

# ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO DE CONDOMÍNIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

## *ESTIMATE OF WATER CONSUMPTION: CASE STUDY OF A MULTIFAMILY RESIDENTIAL CONDOMINIUM*

SILVA, Juliana Almeida<sup>1</sup>  
NÓBREGA, Marcelo de Jesus Rodrigues<sup>2</sup>

**Resumo:** O sistema de abastecimento de água inicia-se pela captação da água, tratamento adequado tornando potável e distribuição em quantidade suficiente para suprir suas necessidades de consumo. Esse sistema de abastecimento pode ser dimensionado, levando em consideração pequenas populações ou para grandes metrópoles, se adequando a necessidade da região. Mesmo com mais de 70% da superfície da Terra ser coberta por água, menos de 1% é própria para o consumo. Cerca de 97% da água disponível no planeta são mares e oceanos e apenas 3% são água doce. E destes 3%, 2% estão em geleiras, sobrando menos de 1% para nosso consumo. Sendo um recurso natural renovável, a água é essencial para a sobrevivência humana. Neste trabalho, será feito uma revisão bibliográfica de forma a entender os fatores influenciadores do consumo de água em um condomínio. O trabalho realizado foi um estudo de caso de um Empreendimento Residencial Multifamiliar Horizontal que será implantado no bairro Vila Rica, Município de Itaboraí, região Metropolitana do Rio de Janeiro. Na análise foi utilizado como base o Estudo de Impacto de Vizinhança do Empreendimento.

**Palavras-chave:** água; consumo; recurso.

**Abstract:** The water supply system begins with water collection, adequate treatment, making it potable and distributing it in sufficient quantity to meet its consumption needs. This supply system can be scaled, taking into account small populations or for large cities, adapting to the needs of the region. Even though more than 70% of the Earth's surface is covered by water, less than 1% is fit for consumption. About 97% of the water available on the planet is seas and oceans and only 3% is fresh water. And of these 3%, 2% are in glaciers, leaving less than 1% for our consumption. As a renewable natural resource, water is essential for human survival. In this work, a bibliographic review will be done in order to understand the influencing factors of water consumption in a condominium. The work carried out was a case study of a Horizontal Multifamily Residential Development that will be implemented in the Vila Rica neighborhood, Municipality of Itaboraí, Metropolitan region of Rio de Janeiro. The Neighborhood Impact Study of the Enterprise was used as a basis for the analysis.

**Keywords:** water; consumption; resource.

<sup>1</sup> Engenheira Civil – Universidade Santa Úrsula – juliana.almeida@souusu.com.br

<sup>2</sup> Pós Doc e Engenharia – Universidade Santa Úrsula - marcelo.nobrega@usu.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

No planeta existem vários ecossistemas e os diferentes seres que habitam nela dependem da água. A água está presente em grande quantidade nas mais diversas formas de vida existentes no meio ambiente, sendo um bem comum. Este mineral está presente em toda a natureza, nos estados sólido, líquido e gasoso. Sendo essencial para a sobrevivência de homens e animais. A água possui característica própria, pois é um recurso que se renova pelos processos físicos do ciclo hidrológico.

Este recurso natural encontra-se cada vez mais limitado pelas ações impactantes do homem nas bacias hidrográficas, prejudicando os ecossistemas. A escassez de água pode ser para muitos países um dos fatores limitantes para o desenvolvimento.

Foi nos últimos trinta anos, depois de mais de um século de extraordinário progresso científico e material, que ganhou força a ideia de que o uso indiscriminado dos recursos naturais poderia levar à destruição da vida no Planeta. As florestas, os oceanos, os rios e a atmosfera passaram a ser objeto de preocupação e cuidados por parte de todos. (SILVA, *et. al.*, 2003. p. 18).

Para que haja planejamento e gerenciamento de um sistema de abastecimento de água, a previsão do consumo de água é um dos fatores de grande relevância. A operação e gerenciamento desse sistema de abastecimentos e a possibilidade de ampliação ou melhorias estão associadas à demanda de água. Todas estas etapas devem ser levadas em consideração durante o projeto de abastecimento de água.

Neste trabalho, será feita uma revisão bibliográfica de forma a entender os fatores influenciadores do consumo de água em um condomínio. O trabalho realizado foi um estudo de caso de um Empreendimento Residencial Multifamiliar Horizontal que será implantado no bairro Vila Rica, Município de Itaboraí, região Metropolitana do Rio de Janeiro. Na análise foi utilizado como base o Estudo de Impacto de Vizinhança do Empreendimento.

Este trabalho tem como objetivo utilizar a literatura existente na estimativa de consumo de água, comparando o consumo apresentado no Estudo de Impacto de Vizinhança de um Empreendimento Residencial Multifamiliar Horizontal que será implantado no bairro Vila Rica, Município de Itaboraí, região Metropolitana do Rio de Janeiro. Tendo assim, como objetivo geral, determinar se o estudo de caso se encontra de acordo com as bases bibliográficas.

Para melhor planejamento e gerenciamento de um sistema de abastecimento de água, deve-se prever o consumo de água *per capita*. Para operar e gerenciar um sistema de

abastecimentos ou executar melhorias deve-se estimar a demanda de água, levando em consideração o ambiente, atividade realizada no local e quantidade de pessoas.

O presente trabalho foi elaborado com base em um Estudo de Impacto de Vizinhança de um Empreendimento Residencial Multifamiliar Horizontal que será implantado no bairro Vila Rica, Município de Itaboraí, região Metropolitana do Rio de Janeiro. Será realizada uma comparação entre a demanda de água apresentada com a literatura, avaliando os requisitos necessários para o dimensionamento do abastecimento.

## **2. METODOLOGIA**

A pesquisa utilizada no presente estudo de caso foi pesquisa explicativa, buscando identificar as causas, aplicando método matemático, levantando informações sobre abastecimento de água, cálculo de vazão e relacionando os dados fornecidos com a literatura existente.

A técnica de pesquisa utilizada foi a documental buscando registros, sistematização de dados e colocando-os em análise.

Esta pesquisa tem como objetivo descrever as características e utilizar técnicas padronizadas comparando o estudo de caso com a bibliografia utilizada.

## **3. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Em um projeto de engenharia deve apresentar os elementos e informações para execução de uma obra com segurança. Diversos fatores devem ser levados em consideração como funcionalidade, adequação, facilidade de construção, conservação e operação, durabilidade dos componentes e possibilidade do emprego de mão de obra, material, matérias-primas e tecnologias existentes no local.

Entende-se por concepção de sistema de abastecimento de água, o conjunto de estudos e conclusões referentes ao estabelecimento de todas as diretrizes, parâmetros e definições necessárias e suficientes para a caracterização completa do sistema a projetar. No conjunto de atividades que constitui a elaboração do projeto de um sistema de abastecimento de água, a concepção é elaborada na fase inicial do projeto. O estudo de concepção pode, às vezes, ser precedido de um diagnóstico técnico e ambiental da área em estudo ou, até mesmo, de um Plano Diretor da bacia hidrográfica. (TSUTIYA, 2014, p.9).

## 4. REVISÃO DE LITERATURA

Para concepção de um sistema de abastecimento de água, é necessário a análise de diversos fatores e conhecer os diversos componentes de um sistema.

Uma das principais prioridades das populações é o atendimento por sistema de abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas, pela importância para atendimento às suas necessidades relacionadas à saúde e ao desenvolvimento industrial. (TSUTIYA, 2014, p.1).

Para o dimensionamento dos equipamentos, tubulações e estrutura e possível expansão, deve-se analisar as vazões de água, que estão condicionadas ao consumo médio por habitante, da estimativa do número de habitantes, variações de demanda, tipos de consumidores e diversos outros fatores.

Os consumidores podem ser classificados genericamente em quatro categorias:

- Doméstico;
- Comercial;
- Industrial;
- Público.

Na presente pesquisa prioriza-se a categoria de uso doméstico, por ser o objeto do estudo de caso.

### **Água para uso doméstico**

Este consumo está atribuído ao uso residencial, tanto na área interna como na área externa da habitação. Na área interna é considerada a utilização para bebida, higiene pessoal, preparo de alimentos, lavagem de roupa, lavagem de utensílios domésticos e limpeza em geral. Na área externa é considerado para rega de jardins, limpeza de piso e fachada, piscina, lavagem de veículos, etc.

As pesquisas para determinação de consumo de água de uso doméstico têm sido pouco realizadas em nossa país. A mais conhecida foi elaborada por Francisco Bicalho, publicada em 1905 (Yassuda e Nogami, 1976). Por esse estudo, cada indivíduo consome, em média, de 50 a 90 litros de água por dia. (TSUTIYA, 2014, p.36).

**Tabela 1:** Consumo doméstico de água

Uso	Consumo de água (l/hab.dia)
Bebida	2
Preparo de alimentos	6
Lavagem de utensílios	2-9
Higiene pessoal	15-35
Lavagem de roupas	10-15
Bacia sanitária	9-10
Perdas	6-13
<b>Total</b>	<b>50-90</b>

Fonte: Abastecimento de água, Milton Tomoyuki Tsutiya (2014, p.36)

Para fins de cálculo de consumo residencial diário, estimamos cada quarto social ocupado por duas pessoas e cada quarto de serviço, por uma pessoa. (CREDER, 2022, p.8).

**Tabela 2:** Calculo de consumo

Prédio	Consumo (litros)
Alojamentos provisórios	80 <i>per capita</i>
Casas populares ou rurais	120 <i>per capita</i>
Residências	150 <i>per capita</i>
Apartamentos	200 <i>per capita</i>
Hotéis (s/cozinha e s/lavanderia)	120 por hóspede
Hospitais	250 por leito
Escolas – internatos	150 <i>per capita</i>
Escolas – externatos	50 <i>per capita</i>
Quartéis	150 <i>per capita</i>
Edifícios públicos ou comerciais	50 <i>per capita</i>
Escritório	50 <i>per capita</i>
Cinemas e teatros	2 por lugar
Templos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m <sup>2</sup> de área
Matadouros – animais de grande porte	300 por cabeça abatida
Matadouros – animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Fábricas em geral (uso pessoal)	70 por operário
Postos de serviço p/ automóvel	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m <sup>2</sup>

Fonte: Instalações Hidráulicas e Sanitária, Hélio Creder (2022, p.9)

O abastecimento de água para o consumo humano foi sempre preocupação de todos os povos em todas as épocas. As civilizações,

desde a mais remota Antiguidade, sempre se desenvolveram próximas de cursos d'água; é fato conhecido que, sem água, não pode existir vida humana, pois 70% do nosso corpo é constituído de água, exigindo constante renovação através da ingestão oral. Vários documentos históricos atestam a preocupação do homem em abastecer de água os agrupamentos humanos, desde a Antiguidade. No tempo da Roma dos Césares, foram construídas várias obras de hidráulica, com o objetivo de abastecimento d'água para o consumo humano e também para lazer, como por exemplo as famosas piscinas romanas. (CREDER, 2022, p.1).

No Brasil, as pesquisas com esse teor ainda são incipientes, e o que se tem são trabalhos orientados para solucionar a falta de saneamento básico nas cidades, por meio do aumento da oferta ou da otimização de mananciais como forma de equilibrar a demanda exigida pelo crescimento das cidades. (BARRETO, 2008, p.24)

Na mesma medida em que a cidade cresceu em tamanho com ruas e avenidas, também cresceu a demanda por água, resultando em obras de infraestrutura para o abastecimento e coleta. Além disso, houve o adensamento populacional nas cidades, resultante dos efeitos da urbanização, que provocou um verdadeiro êxodo rural. (BARRETO, 2008, p.36)

**Tabela 3:** Consumo médio diário per capita por ponto de utilização e por morador

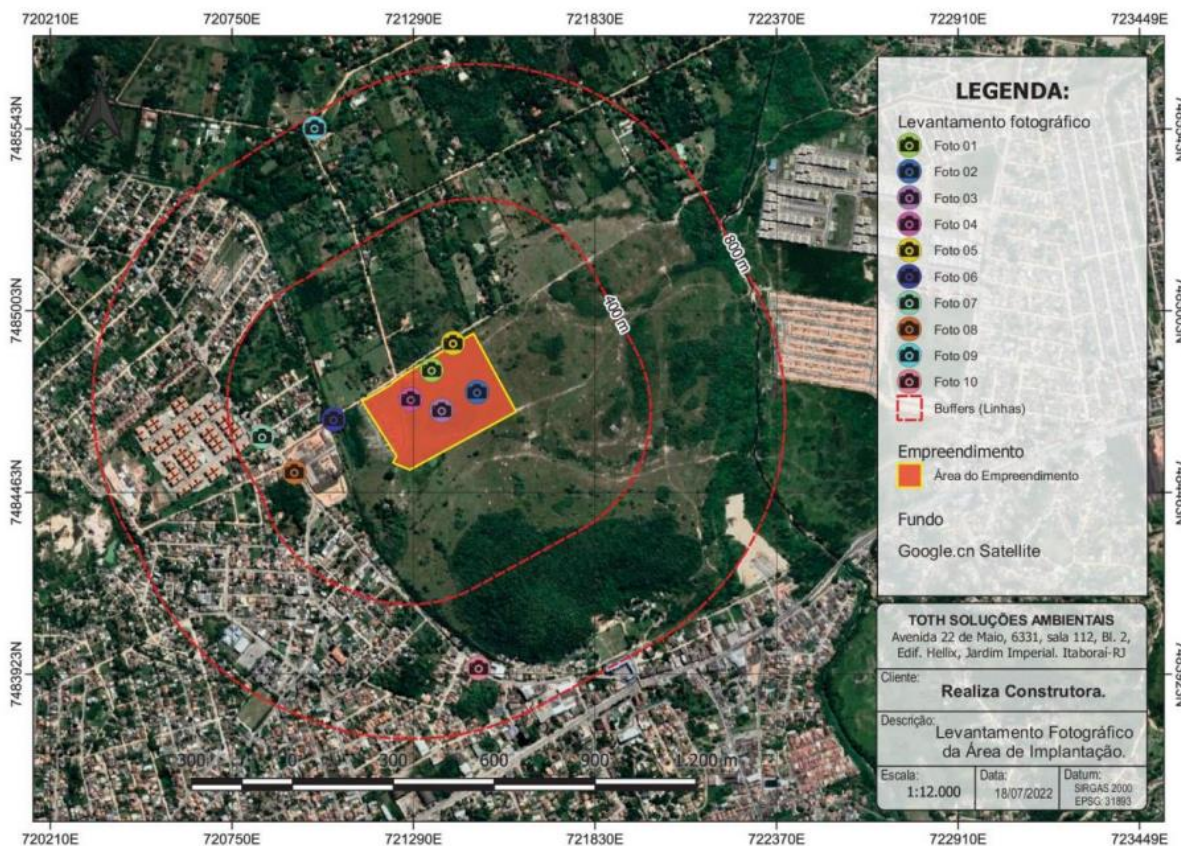
Ponto de utilização	Participação (%)	Consumo (L/dia)	Consumo per capita (L/dia/hab.)
Chuveiro	13,9	106	35,3
Pia de cozinha	12,0	91	30,3
Máquina de lavar roupas	10,9	83	27,7
Tanquinho de lavar	9,2	70	23,3
Tanque com máquina de lavar	8,3	63	21,0
Caixa acoplada	5,5	42	14,0
Tanque	5,4	41	13,6
Lavatório	4,2	32	10,8
Outros usos	30,6	232	77,4
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>788</b>	<b>262,7</b>

Fonte: Perfil do consumo residencial e usos finais da água. (BARRETO, 2008, p.39)

## 5. ESTUDO DE CASO

O Empreendimento objeto de análise, ainda não foi edificado até a conclusão do presente estudo. No primeiro levantamento fotográfico, conforme Figura 1, é possível observar a ausência de edificações e a presença de alguns indivíduos arbóreos espaçados, arbustos e árvores de pequeno porte.

**Figura 1:** Levantamento da área do empreendimento



Fonte: EIV Estudo de Impacto de Vizinhança. Itaboraí/RJ (2022, p.33)

Disponível em: <https://portal.ib.itaborai.rj.gov.br/wp-content/uploads/2022/11/eiv-realiza-construtora-vila-rica.pdf>

O presente Estudo de Caso, tem como base o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), documento público, elaborado pela empresa ABP & TOTH SOLUÇÕES AMBIENTAIS EIREL, localizada na Avenida 22 de Maio, 6331 – Jardim Imperial CEP: 24800-258 – Itaboraí – RJ, CNPJ: 29.737.587/0001-06.

O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) é um instrumento de política urbana municipal, instituído pela Lei Federal n.10.257 de 10 de junho de 2001, o Estatuto da Cidade.

O EIV tem como objetivo analisar e prestar informações de forma clara ao poder público, demonstrando as repercussões da implantação do empreendimento na Cidade, evitando o desequilíbrio decorrente ao crescimento e adensamento da mesma, visando garantir condições mínimas de qualidade de vida para a sociedade.

## 5.1. O Empreendimento

O Empreendimento ocupará uma área total de 98.535,64m<sup>2</sup>, e terá 402 frações ideais, conforme Figura 2 e Figura 3, onde serão construídas edificações de 51,60m<sup>2</sup>, que totalizando



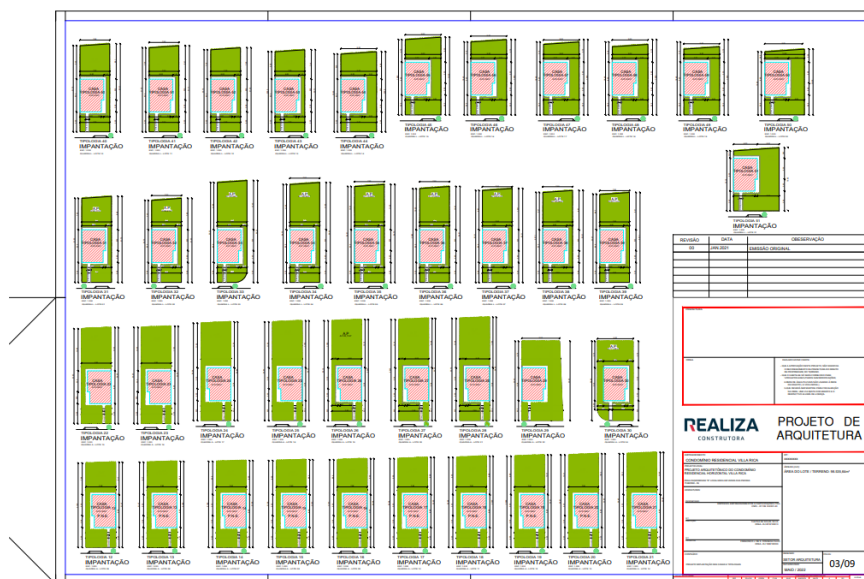
20.743,60m<sup>2</sup> de área construída. Além das residências, serão construídas estruturas como guarita, salão de festas, academia, cuja área somada será de 299,40m<sup>2</sup>, o que elevando a Área Total Construída (ATC) para 21.042,60m<sup>2</sup>, que corresponde a 21,36% da área total de implantação do empreendimento.

**Figura 2: Implantação Geral**



Fonte: EIV Estudo de Impacto de Vizinhança. Itaboraí/RJ (2022)  
Disponível em: <https://portal.ib.itaborai.rj.gov.br/wp-content/uploads/2022/11/eiv-realiza-construtora-vila-rica.pdf>

**Figura 3: Implantação Geral**



Fonte: EIV Estudo de Impacto de Vizinhança. Itaboraí/RJ (2022)  
Disponível em: <https://portal.ib.itaborai.rj.gov.br/wp-content/uploads/2022/11/eiv-realiza-construtora-vila-rica.pdf>

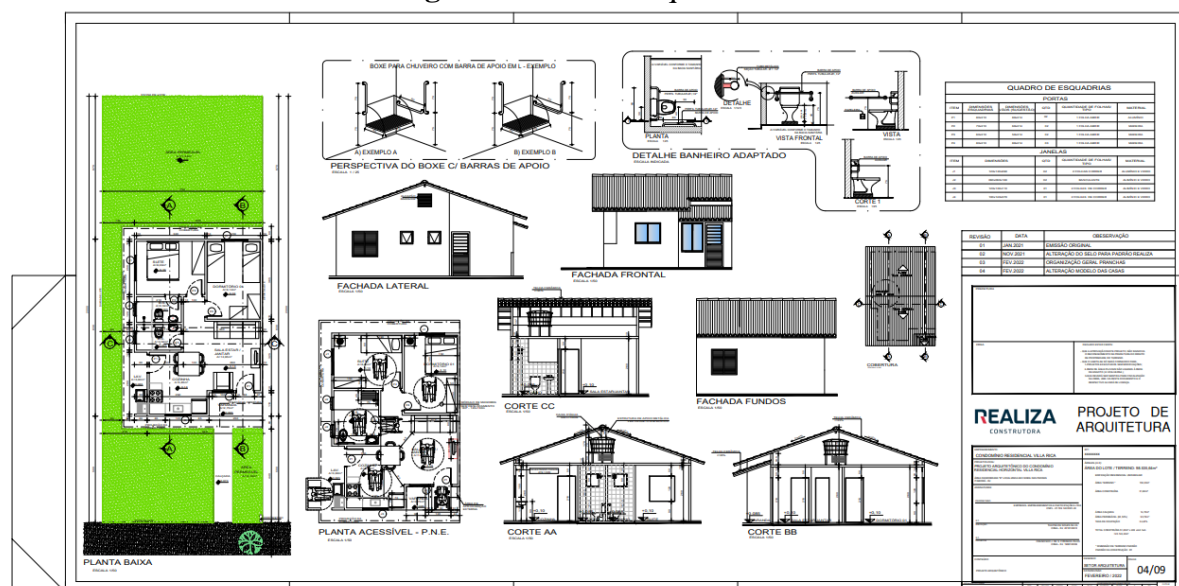


## 6.2 Adensamento e perfil populacional

De acordo com o censo IBGE 2010, a população de Itaboraí era de 218.008 pessoas. Ainda segundo o IBGE, a estimativa populacional para 2021 foi de 244.416 pessoas residentes.

A previsão do empreendimento em análise é a construção de 402 unidades habitacionais com dois dormitórios cada, conforme Figura 4. Segundo recomendação do Caderno Técnico de Implementação do EIV, elaborado pelo Ministério das Cidades, deve-se considerar duas pessoas por dormitório para cálculo de ocupação de cada unidade habitacional. Sendo assim, a previsão de ocupação total do empreendimento é de 1.608 habitantes, o que representa um aumento de 180% na população local. Considerando que este empreendimento se localizará em uma área mais próxima da via principal do bairro, onde o adensamento urbano é mais presente, considera-se positiva a previsão de expansão populacional na localidade.

**Figura 4:** Planta Arquitetônica



Fonte: EIV Estudo de Impacto de Vizinhança. Itaboraí/RJ (2022)

Disponível em: <https://portal.ib.itaborai.rj.gov.br/wp-content/uploads/2022/11/eiv-realiza-construtora-vila-rica.pdf>

## 6.3 Infraestrutura

### 6.3.1 Abastecimento de água

O abastecimento de água potável em residências é obrigatório e deve ser uma das maiores preocupações na implantação de um empreendimento, gerando impactos significativos na região. A empresa responsável emitiu uma Declaração de Possibilidade de Abastecimento de água (DPA) n.ED.ARJ.2022/000982, conforme Figura 2, afirmando haver viabilidade

técnica de abastecimento de água, informando a demanda de água de 8,54 L/s, e informando a necessidade de cumprimento de exigências, solicitando um projeto hidráulico com reservação mínima de 3(três) dias.

**Figura 2:** DPA/DPE Águas do Rio

DocuSign Envelope ID: 310C9E68-309E-453F-B61C-8E5069E920AB

**ÁGUAS DO RIO** RIO1.CCD.2022/000062  
ED.ARJ.2022/000982  
**Viabilidade de Empreendimentos**

**Declaração de Possibilidade de Abastecimento de Água e Declaração de Possibilidade de Esgotamento Sanitário**  
**DPA DPE**

Nº do Processo: 29/2022  
Data da elaboração: 06/04/2022  
Validade de 24 (vinte e quatro) meses

**Dados do Empreendimento**

Nome do empreendimento: Condomínio Residencial Vila Rica  
Endereço: Rua 01  
Bairro: Venda das Pedras  
Município: Itaboraí  
CEP: 24.800-000  
Número: s/nº  
Complemento: Loteamento Vila Rica – Área Desmembrada "B"  
Classificação: Residencial

**Dados do Representante do Empreendimento**

Nome do representante: Francisco Jose de Sousa Fonseca Filho  
Nome da empresa: Realiza Construtora LTDA  
Endereço: Rua Paulo VI  
Bairro: Flamengo  
Município: Rio de Janeiro - RJ  
Telefone: (21) 99173-0182 / (21) 99431-7077  
Número: 500  
Complemento: apt. 2101  
CEP: 22.230-080

**Dados Técnicos**

Demanda de Água: 8,54 L/s  
Descarga de Esgoto: 6,83 L/s  
Quant. Unidades: 410  
Área Total: 98.35,64m<sup>2</sup>

**Exigências**

Registramos o recebimento da solicitação para declaração de possibilidade de atendimento com abastecimento de água e coleta de esgoto para o Condomínio Residencial Vila Rica, localizado na Rua 01, s/nº, Loteamento Vila Rica – Área Desmembrada "B" - Bairro Venda das Pedras - Itaboraí - RJ. Em análise à solicitação, vimos informar que há viabilidade técnica para abastecimento de água e coleta de esgoto do empreendimento em questão.

Porém, para que possamos fornecer o serviço solicitado necessitamos que sejam atendidas as seguintes pendências, ficando o empreendedor responsável por arcar com os todos os custos de projeto e execução de obras de acordo com a solicitação abaixo:

**Para abastecimento de água:**

- Assentamento de aproximadamente 500m de rede DN300 Ferro fundido;
- Deverá ser previsto em projeto hidráulico a reservação mínima de 3 (três) dias.

**Para esgotamento sanitário:**

- Deverá ser instalado dispositivo de tratamento que apresente concentração final do efluente. O dispositivo de tratamento deverá ser constituído, operado e mantido pelo proprietário.

*Claudia Duarte*  
*Rafael F. Andrade*

Av. Barão de Tefé, 34, 10º e 11º andares – Saúde – Rio de Janeiro/RJ – CEP 20220-460.

Fonte: EIV Estudo de Impacto de Vizinhança. Itaboraí/RJ (2022, p.51)  
Disponível em: <https://portal.ib.itaborai.rj.gov.br/wp-content/uploads/2022/11/eiv-realiza-construtora-vila-rica.pdf>

## 6.4 Características sociais

O empreendimento em análise foi elaborado para uma população com renda familiar de até R\$4.000,00, o que corresponde ao perfil de famílias com renda bruta de R\$ 3.800,01 até R\$ 4.400,00 de acordo com o Minha Casa Minha Vida, programa financiador.

## 6.5 Abastecimento de água

### 6.5.1 O Consumo médio de água por pessoa dia

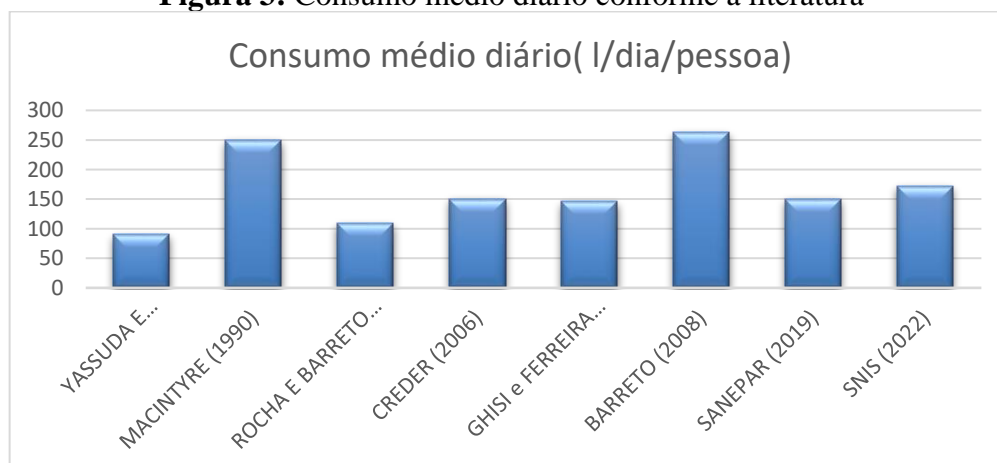
O consumo médio de água de uma comunidade é calculado dividindo-se o total de consumo por dia pelo número de habitantes desta comunidade. A quantidade é variável, e recebe influência de diversos aspectos. A Tabela 4: demonstra o consumo médio diário conforme a literatura consultada, a Figura 3 demonstra os dados da Tabela 4 graficamente.

**Tabela 4:** Consumo médio diário conforme a literatura

Tipo	Consumo (l/dia/pessoa)	Fonte
Doméstico	90 l/hab. dia	YASSUDA E NOGAMI (1976)
Residências	250 l/hab. dia	MACINTYRE (1990)
Residências	109 l/hab.dia	ROCHA E BARRETO (1999)
Residências	150 l/hab. dia	CREDER (2006)
Residências	145,4 l/hab/dia	GHISI e FERREIRA (2007)
Residências	262,7 l/hab.dia	BARRETO (2008)
Residência padrão médio	150 l/hab. dia	SANEPAR (2019)
Consumos domésticos, comercial, público e industrial na cidade do Rio de Janeiro	171,7 l/hab. dia	SNIS (2022)

Fonte: Elaborada pelo Autor (2023)

**Figura 3:** Consumo médio diário conforme a literatura



Fonte: Elaborada pelo Autor (2023)

O consumo de água é determinado em função de uma série de fatores que influenciam a demanda de água. Os principais fatores são:

- Clima;
- Padrão de vida;
- Hábitos;
- Custo;
- Outros fatores.

A quantidade de água consumida varia continuamente em função do tempo e demais fatores, já citados. O consumo doméstico apresenta maior variação do que o consumo industrial. O consumo comercial e público está em posição intermediária.

Assim, foram estabelecidos coeficientes que traduzam esta variação de consumo, para dimensionar o sistema de abastecimento de água.

O coeficiente do dia de maior consumo ( $k_1$ ), é a relação entre o valor de consumo máximo diário em um ano e o consumo médio diário relativo a esse ano. A Tabela 5 demonstra os coeficientes  $k_1$  por localidade.

$$k_1 = \frac{\text{maior consumo diário no ano}}{\text{consumo médio diário no ano}} \quad [1]$$

O coeficiente da hora de maior consumo ( $k_2$ ), é a relação entre a maior vazão horária e a vazão média do dia de maior consumo. A Tabela 6 demonstra os coeficientes  $k_2$  por localidade.

$$k_2 = \frac{\text{maior vazão horária no dia}}{\text{vazão média do dia}} \quad [2]$$

**Tabela 5:** Tabela de coeficiente do dia de maior consumo  $k_1$

<b>Tabela 3.17 – Coeficiente do dia de maior consumo (<math>k_1</math>)</b>			
<b>Autor/Entidade</b>	<b>Local</b>	<b>Ano</b>	<b>Coeficiente <math>k_1</math></b>
DAE	São Paulo – Capital	1960	1,50
FESB	São Paulo - Interior	1971	1,25
Azevedo Netto	Brasil	1973	1,1-1,5
Yassuda e Nogami	Brasil	1976	1,2-2,0
CETESB	Valinhos e Iracemápolis	1978	1,25-1,42
PNB-587-ABNT	Brasil	1977	1,2
Orsini	Brasil	1996	1,2
Azevedo Netto <i>et al.</i>	Brasil	1998	1,1-1,4
Tsutiya	RMSP – Setor Lapa	1989	1,08-3,8
Saporta <i>et al.</i>	Barcelona - Espanha	1993	1,10-1,25

Fonte: Abastecimento de água, Milton Tomoyuki Tsutiya (2014, p.53)

**Tabela 6:** Tabela de coeficiente da hora de maior consumo k2

<b>Tabela 3.18 – Coeficiente da hora de maior consumo (k2)</b>			
<b>Autor/Entidade</b>	<b>Local</b>	<b>Ano</b>	<b>Coeficiente k2</b>
Azevedo Netto	Brasil	1973	1,5
Yassuda e Nogami	Brasil	1976	1,5-3,0
CETESB	Valinhos e Iracemápolis	1978	2,08-2,35
PNB-587-ABNT	Brasil	1977	1,5
Orsini	Brasil	1996	1,5
Azevedo Netto et al.	Brasil	1998	1,5-2,3
Tsutiya	RMSP – Setor Lapa	1989	1,5-4,3
Saporta <i>et. al.</i>	Barcelona - Espanha	1993	1,3-1,4

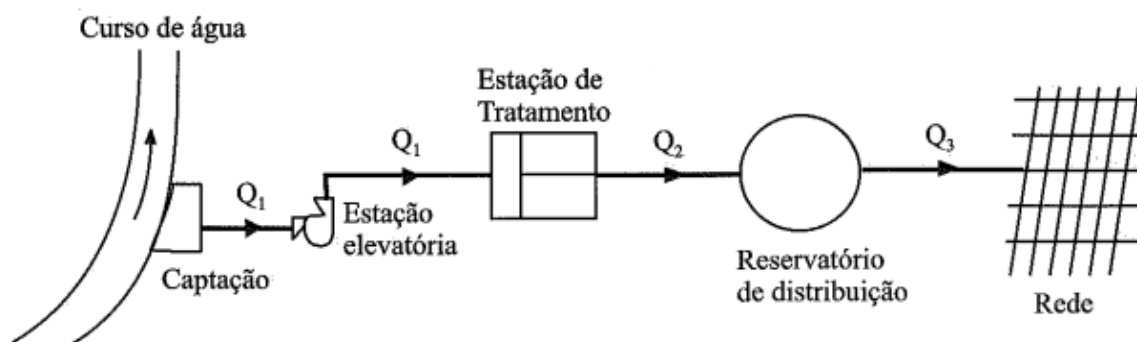
Fonte: Abastecimento de água, Milton Tomoyuki Tsutiya (2014, p.54)

## 6.6 Elementos básicos para concepção do consumo de água

O sistema de abastecimento de água é basicamente formado pelos componentes de Captação, estação elevatória, adutora, estação de tratamento de água, reservatório e rede. A Figura 5 demonstra as partes constituintes deste sistema.

Para o dimensionamento dessas diversas partes, deve ser feita a análise das demandas máximas, levando em consideração o k1 (coeficiente do dia de maior consumo) e o k2 (coeficiente da hora de maior consumo) para que não funcione de forma deficiente.

**Figura 4:** Partes constituintes de um sistema de abastecimento de água



Fonte: Abastecimento de água, Milton Tomoyuki Tsutiya (2014, p.64)

A vazão do reservatório até a rede:

$$Q_3 = \frac{k_1 k_2 P q}{86.400} + Q_{esp} \quad [3]$$

$Q_3$  = vazão do reservatório até a rede (l/s)

$P$  = habitantes a serem considerados no projeto;

$q$  = taxa de consumo *per capita* em (l/hab./dia);  
 $k_1$  = coeficiente do dia de maior consumo  
 $k_2$  = coeficiente da hora de maior consumo  
 $Q_{esp}$  = vazão específica para grandes consumidores (l/s)

### 6.6.1 Cálculo de vazão média de abastecimento

A vazão média é parte constituinte da fórmula anterior.

$$Q = \frac{P \times q \text{ (l/s)}}{86400} \quad [4]$$

Onde:

$Q$  = vazão média anual (l/s)  
 $P$  = habitantes a serem considerados no projeto;  
 $q$  = taxa de consumo *per capita* em (l/hab./dia);

### 6.6.2 Resultados obtidos para vazão média

A população utilizada foi com base no projeto que contempla 402 unidades habitacionais vezes 4 habitantes. Conforme a bibliografia, o cálculo de consumo residencial diário, estimamos cada quarto social ocupado por duas pessoas e cada quarto de serviço, por uma pessoa. (CREDER, 2022).

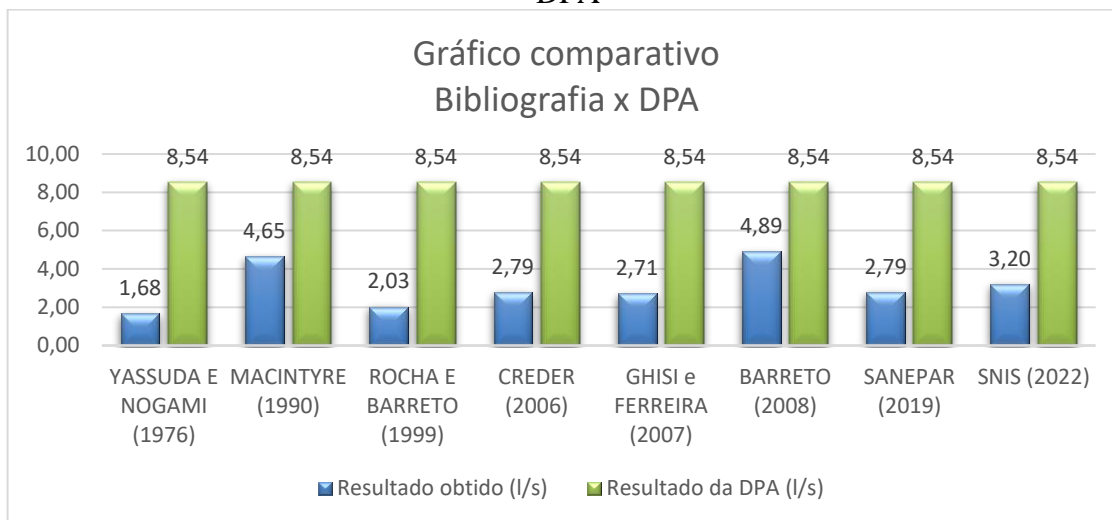
Na Tabela 7 a vazão média calculada utilizando o consumo médio diário de cada fonte bibliográfica. A Figura 6 demonstra graficamente a vazão média comparando com a demanda de abastecimento de 8,54 L/s citada na Declaração de Possibilidade de Abastecimento de água (DPA), desconsiderando os coeficientes  $k_1$  e  $k_2$ .

**Tabela 7:** Vazão média utilizando o consumo médio diário conforme literatura

Fonte	$q$ (l/hab./dia)	$P$ (habitantes)	$Q$ (vazão média)
YASSUDA E NOGAMI (1976)	90,00	1608	1,68
MACINTYRE (1990)	250,00	1608	4,65
ROCHA E BARRETO (1999)	109,00	1608	2,03
CREDER (2006)	150,00	1608	2,79
GHISI e FERREIRA (2007)	145,40	1608	2,71
BARRETO (2008)	262,70	1608	4,89
SANEPAR (2019)	150,00	1608	2,79
SNIS (2022)	171,70	1608	3,20

Fonte: Elaborada pelo Autor (2023)

**Figura 5:** Comparativo entre os resultados obtidos com dados das bibliografias e a vazão da DPA



Fonte: Elaborada pelo Autor (2023)

### 6.6.3 Resultados obtidos aplicando os coeficientes $k_1$ e $k_2$

Na Tabela 8, determina-se os intervalos para aplicação na fórmula de vazão.

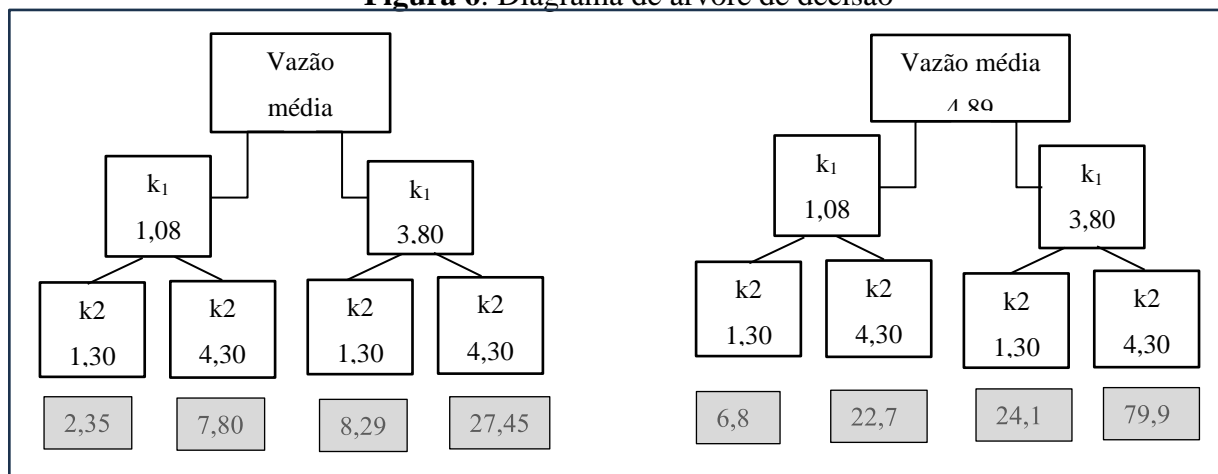
**Tabela 8:** Menor e maior valor a ser considerado

Intervalos	Menor	Maior
vazão média	1,68	4,89
$k_1$	1,08	3,8
$k_2$	1,30	4,3

Fonte: Elaborada pelo Autor (2023)

Na Figura 6 demonstra-se, através de um diagrama de árvore de decisão, as possibilidades de resultados, utilizando os intervalos da Tabela 8.

**Figura 6:** Diagrama de árvore de decisão



Fonte: Elaborada pelo Autor (2023)



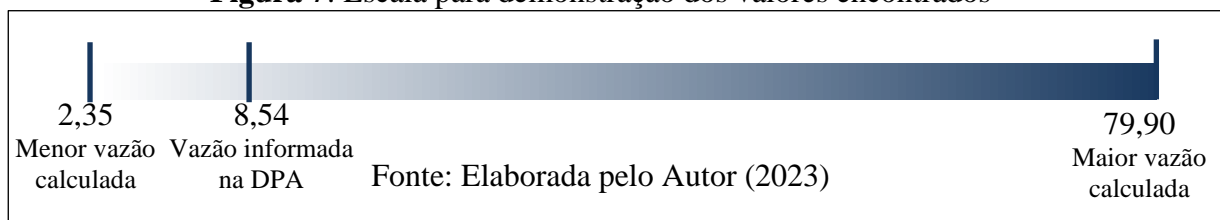
A Tabela 9 exemplifica os valores obtidos na Figura 6, que serão utilizados para a elaboração do gráfico na Figura 7.

**Tabela 9:** Aplicação de análise combinatória para possíveis vazões Q<sub>3</sub>

<b>Vazão média</b>	1,68	1,68	1,68	1,68	4,89	4,89	4,89	4,89
<b>k1</b>	1,08	1,08	3,80	3,80	1,08	1,08	3,80	3,80
<b>k2</b>	1,30	4,30	1,30	4,30	1,30	4,30	1,30	4,30
<b>Possíveis Q<sub>3</sub></b>	<b>2,35</b>	<b>7,80</b>	<b>8,29</b>	<b>27,45</b>	<b>6,87</b>	<b>22,71</b>	<b>24,16</b>	<b>79,90</b>

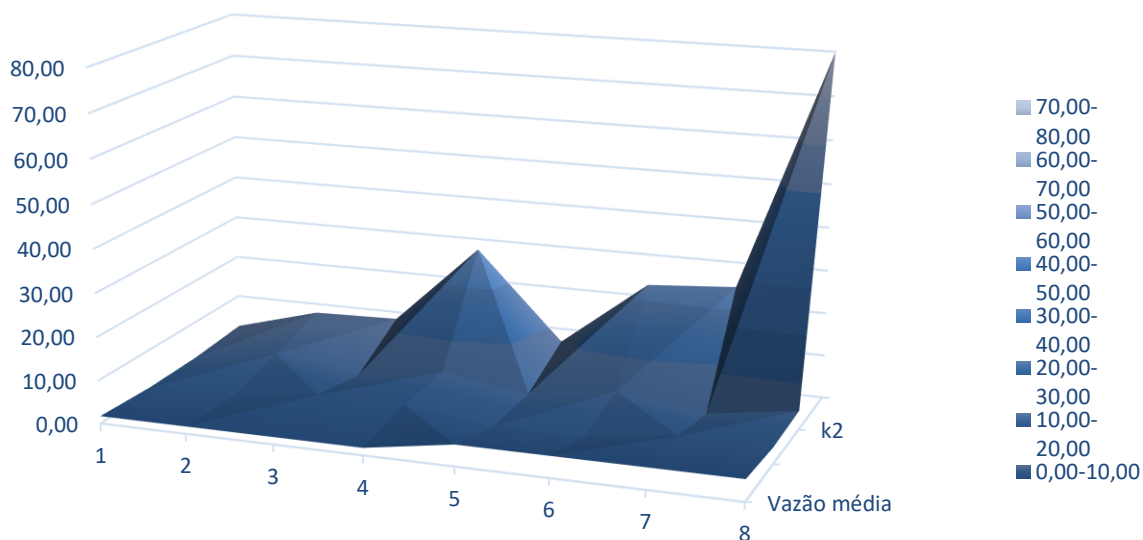
Fonte: Elaborada pelo Autor (2023)

**Figura 7:** Escala para demonstração dos valores encontrados



**Figura 7:** Aplicação de análise combinatória para possíveis vazões Q<sub>3</sub>

### Gráfico de Possíveis Vazões



Fonte: Elaborada pelo Autor (2023)

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o estudo de caso, foram utilizadas diversas referências bibliográficas com o intuito de analisar o cálculo de vazão utilizado na DPA emitida.

Primeiramente foi analisada o consumo por habitante/dia, considerando dois habitantes por quarto chegando ao cálculo de vazão média diária.

Posteriormente, foi determinado o intervalo com maior e menor vazão, fazendo análise combinatória com o intervalo dos coeficientes do dia de maior consumo e coeficiente da hora de maior consumo. Com isso foram obtidas as possíveis vazões no reservatório.

O produto que mais se aproximou do valor da DPA (8,54 l/s) foi com vazão média de 1,68 multiplicado pelo coeficiente  $k_1$  de 3,80 e coeficiente  $k_2$  de 1,30, resultando em uma vazão  $Q_3$  de 8,29l/s.

No presente estudo foi desconsiderada a vazão  $Q_{esp}$ , utilizada como vazão específica de grandes consumidores, pois não há referência deste valor nas bibliografias consultadas.

A pesquisa representa, um alerta sobre tema, e que contribui para ampliar o conhecimento sobre a necessidade metodológicas do levantamento do perfil do consumo de água e atualização dos valores do perfil de consumo residencial. É um tema de grande relevância, tendo em vista a discrepância de valores apresentados.

A recomendação para concepção de consumo, seria a elaboração de um método mais preciso, visando estimar o consumo de água levando-se em consideração os fatores expostos na revisão literária deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5626:2020**: Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro, 2020.

AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDEZ, M. M. **Manual de Hidráulica**. 9ª Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2015.

BARRETO, Douglas. **Perfil do consumo residencial e usos finais da água**. Ambiente Construído, v. 8, n. 2, p. 23-40, 2008.

BRASIL. **Lei Federal n. 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 11 de julho de 2001.

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2022.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ (SANEPAR) - Companhia de Saneamento do Paraná. **Manual de Projetos Hidrossanitários**. 2019. Disponível em: [https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/informacoestecnicas/projeto-hidrossanitario/manual\\_de\\_projeto\\_hidrossanitario\\_marco-2019.pdf](https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/informacoestecnicas/projeto-hidrossanitario/manual_de_projeto_hidrossanitario_marco-2019.pdf). Acesso em 28/09/2023.

GHISI, Enedir; FERREIRA, Daniel (2007). **Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil**. Building and Environment, Amsterdã, v. 42, n. 7, p. 2512-2522, jul. 2007. Disponível em: Acesso em: 03 out. 2023.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Manual de instalações hidráulicas e sanitárias**. LTC-Livros Técnicos e Científicos, 1990.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **SNIS - Série Histórica**. Mdr.gov.br. Brasília: Ministério das Cidades, Governo Federal, 2022.

PEREIRA BARROS, André; FERREIRA S., Luciano; COSTA, L. Priscila. **EIV Estudo de Impacto de Vizinhança – Cond. Residencial em Vila Rica**. Itaboraí, Rio de Janeiro, 2022.

REZENDE, Sonaly; ROLAND, Nathalia; RIBEIRO, Raphael . **Estudo dos determinantes do consumo per capita de água nos municípios brasileiros**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28., 2015, Rio de Janeiro. Anais. Belo Horizonte: ABES, 2015.

ROCHA, A. L., & BARRETO, D. (1999). **Perfil do consumo de água de uma habitação unifamiliar**. In Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (Vol. 20). Rio de Janeiro: ABES.

TOMAZ, Plínio. **Previsão de consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos**. Navegar, 2000.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água**. .ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2014.

YASSUDA E. R., OLIVEIRA W. E., GAGLIANONE, S., NOGAMI P. S., PEREIRA B. E. B., MARTINS J. A., 1976. **Técnica de abastecimento e tratamento de água** – vol. 1. 2a. edição, CETESB, São Paulo – SP.