento econômico imposto socialmente.

Para finalizar o texto até aqui, algumas outras questões ficam:

1. Qual será o limite de saturação para tratamento da água poluída que abastece a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, ou seja, até que ponto será possível tratá-la?
2. Caso a transposição do Paraíba do Sul cesse ou diminua substancialmente o fornecimento de água para o rio Guandu, como será

realizado o abastecimento hídrico da do oeste da Região Metropolitana do Rio de Janeiro?

3. Caso diminua o volume hídrico transposto, quais atores sociais serão os prejudicados pela escassez hídrica na Região Metropolitana do Rio de Janeiro?
4. Quais áreas e setores serão priorizados para receber o serviço de abastecimento público?
5. Como a concessão da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro, irá lidar com as consequências de um possível colapso hídrico do abastecimento público da Região Metropolitana do Rio de Janeiro?

As reflexões e indagações elencadas acima se desdobraram em outras questões hipotéticas. Tanto as novas questões acima quanto outras questões hipotéticas, são questionamentos capazes de guiar novas pesquisas em temáticas trabalhadas nesta pesquisa. Espera-se que os elementos registrados aqui sirvam como base para novos aprofundamentos a fim de responder as perguntas ainda sem respostas.

Por que em momentos de crise hídrica no oeste metropolitano (RJ) o abastecimento doméstico é um dos primeiros afetados quando há menor volume de água nos mananciais, já que é uma atividade prioritária?

Por que ainda existem inúmeras residências e indivíduos sem acesso (total ou regular) a água potável ou à rede geral de abastecimento já que tecnologia para a universalização e volumes tratados suficientes existem?

Por que a tendência é o número de pessoas na condição da pergunta anterior aumentar se a quantidade de água produzida e tratada pelo sistema Guandu é volumosa e está em fase de ampliação?

Por que as políticas de conservação dos mananciais que abastecem o Guandu não são eficazes em melhorar a qualidade das águas dos canais fluviais?

Por que incentivam o aumento de que processos industriais, ocupações urbanas sem infraestrutura adequada e práticas extrativistas intensas nas Bacias Hidrográficas estudadas, já que estes aspectos agravam a situação?

O que acontecerá em caso de colapso do Sistema PPG ou mesmo parte dele? Como os domicílios, empresas, indústrias, agricultura e dessedentação animal/vegetal irão ser abastecidos neste contexto?

Quem controlará a distribuição da água das redes do sistema PPG, se se tornarem cada vez menos volumosas?

As crises hídricas tendem a tornar-se mais frequentes ou agudas para a população que possui acesso regular?

Os cidadãos que não possuem acesso à água potável pela rede técnica de abastecimento continuarão nesse estado?

A recuperação de mananciais e redes de drenagem degradados historicamente é viável?

Quais são as estratégias atuais para conservação das águas dos mananciais principais de abastecimento?

Até quando a Escassez Hidroambiental poderá ser lucrativa para setores privados, já que uma brusca queda do volume hídrico das redes de drenagem por um longo período compromete inúmeras operações industriais, residenciais e comerciais?

REFERÊNCIAS

ABREU, Maurício de Almeida. **Evolução urbana do Rio de Janeiro**. 2. ed. Rio de Janeiro: IPLANRIO: Zahar, 1988.

ABREU, Maurício de Almeida. Um quebra-cabeça (quase) resolvido: os engenhos da capitania do Rio de Janeiro - séculos XVI e XVII. **Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Barcelona, v. 10, n. 218(32), ago. 2006. Disponível em: <<https://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-218-32.htm>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

AB'SABER, Aziz Nacib. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, v. 18, p. 1-23, 1969.

ACOSTA, Alberto. **O bem viver**: uma oportunidade para imaginar outros mundos. São Paulo: Elefante, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Brasil**: abastecimento urbano de água: resultados por estado: volume 2. Brasília, DF: ANA, 2010. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/154>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A história do uso da água no Brasil**: do descobrimento ao século XX. Brasília, DF: ANA, 2007a. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20220609125714/http://historiadaagua.ana.gov.br/livro_historia_agua.pdf>. Acesso em: 16 maio 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim**: relatório síntese. Brasília, DF: ANA, 2007b. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2007/PlanoEstrategicoRHGuanduRelatorio Sintese.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Resolução nº 211, de 26 de maio de 2003**. Dispõe sobre as regras a serem adotadas para a operação do sistema hidráulico do Rio Paraíba do Sul, que compreende, além dos reservatórios localizados na bacia, também as estruturas de transposição das águas do Rio Paraíba do Sul para o sistema Guandu. Brasília, DF: ANA, 2003. Disponível em: <<https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-ANA/2003/Resolucao-ANA-211.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

AGEVAP. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu da Guarda e Guandu Mirim**: diagnóstico: tomo II. Resende: AGEVAP, 2017. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20220320221438/http://sigaceivap.org.br:8080/publicacoesArquivos/guandu/arq_pubMidia_Processo_063-2013_P2TOMOII.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2022.

AGEVAP. **Relatório sobre a situação da Bacia**: 2011-2012: Região Hidrográfica II - Guandu. Resende: AGEVAP, 2012. Disponível em: <<https://www.comiteguandu.org.br/downloads/Relatorio%20de%20Situacao%20-%20Guandu.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

ÁGUA. **Embrapa**. Brasília, DF, [2017?]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/contando-ciencia/agua/-/asset_publisher/EljjNRSeHvoC/content/consumo-de-agua-para-producao-de-um-produto/1355746?inheritRedirect=false#:~:text=Pegada%20h%C3%ADdrica%20da%20carne&text=A%20m%C3%A9dia%20global%20da%20pegada,carne%20bovina%20de%20v%C3%A1rios%20lugares>. Acesso em: 12 abr. 2023.

ÁGUA já é negociada como commodity na bolsa de Wall Street. **Ag Evolution**. São Paulo, 18 dez. 2020. Disponível em: <<https://agevolution.canalrural.com.br/agua-ja-e-negociada-como-commodity-na-bolsa-de-wall-street/>>. Acesso em: 7 out. 2023.

AGUIAR, Maura Andreia da Silva. **Sustentabilidade no uso de água para rega em estruturas desportivas**: Estádio da Luz-Sport Lisboa e Benfica. 2012. 139f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, 2012. Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/4250>>. Acesso em: 27 mar. 2023.

ALMEIDA, Vinicius Nóbile de. Saiba tudo sobre hierarquia de processos e aprenda a estruturar seu portfólio. **Euax**. Joinville, 22 fev. 2021 [atualizado em 2 set. 2024]. Disponível em: <<https://www.euax.com.br/2021/02/hierarquia-de-processos/>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

ALVES, Joaquim. **História das secas**: (século XVII a XIX): edição especial para o acervo virtual Oswaldo Lamartine de Faria. [S. l: s. n], 2018. Disponível em: <<https://colecaomosoroense.org.br/site/wp-content/uploads/2018/07/HIST%C3%93RIA-DAS-SECAS.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

ALVES, Raoni; LOUREIRO, Cláudia. Rio e mais 8 cidades da Região Metropolitana 'encolheram' em população, aponta Censo. **G1**. Rio de Janeiro, 28 jun. 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2023/06/28/rio-e-mais-8-cidades-da-regiao-metropolitana-encolheram-em-populacao-aponta-censo.ghtml>>. Acesso em: 21 ago. 2023.

ANELLI, Renato Luiz Sobral. Uma nova Cidade para as águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 69-84, 2015. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000200005>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/gShfN6d3jcT7xvPB9YHQ7Xv/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

AQUEDUTO da Carioca. WIKIPEDIA: the free encyclopedia. [San Francisco, CA: Wikimedia Foundation, 2023]. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Aqueduto_da_Carioca>. Acesso em: 10 jun. 2023.

ARAÚJO, Alexandre. Mudanças climáticas e água: de crise ao colapso. In: RIO DE JANEIRO (Município). Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico. **Crise hídrica em debate**: reflexões a partir do Seminário Internacional 2015. Rio de Janeiro: NPC, 2016. p. 63-70. Disponível em: <https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa>. Acesso em: 23 mar. 2022.

ARRAES, Julia. Relatório aponta atraso do Governo do RJ para a privatização da Cedae. **G1**. Rio de Janeiro, 4 jan. 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2020/01/04/relatorio-aponta-atraso-do-governo-do-rj-para-a-privatizacao-da-cedae.ghtml>>. Acesso em: 7 out. 2023.

ÁVILA, EDMILSON. Estimativa do IBGE mostra que RJ tem 17.463.349 habitantes. **G1**. Rio de Janeiro, 27 ago. 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2021/08/27/estimativa-do-ibge-mostra-que-rj-tem-17463349-habitantes.ghml>>. Acesso em: 15 ago. 2023.

AVILEZ, Alberto Mario Arroyo et al. Necessidade hídrica da cana-de-açúcar no Noroeste Paulista. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 171-188, 2018. Edição especial. Disponível em: <https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/necessidade_hidrica_cana_np.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

AZEVEDO, Helsio Amiro Motany de Albuquerque; BARBOSA, Raimundo Pereira. Gestão de recursos hídricos no Distrito Federal: uma análise da gestão dos Comitês de Bacia Hidrográfica. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 5, n. 13, p. 162- 182, mar. 2011. DOI: <<https://doi.org/10.5216/ag.v5i1.13830>>. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/index.php/atelie/article/view/13830>>. Acesso em: 3 jan. 2023.

AZPIAZU, Daniel; CASTRO, José. Esteban. Águas públicas: lições de Buenos Aires. In: RIO DE JANEIRO (Município). Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico. **Crise hídrica em debate**: reflexões a partir do Seminário Internacional 2015. Rio de Janeiro: NPC, 2016. p. 175-194. Disponível em: <https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa>. Acesso em: 23 mar. 2022.

BACIA do rio Paraíba do Sul. **Agência Nacional de Águas**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20160205051137/http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/otorgaefiscalizacao/RioParaibadoSul.aspx>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

BALBINOT, Rafaelo et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência**, Guarapuava, v. 4, n. 1, p. 131-149, jan./abr. 2008. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/294/1892>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

BARBOSA, Ana Paula. **Comparação de métodos de classificação de imagens, visando o gerenciamento de áreas citrícolas**. 2009. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/a7dd87d2-4edd-489c-afe9-9d3ea51762a5/content>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BARBOSA, Vanessa. Maior parque aquático do Rio é interditado por pirataria de água. **Exame**. São Paulo, 3 out. 2011. Disponível em: <<https://exame.com/mundo/maior-parque-aquatico-do-rio-e-interditado-por-pirataria-de-agua/>>. Acesso em: 20 set. 2023.

BARRETO, Guilherme. O processo de industrialização do Rio de Janeiro no oitocentos: um breve estudo (1808-1907). **Revista Cantareira**, Niterói, n. 29, jul./dez. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.uff.br/cantareira/article/view/30767/17873>>. Acesso em: 21 jan. 2023.

BATISTA, Ludmila Vianna et al. Influência das águas subterrâneas na manutenção da vazão do rio em área de recarga do Sistema Aquífero Guarani (SAG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 20., 2018, Campinas. **Anais [...]**. São Paulo: ABAS, 2018. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29410>>. Acesso em: 25 jan. 2023.

BELLUZZO, Luiz Gonzaga; GALÍPOLO, Gabriel. **A escassez na abundância capitalista**. São Paulo: Contracorrente, 2019.

BENCHIMOL, Jaime Larry. **Pereira Passos: um Haussmann tropical: a renovação urbana da cidade do Rio de Janeiro no início do século XX**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, Departamento Geral de Documentação e Informação Cultural, Divisão de Editoração, 1992. Disponível em: <http://www0.rio.rj.gov.br/arquivo/pdf/biblioteca_carioca_pdf/pereira_passos_haussmann_carioca.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2023.

BITTENCOURT, Carlos; SERAFINI, Flavio. A crise não é da água, mas da sociedade: breve análise sobre a situação do Rio de Janeiro. In: RIO DE JANEIRO (Município). Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico. **Crise hídrica em debate: reflexões a partir do Seminário Internacional 2015**. Rio de Janeiro: NPC, 2016. p. 83-92. Disponível em: <https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa>. Acesso em: 23 mar. 2022.

BOËCHAT, Neide Coelho. **História e escassez em Sartre: uma abordagem do fenômeno da escassez e as possibilidades de construção de uma moral histórica**. 2008. 298f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

BRAGA, Benedito. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRANCO, Otavio Eurico de Aquino. **Avaliação da disponibilidade hídrica: conceitos e aplicabilidade**. [S. l.: s. n.], 2006. Disponível em: <<https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/04/Disponibilidade-H%c3%addrica.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2020.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 135, n. 6, p. 470-474, 9 jan. 1997. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=09/01/1997&jornal=1&pagina=4&totalArquivos=64>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Código Civil. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 8, p. 1-74, 11 jan. 2002. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: : 20 jan. 2023.

BRASIL. **Projeto de Lei do Senado nº 495, de 2017**. Altera a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, para introduzir os mercados de água como instrumento destinado a promover alocação mais eficiente dos recursos hídricos. Brasília, DF: Senado Federal, 2017. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/131906>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

BRITTO, Ana Lucia Nogueira de Paiva; FORMIGA-JHONSSON, Rosa Maria; CARNEIRO, Paulo Roberto Ferreira. Abastecimento público e escassez hidrossocial na metrópole do Rio de Janeiro. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 185-208, jan./mar. 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC150159R1V1912016>>. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/asoc/v19n1/pt_1809-4422-asoc-19-01-00183.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.

BRITTO, Ana Lucia Nogueira de Paiva; QUINTSLR, Suyá. Redes técnicas de abastecimento de água no Rio de Janeiro: história e dependência de trajetória. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, Rio Grande, v. 9, n. 18, p. 137-162, dez. 2017. DOI: <<https://doi.org/10.14295/rbhcs.v9i18.441>>. Disponível em: <<https://periodicos.furg.br/rbhcs/article/view/10748/pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

BUCKERIDGE, Marcos. Árvores urbanas em São Paulo: planejamento, economia e água. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 85-101, 2015. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000200006>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/dT7wSH4wQN9rFrTZQBvmbTt/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

CABRAL, Diogo de Carvalho. Águas passadas: sociedade e natureza no Rio de Janeiro oitocentista. **RA'EGA: O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 23, p. 159-190, 2011. DOI: <<https://doi.org/10.5380/raega.v23i0.24836>>. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/24836/16640>>. Acesso em: 10 jan. 2023]

CALMON, João Luiz; BASTOS, Celso Silva. Conservação de água em shopping centers: análise das percepções dos atores envolvidos nos projetos e gestão, com o uso do processo de hierarquia analítica. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 557-565, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1413-415220190149>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/5LHPBRQfNf6Mvy4m8ZPYYpx/>>. Acesso em: 20 jan. 2023].

CAMPOS, Julyenne. M.; ROSTON, Denis. M. ; QUEIROZ, Sônia. C. N. Desenvolvimento e validação de método para determinação de bisfenol A e etinilestradiol em aguapé e mini-papiro provenientes de *wetlands* construídas. **Química Nova**, Campinas, v. 42, n. 8 p. 920-927, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170402>>. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422019004800920&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 20 abr. 2020.

CANO, Wilson. **Desequilíbrios regionais e concentração industrial no Brasil: 1930-1970**. 3. ed. São Paulo: Unesp, 2007. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=_ahbX3panwIC&oi=fnd&pg=PA9&dq=+Desequil%20C3%ADbrios+regionais+e+concentra%20C3%A7%20C3%A3o+industrial+no+Brasil+1930-+1970&ots=EHhf53L4hx&sig=4ta0riiPd6-s2GKxUJw4yBfgOHY#v=onepage&q=Desequil%20C3%ADbrios%20regionais%20e%20concentra%20C3%A7%20C3%A3o%20industrial%20no%20Brasil%201930-201970&f=false>. Acesso em: 19 dez. 2022.

CARMO, Roberto Luiz do et al. Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande "exportador" de água. **Ambiente & sociedade**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 83-96, 2007. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200006>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asoc/a/NvzFvhH57HQWjMKMKZLm4ph/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 5 jan. 2023.

CARNEIRO, Paulo Roberto F. Crise e segurança hídrica na região metropolitana do Rio de Janeiro In: RIO DE JANEIRO (Município). Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico. **Crise hídrica em debate: reflexões a partir do Seminário Internacional 2015**. Rio de Janeiro: NPC, 2016. p. 71-82. Disponível em: <https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa>. Acesso em: 23 mar. 2022.

CARVALHO, Amanda Lima dos Santos. O Rio de Janeiro a partir da chegada da corte portuguesa: planos, intenções e intervenções no século XIX. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL: BRASIL NO SÉCULO XIX, 1., 2014, Vitória. **Anais** [...]. Vitória: UFES, 2014. Disponível em: <<https://www.seo.org.br/images/Anais/Luana/AmandaLima dosSantosCarvalho.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

CASTRO, Cléber Marques de; FERREIRINHA, Mariane Motta. A problemática ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Guandu: desafios para a gestão dos recursos hídricos. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 2, p. 71-77, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.11137/2012_2_71_77>. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/6938/5505>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

CEDAE. **Guandu**. Rio de Janeiro: CEDAE, 2018. Disponível em: <https://www.cedae.com.br/portals/0/livreto_guandu.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2023.

CEDAE está implantando na Baixada Fluminense/RJ o maior projeto de abastecimento de água de todo o Brasil. **Portal Tratamento de Água**. São Paulo, 9 mar. 2020. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/cedae-abastecimento-agua-brasil/>>. Acesso em: 15 jul. 2023.

CETESB. **Produção mais limpa**: casos de sucesso nº 44. São Paulo: CETESB, 2015. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2015/01/caso44.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

CHAVES NETO, Laurindo. Gestão das águas no século XXI: uma questão de sobrevivência. In: **CENED CURSOS**. Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://www.cenedcursos.com.br/meio-ambiente/wp-content/uploads/2008/08/gestao_aguas.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2023.

A CIDADE nos primeiros tempos republicanos: capital federal. **MultiRio**. Rio de Janeiro, [2022?]. Disponível em: <<http://multirio.rio.rj.gov.br/index.php/historia-do-brasil/rio-de-janeiro/2905-a-cidade-nos-primeiros-tempos-republicanos-capital-federal#:~:text=N%C3%BAmeros%20apontam%20que%2C%20em%201890,de%20mais%20de%20200%20mil>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

CINCO, Renato. Notas da Presidência da Comissão Especial sobre o colapso hídrico: dezembro de 2015. In: RIO DE JANEIRO (Município). Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico. **Crise hídrica em debate**: reflexões a partir do Seminário Internacional 2015. Rio de Janeiro: NPC, 2016. p. 17-55. Disponível em: <https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa>. Acesso em: 23 mar. 2022.

COELHO, Isabela Carolina Lopes et al. Caracterização de um sistema de abastecimento público de água diante da escassez hídrica. **Portal Tratamento de água**. São Paulo, 20 mar. 2019. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/artigo/abastecimento-agua-escassez-hidrica-2/>>. Acesso em: 8 out. 2023.

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUARDA-MIRIM. **Plano de contingência para abastecimento de água (Guandu)**: produto P6 – Volume II: diagnóstico das áreas estudadas. Londrina: DRZ - Geotecnologia e

Consultoria, 2015. Disponível em: <https://sigaceivap.org.br/publicacoesArquivos/guandu/arq_pubMidia_Produto06_Volume_2.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2023.

COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO. **Plano de desenvolvimento e zoneamento portuário**: Porto de Itaguaí. Rio de Janeiro: Companhia Docas do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/pdz13-pdf/@@download/file/pdz13.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2023.

CONCEITO de fenômeno. **Conceito de**. [S. l.], 2023. Disponível em: <<https://conceito.de/fenomeno>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

CONCEITO de processo social. **Conceito de**. [S. l.], 2023. Disponível em: <<https://conceito.de/processo-social>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

COOPERAÇÃO TÉCNICA PARA APOIO À SEP/PR NO PLANEJAMENTO DO SETOR PORTUÁRIO BRASILEIRO E NA IMPLANTAÇÃO DOS PROJETOS DE INTELIGÊNCIA LOGÍSTICA PORTUÁRIA. **Plano Mestre**: Porto de Itaguaí. Florianópolis: Secretaria de Portos da Presidência da República – SEP/PR; Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC; Fundação de Ensino de Engenharia de Santa Catarina – FEESC; Laboratório de Transportes e Logística – Labtrans, 2014. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20231117084742/https://antigo.infraestrutura.gov.br/images/SNP/planejamento_portuario/planos_mestres/versao_completa/pm13.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

CORRÊA, Douglas. Nota técnica da UFRJ diz que há ameaça de segurança hídrica no Rio. **Agência Brasil**. Brasília, DF, 15 jan. 2020. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-01/nota-tecnica-da-ufrj-diz-que-ha-ameaca-de-seguranca-hidrica-no-rio>>. Acesso em: 13 out. 2023.

COUTINHO, Priscila Esposte. **Avaliação da disponibilidade hídrica dos próximos cem anos para a Bacia do Rio Tietê, com base nos cenários do IPCC**. 2019. 79f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente) – Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/12285/TCC2_Priscila_Esposte_Coutinho.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 abr. 2020.

CRUZ, Rafael Cabral; TAVARES, Ildomar Schneider. Bacia hidrográfica: aspectos conceituais e práticos. In: RIGHES, Afranio Almir; BURIOL, Galileo Adeli; BOER, Noemi (org.). **Água e educação**: princípios e estratégias de uso e conservação. Santa Maria, RS: Centro Universitário Franciscano, 2009. p. 79-109. Disponível em: <<https://editora.ufn.edu.br/index.php/1/catalog/view/72/76/322>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

D'ANDREA, Pedro; XAVIER, Bernardo. A sede e a vontade de beber da siderurgia. **Le Monde Diplomatique Brasil**. São Paulo, 19 mar. 2019. Disponível em: <<https://diplomatique.org.br/ternium-a-sede-da-siderurgia/>>. Acesso em: 5 abr. 2023.

DELLA CRUZ, Gisele Thieè. **As misérias da cidade: população, saúde e doença em Rio Grande no final do século XIX**. 1998. 172f. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/24636/D%20-%20CRUZ%2c%20GISELE%20THIEL%20DELLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 23 ago. 2021.

DEVIDE, Antonio Carlos Pries. **História ambiental do Vale do Paraíba**. 2013. Revisão de Literatura. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013. Disponível em: <https://orgprints.org/id/eprint/24815/1/HISTORIA_AMBIENTAL_VALE_DO_PARAIBA.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2022.

DEVIDE, Antonio Carlos Pries; CASTRO, Cristina Maria. de. Sistemas agroflorestais: retorno econômico e ambiental na recuperação da mata ciliar e reserva legal. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, v. 8, n. 41, p. 1-7, jul./dez. 2011. Disponível em: <<https://repositorio-apta regional.agricultura.sp.gov.br/server/api/core/bitstreams/aaab9302-5430-4d20-96d8-409e62e303e9/content>>. Acesso em: 12 dez. 2021.

DEVIDE, Antonio Carlos Pries et al. História ambiental do Vale do Paraíba do Sul, Brasil. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 20, n. 1, p. 12-29, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.unitau.br/biociencias/article/view/1867/1352>>. Acesso em: 3 mar. 2022.

DI MAURO, Claudio Antonio. A atualidade da visão de Ab'Sáber. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 7-19, jan./abr. 2012. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/14714/pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

DIAS, Alexandre Pessoa. **Análise da interconexão dos sistemas de esgotos sanitário e pluvial da cidade do Rio de Janeiro**: valorização das coleções hídricas sob perspectiva sistêmica. 2003. 308f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2003/PEAMB2003APDias.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

DIAS, Alexandre Pessoa; SILVA, Bianca Dieile da. Saneamento, saúde e direitos humanos: as iniquidades socioambientais e a luta pela água na Cidade do Rio de Janeiro. In: RIO DE JANEIRO (Município). Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico. **Crise hídrica em debate**: reflexões a partir do Seminário Internacional 2015. Rio de Janeiro: NPC, 2016. Disponível em: <https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa>. Acesso em: 23 mar. 2022. p. 93-112.

DIAS, Nelson. Wellausen et al. Análise da carga de sedimentos da represa de Paraibuna com base em dados multiespectrais. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa: **Anais** [...]. João Pessoa: ABRH, 2005. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br:8080/dspace/bitstream/2315/58/1/Artigo_SBRH_Paraibuna_Dspace.pdf>. Acesso em: 1 maio 2021.

DIEGUES, Antonio Carlos Sant'Ana. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: Hucitec, 1996.

ELIAS, Rodrigo; SCARRONE, Marcelo. Quando o Império morreu de sede. **História Ciências Saúde Manguinhos**, Rio de Janeiro, fev. 2015. Disponível em: <<https://www.revistahcsm.coc.fiocruz.br/quando-o-imperio-morreu-de-sede/#:~:text=S%C3%A1bado%2C%2016%20de%20mar%C3%A7o%20de%201889>>. Acesso em: 1 jan. 2023.

ENTENDENDO a relação do clima com desenvolvimento do cafeeiro. **Café Point**. São Paulo, 13 abr. 2011. Disponível em: <<https://www.cafepoint.com.br/noticias/giro-de-noticias/entendendo-a-relacao-do-clima-com-desenvolvimento-do-cafeeiro-71048n.aspx>>. Acesso em: 20 maio 2023.

ESTIAGEM x seca. **INEA**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/seguranca-hidrica/estiagem/#:~:text=Estiagem%20%C3%A9%20um%20per%20C3%ADodo%20prolongado,chuva%20provoque%20grave%20desequil%C3%ADbrio%20hidrol%C3%B3gico>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

FARIA, Edimur Ferreira; ROCHA, Rogéria Mara Lopes; GOMES, Isabella Monteiro. Os desafios da integração da gestão ambiental com a gestão de recursos hídricos. In: CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI, 16., 2007, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Florianópolis: Conpedi, 2007. p. 1-19. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/bh/edimur_ferreira_de_faria2.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2020.

FEARNSIDE, Philip M. Rios voadores e a água de São Paulo 1: a questão levantada. **Amazônia Real**. Manaus, 9 fev. 2015. Disponível em: <<https://amazoniareal.com.br/rios-voadores-e-a-agua-de-sao-paulo-1-a-questao-levantada/>>. Acesso em: 3 jan. 2022.

FIORI, Simone; FERNANDES, Vera Maria Cartana; PIZZO, Henrique. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2006. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/ambiente-construido/article/view/3676/2042>>. Acesso em: 1 fev. 2023.

FIRKOWSKI, Olga. L. C. F. Estudo das metrópoles e regiões metropolitanas do Brasil: conciliação ou divórcio? In: FURTADO, Bernardo Alves; KRAUSE, Cleandro; FRANÇA, Karla Christina Batista de (ed.). **Território metropolitano, políticas municipais: por soluções conjuntas de problemas urbanos no âmbito metropolitano**. Brasília, DF: Ipea, 2013. p. 21-51. Disponível em: <<https://conteudo.imguol.com.br/blogs/52/files/2013/08/Territorio-Metropolitano-e-e-poli%CC%81ticas-municipais.pdf#page=23>>. Acesso em: 9 jun. 2021.

FONSECA, Fabiana Valéria da et al. Nota técnica da UFRJ sobre os problemas da qualidade da água que a população do Rio de Janeiro está vivenciando. **UFRJ**. Rio de Janeiro, 15 jan. 2020. Disponível em: <https://conexao.ufrj.br/wp-content/uploads/img-noticia/2020/01/nota_tecnica_-_caso_cedae.pdf>. Acesso em: 13 out. 2023.

FORMIGA-JOHNSSON, Rosa Maria; BRITTO, Ana Lucia Nogueira de Paiva. Segurança hídrica, abastecimento metropolitano e mudanças climáticas: considerações sobre o caso do Rio de Janeiro. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 23, p. 1-21, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190207r1vu2020L6TD>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asoc/a/vhnpgf4ss5Bs6fVY5BmRGzF/abstract/?lang=pt>>. [Consulta: 20/11/2021].

FRANCO, Luiza. O tempo em que o Rio de Janeiro secou após destruir floresta por café. **BBC News Brasil**. São Paulo, 1 set. 2019. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-49530574>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

FREIRE, Maria Thaís Menezes. **O consumo racional de água no Aeroporto Internacional de Salvador, Bahia/Brasil**. 2011. 165f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) –

Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/15194/1/DissertacaoPEI_Thais%20Freire.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2023.

FREITAS, Tayná Dalci Nicolau de. **Produção de água a bordo de navios e plataformas**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Tecnologia em Construção Naval) – Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.uezo.rj.gov.br/tccs/capi/TaynaFreitas.pdf>>. Acesso em: 1 fev. 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Brasília, DF: FUNASA, 2016. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20240715080617/funasa.gov.br/documents/20182/300120/Abastecimento+de+%C3%81gua+Pot%C3%A1vel.pdf/c42e2752-7de2-4a0b-a751-fa352f1bdbc3?version=1.0>>. Acesso em: 4 nov. 2023.

GANDRA, Alana. Privatização da Cedae será dividida em quatro blocos de municípios. **Agência Brasil**. Brasília, DF, 6 dez. 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2019-12/privatizacao-da-cedae-sera-dividida-em-quatro-blocos-de-municipios>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

GARCIA, Denise Schmitt Siqueira; MORELLA JUNIOR, Jorge Hector. Globalização como alternativa para a expansão do comércio internacional: a água de lastro como externalidade a ser revista. **Revista Saberes da Amazônia**, Porto Velho, v. 1, n. 2, 2016. <DOI: <https://doi.org/10.31517/rsa.v1i2.29>>. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20221019005939/https://www.fcr.edu.br/ojs/index.php/saberesamazonia/article/view/29>>. Acesso em: 1 fev. 2023.

GIROTA, Ary. O colapso hídrico no Rio de Janeiro e o papel central da Cedae enquanto empresa estatal de saneamento para atenuar os efeitos desta crise. In: RIO DE JANEIRO (Município). Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico. **Crise hídrica em debate**: reflexões a partir do Seminário Internacional 2015. Rio de Janeiro: NPC, 2016. p. 205-214. Disponível em: <https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa>. Acesso em: 23 mar. 2022.

GOIS, Givanildo de et al. Variabilidade pluviométrica e a aplicação do Índice SPI na região do médio Paraíba do Sul-Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 27, p. 122-157, jul./dez. 2020. DOI: <<https://doi.org/10.5380/abclima.v27i0.66703>>. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/66703/41097>>. Acesso em: 4 mar. 2022.

GRINBERG, Felipe; CALLEGARI, Carolina. Duas empresas são fechadas durante operação para identificar despejo de esgoto sem tratamento no Guandu. **O Globo**. Rio de Janeiro, 6 fev. 2020. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/duas-empresas-sao-fechadas-durante-operacao-para-identificar-despejo-de-esgoto-sem-tratamento-no-guandu-24232325>>. Acesso em: 14 maio 2023.

GUAN, DongJie et al. Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 222, n. 20–22, p. 3761-3772, Oct./Nov. 2011. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.09.009>>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304380011004698>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

GUITARRARA, Paloma. Apagão de 2001. **Brasil Escola**. Goiânia, [2021-2024]. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/historiab/apagao.htm>>. Acesso em: 3 mar. 2024.

GUSMÃO, Paulo. Apropriação e ordenamento territorial na zona costeira no estado do rio de janeiro. grandes corporações ou as políticas públicas? **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 23-37, nov. 2010. DOI: <<https://doi.org/10.22296/2317-1529.2010v12n2p23>>. Disponível em: <<https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/251/235>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

HARARI, Yuval Noah. **Sapiens: uma breve história da humanidade**. Porto Alegre: L&PM, 2018.

HARVEY, David. **17 contradições e o fim do capitalismo**. São Paulo: Boitempo, 2014.

HARVEY, David. O “novo imperialismo”: acumulação por desapossamento (parte II). **Lutas Sociais**, n. 15/16, p. 21-34, 2006. DOI: <<https://doi.org/10.23925/ls.v0i15/16.18770>>. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/ls/article/view/18770/13957>>. [Consulta: 24/05/2020].

HESPANHOL, Ivanildo. Conservação e reuso como instrumentos de gestão para atenuar os custos de cobrança pelo uso de água no setor industrial. In: BICUDO, Carlos E. de M.; TUNDISI, José Galizia; SCHEUENSTUHL, Marcos C. Barnsley. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências, Instituto de Botânica, 2010. p. 59-80.

HIRATA, Taís. Hidrelétricas gastam 4 vezes mais água que todo o consumo humano do país. **Folha de São Paulo**. São Paulo, 31 mar. 2019. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/03/hidreletricas-gastam-4-vezes-mais-agua-que-todo-o-consumo-humano-do-pais.shtml>>. Acesso em: 5 abr. 2023.

IGLESIAS, Enildo; IGLESIAS, Gerardo. ¡Aguas con el agua!. **Boletín CF+ S**, Madrid, n. 20, 2001. Disponível em: <<http://polired.upm.es/index.php/boletinufs/article/view/2902/2959>>. Acesso em: 10 fev. 2023.

IBGE. **Censo 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=6&uf=00>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

IBGE. **Estatísticas históricas do Brasil: séries econômicas, demográficas e sociais, 1550 a 1985**. Rio de Janeiro: IBGE, 1987. v. 3.

O IMPACTO de um porto. **Observatório de Justiça & Conservação**. [S. l.], 22 abr. 2020. Disponível em: <<https://justicaeco.com.br/o-impacto-de-um-porto-2/>>. Acesso em: 17 jan. 2023.

IMPORTÂNCIA da água na produtividade do gado é tema de evento on-line da Marfrig. **Portal DBO**. São Paulo, 7 out. 2021. Disponível em: <<https://www.portaldbo.com.br/importancia-da-agua-na-produtividade-do-gado-e-tema-de-evento-on-line-da-marfrig/>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

INEA. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro: R2-F** - caracterização ambiental. Rio de Janeiro: INEA, 2014a. Disponível em: <<https://www.agevap.org.br/downloads/Diagnostico-Characterizacao-Ambiental.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2023.

INEA. **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro: R7** – relatório diagnóstico. Rio de Janeiro: INEA, 2014b. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20210720060311/http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mdyy/~edisp/inea0062195.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

INEA. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro: PERHI-RJ**: relatório gerencial. Rio de Janeiro: INEA, 2014c. Disponível em: <<https://www.agevap.org.br/downloads/Relatorio-Gerencial.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2020

INEA. **Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: INEA, 2021. Disponível em: <<https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2021/05/RHs-1.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

INEA. **Resolução CERHI-RJ nº 107 de 22 de maio de 2013**. Aprova nova definição das regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro e revoga a resolução CERHI nº 18 de 08 de novembro de 2006. Rio de Janeiro: INEA, 2013. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2021/05/RHs-1.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2023.

INEA. **Rios Voadores**. Rio de Janeiro: INEA, 2015. Disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_restritas/2015/Rios_voadores-S%C3%A9rie_completa.pdf>. Acesso em: 20 out. 2020.

INSTRUMENTAÇÃO industrial: entenda de uma vez por todas. **Lince**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://lincebrasil.com/instrumentacao-industrial-guia-completo/>>. Acesso em: 13 jan. 2024.

IPEA. **Variações climáticas e flutuações da oferta agrícola no Centro-sul do Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 1972. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/14583/1/Variacoes_climaticas_e_flutuacoes_da_oferta_agricola_no_centro_sul_do_brasil_vo_lume_I.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2022.

JARAMILLO, Fernando; DESTOUNI, Geórgia. Global freshwater consumption crossing its planetary boundary. **Science**, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedaily.com/releases/2015/06/150616071910.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2020.

KOBIYAMA, M. Manejo de bacias hidrográficas: conceitos básicos. In: CURSO de manejo de bacias hidrográficas sob a perspectiva florestal. Apostila. Curitiba: FUPEF, 1999. p. 29-31.

LAMEIRA, Ana Beatriz et al. Diagnóstico e alternativas para a recuperação ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu (BHRG) – RJ. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2010. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/881979/4/documentos122.pdf>>. [Consulta: 11/05/2020].

LE STRAT, Anne. A água em Paris: um novo serviço público. In: RIO DE JANEIRO (Município). Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial Sobre o Colapso

Hídrico. **Crise hídrica em debate**: reflexões a partir do Seminário Internacional 2015. Rio de Janeiro: NPC, 2016. p. 195-204. Disponível em: <https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa>. Acesso em: 23 mar. 2022.

LEAL, Salomé. Campos de golfe no Algarve consomem tanta água quanto 60% da população residente? **Polígrafo**. Lisboa, 11 fev. 2022. Disponível em: <<https://poligrafo.sapo.pt/fact-check/campos-de-golfe-no-algarve-consomem-tanta-agua-quanto-60-da-populacao-residente>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

LEITE, Isabela. Lei em SP obriga lava-rápidos e postos de combustível a usar água de reúso. **G1**. Rio de Janeiro, 3 dez. 2015. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/assunto/lavagem-do-carro/#:~:text=Apesar%20do%20uso%20de%20m%C3%A1quinas,de%20320%20litros%20de%20%C3%A1gua>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

LENCIONI, Sandra. Reestruturação: uma noção fundamental para o estudo das transformações e dinâmicas metropolitanas. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 6., 1998, Buenos Aires. **Anais** [...]. Buenos Aires: Instituto de Geografia, Facultad de Filosofía y Letras de Buenos Aires, 1998. p. 1-6. Disponível em: <<http://www.observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal6/Teoriaymetodo/Teoricos/856.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

LÖWY, Michael. A alternativa ecossocialista. In: RIO DE JANEIRO (Município). Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico. **Crise hídrica em debate**: reflexões a partir do Seminário Internacional 2015. Rio de Janeiro: NPC, 2016. p. 145-150. Disponível em: <https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa>. Acesso em: 23 mar. 2022.

MALUF, Sâmia Nagib. **Administrando o comércio exterior brasileiro**. São Paulo: Aduaneiras, 2000.

MARACAJÁ, Kettrin Farias Bem et al. Pegada hídrica como indicador de sustentabilidade ambiental. **REUNIR Revista de Administração Ciências Contábeis e Sustentabilidade**, Sousa, v. 2, n. 2, p. 113-125, jun. 2012. Edição especial. DOI: <<https://doi.org/10.18696/reunir.v2i2.75>>. Disponível em: <<https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/75/pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2023.

MARCONDES, Renato Leite. Formação da rede regional de abastecimento do Rio de Janeiro: a presença dos negociantes de gado (1801-1811). **Topoi**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 41-71, mar. 2001. DOI: <<https://doi.org/10.1590/2237-101X002002002>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/topoi/a/R4MZKwSNhx7phg8GhzPYv8Q/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

MARENGO, José A.; ALVES, Lincoln Muniz. Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 2, p. 215-226, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/281421718_Tendencias_hidrologicas_da_bacia_do_rio_Paraiba_do_Sul>. Acesso em: 2 maio 2022.

MARQUES, Mauro Luiz Barbosa. MetrÓpole, colônia e suas relações explosivas: da Revolução dos Cravos em Portugal à independência de Angola em Zero Hora e Correio do Povo. **Revista de História da África e de Estudos da Diáspora Africana**, São Paulo, v. 4,

n. 8, p. 97-125, 2011. DOI: <<https://doi.org/10.11606/issn.1983-6023.sank.2011.88814>>. Disponível em: <<http://www.periodicos.usp.br/sankofa/article/view/88814/91695>>.

MATOS, Ralfo. Migração e urbanização no Brasil. **Revista Geografias**, Belo Horizonte, v. 8, n. 1, p. 7-23, jan./jun. 2012. DOI: <<https://doi.org/10.35699/2237-549X..13326>>. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13326/10558>>. Acesso em: 9 jan. 2023.

MELAZZO, Everaldo Santos; CASTRO, Cloves Alexandre. A escala geográfica: noção, conceito ou teoria? **Terra Livre**, Presidente Prudente, v. 23, n. 2, p. 133-142, ago./dez. 2007. Disponível em: <<https://publicacoes.agb.org.br/terralivre/article/view/244/228>>. Acesso em: 22 jan. 2023.

MELLO, João Alfredo Telles; MARQUES, Geovana de Oliveira Patrício. Água – direito humano fundamental e bem comum – e as mudanças climáticas. In: RIO DE JANEIRO (Município). Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico. **Crise hídrica em debate: reflexões a partir do Seminário Internacional 2015**. Rio de Janeiro: NPC, 2016. p. 119-136. Disponível em: <https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa>. Acesso em: 23 mar. 2022.

MITOS e verdades sobre a crise hídrica x irrigação de cana. **GIFC**. Piracicaba, 2 out. 2016. Disponível em: <<https://www.gifc.com.br/mitos-e-verdades/>>. Acesso em: 16 maio 2023.

NUNES, Joel; GUERRERO, Carlos. Caracterização e evolução da Rega dos Campos de Golfe no Algarve 2016-2021. **LinkedIn**, [Califórnia] 22 jan. 2022. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/caracteriza%C3%A7%C3%A3o-e-evolu%C3%A7%C3%A3o-da-rega-dos-campos-de-golfe-joel-nunes#:~:text=O%20consumo%20m%C3%A9dio%20para%2018,prevista%20ser%C3%A1%20inferior%20a%201%20%25>>. Acesso em: 18 jan. 2023.

NUNES, Riane Torres Santiago. **Conservação da água em edifícios comerciais: potencial de uso racional e reúso em shopping center**. 2006. 144f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Riane_Torres_Santiago_Nunes.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2023.

NUNES, Ueslei Marcos et al. Sudeste rumo à desertificação: Rio Paraíba do Sul. **Educação Pública**, Rio de Janeiro, p. 1-7, ago. 2015. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/15/15/sudeste-rumo-desertificao-rio-paraba-do-sul.>> Acesso em: 18 abr. 2021.

OGASHAWARA, Igor et al. Cyanobacteria Detection in Guarapiranga Reservoir (São Paulo State, Brazil) using Landsat T.M. and ETM images. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 9, n. 2, p. 224-238, Apr./June 2014. DOI: <<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1327>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/6X8Sq4FYk9Bz4BqR7ghVCpg/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em: 21 abr. 2020.

OGLOBO. AS MEMÓRIAS da escassez em Rio e São Paulo. **O Globo**. Rio de Janeiro, 25 jan. 2015. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/politica/as-memorias-da-escassez-em-rio-sao-paulo-15145080>>. Acesso em: 13 jul. 2023.

OLIVERA, Oscar. O levante das águas: os bens comuns e a visão andina da água restabelecidos pelo povo na Bolívia e nos Andes. In: RIO DE JANEIRO (Município). Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico. **Crise hídrica em debate**: reflexões a partir do Seminário Internacional 2015. Rio de Janeiro: NPC, 2016. p. 167-174. Disponível em: <https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa>. Acesso em: 23 mar. 2022.

OLIVEIRA JÚNIOR, José Carlos de; DIAS, Herly Carlos Teixeira. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 9-15, 2005. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000100002>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rarv/a/4bFMjWhwmCpyZDNNfcd8cqH/?format=pdf&lang=pt>>. [Consulta: 18/06/2022].

PANTOJA, Pedro Henrique Bonfim et al. Balanço hídrico, distribuição da precipitação e produtividade do café Conilon em Pinheiros-ES. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., 2019, Vitória. **Anais [...]**. [S. l.]: Consórcio Pesquisa Café, 2019. p. 1-6. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/12556/450-3154-1-PB-X-SPCB-23019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 jan. 2023.

PARA uma xícara de café gastam-se 140 litros de água, alerta WWF. **G1**. Rio de Janeiro, 14 mar. 2012. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2012/03/para-uma-xicara-de-cafe-gasta-se-140-litros-de-agua-alerta-wwf-em-forum.html>>. Acesso em: 20 maio 2023.

PARANAGUÁ, Patrícia et al. **Belém sustentável**. Belém: Imazon, 2000.

PEDROSA, Valmir de Albuquerque. **Curva de demanda pela água para irrigação de cana-de-açúcar**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 2009, Campo Grande. **Anais [...]**. Porto Alegre: ABRH, 2009. p. 1-8. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/110/5b640360c8d3415084f8e5ce7224977d_4817d5a0cda52fa8d445864088a8ce3f.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2023.

PEGADA hídrica na pecuária: o consumo consciente que acaba com o desperdício. **Premix**. Ribeirão Preto, 20 mar. 2020. Disponível em: <<https://www.premix.com.br/blog/pegada-hidrica-na-pecuaria-o-consumo-consciente-que-acaba-com-o-desperdicio/#:~:text=A%20maior%20parte%20da%20C3%A1%20gua,agropecu%C3%A1ria%20representou%2084%25%20do%20consumo>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 257-268, set. 1997. Disponível em: <<https://ppegeo.igc.usp.br/portal/index.php/rbg/a-acao-do-homem-enquanto-ponto-fundamental-da-geologia-do-tecnogeno-proposicao-teorica-basica-e-discussao-acerca-do-caso-do-municipio-de-sao-paulo/>>. Acesso em: 24 mar. 2023.

PEREIRA, Guilherme Barreto Bacellar. **A perda da hegemonia industrial do Rio de Janeiro (1907-1939)**. 2017. 142f. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/13855/Dissert-guilherme-barreto-bacellar-pereira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 dez. 2022.

PEREIRA, Letícia Bianca; VICENTINI, Renato; OTTOBONI, Laura M. M. Changes in the bacterial community of soil from a neutral mine drainage channel. **Plos One**, California, v. 9, n. 5, May 2014. DOI: 10.1371/journal.pone.0096605. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4010462/>>. Acesso em: 18 abr. 2021.

PEREIRA, Newton Narciso. **Alternativas de tratamento da água de lastro em portos exportadores de minério de ferro**. 2012. 349f. Tese (Doutorado em Engenharia Naval e Oceânica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3135/tde-07062012-174800/publico/NEWTONNARCISO_PEREIRAVerfinalOpened.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2023.

PERES, João. Qual o interesse de Coca e Ambev na privatização da água da torneira? **O Joio e o Trigo**. São Paulo, 13 jun. 2019. Disponível em: <<https://ojoioeotrigo.com.br/2019/06/qual-o-interesse-de-coca-e-ambev-na-privatizacao-da-agua-da-torneira/>>. Acesso em: 9 set. 2023.

PHILIPPI, Caio Tucunduva. **Avaliação de um sistema de reuso de água: o caso de um parque temático**. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-08012007-161509/publico/MestradoCaioTucunduvaPhilippi.PDF>>. Acesso em: 1 fev. 2023.

PIGEON, Martin. Remunicipalização em um setor vital: sistemas urbanos de água. In: RIO DE JANEIRO (Município). Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico. **Crise hídrica em debate: reflexões a partir do Seminário Internacional 2015**. Rio de Janeiro: NPC, 2016. p. 151-166. Disponível em: <https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa>. Acesso em: 23 mar. 2022.

PINTO, Nilza Medeiros. **Rio de Janeiro, refém das águas do Guandu: a aplicação da Lei 9433/97 e o desenvolvimento do processo legal de distribuição das águas de abastecimento ao longo da história de crescimento da cidade do Rio de Janeiro**. 2010. 178f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010 <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=180481>. Acesso em: 1 mar. 2020.

PIRES, Hindenburgo Francisco; CERQUEIRA, Danilo Rocha. Alternativas à escassez e a crise hídrica produzidas por políticas neoliberais no Rio de Janeiro. **Ar@cne: Revista Electrónica de Recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales**, Barcelona, v. 25, n. 256, p. 1-32, jul. 2021. DOI: <<https://doi.org/10.1344/ara2021.256.35476>>. Disponível em: <<https://revistes.ub.edu/index.php/ara/ne/article/view/35476/34757>>. Acesso em: 1 ago. 2021.

PIZELLA, Denise. Gallo. A relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacias Hidrográficas na gestão hídrica. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 10, n. 3, jul./set. 2015. DOI: <<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1394>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/Zcb3mSkHCpf8jnRqYBpCLPr/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 19 abr. 2020.

POUSADA, André; PINZAN, Edson; SUGIYAMA, Maristela de S. G. Uso e reuso da água em São Paulo: uma reflexão para o lazer e o turismo. In: DOWBOR, Ladislau; TAGNIN,

Renato Arnaldo (org.). **Administrando a água como se fosse importante**: gestão ambiental e sustentabilidade. São Paulo: Ed. Senac, 2005. p. 253-260.

QUANTOS litros de água uma planta de café necessita por dia? **BASF Brasil**. [S. l.], 2022. Disponível em: <<https://agriculture.basf.com/br/pt/conteudos/cultivos-e-sementes/cafe/Quanto-de-agua-o-cafe-precisa.html#:~:text=Import%C3%A2ncia%20de%20um%20sistema%20de,irriga%C3%A7%C3%A3o%20ideal%20para%20a%20lavoura>>. Acesso em: 20 maio 2023.

QUEIROZ, Arlei Teodoro de. **Análise e avaliação da demanda e da disponibilidade hídrica nos alto e médio curso do Rio Uberabinha e o abastecimento público em Uberlândia (MG)**. 2012. 137f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16138/1/d.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

RAHY, Ione Salomão. Povoamento do estado do Rio de Janeiro. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 6, p. 37-43, 2. sem. 1999. DOI: <<https://doi.org/10.12957/geouerj.1999.49068>>. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/view/49068/32782>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

RAMALHO, José Ricardo. Novas conjunturas industriais e participação local em estratégias de desenvolvimento. **Dados**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 3, p. 491-523, jul./set. 2005. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0011-52582005000300002>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/dados/a/CN83VJHvkKgLFyvJz7qk3Lq/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

RELEMBRE os apagões que ocorreram no Brasil nas últimas décadas. **Rede Globo**. Rio de Janeiro, 23 jun. 2012 [atualizada em 6 abr. 2013]. Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/globoecologia/noticia/2012/06/relembre-os-apagoes-que-ocorreram-no-brasil-nas-ultimas-decadas.html>>. Acesso em: 4 set. 2023.

REVEL, Jacques. Micro-história, macro-história: o que as variações de escala ajudam a pensar em um mundo globalizado. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 45, p. 434-444, 2010. DOI: <<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/k5MsKMHv6ZQvPsF5vqvdkpB/>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbedu/a/k5MsKMHv6ZQvPsF5vqvdkpB/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 2 fev. 2023.

REVISTA INEANA. Rio de Janeiro: INEA, v. 3, n. 1. jul./dez. 2015. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Ineana3_Completa-Vers%C3%A3o-Web.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

RIBEIRO, Wagner Costa. **Geografia política da água**. São Paulo: Annablume, 2008.

RIO DE JANEIRO (Município). Câmara Municipal do Rio de Janeiro. Comissão Especial Sobre o Colapso Hídrico. **Crise hídrica em debate**: reflexões a partir do Seminário Internacional 2015. Rio de Janeiro: NPC, 2016. Disponível em: <https://issuu.com/lissandro/docs/livro_colapsohidrico_final_com_capa>. Acesso em: 23 mar. 2022.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Minuta de contrato de concessão dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos municípios do bloco**: Anexo 01: edital

n.º 01/2020. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<http://www.concessaosaneamento.rj.gov.br/documentos/grupo2/Contrato-de-Concessao.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2023.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei nº. 3.239, de 2 de agosto de 1999**. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos; regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII; e dá outras providências. Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/b24a2da5a077847c032564f4005d4bf2/43fd110fc03f0e6c032567c30072625b>>. Acesso em: 2 fev. 2020.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Lei nº 7.690 de 15 de setembro de 2017**. Autoriza o poder executivo a alienar os imóveis que menciona. Rio de Janeiro: Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/500414156/lei-7690-17-rio-de-janeiro-rj>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

RIO de Janeiro. **INEPAC**. Rio de Janeiro, [entre 2004 e 2023]. Disponível em: <<http://www.inepac.rj.gov.br/application/assets/img/site/RiodeJaneiro.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2023.

RIO de Janeiro. **Portal da Indústria**. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <<https://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/rj>>. Acesso em: 17 jan. 2023.

RIO Water Planet. In: WIKIPEDIA: the free encyclopedia. [San Francisco, CA: Wikimedia Foundation, 2022]. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Rio_Water_Planet>. Acesso em: 15 nov. 2022.

RISCO ao Paraíba do Sul: CSN é multada por não reduzir pilhas de escória às margens do rio. **SF Notícias**. [S. l.], 28 mar. 2019. Disponível em: <<https://sfnoticias.com.br/risco-ao-paraiba-do-sul-csn-e-multada-por-nao-reduzir-pilhas-de-escoria-as-margens-do-rio>>. Acesso em: 5 dez. 2023.

ROBERTS, John. Forest transpiration: a conservative hydrological process? **Journal Hydrology**, Amsterdam, v. 66, n. 1-4, p. 133-141, Oct. 1983. DOI: <[https://doi.org/10.1016/0022-1694\(83\)90181-6](https://doi.org/10.1016/0022-1694(83)90181-6)>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0022169483901816>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

ROCHA, Camilo. Quais as dimensões políticas da crise hídrica do Rio. **Nexo**. São Paulo, 28 jan. 2020 [atualizada em 28 dez. 2023]. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2020/01/28/Quais-as-dimens%C3%B5es-pol%C3%ADticas-da-crise-h%C3%ADdrica-do-Rio>>. Acesso em: 2 fev. 2024.

ROCKSTRÖM, Johan et al. A safe operating space for humanity. **Nature**, [s. l.], v. 461, p. 472-475, Sept. 2009. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/461472a.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2023.

ROSENDO, Roberto Cezar; BRITTO, Jorge. Evolução da densidade industrial do estado do Rio de Janeiro: análise comparativa com os estados do Sudeste brasileiro - 2000/2005. ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 39. 2011, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Niterói: ANPEC, 2011. p. 1-19. Disponível em: <https://www.anpec.org.br/encontro/2011/inscricao/arquivos/000-036ac5f468c9c02f46eb0363e62601ac.doc>. Acesso em: 12 mar. 2023.

ROSSO, Gisele. Estudos indicam pegada hídrica de bovinos em confinamento no Brasil. **Embrapa**. Brasília, DF, 4 abr. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21518151/estudos-indicam-pegada-hidrica-de-bovinos-em-confinamento-no-brasil#:~:text=A%20pegada%20h%C3%ADdrica%20apresentou%20m%C3%A9dia,4%20mil%20litros%20de%20%C3%A1gua>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

RUSSI, Lissa Cruz; OLIVEIRA, Renan Furlan de. Elaboração de modelo tridimensional do terreno a partir de dados SRTM e técnicas de geoprocessamento. ETIC - ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14., 2018, Presidente Prudente. **Anais [...]**. Presidente Prudente: Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo, 2018. p. 1-12. Disponível em: <<http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/7357/67647674>>.

SAMPAIO, Daniel Pereira. Desindustrialização e desenvolvimento regional no Brasil (1985-2015). In: MONTEIRO NETO, Aristides; CASTRO, César Nunes de; BRANDÃO, Carlos Antonio (org.). **Desenvolvimento regional no Brasil: políticas, estratégias e perspectivas**. Rio de Janeiro: IPEA, 2017. p. 369-396. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9056/1/Desindustrializa%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2023.

SANDER, Carlos. Macroprocessos: como ter uma visão integral do seu negócio. **Frons**. Bauru, 9 nov. 2022. Disponível em: <<https://caetreinamentos.com.br/blog/processos/o-que-sao-macroprocessos-exemplo/>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

SANTA RITTA, José de. **A água do Rio: do Carioca ao Guandu: a história do abastecimento de água da cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Synergia, 2009.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: EdUSP, 2002.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. São Paulo: Record, 2000.

SILVA, Flávio José Rocha. A mercantilização da água no Brasil. **EcoDebate**. [S. l.], 28 nov. 2016. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2016/11/28/a-mercantilizacao-da-agua-no-brasil-artigo-de-flavio-jose-rocha-da-silva/>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

SILVA, Francisco Carlos Teixeira da. Pecuária e formação do mercado interno no Brasil-colônia. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Seropédica, v. 5, n. 1, p. 119-156, 1997. Disponível em: <<https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/108/104>>. Acesso em: 5 jan. 2023

SILVA, Laís Maria Rodrigues. **Ureia de liberação controlada, sombreamento e pegada hídrica na cafeicultura**. 2018. 70f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/29297/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2023

SILVA, Paula Oliveira Fidelis da. **A história da industrialização do estado do Rio de Janeiro: (1850 à 1961)**. 2018. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/>>

bitstream/handle/1/12695/Paula%20Oliveira%20Fidelis%20da%20Silva%20%282018%29%2C%20A%20Hist%C3%B3ria%20da%20Industrializa%C3%A7%C3%A3o%20do%20Estado%20do%20Rio%20de%20Janeiro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 jan. 2023.

SISTEMA de irrigação do campo de golfe olímpico é totalmente instalado. **Globo Esporte**. Rio de Janeiro, 4 nov. 2014. Disponível em: <<https://globoesporte.globo.com/olimpiadas/noticia/2014/11/sistema-de-irrigacao-do-campo-de-golfe-olimpico-e-totalmente-instalado.html>>. Acesso em: 8 jun. 2023.

SOUZA, Jorge Victor de Araújo. A marca de Caim: relações entre violência e cultura política no Rio de Janeiro colonial. In: SANGULAR, Gisele; ARAÚJO, Carlos Eduardo Moreira de.; SIQUEIRA, José Jorge (org.). **História urbana: memória, cultura e sociedade**. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 2013. p. 73-88.

SOUZA, Marcelo Lopes de. Da geografia das “relações homem-meio” à geografia ambiental: uma história (e uma “pré-história”) dos estudos (socio)ambientais no PPGG da UFRJ. **Espaço Aberto@**, Rio de Janeiro, ano 3, v. 12, n. 1, jul/dez. 2022. DOI: <<https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2022.55320>>. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/55320/30389>>. Acesso em: 10 jan. 2023.

SOUZA, Marcelo Lopes de. Quando o trunfo se revela um fardo: reexaminando os percalços de um campo disciplinar que se pretendeu uma ponte entre o conhecimento da natureza e o da sociedade. **GEOUSP Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 274-308, maio/ago. 2018. DOI: <<https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2018.147381>>. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/147381/148238>>. Acesso em: 5 out. 2021.

SOUZA, Matheus. Prejuízos ao solo, à água e à biodiversidade seguiram crescimento da agropecuária francesa. **Jornal da USP**. São Paulo, 13 fev. 2020 [atualizada em 14 fev. 2020]. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-agrarias/prejuizo-ao-solo-a-agua-e-a-biodiversidade-seguiram-crescimento-da-agropecuaria-francesa/>>. Acesso em: 12 abr. 2023.

SOUZA, Sirius Oliveira. Geotecnologias aplicadas à análise espaçotemporal do uso e da ocupação da terra na planície costeira de Caravelas (BA). **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 71-89, jan./abr. 2015. DOI: <<https://doi.org/10.5216/bgg.v35i1.35485>>. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/35485/18558>>. Acesso em: 1 fev. 2023.

SWYNGEDOUW, Erik. The antinomies of the postpolitical city: in search of a democratic politics of environmental production. **International Journal of Urban and Regional Research**, Oxford, v. 33, n. 3, p. 601-620, Sept. 2009. DOI: <10.1111/j.1468-2427.2009.00859.x>. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1468-2427.2009.00859.x>>. Acesso em: 15 mar. 2020.

SWYNGEDOUW, Erik. Globalisation or ‘glocalisation’? Networks, territories and rescaling. **Cambridge Review of International Affairs**, Abingdon, v. 17, n. 1, p. 25-44, Apr. 2010. DOI: <<https://doi.org/10.1080/0955757042000203632>>. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/0955757042000203632?needAccess=true>>. Acesso em: 15 mar. 2020.

TEIXEIRA, Hederson Henrique; TEIXEIRA, Marco Antônio Rodrigues. **Sustentabilidade na construção civil**: estudo de caso sobre os estádios da copa do mundo 2014. 2014. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Tecnológico de Caratinga, DOCTUM, Caratinga. Disponível em: <<https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/1186/1/TCC%20Henrique%20e%20Marco%20Antonio%20FINAL.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2023.

TEIXEIRA, Jodenir Calixto; HESPANHOL, Antonio Nivaldo. A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 2, n. 36, p. 26-38, jan./jul. 2014. Disponível em: <<https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/2672/2791>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

TELAROLLI, Maria Luísa. A proposta sobre o mercado da água no Brasil e possibilidades para o contexto regional – direitos humanos ou preponderância do mercado? **Observatório de Regionalismo**. Campinas, 23 abr. 2018. Disponível em: <<http://observatorio.repri.org/2018/04/23/a-proposta-sobre-o-mercado-da-agua-no-brasil-e-possibilidades-para-o-contexto-regional-direitos-humanos-ou-preponderancia-do-mercado/>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

TUBBS, Décio et al. Impacto da mineração de areia sobre a química das águas subterrâneas, Distrito Areeiro da Piranema, municípios de Itaguaí e Seropédica, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 472-485, set. 2011. DOI: <10.25249/0375-7536.2011413472485>. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20231203081941/https://www.scielo.br/j/bjgeo/a/Q8rHgNQmWW58qNmhrh8dzhP/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 4 maio 2023.

TUBBS FILHO, Décio; ANTUNES, Julio Cesar Oliveira; VETTORAZZI, Janaina Silva (org.). **Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim**: experiências para a gestão dos recursos hídricos. Rio de Janeiro: INEA, 2012. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Livro_Bacia-Hidrograf%C3%A1fica-dos-Rios-Guandu-da-Guarda-e-Guandu-Mirim.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2023.

TUNDISI, José. Galizia, TUNDISI, Takako. Matsumura. As múltiplas dimensões da crise hídrica. **Revista USP**, São Paulo, n. 106, p. 21-30, jul./set. 2015. DOI: <<https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p21-30>>. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/109780/108286>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

VELÁSQUEZ, E.; DINARÈS, M. El Comercio internacional de agua embotellada: la hidromafia. In: CONGRESO IBÉRICO SOBRE GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL AGUA “RÍOS IBÉRICOS +10, 7., 2011, Talavera de la Reina. **Anais [...]**. Zaragoza: Fundación Nueva Cultura del Agua, 2011. p. 1-8. <<https://fnca.eu/images/documentos/VII%20C.IBERICO/Comunicaciones/A3/33-Velazquez.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2023.

VERRAN, Miguel Godinho. **Ecotelhados**: alternativas de uso da vegetação no ambiente urbano. 2015. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/150979/001007639.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 19 abr. 2020.

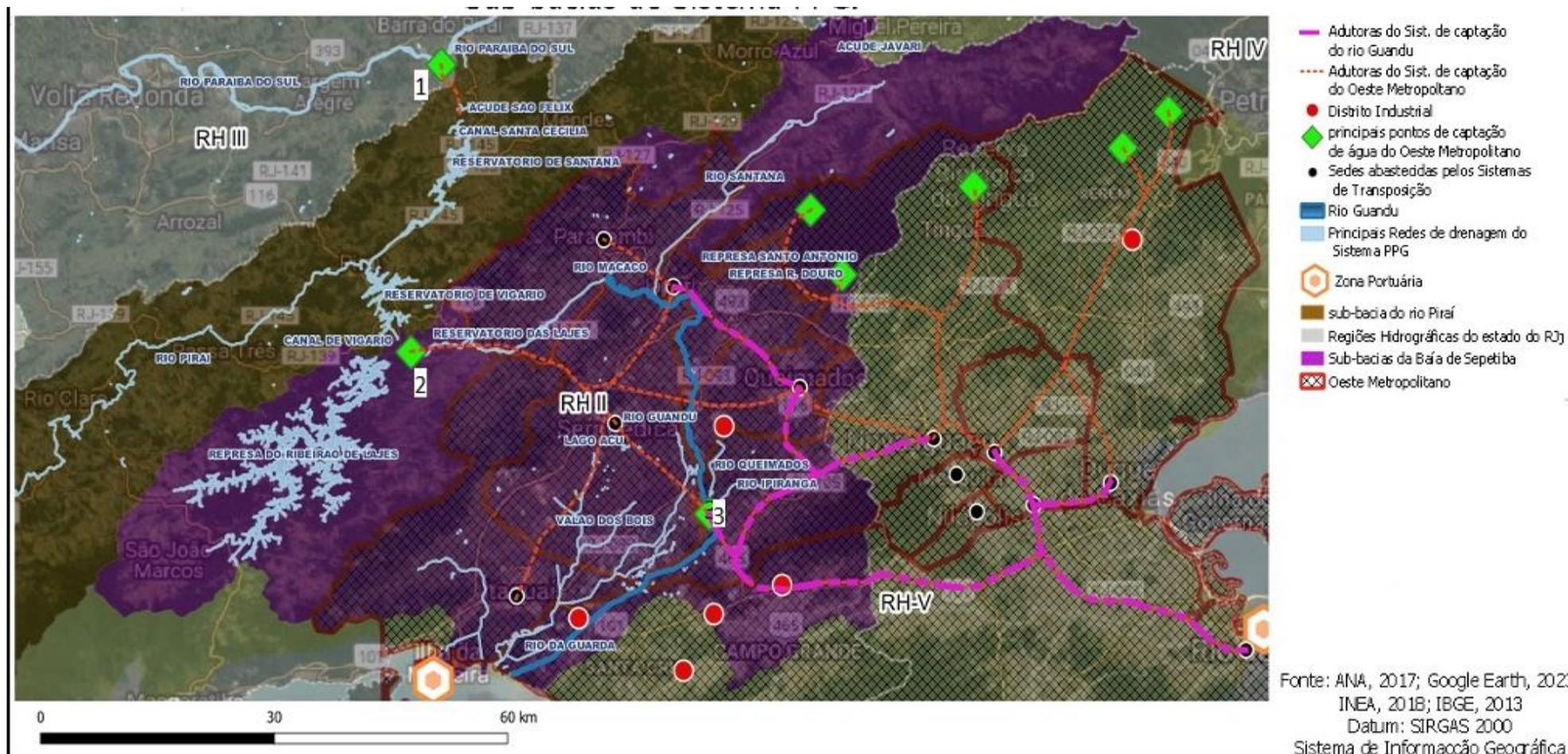
VIZINHOS de parque aquático sofrem com falta d'água no Rio. **G1**. Rio de Janeiro, 23 out. 2014. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2014/10/vizinhos-de-parque-aquatico-sofrem-com-falta-dagua-no-rio.html>>. Acesso em: 20 set. 2023.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The global risks: report 2023: insight report**. 18th ed. Geneva: World Economic Forum, 2023. Disponível em: <https://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risks_Report_2023.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2024.

YOUNG, Gordon et al. Hydrological sciences and water security: an overview. **IAHS**, [s. l.], n. 366, p. 1-9, 2015. Disponível em: <<https://d-nb.info/1142928616/34>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

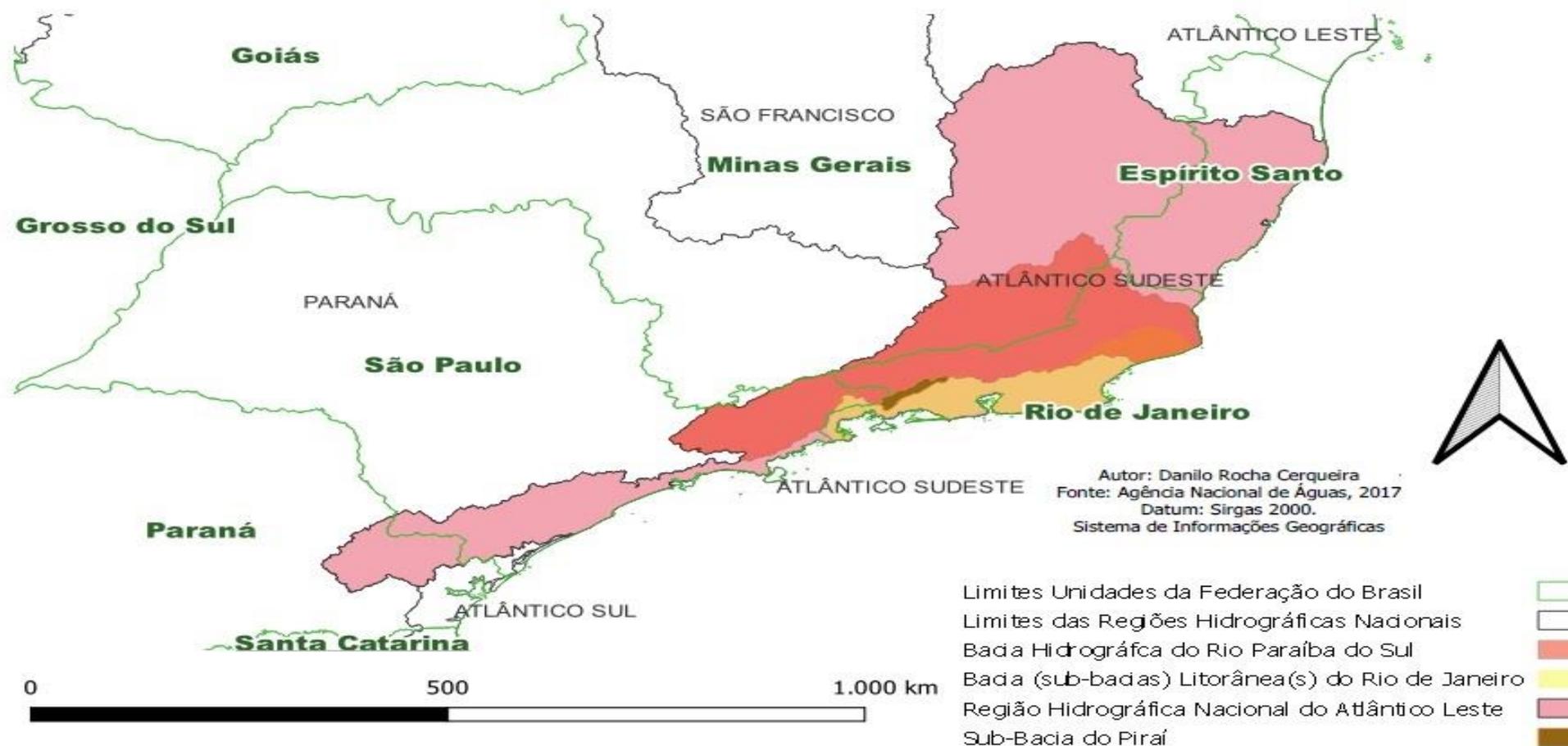
ZAMBI, Maria Madalena. **Representações moventes: um estudo sobre Pixaim, a comunidade das dunas da foz do Rio São Francisco, AL**. 2017. 179f. Tese (Doutorado em Comunicação e Informação) - Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/164894/001044516.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 30 mar. 2023.

APÊNDICE A - Mapa das Sub-bacias do Sistema Paraíba-Piraí-Guandu (PPG)



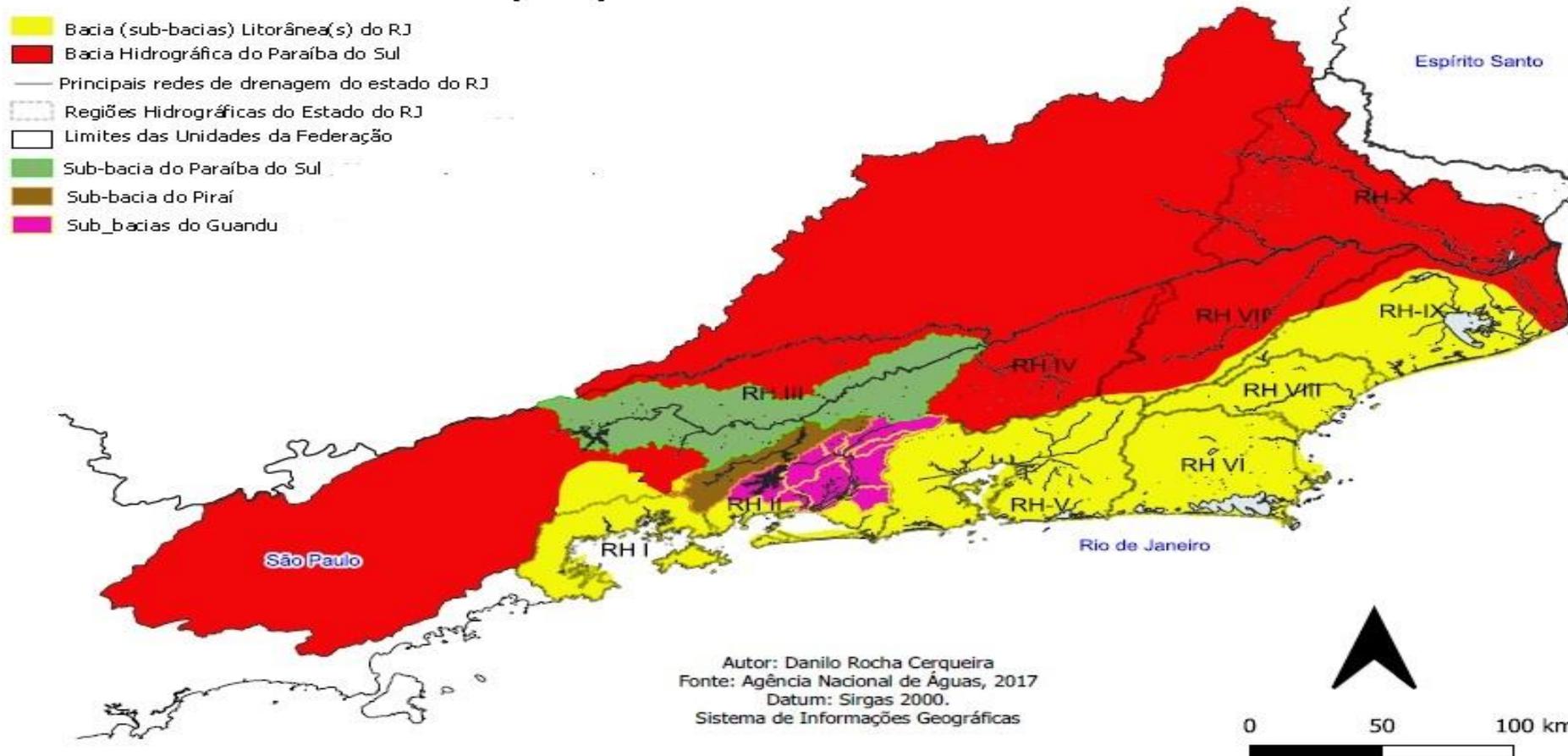
APÊNDICE B - Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hidrográficas em escala Nacional e Estadual

Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hidrográficas em escala Nacional e Estadual.

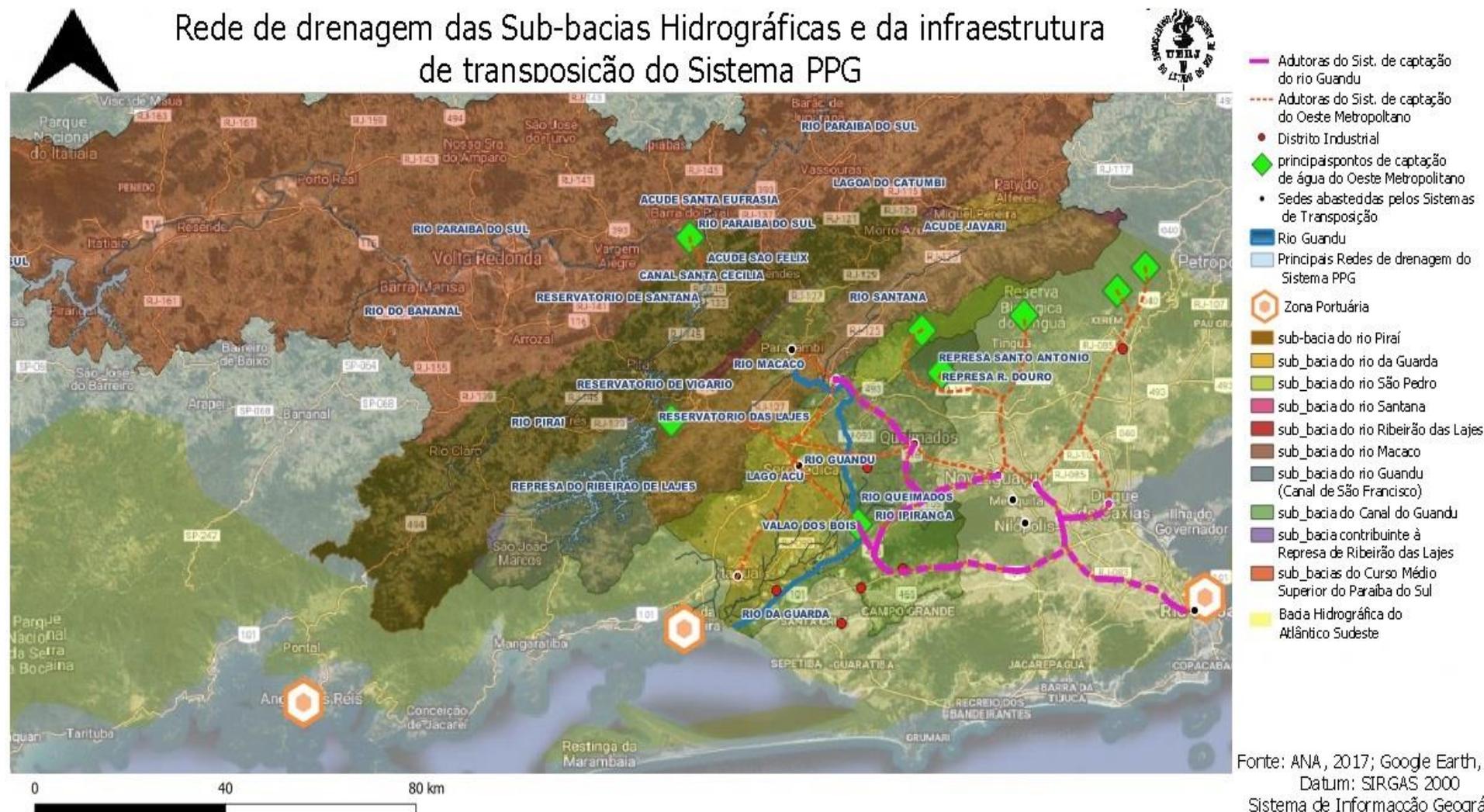


APÊNDICE C - Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro

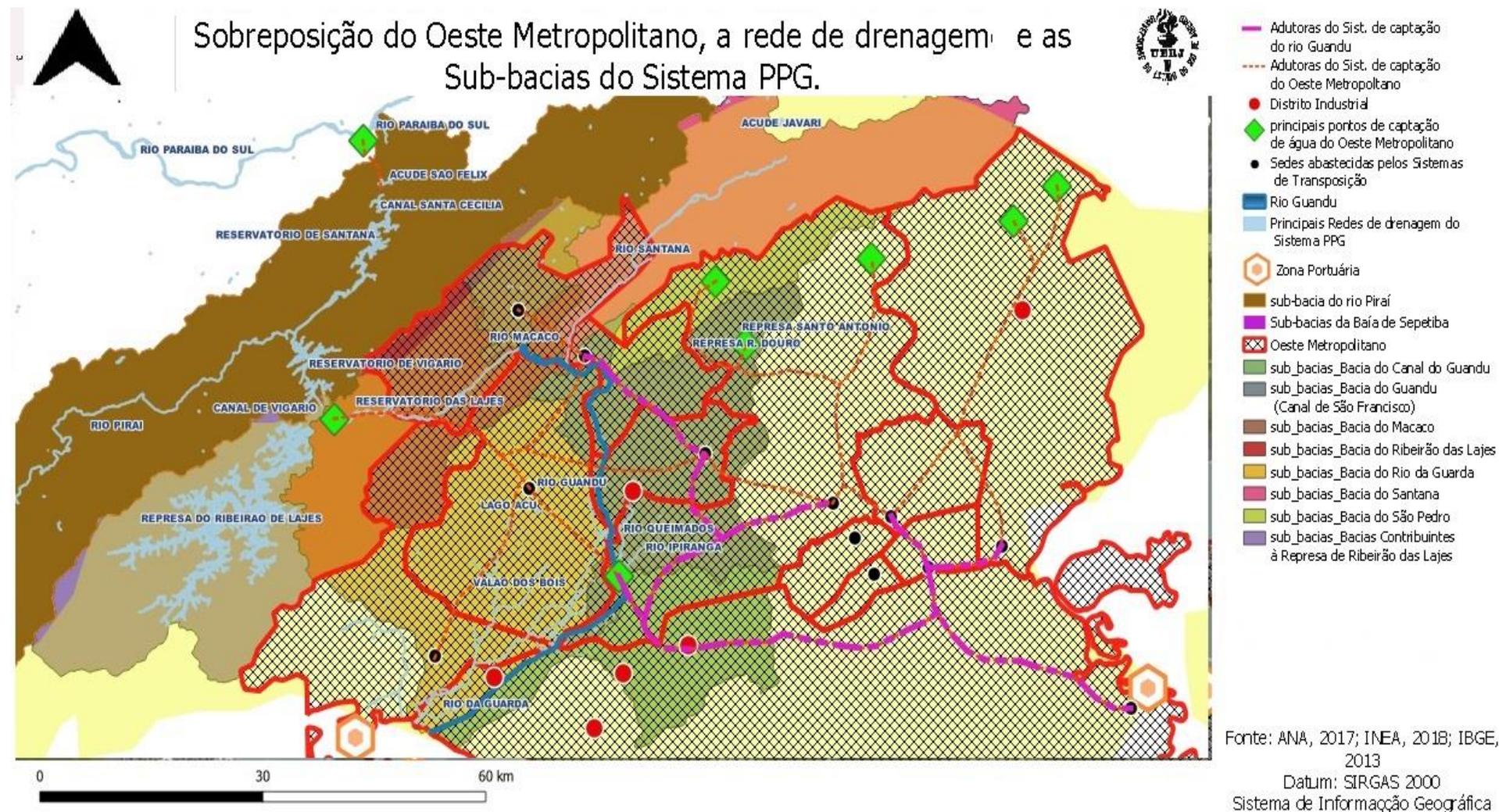
Localização das Regiões, Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do estado do RJ: destaque para as Sub-bacias do Sistema PPG



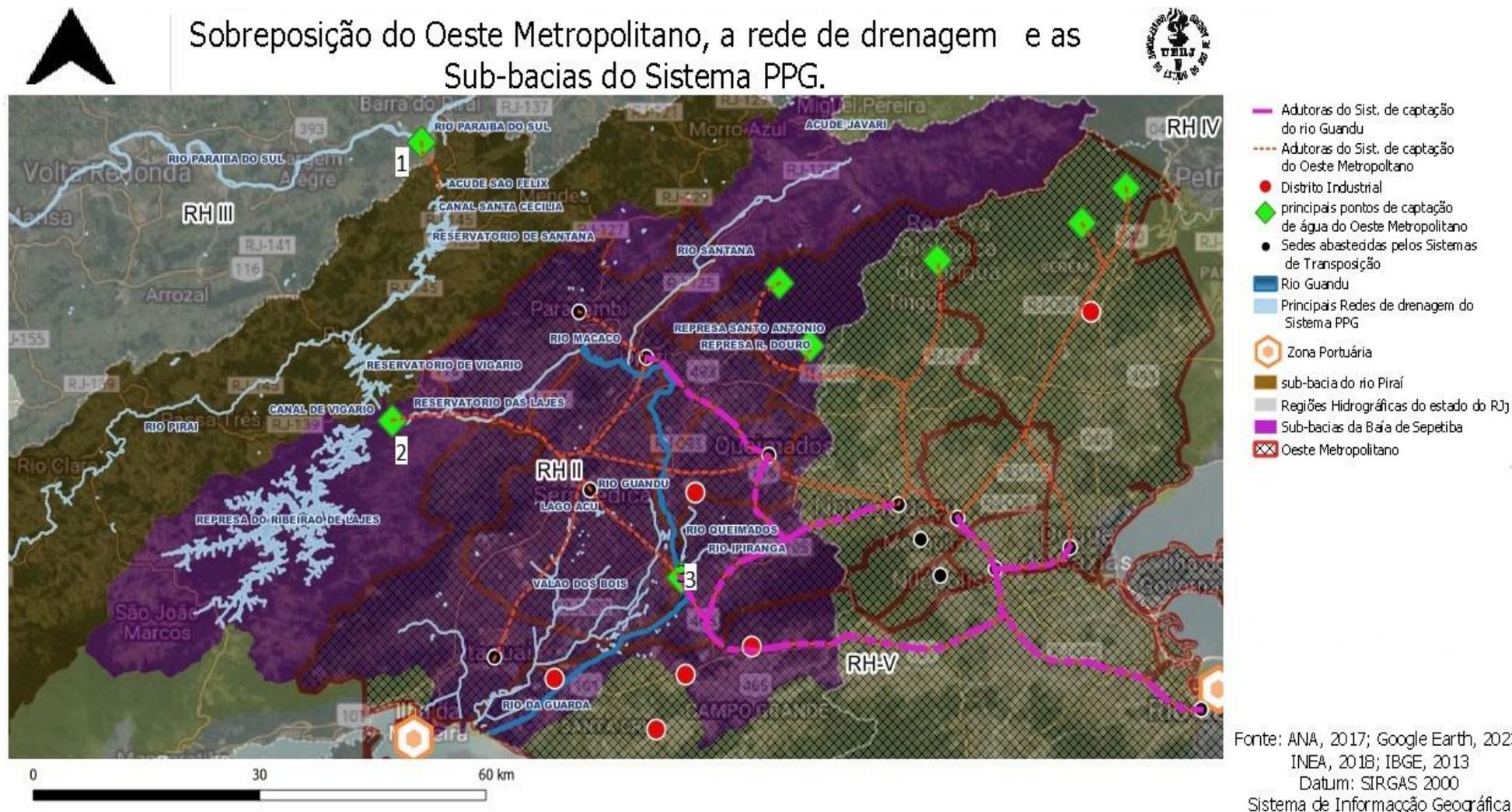
APÊNDICE D - Rede de drenagem das Sub-bacias Hidrográficas e da infraestrutura de transposição do Sistema PPG



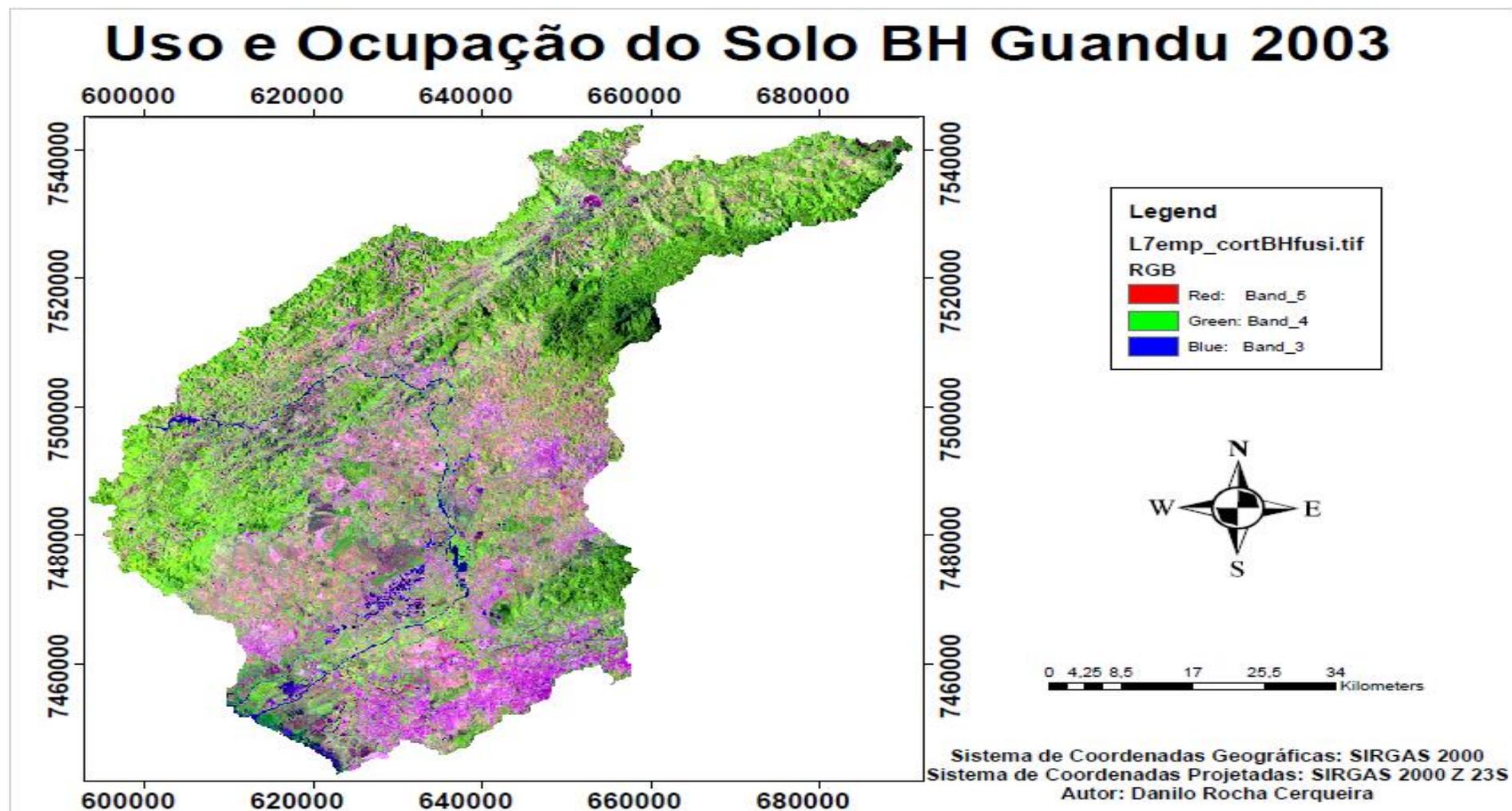
APÊNDICE E - Sobreposição do Oeste Metropolitano, a rede de drenagem e as Sub-bacias do Sistema PPG



APÊNDICE F - Sobreposição do Oeste Metropolitano, a rede de drenagem e as Sub-bacias do Sistema PPG

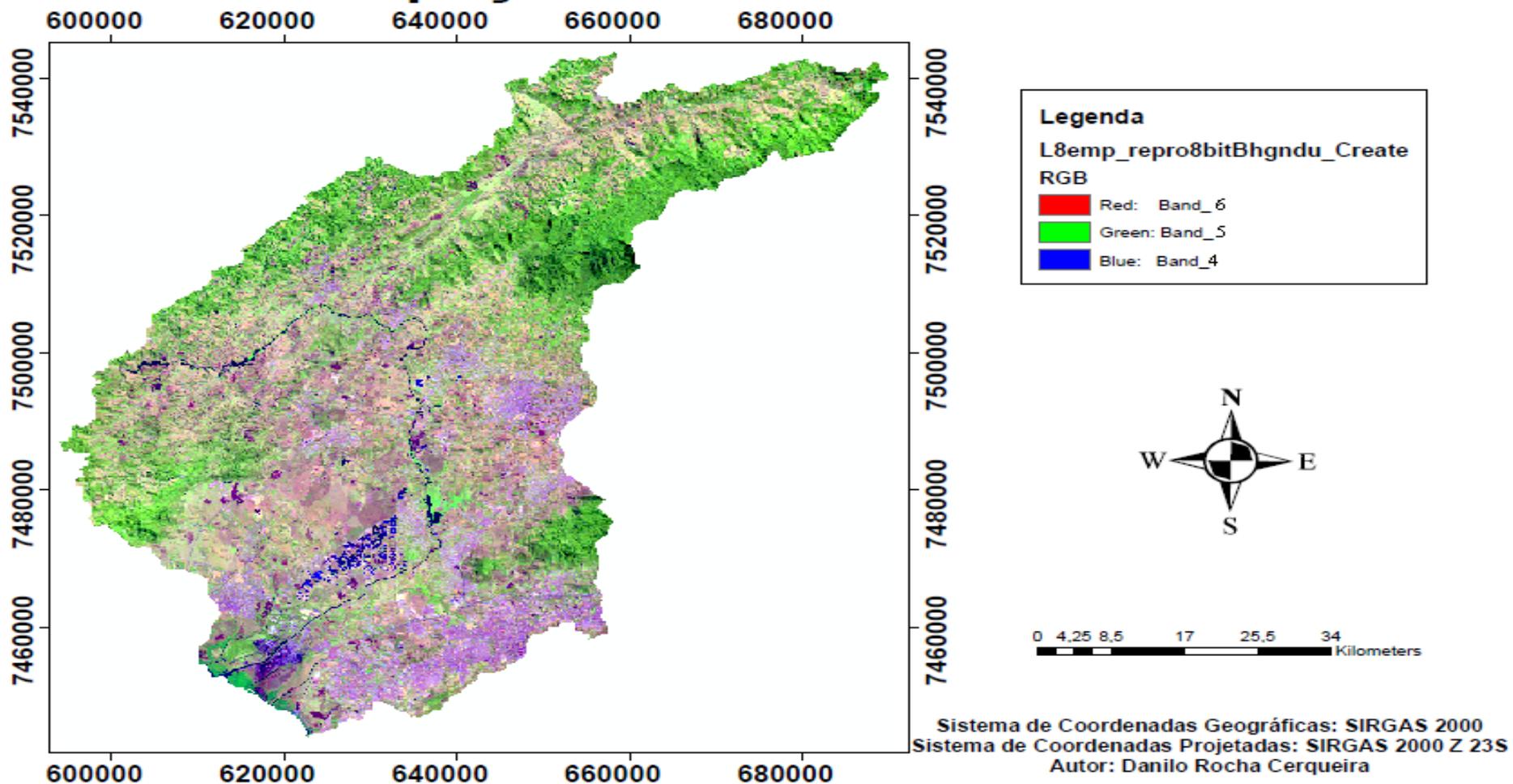


APÊNDICE H - Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 7 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu 2003

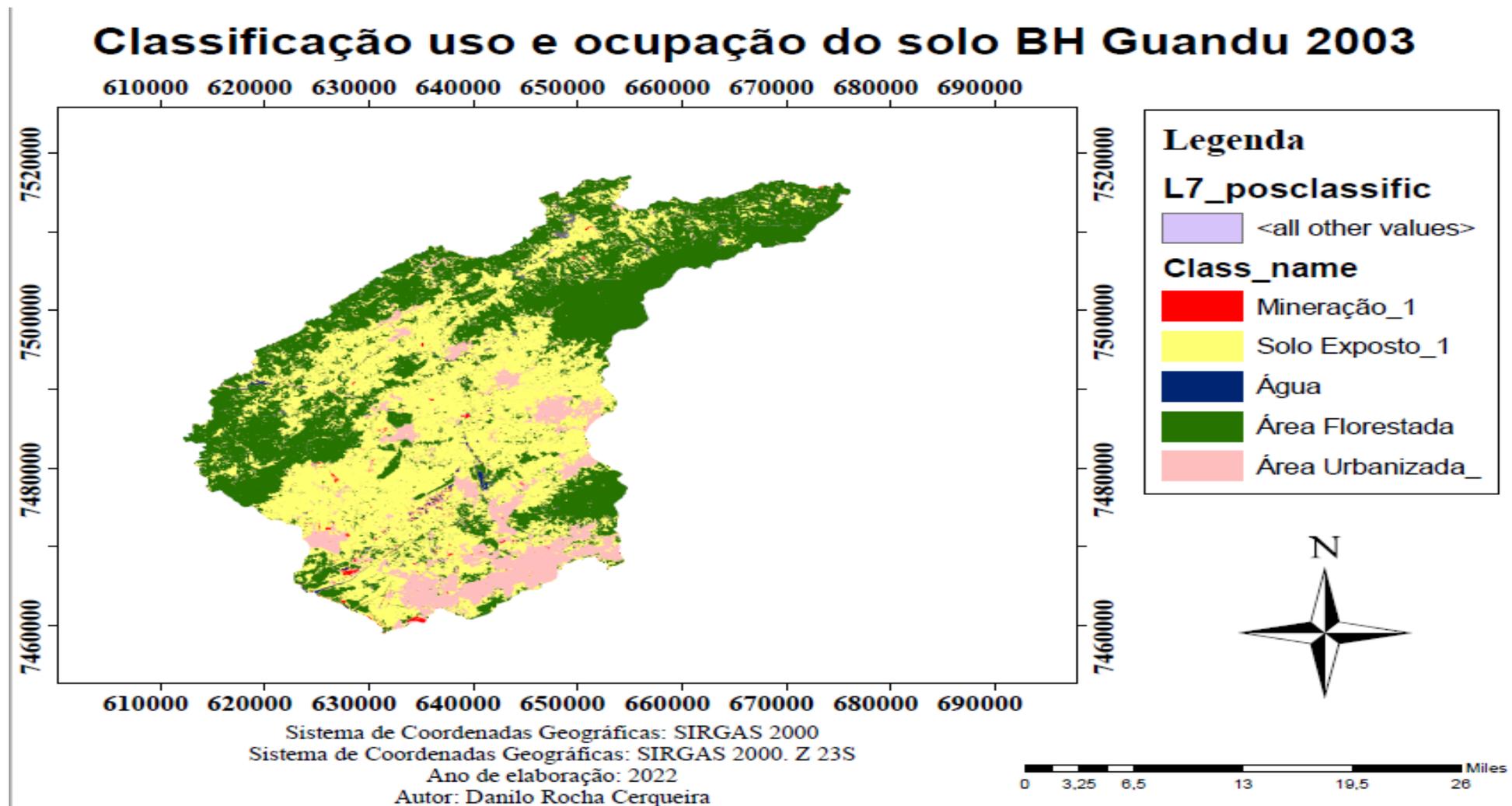


APÊNDICE I - Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 8 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu 2017

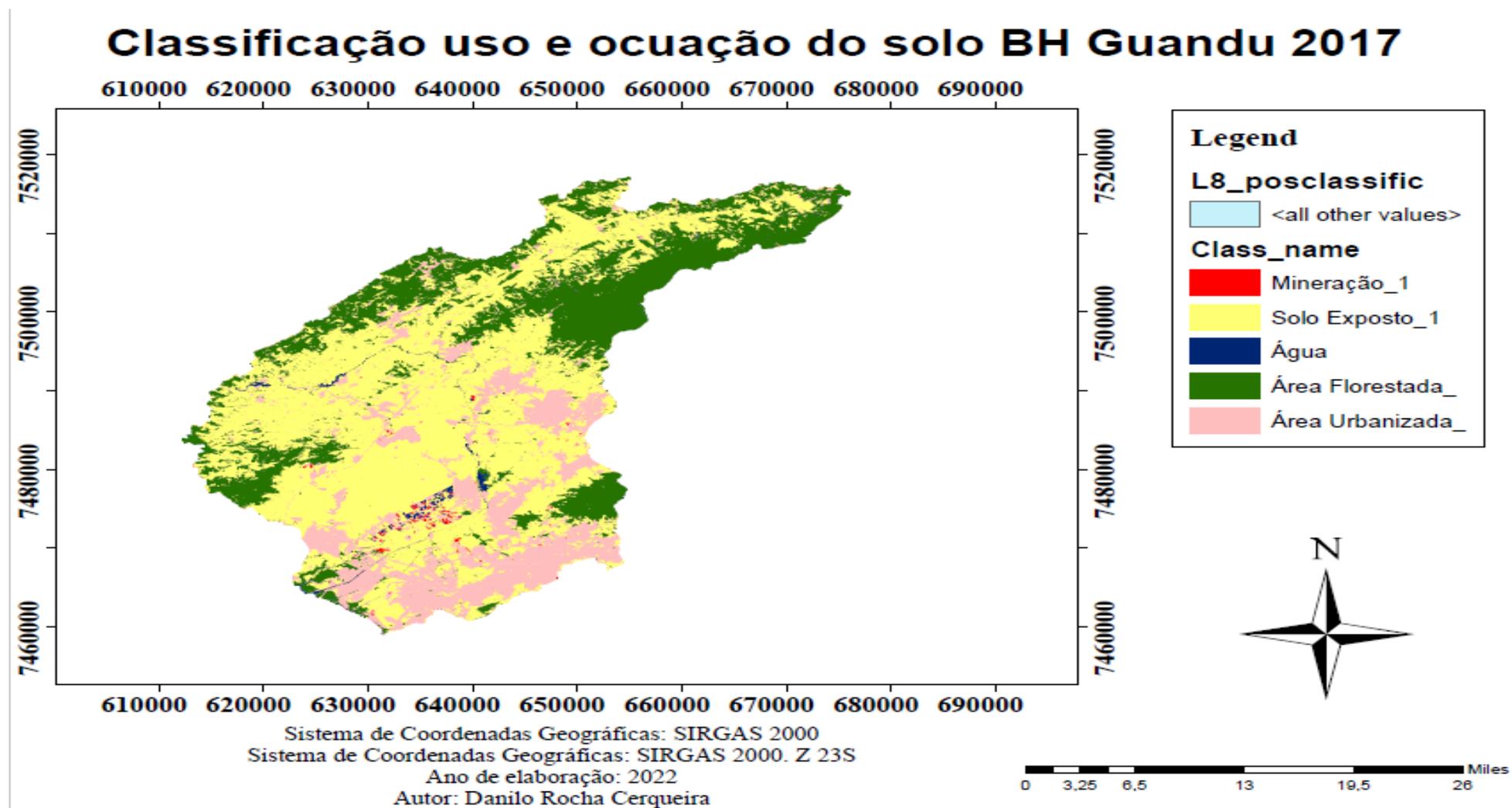
Uso e ocupação do solo BH Guandu 2017



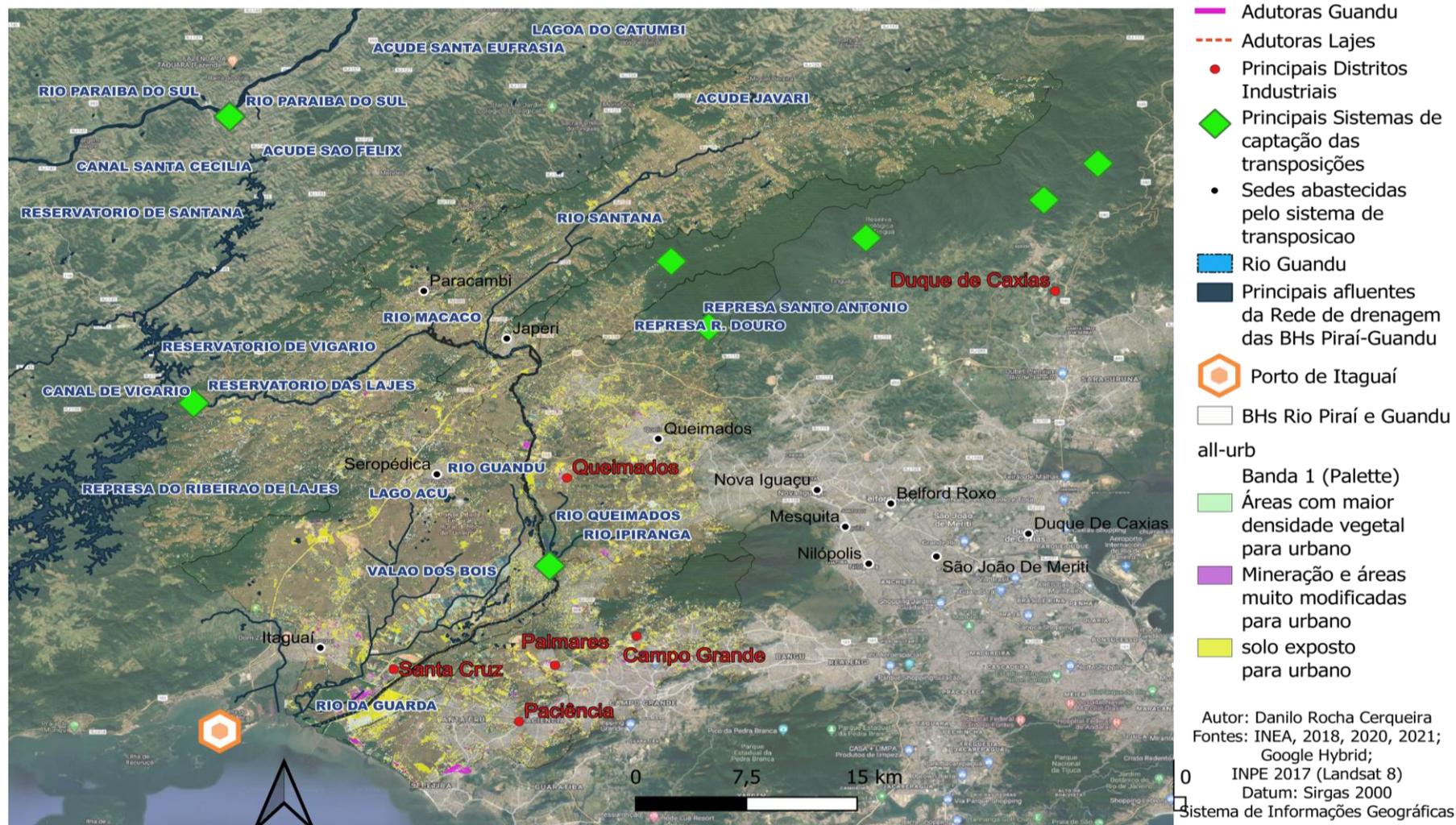
APÊNDICE J - Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 7 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada 2003



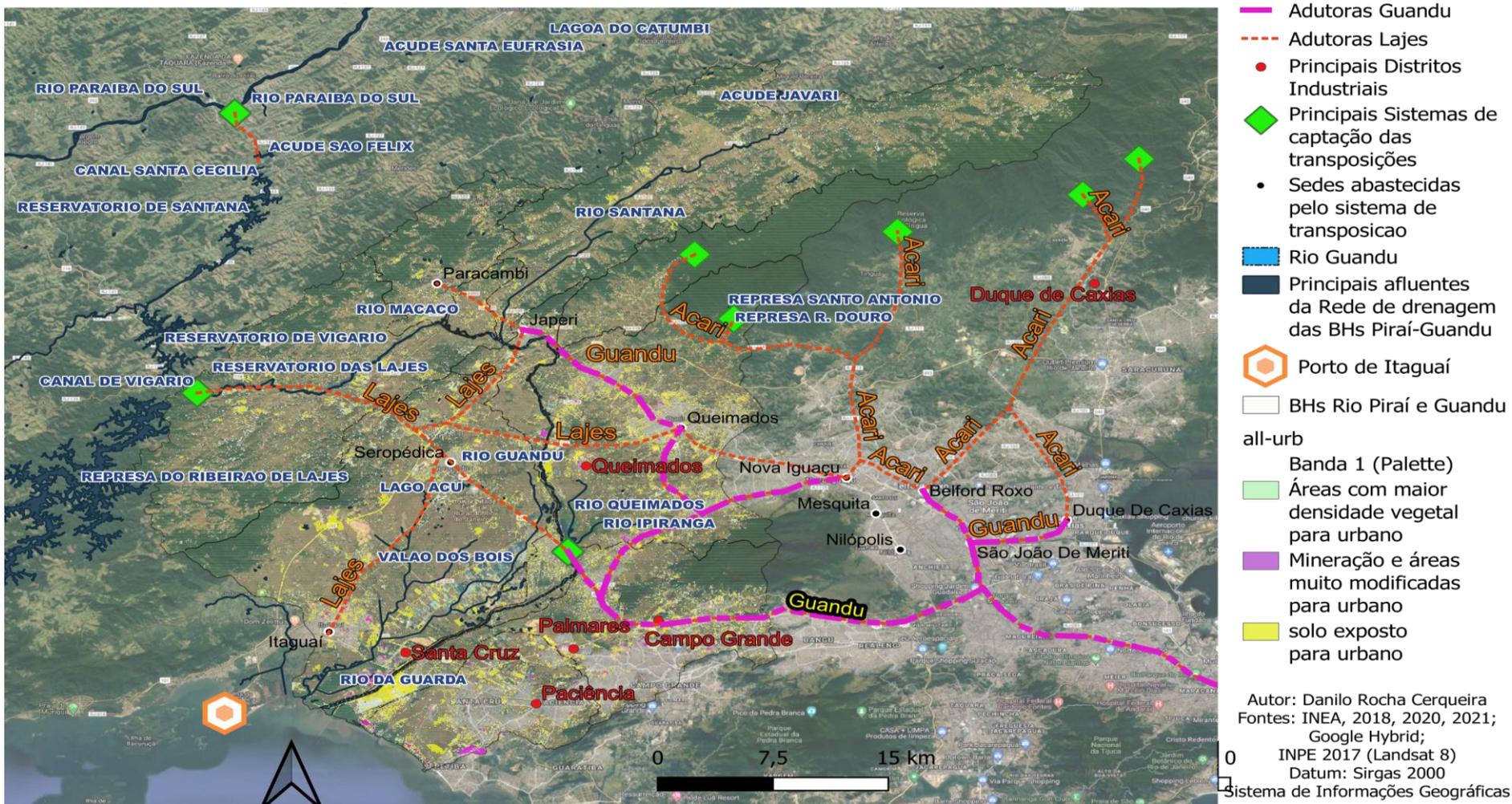
APÊNDICE L - Recorte de Imagem de Satélite LANDSAT 8 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu – Classificação Supervisionada 2017



APÊNDICE M - Modelo de tendência de todas as classes para urbano das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba(sem redes técnicas do Sistema PPG). 2017-2032



APÊNDICE N - Modelo de tendência de todas as classes para urbano das Sub-Bacias da Baía de Sepetiba 2017-2032



APÊNDICE O - Modelo de tendência de vegetação para solo exposto das. Sub-Bacias da Baía de Sepetiba 2017-2032

