

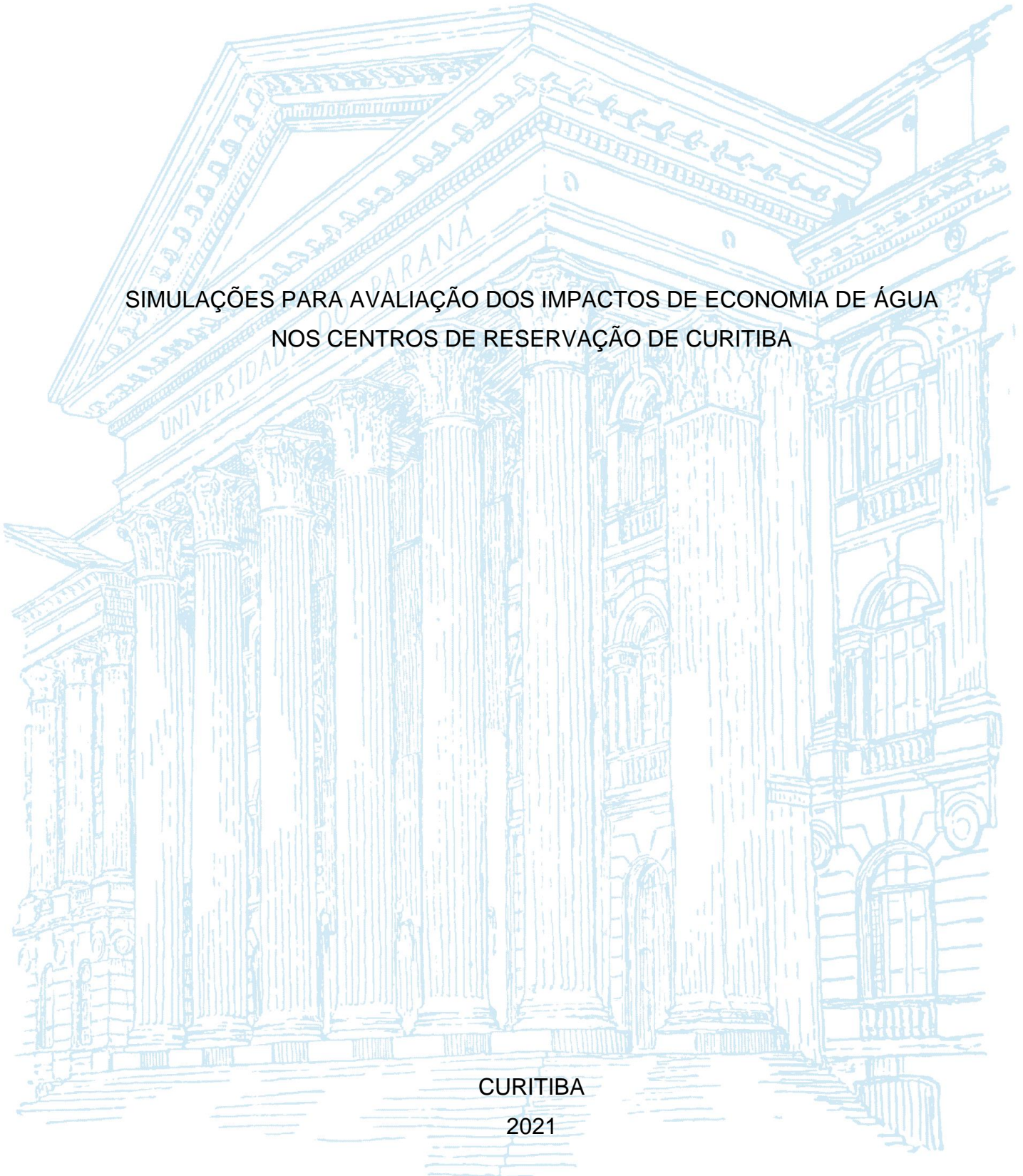
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LETICIA DE MACEDO E SILVA

SIMULAÇÕES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE ECONOMIA DE ÁGUA  
NOS CENTROS DE RESERVAÇÃO DE CURITIBA

CURITIBA

2021



LETICIA DE MACEDO E SILVA

SIMULAÇÕES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE ECONOMIA DE ÁGUA  
NOS CENTROS DE RESERVAÇÃO DE CURITIBA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Costa dos Santos

CURITIBA

2021



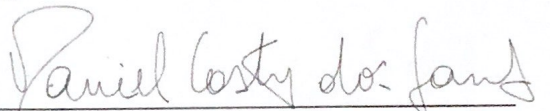
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

## TERMO DE APROVAÇÃO DE PROJETO FINAL

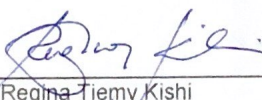
LETICIA DE MACEDO E SILVA

### SIMULAÇÕES PARA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DE ECONOMIA DE ÁGUA NOS CENTROS DE RESERVAÇÃO DE CURITIBA

Projeto Final de Curso, aprovado como requisito parcial para a obtenção do Diploma de Bacharel em Engenharia Ambiental no Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, com nota 8,0, pela seguinte banca examinadora:

Orientador(a): 

Prof<sup>o</sup> Dr. Daniel Costa dos Santos  
Departamento de Hidráulica e Saneamento/ Universidade Federal do Paraná

Membro(a) 1: 

Prof<sup>a</sup> Dra. Regina Tiemy Kishi  
Departamento de Hidráulica e Saneamento/ Universidade Federal do Paraná

Membro(a) 2: 

Prof<sup>o</sup> Dr. Eduardo Felga Gobbi  
Departamento de Engenharia Ambiental/ Universidade Federal do Paraná

Curitiba, 15 de dezembro de 2021



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me acompanhar todos os dias da minha vida e me dar sabedoria para chegar até aqui. Aos meus pais, Marcio Pereira e Silva e Sueli de Macedo e Silva, pelo suporte em todas as etapas da minha vida sempre com muito amor e carinho.

Ao meu esposo, Felipe de Marco, por me ouvir e entender até mesmo nos momentos mais difíceis, me apoiar e me fazer acreditar no meu potencial todos os dias.

E ao meu professor, Dr. Daniel Costa dos Santos, pela orientação e paciência em me acalmar nos momentos de tensão e me guiar para a conclusão deste trabalho.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é estimular a economia de água e sensibilizar o usuário a utilizar formas eficientes para promover a diminuição do consumo exacerbado. Incentivar o uso consciente, reforçando a educação ambiental e estimular o investimento em dispositivos de economia de água. Com uma análise detalhada do Sistema de Abastecimento de Água de Curitiba e Região Metropolitana – SAIC, foram realizadas simulações nos centros de reservação do Cajuru e do Corte Branco. A partir dessas simulações, foi realizada a redistribuição do volume total de água economizado para as regiões onde o consumo médio é inferior ao consumo mínimo de conforto. A análise também foi realizada referente ao impacto que essa economia gerará no rodízio que está sendo realizado na cidade de Curitiba desde março de 2020. Finalmente, foi avaliada a motivação para a distribuição do rodízio e a influência do poder aquisitivo no seu relaxamento. A partir de toda essa análise, o resultado obtido foi que com as ações propostas, para diminuição dos desperdícios, seria possível atingir de forma positiva uma grande parcela da população.

Palavras-chave: Sistemas de Abastecimento de Água. Saneamento Básico. Infraestrutura Sanitária. Balanço Hídrico. Segurança Hídrica.

## **ABSTRACT**

The objective of this study is to stimulate water savings and sensitize the user to use efficient ways to promote a reduction in exacerbated consumption. Encourage conscientious use, reinforcing environmental education and encouraging investment in water-saving devices. With a detailed analysis of the Water Supply System of Curitiba and Metropolitan Region - SAIC, carrying out simulations in the reserve centers of Cajuru and Corte Branco. Based on these simulations, the total volume of water saved will be redistributed to regions where the average consumption is lower than the minimum consumption for comfort. The analysis will also be made regarding the impact that this economy will generate in the rotation that has been carried out in the city of Curitiba since March 2020. Finally, the motivation for the rotation distribution and the influence of purchasing power on its relaxation will be evaluated. From all this analysis, the result obtained was with the proposed actions, to reduce waste, it would be possible to positively reach a large portion of the population.

Keywords: Water Supply Systems. Sanitation. Hydric Balance. Water Security.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CICLO HIDROLÓGICO .....	19
FIGURA 2 - TOTAL DE ÁGUA RETIRADA NO BRASIL EM 2019.....	21
FIGURA 3 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA NO BRASIL ....	22
FIGURA 4 - ESQUEMA DE COLETA, TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA .....	24
FIGURA 5 - ECONOMIAS RESEDENCIAIS ABASTECIDAD ATIVAS NO TOTAL DE DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES (DPP).....	26
FIGURA 6 - VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDA POR DIA POR ECONOMIA ATIVA, SEGUNDO AS GRANDES REGIÕES E AS UNIDADES DA FEDERAÇÃO.....	27
FIGURA 7 - MUNICÍPIOS INTEGRANTES DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA E ABRANGÊNCIA DO SAIC .....	31
FIGURA 8 - PARCELA DOS MUNICÍPIOS ATENDIDA PELO SAIC .....	32
FIGURA 9 - ESTRUTURA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO INTEGRADO DE CURITIBA .....	33
FIGURA 10 - CENTROS DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA DO SAIC .....	35
FIGURA 11 - DIMENSÕES DA SEGURANÇA HÍDRICA.....	37
FIGURA 12 - BALANÇO HÍDRICO EQUILIBRADO .....	38
FIGURA 13 - INFRAESTRUTURA E GESTÃO INSUFICIENTES.....	38
FIGURA 14 - EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS.....	39
FIGURA 15 - LOCALIZAÇÃO DE CURITIBA/PR .....	41
FIGURA 16 - RELEVO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA/PR .....	42
FIGURA 17 - BACIAS HIDROGRÁFICAS LOCALIZADAS EM CURITIBA/PR .....	43
FIGURA 18 - PIRÂMIDE ETÁRIA DO MUNÍCIPIO DE CURITIBA.....	44
FIGURA 19 - POPULAÇÃO RESIDENTE DOS BAIRROS DE CURITIBA .....	45
FIGURA 20 - RENDA MÉDIA DOS DOMICILIOS PARTICULARES DE CURITIBA .	47
FIGURA 21 - MAPA DE ZONEAMENTO, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO .....	48
FIGURA 22 - DISTRIBUIÇÃO A PARTIR DO SISTEMA IGUAÇU.....	51
FIGURA 23 - DISTRIBUIÇÃO A PARTIR DO SISTEMA IRAÍ.....	51
FIGURA 24 - DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA MIRINGUAVA.....	52
FIGURA 25 - CONEXÃO DO CENTRO DE RESERVAÇÃO CORTE BRANCO COM O CAJURU.....	53



FIGURA 26 - CENTRO DE RESERVAÇÃO CORTE BRANCO.....	60
FIGURA 27 – DOMICÍLIOS POR CLASSE DE RENDIMENTO NOMINAL MENSAL PER CAPITA EM SALÁRIOS MÍNIMOS.....	62
FIGURA 28 - GRÁFICO DA ATIVIDADE ECONÔMICA DOS BAIROS ABASTECIDOS PELO CR CORTE BRANCO .....	63
FIGURA 29 - CR MERCÊS, BATEL E SÃO FRANCISCO.....	63
FIGURA 30 - GRÁFICO DA ATIVIDADE ECONÔMICA DOS BAIROS ABASTECIDOS PELO CR CAJURU .....	64
FIGURA 31 - GRÁFICO DA ATIVIDADE ECONÔMICA DOS BAIROS ABASTECIDOS PELO CR CAJURU .....	65

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - MANACIAIS UTILIZADOS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA PELO SAIC .....	34
QUADRO 2 - TORNEIRAS COMUNITÁRIAS DISTRIBUIDAS EM CURITIBA .....	36
QUADRO 3 - DEMANDA X PRODUÇÃO A LONGO PRAZO .....	56

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ATENDIMENTO POPULACIONAL DE CADA BACIA HIDROGRÁFICA .....	46
TABELA 2 - NÚMERO DE INTERNAÇÕES EM CURITIBA DEVIDO A DOENÇAS RELACIONADAS COM SANEMAENTO .....	49
TABELA 3 - DEMANDA POR ÁGUA TRATADA .....	55
TABELA 4 - CONSUMO PER CAPITA POR BAIRRO .....	56
TABELA 5 - CONSUMO PER CAPITA CR PAROLIN, XAXIM, PORTÃO E TATUQUARA .....	61
TABELA 6 - CONSUMO PER CAPITA CR MERCÊS, BATEL E SÃO FRANCISCO	64
TABELA 7 - CONSUMO PER CAPITA PÓS REDUÇÃO .....	66
TABELA 8 - TOTAL ECONOMIZADO EM TODOS OS BAIRROS COM CONSUMO ACIMA DO CMC .....	67
TABELA 9 - VOLUME ECONOMIZADO RESDISTRIBUÍDO ENTRE OS BAIRROS XAXIM E TATUQUARA .....	68
TABELA 10 - IMPACTO DA ECONOMIA DE ÁGUA NO RODÍZIO .....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

%	- Porcentagem
AEN	- Agência Estadual de Notícias
ANA	- Agência Nacional das Águas
AGEPAR	- Companhia de Água e Esgotos do Paraná
CIC	- Cidade Industrial de Curitiba
CMC	- Consumo Mínimo de Conforto
CME	- Consumo Médio Estimado
CNRH	- Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COHAB	- Companhia de Habitação Popular
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
CR	- Centro de Reservação
DBO	- Demanda Biológica de Oxigênio
ETA	- Estação de Tratamento de Água
IAT	- Instituto Água e Terra
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	- Índice de Desenvolvimento Humano
IPPUC	- Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
OMS	- Organização Mundial da Saúde
ONU	- Organização das Nações Unidas
PAC	- Programa de Aceleração do Crescimento
PNDU	- Política Nacional de Desenvolvimento Humano
PNSB	- Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
RMC	- Região Metropolitana de Curitiba
SAA	- Sistema de Abastecimento de Água
SABESP	- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SANEPAR	- Companhia de Saneamento do Paraná
SAIC	- Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba
SEMA	- Secretaria Municipal do Meio Ambiente
SIN	- Sistema Interligado Nacional
SMS	- Secretaria Municipal da Saúde
SNIS	- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SUS	- Sistema Único de Saúde

URBS - Companhia de Urbanização de Curitiba

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\Sigma$  - somatório de números

$\Pi$  - produtório de números

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA .....	16
1.2 HIPÓTESE .....	17
1.3 JUSTIFICATIVA .....	17
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>19</b>
3.1 ABORDAGEM SOBRE AS ÁGUAS URBANAS .....	19
3.1.1 Ciclo hidrológico .....	19
3.1.2 Águas urbanas .....	20
3.1.2.1 Usos Urbanos da Água.....	20
3.1.2.2 Infraestrutura Sanitária: Sistemas de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana.....	22
3.1.2.3 Sistemas de Abastecimento de Água .....	23
3.2 ATUALIDADES SOBRE A OFERTA E DEMANDA DE ÁGUA POTÁVEL .....	25
3.2.1 BRASIL.....	25
3.2.2 Paraná.....	28
3.2.3 Curitiba e RMC.....	29
3.2.3.1 SAIC .....	30
3.3 SEGURANÇA HÍDRICA .....	37
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>41</b>
4.1 APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	41
4.1.1 Aspectos da geografia física .....	41
4.1.2 Aspectos socioambientais e econômicos .....	44
4.1.3 A infraestrutura sanitária de Curitiba .....	50
4.1.4 Distribuição de água dos principais sistemas do SAIC .....	50
4.2 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	52
4.2.1 Delimitação do sistema SAIC .....	52
4.3 DESCRIÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO DO SAIC .....	53
4.4 CONSUMO DE ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES .....	53
4.5 AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES .....	57

4.6 SIMULAÇÃO DA AÇÃO DE CONSERVAÇÃO NO BALANÇO HÍDRICO DO SAIC	
57	
4.7 RODÍZIO EM CURITIBA .....	59
<b>5 DISCUSSÃO E RESULTADOS .....</b>	<b>60</b>
5.1 CORTE BRANCO .....	60
5.2 CAJURU.....	63
5.3 AVALIAÇÃO CRÍTICA DO RODÍZIO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM CURITIBA.....	65
5.4 RESULTADO DA SIMULAÇÃO DE ECONOMIA E DA REDISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA	66
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>71</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Recursos hídricos são esgotáveis e cada vez mais escassos devido ao aumento desenfreado do consumo. Mesmo o Brasil tendo um percentual de 12% de toda a água doce do mundo, segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), ainda apresenta problemas graves com crises hídricas.

Esse é o caso de Curitiba e região metropolitana, território urbano que exhibe desde 2019 um quadro reduzido de chuvas atingindo agravamento no nível dos reservatórios em março de 2020, quando a Sanepar, responsável pela distribuição de água do estado do Paraná, adotou um sistema de rodízio de abastecimento para potencializar a redução no consumo de água da população. Uma vez que os níveis dos reservatórios que compõem o Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba e Região Metropolitana (SAIC) registraram os menores níveis desde 2009. (SANEPAR)

Tendo como base o sistema de redução estabelecido pela Sanepar, o desperdício em edificações pode ser considerado um dos fatores de agravamento na crise hídrica. O consumo desenfreado de água potável tem grande impacto nos níveis dos reservatórios responsáveis pela distribuição de água. Um aspecto que deve ser analisado é a disparidade no consumo per capita entre regiões do município, que está relacionada com a diferença de poder aquisitivo da população.

Outro quesito a ser mensurado são as perdas ao longo de todo o Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Segundo a Sanepar projetos de redes antigas, rompimentos das tubulações e ligações irregulares geram prejuízos ambientais, com vazamentos que poderiam ser evitados mediante investimentos em infraestrutura e medidas que evitam esse tipo de ligação clandestina.

Dessa forma, quais ações são necessárias para que se possa amenizar o impacto da escassez de chuvas no Sistema de Abastecimento de Água de Curitiba e Região Metropolitana?

## 1.2 HIPÓTESE

Com o intuito de trazer respostas à questão colocada, a hipótese deste trabalho é que a otimização do balanço hídrico no Sistema de Abastecimento Integrado de Água (SAIC), a partir de ações de conservação de água nas edificações, possa contribuir para promover a segurança hídrica e Curitiba e Região Metropolitana.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

A falta de água devido a mudanças climáticas é cada vez mais recorrente no Brasil. Segundo o Plano Nacional de Segurança Hídrica, apresentado pela Agência Nacional das Águas (ANA), as regiões semiáridas do país, onde a disponibilidade hídrica é naturalmente reduzida, as crises tem ocorrido de forma mais acentuada, e nos últimos anos outras partes do país, onde a segurança hídrica era mais consistente, apresentaram desequilíbrio no balanço hídrico o que afeta grande parte da população.

A maior justificativa desse trabalho é mostrar que além das estiagens o desperdício de água pela população é extremamente impactante. As ações apresentadas foram importantes para análise do consumo de água em cada região de Curitiba e qual o efeito resultante no SAIC.

Nesse estudo, foi analisado o volume de água consumido em diferentes bairros de Curitiba e as diferenças nesses valores, através disso, foi concebido um plano de medidas para que onde tenha desperdício essa prática seja amenizada de forma que essa diferença possa ser destinada de forma eficiente a outra região mais necessitada, evitando dessa forma, o desperdício de água nas edificações.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é apresentar cenários de otimização do balanço hídrico do SAIC a partir da redução dos desperdícios no consumo de água nas edificações, de maneira a indicar nexos entre o aumento da oferta e a redução da demanda de água.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudo dos volumes consumidos;
- Definição dos Centros de Reservação (CR) que possuem altos índices de consumo per capita;
- Determinação dos Centros de Reservação (CR) que irão receber um fluxo maior de água;
- Elaboração de simulações utilizando planilhas no *Excel*;
- Estimativa dos impactos que essa redistribuição trará.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 ABORDAGEM SOBRE AS ÁGUAS URBANAS

##### 3.1.1 Ciclo hidrológico

O ciclo da água envolve a circulação contínua de água na Terra através de processos como evaporação, transpiração, condensação, precipitação e escoamento. Embora a parcela total de água dentro do ciclo permaneça constante, entre os processos sua distribuição está mudando constantemente. Na figura 1, a ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico apresenta uma demonstração do ciclo hidrológico na cidade.

FIGURA 1 - CICLO HIDROLÓGICO



FONTE: ANA, 2020.

Um dos principais processos deste ciclo é a evaporação, que é a transferência de água da superfície terrestre para a atmosfera. A água no estado

líquido é levada ao estado gasoso. Temperatura, umidade, velocidade do vento e radiação solar são os principais fatores que afetam a evaporação. A maior fonte de vapor da Terra são os oceanos, porém, solos, neve e gelo também liberam água nesse estado. Neve e gelo são convertidos do sólido ao vapor diretamente pelo processo de sublimação. Também é fato que as plantas transpiram, sendo assim mais uma fonte para o ciclo hidrológico. Dessa forma, a transpiração, evaporação e sublimação são unidas e chamadas de evapotranspiração.

A principal forma de umidade na atmosfera é o vapor de água, responsável pela formação de geadas, neblinas, nuvens e precipitação. A maior parte do vapor de água está aprisionado na troposfera, que está em uma altura de aproximadamente 12 km de altitude.

Quando ocorre uma saturação do ar a água passa do estado gasoso para o estado líquido, esse processo é chamado de condensação, por consequência, chove.

A água que cai na Terra é distribuída de algumas maneiras, parte dela volta para a atmosfera por evaporação, outra parte é consumida pelas vegetações, uma fração percola e se infiltra no solo e o remanescente escoar pela superfície da Terra em direção a mares e rios. As águas subterrâneas são provenientes desse processo de percolação no solo, apesar de serem mais lentas e variáveis.

O ciclo hidrológico pode parecer mecânico e contínuo, porém segundo a ANA a realidade é bem diferente, cada fase ocorre de forma aleatória e generalizada, tanto no tempo como no espaço. Os fenômenos hidrológicos que são apresentados servem para dar base aos elementos do ciclo: precipitação, evapotranspiração, escoamento superficial e escoamento subterrâneo.

### 3.1.2 Águas urbanas

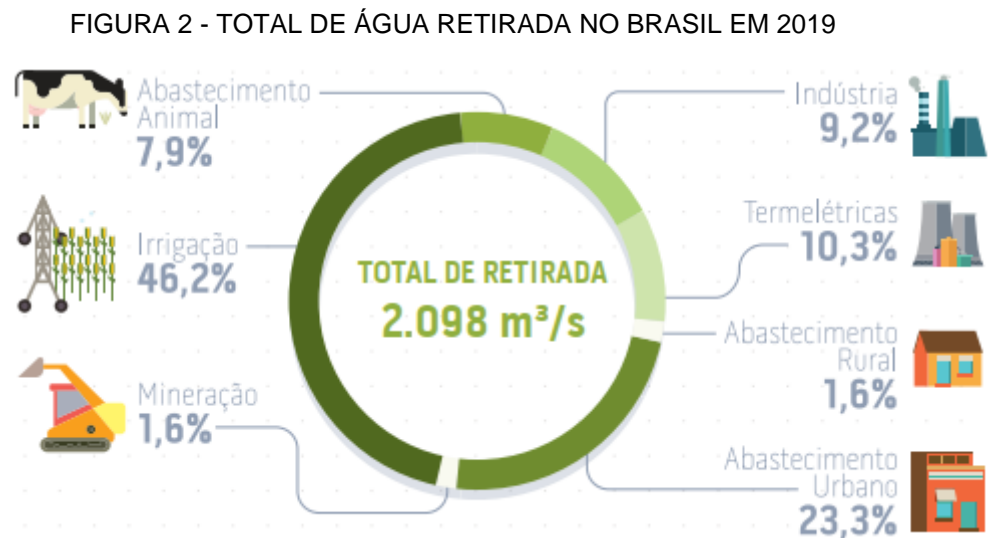
#### 3.1.2.1 Usos Urbanos da Água

Os principais usos de água no Brasil são para irrigação, abastecimento humano e animal, indústria, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, recreação e lazer.

A água utilizada é classificada em três categorias, retirada que se refere a toda água captada para uso. Retorno, que depois do uso retornará aos corpos hídricos.

Água de consumo, como o próprio nome diz será consumida e não terá um retorno direto aos corpos hídricos.

Na figura 2, a seguir, é apresentada as retiradas de água referente a cada categoria no Brasil.



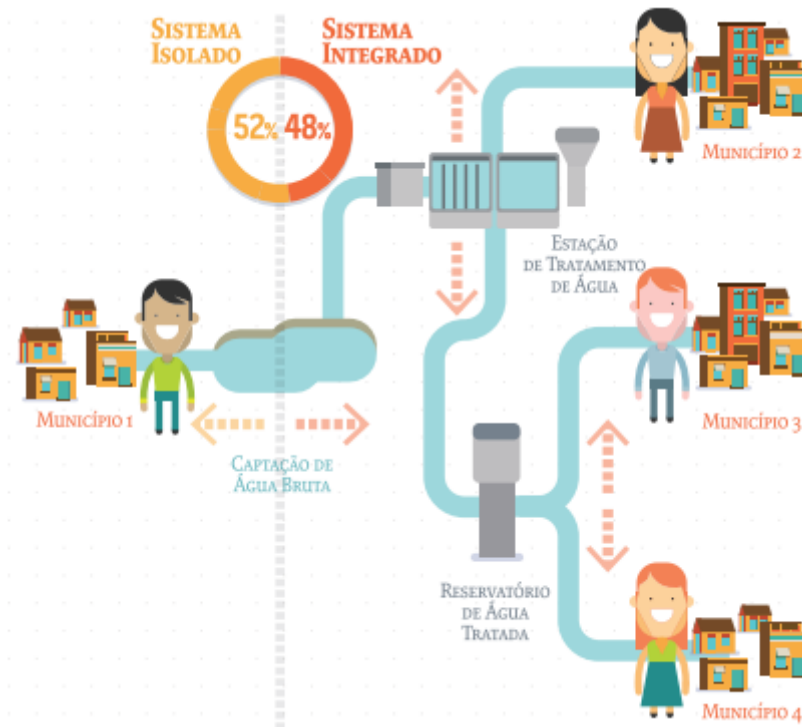
FONTE: ANA, 2020

O abastecimento urbano é a segunda maior taxa do país. O serviço de produção e distribuição é feito, majoritariamente por companhias estaduais de saneamento. Cerca de 58% das cidades brasileiras captam água de mananciais superficiais, enquanto que os outros 42% utilizam mananciais subterrâneos (ANA, 2020). Devido as crises hídricas dos últimos tempos, o Brasil aplica cada vez mais o uso de águas subterrâneas, uma vez que são reservas estratégicas e podem amenizar impactos de abastecimento em períodos graves de estiagem.

Para o abastecimento de grandes cidades o manejo das vazões as vezes se faz necessário como obras para reservação de água ou então transferência entre bacias vizinhas para atendimento da população. Para atender a região metropolitana das grandes capitais esse artifício é utilizado, assim um grupo de municípios compartilha o mesmo sistema de abastecimento.

Conforme figura 3, aproximadamente 52% da população brasileira é atendida por um sistema individual, e por outro lado 48% é abastecido por um sistema integrado. Curitiba é um exemplo disso com o Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba – SAIC, que atende toda a Curitiba e também a região metropolitana.

FIGURA 3 - SISTEMA DE ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA NO BRASIL



FONTE: ANA, 2020

Com o aumento populacional os mananciais são levados ao extremo, isso se torna prejudicial uma vez que dessa forma é necessário buscar novas fontes hídricas com uma frequência cada vez mais alta e mais distante. Dessa forma, os sistemas de abastecimento ficam cada vez mais complexos e sujeitos a falhas. Nesse momento é importante frisar a necessidade do uso consciente desse recurso e também demandar esforços para a diminuição das perdas em redes de distribuição, no Brasil cerca de 36% da água tratada é desperdiçada nas redes.

### 3.1.2.2 Infraestrutura Sanitária: Sistemas de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana.

O acesso a infraestrutura sanitária é um direito do ser humano. Segundo a ONU, são necessários 2 litros de água por habitante para preparo das próprias refeições. De acordo com a OMS são de 50 a 100 litros por habitante por dia para assegurar as atividades diárias mais básicas. E ainda conforme o Política Nacional de Desenvolvimento Urbano – PNDU, pessoas com dificuldades de acesso a água tratada sobrevivem utilizando cerca de 5 litros de água por dia.

Além disso, a ANA afirma que a disposição incorreta de esgoto sanitário implica na má qualidade da água de áreas urbanas e pode ter impacto direto na saúde da população com a poluição de fontes de captação para. Dessa forma, o uso para atividades agrícolas e consumo humano são inviabilizadas. Em 83.450 km de trecho de rio, devido a alta carga orgânica, é proibida a captação para abastecimento humano, 110 mil km estão comprometidos devido à poluição e 27.040 km necessita de tratamento especial para que possa ser distribuído. Com dados de 2019, o IBGE afirma que apenas 68,3% da população possui domicílios com esgotamento sanitário adequado.

A drenagem de águas pluviais acontece naturalmente. A água passa das regiões mais altas para as mais baixas por meio da gravidade. Parte é absorvida pelo solo e outra parte escoar pela superfície. Com o avanço da ocupação humana, pela impermeabilização do solo e construções irregulares se faz necessário o projeto para que as águas continuem fluindo de forma natural e pacífica, para isso temos a drenagem urbana. Um sistema de drenagem muitas vezes é composto por galerias e rios canalizados para que a água possa escoar e evitar acidentes que envolvam deslizamentos, inundações, rompimento de barragens etc. Segundo o SNIS, processos meteorológicos são complexos, mas a intensidade, duração e frequência do evento pode ser determinado. Além disso, enchentes trazem doenças que colocam a segurança do cidadão em risco. No Brasil cerca de 3,5% da população vive em domicílios em situação de risco. Deve-se destacar que o sistema de drenagem faz parte da infraestrutura urbana, portanto deve ser desenvolvida em conjunto com os outros sistemas existentes (SNIS, 2019).

### 3.1.2.3 Sistemas de Abastecimento de Água

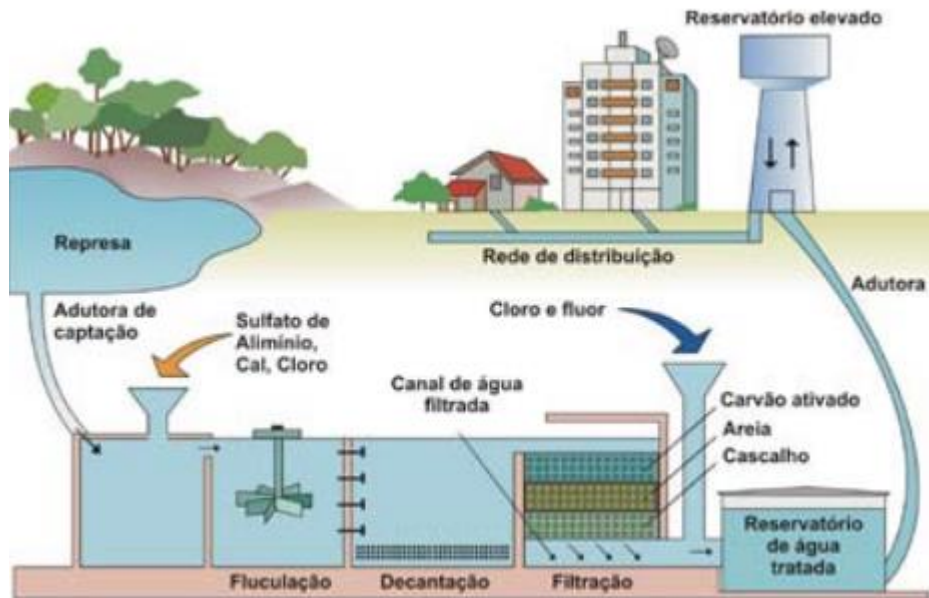
A água encontrada na natureza não é considerada potável, para isso ela deve seguir vários padrões e estar entre os índices de potabilidade pré determinados. A existência de qualquer outra substância, que possua padrões diferentes, faz com que a água se torne poluída.

A melhor alternativa para o atendimento dos municípios de forma coletiva é o sistema de abastecimento de água, exceto por áreas muito afastadas onde o uso de poços artesianos se torna mais vantajoso.



Dessa forma, será abordada as etapas constituintes de um sistema integrado de abastecimento de água.

FIGURA 4 - ESQUEMA DE COLETA, TRATAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA



FONTE: TRATA BRASIL, 2012

Conforme a figura 4, a primeira etapa consiste na escolha do manancial. Essa etapa é importante pois determina a qualidade da água bruta e a qualidade da água a ser distribuída. A qualidade da água bruta é atestada pela Resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente e para determinar a potabilidade é a Portaria 2914 do Ministério da Saúde. Nesse estágio a viabilidade é levada em consideração, muitas vezes torna-se inviável o tratamento da água pois para atingir a potabilidade o gasto econômico seria muito elevado.

A partir da definição do manancial o próximo passo é a captação da água. Esse processo pode ocorrer de duas formas, através de mananciais superficiais, rios, lagos, reservatórios, etc ou por meio de mananciais subterrâneos que são os lençóis freáticos e artesianos. Com a instalação de conjuntos de motores e bombas junto aos mananciais, a água captada é elevada do nível mais baixo até o mais alto, ou seja, do rio para a para a estação de tratamento, por exemplo. Esse transporte de água é feito através da adutora de água bruta, que consiste em canal, galeria ou encanamento designado a transportar a água captada.

Na Estação de Tratamento de Água (ETA), a água que foi captada sofre diversos processos para que atinja a potabilidade exigida pelo Ministério da Saúde. Em um sistema de tratamento básico o tanque de coagulação é o primeiro passo, consiste em priorizar a formação de flocos através da entrada de coagulantes. Após a passagem pela mistura rápida fornecida pelo tanque de coagulação, a água passa por uma mistura lenta onde a floculação ocorre, a formação de flocos sedimentáveis é essencial nesse estágio. Assim, com a sequência de tratamento, a água passa para o decantador que é onde os flocos sedimentam na parte inferior do tanque, propiciando uma água com uma quantidade baixa de sólidos sedimentáveis. A passagem por filtros garante que impurezas contidas na água fiquem retidas. Por fim, ocorre a desinfecção que atua sobre os microrganismos patogênicos, de forma química ou física, sendo Cloro, Bromo, Iodo ou calor e radiação UV, respectivamente.

Após o tratamento da água na ETA, ela segue por adutora de água tratada para os centros de reservação de água, que posteriormente serão distribuídos pra toda a cidade pela rede de distribuição.

## 3.2 ATUALIDADES SOBRE A OFERTA E DEMANDA DE ÁGUA POTÁVEL

### 3.2.1 Brasil

Os recursos hídricos disponíveis no Brasil são vastos, porém esse bem natural não está distribuído de forma homogênea pelo território nacional, causando um desequilíbrio na oferta de água.

A grande parte da água do Brasil entra pelas chuvas e vazões provenientes de outros países que fazem fronteira com o Brasil, essa entrada ocorre principalmente pela Amazonia (ANA). Uma parte dessa água é destinada a população para diversos usos: residenciais, comerciais e industriais. Outra parte retorna para a natureza, nutrindo o meio ambiente, e por fim, a última parte vai para outros países ou então para o oceano.

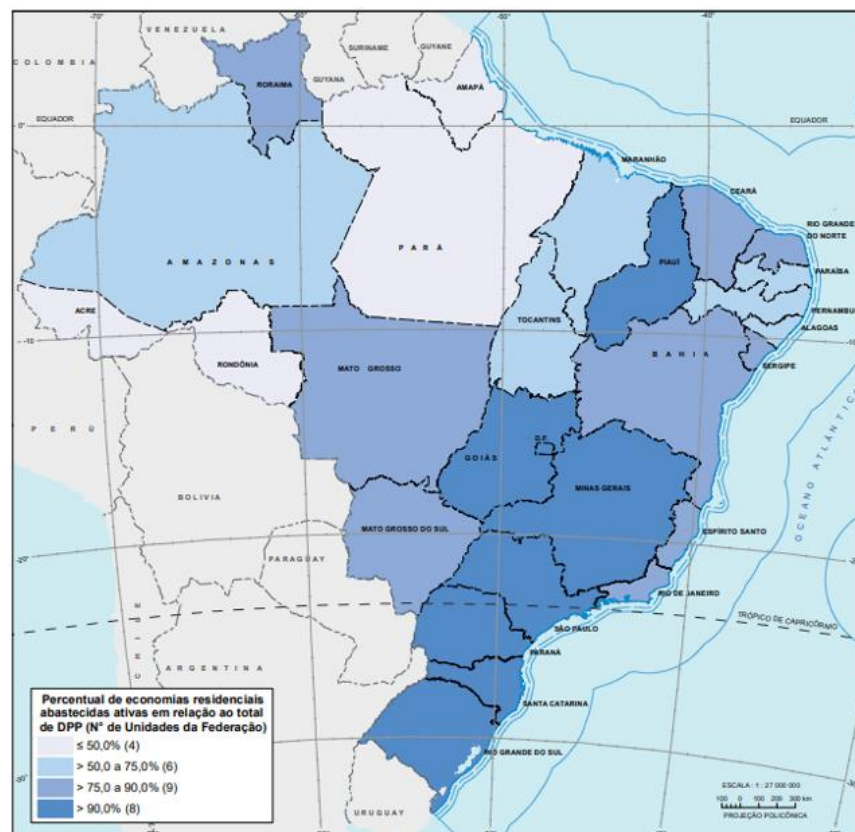
O território nacional possui 12 regiões hidrográficas determinadas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), conforme Resolução 32/2003. Cursos d'água que atravessam fronteiras são de dominância da Agência Nacional

de Água e Saneamento Básico (ANA) e os que ficam integralmente dentro dos estados é de responsabilidade dos órgãos competentes de cada estado.

A região da bacia amazônica é a que possui o maior índice de água superficial no Brasil, cerca de 80 % do total nacional. No entanto, é a região que possui a menor densidade demográfica do país.

Segundo o SNIS, a taxa de atendimento de abastecimento de água na área urbana é de cerca de 92,9%. As regiões mais afetadas são Norte e Nordeste. Abaixo, na figura 5 pode-se notar as diferenças entre as regiões do país.

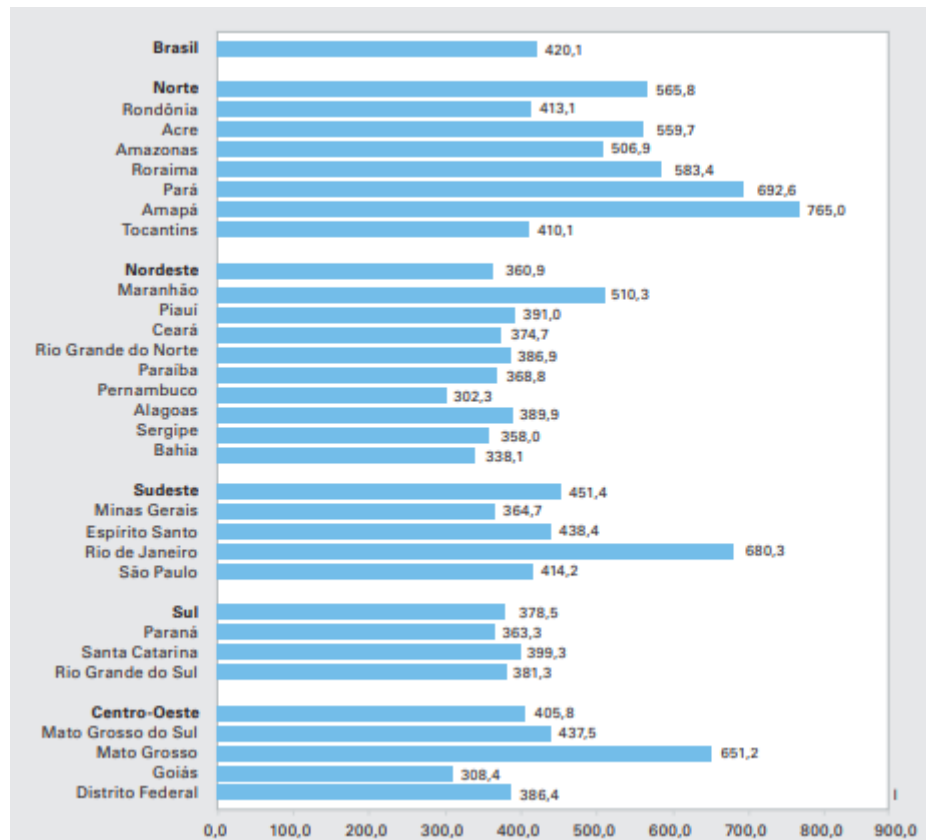
FIGURA 5 - ECONOMIAS RESEDENCIAIS ABASTECIDAS ATIVAS NO TOTAL DE DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES (DPP)



FONTE: IBGE, 2017

Na figura 6 é mostrada a diferença entre o abastecimento geral da população por estados. Dessa forma, nota-se que as regiões sul e sudeste são as mais privilegiadas e permanecem com abastecimento superior a 90%.

FIGURA 6 - VOLUME DE ÁGUA CONSUMIDA POR DIA POR ECONOMIA ATIVA, SEGUNDO AS GRANDES REGIÕES E AS UNIDADES DA FEDERAÇÃO



FONTE: IBGE, 2017

A disponibilidade de água é muito grande na região norte do país, o que explica o baixo índice da figura 5 é que segundo o IBGE apesar da abundância o consumo não é medido pois a taxa de economias medidas é o mais baixo do país, isso impactou diretamente no percentual mostrado acima, já na figura 6 é apresentado os valores de consumo onde tem medidores, dessa forma, pode-se notar que o consumo é consideravelmente alto, se for comparado com as outras regiões do Brasil. Já a região sul, apresenta alto nível de abastecimento e baixo consumo de água por economias. Rio de Janeiro se destaca na região sudeste com altos valores de consumo, conforme figura 6, porém segue a mesma lógica da região norte, segundo o IBGE, na figura 5 o estado possui abastecimento mais baixo e consumo elevado. O Nordeste possui menor disponibilidade de água em consequência de questões climáticas devido a região onde está localizado, esse é o principal fator que interfere e faz com que esse resultado seja apresentado.

### 3.2.2 Paraná

O Estado do Paraná possui 16 bacias hidrográficas em seu território, todas elas são monitoradas pelo Instituto Água e Terra (IAT) para levantamento de dados referentes a vazão e precipitação, não somente isso como também quanto a qualidade da água.

A principal entrada de água são as chuvas, e a precipitação média do Estado do Paraná é de 1.200 mm na região norte/nordeste e 2.400 mm na região leste. Essas medições são realizadas com referência no ano hidrológico, janela de 12 meses entre o início do período úmido e fim do período de estiagem.

O Paraná está localizado em uma região que faz parte do Sistema Interligado Nacional (SIN), já que possui grande potencial para produção de energia elétrica, onde estão localizadas usinas hidrelétricas, com uma participação que equivale a 44,58% do volume útil total do SIN, segundo o IAT.

A Sanepar, Companhia de Saneamento do Paraná, é responsável pelo abastecimento de 345 dos 399 municípios no Paraná, e atende 100% dos moradores da área urbana. Segundo dados do SNIS do ano de 2019, 99,92% da população urbana paranaense é atendida com água tratada.

A maior demanda por água no estado do Paraná é para abastecimento da população urbana, animal e rural, indústrias, irrigação e mineração. O abastecimento público é o que possui o maior consumo, cerca de 42% de toda a água captada, seguido pela indústria e agropecuária.

A unidade hidrográfica do Alto Iguaçu é a que possui a maior saída, com cerca de 23% de todo o volume do estado. Nessa região se localiza a capital, Curitiba e toda a Região Metropolitana.

O consumo de água per capita no estado é de 150 litros por habitante por dia, se for considerado os 345 municípios que são atendidos pela Sanepar. O aumento exacerbado no consumo de água está diretamente relacionado com o desenvolvimento econômico do estado.

A disponibilidade hídrica no Paraná é de 1,2 milhões de litros por segundo. Duas das bacias do estado, bacia do Iguaçu e Tibagi, são responsáveis pelo abastecimento de 50% dos paranaenses. Iguaçu encarregada de abastecer Curitiba e Região Metropolitana, e Tibagi contempla Ponta Grossa e Londrina. Dessa forma, contribuem praticamente com metade do estado.

### 3.2.3 Curitiba e RMC

Em meados do século XIX, o abastecimento de água no Brasil era de responsabilidade municipal, e o Estado passava essas operações para empresas privadas estrangeiras para as grandes cidades. Para os municípios menores o fornecimento de água acontecia de forma mais precária através de aguadeiros que entregavam água de porta em porta. Isso acontecia pois o investimento para o abastecimento privado era elevado.

Em 1908 foi inaugurado o primeiro sistema de abastecimento de água de Curitiba, foi quando o sistema de aguadeiros foi substituído. Em 02 de abril de 1903 a província do Paraná autorizou a contratação da Companhia de melhoramentos do Paraná, empresa de engenharia que seria responsável por consolidar um sistema de abastecimento de água e tratamento de esgoto, porém em 1908 o contrato foi rescindido pois a empresa não possui capacidade para tal implementação. No mesmo ano, a Empresa Paulista de Melhoramentos do Paraná foi contratada e iniciou os serviços de fornecimento de água. No início da operação o sistema era precário pois não tinha capacidade suficiente para atender toda a população. Somente em 1915 foram instalados hidrômetros para aferição do consumo das economias curitibanas.

Em 13 de janeiro de 1949, o Estado do Paraná assume de forma oficial os serviços de saneamento básico, após tomar posse da Empresa Paulista de Melhoramentos do Paraná em 1917. Em janeiro de 1963 foi criada uma sociedade por ações denominada Companhia de Água e Esgotos do Paraná (AGEPAR) que se transformou na Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) em 1964.

Com base na Lei Municipal nº 6.388 de 17 de dezembro de 1982, a Sanepar tinha exclusividade, por 30 anos, para operar e explorar os sistemas de abastecimento de água e de tratamento de esgoto. Em 2001 esse contrato de concessão foi renovado por mais 30 anos, ou seja, até 2031.

Entre 1941 e 1943 foi elaborado o primeiro Plano Diretor de Curitiba, que já abordava medidas para o saneamento básico da cidade, principalmente cuidados com a infraestrutura e drenagem. Com o crescimento desenfreado da cidade e com objetivo em planejamento social, econômico e territorial, foi criada a URBS – Companhia de Urbanização e Saneamento de Curitiba. Para o desenvolvimento do Plano Diretor, outras duas instituições foram importantes o IPPUC – Instituto de

Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba e a COHAB – Companhia de Habitação Popular de Curitiba.

Na década de 70 foram implementados parques com lagos estratégicos para a contenção de enchentes, assoreamento e vazões atípicas. No final dos anos 80 foi instituída a coleta seletiva na cidade e em 1989 o Aterro da Caximba foi implantado. Em 2010 a Política Nacional dos Resíduos Sólidos foi instituída. Toda a trajetória de Curitiba é baseada em planejamento e desenvolvimento de infraestrutura para a população.

A fonte do primeiro sistema de abastecimento de água de Curitiba era o Rio Caiguava, localizado na Serra do Mar. A água era conduzida por gravidade através de uma adutora até o reservatório São Francisco. A partir do reservatório, a água era distribuída para a rede de distribuição abastecendo o centro de Curitiba. Com volume de 3.750.000 litros de água por dia, abastecia de até 25.000 habitantes.

A necessidade por ampliação gerou o Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba. O SAIC é operado pela Sanepar e conta com captações de água superficial e subterrânea, barragens de acumulação e regularização de vazão. Todas essas intervenções contribuem para o abastecimento de 100% da população urbana com 26,1% de perdas nas redes de distribuição (SNIS).

Para regularização de vazão a Sanepar possui três barragens: Represa do Rio Iraí, Piraquara I e Piraquara II, que são responsáveis pelo abastecimento das ETAs Iraí e Iguaçu.

### 3.2.3.1 SAIC

O SAIC, Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba é o responsável por fornecer água tratada às economias de Curitiba e Região Metropolitana. A figura 7 mostra os municípios da região metropolitana e qual fração é abastecida pelo SAIC.

FIGURA 7 - MUNICÍPIOS INTEGRANTES DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA E ABRANGÊNCIA DO SAIC

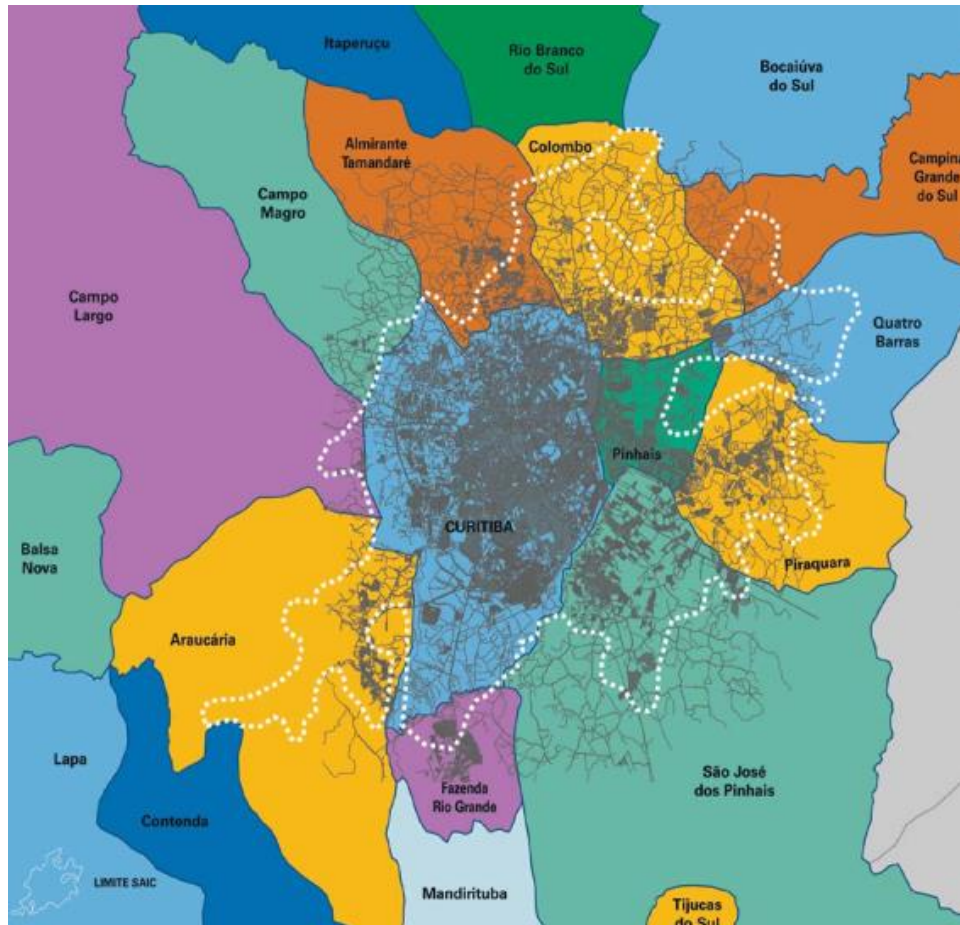


FONTE: SANEPAR, 2013

Os municípios que não são atendidos pelo SAIC são considerados Sistemas Isolados. Na figura 8, o mapa mostra que grande parte da população da RMC é atendida, porém o maior foco do SAIC é a capital paranaense.



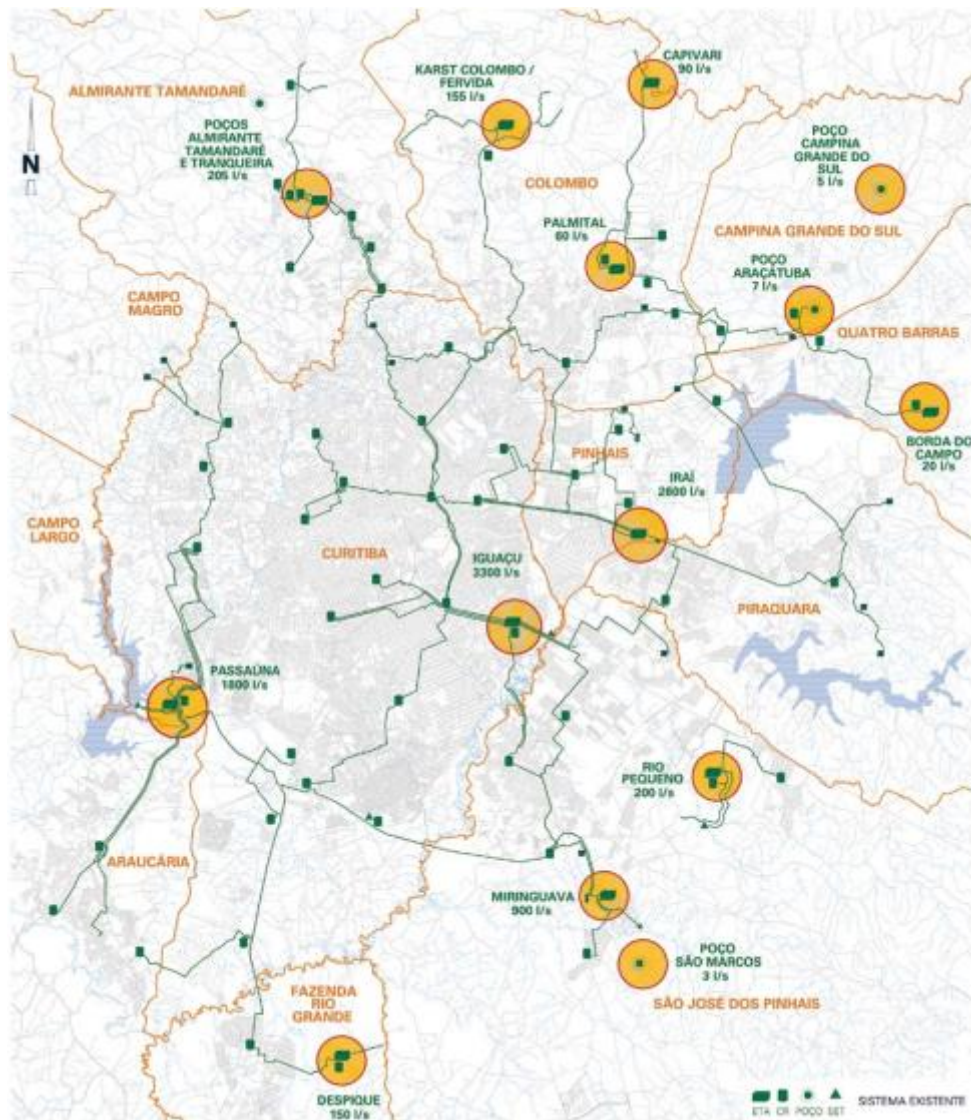
FIGURA 8 - PARCELA DOS MUNICÍPIOS ATENDIDA PELO SAIC



FONTE: SANEPAR, 2013

O sistema existente, conforme a figura 9, em 2010 possuía capacidade de produção e tratamento de 9.495 l/s. Em questão de volume, o Sistema do Iguaçu e do Iraí são os que se destacam nesse quesito, com 3.300 l/s e 2.600 l/s respectivamente. Com 1.800 l/s o Passaúna também possui uma porção expressiva da produção de água.

FIGURA 9 - ESTRUTURA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO INTEGRADO DE CURITIBA



FONTE: SANEPAR, 2013

As captações de água estão divididas em 5 unidades, Manancial do Altíssimo Iguaçu, Sistema Passaúna, Sistema Miringuava, Mananciais superficiais de pequeno porte e Mananciais Subterrâneos. O quadro 1 apresenta os mananciais utilizados para captação de água pelo SAIC, quais as vazões utilizadas e qual é o potencial de cada um deles. Nota-se que a maioria deles, com exceção Rio Miringuava que utiliza menos de 50% da capacidade, estão muito próximos ou já atingiram o potencial máximo de captação do manancial.

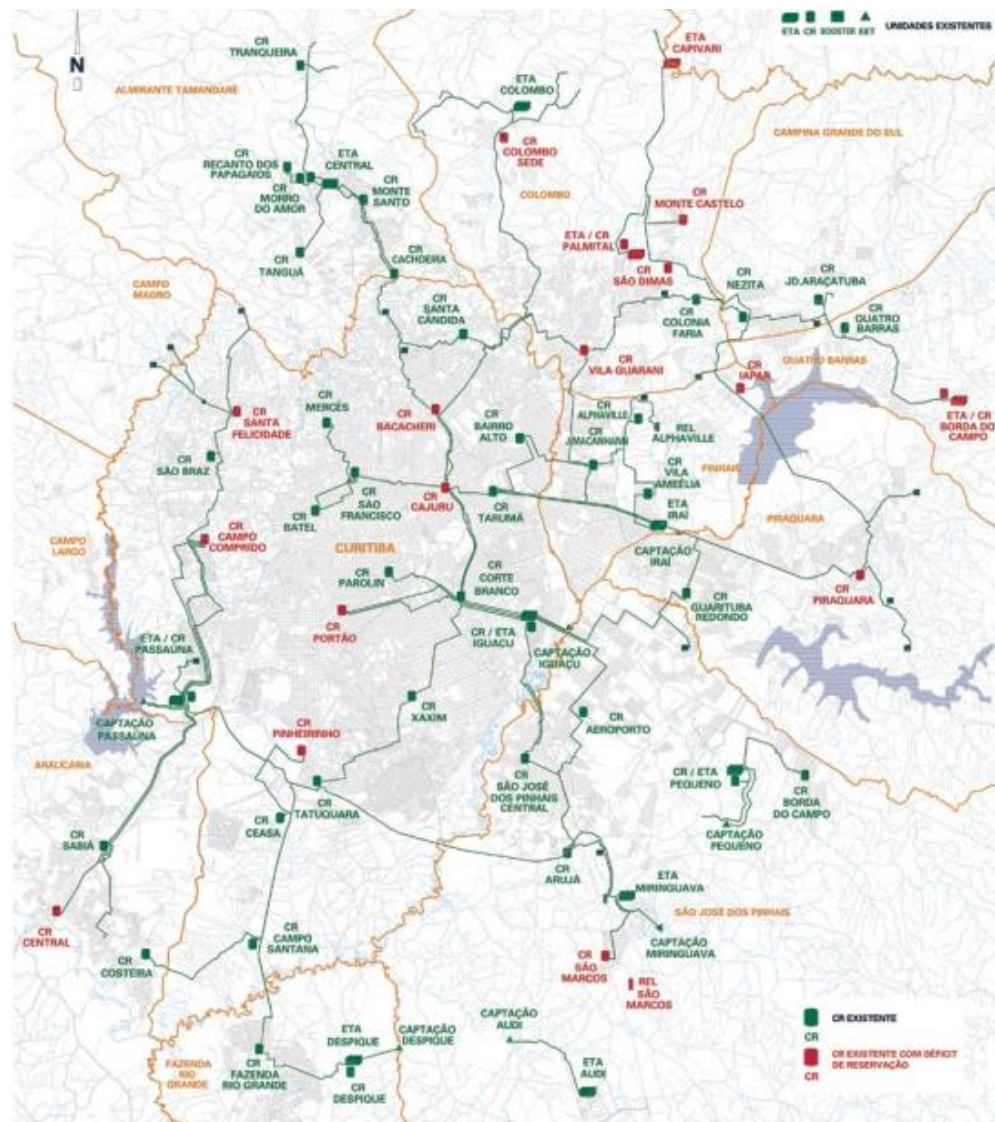
QUADRO 1 - MANACIAIS UTILIZADOS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA PELO SAIC

Manancial	Utilização atual (L/s)	Potencial de exploração	Localização
Barragem Iraí, Piraquara I, Piraquara II e bacia incremental	6.100	7.000	Pinhais, Piraquara, São José dos Pinhais e Curitiba
Rio Miringuava	900	2.000	São José dos Pinhais
Barragem Passaúna	1.800	2.000	Curitiba
Rio Despique	150	150	Fazenda Rio Grande
Rios Palmital/Capivari	150	150	Colombo
Poços Almirante Tamandaré e Tranqueira	205	205	Almirante Tamandaré
Aquífero Karst Colombo/ Fervidas	155	155	Colombo
Outras	35	35	Q. Barras / C. Grande. do Sul / S. José dos Pinhais
<b>Total</b>	<b>9.495</b>	<b>11.695</b>	

FONTE: SANEPAR, 2013

Ao todo o sistema conta com 58 centros de reservação que possuem capacidade total de 377.650 m<sup>3</sup>. Esses centros estão espalhados por toda a cidade e são responsáveis pelo abastecimento de toda a Curitiba e Região Metropolitana. Essa capacidade é suficiente para suprir um terço da demanda máxima diária do sistema como um todo, porém, individualmente muitos reservatórios ficam em déficit, como mostra a figura 10. Isso indica que ampliações ou novos centros deverão ser estudados para compor o abastecimento daquela área, pois com o aumento da demanda o reservatório atual não será suficiente para abastecer a região.

FIGURA 10 - CENTROS DE RESERVAÇÃO DE ÁGUA TRATADA DO SAIC



FONTE: SANEPAR, 2013

O SAIC possui treze estações de tratamento de água com vazão de 6.267 l/s para Curitiba, o que segundo a Sanepar é suficiente para abastecimento da população até 2028 conforme a estimativa populacional de 1.857.413 habitantes. A água distribuída segue os parâmetros indicados pelo Ministério da Saúde através Portaria 2914/2011.

Curitiba possui um programa para garantir que famílias carentes tenham acesso a água com tarifa reduzida. Para ter esse direito a família deve se enquadrar em diversos requisitos tais como renda familiar mensal, área residencial, número de pessoas e consumo de água de até 10 mil litros por mês. Existem também as torneiras comunitárias, que são disponibilizadas para a população que vivem em

ocupações irregulares que estão em processo de regularização. O quadro 2 mostra as torneiras e economias que são abastecidas dessa forma no município.

QUADRO 2 - TORNEIRAS COMUNITÁRIAS DISTRIBUIDAS EM CURITIBA

Bairro	nº torneiras	ec. Res
BOQUEIRÃO	4	82
UBERABA	3	80
CAJURU	15	142
ATUBA	3	135
PORTÃO	5	72
SANTA QUITERIA	5	96
NOVO MUNDO	2	53
SÃO MIGUEL	1	480
GANCHINHO	2	160
PAROLIN	7	91
CAXIMBA	3	703

FONTE: SANEPAR, 2015

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do IBGE de 2017, Curitiba abasteceu 805.135 economias residenciais ativas. Com 6.988 km de rede de distribuição foram distribuídas 494.097 m<sup>3</sup> de água por dia, sendo que 304.734 m<sup>3</sup> foram consumidos. O índice de perdas na distribuição de água foi de 38,3% nesse mesmo ano.

Curitiba passa por uma grave estiagem em 2021. Desde julho de 2019 já haviam indícios de uma possível queda nas chuvas que abastecem os principais mananciais da cidade, porém foi em março de 2020 que a crise hídrica se instaurou no município e consequentemente na região metropolitana. Os reservatórios do SAIC chegaram ao extremo com 27,75% em novembro de 2020. Com diversos estímulos à população para economia de água, a Sanepar também implementou um sistema de rodízio que no intervalo mais rígido oferecia 36 horas de abastecimento e 36 horas com abastecimento interrompido.

A expansão populacional de Curitiba gera uma necessidade de ampliação do sistema de abastecimento da cidade, não somente isso, como também se torna benéfico o aumento das opções de captação para que adversidades, como as que ocorrem em 2021, sejam amenizadas. O estímulo a economia de água pela população também é imprescindível.

### 3.3 SEGURANÇA HÍDRICA

De acordo com a ONU, a segurança hídrica é a garantia de acesso à água tratada de alta qualidade em quantidades adequadas tanto para consumo como para as atividades diárias, desenvolvimentos socioeconômicos e ainda assegurar a proteção dos corpos hídricos para manter o ecossistema equilibrado, saudável e estável.

FIGURA 11 - DIMENSÕES DA SEGURANÇA HÍDRICA

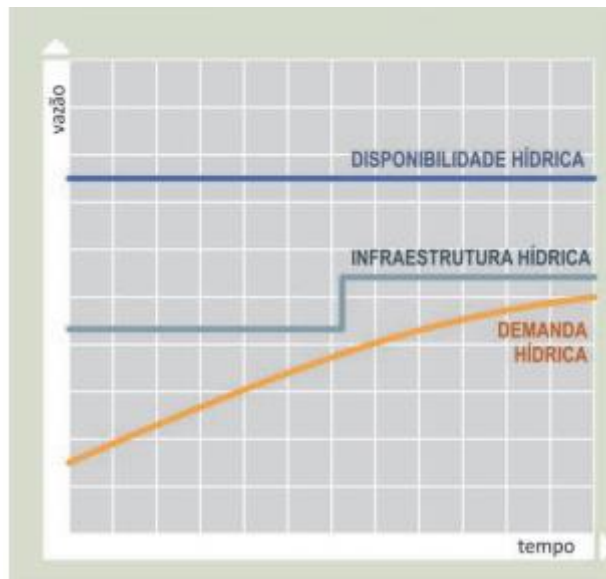


FONTE: ANA, 2019

A ANA, Agência Nacional das Águas publicou em 2019 o Plano Nacional de Segurança Hídrica, que aborda as dimensões do tema no Brasil, na figura 11 nota-se que a definição estabelecida pela ONU se faz presente no plano nacional que trata do equilíbrio entre as 4 dimensões da segurança hídrica para o planejamento do uso e da oferta de água no país.

A figura 12 mostra um sistema equilibrado, onde a curva da demanda hídrica respeita os limites da infraestrutura e de disponibilidade hídrica, dessa forma o sistema permanece constante. É crucial que essas três curvas se respeitem, visto que uma estrutura dimensionada e implementada de forma correta evita que eventos climáticos extremos causem estragos ou escassez de água.

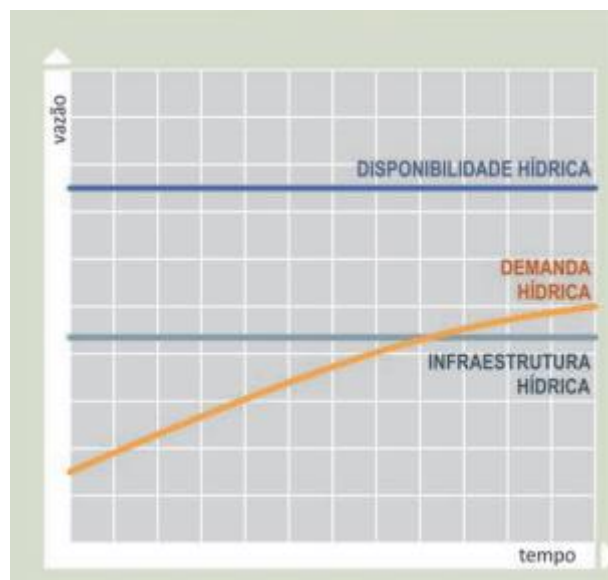
FIGURA 12 - BALANÇO HÍDRICO EQUILIBRADO



FONTE: ANA, 2019

A insegurança hídrica pode ocorrer de diversas formas, na figura 13 o balanço hídrico é ineficiente já que a demanda é maior do que a infraestrutura é capaz de suportar. Segundo a ANA isso ocorre quando a gestão é ineficiente ou quando ocorre um aumento substancial no uso de água. Outro fator que desequilibra essa relação são os eventos climáticos, como é apresentado na figura 14, onde há variação de vazão e conseqüentemente a oferta fica prejudicada.

FIGURA 13 - INFRAESTRUTURA E GESTÃO INSULFICIENTES



FONTE: ANA, 2019

FIGURA 14 - EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS



FONTE: ANA, 2019

A segurança hídrica está dividida em 4 dimensões, como mostrado na figura 11, a primeira classe, contempla a dimensão humana, responsável por avaliar a oferta de água para todos os municípios do país e procura dimensionar a população que corre um risco maior de não atendimento, assim, é possível identificar as regiões que possuem maiores fragilidades para futuros investimentos, tais como: ampliação de sistemas de abastecimentos, busca por novas fontes hídricas que possam ser captadas ou planejamento para transporte de recursos de outros mananciais.

A dimensão econômica garante água para setores como agropecuária e indústrias, basicamente é calculada a perda para a economia caso haja oferta insuficiente de água para esses setores. Assim, da mesma forma que na dimensão humana, se torna mais assertivo os investimentos em infraestrutura para usos múltiplos, como barragens, canais e eixos de integração.

Três indicadores foram definidos para a dimensão ecossistêmica, quantidade adequada para usos naturais como a sobrevivência da biota aquática, qualidade da água de acordo com a concentração de DBO, Demanda Bioquímica de Oxigênio, segundo os parâmetros definidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005. O indicador, seguranças das barragens de rejeitos, em 2017 o Brasil possuía cerca de 700 barragens de rejeitos distribuídas pelo país, essa avaliação é feita com base no risco de rompimento da barragem e



nos impactos que serão causados caso haja um acidente e desastres aconteçam como foi com Mariana e Brumadinho.

Na dimensão da resiliência, esse índice apresenta o potencial hídrico do país que oferece segurança em caso de estiagens severas, como reservação artificial, reservação natural, potencial de armazenamento subterrâneo e variabilidade pluviométrica. Com esses indicadores, a identificação de regiões com maiores fragilidades é facilitada.

A prevenção e a redução de riscos são os maiores objetivos da segurança hídrica, planejamento, dimensionamento e gestão são fundamentais para a estabilidade do país no que se refere aos usos da água.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

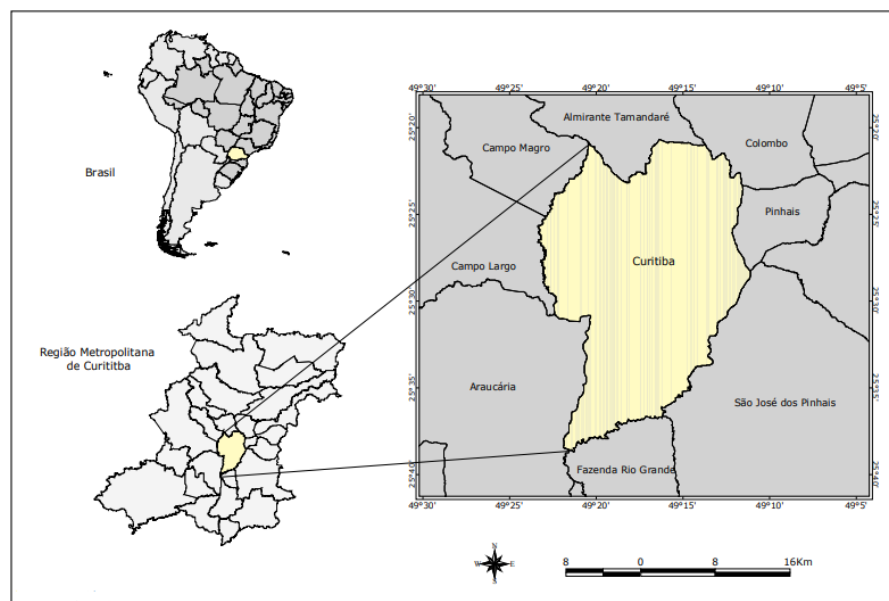
Nesse capítulo, foi apresentada a metodologia utilizada para a realização das simulações propostas. Desde a apresentação e escolha da área de estudo, até os dados coletados que foram analisados.

### 4.1 APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

#### 4.1.1 Aspectos da geografia física

Curitiba é a capital do estado do Paraná e está localizada na região sul do Brasil. Fundada em 29 de março de 1693 oficialmente e está inserida no Primeiro Planalto do Paraná com área aproximada de 434 km<sup>2</sup>, segundo o IBGE. A figura 15 apresenta a localização de Curitiba. Por ser uma cidade polo, conta com uma região metropolitana composta por 29 municípios com área de 15.913,24 km<sup>2</sup>. Possui altitude média de 945 metros acima do nível do mar. Um fator que influencia diretamente no clima da região é sua localização em relação ao Trópico de Capricórnio, o que o torna subtropical, ou seja, a temperatura média no verão é de 21°C e 13°C no inverno.

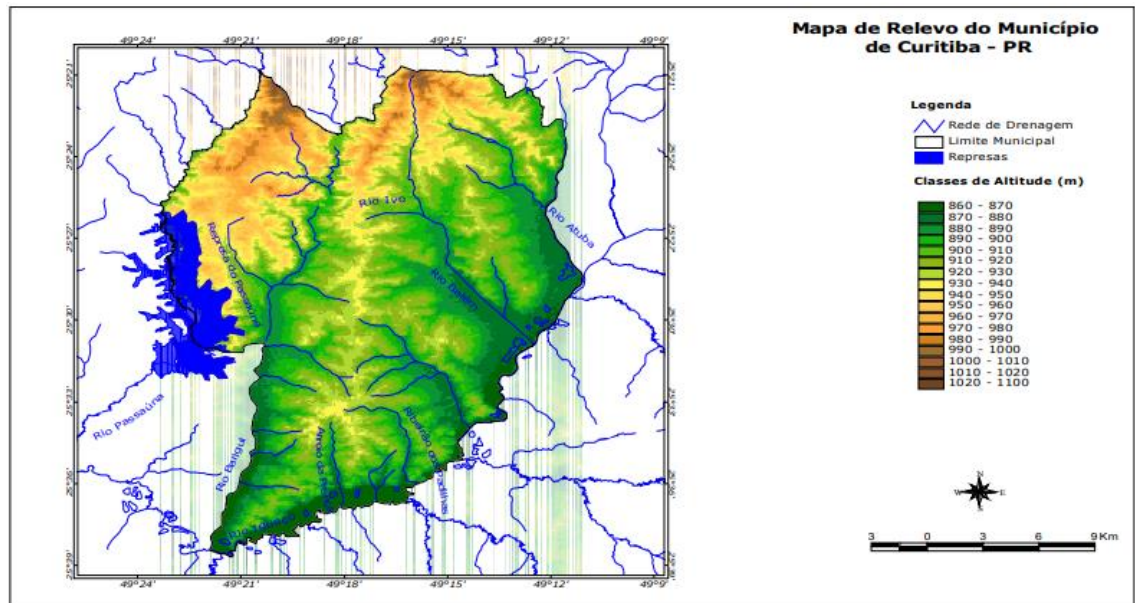
FIGURA 15 - LOCALIZAÇÃO DE CURITIBA/PR



FONTE: SEMA, 2004

De acordo com o IBGE, o relevo da região é levemente ondulado, tendo variações de altitude entre 860 e 1100 m, com proximidade relativa da serra do mar, que divide o planalto do litoral do estado. Na figura 16, nota-se a presença de alguns conjuntos de elevações e montanhas, porém em sua generalidade um relevo levemente regular.

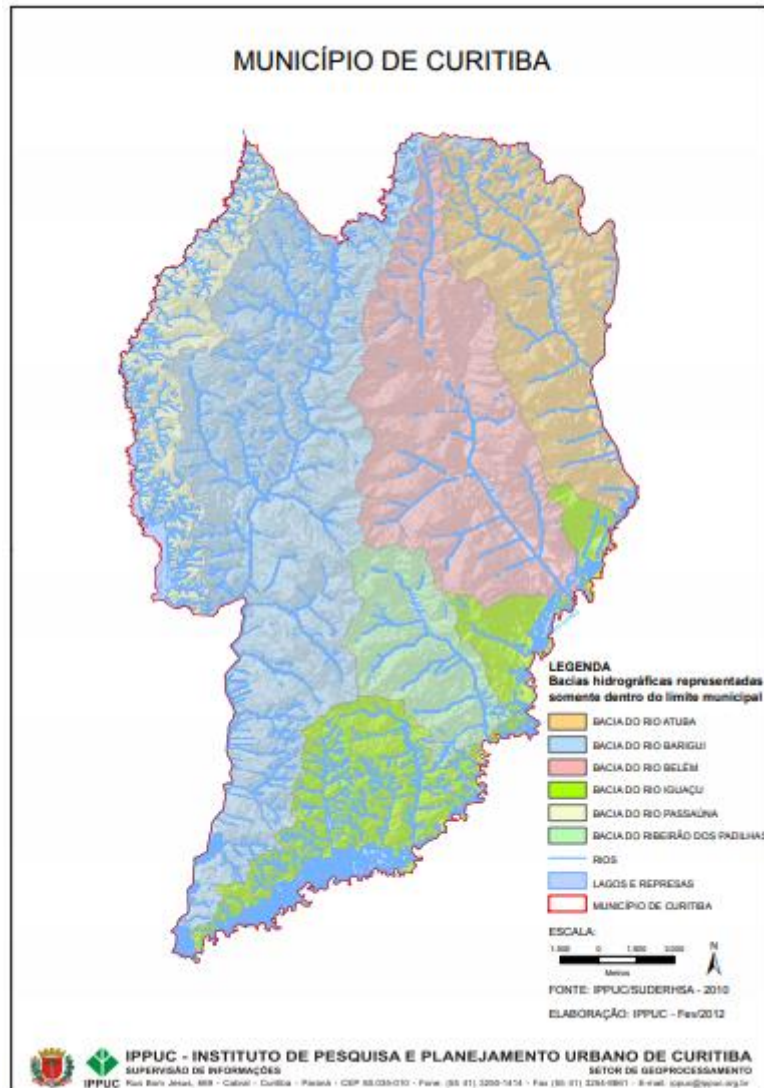
FIGURA 16 - RELEVO DO MUNICÍPIO DE CURITIBA/PR



FONTE: SEMA, 2004

Os rios que cortam o município de Curitiba são pertencentes a seis bacias diferentes do estado, conforme a figura 17. Uma delas é a Bacia do rio Atuba, possui extensão de 127 km<sup>2</sup>, localizado na região norte da cidade está inserida na área do Aquífero Karst, que abastece Curitiba. A Bacia do rio Barigui, que ocupa praticamente metade do território Curitiba, tem sua nascente ao norte, em Almirante Tamandaré, município da região metropolitana, com amplitude de 267 km<sup>2</sup> também constitui parte do Aquífero Karst, na região existem dois parques ecológicos, Parque Barigui e Parque Tingui, que possuem área inundável para mitigação dos efeitos de cheias.

FIGURA 17 - BACIAS HIDROGRÁFICAS LOCALIZADAS EM CURITIBA/PR



FONTE: IPPUC, 2012

A Bacia do rio Belém possui área de 88 km<sup>2</sup> e é contribuinte do rio Iguaçu, que compõe a Bacia do rio Iguaçu, subdividida em quatro sub-bacias, Rio Alto Boqueirão, que possui 6 km<sup>2</sup>, Ribeirão Ponta Grossa com 11,8 km<sup>2</sup>, Arroio Espigão que possui aproximadamente 6 km<sup>2</sup> de extensão e Arroio da Prensa, com 10 km<sup>2</sup> presente totalmente no território curitibano.

Um dos principais mananciais de captação de água para abastecimento de Curitiba é o rio Passaúna, pertencente à Bacia do rio Passaúna que possui área de 217 km<sup>2</sup>. E por fim, a Bacia do rio Ribeirão dos Padilhas que da mesma forma que o Arroio da Prensa está localizada totalmente em Curitiba, com 31,2 km<sup>2</sup>.

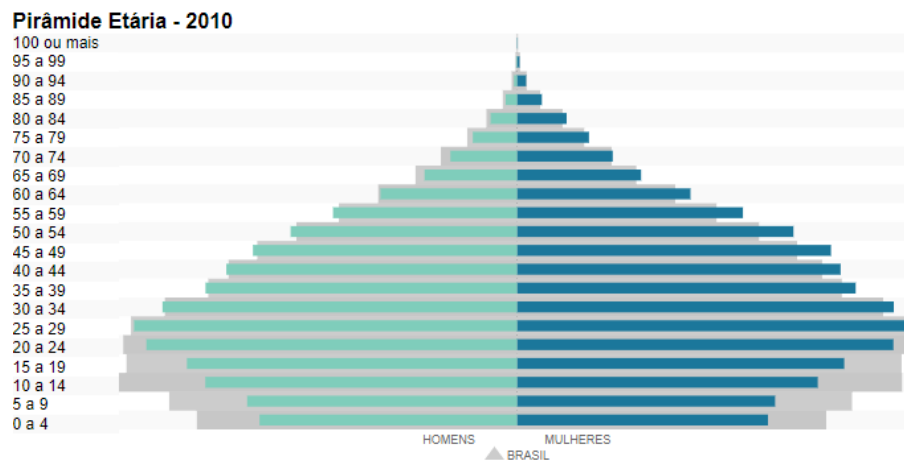
#### 4.1.2 Aspectos socioambientais e econômicos

Curitiba possui, segundo o IBGE, 58 m<sup>2</sup> de área verde por habitante, enquanto a OMS, Organização Mundial da Saúde, recomenda um mínimo de 12 m<sup>2</sup> e o ideal de 36 m<sup>2</sup>. Com 76,1% das vias públicas arborizadas está entre os cinco municípios brasileiros com maior arborização urbana.

O Paraná possui o maior remanescente de Mata Atlântica do Brasil, cerca de 6 milhões de hectares preservados, embora em Curitiba, cidade predominantemente urbana, tenha um saldo extremamente baixo de mata nativa preservada.

De acordo com o IBGE, Curitiba possuía 1.751.907 habitantes em 2010 quando foi realizado o último censo, a estimativa do órgão é que em 2020 a população passou a ter 1.948.626 habitantes. Sendo, 52% da população feminina e 50% dentro da faixa de 20 a 49 anos. Conforme a pirâmide etária apresentada na figura 18.

FIGURA 18 - PIRÂMIDE ETÁRIA DO MUNICÍPIO DE CURITIBA

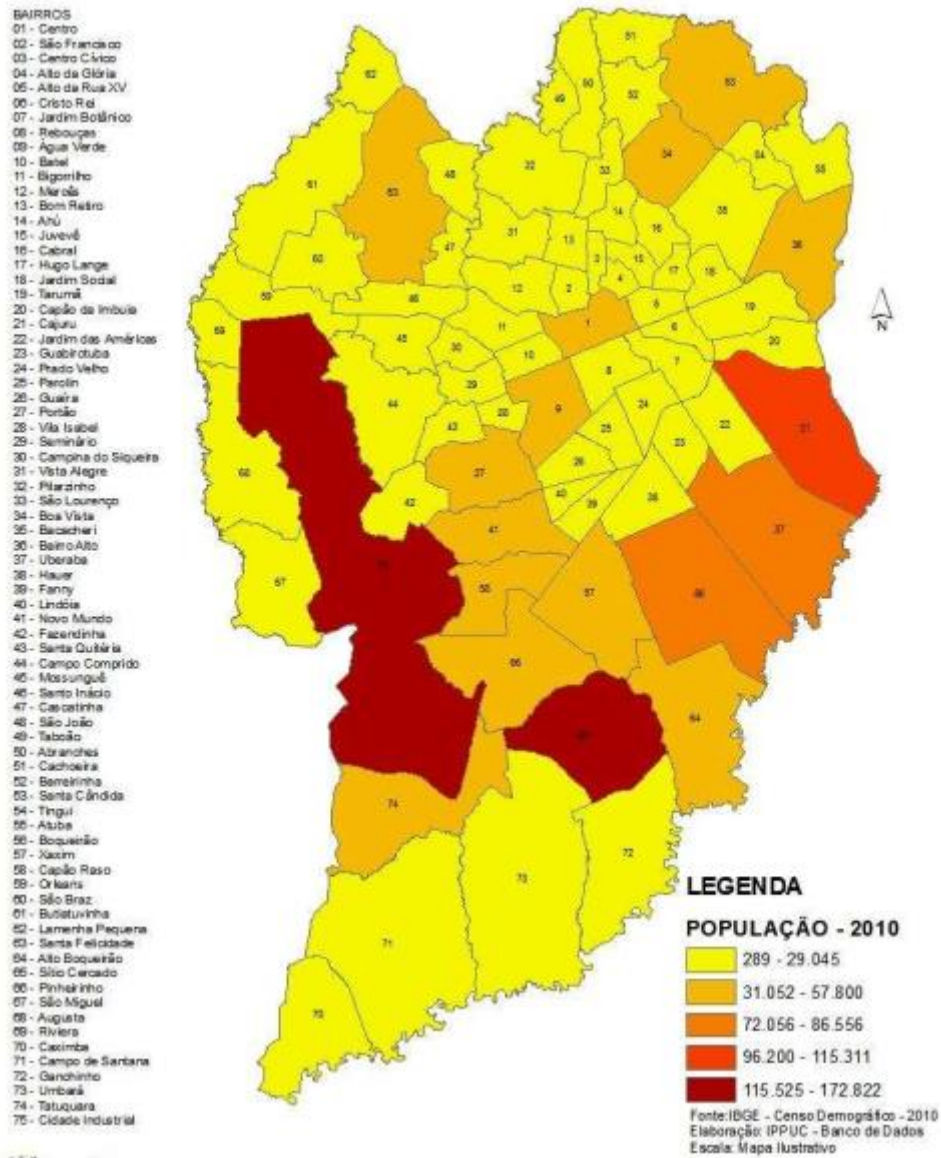


FONTE: IBGE, 2010

O crescimento populacional de Curitiba vem caindo através dos anos, de um índice de 5,3% em 1970 para 0,99% em 2010. Por outro lado, a ocupação da região sul da cidade aumentou de forma considerável, área de paisagem rural passou por adensamento populacional e manifestação de construções residenciais. (IBGE,2010) A figura 19 mostra que a maior parte da população está presente na região sul da cidade, sendo Cidade Industrial e Sítio Cercado os bairros mais populosos. Isso

acontece devido ao estímulo a moradias de interesse social e na periferia da cidade é onde se encontram o maior número de grandes conjuntos habitacionais.

FIGURA 19 - POPULAÇÃO RESIDENTE DOS BAIRROS DE CURITIBA



FONTE: IBGE, 2010

Os rios Barigui e Belém são os maiores presentes em território curitibano, são responsáveis pelo abastecimento de mais de 60% das economias domiciliares e mais de 50% da população geral. A tabela 1 apresenta as áreas, domicílios permanentes, população e a porcentagem referente a cada um desses itens.

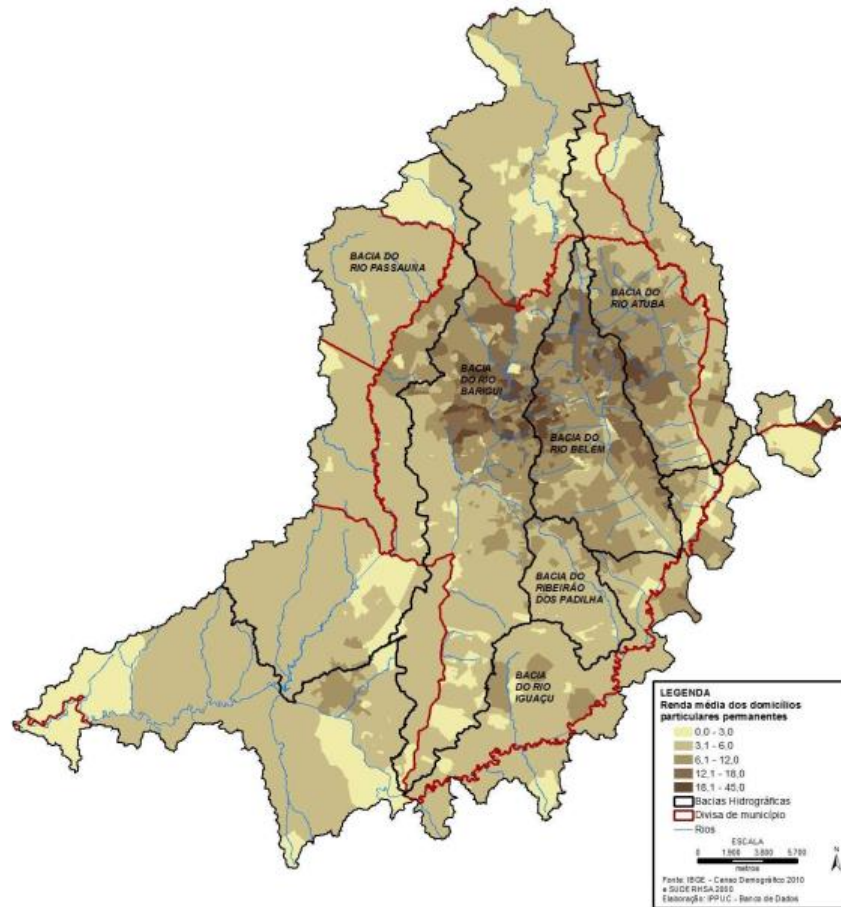
TABELA 1 - ATENDIMENTO POPULACIONAL DE CADA BACIA HIDROGRÁFICA

Bacias Hidrográficas	Área		Domicílios Permanentes <sup>1</sup>		População 2010 <sup>1</sup>	
	km <sup>2</sup>	%	Absoluto	%	Absoluto	%
Ribeirão dos Padilha	33.8	7.82	76.201	11.99	232.560	13.27
Rio Atuba	63.71	14.74	110.714	17.42	316.976	18.09
Rio Barigui	140.8	32.58	201.884	31.76	577.515	32.96
Rio Belém	87.77	20.31	198.025	31.15	476.142	27.18
Rio Iguazu	68.15	15.77	38.925	6.12	119.016	6.79
Rio Passaúna	37.94	8.78	9.882	1.55	29.698	1.70
<b>Total</b>	<b>432.17</b>	<b>100.00</b>	<b>635.631</b>	<b>100.00</b>	<b>1.751.907</b>	<b>100.00</b>

FONTE: IPPUC, 2012

A partir das análises realizadas pelo IBGE em 2010, foi elaborada a figura 20 que mostra a setorização da cidade, destacando a região centro-norte como a que possui um maior poder aquisitivo. Dessa forma, a região sul é apresentada como a área com maior incidência de ocupações irregulares e população com nível de pobreza extrema. Para realizar esse quantitativo foi definido o número de domicílios com renda abaixo da linha extrema da pobreza de R\$ 70,00 definida pelo Governo Federal em 2011.

FIGURA 20 - RENDA MÉDIA DOS DOMICÍLIOS PARTICULARES DE CURITIBA



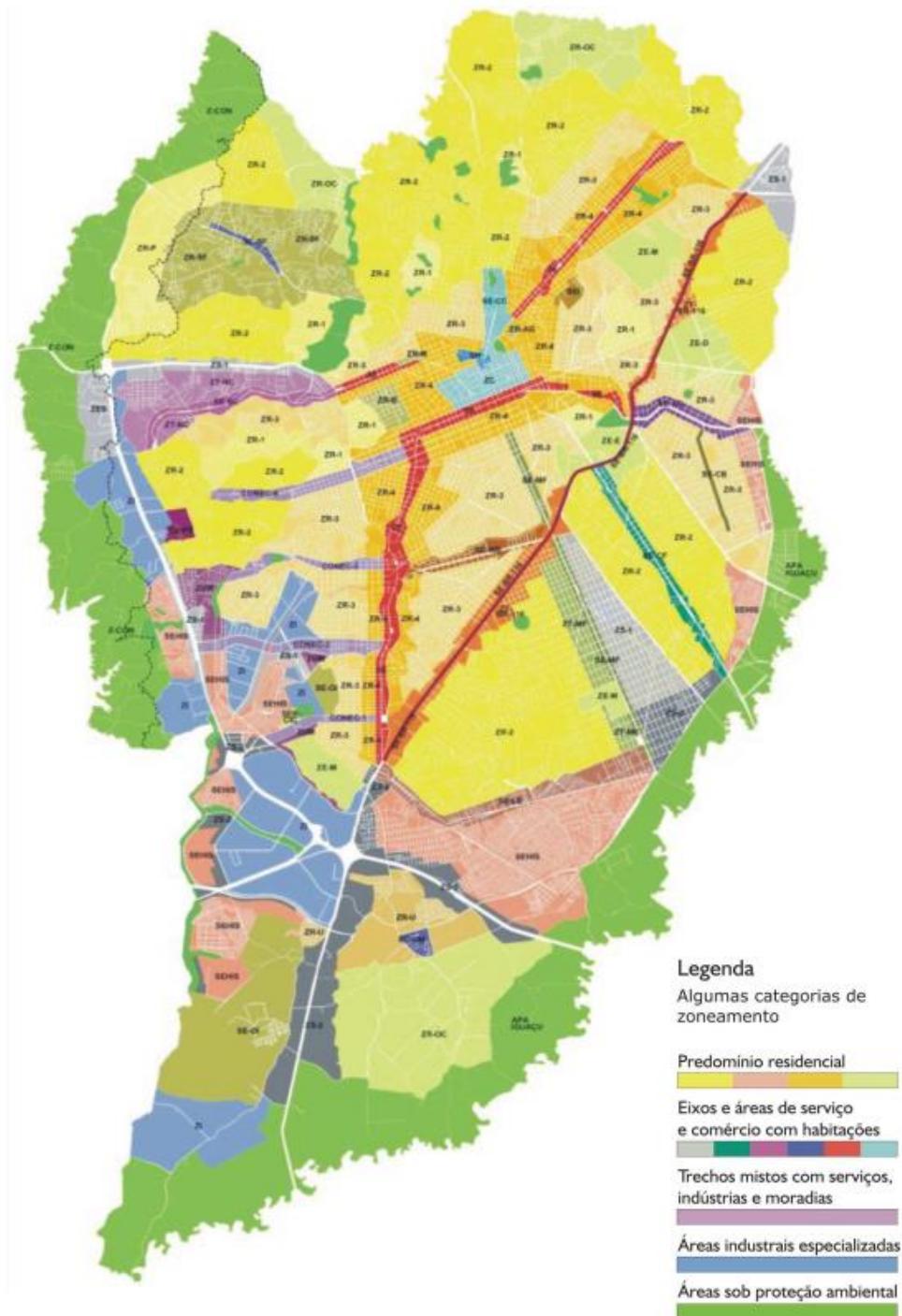
FONTE: IBGE, 2010

Curitiba passou por um planejamento onde foram distribuídas áreas de baixa, média e alta densidade habitacional e também área de interesse social. Através da lei 9.800/2000 foram definidas macrozonas de acordo com a figura 21. Com alterações importantes no setor de financiamento o município passou por um aumento significativo no mercado imobiliário. A participação no Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, redirecionou parte do volume de investimentos federais aos conjuntos de habitação de interesse social. O programa Minha Casa Minha vida também contribuiu para o aumento de produção de habitações para a população, tanto para saída do aluguel como para realocação de ocupações irregulares pela extensão da cidade.

Apesar de todos os esforços, o número de ocupações irregulares cresceu de 2005 para 2010 devido a baixa oferta de habitação para famílias com renda de 0 a 3 salários mínimos, que são maioria na fila da COHAB.



FIGURA 21 - MAPA DE ZONEAMENTO, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO



FONTE: IPPUC, 2008

Em 1986, com a Lei 6.817 é criada a Secretaria Municipal da Saúde – SMS, que amplia de forma considerável o número de unidades de saúde na cidade. Necessidades, aspectos demográficos, carência da população e inexistência de serviços de saúde gratuitos foram levados em consideração para essa ampliação.

Com a criação do SUS, Sistema Único de Saúde na década de 90, a rede de saúde de Curitiba possui 221 unidades que englobam, hospitais, Unidades de Saúde e Centros de Atenção Psicossocial (CAPS).

A tabela 2 apresenta o número de internações em Curitiba devido a doenças infecciosas relacionadas ao saneamento básico. As doenças alvo de maior atenção em Curitiba são diarreia, gastroenterite de origem infecciosa, dengue, hepatite A e leptospirose. Todos os casos identificados de qualquer uma dessas doenças são investigadas e controladas pela prefeitura com assistência a população através do número 156.

TABELA 2 - NÚMERO DE INTERNAÇÕES EM CURITIBA DEVIDO A DOENÇAS RELACIONADAS COM SANEAMENTO

	2008	2009	2010	2011	2012
TOTAL - Algumas doenças infecciosas e parasitárias	4.174	3.925	3.676	3.241	3.354
Cólera	33	8	8	1	-
Febres tifóide e paratifóide	1	2	2	-	-
Diarréia e gastroenterite origem infecciosa	762	681	663	588	558
Outras doenças infecciosas intestinais	187	170	150	93	90
Amebíase	-	1	-	1	1
Leptospirose	36	22	57	94	32
Dengue [dengue clássico]	1	1	1	3	2
Outras hepatites virais	46	19	21	18	19
Malária	8	2	2	2	-
Filariose	16	10	2	-	-
Esquistossomose	-	-	-	1	-
Outras helmintíases	34	3	3	1	2

FONTE: Ministério da Saúde, 2012

Por fim, em 2019 Curitiba recebeu Índice de Desenvolvimento Humano – IDH de 0,823, um alto índice. De acordo com o IBGE em um ranking do país o município se encontra na décima posição de IDH, quando o primeiro lugar possui índice de 0,862 em São Caetano do Sul/SP.

#### 4.1.3 A infraestrutura sanitária de Curitiba

Os serviços de saneamento básico são considerados direito do cidadão, visto como essenciais para a qualidade de vida humana e são estabelecidos pela Constituição Federal na Lei nº 11.445/2007. Esses serviços envolvem basicamente os sistemas de abastecimento de água tratada, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo dos resíduos sólidos.

De acordo com a SANEPAR, Curitiba possui 100% de abastecimento total de água, 99,98% de atendimento total de esgoto e 94,64% de esgoto tratado por água consumida. Segundo a Prefeitura de Curitiba, todas as edificações que não possuem ligação com o sistema de esgotamento sanitário devem possuir algum tipo de sistema alternativo para o tratamento do esgoto produzido. O projeto do sistema alternativo deve passar por uma aprovação do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento (MARHS) e deve seguir as Normas Técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), juntamente com este projeto deve ser apresentado parecer da concessionária alegando inviabilidade para ligação da residência no sistema de esgoto.

A drenagem do município é baseada no Decreto 176/07, que faz a regulamentação de bacias e reservatórios de retenção, de acordo com o Plano Municipal de Saneamento de Curitiba, conta com critérios que devem ser seguidos pela população como prevenção a enchentes. Uma das medidas é que a área mínima permeável é de 25% nos terrenos residenciais, para compensar esse percentual, caso necessário, é permitido a implementação de reservatório de detenção. Já a redução das áreas impermeáveis é estabelecida pelo Decreto 1066/2006, onde é permitido que a inclusão de gramados em frente aos lotes.

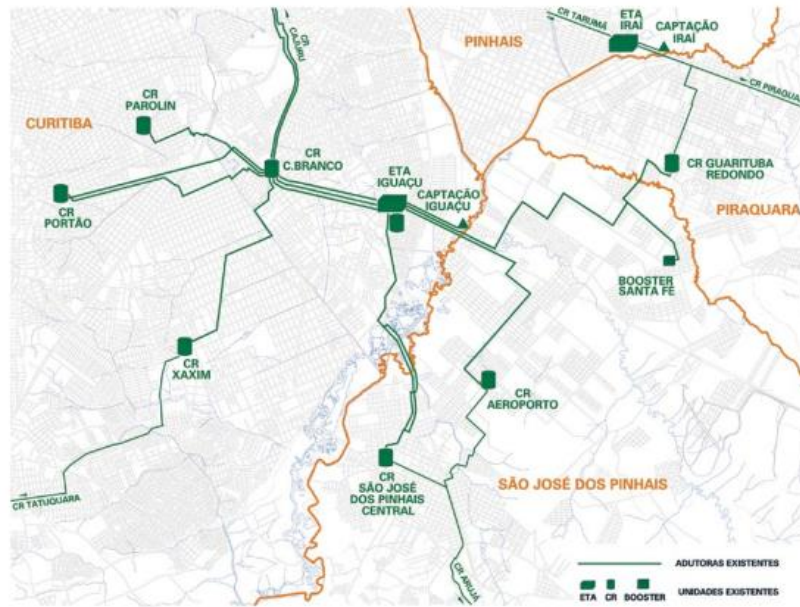
#### 4.1.4 Distribuição de água dos principais sistemas do SAIC

Para o desenvolvimento deste estudo foram analisados os principais mananciais responsáveis pelo abastecimento de água em Curitiba, os mananciais do Altíssimo Iguaçu e o Sistema de Miringuava.

O Manancial do Altíssimo Iguaçu engloba o Sistema do Iraí e o Sistema do Iguaçu, a capacidade produtiva de cada um é 2.600 l/s e 3.300 l/s, respectivamente. Após o tratamento na Estação de Tratamento – ETA do Sistema Iguaçu, a água é

enviada a três centros de reservação, Corte Branco, Guarituba Redondo e São José dos Pinhais Central, conforme a figura 22. A partir desses centros de reservação são distribuídos a população de diversos bairros de Curitiba e RMC.

FIGURA 22 - DISTRIBUIÇÃO A PARTIR DO SISTEMA IGUAÇU



FONTE: SAIC, 2013

Da mesma forma, o Sistema do Iraí abastece diversos centros de reservação que vão alimentando outros centros em cadeia, inclusive possui integração com o Sistema Iguaçu.

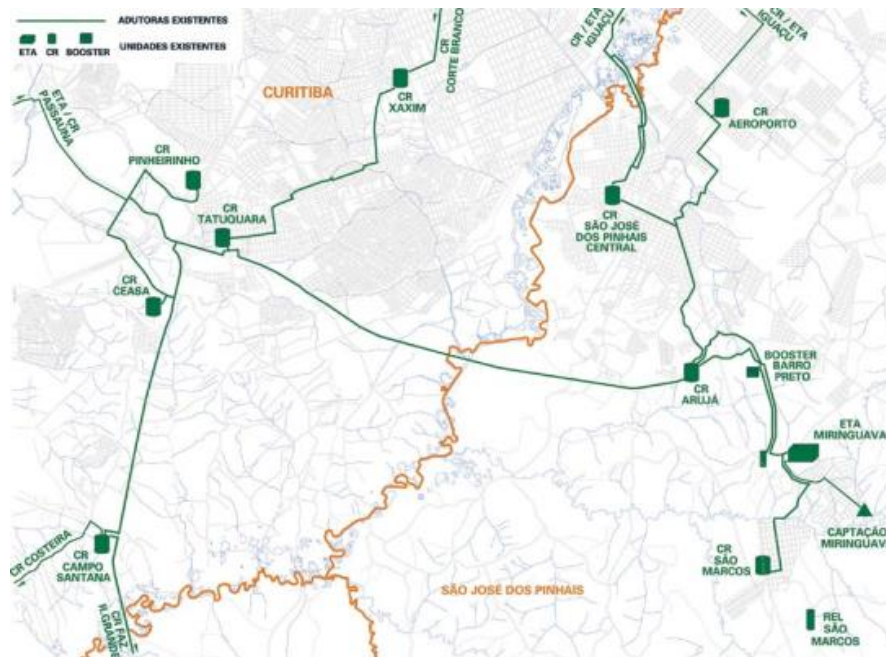
FIGURA 23 - DISTRIBUIÇÃO A PARTIR DO SISTEMA IRAÍ



FONTE: SAIC, 2013

O sistema Miringuava transporta água para os reservatórios de Arujá e São Marcos localizadas em São José dos Pinhais. A partir do centro de reservação do Arujá a água é transportada em adução por gravidade para São José dos Pinhais Central, permitindo integração com o Sistema Iguaçu, e para o reservatório do Aeroporto, como é mostrado na figura 24.

FIGURA 24 - DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA MIRINGUAVA



FONTE: SAIC, 2013

A interligação entre os centros de reservação e estações de tratamento do SAIC admitem que o sistema se adeque a variações pontuais na demanda, permitindo que centros de reservação diferentes cubram eventuais excessos no consumo em determinada região.

## 4.2 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 4.2.1 Delimitação do sistema SAIC

Nessa primeira etapa, os sistemas de interesse serão analisados separadamente. Conforme citado anteriormente, o sistema de abastecimento de água de Curitiba é integrado, porém, não é todo interligado. Será analisada uma das conexões mais utilizadas do sistema de abastecimento do município. Se trata da

ligação entre o centro de reservação do Corte Branco e do Cajuru, conforme a figura 25.

FIGURA 25 - CONEXÃO DO CENTRO DE RESERVAÇÃO CORTE BRANCO COM O CAJURU



FONTE: SAIC, 2013

#### 4.3 DESCRIÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO DO SAIC

O balanço hídrico é um método para mensurar e avaliar as perdas em um sistema de abastecimento de água. O cálculo consiste em analisar o volume de entrada de água em um sistema e o volume consumido. Esse segundo, será analisado e categorizado conforme seu uso, o volume autorizado faturado se refere ao consumo de água medido pelos hidrômetros. Já o volume autorizado não faturado é aquele utilizado pelo corpo de bombeiros, venda de caminhão pipa e usos operacionais da concessionária. Nessa conta as perdas também entram. A perda aparente se refere às irregularidades nas medições e ligações no sistema e as perdas reais são aquelas que surgem de vazamentos.

Dessa forma, são categorizados de acordo com as características, as perdas reais e aparente e o volume autorizado não faturado são intituladas de volume não faturado. O volume medido nos hidrômetros é chamado de volume faturado. E são esses volumes que foram analisados no presente estudo.

#### 4.4 CONSUMO DE ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES

Com os dados fornecidos pela SANEPAR, conforme tabela 3, sabe-se o consumo diário por economia referente a cada reservatório do SAIC. Assim, se torna possível estimar os consumos por habitantes e dessa forma determinar os pontos críticos da cidade de Curitiba, onde há consumo em excesso de água, principalmente nas regiões residenciais, isentando o bairro CIC por ser a área do município com maior número de indústrias.

Analisando a tabela 3 é possível notar que a diferença de consumo entre os reservatórios pode ser significativa, por exemplo, entre o reservatório São Francisco com 709 l/econ/dia, localizado no centro de Curitiba, e o reservatório Guarituba Redondo com 317 l/econ/dia, localizado em Quatro Barras na RMC. O consumo no centro de Curitiba é 2,23 vezes maior que o de Quatro Barras.

Essas diferenças ocorrem em função de vários fatores, entre eles o poder aquisitivo. Porém, em situações extremas como em períodos longos de estiagem toda a população é obrigada a fazer cortes no consumo, principalmente devido ao rodízio de abastecimento imposto pela SANEPAR. Obviamente as famílias mais carentes são as que mais sofrem nessas situações, por isso a necessidade de estudar formas de estimular a população a economizar água, para que a distribuição, mesmo que limitada em estações escassas de chuvas, seja eficiente e atenda todas as famílias de forma igualitária.

TABELA 3 - DEMANDA POR ÁGUA TRATADA

Centro de Reservação	Economias residenciais (2010)	VM - Volume micromedido (m³/mês)	VP - Volume produzido (m³/mês)	Demanda diária (l/s)	Consumo por economia (l/econ/dia)	Demanda por economia (l/econ/dia)
ETA iguaçu	32.903	4.835.840	9.363.056	356	403	780
Corte branco	54.943	9.052.436	17.196.029	654	451	857
Parolin	13.762	2.903.415	4.685.489	178	578	933
Xaxim	48.784	6.877.229	11.680.498	444	386	656
Portão	67.769	11.190.074	18.436.533	702	452	745
Guarituba Redondo	6.951	803.951	1.727.703	66	317	681
Alphaville	605	173.220	112.101	4	720	827
Vila Guarani	37.004	5.097.564	10.873.091	414	377	805
Colônia Faria	5.862	919.372	1.732.430	66	430	810
Jardim Nezita	1.925	166.411	251.041	10	237	357
Colombo sede	15.121	2.166.549	4.229.723	161	393	766
iapar	1.416	373.462	603.803	23	723	1.168
Jardim Araçatuba	2.268	342.455	723.457	28	414	874
Borda do Campo	3.039	485.615	757.427	29	438	683
Jacob Macanhann	26.859	4.304.262	7.646.089	291	439	780
Piraquara	14.083	2.259.971	4.088.383	156	440	795
Vila Amélia	2.570	319.166	800.598	30	340	783
Iraí	6.596	882.243	1.553.439	59	366	645
Tarumã	2.323	452.961	637.869	24	534	752
Bairro Alto	24.186	3.542.906	7.288.750	277	401	826
Cajuru	59.588	14.189.673	20.813.892	792	652	957
Mercês	22.295	4.099.521	8.008.317	305	504	984
São francisco	23.598	3.517.265	4.713.591	179	709	950
Batel	23.392	5.248.372	7.082.677	270	615	830
Bacacheri	32.281	5.447.697	9.058.652	345	462	769
Santa Candida	19.214	2.755.011	499.773	190	393	712
Cachoeira	8.471	1.166.752	1.994.890	76	377	645
Centro SJ dos Pinhais	6.158	1.374.542	2.793.310	106	612	1.243
Aeroporto	14.902	2.276.559	3.861.960	147	419	710
Arujá	17.975	2.652.570	4.701.395	179	418	741
São marcos	3.311	435.345	673.729	26	360	557
Campo de Santana	9.407	1.109.213	1.354.230	52	323	394
Costeira	8.229	2.447.939	1.863.702	71	815	620
Fazenda Rio Grande	11.280	1.765.250	2.798.095	106	429	680
Tatuquara	46.105	6.265.392	9.565.599	364	372	568
Santa Felicidade	15.394	2.386.140	405.077	154	425	721
Campo Comprido	41.772	6.583.577	11.079.016	422	432	727
São Braz	13.384	2.198.523	3.677.935	140	450	753
Passaúna	44.742	8.413.092	14.963.190	569	515	916
Pinheirinho	21.780	3.435.987	5.453.048	207	432	686
Sabia Araucária	9.870	1.515.708	2.271.695	86	421	631
Centro Araucária	5.347	931.392	1.639.534	62	477	840
Ceasa	12.745	3.091.122	4.907.967	187	664	1.055
Despique	9.273	1.217.680	2.035.104	77	360	601
Rio pequeno	14.681	2.493.319	4.317.138	164	465	806
Poço São Marcos	342	41.450	63.852	2	332	512
Campina Grande do Sul	794	109.353	152.760	6	377	527
ETA Palmital e Capivari	10.701	1.433.573	3.979.428	151	367	1.019
Almirante Tamandaré	18.590	2.601.995	5.204.124	198	383	767
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>894.590</b>	<b>148.353.114</b>	<b>244.321.189</b>	<b>9.605</b>	<b>457</b>	<b>764</b>

FONTE: SAIC, 2013



No quadro 3, apresentado pela SANEPAR, a expectativa é que a demanda cresça de 9.734 l/s em 2010 para 13.168 l/s em 2040. Nota-se também, que em 2010 não existia estrutura suficiente para atender a demanda, uma vez que a produção é menor que o nível a ser atingido. Com várias propostas de melhorias no sistema já em 2020 a produção deveria superar a demanda. A utilização de medidas para diminuição do consumo amenizaria a necessidade por obras no sistema. Obviamente a população continua crescendo, mas com atitudes corretas e estímulos eficientes a demanda pode ser diminuída consideravelmente.

QUADRO 3 - DEMANDA X PRODUÇÃO A LONGO PRAZO

Ano	Demanda (l/s)	Produção (l/s)
2010	9.734	9.495
2014	10.071	9.795
2016	10.215	9.555
2020	10.551	12.237
2025	11.200	12.837
2030	11.828	13.766
2040	13.168	13.766

FONTE: SAIC, 2013

Nesta etapa, as análises, para as áreas delimitadas, foram realizadas a partir de dados disponibilizados pela Sanepar e pelo IPPUC. Com base nisso, nota-se uma disparidade no volume de água consumida por região. De acordo com a tabela 4, os três bairros atendidos pelo CR Cajuru possuem um consumo maior que o do CR Corte branco.

TABELA 4 - CONSUMO PER CAPITA POR BAIRRO

CENTRO DE RESERVAÇÃO	ECONOMIAS RESIDENCIAIS	VOLUME MICROMEDIDO (m <sup>3</sup> /mês)	CONSUMO POR ECONOMIA (l/dia)	DENSIDADE DOMICILIAR (hab.)	CONSUMO PER CAPITA (l/dia)
<b>CAJURU</b>					
São Francisco	13.598	3.517.265	709,00	1,97	359,90
Mercês	22.295	4.099.521	504,00	2,39	210,88
Batel	23.392	5.248.372	615,00	2,04	301,47
<b>CORTE BRANCO</b>					
Parolin	13.762	2.903.415	578,00	2,86	202,10
Xaxim	48.784	6.877.229	386,00	3,00	128,67
Portão	67.769	11.190.074	452,00	2,48	182,26
Tatuquara	46.105	6.265.392	372,00	3,25	114,46

FONTE: Sanepar, 2013

Fundamentado nisso, foi proposta uma taxa de economia para os bairros listados na tabela 4, para posterior discussão sobre o potencial de economia gerado. O objetivo dessa ação é realizar uma redistribuição de água, para que dessa forma o rodízio seja amenizado em regiões mais impactadas, sem afetar o uso de conforto da população, com medidas de uso consciente.

#### 4.5 AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES

O incentivo ao uso racional é de extrema importância em qualquer época do ano, com estiagem ou não. Com os impactos diretos que o ser humano vem causando a natureza é evidente que desastres naturais, mudanças climáticas, escassez de recursos, diminuição da flora e da fauna, entre tantos outros, vai influenciar na vivência humana e principalmente na segurança hídrica.

Essa é a hora de encorajar o uso racional da água, evitando dessa forma o desperdício quantitativo e qualitativo, buscar alternativas como reuso de água da chuva, economias diárias dentro de casa, atitudes simples que podem mudar o caminho que está sendo traçado. A sensibilização do usuário é essencial para que mudanças reais ocorram.

A definição de um plano estratégico para mitigação do desperdício de água é primordial para encorajar o consumo consciente e mostrar a realidade dos fatos. Com planejamento elaborado e estruturado é possível atingir um número maior de pessoas e este trabalho tem o objetivo de contribuir para a conscientização da população.

Nessa fase, as ações a serem implementadas devem passar por um processamento de acordo com a região, fatores como poder econômico e social deverão ser levados em consideração para geração de limites cabíveis para consumo diário. Medidas como diminuição do tempo de banho, ciclos econômicos para lavagem de roupas, utilização de água da chuva para higienização de calçadas e também para regar plantas e jardins cobertos, fechar a torneira quando não está sendo utilizada faz total diferença no consumo de água diário. E esse uso inteligente é o que será aplicado gerando economia.

#### 4.6 SIMULAÇÃO DA AÇÃO DE CONSERVAÇÃO NO BALANÇO HÍDRICO DO SAIC

O objetivo deste trabalho neste ponto é realizar análises e simulações, incluindo remanejamento, na distribuição de água em centros onde o consumo é extremamente alto, assumindo premissas de diminuição da demanda em determinados centros de reservação e em como tais medidas impactam no balanço hídrico final, não somente em épocas de estiagem, mas de forma geral, beneficiando o meio ambiente.

Tais simulações foram realizadas a partir dos centros de reservação até a distribuição às economias, com auxílio do Excel. Premissas foram tomadas a partir do consumo atual, assumindo um padrão mais adequado de demanda para que a diminuição seja efetiva e não viole a qualidade de vida da população, uma vez que para este estudo apenas as perdas nas edificações serão avaliadas.

Em estudo realizado por Rieke (2021), foi analisada a percepção de uso de água pelo usuário e estimado o consumo mínimo de conforto (CMC) e também foi obtido o consumo per capita médio estimado (CME). Com a razão entre esses índices foi obtido uma porcentagem que foi aplicada sobre o consumo médio da população que estavam acima do CMC. É válido ressaltar que o CMC encontrado por Rieke foi obtido a partir de um estudo que utilizou como referência valores médios para toda a cidade de Curitiba.

Para realização das simulações, a taxa de redução deste trabalho, foi baseada nesse estudo de Rieke (2021).

#### 4.7 RODÍZIO EM CURITIBA

Devido à escassez de chuvas, em 2020 iniciou-se em Curitiba um sistema de racionamento de água em razão do decaimento do nível de água nos reservatórios que abastecem a cidade.

Em 17 de março de 2020 um rodízio parcial foi aplicado, nessa etapa a região Sul do município foi atingida. No mês seguinte, abril, mais alguns bairros foram acrescentados, segundo a Agência Estadual de Notícias (AEN).

Sem resultados expressivos e com os níveis dos reservatórios diminuindo consideravelmente, a atitude seguinte, foi expandir o rodízio para toda Curitiba e as 11 cidades da região metropolitana. O modelo adotado possuía um regime de 4x1, quatro dias com água contra um sem abastecimento. Os bairros foram distribuídos em cinco grupos alternados.

A partir de agosto de 2020 um modelo mais rígido foi imposto, 36x36, um dia e meio com água contra um dia e meio sem água. Dessa vez, três grupos de bairros foram formados e alternados entre si.

Um ano após o início do rodízio, em março de 2021, desta vez o modelo de racionamento foi alterado, para 60x36, dois dias e meio com água versus um dia e meio sem água.

Em consulta à Sanepar, em novembro de 2021, o rodízio funcionava da seguinte forma: 60 horas de fornecimento de água por até 36 horas de suspensão. Os níveis de água nos reservatórios neste mês estão em 62,70% na barragem do Iraí, 63,79% na barragem Passaúna, 81,27 e 82,78% nas barragens Piraquara 1 e Piraquara 2, respectivamente, totalizando 68,66% no Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba (Sanepar, 2021).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados apresentados no capítulo anterior, na tabela 04 nota-se a disparidade no consumo per capita na cidade de Curitiba. A população do bairro São Francisco consome 245,44 litros de água por dia a mais que a população do Tatuquara. Essa diferença é alarmante sendo que os dois bairros estão localizados na mesma cidade. É válido ressaltar que São Francisco, Mercês e Batel são bairros com um número maior de edifícios comerciais, onde contém diversos escritórios que emprega trabalhadores de toda a Curitiba. Porém, segundo a ONU, são necessários cerca de 110 litros de água por dia para atender as necessidades de consumo e higiene, por isso esse consumo exacerbado não possui justificativa plausível.

Nesse capítulo, será analisado os resultados obtidos para cada centro de reservação.

### 5.1 CORTE BRANCO

O Centro de Reservação Corte Branco, sustentado pela Estação de Tratamento Iguaçu, alimenta quatro CR que serão analisados no presente estudo. São eles: CR Parolin, CR Xaxim, CR Portão e CR Tatuquara, como mostra a figura 26.

FIGURA 26 - CENTRO DE RESERVAÇÃO CORTE BRANCO



FONTE: SAIC, 2013

O consumo per capita em cada um desses CR estão listado na tabela 5. Essa tabela foi elaborada a partir de dados do SAIC e IPPUC, foi considerado também que cada residência possui um hidrômetro.

Ao explorar as informações obtidas, é possível notar que o bairro com o consumo mais próximo ao indicado pela ONU, que afirma serem necessários 110 litros de água por dia por pessoa, é o Tatuquara com aproximadamente 114 l/dia por pessoa.

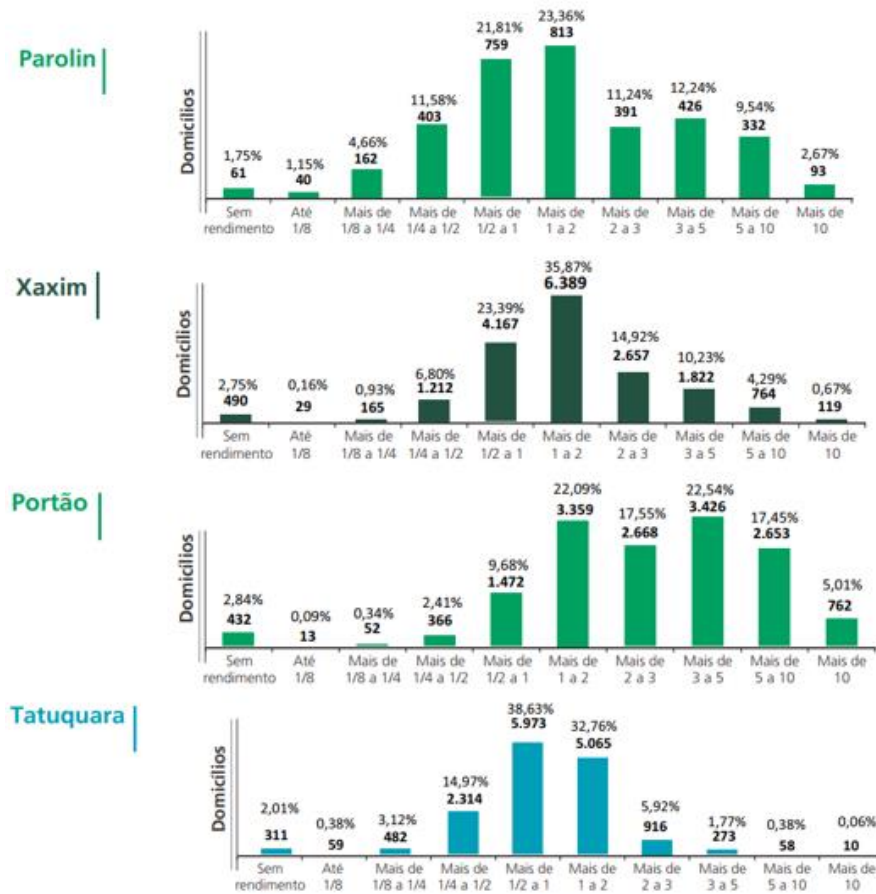
TABELA 5 - CONSUMO PER CAPITA CR PAROLIN, XAXIM, PORTÃO E TATUQUARA

CENTRO DE RESERVAÇÃO	CONSUMO PER CAPITA (l/dia)
<b>CORTE BRANCO</b>	
Parolin	202,10
Xaxim	128,67
Portão	182,26
Tatuquara	114,46

FONTE: SAIC E IPPUC

A análise do perfil da população é fundamental para entender o tipo de consumo de determinada região. O poder aquisitivo, é um dos fatores que devem ser explorados para verificar a existência de um padrão que interfira no consumo de água diário dos habitantes. Em busca dessa análise, a partir de dados coletados pelo IPPUC, a figura 27 foi composta. Com base nessas informações, é possível notar que nos quatro bairros analisados a maioria da população possui rendimentos de até 3 salários mínimos. No Parolin, 75,55% da população se enquadra nesse intervalo, no Xaxim, a taxa é ainda maior, com 84,82%. No Portão e Tatuquara os índices são equivalentes a 55% e 97,79%, consecutivamente.

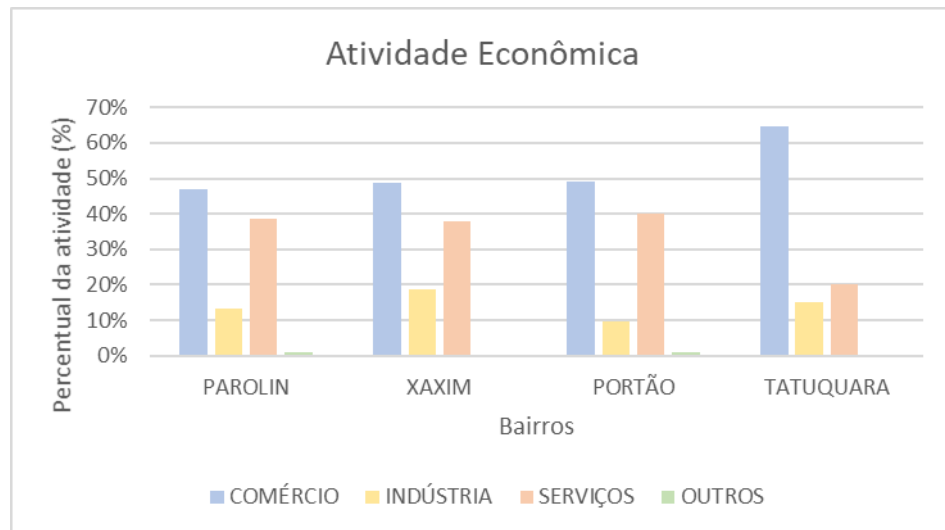
FIGURA 27 – DOMICÍLIOS POR CLASSE DE RENDIMENTO NOMINAL MENSAL PER CAPITA EM SALÁRIOS MÍNIMOS



FONTE: IPPUC, 2015

As atividades econômicas da área também influenciam no uso dos recursos disponíveis, como a água potável. De acordo com a figura 28, elaborada a partir de dados coletados pelo IPPUC, nota-se que nos quatro bairros, abastecidos pelo Corte Branco, a atividade que mais se destaca é o comércio, seguido por serviços que englobam, escritórios gerais. A presença da indústria é evidente em todos os casos, com destaque para o Xaxim, contudo, todos os bairros possuem um índice superior a 10% da economia relacionada com atividade industrial.

FIGURA 28 - GRÁFICO DA ATIVIDADE ECONÔMICA DOS BAIRROS ABASTECIDOS PELO CR CORTE BRANCO



FONTE DE DADOS: SMF / CADASTRO DE LIB. DE ALVARÁS E AG. CURITIBA, 2011

ELABORAÇÃO: A AUTORA, 2021

## 5.2 CAJURU

Conforme citado acima, a conexão do Cajuru também será analisada neste estudo, visto que a diferença no consumo desta região pode afetar diretamente o abastecimento de outras áreas. O Centro de Reservação do Cajuru alimenta alguns outros centros, porém os que serão explorados neste trabalho serão os CR Mercês, Batel e São Francisco, assim foi definida devido a cada um deles serem pontos finais na linha de distribuição. A figura abaixo mostra a localização dos mesmos.

FIGURA 29 - CR MERCÊS, BATEL E SÃO FRANCISCO



FONTE: SAIC, 2013



Na tabela 6, é mostrado o consumo per capita pelos três CRs. Se comparar com a tabela 5, dos CR referente ao Corte Branco, é possível notar uma clara diferença entre os índices.

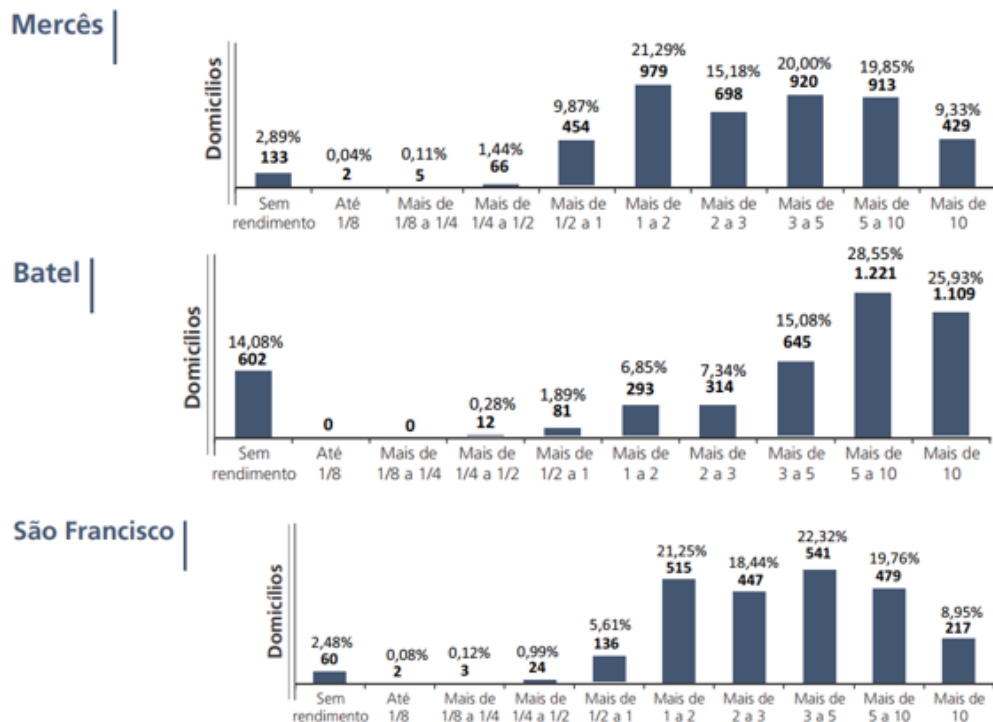
TABELA 6 - CONSUMO PER CAPITA CR MERCÊS, BATEL E SÃO FRANCISCO

CENTRO DE RESERVAÇÃO	CONSUMO PER CAPITA (l/dia)
<b>CAJURU</b>	
São Francisco	359,90
Mercês	210,88
Batel	301,47

FONTE: SAIC E IPPUC

Ao observar os dados referente aos rendimentos mensais per capita dessa região, nota-se que 50,82% da população do Mercês possui renda até 3 salários mínimos e Batel e São Francisco possuem 30,44% e 48,52% respectivamente. Nesse ponto, é necessário ressaltar que os valores para o intervalo de 5 a 10 salários mínimos estão entre os mais altos da capital paranaense.

FIGURA 30 - GRÁFICO DA ATIVIDADE ECONÔMICA DOS BAIRROS ABASTECIDOS PELO CR CAJURU

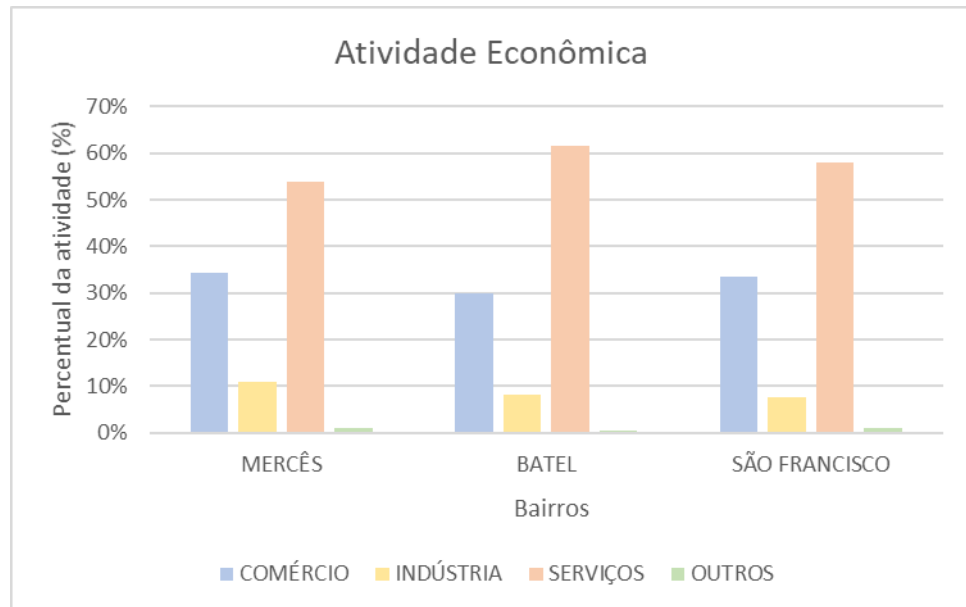


FONTE: IPPUC, 2015

Para as atividades econômicas, observa-se que os índices mais altos são referentes aos serviços, que compreende os escritórios, só no Batel são mais de

60%. O São Francisco e Mercês não ficam atrás, com 58 e 53%, nesta ordem, como mostra a figura abaixo.

FIGURA 31 - GRÁFICO DA ATIVIDADE ECONÔMICA DOS BAIRROS ABASTECIDOS PELO CR CAJURU



FONTES DE DADOS: SMF / CADASTRO DE LIB. DE ALVARÁS E AG. CURITIBA, 2011

ELABORAÇÃO: A AUTORA, 2021

### 5.3 AVALIAÇÃO CRÍTICA DO RODÍZIO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM CURITIBA

A partir dos dados disponibilizados pela AEN, nota-se que os primeiros bairros atingidos pelo rodízio, são os bairros da região sul de Curitiba, ou seja, os bairros que menos consomem foram atingidos primeiro, enquanto os bairros que possuem um consumo mais elevado foram afetados somente mais tarde.

Diante disso, nota-se que outros fatores são analisados para a determinação da área de abrangência do racionamento. Entre elas está o nível dos reservatórios, quanto menor o nível mais cedo é necessário iniciar o racionamento. Também existem outros fatores como interesses políticos e socio econômicos, as regiões onde habitantes com maior poder aquisitivo residem são afetadas somente quando a situação é mais crítica.

É necessário rever essa política de divisão pois o que deve ser priorizado é o bem estar da maioria da população. O favorecimento da minoria causa um aumento na desigualdade, não só social, mas também de direitos dos cidadãos.

#### 5.4 RESULTADO DA SIMULAÇÃO DE ECONOMIA E DA REDISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Para as simulações deste trabalho, foi utilizado o CMC (163,23 l/hab.dia) e o CME (187,53 l/hab.dia), obtido por Rieke (2021). Dessa forma, a razão obtida foi de 87,04%. Esse índice foi aplicado no consumo per capita das áreas de interesse e estão dispostos na tabela 7. A taxa de economia considerada no presente estudo é baseada na redução apenas dos desperdícios, notados pela própria população, conforme destacado por Rieke, dessa forma o conforto dos moradores não foi afetado.

TABELA 7 - CONSUMO PER CAPITA PÓS REDUÇÃO

CENTRO DE RESERVAÇÃO	CONSUMO PER CAPITA (l/dia)	DEMANDA PER CAPITA PÓS REDUÇÃO (l/dia)
<b>CAJURU</b>		
São Francisco	359,90	313,26
Mercês	210,88	183,55
Batel	301,47	262,40
<b>CORTE BRANCO</b>		
Parolin	202,10	175,91
Xaxim	128,67	128,67
Portão	182,26	158,64
Tatuquara	114,46	114,46

FONTE: AUTORA, 2021

Conforme tabela apresentada acima, nota-se que no reservatório Corte Branco existem duas regiões que possuem um consumo per capita diário menor do que o consumo mínimo de conforto, Xaxim e Tatuquara. Desta maneira tem-se um potencial de redução de consumo maior na região do reservatório Cajuru, pois as diferenças em l/hab.dia é maior do que na região do Corte Branco.

Com a redução proposta no consumo de água diário, tem-se em números absolutos de todas as regiões uma redução de 162,86 l/hab.dia. Esse índice

poupado representa apenas os desperdícios, não afetando o bem-estar da população estudada. Para obtenção do volume total economizado, foi utilizada a equação 1, onde foi considerada a diferença entre o consumo per capita preliminar e o consumo posterior à redução, esse valor foi multiplicado pelo número de habitantes da região para que o volume total fosse obtido para cada região, sendo finalmente realizado um somatório para obtenção do volume total economizado.

$$\text{Volume economizado} = \sum (\text{Consumo Per capita} - \text{Consumo per capita pós redução}) * \text{N}^{\circ} \text{ de habitantes} \quad (1)$$

A partir desses novos índices, o estudo a ser feito se refere a redistribuição do volume economizado. Na tabela 8, nota se que o total economizado nos bairros que consomem acima do CMC foi de 9.570.930 litros por dia.

TABELA 8 - TOTAL ECONOMIZADO EM TODOS OS BAIRROS COM CONSUMO ACIMA DO CMC

CENTRO DE RESERVAÇÃO	ECONOMIAS RESIDENCIAIS	DEMANDA PER CAPITA PÓS REDUÇÃO (l/dia)	HABITANTES	VOLUME TOTAL ECONOMIZADO (l/dia)	TOTAL ECONOMIZADO
<b>CAJURU</b>					
São Francisco	13.598	313,26	26.788	1.249.471	9.570.930
Mercês	22.295	183,55	53.285	1.456.274	
Batel	23.392	262,40	47.720	1.864.436	
<b>CORTE BRANCO</b>					
Parolin	13.762	175,91	39.359	1.030.895	9.570.930
Xaxim	48.784	128,67	146.352	0	
Portão	67.769	158,64	168.067	3.969.854	
Tatuquara	46.105	114,46	149.841	0	

FONTE: AUTORA, 2021

Dessa forma, é possível redistribuir esse volume para a região onde a demanda está abaixo do consumo de conforto, que são os bairros Xaxim e Tatuquara. Foi calculada a proporção de cada região, de acordo com a equação 2, respeitando volume consumido diariamente, obtendo uma diferença de aproximadamente 9% entre eles.

$$\text{Proporção} = \frac{\text{volume consumido xaxim}}{\text{volume consumido tatuquara}} = \frac{17151060}{18830624} = 0.91080678 \quad (2)$$

A partir disso, o total economizado pode ser redistribuído proporcionalmente, de acordo com as equações 3 e 4, que redistribui 41,08% do volume total economizado para a área do Xaxim e 58,92% para a região do Tatuquara, conforme a tabela 9.

$$Xaxim = 0.4108 * 9570930 = 3931803 \text{ l/dia} \quad (3)$$

$$Tatuquara = 0.5892 * 9570930 = 5639127 \text{ l/dia} \quad (4)$$

TABELA 9 - VOLUME ECONOMIZADO REDISTRIBUÍDO ENTRE OS BAIRROS XAXIM E TATUQUARA

VOLUME TOTAL ECONOMIZADO REDISTRIBUÍDO DIÁRIAMENTE				
	VOLUME CONSUMIDO	VOLUME REDISTRIBUÍDO PROPORCIONALMENTE	HABITANTES ABASTECIDOS POR DIA	DOMICÍLIOS ATENDIDOS DIARIAMENTE
XAXIM	18.830.624	3.931.803	30.558	10.186
TATUQUARA	17.151.060	5.639.127	49.267	15.159

FONTE: AUTORA, 2021

Com essa economia, é possível abastecer 30.558 habitantes por dia no Xaxim, o que corresponde a aproximadamente 10 mil residências. No Tatuquara, é possível atender 49.267 habitantes ou cerca de 15 mil domicílios.

Ainda com base no volume distribuído proporcionalmente, pode-se estimar o impacto no rodízio de abastecimento de 36x36.

TABELA 10 - IMPACTO DA ECONOMIA DE ÁGUA NO RODÍZIO

IMPACTO NO RODÍZIO				
	CONSUMO EM 1,5 DIA	HABITANTES ABASTECIDOS EM 1,5 DIA	DOMICÍLIOS SEM RODÍZIO	HORAS A MAIS DE ABASTECIMENTO PARA TODA A POPULAÇÃO
XAXIM	28.245.936	20.372	6.791	5
TATUQUARA	25.726.590	32.844	10.106	8

FONTE: AUTORA, 2021

De acordo com a tabela 10, nota-se que com o volume economizado é possível abastecer 20.372 pessoas em 36 horas no Xaxim e 32.844 pessoas no Tatuquara, o que corresponde a 6.791 e 10.106 domicílios respectivamente.

Ainda, considerando o impacto para toda a população nos dois bairros, é possível notar que, o rodízio seria amenizado em 5 horas no bairro Xaxim e 8 horas no Tatuquara.

## 6 CONCLUSÃO

Com base no estudo realizado, é perceptível uma relação diretamente proporcional com poder aquisitivo e consumo de água. Os bairros analisados que possuem maior índice de média salarial possuem a maior diferença entre consumo de conforto e consumo efetivo, conseqüentemente possuem um maior potencial de economia, sem afetar o uso para conforto.

A partir da simulação de redução apresentada, é notável um impacto direto no abastecimento diário nas regiões onde o consumo está abaixo do CMC. Também é evidente o efeito da redistribuição do volume poupado em um rodízio 36x36, em termos numéricos aproximadamente 17 mil domicílios seriam beneficiados, somando Xaxim e Tatuquara.

De acordo com a análise dos resultados, observa-se que mesmo que a taxa de economia seja baixa, o impacto gerado por esse volume é significativo, assim, deve-se incentivar o consumo consciente, investir em educação ambiental e também, quando possível, em dispositivos para economia de água. Dessa forma, pequenas ações de economia de água que feitas diariamente possuem um grande impacto nos recursos hídricos.

Para trabalhos futuros, seria considerável a realização dessas análises em outras conexões do sistema SAIC, dessa forma, seria globalizado o estudo para toda Curitiba e Região Metropolitana.

## REFERÊNCIAS

AEN. AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS. Saneamento: Curitiba e RMC têm novo sistema de rodízio com um dia a mais de abastecimento. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=111285>> Acesso em: 15 nov. 2021.

BRASIL. ANA. Agência Nacional de Águas. Sistema HIDRO-Telemetria. Rede hidrometeorológica nacional. 2018b. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/gestorpcd/Mapa.aspx>>. Acessado em: 01 de Nov de 2018.

BRASIL. ANA. Agência Nacional de Águas. HidroWeb - sistema de informações hidrológicas. 2018c. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acessado em: 01 de Nov de 2018.

BRASIL. ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2017. Relatório pleno. Brasília, Distrito Federal, 2017b, 169 p.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2018a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 04 de janeiro de 2012.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. 3. ed. rev ed. Brasília: Fundação Nacional da Saúde, 2006.

CURITIBA. Lei n.º 9800. Dispõe sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do S Município de Curitiba e dá outras providências. Diário Oficial, Curitiba, 2000.



CURITIBA. Prefeitura Municipal de Curitiba. Panorama do Saneamento Básico em Curitiba. Volume I. Novembro, 2017.

CURITIBA. Prefeitura Municipal de Curitiba. Plano Municipal de Saneamento de Curitiba - PMS. Volume II, III e IV. Curitiba, 2013.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/curitiba/panorama>> Acesso em: 07 jul. 2021

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil> > Acesso em: 30 jun. 2021

INSTITUTO TRATA BRASIL. Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br/curitiba-e-melhor-capital-do-pais-em-saneamento-basico>> Acesso em: 20 jul. 2021

IPPUC. INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Nosso Bairro. Disponível em: [https://www.ippuc.org.br/nossobairro/nosso\\_bairro.htm](https://www.ippuc.org.br/nossobairro/nosso_bairro.htm) Acesso em: 20 out. 2021.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná. Uso racional da Água. Paraná, Curitiba, 2018.

REIKE, G. Parametrização do Consumo e Impacto das Medidas de Conservação de Água Aplicadas em Edificações em um Sistema de Abastecimento de Água. Tese (Dissertação) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2021.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. Plano Diretor SAIC: Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana. Curitiba: SANEPAR, 2013.

SABESP. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Relatório Anual. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=253>> Acesso em: 24 jul. 2021.