

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

JÚLIA LOCATELLI POLISEL

**ESTUDO DA PROPOSTA DE CONCEPÇÃO DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO
E RESERVAÇÃO DE ÁGUA DA CIDADE DE BIRIGUI-SP, EM UM PERÍODO DE
30 ANOS**

**Ilha Solteira
2022**

JÚLIA LOCATELLI POLISEL

**ESTUDO DA PROPOSTA DE CONCEPÇÃO DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO
E RESERVAÇÃO DE ÁGUA DA CIDADE DE BIRIGUI-SP, EM UM PERÍODO DE
30 ANOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –
Unesp como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheira Civil.

Prof. Dr. Adriano Souza
Orientador

Dr. Kleber Castilho Polisel
Coorientador

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

P768e Polisel, Júlia Locatelli Polisel.
Estudo da proposta de concepção de um sistema de distribuição e
reservação de água da cidade de Birigui-SP, em um período de 30 anos / Júlia
Locatelli Polisel Polisel. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022
93 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Adriano Souza
Coorientador: Kleber Castilho Polisel
Inclui bibliografia

1. Sistema de água. 2. Distribuição de água. 3. Redes de água. 4. Reservação.

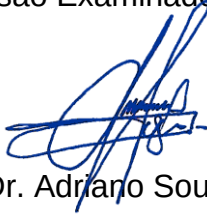
Julia Locatelli Polisel

**ESTUDO DA PROPOSTA DE CONCEPÇÃO DE UM SISTEMA DE
DISTRIBUIÇÃO E RESERVAÇÃO DE ÁGUA DA CIDADE DE BIRIGUI (SP)**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como parte dos requisitos para
obtenção do grau de Engenheiro Civil, junto
ao Curso de Graduação em Engenharia
Civil, da Faculdade de Engenharia da
Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho", Câmpus de Ilha Solteira.

Aprovado em 18/07/2022

Comissão Examinadora



Prof. Dr. Adriano Souza
UNESP/FE - Campus de Ilha Solteira (Orientador)



Profª Drª Claudia Scoton Antonio Marques
UNESP/FE - Campus de Ilha Solteira



Prof. Dr. Artur Pantoja Marques
UNESP/FE - Campus de Ilha Solteira

Ilha Solteira, 18 de julho de 2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço e dedico este trabalho primeiramente à minha mãe Tânia e ao meu pai Kleber, pois sem os dois nunca teria chegado onde cheguei. À minha irmã Beatriz por sempre ser minha motivação para continuar e à toda a minha família por sempre me apoiarem incondicionalmente.

Ao meu namorado Gabriel por toda a sua ajuda, paciência e companheirismo durante toda a jornada na faculdade e na execução deste trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Adriano Souza, profissional excelente que está sempre disposto a ajudar e orientar.

Aos meus amigos e colegas de trabalho por todos os conselhos e aprendizados.

A todos da UNESP Ilha Solteira por todos os anos maravilhosos que passei na Universidade.

RESUMO

Neste trabalho de conclusão de curso o objetivo foi elaborar um estudo hidráulico de rede de água e reservação na cidade de Birigui/SP com projeção para 30 anos, economicamente viável, respeitando as premissas de projeto da empresa que administra o sistema de água da cidade. Isto posto, foram analisados dados populacionais e criado um cenário futuro de vazões de água no município para verificação dos diâmetros das redes de distribuição de água potável e volume de reservação. Dessa forma, foi feita a simulação de dados de cargas de pressão e perdas de carga a fim de compará-los com as exigências das Normas NBR 122 18 (ABNT, 1994) e NBR 122 17 (ABNT, 1994). Em âmbito global, os resultados obtidos mostraram que em um prazo de 30 anos, as redes de água poderão permanecer com o mesmo diâmetro e a reservação deve crescer em 1463,65 m³. Numa interpretação mais local, para que haja um bom funcionamento do sistema de distribuição de água no município, as manutenções devem ser periódicas.

Palavras-chaves: sistema de água, distribuição de água, redes de água, reservação.

ABSTRACT

In this course conclusion work, the aim is to prepare a viable hydraulic study of the water supply and reserve in Birigui city, respecting the water sector existing rules. That said, population data with a 30-year projection were analyzed and a scenario of municipal water flows was created, selecting the future diameters of drinking water networks and reserve volume. In this way, a simulation of pressure loads and load losses data was performed in order to compare with the requirements of the ABNT Norms. NBR 12218/1994 and NBR 12217/1994. At the global level, the results obtained must be delivered that in a period of 30 years, the network water must remain with the same diameter and a reserve must grow by 1463.65 m³. In a more local interpretation, in order to have a good functioning of the water distribution system in the municipality, the maintenance must be periodic.

Keywords: water system, water distribution, water networks, reserve.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas Sistema de Abastecimento e Distribuição de Água.....	17
Figura 2 – Exemplo de Rede Ramificada.....	18
Figura 3 - Exemplo de Rede Malhada.....	18
Figura 4 - Localização do Município de Birigui.....	21
Figura 5 - Posição da Região Geográfica Intermediária de Araçatuba onde está inserida a Região Imediata de Birigui - Penápolis e o respectivo município.....	22
Figura 6 - Posição da Região Geográfica Intermediárias de Araçatuba.....	23
Figura 7 - Posição da Região Geográfica Imediata de Birigui - Penápolis.....	23
Figura 8 - Região Administrativa de Araçatuba e Acessos Rodoviários.....	24
Figura 9 – UGRHI 19.....	26
Figura 10 – Hidrografia de Birigui - UGRHI 19.....	27
Figura 11 – Climatologia e Histórico Previsão do Tempo – Birigui.....	29
Figura 12 – Hietograma de Birigui.....	30
Figura 13 – Geomorfologia Noroeste Paulista –Planalto Ocidenal.....	31
Figura 14 – Pedologia Região Araçatuba/SP.....	32
Figura 15 – Fragilidade à Erosão Mapa 12 - Município de Birigui/SP.....	33
Figura 16 – Potencialidade Explorável do Aquífero Guarani.....	34
Figura 17 – Seção Hidrogeológica Esquemática do Estado de São Paulo.....	34
Figura 18 – Mapa Florestal dos Municípios do Estado de São Paulo – Birigui.....	35
Figura 19 – Macrozoneamento do Município de Birigui.....	44
Figura 20 – Comparação Gráfica da Evolução Populacional.....	46
Figura 21 – Comparação Gráfica da Evolução das Taxas de Evolução Populacional.....	47
Figura 22 – Ajuste de curva conforme projeção do IBGE.....	47
Figura 23 – Ajuste de curva conforme projeção do SEADE.....	48
Figura 24 – Curvas de Projeção da População.....	51
Figura 25 – Curvas de Projeção da População Urbana e Rural.....	52

Figura 26 – Curvas Urbanização.....	53
Figura 27 – Curvas de Habitantes/Domicílio.....	55
Figura 28 – Evolução do Consumo, Perdas e Média Total (Produção) de Água do Município de Birigui/SP	60
Figura 29 - Vista do sistema de abastecimento de água na Sede no município de Birigui.....	76
Figura 30 - Vista do sistema de abastecimento de água no Distrito de Taquarí no município de Birigui.....	76
Figura 31 - Vista da Captação e Estação Elevatória de Água Bruta Baixotes, Birigui.....	77
Figura 32 – Diagrama Trechos EPANET.....	78
Figura 33 – Diagrama Nós EPANET.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Climatologia e Histórico Previsão do Tempo – Birigui.....	29
Tabela 2 – Distância aos principais aeroportos.....	37
Tabela 3 – Sistema Público de Saúde de Birigui.....	37
Tabela 4 – Sistema Educacional Birigui.....	38
Tabela 5 – Produto Interno Bruto – PIB [R\$mil]	38
Tabela 6 – Indicadores Socioeconômicos de Birigui.....	39
Tabela 7 – Síntese das Populações dos Censos disponíveis para consulta.....	45
Tabela 8 – Síntese das Populações disponíveis para consulta.....	45
Tabela 9 – Comparação das Projeções Populacionais.....	50
Tabela 10 – População Urbana e Rural de Birigui/SP.....	52
Tabela 11 – Grau de Urbanização.....	52
Tabela 12 – População Atendida.....	54
Tabela 13 – Habitantes por Domicílio.....	54
Tabela 14 – População Atendida Inicial e Final para o Sistema.....	56
Tabela 15 - Síntese das Vazões para o Sistema de Água de Birigui.....	59
Tabela 16 - Divisão da Projeção Populacional por Setores em Birigui.....	61
Tabela 17 - Cálculo de Vazão por Setor para Final de Plano.....	67
Tabela 18 – Ligações de Água de Birigui.....	72
Tabela 19 - Sistema de abastecimento de água existente no município de Birigui..	74
Tabela 20 - Resumo Vazão e Reservação para Início e Final de Plano.....	77
Tabela 20 – Resultados de Pressão nos Nós.....	80
Tabela 21 – Resultados de Perda de Carga nos Trechos.....	82

ANEXOS

Anexo A (Folha 1/2) – Base Cadastral Água Birigui – Geral.....	92
Anexo A (Folha 2/2) – Base Cadastral Água Birigui – Setor.....	93

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS	20
5. PROCEDIMENTO DE CÁLCULO	21
5.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	21
5.1.1. <i>Localização da Área de Estudo</i>	21
5.1.2. <i>Gestão de Recursos Hídricos</i>	25
5.2. INFRAESTRUTURA EXISTENTE	36
5.2.1. <i>Transporte Rodoviário</i>	36
5.2.2. <i>Transporte Ferroviário</i>	36
5.2.3. <i>Transporte Aéreo</i>	36
5.2.4. <i>Energia Elétrica</i>	37
5.2.5. <i>Saúde</i>	37
5.2.6. <i>Educação</i>	37
5.3. PERFIL SÓCIO ECONÔMICO	38
5.3.1. <i>Principais Atividades Econômicas</i>	38
5.3.2. <i>Indicadores Socioeconômicos</i>	39
5.3.3. <i>Indústria</i>	40
5.4. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	40
5.4.1. <i>Plano Diretor</i>	40
5.5. ESTUDOS DEMOGRÁFICOS	44
5.5.1. <i>Dados Censitários</i>	44
5.5.2. <i>Dados do IBGE</i>	45
5.5.3. <i>Dados do SEADE</i>	45
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
6.1. PROJEÇÃO DAS POPULAÇÕES	49
6.1.1. <i>Curva Logística</i>	49
6.1.2. <i>Definição da Divisão entre as Populações Urbana e Rural</i>	51

6.1.3. População Atendida.....	53
6.1.4. Número de Habitantes por Domicílio	54
6.2. ESTUDO DE DEMANDAS.....	55
6.2.1. Horizonte Projeto	55
6.2.2. População Atendida.....	55
6.2.3. Vazões Industriais	56
6.3. CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO A SEREM ADOTADOS	
56	
6.3.1. Parâmetros de Vazão	56
6.3.2. Perdas no Sistema	57
6.3.3. Coeficientes de Consumo.....	57
6.3.4. Síntese das Vazões de Projeto.....	58
6.4. AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
EXISTENTE 72	
6.4.1. Dados Gerais do Sistema Existente.....	72
6.4.2. Ligações	72
6.4.3. Estudos e Projeto Existentes	72
6.4.4. Descrição do Sistema Existente	73
6.5. SIMULAÇÃO EPANET	77
7. DISCUSSÕES FINAIS	88
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de abastecimento de água passam por expansão ao longo do tempo, acompanhando o crescimento populacional e implantação de novos empreendimentos, entretanto os projetos tendem a focar somente na área de expansão, sem verificar o possível impacto no sistema de forma integral. A idealização do funcionamento perfeito das estruturas e equipamentos, da duração quase infinita dos materiais utilizados levam a acreditar que as obras de infraestrutura não precisam de intervenções como remanejamento de redes e ampliação de reservação. Os sistemas de abastecimento de água não são diferentes, acredita-se que depois de implantado o sistema funcionaria sem necessidade de ampliação ou de remanejamento.

No entanto, com o passar do tempo verifica-se a tendência de problemas de distribuição e reservação de água com diminuição de pressão e perda de qualidade na água distribuída.

Nesse contexto, o presente trabalho buscou desenvolver um estudo hidráulico da cidade de Birigui/SP, usando os recursos disponíveis, e propor redimensionamento das redes primárias e setorização afim de controlar as pressões na rede de forma que não haja pressões muito altas, o que poderia aumentar as perdas de água, e nem pressões muito baixas, o que poderia prejudicar o uso pelo consumidor.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Elaborar um estudo hidráulico de rede e reservação na cidade de Birigui/SP, com projeção para 30 anos de projeto, economicamente viável, respeitando as premissas de projeto da empresa que administra o sistema de água da cidade.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos foram etapas executadas e analisadas, com a finalidade de assegurar o alcance do objetivo geral deste trabalho, a saber:

- a) Analisar os recursos hídricos;

- b) Analisar a infraestrutura existente;
- c) Levantar o uso e ocupação do solo;
- d) Realizar estudo demográfico;
- e) Efetuar projeção demográfica;
- f) Fazer o estudo de demandas;
- g) Avaliar o sistema de abastecimento atual.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CONCEITUAÇÃO

O abastecimento de água está inserido no conceito amplo de saneamento básico, que abrange o “conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais” para assegurar a população níveis crescentes de salubridade, juntamente com o esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

O sistema de abastecimento de água para consumo humano “consiste em um conjunto de infraestruturas, obras civis, materiais e equipamentos, [...] destinado à produção e ao fornecimento coletivo de água potável” (BRASIL, 2015), sendo projetado para satisfazer desde pequenas a grandes populações, modificando-se as propriedades e porte das suas instalações para atender as demandas (PRADO, 2014).

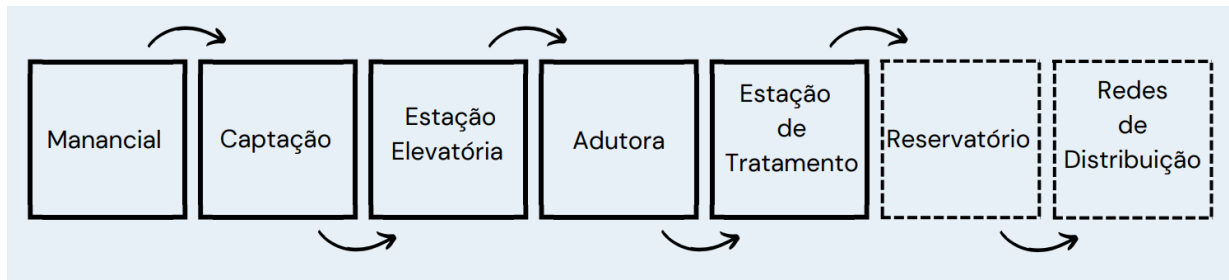
O abastecimento compreende um conjunto de operações essenciais para distribuição de água aos locais de consumo, com qualidade e quantidade suficientes (GOMES, 2009).

Dentro do contexto do abastecimento de água estão também as soluções alternativas para o abastecimento coletivo que incluem fontes, poços comunitários e distribuição por carros-pipa (HELLER; PÁDUA, 2010).

3.2. PARTES DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Um sistema de abastecimento de água pode ser dividido em várias partes de acordo com a função e localização dentro do sistema (TSUTIYA, 2006). São elas:

Figura 1 – Etapas Sistema de Abastecimento e Distribuição de Água



Fonte: Elaboração Própria.

- **Manancial:** é o corpo da água superficial ou subterrâneo de onde é retirada a água para o abastecimento;
- **Captação:** conjunto de estruturas e dispositivos localizados junto aos mananciais que visam retirar a água destinada ao abastecimento;
- **Estação elevatória:** conjunto de obras que visam recalcar a água para a unidade seguinte. Também podem ter a função de aumentar a pressão em adutoras;
- **Adutora:** canalização que transporta água entre unidades e precedem as redes de distribuição. Não são utilizadas para a distribuição de água;
- **Estação de tratamento de água (ETA):** sistema que visa adequar a água bruta aos padrões de potabilidade;
- **Reservatório:** unidade do sistema de abastecimento que visa a regularização das vazões e controle de pressões na rede; e
- **Redes de distribuição:** parte do sistema abastecimento de água formada de tubulações e acessórios, destinada a distribuição de água tratada aos consumidores, em quantidade e pressão recomendada.

No trabalho de conclusão de curso foi dado uma atenção especial ao reservatório, pois são elementos importantes para que o abastecimento de água seja mantido ao longo da evolução populacional e também às redes de distribuição de água, pois seria esta a parte mais afetada em termos de obra civil para adequação de diâmetros no final dos 30 anos de horizonte de projeto.

3.2.1. Reservatórios

Os reservatórios são elementos no sistema de abastecimento de notada importância, pois segundo Azevedo Netto (1973) com eles se consegue:

- Atender às variações de consumo: dado que o consumo de um município não é constante ao longo do dia. A adoção de reservatórios entre as unidades do sistema de abastecimento permite adotar uma vazão constante para diversos órgãos do abastecimento de água (por exemplo, adutoras, tomada de água e ETA); consequentemente essas unidades serão dimensionadas mais economicamente.
- Atendimento das demandas de emergência: o reservatório permite a continuidade do abastecimento da rede de distribuição no caso de alguma emergência ou acidente, como por exemplo, um incêndio. Entretanto, para que ocorra esse suprimento emergencial é necessário que o mesmo seja dimensionado com reservas para esse tipo de ocasião.

3.2.2. Redes de distribuição de água

A rede de distribuição é a parte que se encontra em contato direto com o consumidor (pontos de consumo), sendo assim, a manutenção e inspeção das redes deveriam ser algo prioritário para as Companhias de Saneamento. Entretanto, por se encontrarem enterradas nas vias públicas, a sua inspeção é dificultada pela dificuldade de acesso à tubulação, (TSUTIYA, 2006).

As redes de água são constituídas por dois tipos de canalização segundo PORTO (2006):

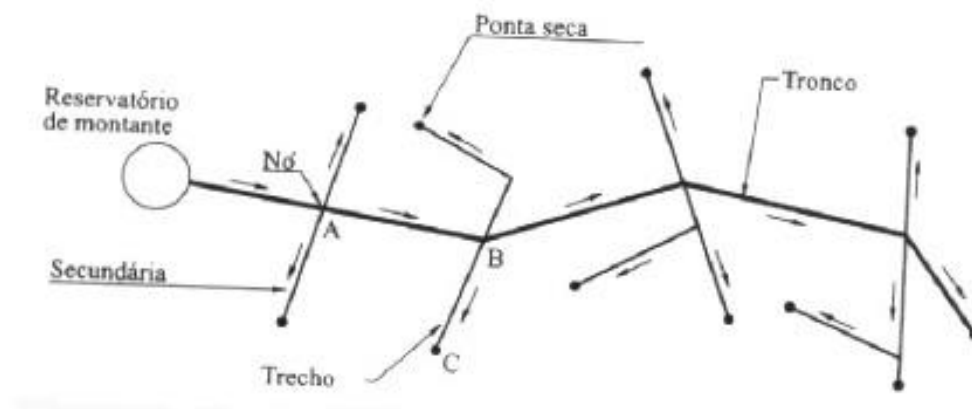
- Principal: também denominada de conduto tronco ou canalização mestra, são tubulações de maior diâmetro responsáveis pela alimentação da canalização secundária.
- Secundária: são tubulações de menor diâmetro e têm a função de abastecer diretamente aos pontos de consumo.

De acordo com a disposição das canalizações principais e o sentido de escoamento nas tubulações secundárias, as redes podem ser:

- Ramificadas: são redes com uma tubulação tronco alimentada por um

reservatório ou um sistema de adução que abastece diretamente as tubulações secundárias. O sentido da vazão é conhecido em qualquer ponto da rede (Figura 2). A principal desvantagem desse tipo de rede é que se for preciso fazer algum tipo de intervenção em algum ponto da rede, toda a tubulação a jusante deste ponto será prejudicada.

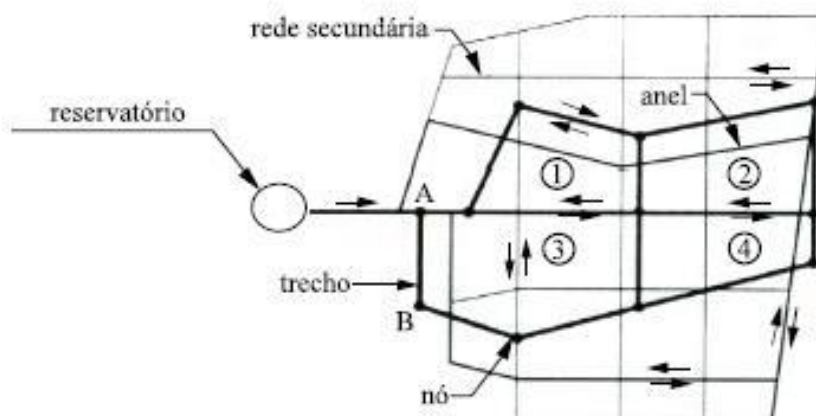
Figura 2 – Exemplo de Rede Ramificada



Fonte: PORTO (2006).

- Malhadas: são formadas por tubulações principais e secundárias, as quais formam anéis ou blocos, de modo que se for preciso intervir em algum ponto da rede, se interrompa o mínimo possível, pois o abastecimento pode ser feito através de outros caminhos (Figura 3).

Figura 3 – Exemplo de Rede Malhada



Fonte: PORTO (2006).

- Mistas: as redes mistas são associações de redes ramificadas e malhadas.

3.3. NOÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA

Quando se fala em perdas, entende-se que “perda” é toda água tratada que foi produzida pela companhia de água mas que por algum motivo, não chegou ao consumidor final. Esse entendimento, entretanto, trata a perda como algo físico, um volume de água perdido em um vazamento, por exemplo. Esse conceito, porém, vai mais adiante (TSUTIYA, 2006).

Do ponto de vista empresarial, todo produto gerado e entregue ao consumidor, mas que por algum motivo não foi faturado, constitui uma perda, pois é um produto ao qual foram incorporados custos intrínsecos de produção industrial e está sendo contabilizado na receita da companhia (TSUTIYA, 2006).

3.4. UNIDADES DE CONTROLE

Conforme Tsutiya (2006), a operação de sistemas de abastecimento se torna mais eficiente quando há uma compartimentação da rede de distribuição. Essa compartimentação pode ser obtida por meio de manuseio de registros, definindo portanto, uma área rigorosamente fechada em que se procura ter um perfeito monitoramento de todas as variáveis importantes para a qualidade do serviço prestado, tais como:

- Volumes disponibilizados para a distribuição, através da medição das vazões;
- Vazões mínimas noturnas, implementando-se campanhas periódicas ou permanentes de medição;
- Plano piezométrico ao longo do dia, medindo-se regularmente as pressões em pontos estratégicos da rede;
- Qualidade da água distribuída, com coleta e análise de amostras;
- Volumes consumidos pelos habitantes, por meio de hidrômetros; e
- Consumos sociais (favelas e áreas invadidas), se houver.

Em redes de distribuição em que não há essa compartimentação, há portanto, a mistura descontrolada de água. Torna-se extremamente difícil de prever e

gerenciar os comportamentos do sistema, em termos de pressões na rede, controle de perdas, qualidade da água, demanda, etc.

Essa divisão da rede de distribuição é denominada pelas Companhias de Saneamento de “setorização”, sendo que cada setor terá características definidas que serão regularmente monitoradas, avaliadas e mantidas ou ajustadas durante a operação e manutenção daquela rede (TSUTIYA, 2006).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa teve início com uma pesquisa bibliográfica para reunir conhecimento teórico necessário para atingir o objetivo do estudo. Seguida de uma pesquisa exploratória (estudo de caso) e de uma pesquisa de campo.

O projeto de ampliação e setorização de uma rede de água depende de vários parâmetros que se baseiam em dados históricos. Esses dados devem ser extrapolados de alguma forma para o horizonte de projeto para que se estime os parâmetros de final de plano. É nesse contexto que são apresentados os métodos matemáticos pelos quais, segundo TSUTIYA (2006), a previsão futura é feita utilizando uma equação matemática, cujos parâmetros são obtidos a partir dos dados conhecidos.

Para cálculo e dimensionamento foram utilizados também alguns softwares e normas:

- i. EPANET (software de distribuição gratuita) – simulador de cálculo automático de redes de transporte e distribuição de água;
- ii. AUTOCAD (licença estudante) - Computer Aided Design;
- iii. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. – Procedimento. São Paulo, 2017, 23p.
- iv. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12217: Projeto de Reservatório de distribuição de água para abastecimento público. – Procedimento. São Paulo, 1994, 4p.
- v. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12211: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água. – Procedimento. São Paulo, 1992, 14p.

5. PROCEDIMENTO DE CÁLCULO

5.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.1.1. Localização da Área de Estudo

5.1.1.1. *Localização Geográfica*

Localizado na região noroeste do Estado de São Paulo (Figura 4), o município de Birigui é formado somente pelo Distritos Sede, que inclui os povoados de Guatambu e Taquari, com uma área de 530,031 km² (IBGE, 2018). No DATUM SIRGAS 2000 está na Latitude 21°17'19" Sul e Longitude 50°20'24" Oeste em seu marco Zero, com uma altitude de 450 metros.

Figura 4 - Localização do Município de Birigui



Fonte: Wikipedia (2014).

Em relação à divisão geográfica definida pelo IBGE (2017) que prevê a divisão de onze regiões geográficas intermediárias cada qual com a subdivisão em 53 regiões geográficas imediatas que contém os municípios.

O município de Birigui pertence à Região Geográfica Intermediária de Araçatuba (3506) (Figura 5), estando inserido na Região Geográfica Imediata de Birigui - Penápolis (350023) (Figura 6), formada além do município que lhe define o nome por outros vinte municípios (Figura 7) (IBGE, 2017).

Figura 6 - Posição da Região Geográfica Intermediárias de Araçatuba



Fonte: IBGE (2017).

Figura 7 - Posição da Região Geográfica Imediata de Birigui - Penápolis

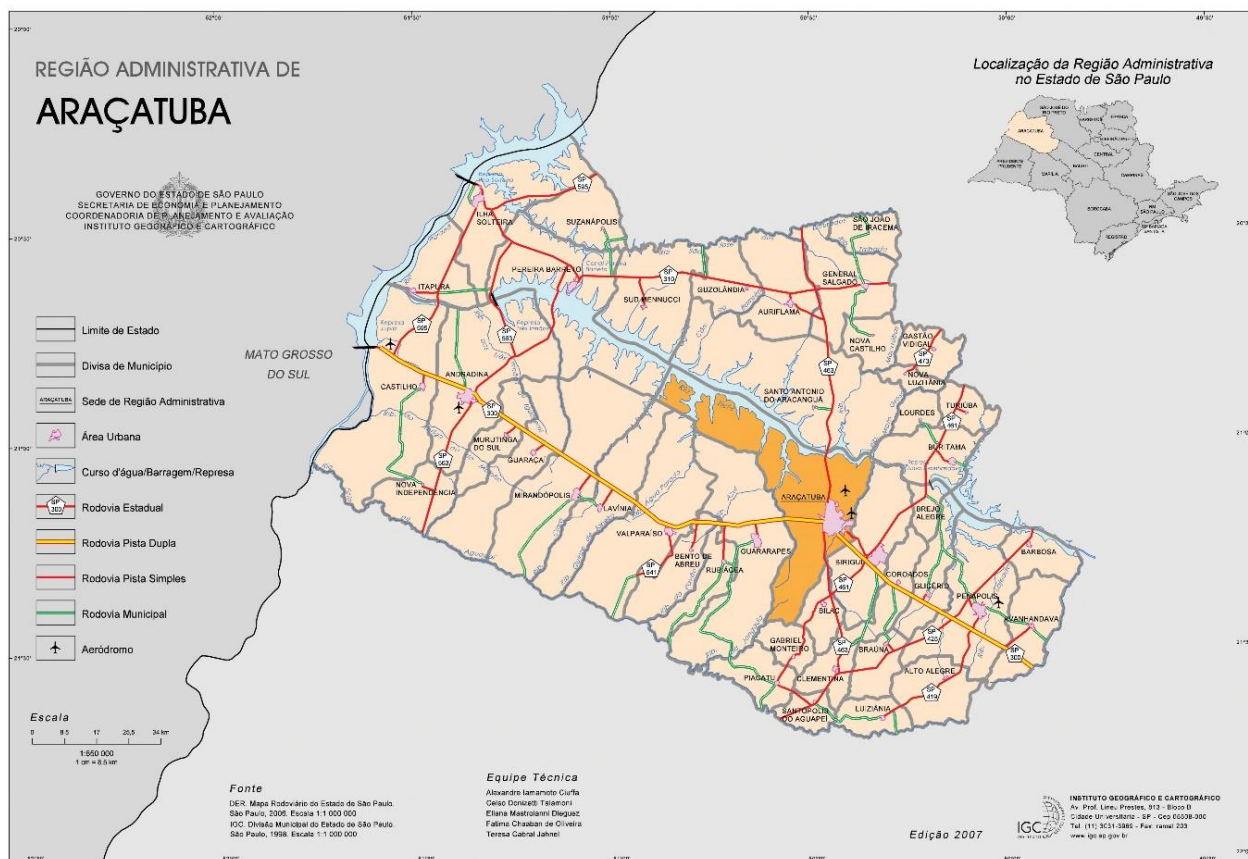


Fonte: IBGE (2017).

5.1.1.2. Localização Administrativa

A área de estudo está inserida na Região Administrativa (RA) do Estado de São Paulo de Araçatuba (Figura 8). Tem como sedes de Região de Governo (RG) inseridas nesta RA os municípios de: Andradina e Araçatuba.

Figura 8 - Região Administrativa de Araçatuba e Acessos Rodoviários



Fonte: IGC (2017).

5.1.1.3. Acessos Rodoviários

O acesso à região é feito pela SP-300 Rodovia Marechal Rondon, via BR-374. Por esta via é feita a ligação desde a sede do estado até Birigui. A distância em relação à capital do estado é de 511 km.

5.1.1.4. Limites Municipais

O município de Birigui encontra-se na porção mais a oeste da RA de Araçatuba e faz fronteira com os municípios de:

- Ao Norte: Buritama;
- Ao Noroeste: Araçatuba;
- Ao Leste: Brejo Alegre, Coroados;
- Ao Sul: Bilac;

5.1.2. Gestão de Recursos Hídricos

A partir de uma visão integrada dos diferentes usos da água, a gestão de recursos hídricos é realizada em três níveis: bacia hidrográfica, estadual e federal. Contam também com o envolvimento de órgãos governamentais, da sociedade civil, dos usuários e de diversas instituições que participam do gerenciamento dos recursos hídricos.

5.1.2.1. Instrumentos Federais

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi instituída pela Lei Federal Nº 9.433/1997 e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e previu a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

Criada pela Lei Federal Nº 9.984/2000, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) é a agência reguladora dedicada ao cumprimento dos objetivos e diretrizes da PNRH. É responsável pelo regulamento, monitoramento, aplicação da lei e planejamento sobre os recursos hídricos de domínio da União, que são os que fazem fronteira com outros países ou passam por mais de um estado.

A Divisão Hidrográfica Nacional, instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), estabelece as doze Regiões Hidrográficas Brasileiras.

Todos os cursos de água do município encontram-se na Região Hidrográfica do Rio Paraná.

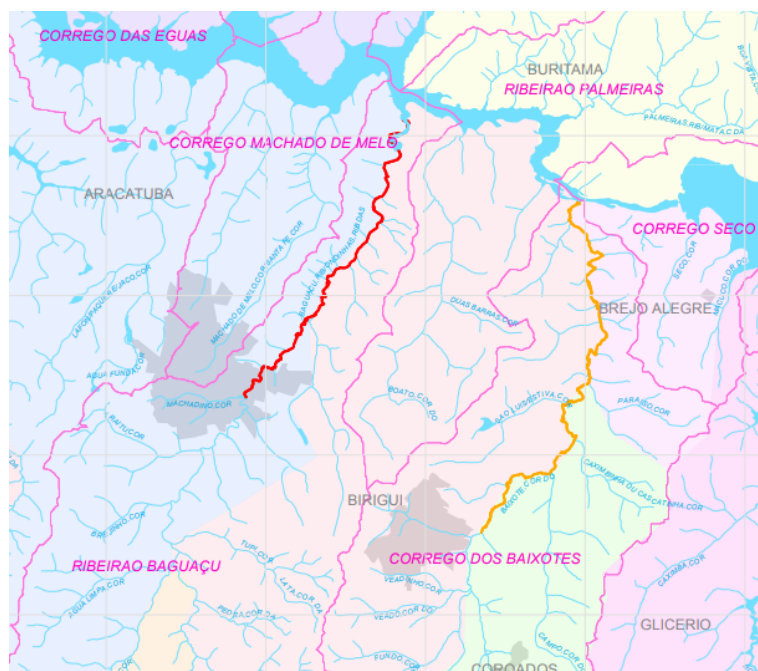
Os principais recursos hídricos explorados na área de abrangência de Projeto são:

- Captação: Ribeirão Baixotes (UGRHI-19) - Afluente do Rio Tietê.

5.1.2.4. Hidrografia

Os principais cursos d'água do município de Birigui são: Rio Tietê, Ribeirão Baixotes e Ribeirão Baguaçu, estes últimos afluentes do Rio Tietê (Figura 10).

Figura 10 – Hidrografia de Birigui - UGRHI 19



Fonte: CETESB (2012).

Observação: As cores destacadas referem-se respectivamente a classe de utilização dos cursos de água - Laranja: Classe 3 e Vermelho: Classe 4. Todos os demais cursos de água na área de abrangência da figura são Classe 2.

Sendo que, a classificação dos corpos d'água, tida como uma das ferramentas da referida política, é dada pela Resolução CONAMA N.º 20 de 18 de junho de 1986:

- Classe Especial: aquelas destinadas ao abastecimento doméstico prévia ou com simples desinfecção; e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
- Classe 1: destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simples; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (natação, esqui e mergulho); à irrigação de hortaliças consumidas cruas e de frutas que cresçam rentes ao solo e ingeridas sem remoção de película; à

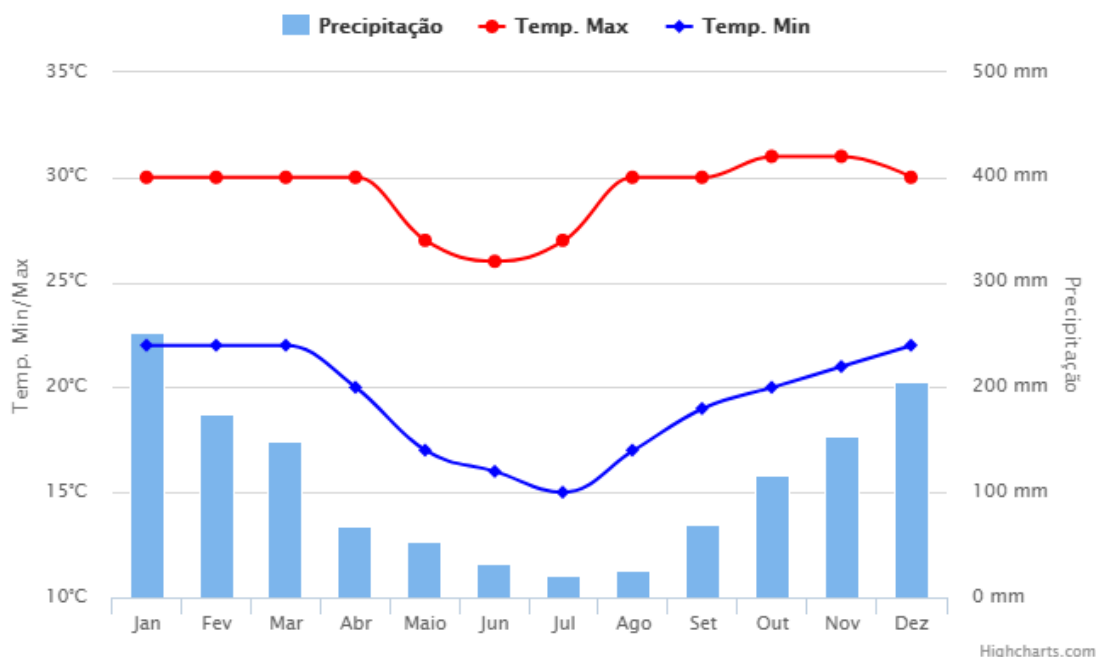
criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

- Classe 2: águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; irrigação de hortaliças e frutíferas; à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.
- Classe 3: águas destinadas ao consumo humano após tratamento convencional; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; dessedentação de animais;
- Classe 4: águas destinadas à navegação; harmonia paisagística; e aos usos menos exigentes.
- Classe 5: águas salinas destinadas à recreação de contato primário; proteção das comunidades aquáticas; criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas a alimentação humana.
- Classe 6: águas salinas destinadas á navegação comercial; harmonia paisagística; recreação de contato secundário.
- Classe 7: águas salobras destinadas à recreação de contato primário; proteção das comunidades aquáticas; á criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas a alimentação humana.
- Classe 8: águas salobras destinadas à navegação comercial; harmonia paisagística; recreação de contato secundário.

5.1.2.5. *Clima*

De acordo com a classificação Köppen o clima em Birigui é classificado como Aw (tropical de savana, com precipitação mais no verão que no inverno).

A Figura 11 e a Tabela 1 apresentam as temperaturas do município:

Figura 11 – Climatologia e Histórico Previsão do Tempo - Birigui

Fonte: Climatempo, 2021, Média de Série Histórica de 30 anos.

Tabela 1 – Climatologia e Histórico Previsão do Tempo - Birigui

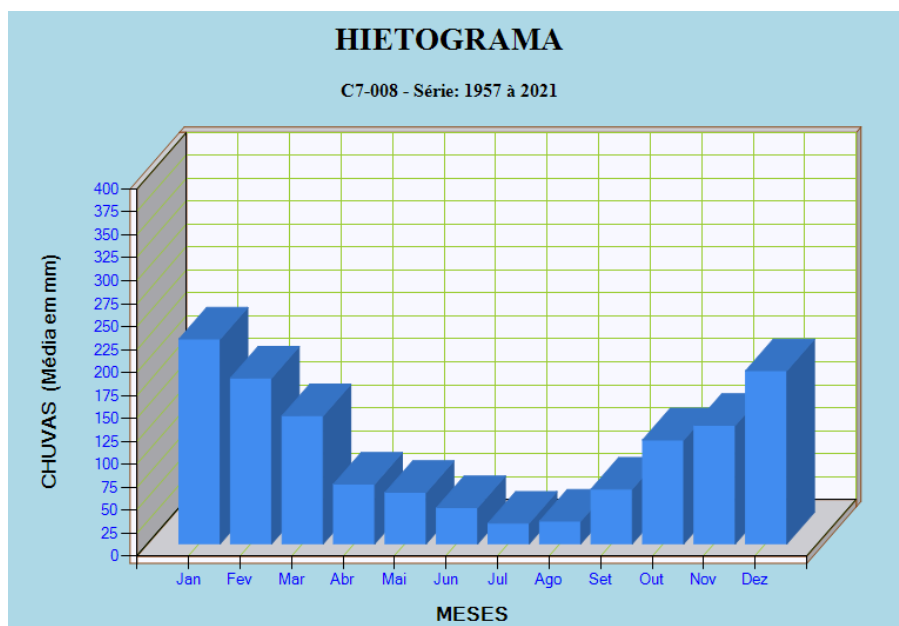
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	25.5	25.6	25.1	24.2	21.3	20.4	20.5	22.5	24.6	25.7	25.3	25.6
Temperatura mínima (°C)	22.2	22.2	21.7	20.1	16.8	15.7	15.3	16.6	18.9	20.8	21.3	22.1
Temperatura máxima (°C)	29.4	29.7	29.2	28.9	26.5	26.2	26.7	29.3	30.9	31.3	30.1	29.9
Chuva (mm)	248	178	150	61	49	30	20	23	63	106	149	190
Umidade(%)	78%	78%	78%	70%	67%	66%	60%	49%	52%	60%	68%	75%
Dias chuvosos (d)	16	14	13	6	4	2	2	2	5	9	12	15
Horas de sol (h)	9.0	9.3	8.7	9.1	8.8	8.9	9.2	9.8	9.9	10.0	9.6	9.3

Fonte: Climate Data, 2021, Média de Série Histórica de 30 anos

5.1.2.6. Dados Pluviométricos

Segundo o Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE), o município de Birigui possui 9 (nove) estações pluviométricas com prefixos: C7-008, C7-026, C7-028, C7-030, C7-031, C7-035, C7-048, C7-056, C7-060.

A Figura 12 apresenta os dados da estação pluviométrica C7-008, que está instalada no Bairro do Veado (Latitude 21°20'07" Sul e Longitude 50°21'25" Oeste e Altitude 430 m):

Figura 12 – Hietograma de Birigui

Fonte: Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), 2021

Conforme dados da Estação Pluviométrica C7-008, é verificada uma variação sazonal da precipitação média mensal com duas estações representativas, uma com alta precipitação e outra com baixa precipitação, apresentando chuva o ano inteiro.

O período mais chuvoso ocorre de outubro a março, quando os índices de precipitação média mensal são superiores a 100 mm, enquanto que o mais seco corresponde aos meses de abril a setembro com destaque para julho e agosto, que apresentam médias em torno de 40 mm chegando ao mínimo de 25 mm, provocando um período de estiagem, que prejudica a disponibilidade hídrica na região.

Ressalta-se que os meses de janeiro e dezembro apresentam os maiores índices de precipitação, atingindo uma média superior a 200 mm.

As precipitações médias anuais são em torno de 1265 mm.

5.1.2.7. Geomorfologia

A unidade morfoestrutural predominante no município é caracterizada por uma região fisiográfica denominada Planalto Ocidental com altitudes variando entre 200 m e 1000 m (Figura 13).

Figura 13 – Geomorfologia Noroeste Paulista –Planalto Ocidental



Fonte: Google Earth (2021).

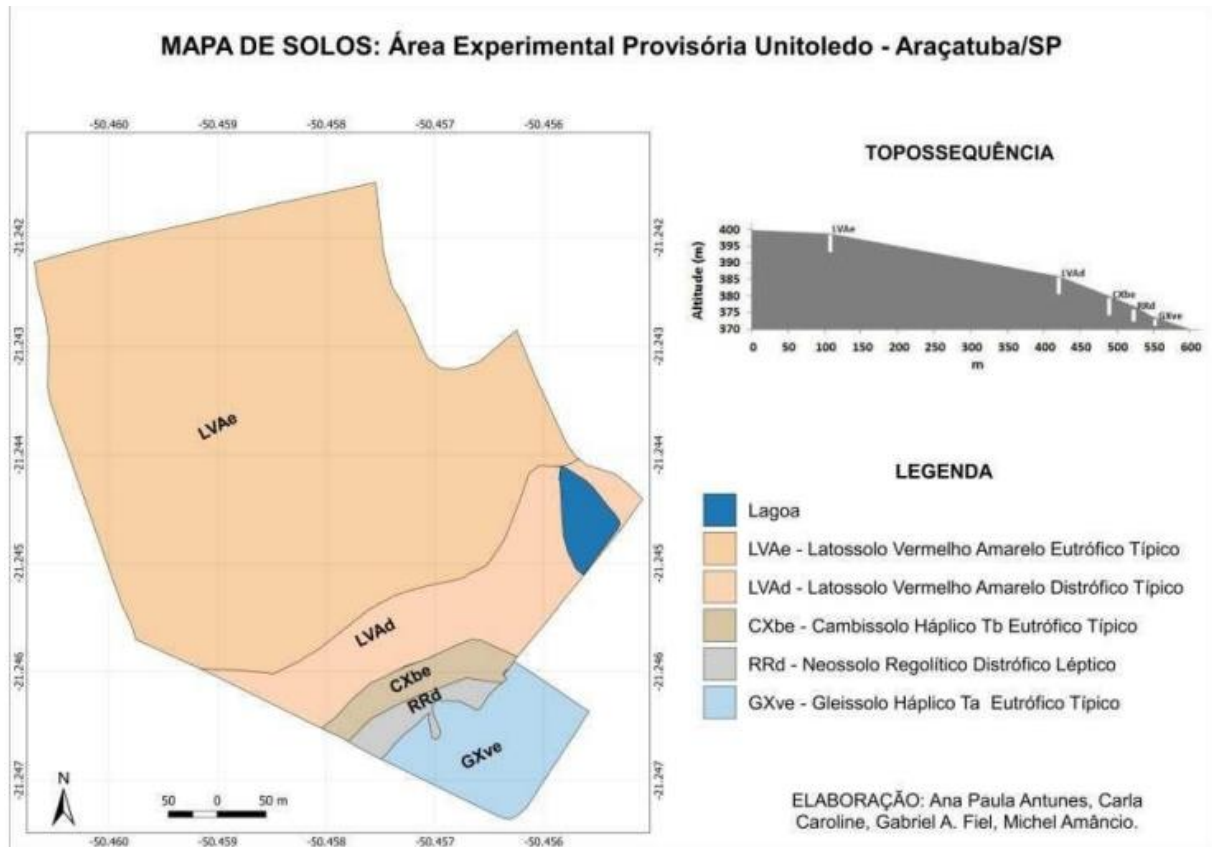
5.1.2.8. Geologia

A geologia da área de estudo está representada pelos derrames de rochas basálticas da Formação Serra Geral do Grupo São Bento e pelos sedimentos arenosos a lamíticos da Formação Adamantina do Grupo Bauru (Soares et al, 1980).

5.1.2.9. Pedologia

Os tipos de solo predominantes no município são: Latossolo, Cambissolo, Neossolo Regolítico e Gleissolo (Figura 14).

Figura 14 – Pedologia Região Araçatuba/SP



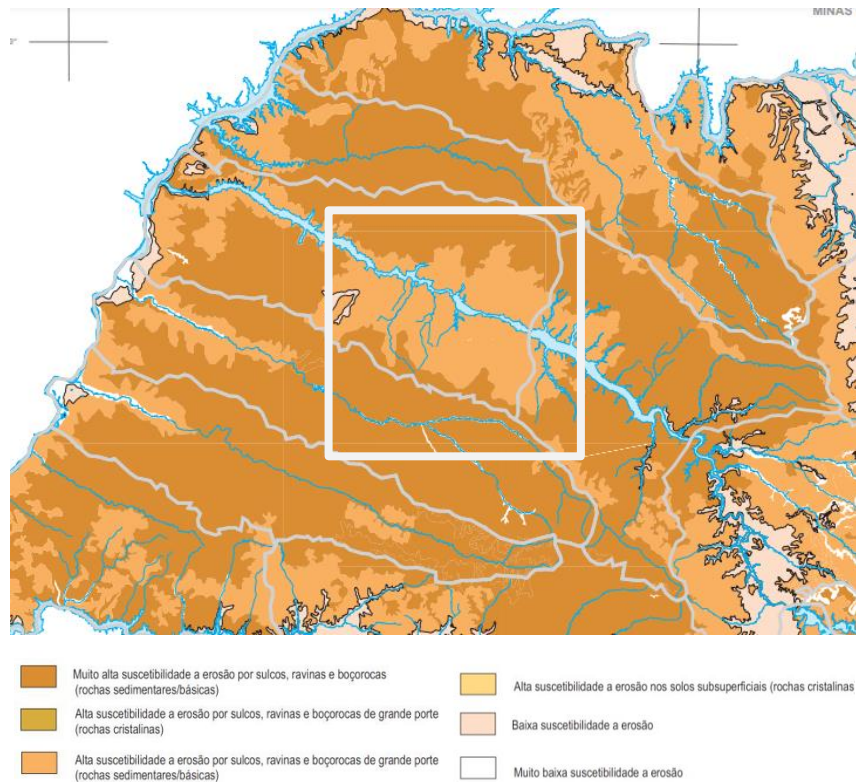
Fonte: Levantamento Pedológico Detalhado da Área Experimental Provisória Unitoledo, Araçatuba-SP (2011).

A topossequência de solos mostrou que a seqüência de solos da área, de modo geral, é constituída por Latossolo no topo e alta-média vertente, Cambissolo e Neossolo Regolítico na média-baixa vertente com declives mais acentuados e Gleissolo no fundo do vale (Duarte *et al*, 2018).

5.1.2.10. Fragilidade à Erosão, Escorregamento e Assoreamento

A Figura 15 apresenta o mapa de fragilidade do solo superficial do Município de Birigui/SP.

Figura 15 – Fragilidade à Erosão Mapa 12 - Município de Birigui/SP

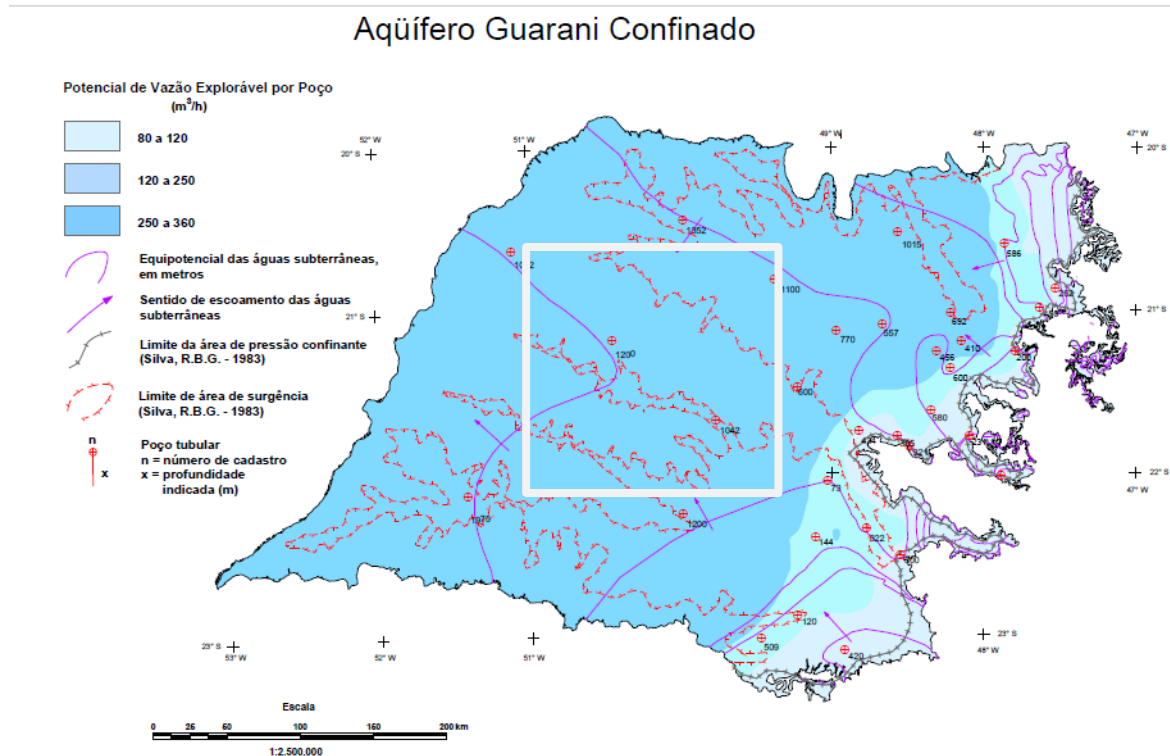


Fonte: Sigrh SP (1997).

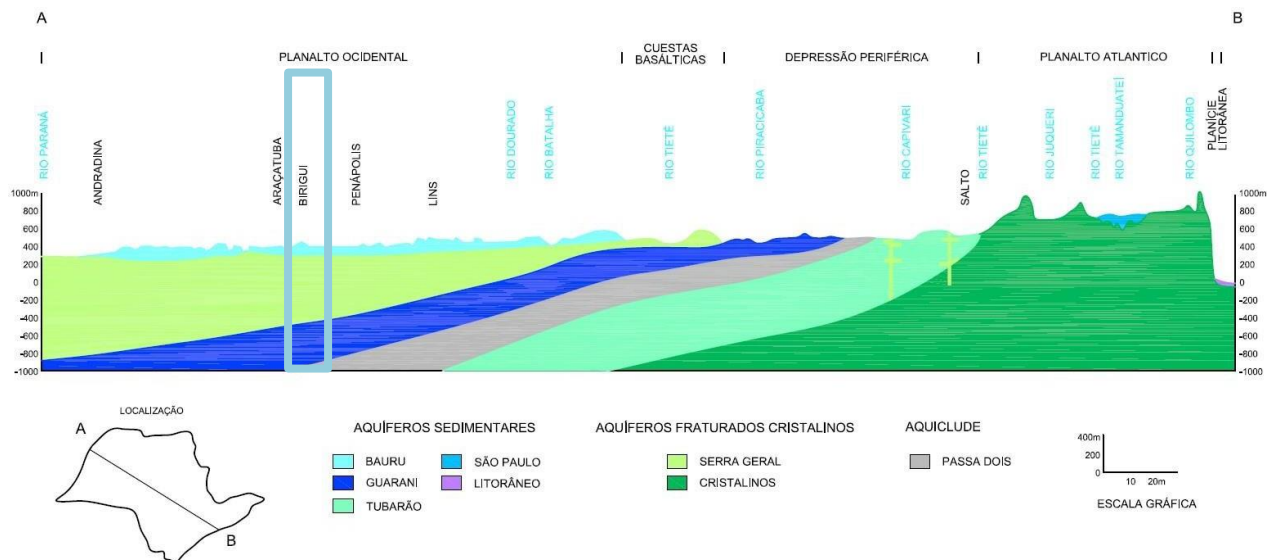
Observa-se que o município tem parte significativa da porção de seu território inserido em região de Alta Suscetibilidade por sulcos, ravinas e boçorocas de grande porte em rochas sedimentares/básicas.

5.1.2.11. Hidrogeologia

O município de Birigui está inserido no Aquífero Guarani (Figuras 16 e 17), na região de aquífero confinado com disponibilidade hídrica da ordem de 80 a 120 m³/h.

Figura 16 – Potencialidade Explorável do Aquífero Guarani

Fonte: Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005).

Figura 17 – Seção Hidrogeológica Esquemática do Estado de São Paulo

Fonte: Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005).

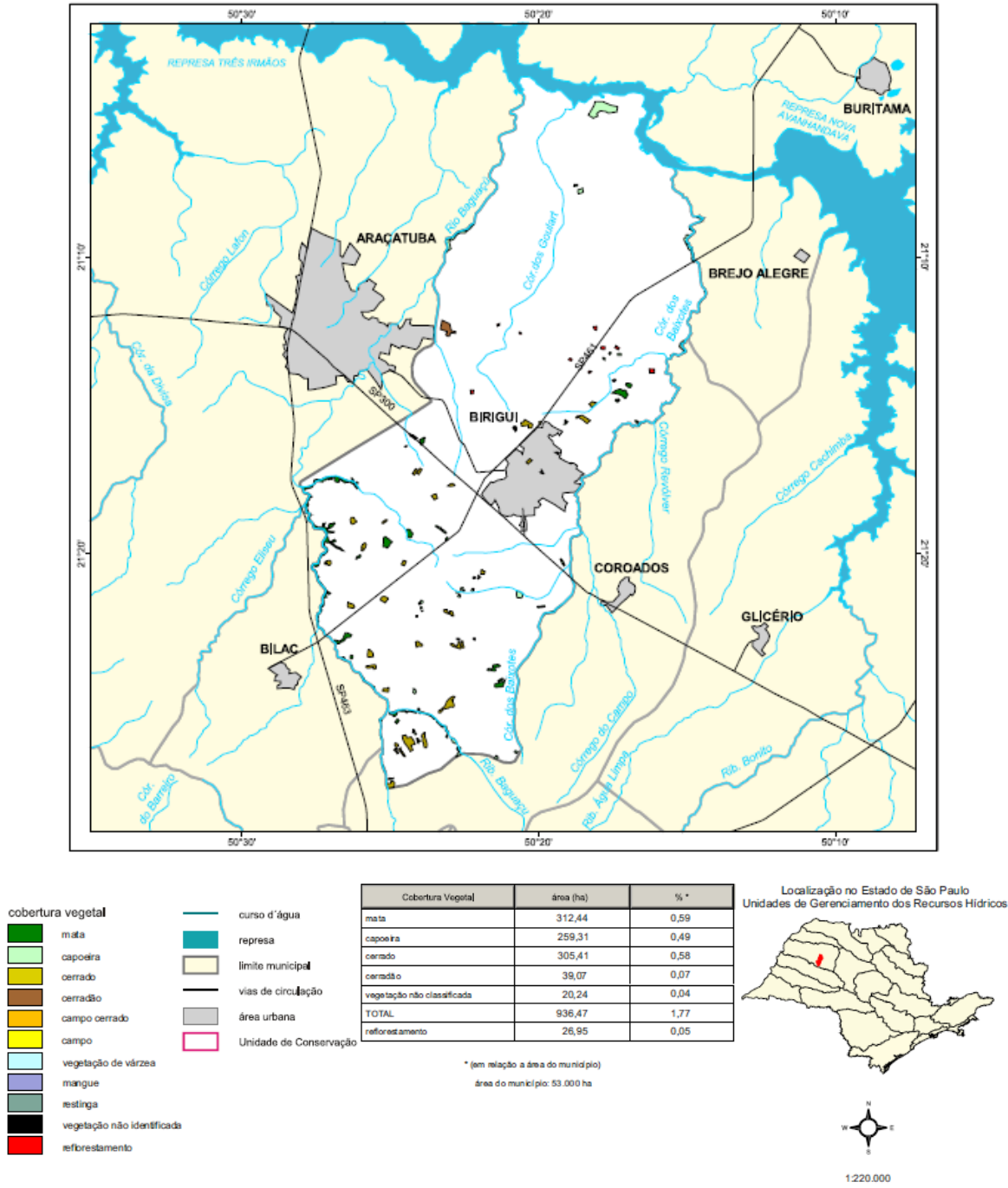
5.1.2.12. Remanescentes de Vegetação Natural e Áreas Protegidas

De acordo com o mapeamento da vegetação do estado de São Paulo, a região de Birigui apresenta 0,59% de sua área composta por mata, 0,49% por

capoeira, 0,58% por cerrado, 0,07% por cerradão, 0,04% por vegetação não classificada, compondo assim 1,77% da área total de cobertura vegetal.

Vale ressaltar ainda que há um percentual de 0,05% de área representada por reflorestamento na região (Figura 18).

Figura 18 – Mapa Florestal dos Municípios do Estado de São Paulo - Birigui



Fonte: Inventário Florestal do Estado de São Paulo (2006).

5.2. INFRAESTRUTURA EXISTENTE

5.2.1. Transporte Rodoviário

A principal rodovia de acesso à sede urbana de Birigui é a SP-300.

A Rodovia citada é controlada pela concessionária:

- SP-300 - Rodovia Marechal Rondon - Sob a administração da Concessionária Rodovias do Tietê, desde Tietê até Bauru;

5.2.2. Transporte Ferroviário

Passou por Birigui a chamada Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, de 1912 à 1975. Em 1975, a Noroeste passou a fazer parte da RFFSA. Transportou passageiros até cerca de 1995, quando esse transporte foi suprimido. Em 1996, a RFFSA deu a concessão da linha para a Novoeste, que transporta cargas até hoje. O trecho encontra-se desativado atualmente.

A Estação de Birigui foi restaurada em 2020, mas apenas para fins turísticos. Hoje abriga o Posto de Informações Turísticas.

5.2.3. Transporte Aéreo

Birigui conta com aeroporto com as seguintes características gerais:

- Sigla: SJWQ (ICAO);
- Nome: Aeroporto do Aeroclube de Birigui;
- Coordenadas Geográficas: Latitude - 21° 13' 03"S – Longitude - 50° 18'02" W;
- Pista: Asfaltada com 900 m de comprimento por 18 m de largura e a 408 m de altitude;
- Operação: Diurna por aproximação visual;
- Status: Este é um aeroporto privado;
- Empresa Aérea: Não há nenhuma empresa operando voos comerciais regulares neste aeroporto (Tabela 2).

Tabela 2 – Distância aos principais aeroportos

Aeroporto	Distância De Birigui	Tipo
Campo de Marte	455 km	Público
Congonhas	460 km	Público
Guarulhos	464 km	Público

Fonte: Em Sampa Sem Segredos, Aeroportos do Brasil.

5.2.4. Energia Elétrica

A empresa concessionária do serviço de fornecimento de energia elétrica no município de Birigui é a CPFL Energia.

5.2.5. Saúde

O sistema público de saúde do município pode atender demandas para exames e consultas preventivas, bem como atendimentos de casos de complexidade baixa a alta. De forma resumida temos na Tabela 3:

Tabela 3 – Sistema Público de Saúde de Birigui

Descrição	Quantidade
Unidades Básicas de Saúde - UBS	11
Pronto Atendimento Rede Privada	2
Pronto Socorro Municipal	1
Central de Ambulâncias	1
Vigilância Sanitária Municipal	1
Vigilância Epidemiológica	1

Fonte: Secretaria Municipal da Saúde de Birigui.

5.2.6. Educação

A base de ensino do município de Birigui está distribuída de acordo com a Tabela 4:

Tabela 4 – Sistema Educacional Birigui

Descrição	Quantidade
Matrículas no Ensino Fundamental - 2020	13.020
Matrículas Ensino Médio - 2020	3.974
Número de Estabelecimento Ensino Fundamental - 2020	35
Número de estabelecimentos de ensino médio - 2020	17
Instituições de Ensino Superior	10

Fonte: IBGE- Cidades (2020).

5.3. PERFIL SÓCIO ECONÔMICO

5.3.1. Principais Atividades Econômicas

As principais atividades desenvolvidas no município de Birigui em ordem decrescente de valor de PIB adicionado (Tabela 5) são:

1. Serviços, incluindo serviços de administração pública e de administração privada;
2. Indústria;
3. Agropecuária.

Tabela 5 – Produto Interno Bruto – PIB [R\$mil]

Abrangência	Valor Adicionado					Impostos	PIB	PIB per Capita
	Agropecuária	Indústria	Serviços		Total Geral			
			Admin. Pública	Total (exclusive Admin. Pública)				
E. DE SÃO PAULO	31.617.650	391.375.334	179.546.309	1.250.257.603	1.852.796.897	357.765.052	2.210.561.949	50
Birigui	52.354	630.094	473.613	1.864.875	3.020.936	315.631	3.336.569	28

Fonte: SEADE (2021).

5.3.2. Indicadores Socioeconômicos

A Tabela 6 apresenta os principais indicadores socioeconômicos de Birigui:

Tabela 6 – Indicadores Socioeconômicos de Birigui

População	
População Estimada [2021]	126.094 pessoas
População No Último Censo [2010]	108.728 pessoas
Densidade Demográfica [2010]	204,79 hab/km ²
Trabalho e Rendimento	
Salário Médio Mensal Dos Trabalhadores Formais [2019]	2,0 salários mínimos
Pessoal Ocupado [2019]	35.077 pessoas
População Ocupada [2019]	28,4%
Percentual Da População Com Rendimento Nominal Mensal <i>Per Capita</i> De Até 1/2 Salário Mínimo [2010]	23,7%
Economia	
Pib <i>Per Capita</i> [2018]	R\$ 27.268,69
Percentual Das Receitas Oriundas De Fontes Externas [2015]	59,2%
Índice De Desenvolvimento Humano Municipal (Idhm) [2010]	0,78
Total De Receitas Realizadas [2017]	R\$ 363.952,17 R\$ (×1000)
Total De Despesas Empenhadas [2017]	R\$ 350.718,05 R\$ (×1000)
Saúde	
Mortalidade Infantil [2019]	12,84 óbitos por mil nascidos vivos
Internações Por Diarreia [2016]	0,3 internações por mil habitantes
Estabelecimentos De Saúde Sus [2009]	19 estabelecimentos

Tabela 6 – Indicadores Socioeconômicos de Birigui (Continuação)

Educação	
Taxa De Escolarização De 6 A 14 Anos De Idade [2010]	98 %
Ideb - Anos Iniciais Do Ensino Fundamental (Rede Pública) [2019]	7,4
Ideb - Anos Finais Do Ensino Fundamental (Rede Pública) [2019]	5,6
Matrículas No Ensino Fundamental [2020]	13.020 matrículas
Matrículas No Ensino Médio [2020]	3.974 matrículas
Docentes No Ensino Fundamental [2020]	724 docentes
Docentes No Ensino Médio [2020]	356 docentes
Número De Estabelecimentos De Ensino Fundamental [2020]	35 escolas
Número De Estabelecimentos De Ensino Médio [2020]	17 escolas

Fonte: IBGE Cidades, extração em 09/2021

Nota: (1) IDEB é o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica.

5.3.3. Indústria

Está entre as atividades mais relevantes para o município contando com diversas indústrias relevantes no ramo de couros e artefatos de couros, com destaque para os calçados infantis, tanto localmente como indústrias de projeção nacional, dentre estas vale destacar:

- Pampili
- Pé com Pé
- Klin

5.4. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

5.4.1. Plano Diretor

O Plano Diretor Participativo foi instituído a partir da Lei Complementar nº 17, de 10 de Outubro de 2006, com base no Projeto de Lei nº 2/2006 de autoria do Executivo municipal, tendo como premissas básicas o seguinte:

- Racionalização do uso do solo urbano, visando a ocupação dos vazios e a redução do custeio dos serviços públicos;
- Estímulo à produção de habitações de interesse social;
- Utilização do empreendedorismo como a fonte para o incremento ao trabalho e a renda da população;
- Alocação adequada de espaços, equipamentos e serviços públicos para os habitantes e para as atividades econômicas em geral;
- Implementação do desenvolvimento ambiental sustentável;
- Apoio ao crescimento e o fortalecimento das empresas locais;
- Criação de áreas de especial interesse social, urbanístico, histórico, ambiental e turístico;
- Facilitação de locomoção dos habitantes, com harmonia multimodal de circulação;
- Manutenção permanente da qualidade dos serviços de saúde, educação, cultura, esportes e segurança pública para toda a população.

De acordo com o artigo 5º da mencionada Lei, o território do Município ficou dividido administrativamente em duas macrozonas complementares: a macrozona de qualificação urbana e a macrozona de desenvolvimento sustentável.

A Macrozona de Qualificação Urbana é a parte do território dedicada às ocupações urbanas, delimitada pelo perímetro urbano definido pela Lei Municipal Nº 4.099, de 23 de setembro de 2.002, e pelas áreas de expansão urbana devidamente nomeadas, tudo se subdividindo em cinco zonas específicas:

- Z1. Zona Urbana de Uso Predominantemente Residencial;
- Z2. Zona Urbana de Uso Predominantemente Comercial;
- Z3. Zona Urbana de Ocupação Controlada;
- Z4. Zona Urbana de Uso Misto;
- Z5. Zona Urbana de Uso Predominantemente Industrial.

São objetivos para a Z3 – Zona Urbana Ocupação Controlada:

- Promover a implantação das faixas de proteção ambiental composta pelos parques lineares e pelas matas ciliares ao longo dos cursos d'água internos à Z3. Permitir a ocupação de vazios urbanos, desde que equacionadas as deficiências de acesso e ou de infra-estrutura;
- Proteger a bacia do Ribeirão dos Baixotess e de seus afluentes, principalmente junto à área de captação de água pela SAEB (Secretaria de Água e Esgotos de Birigui);
- Inibir a formação de novas áreas de expansão urbana além da Rodovia Marechal Rondon, no sentido sul e sudeste;
- Promover a implantação das faixas de proteção ambiental composta pelos parques lineares e pelas matas ciliares ao longo dos cursos d'água internos à Z3.

A Macrozona de Desenvolvimento Sustentado é a parte do território que visa garantir o desenvolvimento sócio-econômico assegurando a preservação do patrimônio ambiental do município para a presente e as futuras gerações, sendo fisicamente compreendida por toda a superfície do Município, excluída a destinada a Macrozona de Qualificação Urbana descrita no Artigo 7, sendo subdividida em duas zonas específicas:

- Zona de Desenvolvimento Rural;
- Zona de Preservação Ambiental e Ocupação Restrita.

São objetivos para a Zona de Desenvolvimento Rural:

- Incrementar a exploração agropecuária, visando o uso de biotecnologias inovadoras;
- Assegurar a ocupação do solo com baixas densidades: populacional e construída;
- Preservar os recursos naturais e paisagísticos existentes;
- Fixar o homem no campo.

A Zona de Preservação Ambiental e Ocupação Restrita compreende as áreas legalmente protegidas por legislação ambiental e é caracterizada pela predominância de patrimônio natural, constituindo elemento fundamental para a

preservação da rede hidrográfica do Município e para o processo de desenvolvimento sustentável.

São objetivos para a Zona de Preservação Ambiental e Ocupação Restrita:

- Implementação de mecanismos que garantam a informação e a adequada gestão dos recursos naturais, evitando-se a degradação ambiental;
- Incentivo às atividades de lazer e turismo, uso habitacional e setor primário, desde que sejam observadas as regras específicas de utilização do solo compatíveis com sua função no equilíbrio ambiental da Cidade e da região.

Nas duas macrozonas foram previstas as Áreas de Especial Interesse – AEI que compreendem as porções do território que exigem tratamento especial por destacar determinadas especificidades que as tornam diferentes do seu entorno.

Foram criadas as seguintes AEIs, devidamente delimitadas nos mapeamento do macrozoneamento:

- AEIA - Área de Especial Interesse Ambiental;
- AEIE - Área de Especial Interesse Econômico;
- AEII - Área de Especial Interesse Institucional;
- AEIH - Área de Especial Interesse Histórico;
- AEIR - Área de Especial Interesse Rururbano;
- AEIS - Área de Especial Interesse Social;
- AEIT - Área de Especial Interesse Turístico.

O Uso e Ocupação do Solo ficou para o Poder Público Municipal fixar, através de Lei específica, diretrizes para discipliná-lo, através da distribuição espacial das atividades socioeconômicas e da população, com o objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade, com sustentabilidade ambiental, garantindo o bem-estar e a qualidade de vida dos cidadãos.

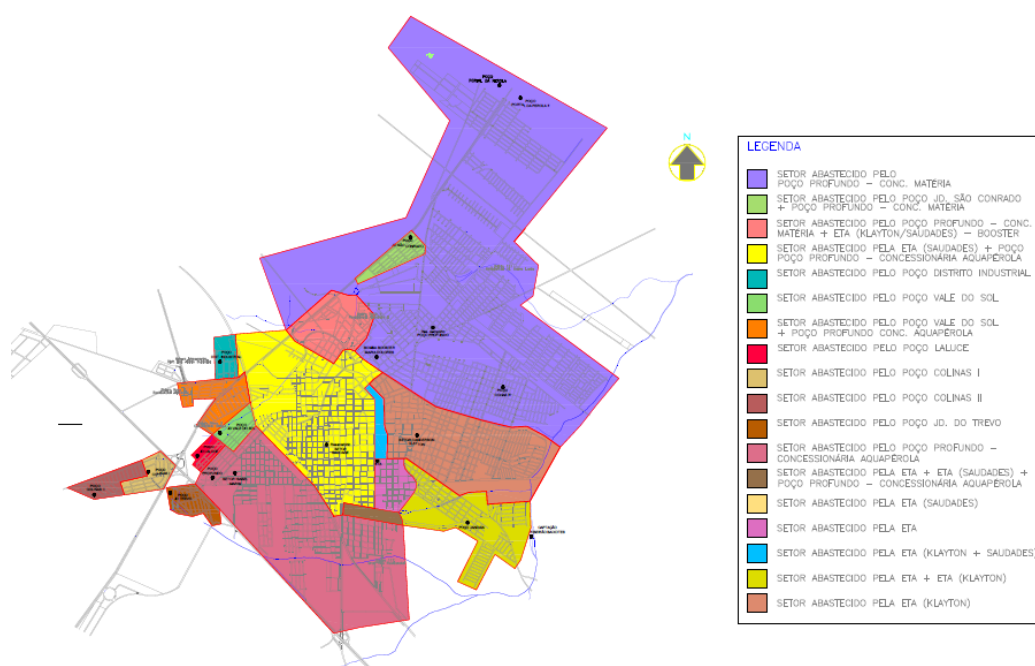
No § 1º do artigo 27 ficou determinado que “todos os terrenos urbanos poderão ser edificados até o equivalente a seis vezes da área do terreno, correspondendo ao coeficiente básico de aproveitamento 6. No § 2º do mesmo

artigo prevê que todos os terrenos urbanos poderão ser edificados acima do coeficiente básico, desde que seja utilizado o instrumento de outorga onerosa do direito de construir.

Ficou estabelecido na Lei em questão que a testada mínima de 8,00 (oito) metros lineares para o parcelamento do solo urbano, sendo admitida, apenas, nas AEIS – Áreas de Especial Interesse Social que se pratique testada menor, a critério da Prefeitura, porém nunca inferior a 5,00 (cinco) metros.

A Figura 19 apresenta as zonas de acordo com a Lei que instituiu o Plano Diretor.

Figura 19 – Macrozoneamento do Município de Birigui



Fonte: Prefeitura de Birigui/SP – Plano Diretor (2015).

5.5. ESTUDOS DEMOGRÁFICOS

5.5.1. Dados Censitários

Para a projeção da população foram analisados os dados demográficos levantados pelos Censos referentes aos anos 1970, 1980, 1996, 2000, 2007 e 2010, realizados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), sendo que os três últimos foram utilizados como principais balizadores para o presente estudo, além da comparação destes com as projeções realizadas pelo IBGE e SEADE.

5.5.2. Dados do IBGE

A Tabela 7 apresenta uma síntese das populações registradas nos censos de 1970, 1980, 1996, 2000, 2007, 2010 e 2021.

Tabela 7 – Síntese das Populações dos Censos disponíveis para consulta

ANO	POPULAÇÃO TOTAL (IBGE)	TAXA DE CRESCIMENTO (IBGE)
1970	34.976	
1980	50.893	3,8219%
1996	85.084	3,2641%
2000	94.300	2,6044%
2007	103.394	1,3239%
2010	108.728	1,6909%
2021	126.094	1,3562%

Fonte: IBGE (2021)

Os dados populacionais para 2021 são estimativas elaboradas pelo IBGE.

5.5.3. Dados do SEADE

A Tabela 8 apresenta dados da síntese populacional dos anos de 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020.

Tabela 8 – Síntese das Populações disponíveis para consulta

ANO	POPULAÇÃO TOTAL (SEADE)	TAXA DE CRESCIMENTO (SEADE)
2000	94.098	
2005	101.458	1,5176%
2010	108.599	1,3696%
2015	115.495	1,2389%
2020	121.329	0,9904%

Fonte: SEADE (2021).

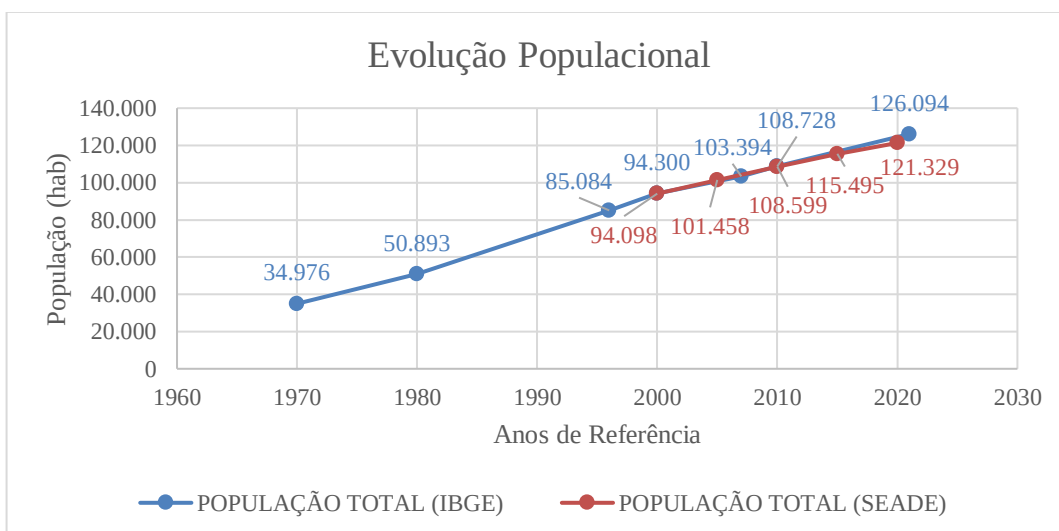
Os dados populacionais para 2020 são estimativas elaboradas pelo SEADE.

Há pequenas diferenças entre as populações totais para cada ano entre os dois institutos embora os dados primitivos nos dois casos sejam os censos realizados pelo IBGE. Estas diferenças possivelmente são devido a tratamentos estatísticos diferenciados para cada população e por serem de pequena monta serão desconsiderados, sendo tomado como referência sempre os dados do IBGE.

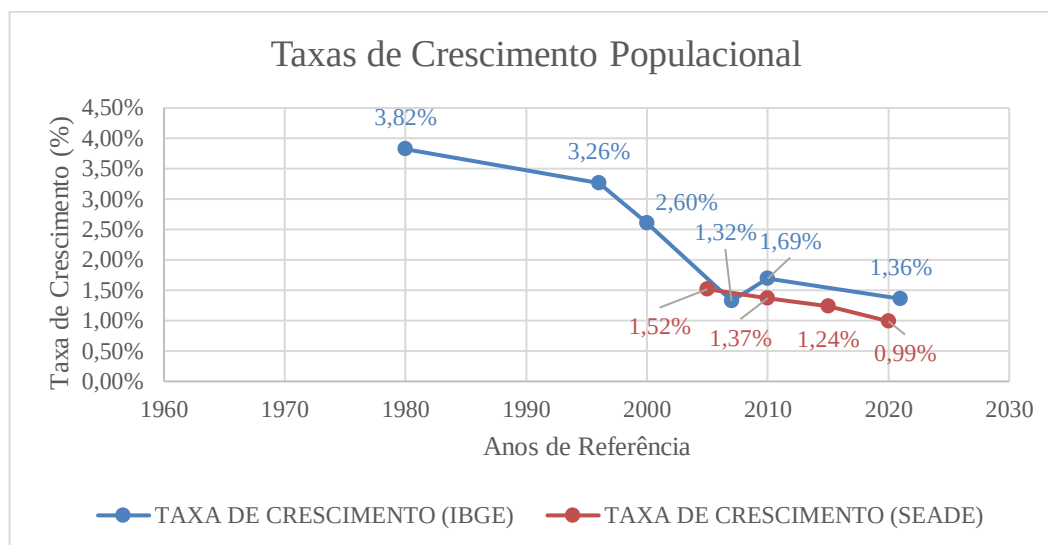
O IBGE adota com e o premissa a projeção linear da tendência de crescimento ou redução da taxa geométrica, enquanto o SEADE utiliza a metodologia de curva logística que pode indicar tendência de longo prazo para a população, por vezes alimentada por diversas informações municipais como número de falecimentos, indicadores migratórios entre outros.

Em qualquer caso, recomenda-se que após a execução e divulgação de dados do próximo censo, ainda sem data definida para ser executado, as estimativas elaboradas neste estudo sejam verificadas pela SAEB para que se confirmem ou se façam ajustes nas etapas de implantação dos projetos (Figuras 20 e 21).

Figura 20 – Comparação Gráfica da Evolução Populacional



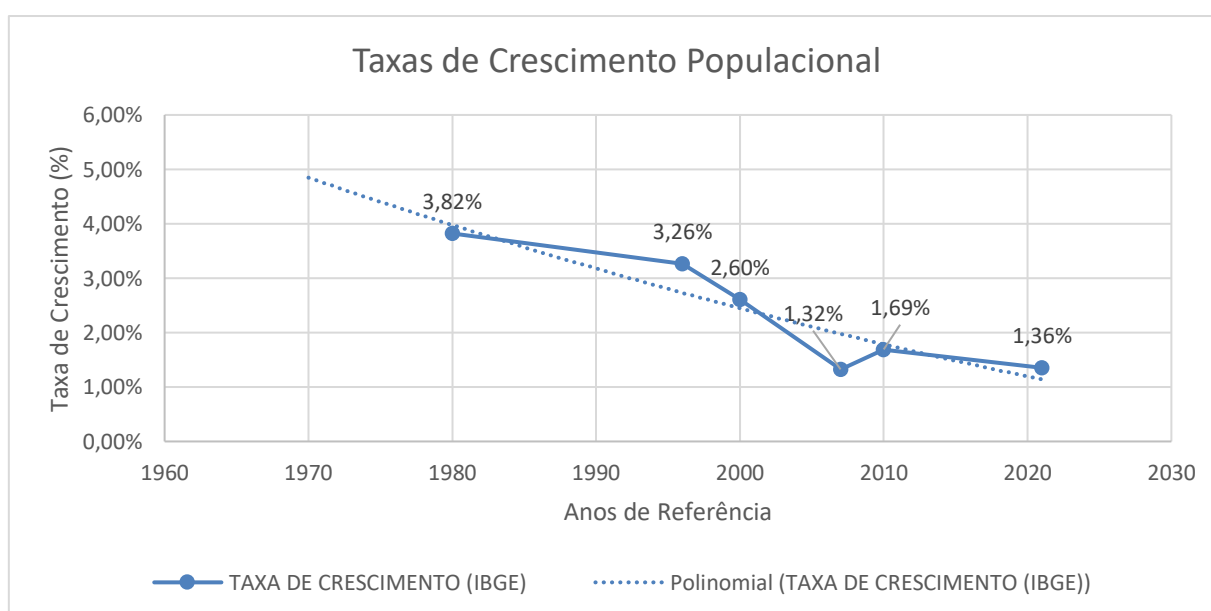
Fonte: Autoria Própria, pela compilação de dados do IBGE e SEADE.

Figura 21 – Comparação Gráfica da Evolução das Taxas de Evolução Populacional

Fonte: Autoria Própria, pela compilação de dados do IBGE e SEADE.

Conforme observado a discrepância da taxa de crescimento adotada pelo SEADE em relação ao IBGE é grande, conforme já citado por conta das diferenças entre as metodologias adotadas para a elaboração dos respectivos estudos.

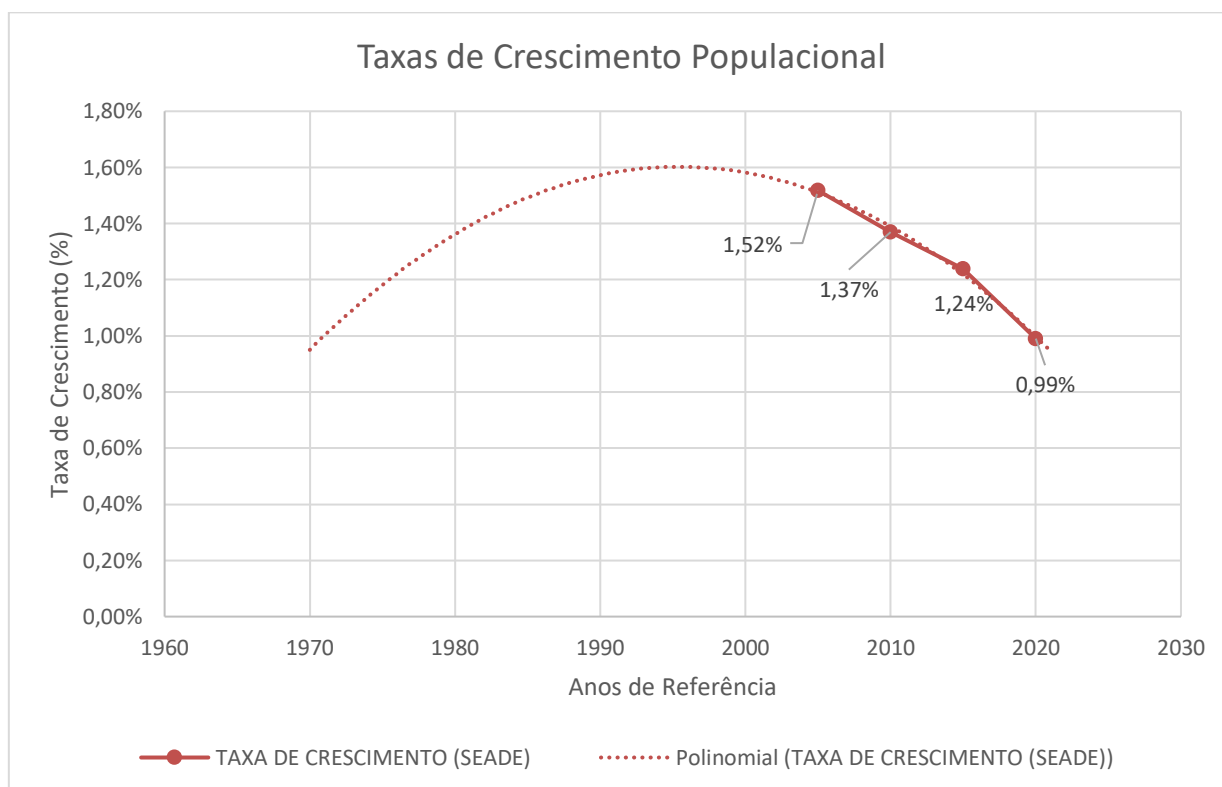
Entende-se que a projeção adotada pelo IBGE é demasiadamente exagerada face a tendência decrescente das taxas do no Estado de São Paulo (Figura 22).

Figura 22 – Ajuste de curva conforme projeção do IBGE

Fonte: Autoria Própria, dados IBGE.

É possível observar que o IBGE considerou um decrescimento da taxa, com tendência de estabilização em um patamar muito alto, em torno de 1,35 %. Caso esta tendência seja adotada para o período de plano levaria a uma população de 189.100 habitantes, o que se entende não seja realista face a realidade atual (Figura 23).

Figura 23 – Ajuste de curva conforme projeção do SEADE



Fonte: Autoria Própria, dados SEADE.

Neste caso verifica-se a inflexão adotada nesta projeção que considerou uma redução significativa da taxa em um período de 10 anos e uma redução ainda maior relativa a 2020.

Pode-se especular que esta consideração incomum levou em conta a possível e provável influência da Pandemia.

Entende-se que nenhuma das duas projeções reflete o crescimento do município de Birigui de forma realista, pelo menos em curto e médio prazo. A longo prazo, toda e qualquer projeção já está por definição defasada.

Será proposta uma terceira projeção considerando a análise de curvas logísticas, o que deverá levar a um resultado intermediário entre as projeções do IBGE e SEADE.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. PROJEÇÃO DAS POPULAÇÕES

6.1.1. Curva Logística

A curva logística define a tendência que uma amostra populacional tem para a sua saturação. É definida por três pontos no eixo das coordenadas (populações) equidistantes no eixo das abscissas (anos, neste caso dos censos) e tem a seguinte forma:

$$Pt = \frac{K}{1 + e^{a-bX(t-ti)}} \quad (01)$$

- Parâmetro K:

$$K = \frac{2 \times P1 \times P2 \times P3 - P2^2 \times (P1 + P3)}{(P1 \times P3 - P5^2)} \quad (02)$$

Onde P1, P2 e P3 são respectivamente as populações em três anos equidistantes no tempo.

- Parâmetro b:

$$b = \frac{1}{(0,4343 \times t3 - t2)} \times \log \left(\frac{P1 \times (K - P2)}{P2 \times (K - P1)} \right) \quad (03)$$

Onde t1, t2 e t3 são respectivamente os anos de referência equidistantes para as populações P1, P2 e P3 respectivamente.

- Parâmetro a:

$$a = \frac{1}{0,4343} \times \log \left(\frac{K - P1}{P1} \right) \quad (04)$$

Foram comparadas as populações totais obtidas em diferentes curvas (Tabela 9).

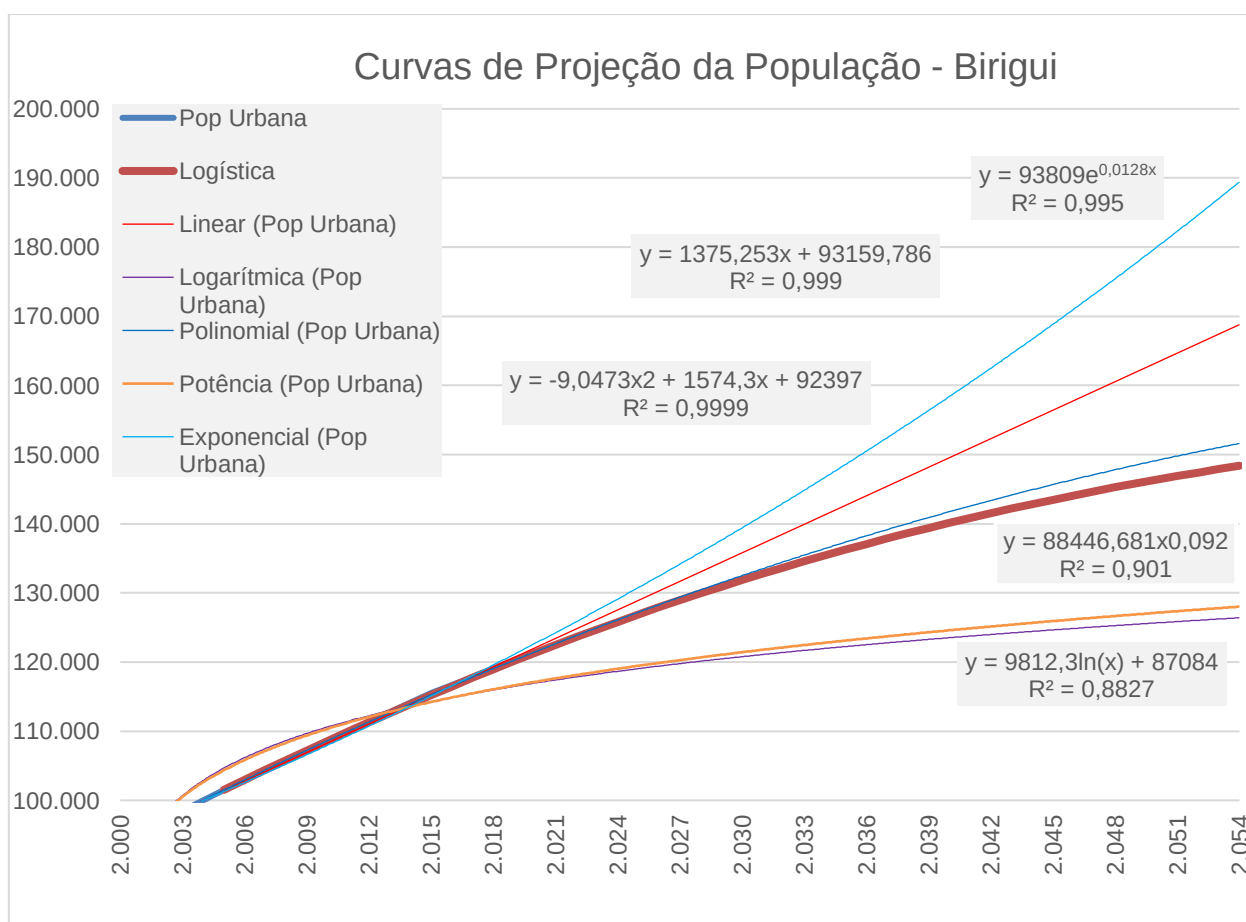
Tabela 9 – Comparação das Projeções Populacionais

Ano	Pop Urbana	Logística	Linear	Polinôminal	Logarítima	Potência	Exponencial
2.000	94.098		134.417	131.483		120.942	137.725
2.001	95.570		135.793	132.506	120.779	121.307	139.499
2.002	97.042		137.168	133.510	121.091	121.662	141.297
2.003	98.514		138.543	134.496	121.393	122.007	143.117
2.004	99.986		139.918	135.465	121.686	122.343	144.960
2.005	101.458	101.525	141.294	136.415	121.970	122.669	146.828
2.006	102.886	102.972	142.669	137.346	122.247	122.988	148.719
2.007	104.314	104.403	144.044	138.260	122.515	123.298	150.635
2.008	105.742	105.819	145.419	139.156	122.777	123.601	152.576
2.009	107.170	107.217	146.795	140.034	123.032	123.897	154.541
2.010	108.599	108.599	148.170	140.893	123.280	124.186	156.532
2.011	109.978	109.962	149.545	141.735	123.523	124.468	158.549
2.012	111.357	111.307	150.920	142.558	123.759	124.744	160.591
2.013	112.736	112.632	152.296	143.363	123.990	125.015	162.660
2.014	114.115	113.937	153.671	144.151	124.216	125.279	164.755
2.015	115.495	115.222	155.046	144.920	124.436	125.539	166.878
2.016	116.662	116.487	156.421	145.671	124.652	125.793	169.027
2.017	117.829	117.730	157.797	146.404	124.863	126.042	171.205
2.018	118.996	118.951	159.172	147.118	125.069	126.286	173.410
2.019	120.163	120.151	160.547	147.815	125.272	126.526	175.644
2.020	121.329	121.329	161.922	148.494	125.470	126.761	177.907
2.021		122.484	163.298	149.154	125.664	126.992	180.199
2.022		123.616	164.673	149.797	125.855	127.220	182.520
2.023		124.726	166.048	150.421	126.042	127.443	184.871
2.024		125.813	167.423	151.027	126.225	127.662	187.253
2.025		126.877	168.799	151.615	126.405	127.878	189.665
2.026		127.917	170.174	152.185	126.582	128.090	192.109
2.027		128.935	171.549	152.737	126.756	128.299	194.583
2.028		129.930	172.924	153.271	126.926	128.504	197.090
2.029		130.902	174.300	153.787	127.094	128.706	199.629
2.030		131.851	175.675	154.285	127.259	128.906	202.201
2.031		132.778	177.050	154.764	127.421	129.102	204.806
2.032		133.682	178.425	155.226	127.581	129.295	207.444
2.033		134.563	179.801	155.669	127.738	129.485	210.116
2.034		135.423	181.176	156.094	127.892	129.673	212.823
2.035		136.260	182.551	156.502	128.044	129.858	215.565
2.036		137.076	183.926	156.891	128.194	130.041	218.342
2.037		137.870	185.302	157.262	128.342	130.221	221.154
2.038		138.643	186.677	157.615	128.487	130.398	224.003
2.039		139.394	188.052	157.950	128.630	130.574	226.889
2.040		140.126	189.427	158.266	128.772	130.747	229.812
2.041		140.837	190.803	158.565	128.911	130.917	232.772
2.042		141.528	192.178	158.845	129.048	131.086	235.771
2.043		142.199	193.553	159.108	129.183	131.252	238.808

Tabela 9 – Comparação das Projeções Populacionais (Continuação)

Ano	Pop Urbana	Logística	Linear	Polinôminal	Logarítima	Potência	Exponencial
2.044		142.852	194.929	159.352	129.317	131.417	241.885
2.045		143.485	196.304	159.578	129.448	131.579	245.001
2.046		144.100	197.679	159.787	129.578	131.740	248.157
2.047		144.696	199.054	159.977	129.707	131.898	251.354
2.048		145.275	200.430	160.149	129.833	132.055	254.592
2.049		145.836	201.805	160.303	129.958	132.210	257.871
2.050		146.380	203.180	160.438	130.082	132.363	261.193
2.051		146.908	204.555	160.556	130.204	132.514	264.558
2.052		147.419	205.931	160.656	130.324	132.664	267.966
2.053		147.914	207.306	160.737	130.443	132.812	271.418
2.054		148.394	208.681	160.800	130.561	132.958	274.915

Fonte: Autoria Própria, dados SEADE

Figura 24 – Curvas de Projeção da População

Fonte: Autoria Própria, dados SEADE

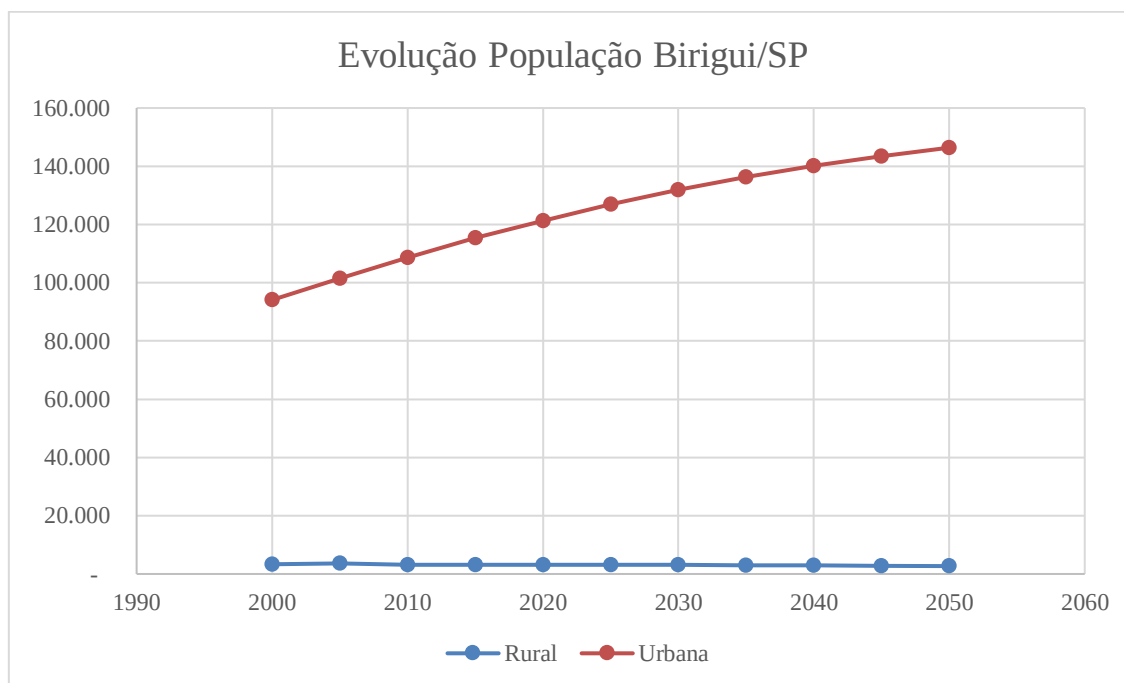
Foi adotada desta forma a projeção pela curva logística, considerando como ano de partida o ano de 2021.

6.1.2. Definição da Divisão entre as Populações Urbana e Rural

Tabela 10 – População Urbana e Rural de Birigui/SP

Ano	Rural	Urbana
2000	3.275	94.098
2005	3.633	101.458
2010	3.237	108.599
2015	3.227	115.495
2020	3.204	121.329
2025	3.157	126.877
2030	3.091	131.851
2035	3.011	136.260
2040	2.917	140.126
2045	2.813	143.485
2050	2.701	146.380
2051	2.589	146.908

Fonte: Autoria Própria, dados SEADE

Figura 25 – Curvas de Projeção da População Urbana e Rural

Fonte: Autoria Própria, dados SEADE

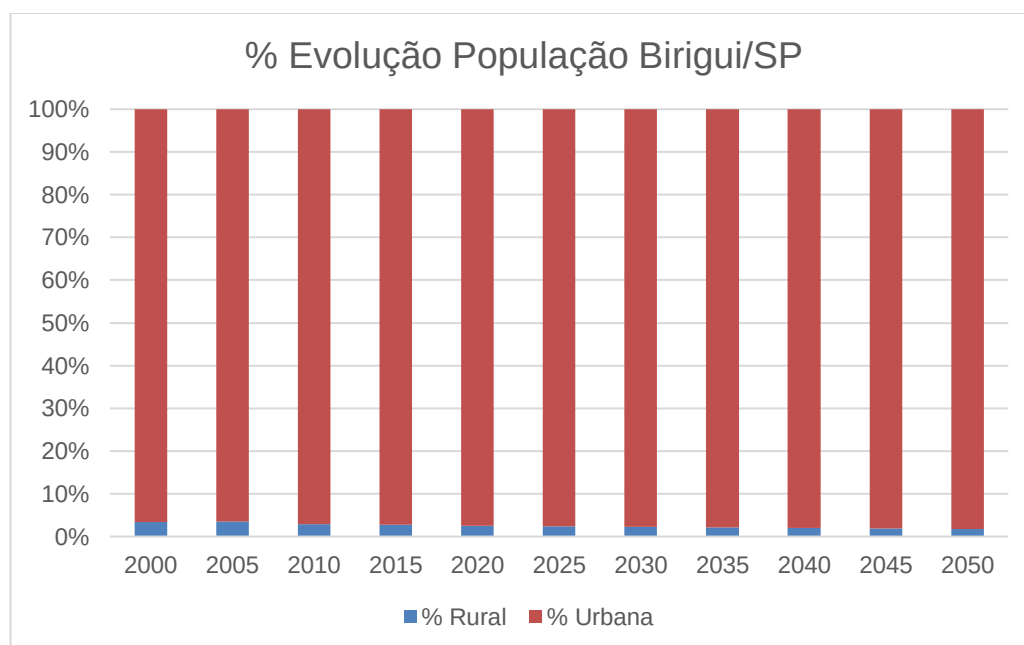
Tabela 11 – Grau de Urbanização

Ano	% Rural	% Urbana
2000	3,4%	96,6%
2005	3,5%	96,5%
2010	2,9%	97,1%
2015	2,7%	97,3%

Tabela 11 – Grau de Urbanização (Continuação)

Ano	% Rural	% Urbana
2020	2,6%	97,4%
2025	2,4%	97,6%
2030	2,3%	97,7%
2035	2,2%	97,8%
2040	2,0%	98,0%
2045	1,9%	98,1%
2050	1,8%	98,2%
2051	1,7%	98,3%

Fonte: Autoria Própria, dados SEADE

Figura 26 – Curvas Urbanização

Fonte: Autoria Própria, dados SEADE

Foi considerada uma proporção de 98,0% de população urbana para final de plano com uma variação linear ao longo do período considerado de 30 anos.

6.1.3. População Atendida

Conforme escopo de projeto a população a ser atendida é 100% da população urbana de Birigui/SP (Tabela 12).

Tabela 12 – População Atendida

Ano	Urbana	Atendimento (%)
2000	94.098	100%
2005	101.458	100%
2010	108.599	100%
2015	115.495	100%
2020	121.329	100%
2025	126.877	100%
2030	131.851	100%
2035	136.260	100%
2040	140.126	100%
2045	143.485	100%
2050	146.380	100%
2051	146.908	100%

Fonte: Autoria Própria, dados SEADE

Apesar de bem definido o limite do Perímetro Urbano, a Planta de Macrozoneamento do Município estabelece áreas de expansão urbana já fora deste perímetro e alguns loteamentos já estão avançando para fora destes limite.

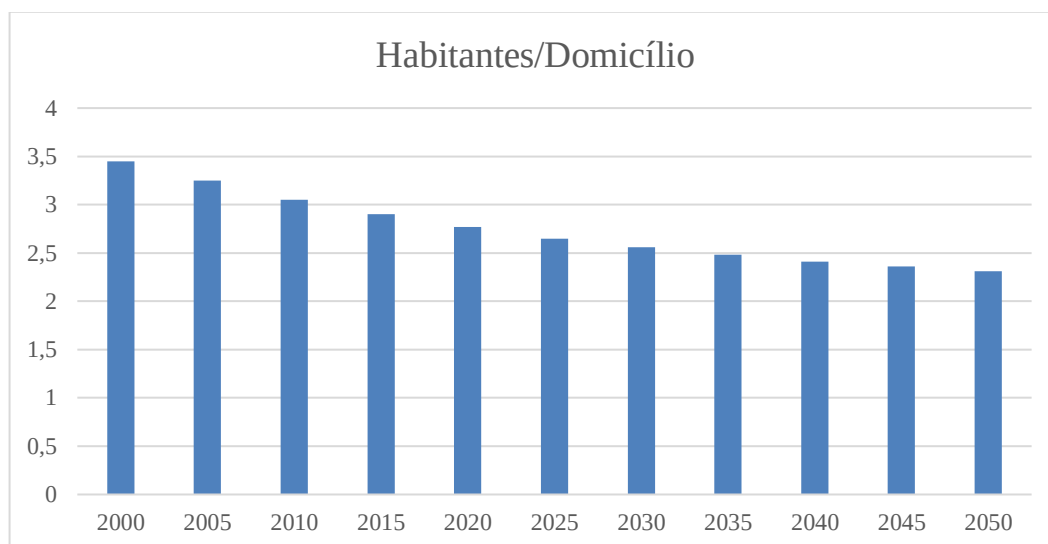
Para fins de projeção populacional este fator não tem importância, uma vez que esta projeção leva em conta fatores estatísticos, no entanto, para fins de planejamento da setorização esta dispersão geográfica terá de ser levada em conta nas áreas de influência dos centros de reserva existentes e projetados.

6.1.4. Número de Habitantes por Domicílio

Tabela 13 – Habitantes por Domicílio

Ano	Habitantes/Domicílio
2000	3,45
2005	3,25
2010	3,05
2015	2,9
2020	2,77
2025	2,65
2030	2,56
2035	2,48
2040	2,41
2045	2,36
2050	2,31

Fonte: Autoria Própria, dados SEADE

Figura 27 – Curvas de Habitantes/Domicílio

Fonte: Autoria Própria, dados SEADE

Há uma tendência consistente, indicando uma redução do número de habitantes por domicílio em forma linear.

Considerando o grau de incerteza para a futura determinação deste parâmetro e adotando um nível de segurança próprio, para fins de projeto, será adotado um índice de 2,5 habitantes / domicílio para estimativas populacionais localizadas onde se fizer necessário para as fases subsequentes do trabalho.

6.2. ESTUDO DE DEMANDAS

6.2.1. Horizonte Projeto

O horizonte de projeção das demandas será de 30 anos.

Nesta fase não serão consideradas etapas intermediárias, uma vez a definição destas se dará conforme viabilidade / conveniência de serem estabelecidas etapas de obras a serem implantadas e analisadas conforme cada projeto a ser elaborado.

Estas etapas poderão ser estabelecidas na fase de concepção e em alguns casos nos respectivos projetos hidráulicos.

6.2.2. População Atendida

Conforme indicado anteriormente a população atual (2021) para a área urbana é de 122.484 habitantes.

Em todo o período considerado, será adotado o atendimento de 100% da população urbana (Tabela 14).

Tabela 14 – População Atendida Inicial e Final para o Sistema

Ano	Urbana	Atendimento (%)
2021	122.484	100%
2025	126.877	100%
2030	131.851	100%
2035	136.260	100%
2040	140.126	100%
2045	143.485	100%
2050	146.380	100%
2051	146.908	100%

Fonte: Autoria Própria, dados SEADE

6.2.3. Vazões Industriais

As grandes indústrias que existem na sede urbana têm em geral consumos predominantemente sanitários e sistemas de reuso internos que minimizam os respectivos consumos efetivos.

As pequenas indústrias pouco contribuem para a composição da vazão sanitária. Em ambos os casos pode ser considerado o embutimento das vazões dentro do “per capita” da população residente em geral.

6.3. CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO A SEREM ADOTADOS

6.3.1. Parâmetros de Vazão

6.3.1.1. Determinação da Vazão “per capita” de Projeto

Para a determinação da vazão “per capita” a ser adotada em projeto foram analisados os dados operacionais fornecidos pela SAEB incluindo as vazões de água macromedidas (produção) e micromedidas (distribuição) e vazões tratadas totais na área atendida por Redes de Distribuição de Água.

Considerando a população urbana do município para 2021 de 122.484 habitantes, e a média de volume micromedido mensal de 798.957 m³, teremos um “per capita” médio de:

$$Per\ Capita = \frac{Micromedido \times 1000}{Habitantes \times 30\ Dias} \quad (05)$$

$$Per\ Capita = \frac{798.957 \times 1000}{122.484 \times 30} = 217,4\ l/hab/dia$$

Para fins de projeto será adotado o “per capita” de 217 l/hab/dia durante todo o período do plano.

6.3.2. Perdas no Sistema

Como o volume produzido é de 1.282.641 m³/mês e a média de volume micromedido mensal de 798.957 m³, as perdas médias atuais para o Sistema são calculadas da seguinte forma para todo o município:

$$Perdas = \left(\frac{Volume\ Micromedido}{Volume\ Produzido} - 1 \right) \times 100 \quad (06)$$

$$Perdas = \left(\frac{798957}{1282641} - 1 \right) \times 100 = 37,7\ \%$$

Este valor refere-se principalmente às perdas físicas do sistema, desde a adução, tratamento, mas principalmente na distribuição, e alguma perda por desvios na micromedicação.

Para fins de projeto será adotado um índice de perdas decrescente entre 37,7% no início da projeção e de 30 % até 2051, mantendo-se neste patamar até o final de plano.

Deve-se ter em mente que este parâmetro depende do planejamento estratégico da SAEB, melhorias na manutenção de peças e acessórios da rede e melhor medição de água.

6.3.3. Coeficientes de Consumo

Os demais coeficientes de consumo a serem adotados serão os valores padrão utilizados na maioria dos estudos, desta forma:

- Coeficiente de Vazão do Dia de Maior Consumo - K1: 1,2;
- Coeficiente de Vazão da Hora de Maior Consumo - K2: 1,5;
- Coeficiente de Vazão Mínimo - K3: 0,5 (*);
- Índice de Reservação Mínima: 1/3 do Volume Máximo Diário.

(*) A ser eventualmente aplicado para verificações de vazões e pressões no projeto de setorização.

Os coeficientes de vazão serão aplicados somente sobre a média consumida, sendo que as perdas serão somadas posteriormente à vazão majorada/minorada, ou seja, não será feita majoração/minoração das vazões decorrentes das perdas do sistema. Embora possa haver um aumento da perda com o aumento da vazão transporta esta não é proporcional ao aumento da vazão.

As unidades de captação, adução de água bruta e ETA foram dimensionadas de forma que as demandas calculadas se aproximem o máximo possível da vazão média. Sua capacidade, no entanto, deve satisfazer a vazão máxima diária de projeto sem perda de qualidade do tratamento com a possibilidade de atingir vazões superiores já contando com certo prejuízo para o processo, o que somente pode ocorrer em situações emergenciais.

6.3.4. Síntese das Vazões de Projeto

Os cálculos para síntese das vazões do sistema foram feitos da seguinte forma:

$$Q \text{ média } (l/s) = Pop \times Consumo \quad (07)$$

$$Q \text{ média } 2051 \left(\frac{l}{s} \right) = 146908 \times \frac{217}{86400} = 368,97 \text{ l/s}$$

$$Perdas (l/s) = Q \text{ média} \times \frac{\% Perdas}{1 - \% Perdas} \quad (08)$$

$$Perdas 2051 (l/s) = 368,97 \times \frac{0,30}{1 - 0,30} = 158,13 \text{ ls}$$

$$Q \text{ média total } (l/s) = Q \text{ média} + Perdas \quad (09)$$

$$Q \text{ média total } 2051 (l/s) = 368,97 + 158,13 = 527,10 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ máxima diária } (l/s) = (Q \text{ média} \times K1) + Perdas \quad (10)$$

$$Q \text{ máxima diária } 2051 (l/s) = (368,97 \times 1,2) + 158,13 = 600,89 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ máxima horária (l/s)} = (Q \text{ média} \times K1 \times K2) + \text{Perdas} \quad (11)$$

$$Q \text{ máxima horária 2051 (l/s)} = (368,97 \times 1,2 \times 1,5) + 158,13 = 822,28 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ mínima (l/s)} = (Q \text{ média} \times K3) + \text{Perdas} \quad (12)$$

$$Q \text{ mínima 2051 (l/s)} = (368,97 \times 0,5) + 158,13 = 342,62 \text{ l/s}$$

$$\text{Reservação mínima (l/s)} = \text{Volume máx diário} \times \frac{1}{3} \quad (13)$$

$$\text{Reservação mínima (l/s)} = 600,89 \times \frac{86400}{1000} \times \frac{1}{3} = 17305,76 \text{ m}^3$$

Tabela 15 - Síntese das Vazões para o Sistema de Água de Birigui

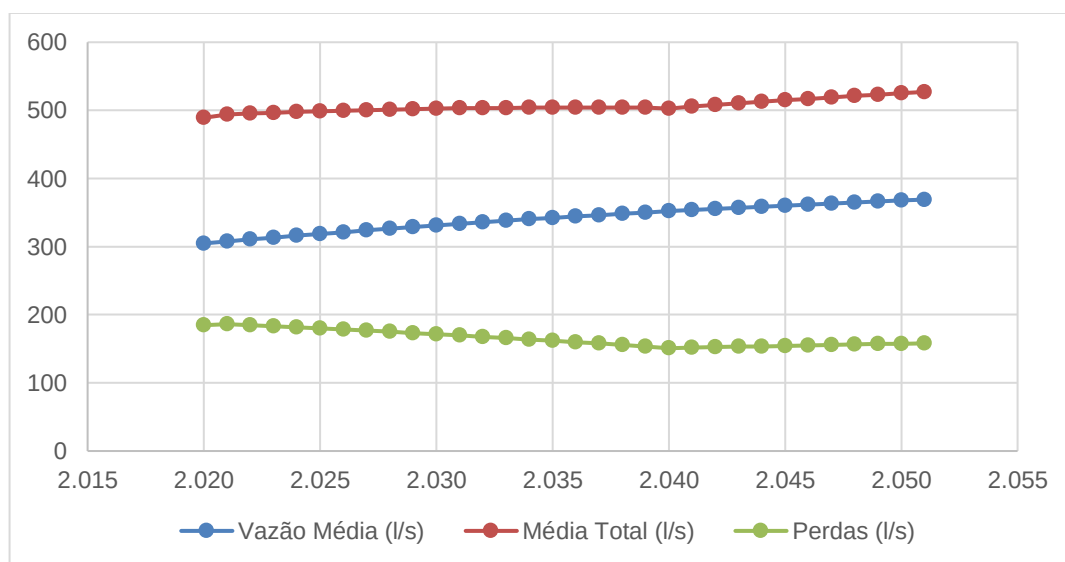
Ano	População Atendida (hab)	Evolução do "Per Capita" (Água) l/hab/dia	Evolução do Coeficiente de Perdas (%)	Vazão Média (l/s)	Perdas (l/s)	Média Total (l/s)	Máxima Diária (l/s)	Máxima Horária, Dia de Maior Consumo (l/s)	Vazão Mínima (l/s)	Reservação Mínima (m³)
2.020	121.329	217	37,7%	304,73	184,40	489,13	550,07	732,91	336,76	15842,11
2.021	122.484	217	37,7%	307,63	186,16	493,78	555,31	739,89	339,97	15992,92
2.022	123.616	217	37,3%	310,47	184,70	495,17	557,26	743,55	339,93	16049,17
2.023	124.726	217	36,9%	313,26	183,19	496,45	559,10	747,05	339,82	16102,07
2.024	125.813	217	36,5%	315,99	181,63	497,62	560,82	750,41	339,63	16151,55
2.025	126.877	217	36,1%	318,66	180,03	498,69	562,42	753,62	339,36	16197,67
2.026	127.917	217	35,7%	321,27	178,37	499,65	563,90	756,67	339,01	16240,37
2.027	128.935	217	35,3%	323,83	176,68	500,51	565,28	759,57	338,59	16279,94
2.028	129.930	217	34,9%	326,33	174,94	501,27	566,54	762,34	338,11	16316,32
2.029	130.902	217	34,5%	328,77	173,17	501,94	567,69	764,96	337,55	16349,56
2.030	131.851	217	34,1%	331,15	171,36	502,51	568,74	767,43	336,93	16379,71
2.031	132.778	217	33,7%	333,48	169,51	502,99	569,69	769,77	336,25	16406,94
2.032	133.682	217	33,3%	335,75	167,62	503,38	570,53	771,98	335,50	16431,18
2.033	134.563	217	32,9%	337,96	165,71	503,67	571,27	774,05	334,69	16452,48
2.034	135.423	217	32,5%	340,12	163,76	503,89	571,91	775,99	333,83	16471,11
2.035	136.260	217	32,1%	342,23	161,79	504,02	572,46	777,80	332,90	16486,90
2.036	137.076	217	31,7%	344,28	159,79	504,07	572,92	779,49	331,93	16500,11
2.037	137.870	217	31,3%	346,27	157,76	504,03	573,29	781,05	330,90	16510,67
2.038	138.643	217	30,9%	348,21	155,71	503,92	573,57	782,49	329,82	16518,74
2.039	139.394	217	30,5%	350,10	153,64	503,74	573,76	783,82	328,69	16524,24
2.040	140.126	217	30,0%	351,94	150,83	502,77	573,15	784,32	326,80	16506,84
2.041	140.837	217	30,0%	353,72	151,60	505,32	576,06	788,30	328,46	16590,60
2.042	141.528	217	30,0%	355,46	152,34	507,80	578,89	792,16	330,07	16672,00
2.043	142.199	217	30,0%	357,14	153,06	510,20	581,63	795,92	331,63	16751,04
2.044	142.852	217	30,0%	358,78	153,76	512,55	584,30	799,57	333,16	16827,97
2.045	143.485	217	30,0%	360,37	154,45	514,82	586,89	803,12	334,63	16902,53

Tabela 15 - Síntese das Vazões para o Sistema de Água de Birigui (Continuação)

Ano	População Atendida (hab)	Evolução do "Per Capita" (Água) l/hab/dia	Evolução do Coeficiente de Perdas (%)	Vazão Média (l/s)	Perdas (l/s)	Média Total (l/s)	Máxima Diária (l/s)	Máxima Horária, Dia de Maior Consumo (l/s)	Vazão Mínima (l/s)	Reservação Mínima (m³)
2.046	144.100	217	30,0%	361,92	155,11	517,03	589,41	806,56	336,07	16974,98
2.047	144.696	217	30,0%	363,41	155,75	519,16	591,85	809,90	337,46	17045,19
2.048	145.275	217	30,0%	364,87	156,37	521,24	594,22	813,14	338,81	17113,40
2.049	145.836	217	30,0%	366,28	156,98	523,25	596,51	816,28	340,12	17179,48
2.050	146.380	217	30,0%	367,64	157,56	525,21	598,73	819,32	341,38	17243,56
2.051	146.908	217	30,0%	368,97	158,13	527,10	600,89	822,28	342,62	17305,76

Fonte: Autoria Própria

A Figura 28 mostra a evolução do consumo médio de água da população, das perdas na rede de água e da média total que deve ser produzida contando com as perdas.

Figura 28 – Evolução do Consumo, Perdas e Média Total (Produção) de Água do Município de Birigui/SP

Fonte: Autoria Própria

De acordo com as projeções já realizadas, dados de zoneamento e área fornecidos pela prefeitura de Birigui (Anexo 1 – Folha 2/2) e conhecimento do local, a população que será acrescentada em 30 anos de horizonte de projeto (24.424 hab) foi dividida da seguinte forma:

Tabela 16 - Divisão da Projeção Populacional por Setores em Birigui

Setor	Habitantes	Area	Densidade	Distribuição Populacional 30 Anos %	Adicional de População em 30 Anos	Habitantes Final 30 Anos
350650805000001	660	22,46	29,39	1,9	464,056	1.124
350650805000002	650	10,86	59,85	1,5	366,36	1.016
350650805000003	730	24,45	29,86	0,9	219,816	950
350650805000004	844	18,05	46,76	0,9	219,816	1.064
350650805000005	780	11,41	68,36	1	244,24	1.024
350650805000006	760	9,39	80,94	1,2	293,088	1.053
350650805000007	668	6,76	98,82	0,4	97,696	766
350650805000008	681	10,8	63,06	0,7	170,968	852
350650805000009	714	20,27	35,22	0,8	195,392	909
350650805000010	746	21,94	34,00	0,8	195,392	941
350650805000013	746	20,02	37,26	0,7	170,968	917
350650805000014	845	20,43	41,36	0,9	219,816	1.065
350650805000015	701	18,91	37,07	0,7	170,968	872
350650805000016	812	14,02	57,92	0,9	219,816	1.032
350650805000017	911	36,55	24,92	0,5	122,12	1.033
350650805000018	855	14,39	59,42	0,8	195,392	1.050
350650805000019	718	12,85	55,88	0,5	122,12	840
350650805000020	751	26,09	28,78	0,6	146,544	898
350650805000021	768	17,98	42,71	0,8	195,392	963
350650805000022	746	14,16	52,68	0,5	122,12	868
350650805000023	700	11,57	60,50	0,45	109,908	810
350650805000024	708	8,39	84,39	0,55	134,332	842
350650805000025	801	13,8	58,04	0,4	97,696	899
350650805000026	835	19,05	43,83	0,5	122,12	957
350650805000027	851	12,86	66,17	0,5	122,12	973
350650805000028	783	9,14	85,67	0,2	48,848	832
350650805000029	785	13,42	58,49	0,55	134,332	919
350650805000030	488	0,37	1318,92	0,5	122,12	610

Tabela 16- Divisão da Projeção Populacional por Setores em Birigui (Continuação)

Setor	Habitantes	Area	Densidade	Distribuição Populacional 30 Anos %	Adicional de População em 30 Anos	Habitantes Final 30 Anos
350650805000031	772	11,44	67,48	0,45	109,908	882
350650805000032	929	90,39	10,28	0,5	122,12	1.051
350650805000033	921	42,38	21,73	0,4	97,696	1.019
350650805000034	842	12,6	66,83	0,55	134,332	976
350650805000035	861	14,38	59,87	0,55	134,332	995
350650805000036	846	12,95	65,33	0,45	109,908	956
350650805000037	814	13,44	60,57	0,5	122,12	936
350650805000038	743	7,86	94,53	0,5	122,12	865
350650805000039	790	11,24	70,28	0,5	122,12	912
350650805000040	770	6,65	115,79	0,5	122,12	892
350650805000041	790	11,23	70,35	0,4	97,696	888
350650805000042	866	8,35	103,71	0,45	109,908	976
350650805000043	881	10,85	81,20	0,45	109,908	991
350650805000044	946	13,53	69,92	0,5	122,12	1.068
350650805000045	988	33,42	29,56	0,5	122,12	1.110
350650805000046	737	12,47	59,10	0,6	146,544	884
350650805000047	727	9	80,78	0,5	122,12	849
350650805000048	807	17,86	45,18	0,5	122,12	929
350650805000049	802	13,82	58,03	0,4	97,696	900
350650805000050	742	7,96	93,22	0,4	97,696	840
350650805000051	728	9,33	78,03	0,45	109,908	838
350650805000052	743	32,24	23,05	0,5	122,12	865
350650805000053	770	13,27	58,03	0,4	97,696	868
350650805000054	895	14,32	62,50	0,55	134,332	1.029
350650805000055	933	14,25	65,47	0,55	134,332	1.067
350650805000056	1000	85,82	11,65	0,5	122,12	1.122
350650805000057	925	94,69	9,77	0,5	122,12	1.047
350650805000058	830	26,92	30,83	0,5	122,12	952

Tabela 16- Divisão da Projeção Populacional por Setores em Birigui (Continuação)

Setor	Habitantes	Area	Densidade	Distribuição Populacional 30 Anos %	Adicional de População em 30 Anos	Habitantes Final 30 Anos
350650805000059	859	13,87	61,93	0,5	122,12	981
350650805000060	1015	11,97	84,80	0,4	97,696	1.113
350650805000060	1015	20,32	49,95	0,4	97,696	1.113
350650805000061	856	41,44	20,66	0,45	109,908	966
350650805000062	820	11,59	70,75	0,5	122,12	942
350650805000063	812	10,02	81,04	0,4	97,696	910
350650805000064	738	7,2	102,50	0,55	134,332	872
350650805000065	744	7,12	104,49	0,55	134,332	878
350650805000066	728	12,93	56,30	0,5	122,12	850
350650805000067	918	13,77	66,67	0,5	122,12	1.040
350650805000068	909	9,71	93,61	0,5	122,12	1.031
350650805000069	1086	79,73	13,62	0,5	122,12	1.208
350650805000070	796	7,46	106,70	0,4	97,696	894
350650805000071	774	297,22	2,60	0,4	97,696	872
350650805000072	724	28,49	25,41	0,45	109,908	834
350650805000073	903	267,48	3,38	0,5	122,12	1.025
350650805000074	947	150,94	6,27	0,4	97,696	1.045
350650805000075	936	18,52	50,54	0,55	134,332	1.070
350650805000076	794	7,63	104,06	0,55	134,332	928
350650805000077	865	37,7	22,94	0,5	122,12	987
350650805000078	887	81,56	10,88	0,5	122,12	1.009
350650805000079	973	42,97	22,64	0,5	122,12	1.095
350650805000080	1003	46,84	21,41	0,5	122,12	1.125
350650805000081	729	33,28	21,91	0,4	97,696	827
350650805000082	912	32,33	28,21	0,4	97,696	1.010
350650805000083	864	8,39	102,98	0,45	109,908	974
350650805000083	864	14,23	60,72	0,5	122,12	986
350650805000086	849	8,05	105,47	0,4	97,696	947

Tabela 16- Divisão da Projeção Populacional por Setores em Birigui (Continuação)

Setor	Habitantes	Area	Densidade	Distribuição Populacional 30 Anos %	Adicional de População em 30 Anos	Habitantes Final 30 Anos
350650805000087	1033	33,18	31,13	0,55	134,332	1.167
350650805000088	800	19,05	41,99	0,55	134,332	934
350650805000089	831	11,11	74,80	0,5	122,12	953
350650805000090	815	90,83	8,97	0,5	122,12	937
350650805000091	865	15,62	55,38	0,5	122,12	987
350650805000092	898	10,86	82,69	0,5	122,12	1.020
350650805000093	749	12,2	61,39	0,4	97,696	847
350650805000094	785	5,87	133,73	0,4	97,696	883
350650805000095	844	6,79	124,30	0,45	109,908	954
350650805000096	807	13,75	58,69	0,5	122,12	929
350650805000097	925	92,5	10,00	0,4	97,696	1.023
350650805000098	953	32,92	28,95	0,55	134,332	1.087
350650805000099	857	246,52	3,48	0,55	134,332	991
350650805000100	858	5,9	145,42	0,5	122,12	980
350650805000101	789	4,87	162,01	0,5	122,12	911
350650805000102	1014	10,01	101,30	0,5	122,12	1.136
350650805000103	1021	10,01	102,00	1,6	390,784	1.412
350650805000104	868	15,93	54,49	0,7	170,968	1.039
350650805000105	840	21,15	39,72	1,5	366,36	1.206
350650805000106	962	38,94	24,70	1,7	415,208	1.377
350650805000107	927	8,63	107,42	1,5	366,36	1.293
350650805000108	825	6,03	136,82	1,6	390,784	1.216
350650805000109	814	13,82	58,90	0,9	219,816	1.034
350650805000110	662	4,07	162,65	1,8	439,632	1.102
350650805000111	1040	10,66	97,56	0,4	97,696	1.138
350650805000112	855	17,71	48,28	1,2	293,088	1.148
350650805000113	648	160,55	4,04	1,4	341,936	990
350650805000114	731	672,59	1,09	1,3	317,512	1.049

Tabela 16- Divisão da Projeção Populacional por Setores em Birigui (Continuação)

Setor	Habitantes	Area	Densidade	Distribuição Populacional 30 Anos %	Adicional de População em 30 Anos	Habitantes Final 30 Anos
350650805000115	907	114,1	7,95	1,2	293,088	1.200
350650805000116	910	7,98	114,04	1,5	366,36	1.276
350650805000117	853	100,26	8,51	1,4	341,936	1.195
350650805000118	785	16,58	47,35	1	244,24	1.029
350650805000119	853	26,87	31,75	1,3	317,512	1.171
350650805000120	827	40,8	20,27	1,6	390,784	1.218
350650805000121	968	108,58	8,92	1,8	439,632	1.408
350650805000122	761	100,9	7,54	0,5	122,12	883
350650805000123	714	20,13	35,47	0,1	24,424	738
350650805000124	839	31,93	26,28	0,1	24,424	863
350650805000125	1029	20,31	50,66	1,3	317,512	1.347
350650805000126	766	7,39	103,65	0,7	170,968	937
350650805000127	555	52,09	10,65	1,2	293,088	848
350650805000130	698	14,11	49,47	1,5	366,36	1.064
350650805000133	672	1226,23	0,55	1,5	366,36	1.038
350650805000134	697	2515,89	0,28	1,5	366,36	1.063
350650805000135	661	1165,81	0,57	1,6	390,784	1.052
350650805000136	687	46,44	14,79	1,8	439,632	1.127
350650805000137	731	795,93	0,92	0,6	146,544	878
350650805000138	572	1219,79	0,47	0,4	97,696	670
350650805000139	572	2662,89	0,21	0,9	219,816	792
350650805000141	755	18,65	40,48	0,8	195,392	950
350650805000142	736	12,89	57,10	0,7	170,968	907
350650805000143	771	6,23	123,76	0,5	122,12	893
350650805000144	743	6,89	107,84	0,4	97,696	841
350650805000145	776	13,51	57,44	0,4	97,696	874
350650805000146	804	9	89,33	0,1	24,424	828
350650805000147	794	9,07	87,54	0,45	109,908	904

Tabela 16- Divisão da Projeção Populacional por Setores em Birigui (Continuação)

Setor	Habitantes	Area	Densidade	Distribuição Populacional 30 Anos %	Adicional de População em 30 Anos	Habitantes Final 30 Anos
3506508050000148	865	28,72	30,12	0,55	134,332	999
3506508050000149	904	12,25	73,80	0,2	48,848	953
3506508050000150	802	78,83	10,17	0,2	48,848	851
3506508050000151	964	58,57	16,46	0,1	24,424	988
3506508050000152	578	195,01	2,96	0,4	97,696	676
3506508050000153	897	14,04	63,89	0,1	24,424	921
3506508050000154	929	15,11	61,48	0,3	73,272	1.002
3506508050000155	798	100,98	7,90	0,2	48,848	847
3506508050000156	751	7,78	96,53	0,1	24,424	775
3506508050000157	789	127,63	6,18	0,2	48,848	838

Fonte: Autoria Própria + Dados SAEB

Assim, é possível calcular o consumo de água por zona, utilizando os 217 l/hab.dia (consumo médio) já proposto anteriormente, bem como a vazão máxima horária, utilizando os coeficientes K1 e K2 e o adicional de 30% de perdas da seguinte forma:

$$Q \text{ média (l/s)} = Pop \times Consumo \quad (14)$$

$$Q \text{ média 3506508050000001 } \left(\frac{l}{s} \right) = 1124 \times \frac{217}{86400} = 2,82 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ máxima horária (l/s)} = (Q \text{ média} \times K1 \times K2) \quad (15)$$

$$Q \text{ máxima horária 3506508050000001 (l/s)} = (2,82 \times 1,2 \times 1,5) = 5,08 \text{ l/s}$$

$$Perdas \text{ (l/s)} = Q \text{ média} \times \frac{\% Perdas}{1 - \% Perdas} \quad (16)$$

$$Perdas \text{ 3506508050000001 (l/s)} = 2,82 \times \frac{0,30}{1 - 0,30} = 1,21 \text{ ls}$$

Tabela 17 - Cálculo de Vazão por Setor para Final de Plano

Setor	Habitantes Final 30 Anos	Q méd (l/s)	Q máx horária (l/s)	Perdas 30% (l/s)	Q máx horária + Perdas (l/s)
350650805000001	1.124	2,82	5,08	1,21	6,29
350650805000002	1.016	2,55	4,59	1,09	5,69
350650805000003	950	2,39	4,29	1,02	5,32
350650805000004	1.064	2,67	4,81	1,15	5,95
350650805000005	1.024	2,57	4,63	1,10	5,73
350650805000006	1.053	2,64	4,76	1,13	5,89
350650805000007	766	1,92	3,46	0,82	4,29
350650805000008	852	2,14	3,85	0,92	4,77
350650805000009	909	2,28	4,11	0,98	5,09
350650805000010	941	2,36	4,26	1,01	5,27
350650805000013	917	2,30	4,15	0,99	5,13
350650805000014	1.065	2,67	4,81	1,15	5,96
350650805000015	872	2,19	3,94	0,94	4,88
350650805000016	1.032	2,59	4,66	1,11	5,78
350650805000017	1.033	2,59	4,67	1,11	5,78
350650805000018	1.050	2,64	4,75	1,13	5,88
350650805000019	840	2,11	3,80	0,90	4,70
350650805000020	898	2,25	4,06	0,97	5,02
350650805000021	963	2,42	4,36	1,04	5,39
350650805000022	868	2,18	3,92	0,93	4,86
350650805000023	810	2,03	3,66	0,87	4,53
350650805000024	842	2,12	3,81	0,91	4,71
350650805000025	899	2,26	4,06	0,97	5,03
350650805000026	957	2,40	4,33	1,03	5,36
350650805000027	973	2,44	4,40	1,05	5,45
350650805000028	832	2,09	3,76	0,90	4,66
350650805000029	919	2,31	4,16	0,99	5,15
350650805000030	610	1,53	2,76	0,66	3,41
350650805000031	882	2,21	3,99	0,95	4,94

Tabela 17 - Cálculo de Vazão por Setor para Final de Plano (Continuação)

Setor	Habitantes Final 30 Anos	Q méd (l/s)	Q máx horária (l/s)	Perdas 30% (l/s)	Q máx horária + Perdas (l/s)
350650805000032	1.051	2,64	4,75	1,13	5,88
350650805000033	1.019	2,56	4,61	1,10	5,70
350650805000034	976	2,45	4,41	1,05	5,46
350650805000035	995	2,50	4,50	1,07	5,57
350650805000036	956	2,40	4,32	1,03	5,35
350650805000037	936	2,35	4,23	1,01	5,24
350650805000038	865	2,17	3,91	0,93	4,84
350650805000039	912	2,29	4,12	0,98	5,11
350650805000040	892	2,24	4,03	0,96	4,99
350650805000041	888	2,23	4,01	0,96	4,97
350650805000042	976	2,45	4,41	1,05	5,46
350650805000043	991	2,49	4,48	1,07	5,55
350650805000044	1.068	2,68	4,83	1,15	5,98
350650805000045	1.110	2,79	5,02	1,19	6,21
350650805000046	884	2,22	3,99	0,95	4,95
350650805000047	849	2,13	3,84	0,91	4,75
350650805000048	929	2,33	4,20	1,00	5,20
350650805000049	900	2,26	4,07	0,97	5,04
350650805000050	840	2,11	3,80	0,90	4,70
350650805000051	838	2,10	3,79	0,90	4,69
350650805000052	865	2,17	3,91	0,93	4,84
350650805000053	868	2,18	3,92	0,93	4,86
350650805000054	1.029	2,59	4,65	1,11	5,76
350650805000055	1.067	2,68	4,83	1,15	5,97
350650805000056	1.122	2,82	5,07	1,21	6,28
350650805000057	1.047	2,63	4,73	1,13	5,86
350650805000058	952	2,39	4,30	1,02	5,33
350650805000059	981	2,46	4,44	1,06	5,49
350650805000060	1.113	2,79	5,03	1,20	6,23

Tabela 17 - Cálculo de Vazão por Setor para Final de Plano (Continuação)

Setor	Habitantes Final 30 Anos	Q méd (l/s)	Q máx horária (l/s)	Perdas 30% (l/s)	Q máx horária + Perdas (l/s)
350650805000060	1.113	2,79	5,03	1,20	6,23
350650805000061	966	2,43	4,37	1,04	5,41
350650805000062	942	2,37	4,26	1,01	5,27
350650805000063	910	2,28	4,11	0,98	5,09
350650805000064	872	2,19	3,94	0,94	4,88
350650805000065	878	2,21	3,97	0,95	4,92
350650805000066	850	2,14	3,84	0,92	4,76
350650805000067	1.040	2,61	4,70	1,12	5,82
350650805000068	1.031	2,59	4,66	1,11	5,77
350650805000069	1.208	3,03	5,46	1,30	6,76
350650805000070	894	2,24	4,04	0,96	5,00
350650805000071	872	2,19	3,94	0,94	4,88
350650805000072	834	2,09	3,77	0,90	4,67
350650805000073	1.025	2,57	4,63	1,10	5,74
350650805000074	1.045	2,62	4,72	1,12	5,85
350650805000075	1.070	2,69	4,84	1,15	5,99
350650805000076	928	2,33	4,20	1,00	5,20
350650805000077	987	2,48	4,46	1,06	5,53
350650805000078	1.009	2,53	4,56	1,09	5,65
350650805000079	1.095	2,75	4,95	1,18	6,13
350650805000080	1.125	2,83	5,09	1,21	6,30
350650805000081	827	2,08	3,74	0,89	4,63
350650805000082	1.010	2,54	4,56	1,09	5,65
350650805000083	974	2,45	4,40	1,05	5,45
350650805000083	986	2,48	4,46	1,06	5,52
350650805000086	947	2,38	4,28	1,02	5,30
350650805000087	1.167	2,93	5,28	1,26	6,53
350650805000088	934	2,35	4,22	1,01	5,23
350650805000089	953	2,39	4,31	1,03	5,33

Tabela 17 - Cálculo de Vazão por Setor para Final de Plano (Continuação)

Setor	Habitantes Final 30 Anos	Q méd (l/s)	Q máx horária (l/s)	Perdas 30% (l/s)	Q máx horária + Perdas (l/s)
350650805000090	937	2,35	4,24	1,01	5,25
350650805000091	987	2,48	4,46	1,06	5,53
350650805000092	1.020	2,56	4,61	1,10	5,71
350650805000093	847	2,13	3,83	0,91	4,74
350650805000094	883	2,22	3,99	0,95	4,94
350650805000095	954	2,40	4,31	1,03	5,34
350650805000096	929	2,33	4,20	1,00	5,20
350650805000097	1.023	2,57	4,62	1,10	5,72
350650805000098	1.087	2,73	4,92	1,17	6,09
350650805000099	991	2,49	4,48	1,07	5,55
350650805000100	980	2,46	4,43	1,05	5,49
350650805000101	911	2,29	4,12	0,98	5,10
350650805000102	1.136	2,85	5,14	1,22	6,36
350650805000103	1.412	3,55	6,38	1,52	7,90
350650805000104	1.039	2,61	4,70	1,12	5,82
350650805000105	1.206	3,03	5,45	1,30	6,75
350650805000106	1.377	3,46	6,23	1,48	7,71
350650805000107	1.293	3,25	5,85	1,39	7,24
350650805000108	1.216	3,05	5,50	1,31	6,81
350650805000109	1.034	2,60	4,67	1,11	5,79
350650805000110	1.102	2,77	4,98	1,19	6,17
350650805000111	1.138	2,86	5,14	1,22	6,37
350650805000112	1.148	2,88	5,19	1,24	6,43
350650805000113	990	2,49	4,48	1,07	5,54
350650805000114	1.049	2,63	4,74	1,13	5,87
350650805000115	1.200	3,01	5,43	1,29	6,72
350650805000116	1.276	3,21	5,77	1,37	7,14
350650805000117	1.195	3,00	5,40	1,29	6,69
350650805000118	1.029	2,59	4,65	1,11	5,76

Tabela 17 - Cálculo de Vazão por Setor para Final de Plano (Continuação)

Setor	Habitantes Final 30 Anos	Q méd (l/s)	Q máx horária (l/s)	Perdas 30% (l/s)	Q máx horária + Perdas (l/s)
350650805000119	1.171	2,94	5,29	1,26	6,55
350650805000120	1.218	3,06	5,51	1,31	6,82
350650805000121	1.408	3,54	6,36	1,52	7,88
350650805000122	883	2,22	3,99	0,95	4,94
350650805000123	738	1,85	3,34	0,79	4,13
350650805000124	863	2,17	3,90	0,93	4,83
350650805000125	1.347	3,38	6,09	1,45	7,54
350650805000126	937	2,35	4,24	1,01	5,24
350650805000127	848	2,13	3,83	0,91	4,75
350650805000130	1.064	2,67	4,81	1,15	5,96
350650805000133	1.038	2,61	4,69	1,12	5,81
350650805000134	1.063	2,67	4,81	1,14	5,95
350650805000135	1.052	2,64	4,75	1,13	5,89
350650805000136	1.127	2,83	5,09	1,21	6,31
350650805000137	878	2,20	3,97	0,94	4,91
350650805000138	670	1,68	3,03	0,72	3,75
350650805000138	792	1,99	3,58	0,85	4,43
350650805000141	950	2,39	4,30	1,02	5,32
350650805000142	907	2,28	4,10	0,98	5,08
350650805000143	893	2,24	4,04	0,96	5,00
350650805000144	841	2,11	3,80	0,90	4,71
350650805000145	874	2,19	3,95	0,94	4,89
350650805000146	828	2,08	3,75	0,89	4,64
350650805000147	904	2,27	4,09	0,97	5,06
350650805000148	999	2,51	4,52	1,08	5,59
350650805000149	953	2,39	4,31	1,03	5,33
350650805000150	851	2,14	3,85	0,92	4,76
350650805000151	988	2,48	4,47	1,06	5,53
350650805000152	676	1,70	3,05	0,73	3,78

Tabela 17 - Cálculo de Vazão por Setor para Final de Plano (Continuação)

Setor	Habitantes Final 30 Anos	Q méd (l/s)	Q máx horária (l/s)	Perdas 30% (l/s)	Q máx horária + Perdas (l/s)
350650805000153	921	2,31	4,17	0,99	5,16
350650805000154	1.002	2,52	4,53	1,08	5,61
350650805000155	847	2,13	3,83	0,91	4,74
350650805000156	775	1,95	3,51	0,83	4,34
350650805000157	838	2,10	3,79	0,90	4,69

Fonte: Autoria Própria

6.4. AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EXISTENTE

6.4.1. Dados Gerais do Sistema Existente

O sistema de abastecimento de água de Birigui é composto por captação superficial, e por treze poços tubulares profundos.

6.4.2. Ligações

Tabela 18 – Ligações de Água de Birigui

Tipo	Ligações	Economia
Residencial	46.947	54.089
Industrial	1.041	1.097
Comercial	5.798	7.421
Publica	864	997
Total	54.650	63.604

Fonte: Prefeitura de Birigui/SP

6.4.3. Estudos e Projeto Existentes

- PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE BIRIGUI
 - RELATÓRIO FINAL – Diagnóstico da Situação da Prestação de Serviços de Saneamento Básico - BIRIGUI - Volume 1/1 – Tomo I/I
 - Consórcio SAEB / PROJEC - 2017
- PLANEJAMENTO TÉCNICO-OPERACIONAL E INSTITUCIONAL DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE BIRIGUI, contratado

pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, contrato 06/47-3221, no âmbito do Projeto BRA/99/030 - Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS, do Ministério das Cidades, junto ao Consórcio PROCESL/COBRAPE.

- O objetivo deste estudo foi a assistência técnica, inclusive capacitação, aos técnicos a SAEB de Birigui, na realização de estudos que promovam a modernização do seu Sistema de Abastecimento de Água e de Esgotos Sanitários, contribuindo, inclusive, com a universalização dos serviços e melhoria da sua qualidade.
- O Relatório Final é dividido em 04 volumes, conforme relação a seguir.
 - Volume 1 – TOMO I – Diagnóstico Técnico-Operacional e Institucional – Texto;
 - Volume 1 – TOMO II – Diagnóstico Técnico-Operacional e Institucional – Equipamentos Fornecidos, Treinamentos e Capacitação;
 - Volume 1 – TOMO III – Diagnóstico Técnico-Operacional e Institucional – Estações Elevatórias – Curvas de Bombas e Grandezas Eletromecânicas;
 - Volume 1 – TOMO IV – Diagnóstico Técnico-Operacional e Institucional – Serviços de Campo;
 - Volume 2 – Estudos de Concepção para o Sistema de Abastecimento de Água e Estudos de Cenários e Padrões para a Operação Eficiente desse Sistema.
- PLANO DIRETOR DE COMBATE ÀS PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE BIRIGUI
- RELATÓRIO FINAL
- Consórcio SAEB / RHS CONTROLS – 2017

6.4.4. Descrição do Sistema Existente

6.4.4.1. Descrição Geral

Para esta avaliação, será utilizada base do Estudo existente já citado:

- PLANO DIRETOR DE COMBATE ÀS PERDAS DE ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE BIRIGUI
 - RELATÓRIO FINAL
 - Consórcio SAEB / RHS CONTROLS – 2017

Como o documento é recente e já existe uma descrição do sistema, os locais foram revisitados, fotografados e constatou-se que não houve alteração significativa.

Será, portanto, realizada uma avaliação simplificada das unidades do sistema produtor existente face as demandas obtidas no capítulo anterior (Tabela 19).

Tabela 19 - Sistema de abastecimento de água existente no município de Birigui

Captação		
Denominação	Diâmetro	Material
Captação	600	FoFo
Poços		
Denominação	Diâmetro	Material
Poço 01 Aquapérola	300	Aço
Poço 02 Matéria	300	Aço
Poço 03 Distrito Industrial	50	PVC
Poço 04 Vale do Sol	75	Aço
Poço 05 São Conrado	50	PVC
Poço 06 Lalue	65	Aço
Poço 07 Colinas I	50	Aço
Poço 08 Colinas II	50	PVC
Poço 09 Jardim do Trevo	65	PVC
Poço 10 Portal da Pérola I	50	Aço
Poço 11 Portal da Pérola II	65	PVC
Poço 12 Condomínio Gávea	50	Aço
Poço 13 Taquari	50	Aço
Reservatórios		
Denominação	Volume (m³)	Altura (m)
REN-01 ETA	700	4
REN-02 Saudades	2000	4
REN-03 Saudades	400	4
REN-04 Saudades	400	4
REL-05 Saudades	350	18,60

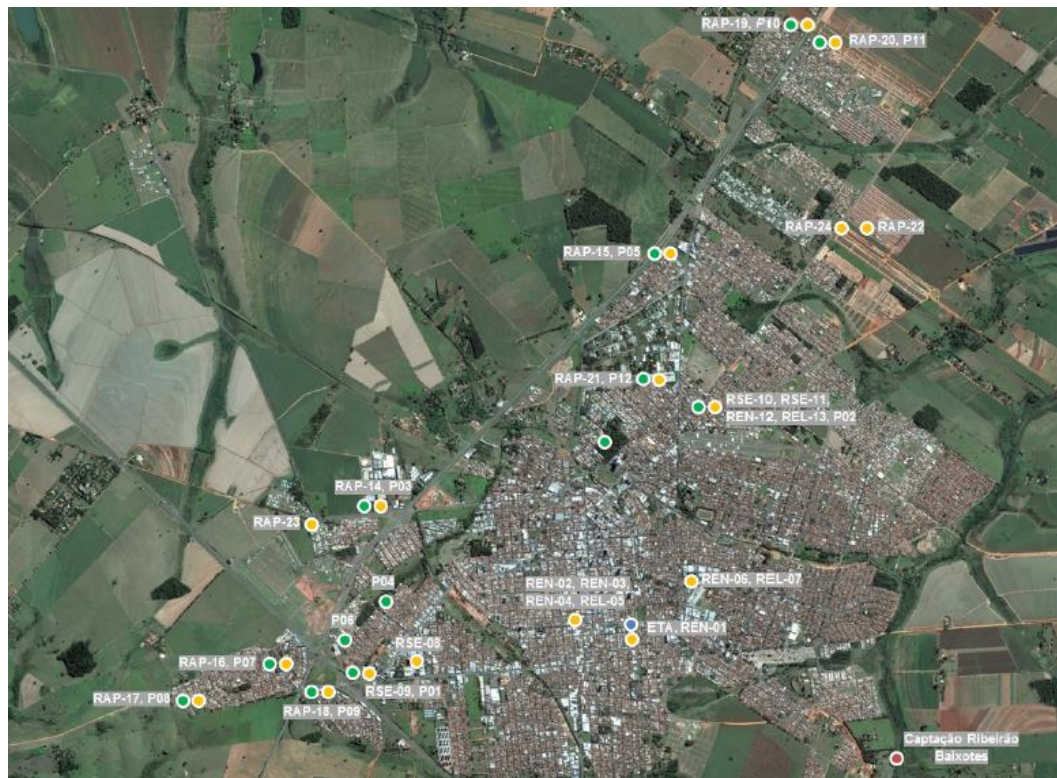
Tabela 19 - Sistema de abastecimento de água existente no município de Birigui
(Continuação)

Denominação	Volume (m³)	Altura (m)
REN-06 Anderson Clayton	2000	1,80
REL-07 Anderson Clayton	180	35
RSE-08 Isabel Marim	1200	4
RSE-09 Aquapérولا	2000	7,50
RSE-10 Matéria	1000	4
RSE-11 Matéria	1000	4
REN-12 Matéria	700	4
REL-13 Matéria	150	19
RAP-14 Distrito Industrial	150	18
RAP-15 São Conrado	150	20
RAP-16 Colinas I	150	21,3
RAP-17 Colinas II	150	19,2
RAP-18 Jardim do Trevo	150	19,2
RAP-19 Portal da Pérola I	150	18
RAP-20 Portal da Pérola II	1000	10,55
RAP-21 Condomínio Gávea	50	13,2
RAP-22 Candeias	200	20,4
RAP-23 Veneza	50	13,2
RAP-24 Distrito Industrial	280	25
REL-25 Taquari	25	20

Fonte: Autoria Própria

Nas Figuras 29 e 30 são apresentadas as localizações dos Poços e Reservatórios, existentes na Sede e no Distrito de Taquari do município de Birigui.

Figura 29 - Vista do sistema de abastecimento de água na Sede no município de Birigui



Fonte: RHS Controls - 2017

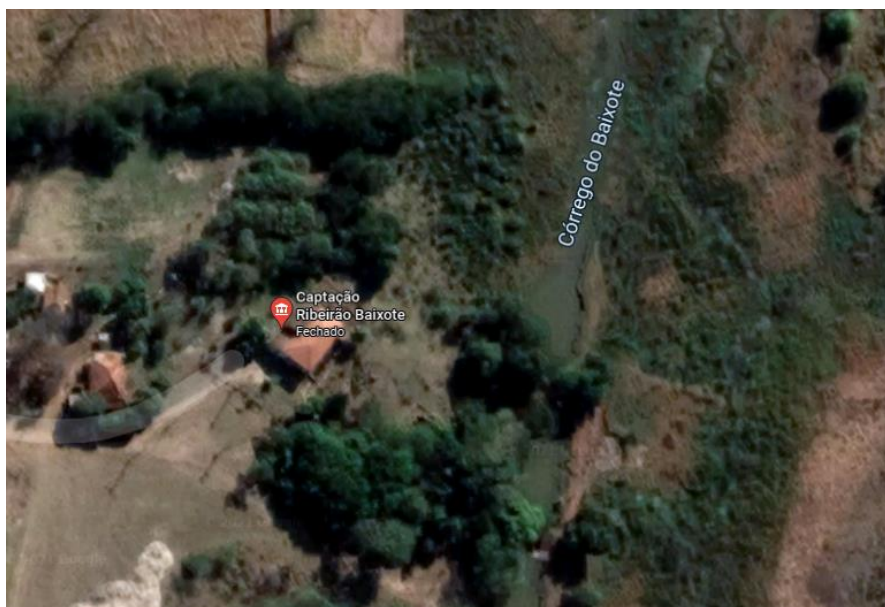
Figura 30 - Vista do sistema de abastecimento de água no Distrito de Taquarí no município de Birigui



Fonte: RHS Controls – 2017

6.4.4.2. Captação e Adução de Água Bruta Existente

Figura 31 - Vista da Captação e Estação Elevatória de Água Bruta Baixotes, Birigui



Fonte: Autoria Própria

6.5. SIMULAÇÃO EPANET

A tabela 20 mostra os resultados principais para início e final de plano:

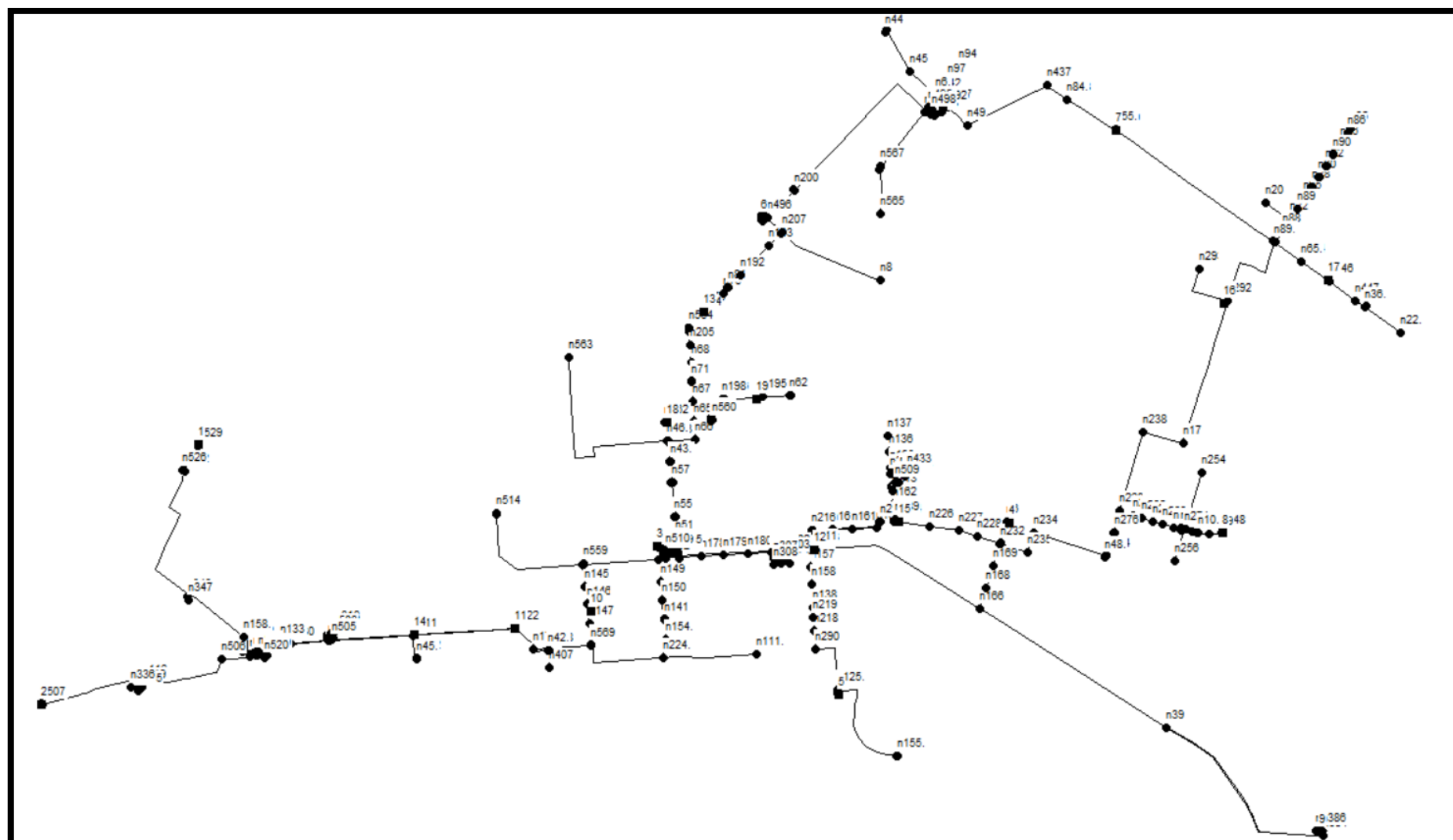
Tabela 20 – Resumo Vazão e Reservação para Início e Final de Plano

Ano	População Atendida (hab)	Evolução do “Per Capita” (Água) l/hab/dia	Evolução do Coeficiente de Perdas (%)	Vazão Média (l/s)	Perdas (l/s)	Média Total (l/s)	Máxima Diária (l/s)	Máxima Horária, Dia de Maior Consumo (l/s)	Vazão Mínima (l/s)	Reservação Mínima (m³)
2.021	122.484	217	37,7%	307,63	186,16	493,78	555,31	739,89	339,97	15992,92
2.051	146.908	217	30,0%	368,97	158,13	527,10	600,89	822,28	342,62	17305,76

Fonte: Autoria Própria

Com as vazões calculadas por setor para final de plano, é possível selecionar as redes primárias existentes (diâmetro maior ou igual a 200mm) e com o auxílio do software EPANET, alocar os pontos (nós) que abastecem cada setor e fazer a verificação de pressões e perdas de carga, mantendo o abastecimento feito pelos reservatórios existentes com alturas atuais, supondo que apenas o diâmetro será alterado para suprir as necessidades futuras de volume (Figuras 32 e 33).

Figura 33 – Diagrama Nós EPANET



Fonte: Autoria Própria

Com a simulação realizada no software, os resultados de pressão nos nós e perda de carga nos trechos são mostrados na Tabela 21:

Tabela 21 – Resultados de Pressão nos Nós

Identificador do Nó	Pressão (m)	Identificador do Nó	Pressão (m)	Identificador do Nó	Pressão (m)	Identificador do Nó	Pressão (m)	Identificador do Nó	Pressão (m)
Nó n1	12	Nó n39	11	Nó n76	15	Nó n130	11	Nó n167	11
Nó n2	23	Nó n40	26	Nó n77	19	Nó n131	24	Nó n168	10
Nó n3	21	Nó n41	25	Nó n78	28	Nó n132	22	Nó n169	29
Nó n5	13	Nó n42	42	Nó n79	29	Nó n133	24	Nó n170	22
Nó n6	24	Nó n43	11	Nó n80	39	Nó n134	28	Nó n171	28
Nó n7	32	Nó n44	11	Nó n81	28	Nó n135	27	Nó n172	22
Nó n8	21	Nó n45	12	Nó n82	27	Nó n136	42	Nó n173	46
Nó n9	35	Nó n46	23	Nó n83	22	Nó n137	12	Nó n174	27
Nó n10	51	Nó n47	36	Nó n84	21	Nó n138	10	Nó n175	16
Nó n11	42	Nó n48	35	Nó n85	12	Nó n139	11	Nó n176	18
Nó n12	32	Nó n49	36	Nó n86	10	Nó n140	35	Nó n177	19
Nó n13	23	Nó n50	10	Nó n87	22	Nó n141	38	Nó n178	43
Nó n14	22	Nó n51	10	Nó n88	23	Nó n142	41	Nó n179	17
Nó n15	33	Nó n52	22	Nó n89	28	Nó n143	28	Nó n180	40
Nó n16	32	Nó n53	22	Nó n90	37	Nó n144	29	Nó n181	20
Nó n17	12	Nó n54	12	Nó n91	48	Nó n145	11	Nó n182	30
Nó n18	32	Nó n55	25	Nó n92	12	Nó n146	34	Nó n183	15
Nó n19	32	Nó n56	23	Nó n93	29	Nó n147	24	Nó n184	16
Nó n20	15	Nó n57	36	Nó n94	17	Nó n148	21	Nó n185	18
Nó n21	21	Nó n58	42	Nó n95	15	Nó n149	12	Nó n186	22
Nó n22	16	Nó n59	22	Nó n96	18	Nó n150	12	Nó n187	34
Nó n23	13	Nó n60	25	Nó n97	14	Nó n151	10	Nó n188	35
Nó n24	14	Nó n61	45	Nó n98	24	Nó n152	19	Nó n189	35
Nó n25	15	Nó n62	43	Nó n99	13	Nó n153	10	Nó n190	34
Nó n26	16	Nó n63	41	Nó n100	26	Nó n154	24	Nó n191	22
Nó n27	10	Nó n64	10	Nó n113	37	Nó n155	35	Nó n192	28
Nó n28	29	Nó n65	35	Nó n114	22	Nó n156	27	Nó n193	15
Nó n29	46	Nó n66	10	Nó n115	42	Nó n157	28	Nó n194	37
Nó n30	22	Nó n67	10	Nó n116	10	Nó n158	30	Nó n195	18
Nó n31	42	Nó n68	21	Nó n117	35	Nó n159	32	Nó n196	10
Nó n32	23	Nó n69	32	Nó n118	28	Nó n160	42	Nó n197	20
Nó n33	46	Nó n70	26	Nó n119	27	Nó n161	40	Nó n198	23
Nó n34	42	Nó n71	50	Nó n125	29	Nó n162	41	Nó n199	38
Nó n35	46	Nó n72	22	Nó n126	18	Nó n163	37	Nó n200	19
Nó n36	11	Nó n73	51	Nó n127	12	Nó n164	35	Nó n201	18
Nó n37	35	Nó n74	24	Nó n128	12	Nó n165	24	Nó n202	22
Nó n38	22	Nó n75	12	Nó n129	13	Nó n166	22	Nó n203	22

Tabela 21 – Resultados de Pressão nos Nós (Continuação)

Identificador do Nó	Pressão (m)	Identificador do Nó	Pressão (m)	Identificador do Nó	Pressão (m)	Identificador do Nó	Pressão (m)	Identificador do Nó	Pressão (m)
Nó n204	46	Nó n243	22	Nó n282	15	Nó n321	30	Nó n375	32
Nó n205	20	Nó n244	25	Nó n283	20	Nó n322	35	Nó n383	22
Nó n206	22	Nó n245	27	Nó n284	34	Nó n323	38	Nó n384	19
Nó n207	30	Nó n246	20	Nó n285	20	Nó n324	41	Nó n385	31
Nó n208	50	Nó n247	31	Nó n286	27	Nó n325	42	Nó n386	30
Nó n209	40	Nó n248	20	Nó n287	24	Nó n326	12	Nó n387	29
Nó n210	41	Nó n249	29	Nó n288	48	Nó n327	10		
Nó n211	37	Nó n250	18	Nó n289	15	Nó n328	16		
Nó n212	15	Nó n251	27	Nó n290	17	Nó n329	17		
Nó n213	38	Nó n252	30	Nó n291	28	Nó n330	19		
Nó n214	37	Nó n253	48	Nó n292	13	Nó n331	21		
Nó n215	31	Nó n254	47	Nó n293	34	Nó n332	22		
Nó n216	35	Nó n255	15	Nó n294	35	Nó n333	23		
Nó n217	10	Nó n256	16	Nó n295	28	Nó n334	25		
Nó n218	12	Nó n257	19	Nó n296	27	Nó n335	27		
Nó n219	13	Nó n258	22	Nó n297	41	Nó n336	50		
Nó n220	24	Nó n259	24	Nó n298	50	Nó n346	41		
Nó n221	39	Nó n260	29	Nó n299	12	Nó n347	49		
Nó n222	29	Nó n261	30	Nó n300	10	Nó n354	43		
Nó n223	23	Nó n262	35	Nó n301	11	Nó n355	15		
Nó n224	32	Nó n263	15	Nó n302	29	Nó n356	21		
Nó n225	37	Nó n264	46	Nó n303	46	Nó n357	37		
Nó n226	19	Nó n265	41	Nó n304	23	Nó n358	46		
Nó n227	22	Nó n266	43	Nó n305	35	Nó n359	30		
Nó n228	22	Nó n267	49	Nó n306	29	Nó n360	22		
Nó n229	18	Nó n268	50	Nó n307	22	Nó n361	29		
Nó n230	16	Nó n269	31	Nó n308	32	Nó n362	27		
Nó n231	16	Nó n270	35	Nó n309	37	Nó n363	25		
Nó n232	15	Nó n271	38	Nó n310	39	Nó n364	22		
Nó n233	13	Nó n272	37	Nó n311	41	Nó n365	30		
Nó n234	19	Nó n273	22	Nó n312	12	Nó n366	34		
Nó n235	29	Nó n274	50	Nó n313	16	Nó n367	36		
Nó n236	27	Nó n275	21	Nó n314	42	Nó n368	37		
Nó n237	32	Nó n276	49	Nó n315	49	Nó n369	38		
Nó n238	19	Nó n277	37	Nó n316	37	Nó n370	30		
Nó n239	18	Nó n278	18	Nó n317	41	Nó n371	21		
Nó n240	35	Nó n279	34	Nó n318	36	Nó n372	24		
Nó n241	34	Nó n280	46	Nó n319	38	Nó n373	35		
Nó n242	46	Nó n281	27	Nó n320	31	Nó n374	16		

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 22 – Resultados de Perda de Carga nos Trechos

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/km)
Tubulação p1	6076	250	1,26
Tubulação p3	110	300	1,77
Tubulação p4	665.8	300	2,28
Tubulação p5	10.68	250	2,79
Tubulação p6	5447	300	3,30
Tubulação p7	117	200	3,81
Tubulação p8	109.9	250	4,32
Tubulação p9	731.6	200	4,83
Tubulação p10	143.6	200	5,34
Tubulação p11	4557	300	5,85
Tubulação p12	5581	350	1,25
Tubulação p13	64.03	200	4,11
Tubulação p14	4558	350	6,97
Tubulação p15	4582	200	7,22
Tubulação p16	5575	250	1,22
Tubulação p17	4561	250	1,52
Tubulação p18	4569	250	6,35
Tubulação p19	5609	300	7,11
Tubulação p20	4562	300	4,56
Tubulação p21	3200	250	2,11
Tubulação p22	1025	300	2,44
Tubulação p23	486.3	200	0,92
Tubulação p24	9753	200	2,59
Tubulação p25	178.4	200	2,44
Tubulação p26	102.7	250	2,29
Tubulação p27	4534	300	2,14
Tubulação p28	4537	200	1,98
Tubulação p29	4563	250	1,83

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/km)
Tubulação p30	171.9	250	1,68
Tubulação p31	4616	200	1,53
Tubulação p32	101.5	250	1,37
Tubulação p33	99.9	300	1,22
Tubulação p34	104.5	250	1,07
Tubulação p35	4771	250	0,92
Tubulação p36	14.4	200	0,77
Tubulação p37	88.81	250	0,61
Tubulação p38	99.63	300	0,46
Tubulação p39	92.35	250	0,31
Tubulação p40	5244	300	0,16
Tubulação p41	94.41	250	0,00
Tubulação p42	28.38	250	1,77
Tubulação p43	95.24	300	2,28
Tubulação p44	36.78	250	2,79
Tubulação p45	4501	200	3,30
Tubulação p46	4599	250	3,81
Tubulação p47	130.7	250	4,32
Tubulação p48	68.02	200	4,83
Tubulação p49	26.97	300	5,34
Tubulação p50	64.64	250	5,85
Tubulação p51	57.66	250	1,25
Tubulação p52	64.27	200	4,11
Tubulação p53	64.69	250	6,97
Tubulação p54	57.64	200	1,07
Tubulação p55	64.71	200	1,89
Tubulação p56	59.92	250	1,56
Tubulação p57	63.02	200	2,05

Tabela 22 – Resultados de Perda de Carga nos Trechos (Continuação)

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/km)
Tubulação p58	4556	250	0,25
Tubulação p59	4556	200	0,26
Tubulação p60	4557	250	1,16
Tubulação p61	4.6	300	2,05
Tubulação p62	4099	250	3,05
Tubulação p63	87.57	250	1,05
Tubulação p64	3219	200	2,64
Tubulação p65	86	250	3,02
Tubulação p66	3.47	300	3,40
Tubulação p77	24.44	250	3,78
Tubulação p78	7496	300	4,16
Tubulação p79	179.2	250	4,54
Tubulação p80	7967	250	4,92
Tubulação p85	17.81	300	5,30
Tubulação p86	42.19	250	5,68
Tubulação p87	191.2	200	6,06
Tubulação p88	4882	250	6,44
Tubulação p89	4601	250	1,16
Tubulação p90	5829	200	2,05
Tubulação p91	4845	300	3,05
Tubulação p92	97.98	250	1,05
Tubulação p93	78.37	250	2,64
Tubulação p94	43.64	200	2,58
Tubulação p95	5133	250	2,77
Tubulação p96	95.71	200	2,97
Tubulação p97	101.3	200	3,16
Tubulação p98	86.62	250	3,36
Tubulação p99	105.6	200	3,55

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/km)
Tubulação p100	89.92	250	2,28
Tubulação p101	89.35	200	2,79
Tubulação p102	85.73	250	3,30
Tubulação p103	7362	300	3,81
Tubulação p104	80.94	250	4,32
Tubulação p105	19.3	250	4,83
Tubulação p106	84.52	200	5,34
Tubulação p107	85.26	250	5,85
Tubulação p108	117.6	300	1,25
Tubulação p109	95.1	250	4,11
Tubulação p110	95.88	300	4,57
Tubulação p111	86.57	250	4,72
Tubulação p112	90.17	250	4,86
Tubulação p113	105.3	300	5,00
Tubulação p114	111.6	250	5,14
Tubulação p115	113.9	200	1,16
Tubulação p116	3554	250	2,05
Tubulação p117	3564	250	3,05
Tubulação p118	280.9	200	1,05
Tubulação p119	4587	300	2,00
Tubulação p120	107.8	250	2,07
Tubulação p121	118	250	2,14
Tubulação p122	118.1	200	2,21
Tubulação p123	88.5	250	2,28
Tubulação p124	98.47	200	2,34
Tubulação p125	21.92	200	2,28
Tubulação p126	4696	250	2,34
Tubulação p127	110	200	2,41

Tabela 22 – Resultados de Perda de Carga nos Trechos (Continuação)

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/km)
Tubulação p128	113.1	250	2,48
Tubulação p129	96.4	200	2,55
Tubulação p130	5644	250	2,62
Tubulação p131	124.9	300	5,85
Tubulação p132	79.93	250	1,25
Tubulação p133	73.37	250	4,11
Tubulação p134	83.11	200	6,97
Tubulação p135	7013	250	1,07
Tubulação p136	112	300	1,89
Tubulação p137	82.4	250	1,56
Tubulação p138	202.1	300	2,05
Tubulação p139	87.33	250	0,25
Tubulação p140	133.5	250	0,26
Tubulação p141	189.9	300	3,81
Tubulação p142	4988	250	4,32
Tubulação p143	5342	200	4,83
Tubulação p144	407.9	250	5,34
Tubulação p145	24.74	250	5,85
Tubulação p146	68.12	200	1,25
Tubulação p147	82.52	300	4,11
Tubulação p148	33.19	250	6,97
Tubulação p149	4.5	250	4,11
Tubulação p150	176.1	200	4,11
Tubulação p151	17.13	250	1,68
Tubulação p152	91.36	200	1,53
Tubulação p153	150.4	200	1,37
Tubulação p154	71.61	250	1,22
Tubulação p155	352	200	1,07

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/km)
Tubulação p156	94.92	250	0,92
Tubulação p157	65.78	200	0,77
Tubulação p158	521.1	250	0,25
Tubulação p159	16.13	300	1,57
Tubulação p160	157.1	250	3,25
Tubulação p161	145.8	250	2,16
Tubulação p162	97.19	200	6,15
Tubulação p163	117.2	250	0,10
Tubulação p164	496.2	300	2,05
Tubulação p165	5241	250	2,99
Tubulação p166	137	300	3,18
Tubulação p167	103	250	3,37
Tubulação p168	372.3	250	3,56
Tubulação p169	403.6	300	3,75
Tubulação p170	16.11	250	3,75
Tubulação p171	2799	200	3,75
Tubulação p172	84.8	250	3,75
Tubulação p173	32.83	250	0,22
Tubulação p174	13.87	200	0,57
Tubulação p175	78.62	300	2,15
Tubulação p176	58.39	250	4,05
Tubulação p177	2799	250	5,02
Tubulação p178	21.18	200	6,32
Tubulação p179	292.1	250	7,63
Tubulação p180	165.7	200	1,22
Tubulação p181	33.08	200	1,07
Tubulação p182	6748	250	0,92
Tubulação p183	67.1	200	0,77

Tabela 22 – Resultados de Perda de Carga nos Trechos (Continuação)

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/km)
Tubulação p184	47.66	250	0,25
Tubulação p185	54.38	250	1,57
Tubulação p186	54.59	200	2,89
Tubulação p187	52.8	250	4,21
Tubulação p188	36.58	300	5,53
Tubulação p189	11.81	250	6,85
Tubulação p190	17.26	250	1,57
Tubulação p191	6228	200	3,25
Tubulação p192	13.85	250	2,16
Tubulação p193	11	300	2,91
Tubulação p194	50.52	250	3,21
Tubulação p195	19.99	300	3,50
Tubulação p196	3507	250	3,80
Tubulação p197	63.99	250	4,09
Tubulação p198	16.52	300	4,38
Tubulação p199	231.5	250	4,68
Tubulação p200	321.2	200	4,97
Tubulação p201	292.1	250	5,27
Tubulação p202	79.06	250	5,56
Tubulação p203	77.16	200	5,85
Tubulação p204	48.43	300	1,57
Tubulação p205	52.37	250	3,25
Tubulação p206	51.44	250	2,16
Tubulação p207	60.66	200	2,91
Tubulação p208	48.97	250	3,21
Tubulação p209	187.3	200	3,50
Tubulação p210	110.6	200	4,11
Tubulação p211	85.54	250	1,25

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/km)
Tubulação p212	39.46	200	1,68
Tubulação p213	81.48	200	1,53
Tubulação p214	97.24	200	1,37
Tubulação p215	39.04	300	0,37
Tubulação p216	38.55	250	0,97
Tubulação p217	18.99	250	1,06
Tubulação p218	18.99	200	1,27
Tubulação p219	21.09	250	1,03
Tubulação p220	65.27	300	2,05
Tubulação p221	34.74	250	1,53
Tubulação p222	9765	300	1,59
Tubulação p223	47.52	250	1,66
Tubulação p229	23.7	250	1,73
Tubulação p233	108.7	300	2,15
Tubulação p234	36.45	250	3,48
Tubulação p235	54.13	200	2,05
Tubulação p236	50.65	250	0,25
Tubulação p237	26.16	250	1,03
Tubulação p238	9775	200	1,05
Tubulação p239	9775	300	1,08
Tubulação p240	9775	250	1,11
Tubulação p241	9775	250	1,14
Tubulação p242	9775	200	1,17
Tubulação p243	9775	250	2,99
Tubulação p248	118.5	200	3,18
Tubulação p249	48.7	200	3,37
Tubulação p250	15.27	250	3,56
Tubulação p251	15.27	200	3,75

Tabela 22 – Resultados de Perda de Carga nos Trechos (Continuação)

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/km)
Tubulação p252	24.11	200	3,95
Tubulação p253	98.85	200	4,14
Tubulação p258	10.95	200	4,33
Tubulação p259	352.4	200	4,52
Tubulação p260	57.8	200	4,71
Tubulação p261	202.6	250	5,32
Tubulação p262	84.35	200	2,15
Tubulação p263	2319	250	3,02
Tubulação p264	118.1	300	1,02
Tubulação p265	4353	250	3,03
Tubulação p266	38.57	250	1,03
Tubulação p267	25.56	200	1,38
Tubulação p268	11.8	250	1,15
Tubulação p269	921.6	300	0,93
Tubulação p270	224.1	250	0,70
Tubulação p271	5344	300	0,48
Tubulação p272	5176	250	2,05
Tubulação p273	377.1	250	3,02
Tubulação p274	140.6	300	2,05
Tubulação p275	4705	250	3,88
Tubulação p276	5019	200	4,69
Tubulação p277	15.67	250	1,02
Tubulação p278	4223	250	0,26
Tubulação p279	18.03	200	6,05
Tubulação p280	7921	300	7,48
Tubulação p281	445.1	250	0,22
Tubulação p282	119.6	250	3,08
Tubulação p283	282.3	200	6,14

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/km)
Tubulação p284	948	250	1,25
Tubulação p285	11.17	200	1,67
Tubulação p286	160.3	200	0,75
Tubulação p287	167.8	250	0,25
Tubulação p288	161.2	200	1,02
Tubulação p289	60.2	200	0,95
Tubulação p290	209.7	250	1,08
Tubulação p291	6429	200	1,21
Tubulação p293	17.67	250	1,35
Tubulação p294	5465	300	1,48
Tubulação p295	5019	250	1,62
Tubulação p296	2245	250	1,75
Tubulação p297	2247	200	0,25
Tubulação p298	15.41	250	0,98
Tubulação p299	5519	300	3,14
Tubulação p300	1563	250	0,36
Tubulação p301	2047	300	5,01
Tubulação p302	9776	250	2,03
Tubulação p303	22.42	250	3,01
Tubulação p304	11.43	300	6,02
Tubulação p305	28.67	250	5,02
Tubulação p306	5522	200	5,43
Tubulação p307	5734	250	0,20
Tubulação p308	19.43	250	0,54
Tubulação p309	38.29	200	0,37
Tubulação p310	6807	300	0,97
Tubulação p311	7272	250	1,06
Tubulação p312	19.94	250	1,27

Tabela 22 – Resultados de Perda de Carga nos Trechos (Continuação)

Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/km)	Identificador do Trecho	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga (m/km)
Tubulação p313	3428	200	1,49	Tubulação p353	230.1	200	0,37
Tubulação p314	3609	250	1,70	Tubulação p354	5.56	250	0,97
Tubulação p315	12.79	200	1,92	Tubulação p355	999.5	300	1,06
Tubulação p316	13.96	200	2,13	Tubulação p356	5576	250	1,27
Tubulação p317	1115	250	1,59	Tubulação p357	219.4	300	1,62
Tubulação p318	1196	200	1,66	Tubulação p358	12.83	250	1,89
Tubulação p319	3596	250	1,73	Tubulação p359	892.8	250	2,17
Tubulação p320	3.59	200	2,15	Tubulação p360	1062	300	2,45
Tubulação p321	17.84	250	3,48	Tubulação p361	99.14	250	2,73
Tubulação p322	5915	300	3,40	Tubulação p362	67.04	200	3,01
Tubulação p323	959.3	250	3,83	Tubulação p363	4468	250	3,29
Tubulação p324	22.34	200	4,25	Tubulação p364	31.19	250	3,57
Tubulação p325	40.21	250	4,68	Tubulação p365	301.7	200	6,15
Tubulação p326	5305	300	1,92	Tubulação p366	7744	300	0,10
Tubulação p327	638	250	2,13	Tubulação p367	5411	250	2,05
Tubulação p328	4695	250	1,59	Tubulação p368	116.9	250	2,99
Tubulação p329	9681	200	1,66	Tubulação p369	11.95	200	3,92
Tubulação p330	1443	250	1,50				
Tubulação p331	15	300	1,37				
Tubulação p332	1108	250	1,24				
Tubulação p333	8227	300	1,11				
Tubulação p334	4313	250	0,98				
Tubulação p335	141.6	200	0,84				
Tubulação p336	4963	250	0,71				
Tubulação p346	552.2	300	2,15				
Tubulação p347	5.7	250	3,48				
Tubulação p352	6232	250	3,40				

Fonte: Autoria Própria

Após a análise dos resultados da simulação, é possível observar que as pressões e perdas de carga atendem os limites da norma.

- Pressão Dinâmica Mínima = 10mca
- Pressão Estática Máxima = 50mca
- Perda de Carga Máxima = até 8 m/km

Sendo que menos de 1% dos nós (n10 e n73) estão com pressões acima de 50 mca e não excedem 52 mca, esse resultado pode ser desconsiderado.

7. DISCUSSÕES FINAIS

De acordo com o estudo populacional realizado, pode-se perceber que o crescimento populacional de Birigui em 30 anos é brando. Com isso, o aumento do consumo de água na cidade é suprido pelos diâmetros das redes primárias (diâmetros maiores ou iguais a 200mm) já existentes, devendo apenas se atentar ao volume de reservação que deve aumentar de 15842,11 m³ para 17305,76 m³, totalizando um adicional de 1463,65 m³, que poderão ser alocados conforme melhor solução logística de reservatórios, podendo ampliar um já existente ou possivelmente construir reservatório novos.

Já que a cidade tem uma baixa tendencia de verticalização, é possível que ocorra uma expansão no sentido dos limites da divisão municipal, exigindo um novo estudo que aborde a extensão das redes secundárias para abastecer o surgimento de novos bairros.

Foi possível observar que pode-se manter a operação das redes primárias no seu estado atual, devendo haver manutenções periódicas para o bom estado das tubulações e peças hidráulicas.

Por fim, vale a pena ressaltar também a importância do cuidado com as instalações de captação, reservação, tratamento e distribuição, que se encontram com algumas partes em estado de deterioração. A boa apresentação de instalações que são responsáveis pelo cuidado com a água e esgoto do município causam conforto na população e refletem em uma maior adesão pública de manutenção desses espaços.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12218**: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. – Procedimento. São Paulo, 2017, 23p.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12217**: Projeto de Reservatório de distribuição de água para abastecimento público. – Procedimento. São Paulo, 1994, 4p.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12211**: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água. – Procedimento. São Paulo, 1992, 14p.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água**, volume I.

CETESB. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2021.

DE MELO PORTO, R. **Hidráulica Básica**. 4. ed – São Carlos– Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2006. Projeto REENGE. Editora RiMa Artes e Textos.

Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), 2021.

Em Sampa Sem Segredos, Aeroportos do Brasil (2020).

Google Earth (2021).

IBGE. Cidades. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

IGC. Disponível em: <http://www.igc.sp.gov.br/produtos/index.html>. Acesso em: 14 jan. 2021. Inventário Florestal do Estado de São Paulo (2006).

Levantamento Pedológico Detalhado da Área Experimental Provisória Unitoledo, Araçatuba-SP (2011). Bibliografia Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005).

PAULO, **Inventário Florestal** Estado de São. . 2017. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2020/08/novo-inventario-florestal-do-esp-aponta-crescimento-de-214-mil-hectares-de-vegetacao-nativa-no-territorio-paulista/>. Acesso em: 07 jan. 2022.

PLANEJAMENTO TÉCNICO-OPERACIONAL E INSTITUCIONAL DO SERVIÇO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE BIRIGUI, contratado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, contrato 06/47-3221, no âmbito do Projeto BRA/99/030 - Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS, do Ministério das Cidades, junto ao Consórcio PROCESL/COBRAPE. PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE BIRIGUI (2015).

Prefeitura de Birigui/SP – **Plano Diretor** (2015).

SEADE. Municípios. 2021. Disponível em: <https://municipios.seade.gov.br/>. Acesso em: 22 dez. 2021.

Secretaria Municipal da Saúde de Birigui (2021).

Sigrh SP (1997).

TEMPO, **Clima**. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/558/saopaulo-sp>. Acesso em: 10 dez. 2021.

TSUTIYA, M. T. **Técnicas de Abastecimento de Água**. 4. ed - São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

ANEXO A – SETORIZAÇÃO E REDES BIRIGUI



