

SUGESTÃO DE RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO A SEREM EXECUTADOS NO RIO QUITANDINHA TRECHO AV. CORONEL VEIGA – PETRÓPOLIS

Data de submissão: 26/02/2025

Data de aceite: 05/03/2025

Pedro Renato Vianna Barros

Paulo Pinheiro Castanheira Neto

OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo realizar análise referente a possível obra de alargamento das margens do rio Quitandinha em atenção à parte que corta a Av. Coronel Veiga, em locais estratégicos, com o objetivo de suportar as cheias nos períodos mais chuvosos.

Esta abordagem ocorre pelo motivo de que mesmo em períodos de baixas precipitações, o transbordamento do rio no local ocorre frequentemente durante todo o ano, algo que traz preocupação e prejuízo pros municípios e os comerciantes.

DESCRIÇÃO DO RIO

O Rio Quitandinha nasce na vertente norte da Serra do Mar, atende mais de 27 ruas e 3 bairros, com seu sistema de drenagem desaguardo no rio, passa por 13 ruas, e desemboca no Rio Piabanha, um dos afluentes do Rio Paraíba do Sul. A nascente está localizada a 960 metros de altitude, próxima ao lago do Hotel Quitandinha, tendo aproximadamente 6,8 km de extensão. As margens do canal pluvial no trecho em análise se alinham à direita com a Av. Coronel Veiga e à esquerda com várias residências e estabelecimentos comerciais, que com o passar do tempo foram diminuindo a área da seção do conduto para aumento de terreno.

Rio Quitandinha

A - Curso:

[Lago do Quitandinha, Ruas Afrânio Mello Franco, General Rondon, Coronel Veiga, Washington Luis, Imperador, Imperatriz, Tiradentes, Koeler, Roberto Silveira, Padre Siqueira-Alfredo Pachá, Palácio de Cristal]

B - Esquema do recebimento dos afluentes

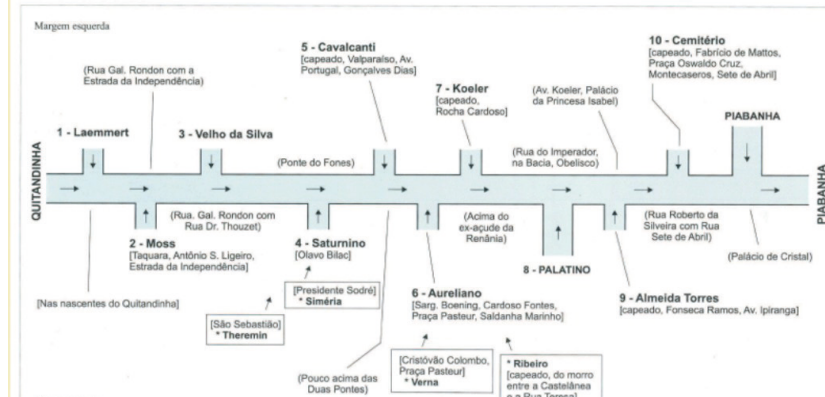


Figura 1: Áreas que abragem o rio Quintadinha

Fonte: Plano Diretor de Petrópolis

Ao longo do rio, há grande quantidade de pontes e travessias que o transpõem, ligando a Avenida às residências e comércios. Essas pontes reduzem pontualmente a altura do rio, causando a redução da sua seção, atuando como barramento superior e causando transbordamento em questão de pouco tempo nas épocas de cheias.

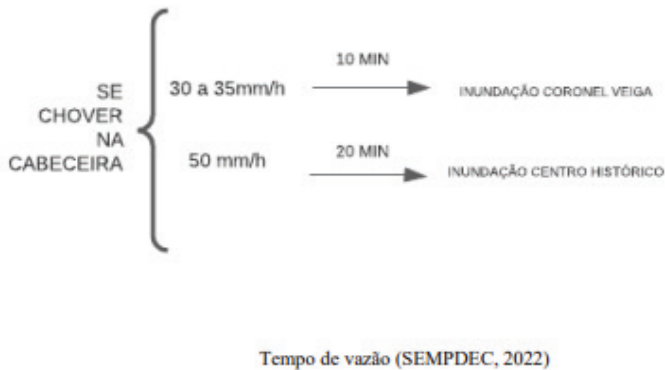


Figura 2: Pontes que diminuem a seção do rio na Av. Cel. Veiga

Fonte: Autor in loco

AV. CORONEL VEIGA – PETRÓPOLIS - RJ

Segundo estudos do Plano de Contingência elaborado para o verão 2022/2023 pela Defesa Civil de Petrópolis – RJ, basta chover de 30 a 35 mm/h que em questão de 10 minutos, ocorre a inundação da avenida em referência.



SECRETARIA MUNICIPAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL - SEMPDEC

Figura 3: Relação de quantidade por tempo, Plano de contingência verão 2022/2023

Fonte: Plano de Contingência Verão 2022/2023

Sendo assim, foram instaladas cancelas eletrônicas e sirenes na Ponte Fones, no início da Avenida e também no final da mesma. Essas, são acionadas quando são constatados pontos de inundação, para avisar aos munícipes sobre o ocorrido e buscarem ajuda em pontos de apoio já estabelecidos.

Esses são fatores primordiais para a escolhadeste local de estudo, com intuito de procurar maneiras de mitigar o problema. Para execução da pesquisa, foram analisadas 3 possíveis áreas para construção “in line”, que será explicada adiante. Para achar essa zonas, foram adotados os seguintes parâmetros:

- Locais nas margens dos rios;
- Terrenos sem construção;
- Apropriação de terrenos sem causar prejuízo aos proprietários;
- Locais estratégicos para suportar o volume de água.

Seguindo as determinações do INEA – RJ, Código Florestal (Lei nº 4.771/65) que fixou uma faixa de 5 metros de afastamento para cursos de água de até 10 metros de largura de calha, esses pontos escolhidos não deveriam ser utilizados pelos proprietários para construção legal, sendo assim, a sua desapropriação não traria prejuízo financeiro à administração pública. Ou, em pior hipótese, facilitaria a negociação de uma eventual indenização.

Deve-se observar, entretanto, que o código de obras da cidade ou Plano Diretor da Cidade, não considerou faixas de afastamento obrigatórias em leitos de rios.

No dia 14 de outubro de 2021, o Senado Brasileiro, aprovou um projeto de lei (PL), que permite a regularização de edifícios as margens de rios e córregos em áreas urbanas. O projeto altera o Código Florestal, atribuindo aos municípios o dever de regulamentar as faixas de restrição nas margens dos canais pluviais. O Código Florestal, indica que os terrenos às margens dos rios são Áreas de Preservação Permanente (APPs), determinando sua amplitude a partir da largura do curso d'água. Com a alteração no Senado, essa determinação não se aplica em áreas urbanas para construções já existentes. Em contraproposta, sugere que o governo local, estabeleça o tamanho da faixa de preservação, respeitando uma distância mínima de 15 metros.

RESERVATÓRIO DE DETENÇÕES

OS RESERVATÓRIOS DE DETENÇÕES

Conhecido como “piscinões” são estruturas hidráulicas que tem como função armazenar temporariamente o excesso do volume de água do sistema de drenagem, mitigando os impactos urbanos e ambientais.

Esse tipo de estrutura tomou mais notoriedade no Brasil através do estado de São Paulo onde há mais de 25 piscinões espalhados, projetos ainda em andamento e início de construção de novos reservatórios para atender toda a demanda da capital e cidades que deles necessitam. Segundo o Plano Diretor de Macrodrenagem do Governo do Estado de São Paulo são necessários mais de 70 piscinões no estado.

Tratam-se de grandes tanques de controle de cheias que atuam no amortecimento dos picos e vazão decorretes de eventos de fortes precipitações, postergando o transbordamentos dos rios, ou até mesmo impedindo que aconteça. Essas estruturas podem ou não conter um controle de comportas de entrada, através de acionamento manual com responsabilidade de acionamento da secretaria de Defesa Civil ou automático quando atingir um certo volume, sendo acionado rapidamente pelo sistema tecnológico. Ademais, podem ser locais amplos, ou mesmo em área menor sendo optativo um reservatório mais fundo.

Existem 2 classificações desses reservatórios, nos termos em inglês “in-line” e “off-line”, que respectivamente querem dizer, “em linha” e “fora da linha”, a etimologia das palavras já nos indicam as formas. Quando classificado “in-line”, a morfologia do piscinão estabelece que o nível de armazenamento do fluxo de água, esteja no mesmo nível do rio.

Sendo assim, quando classificado “off-line” a forma dos tanques, fica acima do nível do rio, captando apenas o excesso de água, quando a água chega em um determinado volume, é direcionada ao piscinão. Geralmente os reservatório “off line” necessitam de bombeamento para retorno das águas desviadas ao canal.

1º PISCINÃO

Na Avenida Coronel Veiga, o terreno de propriedade do Museu de Artesanato do Estado do Rio de Janeiro seria o local ideal para a construção do primeiro reservatório de detenções, podendo oferecer uma largura média de aplicação da margem do rio de até 6,00 metros com frente para a rua. O canal pluvial atualmente tem extensão de 70 metros, largura do rio de 7,00 metros e profundidade média de 3,75 metros, suportando um volume de 1.837,5 m³. Com essa construção, o volume de água suportado seria de 3.412,5 m³, quase o dobro de armazenamento de água

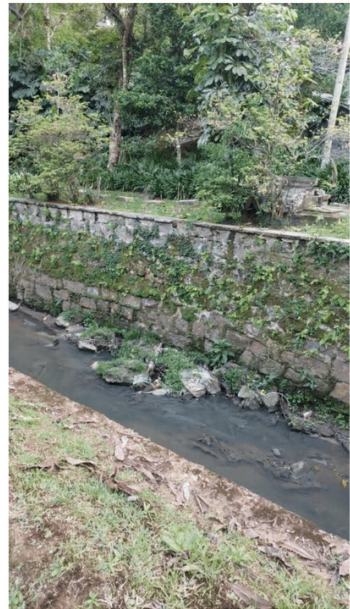


Figura 4: Foto do canal Museu do artesanato do Estado do Rio de Janeiro

Fonte: Autor in loco

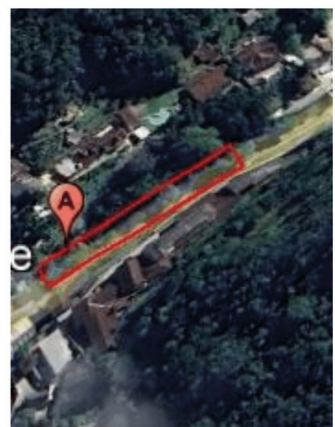
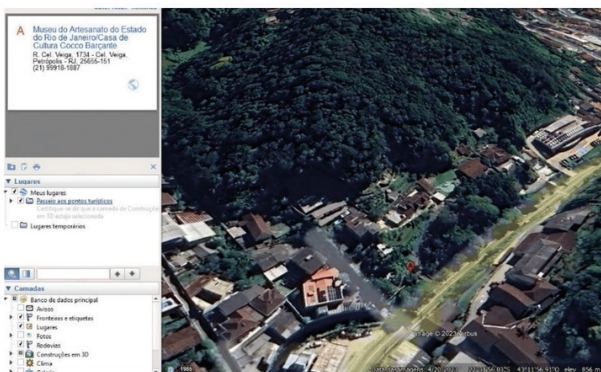


Figura 5: Vista de cima demarcando o local do piscinão

Fonte Google Earth

2º PISCINÃO

O terreno pertencente ao Instituto Teológico Franciscano, apresenta uma possível ampliação da largura das margens de até 5,00 metros com frente pra rua. O rio no local, atualmente tem extensão de 80 metros, sendo 3,00 metros ponte de acesso a propriedade, largura de 5,00 metros e profundidade média de 4,00 metros, resite a um volume de 1.600 m³ de água. A nova formação do canal com o acréscimo de largura, passa a tolerar um total de 3.080 m³.

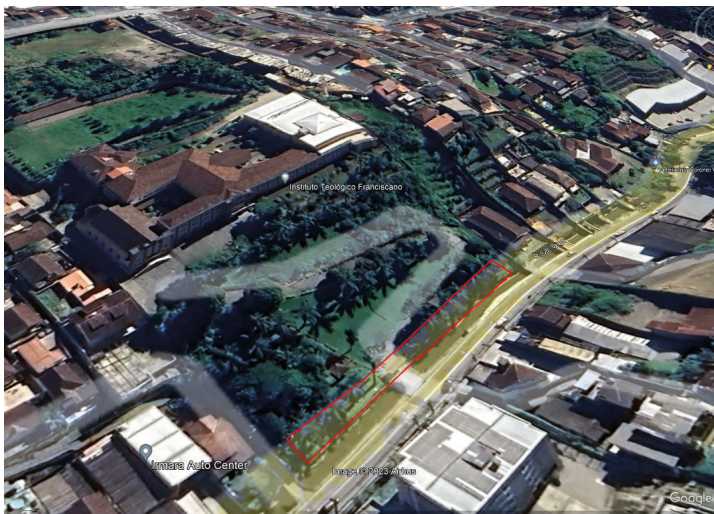


Figura 6: Vista de cima demarcando o local do piscinão

Fonte: Google Earth



Figura 7: Imagem do canal e do local de piscinão.

Fonte: Autor in loco

3° PISCINÃO

A propriedade particular, onde se estabelece uma clínica veterinária, denominada “Veterinária Coronel Veiga”, indica uma possível área de expansão de largura de até 6,00 metros. No presente o trecho conta com uma extensão de 30,00 metros, largura de 6,00 metros, e profundidade média de 3,00 metros, aguentando um volume de 540m³. Tendo em vista uma nova estrutura do canal, passará a suportar um total de 1.080 m³, o dobro do volume.



Fonte: Autor in loco



Fonte: Google Earth

Figura 8: Imagem do canal e do local de piscinão.



Figura 9: Imagem do canal e do local de piscinão.

Fonte: Google Earth

PARÂMETROS HIDROLÓGICOS

É importante ressaltar o volume d'água suportado pelo canal pluvial no trecho. Em uma análise de medição da área da seção realizado pelo autor em setembro de 2023 próxima as áreas de pesquisa, foi constatado em média, uma profundidade de 3,62 metros, 6,00 metros de largura, e uma extensão de toda a rua de 2 km, dados estes, temos que o volume suportado do rio ao decorrer da Avenida é de 43.440 m³ em média. A sequência deste trabalho indicará os cálculos necessários

MORFOLOGIA DO CANAL

Através dos registros apresentados nessa pesquisa, podemos caracterizar que o canal em análise tem o formato predominantemente retangular, e que a maior parte de sua parede é composta por muros de contenção em concreto. Já a base do canal foi observada, em geral, como terreno arenoso e argiloso.

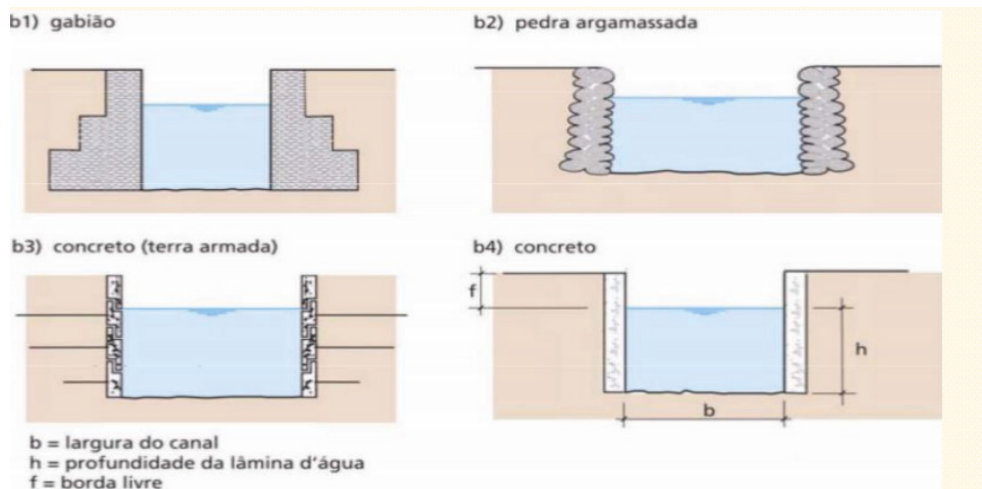


Figura 10: Formato do rio.

Fonte: Material de aula, Professor Paulo Castanheira

Todo o formato do canal, bem como os materiais que o revestem, se relacionam com a velocidade de escoamento do, pois as margens do canal devem ser envolvidas por materiais que impedem a erosão do solo. Ao mesmo tempo que na base, podem ser utilizados materiais e degraus para reduzir a velocidade do fluxo de água e que sirvam para dissipar a energia cinética.

Materiais das paredes	Velocidade máxima (m/s)
Terreno arenoso	0,30
Saibro	0,40
Aglomerados consistentes	2,00
Alvenaria	2,50
Rocha Compacta	4,00
Revestimento de concreto	4,50

Figura 11: Limites Máximos de Velocidade (Xavier, 2009)

Fonte: Material de aula, Professor Paulo Castanheira

ESTIMATIVA E CÁLCULO DE VAZÃO

A velocidade da água está relacionada diretamente com a vazão de escoamento. Uma vez que a vazão é igual a velocidade do escoamento vezes a área molhada do fluido, segundo o teorema de Manning.

Equação de Manning:

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} \sqrt{i}$$

onde:

- V = velocidade média (em m/s)
- n = coeficiente de rugosidade de Manning
- i = declividade média (em m/m)
- R_H = raio hidráulico (em m)

com:

- R_H = raio hidráulico (em m)
- A_m = área molhada (em m²)
- P_m = perímetro molhado (em m)

Relação: $R_H = \frac{A_m}{P_m}$

REVESTIMENTO

Revestimento	n
Terra	0,035
Rachão	0,035
Gabião	0,028
Pedra argamassada	0,025
Aço corrugado	0,024
Concreto ⁵	0,018

onde:

- n_{eq} = coeficiente de rugosidade equivalente
- P_1, P_2, \dots, P_n = perímetros molhados referentes aos revestimentos do tipo "a", "b", ..., "n"
- n_1, n_2, \dots, n_n = rugosidades referentes aos diferentes revestimentos
- $P = P_1 + P_2 + \dots + P_n$ = somatório dos perímetros molhados,

$n_{eq} = \frac{P_1 \cdot n_1 + P_2 \cdot n_2 + \dots + P_n \cdot n_n}{P}$

(a)

(b)

Equação da Continuidade:

$$Q = V A_m$$

onde:

- Δh – diferença de cotas Jusante e montante
- L – comprimento do trecho do canal
- $i = \frac{\Delta h}{L}$
- V = velocidade média (em m/s)
- A_m = área molhada (em m²)
- Q = vazão (em m³/s)

Figura 12: Fórmula de Manning

Fonte: Material de aula, Professor Paulo Castanheira

De acordo com o mapa topográfico do local, podemos observar a cota da montante em 842m e a cota da jusante em 834m. Levando em conta que a profundidade do rio na jusante que é de 4 metros e na montante de 3,75 temos que a jusante média do rio equivale a 830m e a montante média do rio equivale a 838,20m, utilizaremos esses valores para os calculos.

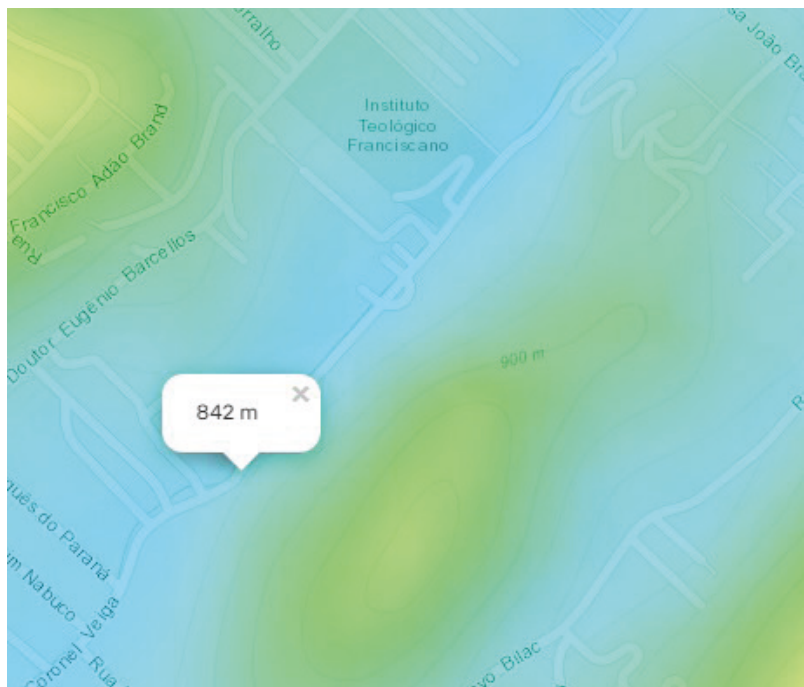


Figura 13: Montante na Av. Cel. Veiga
 Fonte: Mapa topográfico (topographic-map.com)

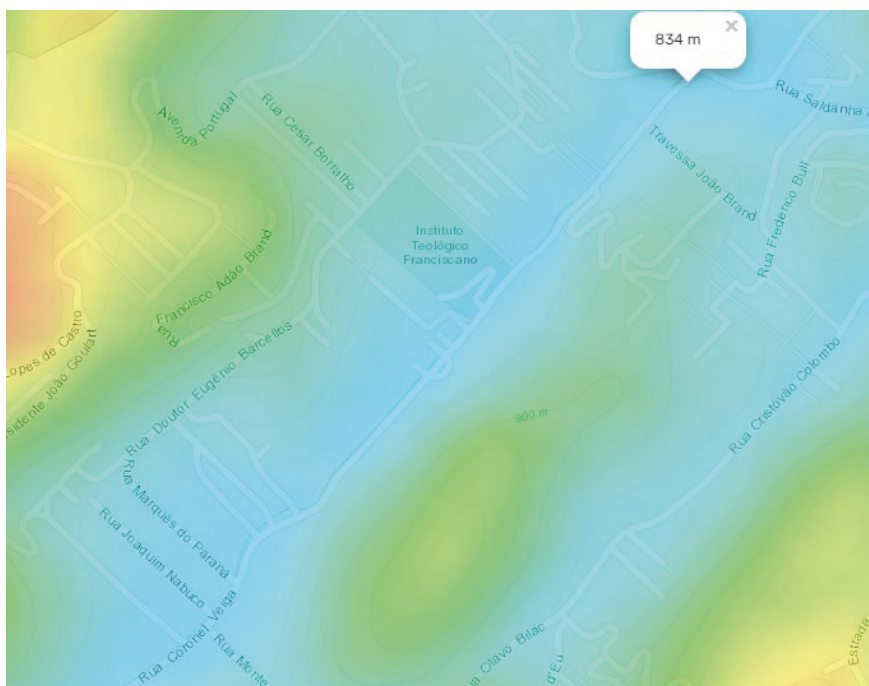


Figura 13: Jusante na Av. Cel. Veiga
 Fonte: Mapa topográfico (topographic-map.com)

As cotas apresentadas ao longo da extensão de 1,8km determinam uma inclinação média de 0,44%, declividade baixa e fora dos parâmetros da NBR 10844 que recomenda para condutos horizontais uma declividade uniforme e mínima de 0,5%.

Para calcular o Raio Hidráulico, a área molhada sobre o perímetro molhado, calculamos a diferença do período de seca e do período chuvoso, o que impactará diretamente na velocidade da vazão.

- SEÇÃO VAZIA:

Perímetro molhado: $6\text{m} + 0,15\text{m} + 0,15\text{m} = 6,3\text{m}$

Área molhada: $0,9\text{ m}^2$

RH: $0,14\text{ m}$

Velocidade de escoamento: $0,08\text{ m/s}$

- SEÇÃO CHEIA (pela média de altura dos 3 canais):

Perímetro molhado: $6\text{m} + 3,58 + 3,58 = 13,17\text{m}$

Área molhada: $21,5\text{ m}^2$

RH: $1,63\text{ m}$

Velocidade de escoamento: $10,87\text{ m/s}$

Com esses calculos apresentados podemos observar a discrepância da seção vazia para a seção cheia, tanto no Raio hidraulico quanto na velocidade. Além disso, também podemos calcular a Vazão total nas duas seções: $Q = V \cdot A_m$

Seção vazia: $0,07\text{ m}^3/\text{s}$

Seção cheia: $233,77\text{ m}^3/\text{s}$

Esses parâmetros servem para diferenciar a capacidade de escoamento dos condutos, antes e após a obra de alargamento dos pisciões. Podemos observar agora a vazão do canal após as obras do reservatório de retenção, levando em consideração o mesmo volume de água para fins de comparação.

- SEÇÃO VAZIA:

Perímetro molhado: $11,66\text{m} + 0,15\text{m} + 0,15\text{m} = 11,96\text{ m}$

Área molhada: $1,75\text{ m}^2$

RH: $0,14\text{ m}$

Velocidade de escoamento: $0,08\text{ m/s}$

VAZÃO = $0,13\text{ m}^3/\text{s}$

- SEÇÃO CHEIA:

Perímetro molhado: $11,66\text{ m} + 3,58 + 3,58 = 11,96$

Área molhada: $41,74$

RH: $2,21\text{ m}$

Velocidade de escoamento: $20,35\text{ m/s}$

VAZÃO = $849,46\text{ m}^3/\text{s}$

REFERÊNCIAS HIDROLÓGICAS DE PETRÓPOLIS

Referências encontradas em Araújo, L. M. N. et al., XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS e II Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul indicam vazão máxima podendo variar até 240m³/s.

CONCLUSÃO

Nas 3 propostas de piscinões apresentadas, procurou-se identificar distâncias mínimas de afastamento, sem necessariamente chegar às construções existentes e aquém da distância mínima pretendida pelo código florestal do INEA – RJ. Foi observada a suma importância de uma medida concreta que amenize as inundações da rua buscando a segurança e garantia de circulação dos comerciantes, moradores e turistas que passam pela região. Vale também ressaltar a capacidade de armazenamento e vazão após a construção da estrutura, o que comprovado através desta pesquisa que, terá 2 vezes mais capacidade de armazenamento e vazão de aproximadamente 3 A 4 vezes a mais do que as referências encontradas para vazão de Rios em Petrópolis que atende as expectativas criadas dentro do tema tratado.

SUGESTÕES DE NOVOS ESTUDOS

Recomenda-se, para finalização do estudo e eventual apresentação de um projeto preliminar, identificar soluções para as contenções nos locais de implantação dos piscinões e análise de custo.

REFERENCIAS

- <http://www.daee.sp.gov.br/site/macrodrenagem/>
- <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2021-10/senado-aprova-construcoes-margens-de-rios-e-lagos-em-cidades>
- <https://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2023/01/03/estudo-de-vazao-do-rio-quitandinha-em-petropolis-revela-tempo-de-transbordo-por-periodo-e-volume-de-chuva.ghtml>
- <https://www.petropolis.rj.gov.br/pmp/index.php/defesa-civil/planos-de-contingencia>
- <https://pt-br.topographic-map.com/map-31fp18/Petr%C3%B3polis/?zoom=16¢er=-22.52598%2C-43.18994&base=4>
- <https://canteirodeengenharia.com.br/2021/08/04/nbr-10844-drenagem-pluvial-em-edificacoes/>
- ARAÚJO, L. M. N et al. ESTUDOS INTEGRADOS DE BACIAS EXPERIMENTAIS PARAMETRIZAÇÃO HIDROLÓGICA NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PIABANHA
- CALIBRAÇÃO DIÁRIA DO MODELO SWAT PARA A BACIA REPRESENTATIVA DO RIO PIABANHA - XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS
- COMPARAÇÃO DA VAZÃO Q95% OBTIDA ATRAVÉS DO ESTUDO DE REGIONIZAÇÃO DE VAZÕES E DE MODELAGEM HIDROLÓGICA COM USO DO MODELO SWAT PARA ESTAÇÕES DA BACIA REPRESENTATIVA DO RIO PIABANHA – III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul