

Implantação de sistema de captação no
Ribeirão Boa Vista para abastecimento
público da área urbana do município de
Artur Nogueira – SP

Memorial Descritivo

1. Apresentação

O município de Artur Nogueira dista 153 km da capital do Estado e pertence à Região Metropolitana de Campinas – RMC e à UGRHI 5 – Piracicaba-Capivari-Jundiaí, cuja disponibilidade hídrica é considerada crítica. Mais de 70% do abastecimento público da área urbana do município é feito atualmente a partir do barramento Cotrins, que possui condições inadequadas para esta finalidade. Nesse sentido, o presente estudo visa apresentar a alternativa de implantação da nova captação superficial, no Ribeirão Boa Vista, para garantia da segurança hídrica local, tendo em vista um horizonte de abastecimento para o município de 30 anos.

2. Sumário

1 Apresentação.....	2
3 Caracterização do Objeto de Estudo	5
3.1 Histórico do município.....	5
3.1.1 Fundação.....	6
3.1.2 Emancipação.....	6
3.2 Localização do município	7
3.2.1 Principais acessos.....	7
3.2.2 Limites municipais.....	8
3.3 Economia.....	8
3.4 População.....	9
3.5 Clima	10
3.6 Hidrografia.....	11
3.6.1 Principais cursos d'água do município	11
4 Estudos hidrológicos e hidráulicos	12
4.1.1 Bacia hidrográfica do Ribeirão Boa Vista.....	12
4.2 Sistema de Abastecimento público e Captações Existentes	13
4.2.1 Consumo diário <i>per capita</i>	15
4.2.2 Vazão a ser regularizada	17
4.3 Alternativas locais.....	18
4.3.1 Premissas de implantação	18
4.4 Regionalização hidrológica	21
4.4.1 Vazão mínima de referência (Q _{7,10}) – vazão anual de 7 dias consecutivos	22
4.4.2 Volume necessário para regularização de vazão com possibilidade percentual de falha de 5 % de probabilidade em um ano qualquer.....	22
5 Projeto básico do Barramento	28
5.1 Levantamento de campo	28
5.2 Definição das coordenadas de locação do eixo do barramento	29
5.3 Dimensionamento do vertedouro extravasor.....	31

5.3.1 Definições do CN – Curve Number	35
5.3.2 Intensidade e distribuição temporal da precipitação – chuva de projeto.....	40
5.4 Cálculo do descarregador de fundo.....	47
5.5 Tomada d’água e casa de bombas.....	47
6 Planilha orçamentária e cronograma físico-financeiro	48
7 Anexo I – Projeto básico.....	48
8 Anexo II – Planilha Orçamentária.....	49
9 Anexo III – Cronograma físico-financeiro.....	49
10 Anexo IV – Especificações técnicas e critérios e medição.....	49

3. Caracterização do Objeto de Estudo

3.1 Histórico do município

O território do atual município de Artur Nogueira pertenceu até o início do século XX à famílias tradicionais paulistas, como João e Matheus Ferreira de Camargo, conhecidos por “Doricos”, estabelecidos no Guaiquicá, hoje município de Engenheiro Coelho; Francisco Pinto Adorno e irmãos no Mato Dentro; João Sertório e Dona Maria Glória Sertório no bairro do mesmo nome; os irmãos Magalhães na Fazendinha; Pedro da Cunha Claro no Taperão; os Cotrins no bairro do mesmo nome; os Amarais no bairro do mesmo nome; Jorge Tibiriçá no Ribeirão; Fernando Arens no Sítio Novo e os Rosas na Fazenda Palmeiras.

Próxima de todas essas terras estava a propriedade da empresa Artur Nogueira & Cia, proprietária da Usina Ester, produtora de açúcar. O então território da atual sede municipal era chamado de “Lagoa Seca” e pertencia ao município de Mogi Mirim.

A ferrovia atingiu a região em 1907, através da Estrada de Ferro Funilense, como ponta do primeiro prolongamento da linha após a abertura da mesma em 1899[9]. O prolongamento da linha passava em terras da fazenda São Bento, de propriedade de Artur Nogueira, que as doou à Funilense em 1905.

Já a estação ferroviária foi erguida na gleba seguinte à fazenda, a pedido de seu proprietário Fernando Arens, e ficava próxima ao armazém de Francisco Cabrino, cujo prédio foi o primeiro a ser edificado e ainda hoje existe na atual Rua 15 de Novembro.

A estação acabou recebendo o nome de Artur Nogueira, em homenagem ao doador das terras, apesar do local ser conhecido como Lagoa Seca, e por isso seu nome acabou por prevalecer, dando origem a atual denominação do município.

A povoação surgiu em torno dela, onde no ano seguinte é que vieram os verdadeiros fundadores da cidade, ocupando os lotes do patrimônio doado por Fernando Arens. Entre eles José Sanseverino, Júlio Caetano, João Pulz, Henrique Steckelberg, os Andrades, os Mauros, etc. Já se achavam também radicados na zona rural os irmãos Tagliari

3.1.1 Fundação

Por força do Decreto nº 1.300 de 22 de agosto de 1904 foi anexada ao Núcleo Colonial Campos Salles uma gleba de terras doada por Artur Nogueira & Cia ao Governo do Estado, formando a seção “Artur Nogueira” do núcleo.

3.1.2 Emancipação

O rápido desenvolvimento foi favorecido pelas intensas imigrações italiana, alemã e espanhola, os quais cultivando a terra e criando gado iam aos poucos adquirindo as terras dos primitivos donos em pequenas glebas, acabando-se os grandes latifúndios. Depois, com a valorização do café, formaram-se nessas glebas grandes cafezais, mais tarde substituídos em parte por arroz e algodão.

Em 1916 foi criado o distrito de paz, subordinado à Comarca de Mogi Mirim. A instalação do cartório deu-se no ano seguinte, a 18 de outubro de 1917, tendo sido João Quintino de Brito o primeiro Oficial de Cartório e Henrique Steckelberg o primeiro Juiz de Paz.

Em 1948 teve início o movimento para a emancipação do distrito, com assinaturas em listas de todos os habitantes da vila que desejassem a emancipação. Sendo estas em grande número, foi requerido o plebiscito, o qual deu a vitória à emancipação, obtendo da Assembleia Legislativa do Estado parecer favorável à criação do município. Assim foi criado o município de Artur Nogueira, sendo que a primeira eleição acusou a vitória do senhor Severino Tagliari para prefeito, assumindo o cargo em 10 de abril de 1949. Assim, foi elevado à categoria de município com a denominação de Artur Nogueira pela Lei nº 233 de 24/12/1948, desmembrado de Mogi Mirim.

Posteriormente, pela Lei nº 3.198 de 23/12/1981 foi criado o distrito de Engenheiro Coelho que mais tarde, pela Lei nº 7.644 de 30/12/1991 foi desmembrado do território do município de Artur Nogueira e se emancipou.

3.2 Localização do município

3.2.1 Principais acessos

O acesso ao município é feito pelas Rodovias Anhanguera (SP-330) ou Bandeirantes (SP-348) até alcançar a Rodovia Professor Zeferino Vaz (SP-332). Alternativamente, pode ser utilizada a Rodovia Fernão Dias (BR-381) até o cruzamento com a Rodovia Dom Pedro I (SP-065) no município de Bragança Paulista, de onde se segue rumo à Campinas até a Rodovia Professor Zeferino Vaz (SP-332).

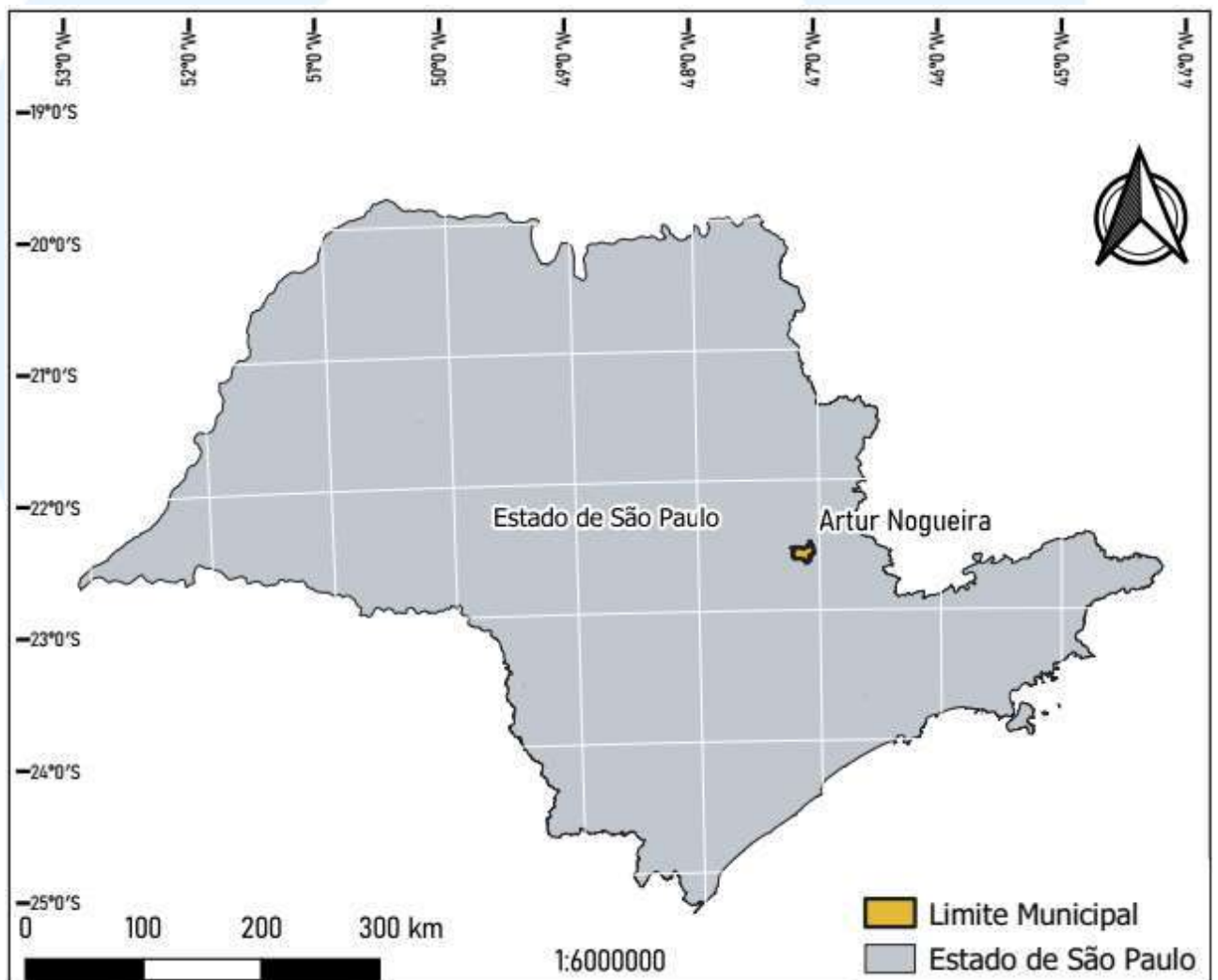


Figura 1. Localização do município no Estado de São Paulo (fonte: DAEE)

3.2.2 Limites municipais

O município é limítrofe com os municípios de Cosmópolis, Engenheiro Coelho, Holambra, Limeira e Mogi-Mirim.

3.3 Economia

O Município apresentou em 2000 um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,796. Seu IDHM apresentou valor abaixo que o da média do Estado, que foi 0,814. Quanto ao Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS), em 2002, 2004 e 2006, apresentou valores que o inseriram no Grupo 4, grupo dos municípios com baixos níveis de riqueza e nível intermediário de longevidade e/ou escolaridade.

Nos períodos 2004 e 2006, apresentou IPRS Dimensões Riqueza e Escolaridade inferior ao valor médio do Estado.

Em 2007, 39,08% da população com vínculo empregatício se localizou no setor industrial, enquanto na RMC esta população equivalia a 33,14% e no Estado de São Paulo a 23,94%. O segundo setor que mais empregou foi o de serviços, equivalendo a 26,92% da população com vínculo empregatício, sendo que para a RMC este valor foi de 41,23% e para o Estado, de 50,02%. O setor que menos empregou foi o da construção civil, 0,93% para o Município, 2,95% na RMC e 3,33% em todo o Estado.

Considerando o rendimento médio no total dos vínculos empregatícios (Figura 3), a população com vínculo empregatício de Artur Nogueira recebeu valores mensais em torno de R\$ 880,00. Este valor de rendimento médio no total dos vínculos empregatícios representa cerca de 55% do rendimento médio observado na RMC que foi R\$ 1.598,83. No setor de serviços, o segundo que mais empregou no Município, o valor do rendimento médio foi de R\$ 1.043,33, o maior valor observado; porém, inferior e correspondendo a cerca de 2/3 dos praticados na RMC, que foi R\$ 1.667,26, e no Estado de São Paulo, que foi R\$ 1.630,26.

3.4 População

Ao longo dos últimos anos, o município tem experimentado elevadas taxas de crescimento, da ordem de 3,9% ao ano. Destaca-se o acelerado crescimento observado entre os anos de 1980 e 1990, quando a população local cresceu na ordem de 7,60% ao ano, o que fez a população municipal praticamente dobrar no período. Considerando o horizonte de projeto de 2050 com as atuais tendências de crescimento, o município deverá ter seu atendimento em saneamento para cerca de 85.000 habitantes, praticamente o dobro da população atual.

Este elevado crescimento populacional pode ser parcialmente explicado pela forte aceleração econômica da Região Metropolitana de Campinas, no período, passando as cidades satélites a funcionar como “cidades-dormitório” ao polo de desenvolvimento.

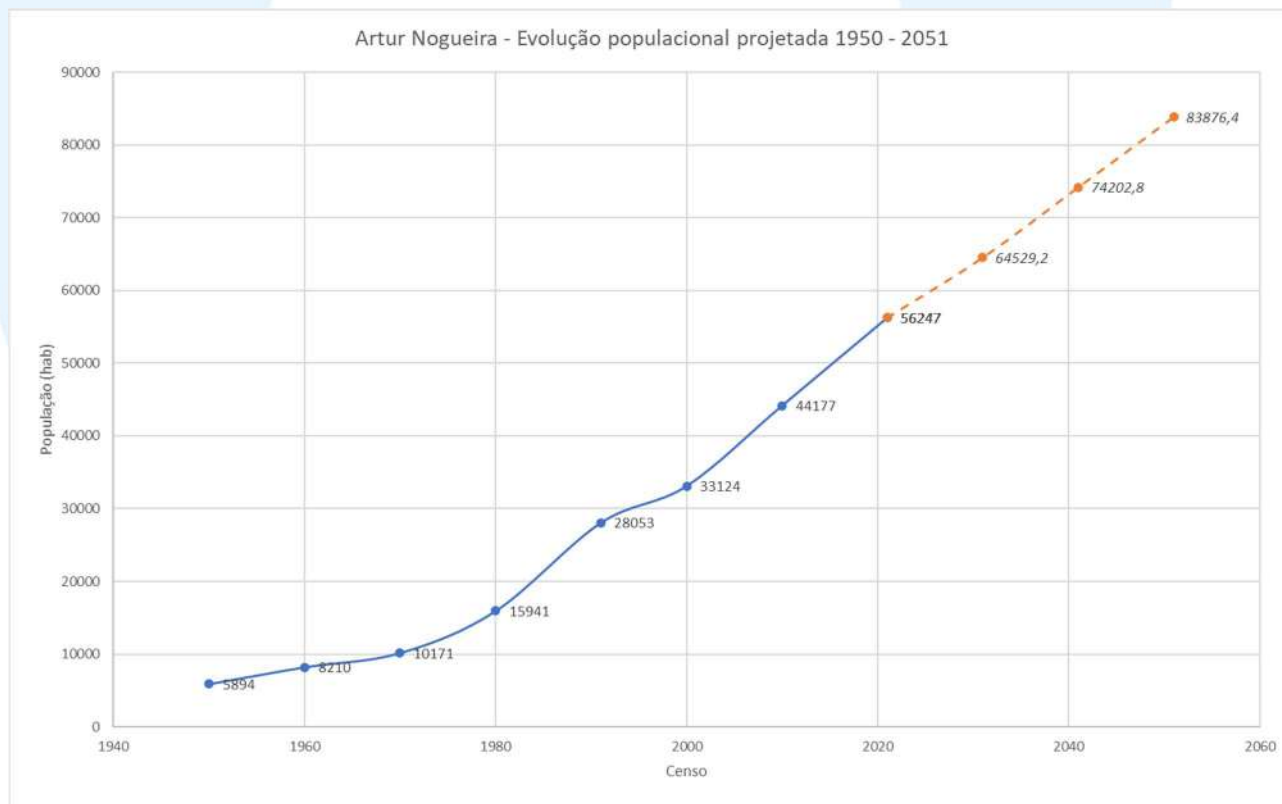


Figura 2. Crescimento populacional do município entre 1950 e 2021, com estimativa populacional para 2050.

A análise do gráfico de evolução populacional apresentado na figura 2 acima, indica que no horizonte de plano (ano de 2050), a população total do município de Artur Nogueira deverá se situar em torno de 85.000 habitantes, mantidas as atuais taxas de crescimento populacional para o município.

3.5 Clima

O município possui um verão longo, morno, abafado, com precipitação e de céu quase encoberto; o inverno é curto, agradável e de céu quase sem nuvens. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 12 °C a 30 °C e raramente é inferior a 8 °C ou superior a 34 °C. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima local é classificado como Clima subtropical úmido tipo **Cfa**.

A estação quente permanece por 5,7 meses, de 13 de outubro a 3 de abril, com temperatura máxima média diária acima de 29 °C. O dia mais quente do ano é 14 de fevereiro, cuja temperatura máxima média é de 30 °C e a mínima média é de 20 °C.

A estação fresca permanece por 2,5 meses, de 14 de maio a 29 de julho, com temperatura máxima diária em média abaixo de 25 °C. O dia mais frio do ano normalmente é ao longo do mês de julho, com média de 12 °C para a temperatura mínima e 25 °C para a máxima.

A figura a seguir apresenta as amplitudes máximas e mínimas mensais para o município.

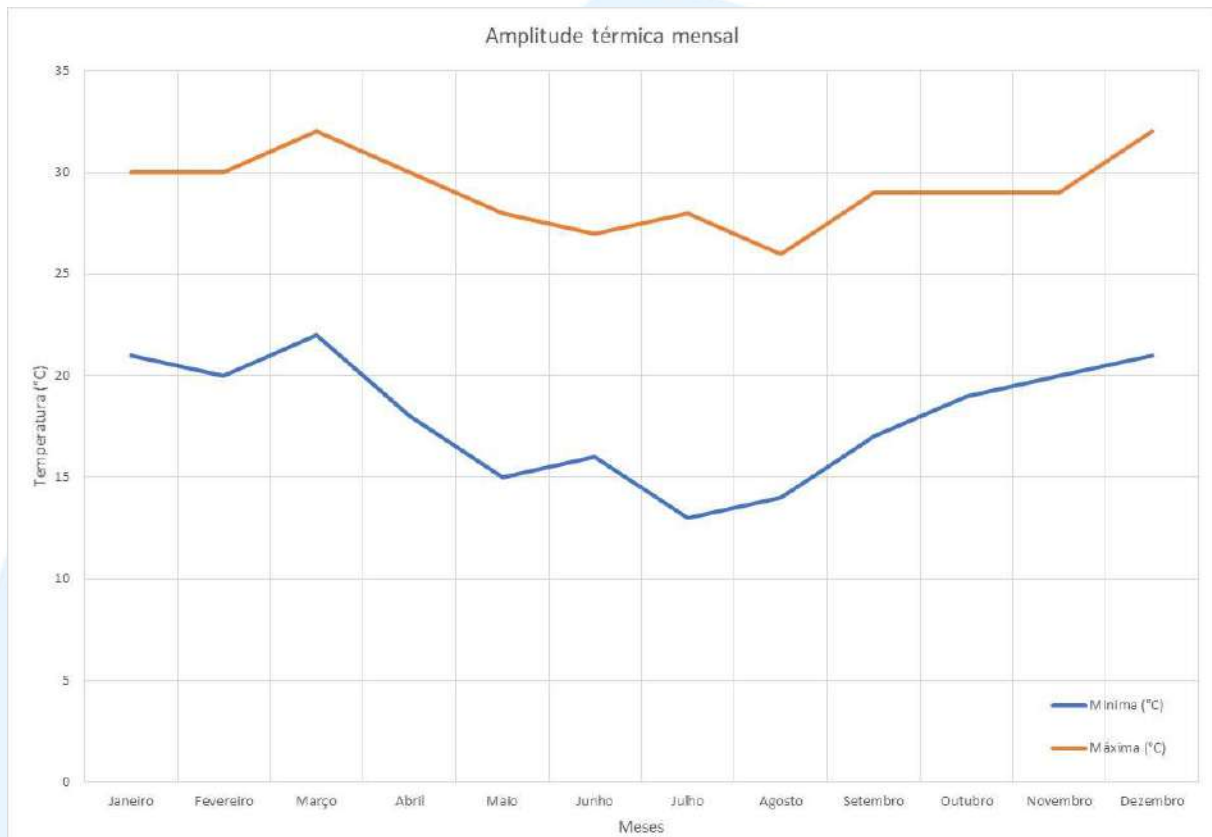


Figura 3. Amplitudes térmicas mensais para o município de Artur Nogueira

3.6 Hidrografia

O Município de Artur Nogueira está inserido na borda da bacia hidrográfica do Rio Jaguari, fazendo divisas ao norte com a bacia do Rio Mogi-Guaçu.

3.6.1 Principais cursos d'água do município

Tem como principal corpo d'água o Rio Pirapitingui (que em Tupi Guarani quer dizer Rio dos Peixes Vermelhos). Além dele tem ainda o Ribeirão Boa Vista (também conhecido por Ribeirão Poquinha), que é considerado para a implantação de uma nova captação, além do Ribeirão das Três Barras, Ribeirão do Monjolo Grande e o Ribeirão dos Pires (também conhecido como Ribeirão do Sítio Novo), onde está localizada a barragem do Cotrins, principal ponto de captação para o abastecimento público.

O município possui ainda três represas dentro do perímetro urbano: o Balneário Municipal e a Lagoa dos Pássaros, ambas na cabeceira do Córrego Três Barras, sendo estas em áreas públicas, e a represa localizada em uma das cabeceiras do Córrego Cotrins, que é responsável por mais de 70% do abastecimento público do município.

O município também possui uma grande quantidade de represas rurais, usadas para fins agrícolas, de irrigação ou piscicultura ou ainda com fins ornamentais, sendo que a captação de água para o abastecimento público é feita na Represa do Ribeirão dos Pires. Além disso possui inúmeros córregos e ainda e muitas grotas. Artur Nogueira é um dos municípios integrantes do Consórcio das Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

4. Estudos hidrológicos e hidráulicos

4.1 Bacia hidrográfica do Ribeirão Boa Vista

A bacia hidrográfica do Ribeirão Boa Vista é tributária do Rio Jaguari. As nascentes se situam na porção NE do município de Artur Nogueira e na porção S do município de Engenheiro Coelho. A bacia possui uma área de drenagem da ordem de 86,5 km² até a seção de interesse mais a montante para o presente estudo que visa estabelecer a localização mais favorável para a implantação do novo barramento para captação de água para abastecimento público da área urbana de Artur Nogueira.

Esta área de drenagem está distribuída na proporção aproximada de 40,8% no município de Engenheiro Coelho e 59,2% no município de Artur Nogueira, conforme indicado na figura a seguir:



Figura 4. Distribuição da área da bacia hidrográfica do Ribeirão Boa Vista entre os municípios de Engenheiro Coelho e Artur Nogueira.

4.2 Sistema de Abastecimento público e Captações Existentes

O abastecimento público do município de Artur Nogueira é operado pelo SAEAN – Serviço de Água e Esgoto de Artur Nogueira, cujas origens remontam à 1957, com a implantação pelo poder público da primeira captação no Ribeirão dos Cotrins, com um sistema simples de filtração e armazenamento.

Posteriormente, no início da década dos anos 1980, entraram em operação as ETAs - Estação de Tratamento de Água denominadas I e II, consolidando o abastecimento público local, seguidas no início dos anos 1990 pela implantação do barramento Cotrins e da ETA III.

No início dos anos 2000, com o fracasso da concessão à iniciativa privada do sistema de abastecimento público, o município estrutura e profissionaliza o SAEAN, situação que perdura até os dias atuais.

O sistema de abastecimento público de Artur Nogueira é composto por duas captações superficiais e quatro poços tubulares profundos, com um volume total de captação de 11.740 m³/dia, ou cerca de 136 l/s, o que implica em um consumo bruto *per capita* da ordem de 207 l/hab*dia. A figura 4 apresenta os pontos de captação existentes no município, onde:

- CS-1 – Captação Superficial existente na barragem dos Cotrins, responsável por 70% do abastecimento público e que está sendo recomposta para fins de segurança do barramento;
- CS-2 – Captação superficial a fio d'água no Ribeirão Boa Vista, objeto do presente estudo para implantação de novo sistema de captação, mediante introdução de barramento para regularização de vazões;
- P1 a P4 – Poços tubulares profundos existentes em operação no sistema de abastecimento público.

Note-se que os sistemas de captação de águas subterrâneas possuem baixa capacidade de produção, uma vez que a área do município se encontra sobre formações do Grupo Itararé que, de acordo com os estudos de Stevaux et al. (1987), a pesquisa e a exploração de água subterrânea em aquíferos deste formação são extremamente difíceis, dado ao comportamento errático dos sedimentos arenosos.

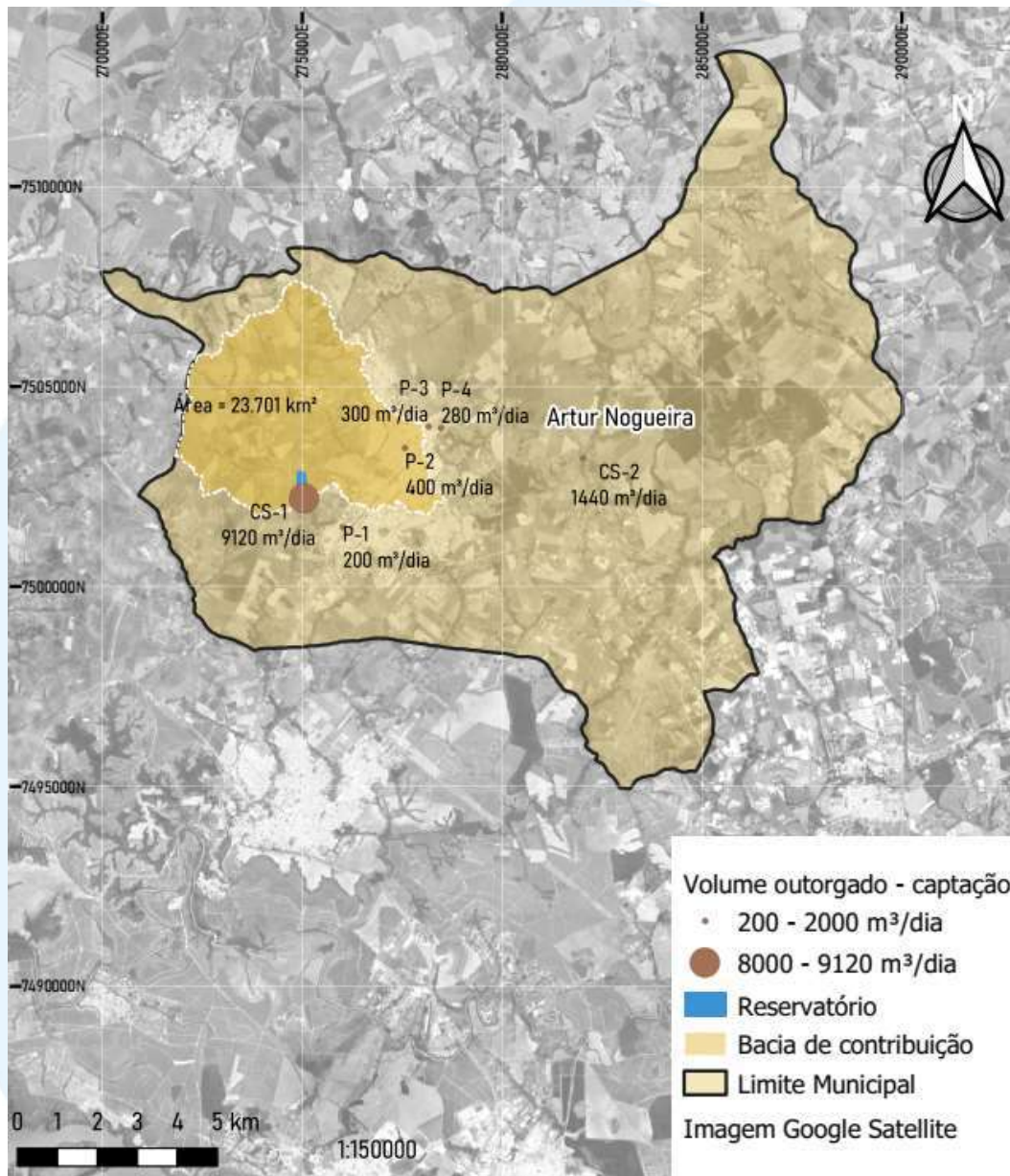


Figura 5. Pontos de captação para abastecimento público e vazões captadas

4.2.1 Consumo diário *per capita*

A partir dos volumes atualmente captados e da população residente, é possível estimar o consumo diário *per capita* (q) em relação ao abastecimento público:

$$q = \frac{V_{\text{captado}}}{\text{População}}$$

Da somatória dos volumes diários captados nas captações, conforme indicado na figura 5, obtém-se o total de 11.740 m³/dia (vazão instantânea de 0,135 m³/s) para uma população residente no município de 55.340 habitantes (estimativa IBGE, 2020). Assim, o consumo diário *per capita* é da ordem de 210 L/hab*dia. Há que se destacar que estes volumes se referem à captação de água bruta, sendo o consumo *per capita* de água tratada bastante inferior, dadas as perdas nos sistemas de adução, tratamento, reservação e distribuição.

Deve-se destacar que, para um eventual projeto básico do sistema de captação a ser implantado, deverão ser observados os parâmetros locais de consumo em micromedição, de forma a ajustar os parâmetros às condicionantes locais, de acordo com o disposto pela NBR 12.211:1992 - Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água. De acordo com os dados do SNIS¹, o consumo *per capita* médio do país se situa na ordem de 159 L/hab*dia, enquanto o consumo médio no Estado de São Paulo é da ordem de 170,5 L/hab*dia.

Para fins do presente estudo de concepção, será utilizado o consumo diário per capita apurado acima (210 L/hab * dia), sem as majorações dos coeficientes k₁ (dia de maior consumo) e k₂ (hora de maior consumo).

Considerando a tendência observada em termos mundiais da concentração da população em áreas urbanas, e de acordo com os padrões de crescimento populacional observados no município, o sistema de abastecimento público deverá ser capaz de atender a população horizonte de plano (2050) de 85.000 habitantes, assim, o volume diário a ser captado para o abastecimento da população no ano horizonte de planejamento, é dada por:

$$V_{captado} (m^3) = \frac{q \left(\frac{L}{hab} * dia \right) * População(hab)}{1000} = 17.850 m^3 / dia$$

¹ Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto (2019) – Sistema Nacional de informações sobre o Saneamento – Ministério do Desenvolvimento Regional – Secretaria Nacional de Saneamento

Em termos de vazão instantânea, o sistema de captação ora em estudos deverá fornecer ao sistema de tratamento uma vazão firme da ordem de 0,206 m³/s.

Caso o sistema ora em estudos estivesse destinado à complementar e reforçar o sistema de captação de água bruta para o município, este deveria garantir apenas a diferença entre a capacidade dos sistemas existentes e as demandas de horizonte de plano, o que significaria apenas o acréscimo de 0,071 m³/s.

No entanto, em face das condições operacionais do Barramento Mateus Mariano Cotrins, que atualmente é responsável por 70% do abastecimento público municipal, pode ser considerada a hipótese de assunção de todo o abastecimento público passar a ser executado no novo ponto de captação ora em estudo, mantendo-se os poços profundos existentes como margem de segurança operacional.

Há que se considerar então o atendimento de 100% da população no horizonte de projeto pelo novo ponto de captação, implicando em uma capacidade de produção diária de cerca de 17.850 m³, ou uma vazão mínima de 202 L/s. Considerando eventual margem de segurança, esta vazão deverá ser da ordem de 0,21 m³/s para fins dos estudos aqui conduzidos.

4.2.2 Vazão a ser regularizada

Tendo em vista a necessidade de disponibilidade contínua da vazão de abastecimento público, de 0,21 m³/s, e das diretrizes do DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Governo do Estado de São Paulo, que determina a necessidade mínima de descarga de 50% do valor da vazão de referência (definida como a vazão mínima de 7 dias consecutivos para um período de retorno de 10 anos - Q_{7,10}) em qualquer bacia, há a necessidade da avaliação das disponibilidades hídricas locais, o que é feito por meio de estudos de regionalização hidrológica.

Note-se que a vazão regularizada será a somatória entre a vazão necessária para o abastecimento público e metade da vazão de referência Q_{7,10}, o que visa garantir

vazões remanescentes no corpo d'água, mesmo em situações de escassez hídrica extrema.

4.3 Alternativas locais

Preliminarmente foram selecionadas algumas alternativas locais para o barramento e sistema de captação a ser implantado junto ao Ribeirão Boa Vista de acordo com as premissas descritas a seguir

A implantação de um barramento deve considerar os pontos mais favoráveis ao longo do curso d'água, de forma a minimizar tanto os custos de implantação do barramento em si, mas também das estruturas de captação e adução de água bruta.

4.3.1 Premissas de implantação

Considerando a existência de adutora de água bruta na captação denominada "Poquinho", que é mantida pelo SAEAN no Ribeirão da Boa Vista, cuja modernização e aproveitamento pode ser considerada no presente estudo, foram avaliadas três alternativas locais para o barramento a ser executado, partindo-se dos seguintes pressupostos técnicos:

- Proximidade com o sistema de adução existente;
- Menor comprimento de eixo do barramento (redução de volumes de movimento de terra);
- Menor área alagada (menores custos de desapropriação);
- Maior disponibilidade hídrica.
- Menor necessidade de intervenções colaterais.

Nesse sentido, foram propostos três eixos para avaliação:

1. Eixo Poquinho – eixo localizado imediatamente a montante da captação atualmente existente;
2. Eixo B – eixo localizado a montante da captação atualmente existente;
3. Eixo C – eixo localizado a jusante da captação atualmente existente.

A figura a seguir apresenta os três eixos considerados para implantação do barramento.



Figura 6. Localização dos eixos propostos para o barramento

A tabela abaixo apresenta as coordenadas do ponto de intersecção dos eixos com o álveo do Ribeirão Boa Vista e as respectivas áreas das bacias de contribuição

Coordenadas dos eixos estudados

Eixo	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas		Área (km ²)
	E	N	Latitude (S)	Longitude (W)	
Eixo C	282.010,61	7.502.932,66	22°33'58,42"	47°07'12,17"	86,45
Captação Poquinha	282.038,48	7.503.148,32	22°33'51,96"	47° 07'11,11"	86,01
Eixo B	282.229,87	7.503.511,76	22°33'41,11	47° 07'05,26"	72,29

As figuras a seguir apresentam as seções transversais típicas para os eixos estudados:

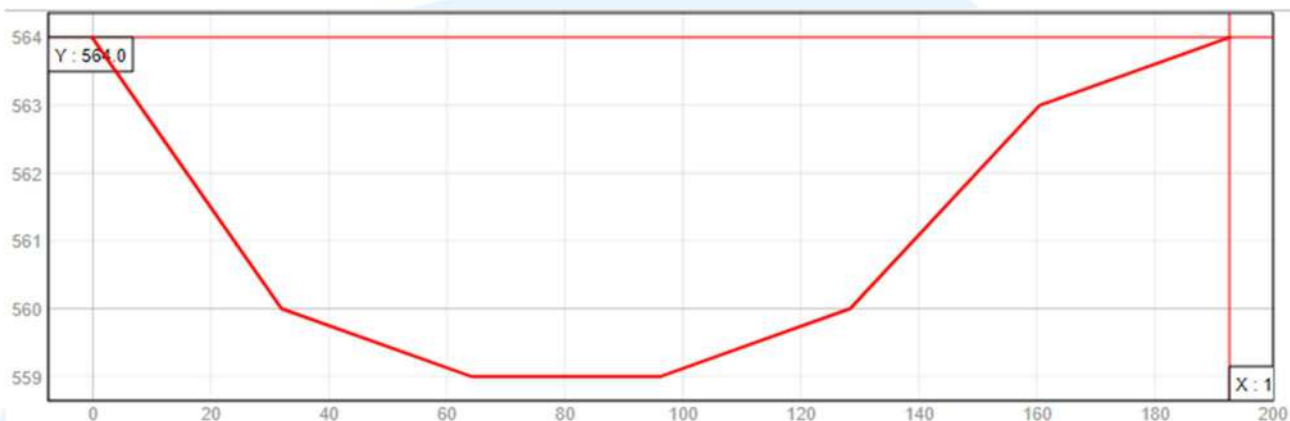


Figura 7. Seção transversal do terreno pelo Eixo C.

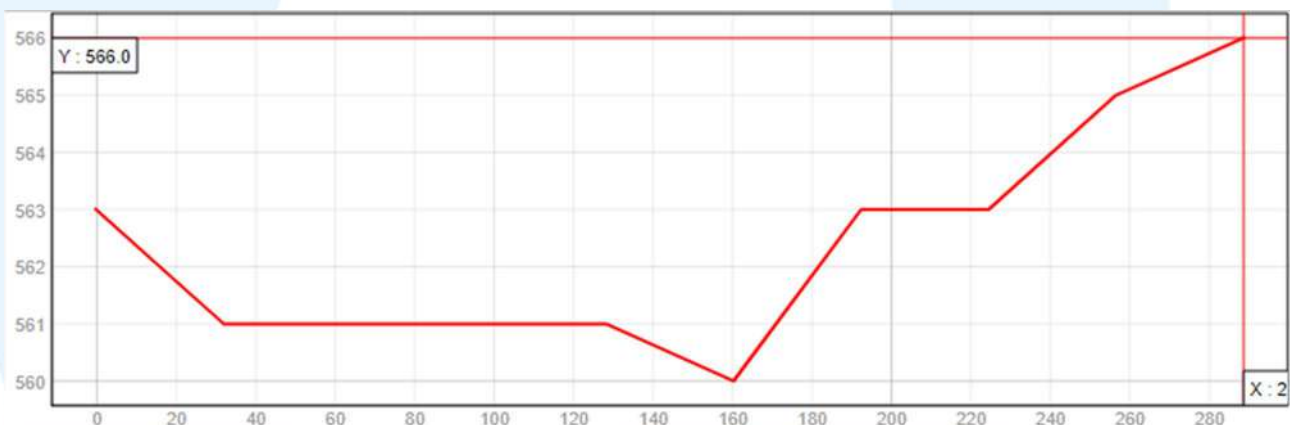


Figura 8. Seção transversal do terreno pelo Eixo Captação Poquinho

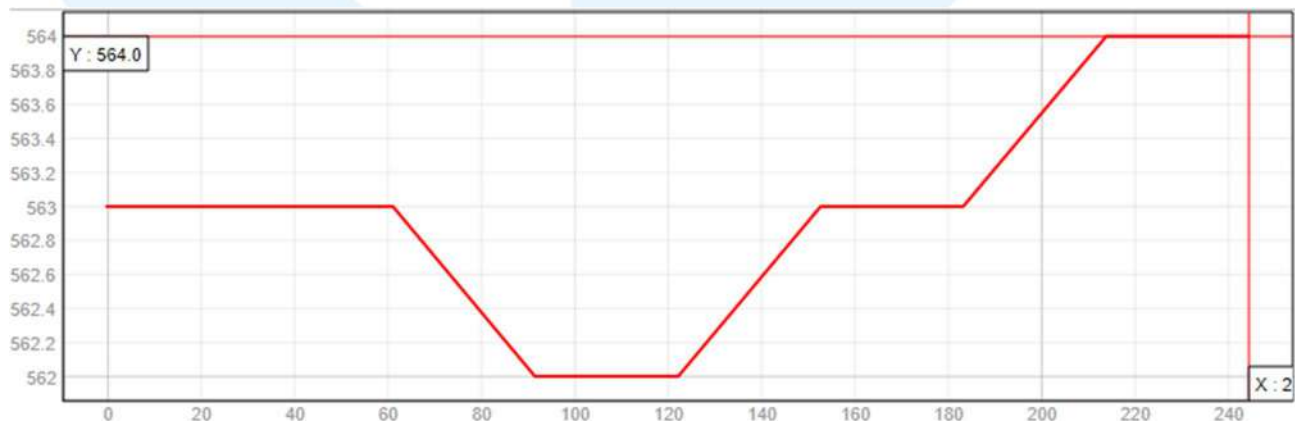


Figura 9. Seção transversal pelo Eixo B

4.4 Regionalização hidrológica

A partir dos dados constantes da tabela 1, é possível avaliar a permanência e disponibilidade de vazões para os pontos considerados, utilizando-se os estudos de regionalização hidrológica para o Estado de São Paulo. A regionalização hidrológica é uma técnica que permite transferir informação entre bacias hidrográficas semelhantes, com a finalidade de calcular as variáveis hidrológicas de interesse para locais em que não dispõe de dados hidrológicos e hidrográficos. No presente estudo, serão utilizados os estudos de regionalização hidrológica desenvolvidos por Wolf (2013)², para cálculo das vazões de permanência para os três eixos estudados, sendo obtidas as seguintes curvas de permanência de vazões:

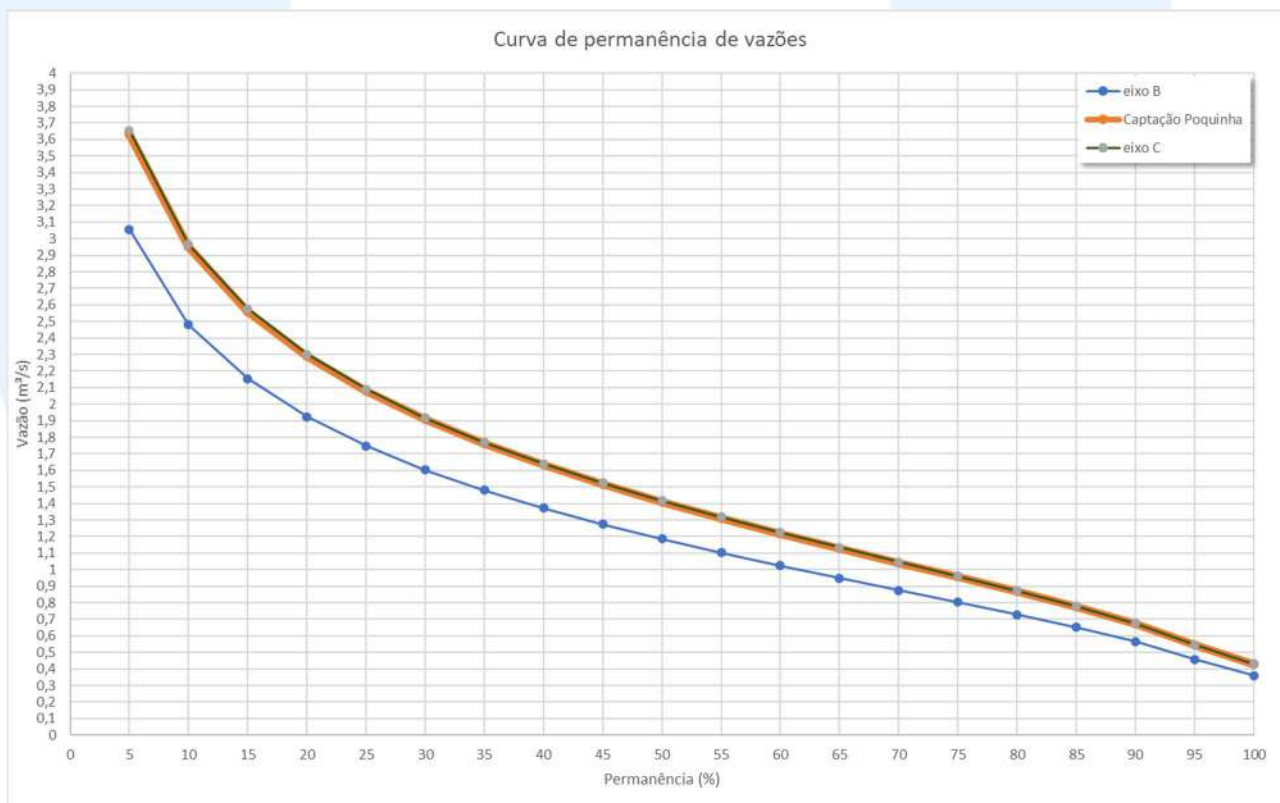


Figura 10. Curva de permanência de vazões para os eixos considerados no presente estudo

² Wolff, W. Avaliação e nova proposta de regionalização hidrológica para o Estado de São Paulo – Dissertação de Mestrado - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba – USP - 2013

Note-se a baixa variação entre as curvas de permanência de vazões entre os eixos da atual captação Poquinha e eixo C.

4.4.1 Vazão mínima de referência ($Q_{7,10}$) – vazão anual de 7 dias consecutivos

A vazão mínima de referência $Q_{7,10}$ para as bacias de contribuição é apresentada na tabela a seguir:

Vazões notáveis para as bacias de contribuição nos eixos considerados

Vazão	eixo C	eixo Poquinh a	eixo B
Q_{90}	0,6755	0,6721	0,5649
Q_{95}	1	0,5443	0,4575
Q_{98}	0,4312	0,429	0,3605
$Q_{7,10}$	0,3574	0,3556	0,2989
Q_m	1,6696	1,6611	1,3961
Vazão firme (Q_F)	0,5674	0,5656	0,5089
Vazão de jusante (Q_J)	0,1874	0,1856	0,1589

A vazão máxima outorgável pelo DAEE para fins de captação é limitada à 50% de $Q_{7,10}$, da ordem de 0,14 m³/s para o eixo B e de 0,17 m³/s para o eixo C. Assim para a obtenção da vazão de 0,210 m³/s necessária ao abastecimento público no horizonte de projeto, será necessária a execução de barramentos para a regularização da vazão.

4.4.2 Volume necessário para regularização de vazão com possibilidade percentual de falha de 5 % de probabilidade em um ano qualquer

Considerando a descarga integral de vazão $Q_{7,10}$, e a vazão regularizada de abastecimento, os volumes de acumulação para os eixos são apresentados na tabela abaixo:

Volumes de acumulação necessários para regularização da vazão de abastecimento e descarga sanitária ($Q_{7,10}$) de acordo com o eixo considerado para implantação do barramento

volume a ser acumulado (m ³)	eixo C	eixo Poquinha	eixo B
	123800	124800	162400

A partir dos volumes necessários à regularização das vazões de abastecimento e de descarga sanitária, é possível determinar a cota de inundação para cada eixo considerado para a implantação do barramento, de acordo com as curvas cota x área x volume para cada local de implantação.

Tabela cota x área x volume de reservação acumulado para o Eixo C

eixo C			
cota	área (m ²)	volume (m ³)	volume acumulado (m ³)
559	0	0	0
560	19131,08	9565,54	9565,54
561	33787,99	26459,54	36025,08
562	55159,46	44473,73	80498,8
563	66929,31	61044,39	141543,2
564	246469,64	156699,5	298242,7

Tabela cota x área x volume de reservação acumulado para o Eixo da Captação Poquinha

eixo Poquinha			
cota	área (m ²)	volume (m ³)	volume acumulado (m ³)
560	0	0	0
561	3942,06	1971,03	1971,03
562	19735,77	11838,92	13809,95
563	25630,18	22682,98	36492,92
564	196850,91	111240,5	147733,5

Tabela cota x área x volume de reservação acumulado para o Eixo B

eixo B			
cota	área (m ²)	volume (m ³)	volume acumulado (m ³)
562	0	0	0
563	3700,96	1850,48	1850,48
564	56502,49	30101,73	31952,21
565	80609,12	68555,81	100508
566	111822,69	96215,91	196723,9

A partir da interpolação do volume de armazenamento necessário nos dados das curvas cota x área x volume é possível a determinação dos níveis normais dos reservatórios nos eixos considerados para o presente estudo, conforme demonstrado pelas figuras a seguir:

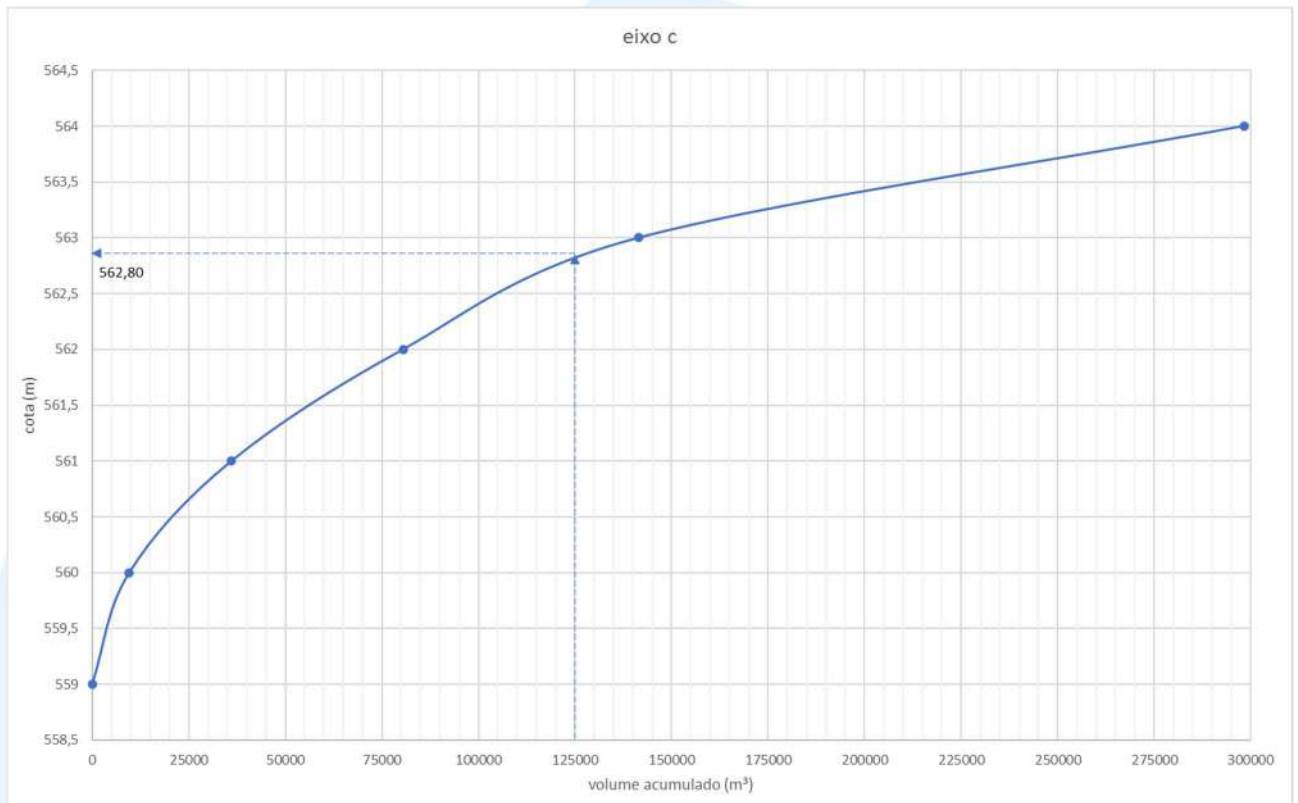


Figura 11. Cota do NA normal para o volume acumulado de 125.000 m³ no eixo C.

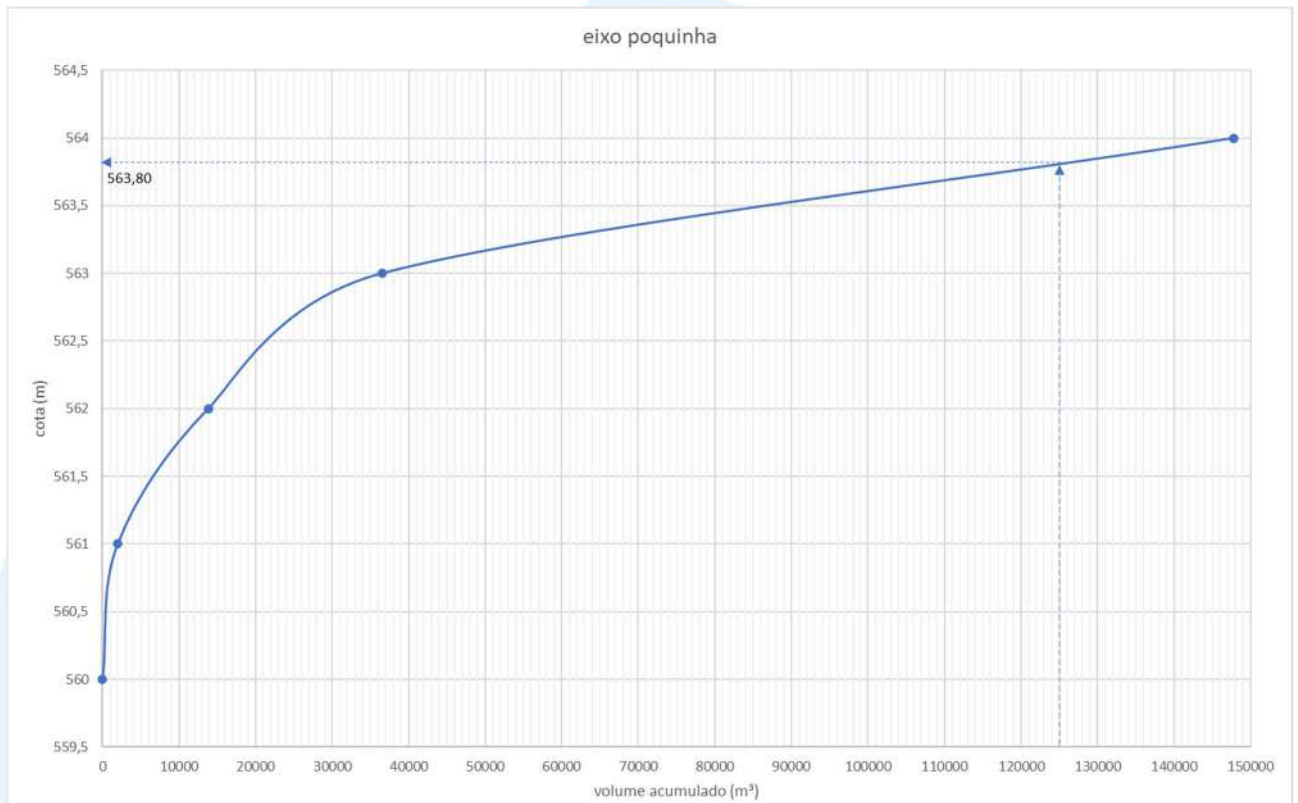


Figura 12. Cota do NA normal para o volume acumulado de 125.000 m³ no eixo Poquinha (captação atual).

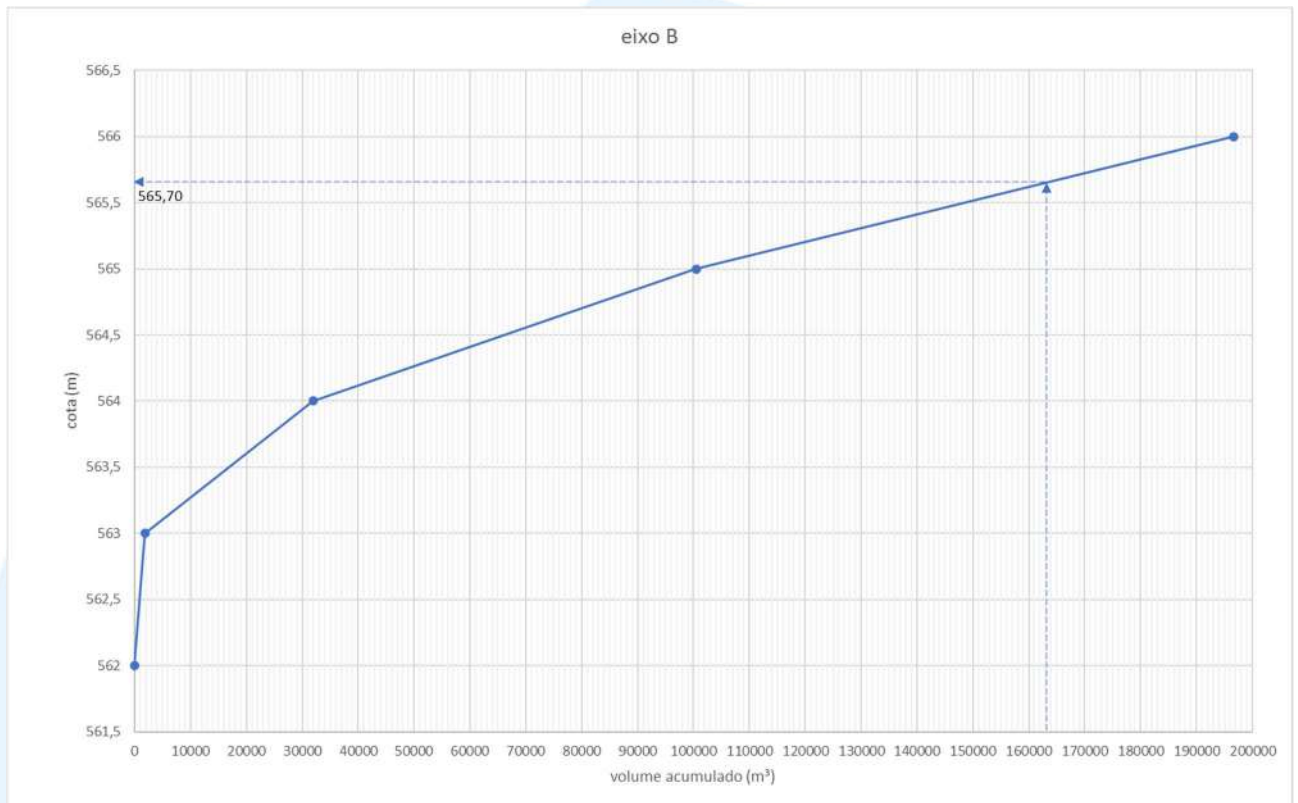


Figura 13. Cota do NA normal para o volume acumulado de 163.000 m³ no eixo B.

Considerando um *offset* de 1,0 m sobre o NA normal como NA máximo maximorum, e o *offset* de segurança de 0,50 m (*freeboard*) tem-se as seguintes características para os eixos estudados:

Características geométricas dos barramentos nos eixos estudados

eixo	volume armazenado (m ³)	cota de fundo (m)	NA normal	Área alagada a NA normal (ha)	NA max max	crista	altura do barramento (m)	comprimento da crista (m)
eixo C	125.000,00	559,00	562,80	6,90	563,80	564,30	5,30	237
eixo Poquinho	125.000,00	560,00	563,80	20,10	564,80	565,30	5,30	323
eixo B	163.000,00	562,00	565,70	10,52	566,70	567,20	5,20	337

A seção transversal típica proposta para os barramentos aqui em estudo é apresentada na figura abaixo:

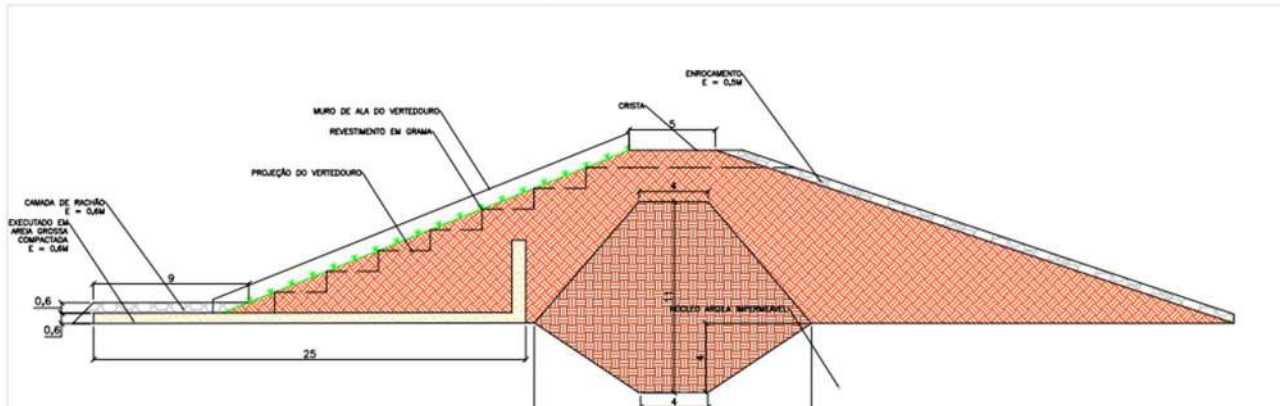


Figura 14. Seção transversal típica proposta para os barramentos

5. Projeto básico do Barramento

A partir das definições propostas durante a fase dos estudos preliminares, com a assunção da utilização da alternativa locacional do Eixo C para a implantação do barramento, é possível o desenvolvimento de projeto básico deste barramento, com dimensionamento adequado dos elementos hidráulicos constituintes e outros parâmetros apresentados a seguir.

5.1 Levantamento de campo

Para fins de determinação adequada das áreas e topografia do terreno no entorno do eixo do barramento, para a adequada verificação dos volumes a serem acumulados pelo barramento, bem como para permitir a adequada locação dos dispositivos hidráulicos necessários ao funcionamento e operação do barramento, foram efetuados sobrevoos com utilização de veículos aéreos não tripulados (VANTs, ou drones), com restituição aerofotogramétrica e elaboração do modelo digital de terreno (MDT), como apresentado no desenho MA-PB-01-22-A1-001-R0, resultando no estabelecimento das curvas de nível indicadas no desenho MA-PB-01-22-A1-002-R0.

5.2 Definição das coordenadas de locação do eixo do barramento

Considerando a alternativa locacional previamente definida, a tabela a seguir apresenta as coordenadas de início e fim do eixo e o ângulo azimutal do eixo em relação ao norte.

Coordenadas dos pontos notáveis do eixo do barramento

Local	Coordenadas UTM				Ângulo azimutal	Comprimento (m)
	Ponto de início		Ponto de término			
	N	E	N	E		
Eixo do barramento	7.502.854,79	281.853,33	7.502.886,04	282.097,62	82°42'33"	246

A partir do estabelecimento do eixo local e da determinação das curvas de nível deste local, foi elaborada a curva cota x volume para o eixo implantado, conforme apresentado:

Curva cota x área x volume para o barramento, de acordo com o levantamento aerofotogramétrico

Cota (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)	Volume acumulado (m ³)
543	0	0	0
544	436,177	145,3923	145,3923
545	2421,915	1295,299	1440,691
546	6281,712	4201,37	5642,062
547	10286,294	8202,128	13844,19
548	15500,355	12804,55	26648,74
549	22239,665	18768,91	45417,65
550	29758,174	25907,85	71325,5
551	37006,95	33316,78	104642,3

551,5	42104,996	39528,57	144170,8
-------	-----------	----------	----------

Considerando a necessidade já definida da acumulação no barramento de 125.000 m³ para o abastecimento público, tem-se a definição do nível d'água normal para o barramento na cota 550,54

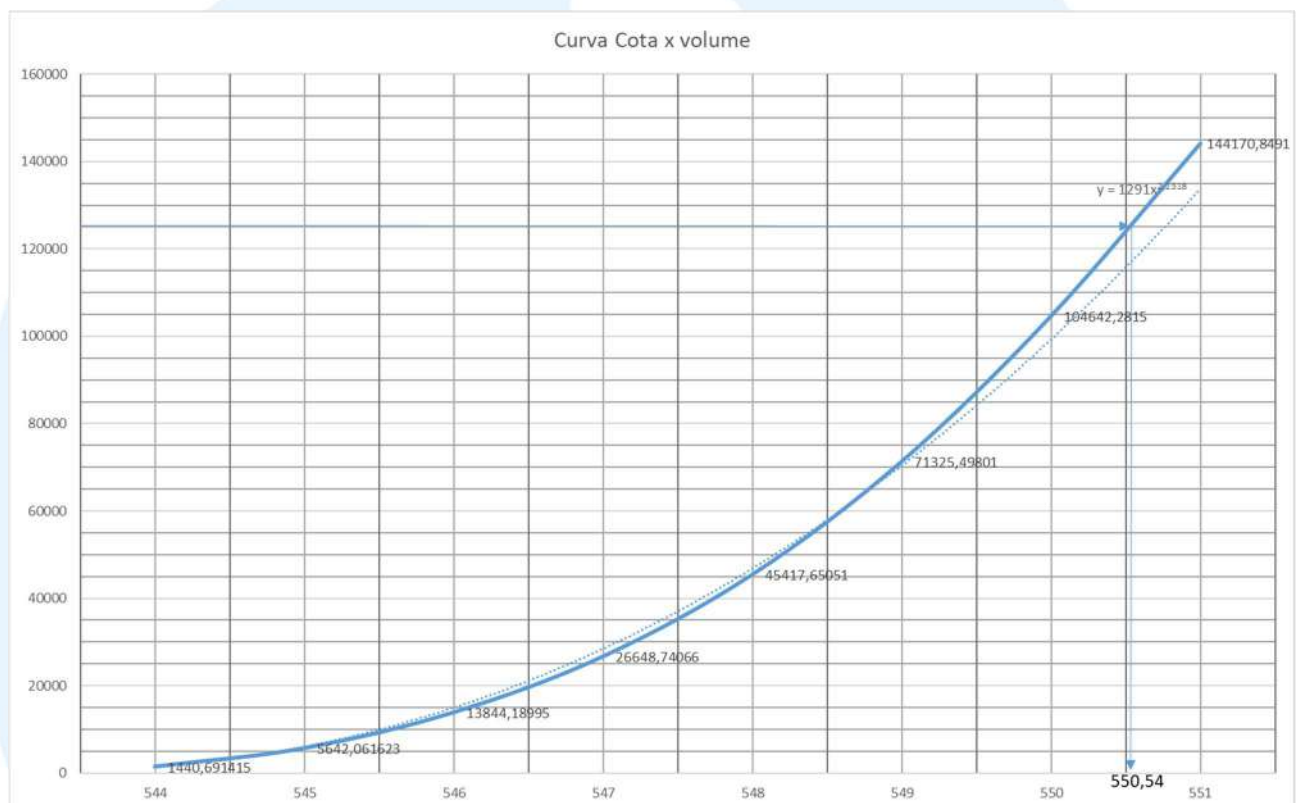


Figura 15. Curva cota x volume para o barramento a partir dos levantamentos aerofotogramétricos realizados

Assim, a soleira do vertedouro (nível máximo) foi estabelecida na cota 551,89, permitindo um amortecimento de cheias durante eventos chuvosos excepcionais da ordem de 40.000 m³. Para dimensionamento do vertedor, foi considerada a chuva crítica de período de retorno de 100 anos, uma vez que o barramento está localizado em zona rural, sem risco para habitações ou pessoas à jusante.

5.3 Dimensionamento do vertedouro extravasor

Dada a ordem de grandeza da bacia hidrográfica (86,5 km²), as vazões afluentes ao reservatório foi realizado um estudo integrado das sub-bacias de contribuição na área de influência direta do barramento por meio de métodos de *routing*, onde são determinados os hidrogramas de escoamento para as sub-bacias de interesse, bem como os tempos de propagação das ondas de cheias, por meio do modelamento topológico da rede de drenagem e utilização de modelo chuva – vazão do SCS (Soil Conservation Service) que é recomendado por traduzir, de uma maneira adequada, o funcionamento de uma bacia, por calcular o tempo de concentração pelo processo cinemático para os canais existentes. Isso permite ainda que, após a elaboração do projeto hidráulico seja reavaliada a vazão de projeto com o tempo de concentração estabelecido para a velocidade de escoamento calculada para a obra do barramento.

Assim, as vazões afluentes foram obtidas pelo método da onda cinemática ao ponto de exutório, com o uso do software ABC-6, desenvolvido pelo Laboratório de Sistemas de Informação (LABSID) do Departamento de Hidráulica da Escola Politécnica da USP.

Neste método, a bacia hidrográfica é subdividida em bacias menores, de forma a permitir a correta avaliação dos tempos de trânsito das ondas de cheia ao longo do curso d'água. Para fins da bacia ora em estudo, foram considerados os principais afluentes e formadores do Ribeirão Boa Vista, conforme apresentado na figura a seguir:

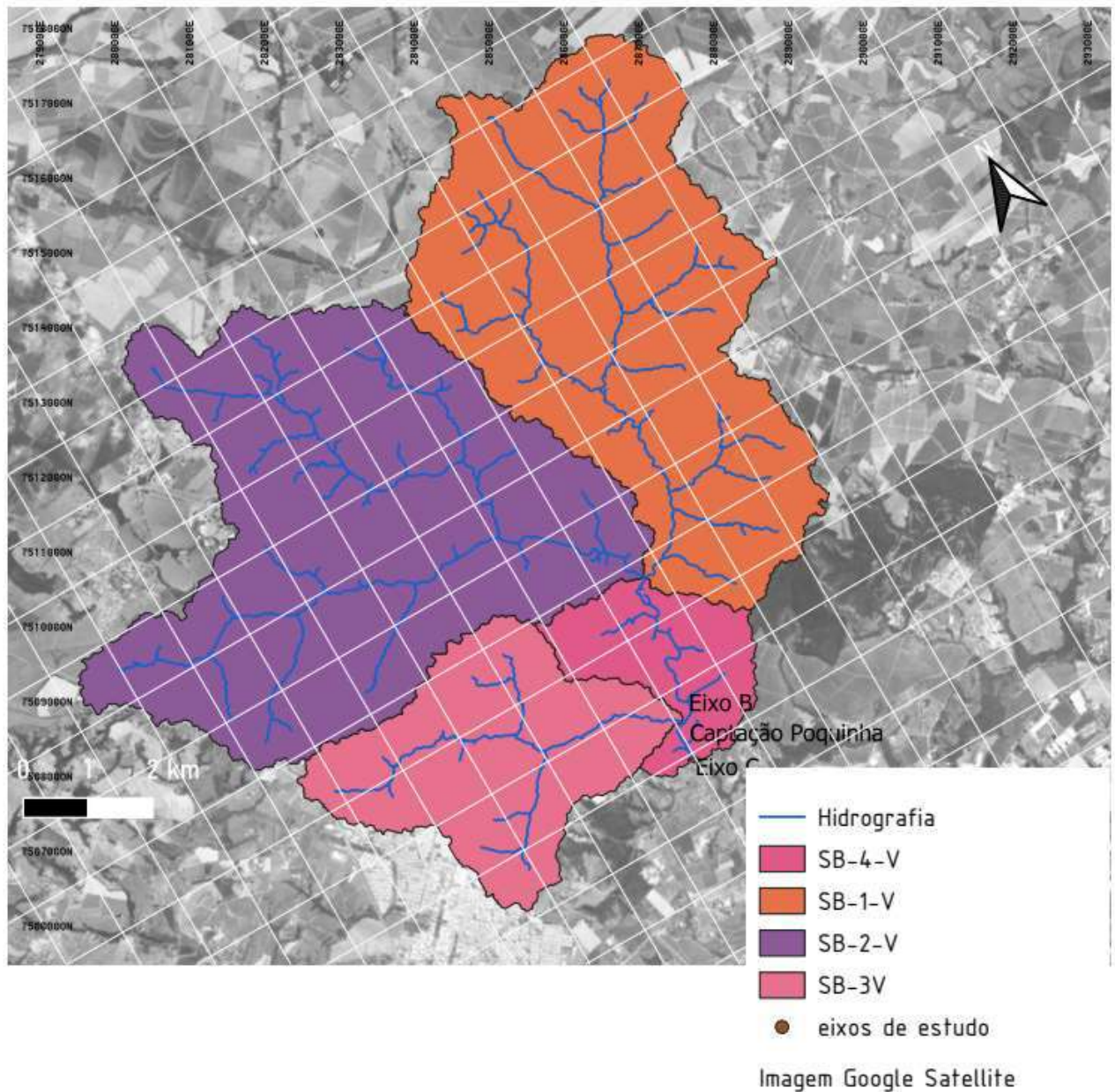


Figura 16. Sub-bacias de contribuição no Ribeirão Boa Vista até o ponto de implantação do barramento (eixo C)

As características fisiográficas das sub-bacias consideradas no estudo, são indicadas na tabela a seguir:

Características fisiográficas das sub-bacias do Ribeirão Boa Vista até o eixo de implantação do barramento

Bacia	Área (m ²)	Comprimento do talvegue (m)	cota nascente (m)	cota foz (m)	Desnível (m)	Declividade (m/km)	tempo de concentração (h)
SB-1V	31.389.609,00	9136	677	566	111	12,14974	2
SB-2V	36.302.928,00	9956	636	566	70	7,030936	2,63
SB-3V	13.150.363,00	5909	656	562	94	15,90794	3,5
SB-4V	5.609.903,00	3798	566	559	7	1,843075	1,33

O tempo de concentração das bacias hidrográficas de contribuição foi estimado, para cálculo das chuvas de projeto, com base na expressão do “Califórnia Culverts Practice”, dada por:

$$t_c = 57 \left(\frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0,385}$$

Onde:

t_c = tempo de concentração, em minutos;

L = comprimento do talvegue do curso d’água, em km;

Δh = desnível do talvegue entre a seção de interesse e o ponto mais distante da bacia, em metros.

O desnível do talvegue foi extraído a partir das cotas de fundo dos pontos de interesse, obtidos do levantamento topográfico fornecido.

A rede topológica modelada para a bacia é apresentada na figura a seguir:

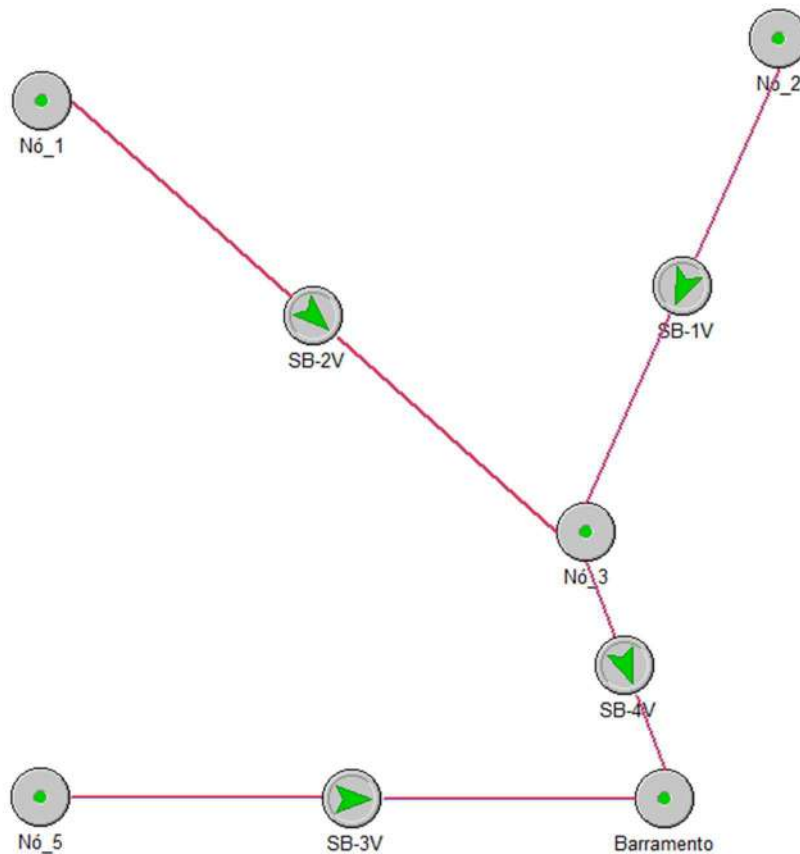


Figura 17. Rede topológica modelada para a bacia do Ribeirão Boa Vista, até o ponto do barramento.

As hipóteses básicas do hidrograma unitário são as seguintes:

- A intensidade da chuva efetiva é constante durante a tormenta que produz o hidrograma unitário;
- A chuva efetiva é uniformemente distribuída em toda a área de drenagem da bacia;
- O tempo base ou tempo de duração do hidrograma do deflúvio superficial direto devido a uma chuva efetiva de duração unitária é constante, e;
- Os efeitos de todas as características de uma dada bacia de drenagem, incluindo forma, declividade, retenção, infiltração, rede

de drenagem, capacidade de escoamento do canal, etc. são refletidos na forma do hidrograma unitário da bacia.

Assim, a altura da lâmina d'água relacionada à vazão de escoamento superficial direto é dada por:

$$h_{exc} = \frac{(P-0,2S)^2}{P+0,8S}, \text{ com } P > 0,2S$$

Onde:

- h_{exc} = altura da lâmina d'água excedente no escoamento superficial direto (em mm);
- P = altura de precipitação (mm);
- S = retenção potencial do solo (mm)

O valor de S é dependente do tipo de solo e de sua ocupação, e é determinado por tabelas apropriadas;

A quantidade de 0,2S é uma estimativa de perdas iniciais devidas à interceptação e retenção em depressões, por esta razão há a imposição de que $P > 0,2S$

5.3.1 Definições do CN – Curve Number

No método SCS, o número CN, conhecido como *Curve Number* define as condições antecedentes do solo. O método considera a importância da condição antecedente do solo, pois este poderá estar em condições normais ou muito seco ou muito úmido. O quadro a seguir apresenta as condições do solo para definição do CN, em função de sua umidade ou estado

O parâmetro CN é basicamente dependente dos seguintes fatores:

- Tipo de solo;
- Condições de uso e ocupação do solo, e;
- Umidade antecedente do solo.

Em termos de tipos de solos, o método do SCS distingue quatro grupos de solo com comportamentos hidrológicos distintos, como segue:

- **Grupo A** – Solos Arenosos com baixo teor de argila total inferior a 8%. Não há rocha nem camadas argilosas, nem mesmo adensadas até a profundidade de 1,5 m. O teor de húmus é inferior a 1%.
- **Grupo B** – Solos arenosos menos profundos que os do Grupo A, com presença de argilas em proporção inferior a 15%. Nas chamadas “terras roxas” o teor de argila pode subir a 20% graças à sua porosidade. Não há presença de pedras e camadas argilosas até 1,5 m, mas há a presença de camada de maior densidade que a camada superficial. Os teores de húmus podem alcançar 1,5% do total.
- **Grupo C** – Solos com teores de argila entre 20 a 30%, ainda sem a presença de camadas argilosas impermeáveis ou com pedras até profundidades de 1,2 m. No caso das terras roxas, os limites de argilas podem alcançar 40%. Há presença de camada de maior densidade a cerca de 0,60 m de profundidade, mas ainda longe de condições de impermeabilidade.
- **Grupo D** – Solos predominantemente argilosos (30 a 40% do total) e com presença de camada adensada a cerca de 0,50 m de profundidade. Podem ainda apresentar horizontes de argila quase impermeável ou de seixos rolados.

Sartori (2004) em consideração à pedologia dos solos de caráter tropical, propôs um agrupamento diferenciado para os solos presentes no Estado de São Paulo, conforme apresentado na tabela 10:

Enquadramento das atuais classes gerais de solo do Estado de São Paulo nos grupos hidrológicos do solo
(SARTORI, 2004)

Grupo Hidrológico do Solo	Classes gerais de solo
A	<ul style="list-style-type: none"> • LATOSSOLO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO, ambos de textura argilosa ou muito argilosa e com alta macroporosidade; • LATOSSOLO AMARELO E LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial não arenoso;

Grupo Hidrológico do Solo	Classes gerais de solo
B	<ul style="list-style-type: none"> • LATOSSOLO AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial de textura arenosa; • LATOSSOLO BRUNO; • NITOSSOLO VERMELHO; • NEOSSOLO QUARTZARÊNICO; • ARGISSOLO VERMELHO ou VERMELHO AMARELO de textura arenosa/média, média/argilosa, argilosa/argilosa ou argilosa/muito argilosa que não apresentam mudança textural abrupta.
C	<ul style="list-style-type: none"> • ARGISSOLOS pouco profundos, mas não apresentando mudança textural abrupta ou ARGISSOLO VERMELHO, ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos profundos e apresentando mudança textural abrupta; • CAMBISSOLO de textura média e CAMBISSOLO HÁPLICO ou ÚMICO, mas com características físicas semelhantes aos LATOSSOLOS (latossólico); • ESPODOSSOLO FERROCÁRBICO; • NEOSSOLO FLÚVICO.
D	<ul style="list-style-type: none"> • NEOSSOLO LITÓLICO; • ORGANOSSOLO; • GLEISSOLO; • CHERNOSSOLO; • PLANOSSOLO; • VERTISSOLO; • ALISSOLO; • LUVISSOLO; • PLINTOSSOLO; • SOLOS DE MANGUE; • AFLORAMENTOS DE ROCHA; • Demais CAMBISSOLOS que não se enquadram no Grupo C; • ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos pouco profundos e associados à mudança textural abrupta.

O método, para as definições do CN (*curve number*), também considera uso e ocupação, evidenciando os efeitos da urbanização sobre o sistema de drenagem, de acordo com o exposto na figura a seguir:

Tipo de uso do solo/ Tratamento/ Condições hidrológicas	Grupo Hidrológico			
	A	B	C	D
Uso Residencial Tamanho médio do lote % Impermeável até 500 m ² 65 1000 m ² 38 1500 m ² 30	77 61 57	85 75 72	90 83 81	92 87 86
Estacionamentos pavimentados, telhados	98	98	98	98
Ruas e estradas: pavimentadas, com guias e drenagem	98	98	98	98
com cascalho	76	85	89	91
de terra	72	82	87	89
Áreas comerciais (85% de impermeabilização)	89	92	94	95
Distritos industriais (72% de impermeabilização)	81	88	91	93
Espaços abertos, parques, jardins: boas condições, cobertura de grama > 75%	39	61	74	80
condições médias, cobertura de grama > 50%	49	69	79	84
Terreno preparado para plantio, descoberto Plantio em linha reta	77	86	91	94
Culturas em fileira linha reta condições ruins	72	81	88	91
boas	67	78	85	89
curva de nível condições ruins	70	79	84	88
boas	65	75	82	86
Cultura de grãos linha reta condições ruins	65	76	84	88
boas	63	75	83	87
curva de nível condições ruins	63	74	82	85
boas	61	73	81	84
Pasto condições ruins	68	79	86	89
médias	49	69	79	84
boas	39	61	74	80
curva de nível condições ruins	47	67	81	88
médias	25	59	75	83
boas	6	35	70	79
Campos condições boas	30	58	71	78
Florestas condições ruins	45	66	77	83
boas	36	60	73	79
médias	25	55	70	77

Figura 18. *Condições de uso e ocupação do solo para determinação do CN no Método do Soil Conservation Service*

Note-se que as definições da tabela anterior estão relacionadas à condição II de umidade do solo, que é definida pela tabela 6 a seguir, que apresenta as condições de umidade antecedente do solo:

Condições do solo em função de sua umidade para definição do CN

Condição do solo	Situação do solo
I	Solo seco. As chuvas dos últimos dias não ultrapassam 1 mm
II	Solo úmido. Condições médias do solo. As chuvas nos últimos dias variam entre 1 e 40 mm É a condição normal das tabelas do número CN.
III	Solo saturado Ocorreram precipitações superiores a 40 mm nos últimos cinco dias

Para conversão dos parâmetros CN com condição de umidade do solo tipo II constantes da Tabela 1 para outras condições de umidade do solo é utilizada a tabela constante da figura 8:

Condições de umidade		
I	II	III
100	100	100
87	95	99
78	90	98
70	85	97
63	80	94
57	75	91
51	70	87
45	65	83
40	60	79
35	55	75
31	50	70
27	45	65
23	40	60
19	35	55
15	30	50

Figura 19. Conversão de CN para diferentes condições de umidade do solo

Por se tratar de área rural, com uso e ocupação predominante de pastos e campos, seria possível a adoção de um CN igual a 35. Porém, será adotado neste estudo um número de curva CN igual a 50, em favor da segurança, em função do vasto horizonte temporal associado ao projeto e à possibilidade de urbanização na bacia.

5.3.2 Intensidade e distribuição temporal da precipitação – chuva de projeto

A Chuva de Projeto consiste num evento crítico de precipitação, construído de maneira artificial, com base nas características estatísticas das chuvas, bem como em relação aos parâmetros de resposta da bacia hidrográfica.

Nesse sentido, para definição da chuva de projeto foi utilizada a equação de chuva para o município de Artur Nogueira, obtida por meio do software Pluvio 2.1 – Equações de Chuvas Intensas para o Brasil, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa (GPRH/UFV):

$$i \left(\frac{mm}{h} \right) = \frac{1999,996 * (T_R)^{0,139}}{(t_c + 17,162)^{0,882}}$$

onde:

- i = intensidade de chuva em mm/ min;
- t = duração da chuva em minutos;
- T = período de retorno em anos.

Intensidades de precipitação em função dos períodos de retorno obtidas para as sub-bacias do estudo

TR	Intensidade de precipitação (mm/h)			
	SB-1	SB-2	SB-3	SB-4
50	254,73	319,42	329,63	331,07
100	280,49	323,73	330,24	331,16
500	350,81	333,95	331,67	331,36
1000	386,29	338,45	332,29	331,44

Para fins de distribuição temporal da precipitação optou-se pelo emprego do Método dos Blocos Alternados, que é um dos mais usados. Tucci, (2002), usou este método no Plano Diretor de Drenagem de Porto Alegre.

Enquanto o Método Racional se utiliza de um hietograma completamente adiantado (chuva total), o método dos blocos alternados reordena o hietograma, de forma a posicionar o pico de precipitação de forma centralizada no intervalo de tempo considerado para a tormenta de projeto.

Por esse procedimento, após a definição da duração total da chuva a ser obtida e de seu tempo de retorno definido de acordo com intervalos de tempo de múltiplos comuns, são calculadas com base nas relações IDF as intensidades médias para a diversas durações até a duração total. Essas intensidades são, então, transformadas em alturas de chuva e representam os valores acumulados até o último intervalo. Os incrementos entre um valor acumulado e outro são calculados e rearranjados, de forma que o maior valor se localize no centro da duração total da chuva, e os demais sejam dispostos em ordem decrescente, sempre um à direita e outro à esquerda do bloco central, alternadamente.

Cada bloco de chuva do hietograma adiantado é sucessivamente colocado no entorno do bloco de pico, alternando entre posições à esquerda e à direita do centro da tormenta, de onde vêm sua denominação.

O intervalo de discretização dos dados adotado para o presente estudo será de 10 minutos, sendo o hietograma de projeto para a precipitações associadas aos diferentes períodos de retorno para cálculo das vazões nas sub-bacias de contribuição é apresentado a seguir:

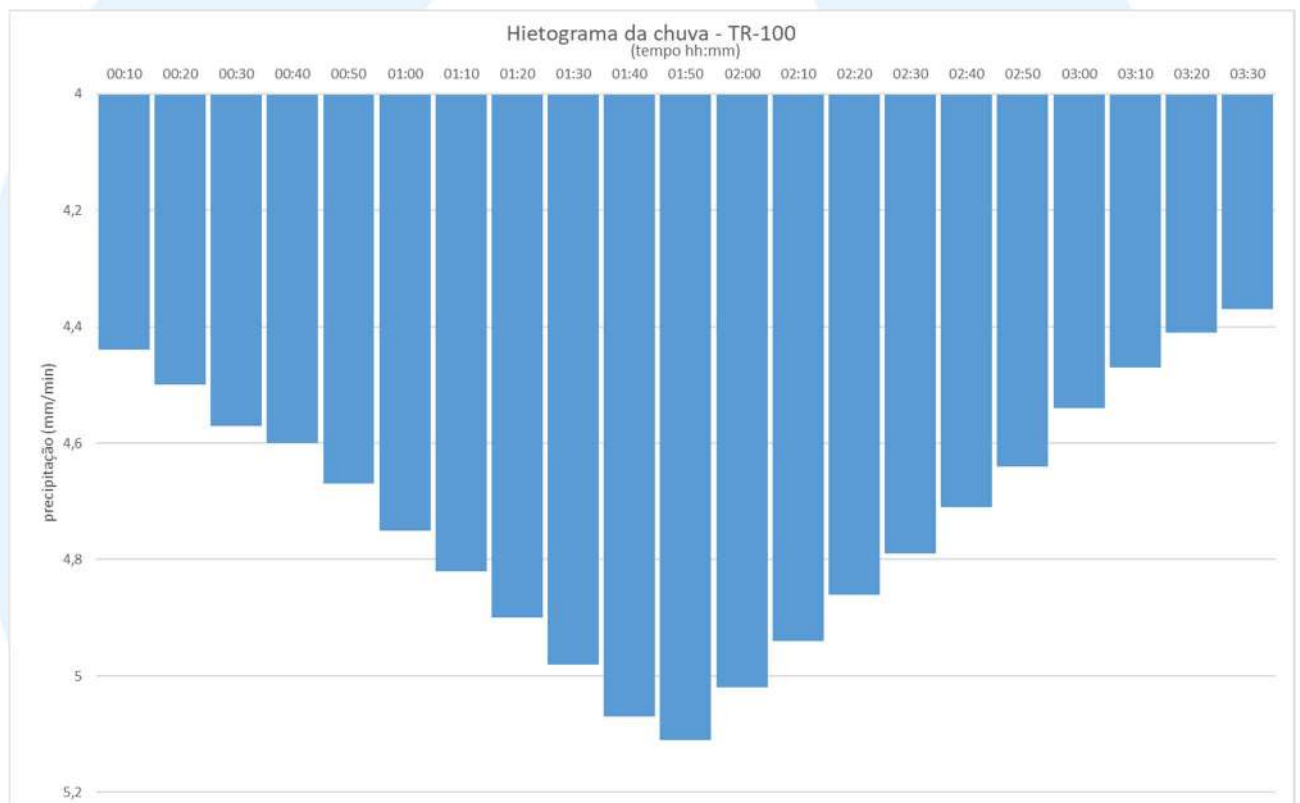


Figura 20. Precipitação da chuva de projeto para TR-100

Com base nos dados fisiográficos da bacia já calculados anteriormente e inseridos no modelo topológico da rede de macrodrenagem no *software* ABC-6, obteve-se os hidrogramas de escoamento para as bacias de contribuição e para os pontos de exutório da rede topológica, definido como o ponto de implantação do barramento, conforme apresentado pelo gráfico a seguir:

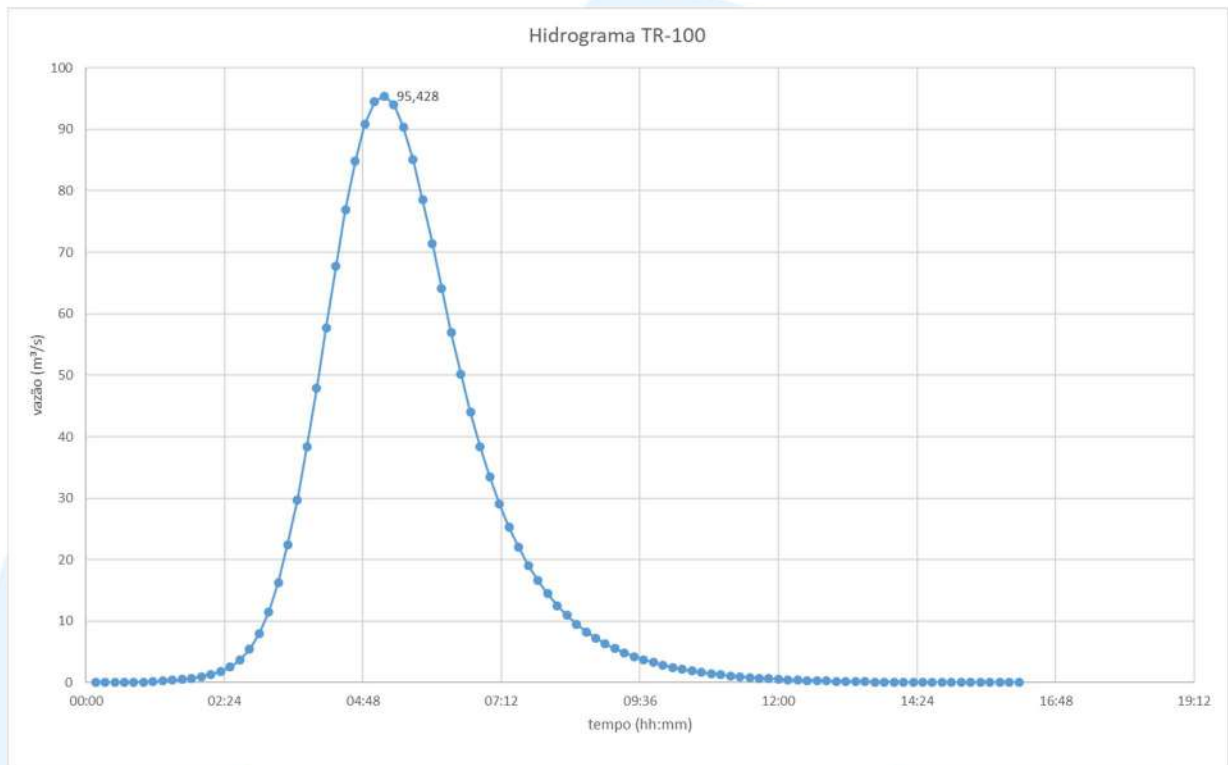


Figura 21. Hidrograma de escoamento na Bacia para Tempo de Retorno de 100 anos, no ponto de implantação do Barramento.

Assim, o vertedouro extravasor deverá comportar uma vazão de pico em chuvas excepcionais da ordem de 96 m³/s.

Adicionalmente, há a necessidade de verificação da suficiência do dispositivo vertedor para um evento chuvoso de 500 anos, que possui o seguinte hietograma:

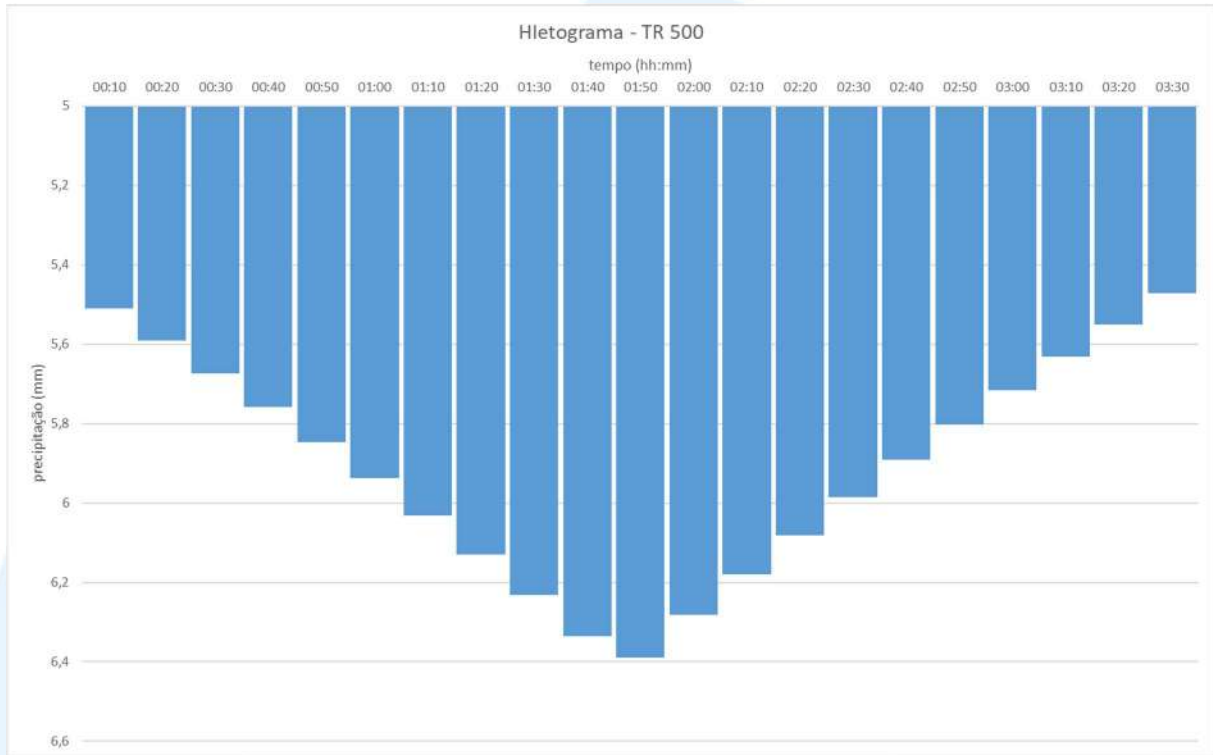


Figura 22. Precipitação da chuva de projeto para TR-500

O hidrograma afluente para esta precipitação é apresentado a seguir:

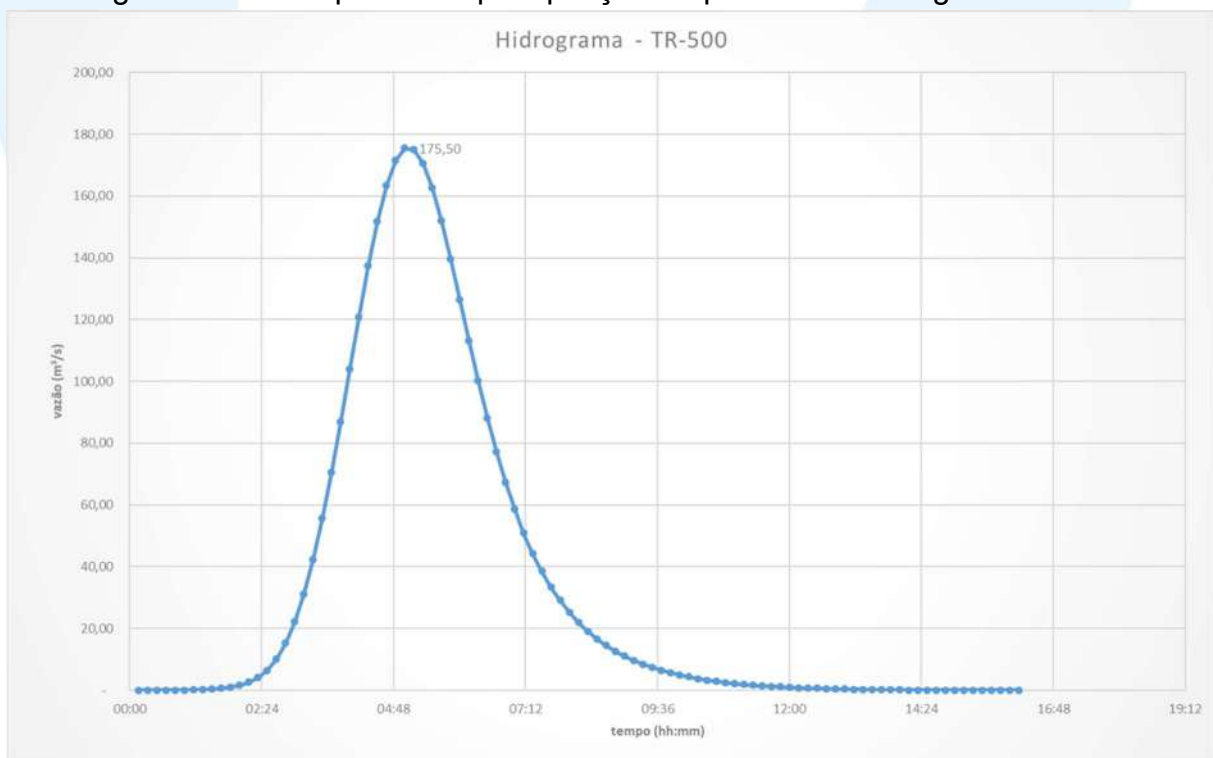


Figura 23. Figura 21. Hidrograma de escoamento na Bacia para Tempo de Retorno de 100 anos, no ponto de implantação do Barramento

Assim, o vertedor deverá ter sua dimensão horizontal (L) determinada para a veiculação de uma vazão de pico de TR-100 anos, com altura das laterais do canal suficiente para veicular uma vazão de TR-500 anos. Para a determinação do comprimento L do vertedor foi utilizada a equação do Vertedor de soleira espessa:

$$Q = 1,7 * L * h^{3/2}$$

Onde:

- Q = vazão de escoamento em m³/s;
- h = altura da lâmina d'água em m.
- L = largura do vertedor.

Da aplicação das vazões apresentadas, determinou-se um comprimento econômico do vertedor equivalente à 38 m de extensão, para uma lâmina d'água de 1,3 m para o período de retorno de TR-100 anos e uma lâmina d'água de 1,95 m para período de retorno de 500 anos, que é considerado o nível máximo *maximorum* para o reservatório, situando a crista na cota 552,99, sendo estabelecida a cota construtiva de 553,00.

As figuras a seguir apresentam a planta e a seção do vertedor e do canal de extravasão:

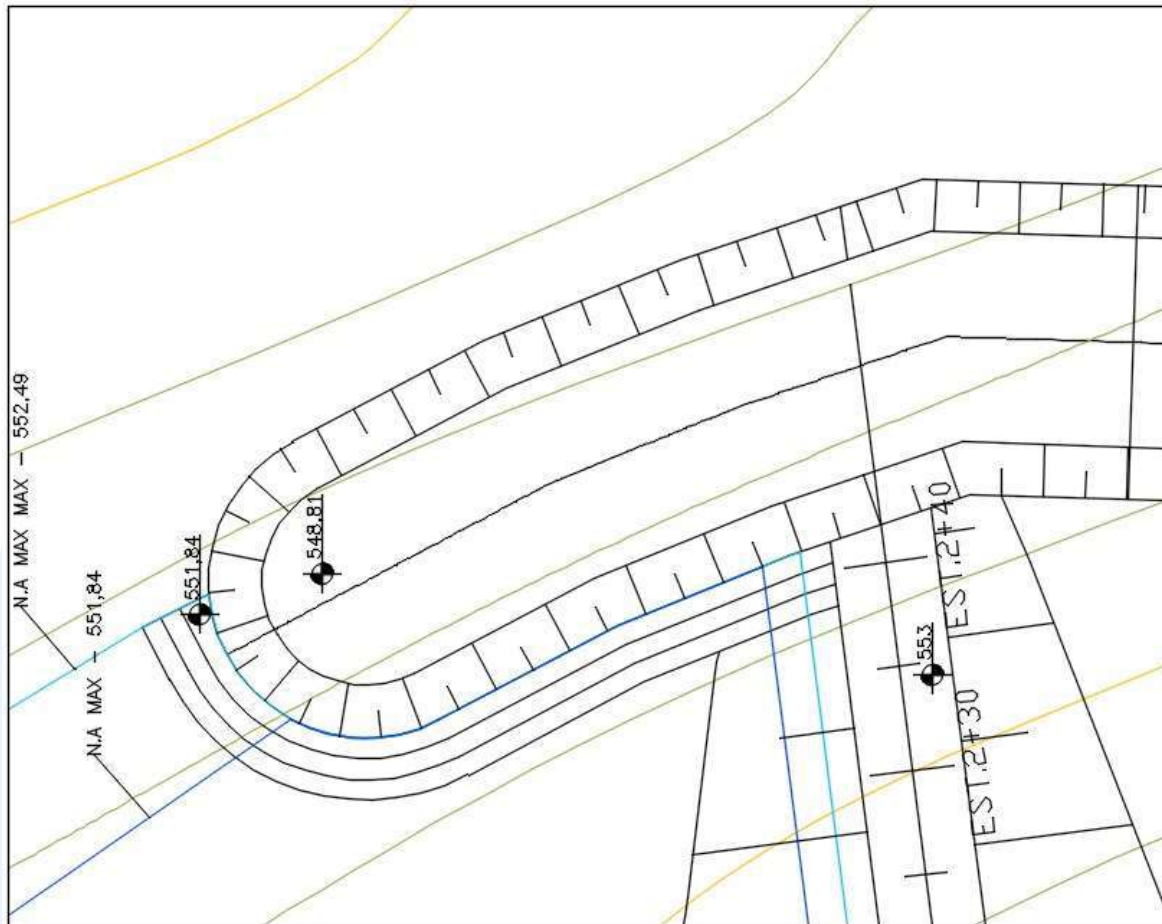


Figura 24. Planta do vertedor tipo tomada lateral (sem escala)

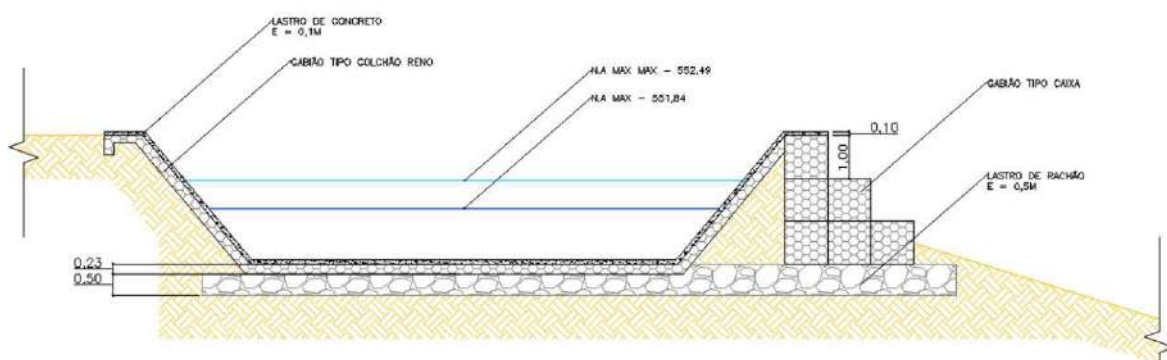


Figura 25. Seção transversal típica do vertedor de tomada lateral com canal de extravasão.

5.4 Cálculo do descarregador de fundo

O descarregador de fundo, necessário à adequada manutenção e operação da barragem, foi dimensionado como uma saída de borda (bocais) para a veiculação da vazão Q_{50} , ou seja: vazão média do curso d'água, que é da ordem de $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$, resultando em um diâmetro de $0,40 \text{ m}$, conforme apresentado na figura a seguir:

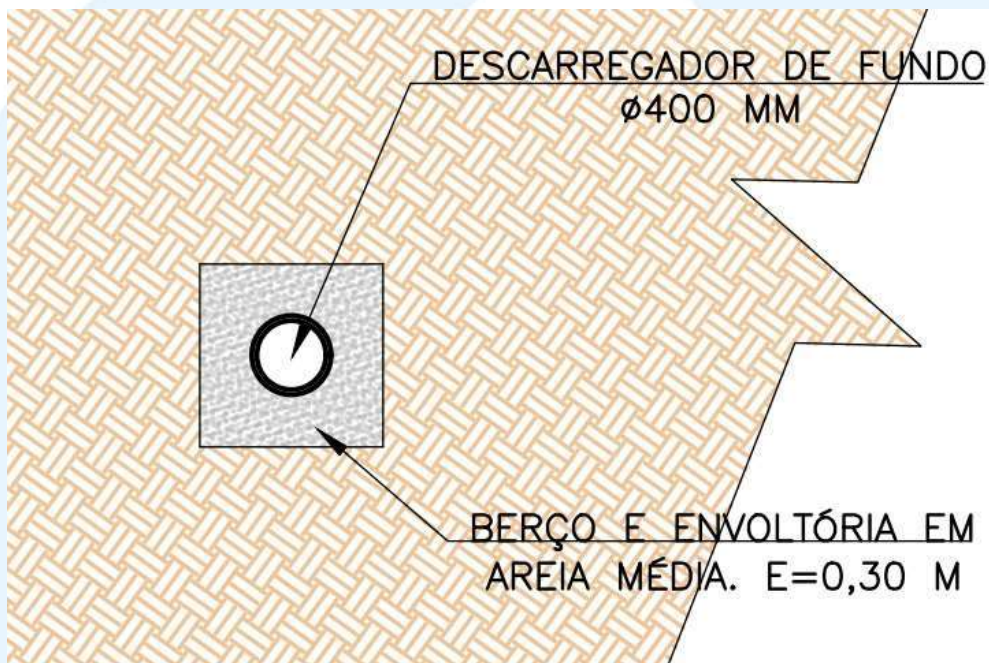


Figura 26. Seção típica da tubulação de descarga de fundo

Por facilidade construtiva, este tubo deverá ser executado em PEAD e dotado de dispositivo tipo monge à montante e de válvula de controle à jusante, para maior controle na operação das vazões de descarga, permitindo manter a perenidade do curso d'água à jusante.

5.5 Tomada d'água e casa de bombas

Por se tratar de dispositivo hidráulico específico para a captação de água para abastecimento, há a necessidade de dimensionamento de um sistema de tomada d'água e bombeamento de recalque para envio da água bruta às estações de tratamento.

Nesse sentido, foi adotado no presente estudo um sistema composto por um dispositivo tipo monge, para a tomada d'água superficial de melhor qualidade, de acordo com as diretrizes do SAEAN, que permitirá a captação das águas mesmo em situações de baixo nível no reservatório.

A água captada será conduzida até o poço de sucção da casa de bombas por tubulação de PEAD de diâmetro 300 mm. O sistema de bombeamento será composto de bombas com capacidade de elevação manométrica da ordem de 125 mca, permitindo vencer os desníveis existentes entre a captação e as ETAs I e II do sistema de abastecimento de Artur Nogueira, de acordo com o apresentado no desenho MA-PB-01-22-A1-007-R0.

O bombeamento será executado por dois conjuntos motor-bomba, tendo um terceiro conjunto de reserva. Todos os sistemas serão dotados de quadros de comando com sistemas inversores de frequência, variadores de rotação, relês de falta de fase e de falta de nível, de forma a garantir sua segurança, cujo detalhamento será efetuado durante a fase de projeto executivo.

6. Planilha orçamentária e cronograma físico-financeiro

Os anexos II e III apresentam a planilha orçamentária e de quantitativos de materiais e serviços necessários à implantação do empreendimento e também o cronograma de implantação, prevista para 18 meses. O Anexo IV apresenta as especificações técnicas e critérios de medição para os trabalhos.

7. Anexo I – Projeto básico

LISTA DE DOCUMENTOS

ITEM	NÚMERO DOCUMENTO	REV.	TÍTULO DO DOCUMENTO	DATA
1	MA-PB-01.22-A1-001-R0	0	ORTOFOTO	mar/2022
2	MA-PB-01.22-A1-002-R1	0	CURVAS DE NÍVEL	mar/2022
3	MA-PB-01.22-A1-003-R1	0	IMPLANTAÇÃO DO BARRAMENTO	mar/2022
4	MA-PB-01.22-A1-004-R1	0	PLANTA DO BARRAMENTO	mar/2022
5	MA-PB-01.22-A1-005-R1	0	VISTAS DO BARRAMENTO E VERTEDOR	mar/2022
6	MA-PB-01.22-A1-006-R1	0	ADUTORA DE ÁGUA BRUTA	mar/2022
7	MA-PB-01.22-A1-007-R1	0	SEÇÕES TRANSVERSAIS - 1/3	mar/2022
8	MA-PB-01.22-A1-008-R1	0	SEÇÕES TRANSVERSAIS - 2/3	mar/2022
9	MA-PB-01.22-A1-009-R1	0	SEÇÕES TRANSVERSAIS - 3/3	mar/2022

8. Anexo II – Planilha Orçamentária

9. Anexo III – Cronograma físico-financeiro

10. Anexo IV – Especificações técnicas e critérios e medição