

INSUFICIÊNCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM E AS INUNDAÇÕES RECORRENTES: um estudo de caso na cidade de Botucatu - SP

LUCAS PEREIRA DE SOUZA - lucastccsouza@gmail.com

TAMARA VIEIRA PASCOTO - profetamarapascoto@gmail.com

FACULDADE GALILEU

RESUMO: *A ocorrência de inundações urbanas é geralmente causada pela intervenção humana no ambiente. Esse estudo tem o intuito de identificar e analisar os fatores causadores das inundações em um ponto específico da cidade de Botucatu - SP, na Avenida Vital Brasil. Pretende-se apontar a problemática em torno da insuficiência do sistema de drenagem nesta região, considerando aspectos ligados às chuvas intensas, onde em 2020, Botucatu recebeu uma excessiva quantidade de chuva que, segundo estatísticas, o período de retorno da mesma é de 25 anos. Para tanto, foi realizada uma revisão de literatura, com o apoio da pesquisa bibliográfica, além de estudo de caso da região afetada. O local de inundação fica próximo ao terminal rodoviário do município, onde o mesmo foi construído em uma região onde a drenagem é insuficiente. A alta impermeabilização do solo ao redor do córrego nesse perímetro contribui para as inundações e a capacidade de vazão máxima de contribuição da bacia é consideravelmente maior do que a de escoamento do córrego Tanquinho, localizado próximo ao exutório que deságua no rio Lavapés. Dessa forma, quando ocorre uma chuva similar à chuva de 2020, 96% da água não tem para onde escoar, se considerar que o pavimento do local é impermeável ou de baixa permeabilidade.*

Palavras-chave: *Impactos Urbanos. Drenagem Urbana. Expansão Urbana.*

DRAINAGE SYSTEM INSUFFICIENCY AND RECURRING FLOODING: a case study in the city of Botucatu - SP

ABSTRACT: *The occurrence of urban operations is implemented in human interventions in the environment. This study aims to identify and identify the factors causing floods in a specific point of Botucatu - SP, on Avenida Vital Brasil. It is intended to point out a problem around the operation of the rain system in this region, considering the aspects related to the intense ones, where in 2020, Botucatu received an amount of return that, according to statistics, the return period of the same is 25 years. Therefore, a literature review was carried out, with the support of bibliographic research, in addition to the case study of the deliberate region. The next flooding site is at the city's bus terminal, where it was built in a region where drainage is insufficient. The capacity to increase the contribution capacity of the basin is considered greater than the flow located close to the outflow of the basins. In this way, when a rain similar to the rain of 2020 occurs, 96% of the water has nowhere to run, if the pavement of the place is considered to be impermeable or of low permeability.*

Keywords: *Urban Impacts. Urban Drainage. Urban Expan*

1 INTRODUÇÃO

A urbanização gerou uma grande concentração de pessoas em espaço reduzido, com grande disputa pelos mesmos recursos naturais (solo e água), prejudicando assim grande parte da biodiversidade natural. O meio ambiente é um ser vivo e dinâmico que produz um conjunto de efeitos relacionados que, sem controle, pode provocar o caos em um município (TUCCI, 2008).

A ocupação de áreas inadequadas, em conjunto com a falta de planejamento e dimensionamento de suas infraestruturas, tem criado grandes riscos para a população, ocasionando impactos negativos e às vezes irreversíveis para a população e recursos naturais (REIS NETO, 2006).

As enchentes passaram a fazer parte da história. Nos últimos anos, incidentes e pessoas afetadas tem se tornado cada vez mais proeminentes. Esse aumento segue tendências relacionadas a todos os tipos de desastres naturais. Está ligado às mudanças antropogênicas, principalmente à urbanização intensa, ocupação de áreas de risco e desmatamento (GOERL; KOBIYAMA, 2005).

Desastres naturais que dizem respeito a inundações, podem causar enormes perdas materiais e dependendo de sua grandeza, perda irrecuperável de vidas. A ocorrência de enchentes em cidades e regiões ribeirinhas do Brasil estão se tornando cada vez mais intensas. Essa deterioração do meio ambiente ocorre em função da impermeabilização do solo e imprevista ocupação urbana ao longo da área fluvial, que anteriormente constituía em várzeas e planícies de inundação (BRAGA, 2016).

As áreas de instabilidade associadas à entrada de frentes de calor e frio (sujeito às condições climáticas típicas de cada região) podem provocar fortes chuvas e logo aparecer os problemas habituais: estado de atenção com as inundações, ruas intransitáveis e interrupção de operações comuns de uma cidade. Do ponto de vista benéfico, ocorre a recarga dos mananciais de água e geralmente a lembrança da necessidade de novos investimentos e políticas públicas (LICCO; DOWELL, 2015).

A chuva intensa pode até ser um fator relevante ao expor as incapacidades de projetos e obras de drenagem, mas não pode ser observada como a causadora das inundações, esse processo é muito mais complexo (SHIMABUKU, 2020).

Diante desse contexto, o objetivo principal deste trabalho é calcular um dos possíveis fatores que desencadearam as inundações na Avenida Vital Brasil, no ano de 2020, demonstrando a deficiência do sistema de drenagem pluvial, na cidade de Botucatu.

O estudo de caso contribui para detalhamento dos problemas recorrentes de inundações nessa área específica da cidade. A prática proporcionada por um estudo de caso pode, segundo Freire (2001), ser importante na aquisição do conhecimento para experimentação e aplicação de conceitos teóricos.

2 REVISÃO

2.1 Impactos da Urbanização

Embora envolva fundamentos interdisciplinares, o planejamento urbano, na verdade, é realizado dentro de um contexto de entendimento mais limitado. Por meio do Plano Diretor Urbano, a ocupação do espaço urbano no Brasil tem sido planejada sem consideração dos aspectos da drenagem urbana e da qualidade da água, que ocasionam perturbações e custos para a sociedade e meio ambiente (SECRETARIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO, 2017).

Ao decorrer da urbanização de um município, alguns impactos acontecem, como o aumento das vazões máximas; aumento da produção de sedimentos com a falta de proteção das superfícies e produção de lixo; e deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea (TARGA; et al, 2012). O desenvolvimento e a expansão das cidades são diretamente responsáveis pelo aumento das taxas de impermeabilização do solo (LOURENÇO, 2014).

Pode-se citar outros impactos que ocorrem por conta da forma desorganizada de crescimento de uma cidade: obstrução do escoamento por pontes e taludes; diminuição da seção de escoamento por aterros; obstrução de rios, canais e condutos por acúmulo de lixo; e projetos de obras de drenagem inapropriada. O desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal e imprime vários efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural (SECRETARIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO, 2017).

As interferências humanas acabam criando possibilidades para que ocorram cheias nos canais urbanos. Aliás, é possível distinguir as definições dos termos inundação e alagamento. De acordo com a Defesa Civil de São Paulo, inundações surgem pela presença de grande quantidade de água num curto prazo de tempo, que ocorre por causa da ineficiência de absorção pelo solo ou outras formas de escoamento. E a Defesa Civil de São Bernardo do Campo - SP, define alagamento como um acúmulo temporário de águas num certo local, por ineficiência no sistema de drenagem (LICCO; DOWELL, 2015).

2.1.1 Sistemas urbanos de drenagem

Considerando a situação de inundações contínuas, aumenta-se a necessidade por sistemas de drenagem mais eficientes e sustentáveis, uma vez que o aumento da capacidade de escoamento dos atuais sistemas parece ser uma solução não econômica, além disso em condições meteorológicas extremas não solucionaria o problema completamente e a longo prazo. Assim, surgiu o conceito de drenagem mais sustentável, com o objetivo de restabelecer o ciclo hidrológico natural (LOURENÇO, 2014).

O Decreto Regulamentar Federal n.º 23/95, de 23 de agosto - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais-RGSPPDADAR, delimita os sistemas de drenagem de águas residenciais em quatro tipos, de acordo com a origem das águas que escoam, em sistemas unitários, sistemas separativos, sistemas mistos e sistemas separativos parciais ou pseudo-separativos.

O sistema separativo é o sistema mais moderno, utilizado com mais frequência nos municípios e que distingue os despejos domésticos das águas residuais pluviais. Já o sistema unitário é um sistema mais simples que resume o escoamento do esgoto no mesmo condutor, sem distinguir os diferentes tipos de águas afluentes. Este último foi muito utilizado no passado (LISBOA, 2016).

O sistema misto é a junção dos dois tipos citados anteriormente, cujo parte da rede de coletores funciona com o escoamento no mesmo condutor, sem separar as águas afluentes existentes e a outra parte separando os despejos domésticos das águas pluviais. E por fim os sistemas separativos parciais ou pseudo-separativos, são aqueles nos quais são permitidos em certas condições, a junção de águas pluviais de locais interiores ao coletor de águas residuais domésticas (DUARTE, 2012).

Em geral, os sistemas do tipo separativo são os mais adequados, pois evitam a contaminação dos meios receptores, afinal as águas residuais são destinadas para as estações de tratamento (EPA, 2014).

A implantação da microdrenagem urbana visa a captação superficial e o escoamento das águas pluviais em corpo hídrico. O sistema inclui pavimento das vias, guias, sarjetas, grelhas e galerias de águas pluviais (GAP's) (MORAES, 2015).

2.1.2 Procedimentos técnicos de dimensionamento da microdrenagem

Os projetos de microdrenagem incluem diâmetro, material, localização das redes, cobertura mínima das redes, dispositivos coletores, condução e drenagem de águas pluviais,

conexão dos ramais dos dispositivos, distância máxima entre as caixas de drenagem e localização dos dispositivos. Há três tipos de projetos, sendo eles, o anteprojeto que é o estudo prévio com seleção de materiais, diâmetro e condução da rede, número de dispositivos e seu local. Projeto básico é o estudo da inclinação e velocidade das redes e Projeto executivo que é um estudo abrangente das distinções dos tipos de escoramento e projeto estrutural (MORAES, 2015).

Os elementos das galerias de águas pluviais são, os dispositivos de captação, ramais, caixas de drenagem, redes e válvulas. Os dispositivos são elementos de captação de águas pluviais que escoam nas vias e sarjetas, entre eles: boca de lobo, boca de leão, combinação entre eles e outras. A capacidade absorvida de uma boca de lobo deve ser, conforme estudos hidráulicos de 60 L/s (MORAES, 2015).

A função das válvulas é prevenir o retorno das águas pluviais às cotas mais baixas, quando o córrego estiver totalmente preenchido. De acordo com Silveira (2015), como possibilidade para a diminuição de alagamentos, instala-se uma válvula *flap* que impede o retorno pluvial, mantendo apenas um sentido de fluxo unidirecional, considerando que alagamentos que ocorrem por causa da falta de capacidade do escoamento entrar no conduto, em virtude do acúmulo de água pelo fechamento de válvula flap, é menor que o gerado pelo retorno.

3 METODOLOGIA

Para aperfeiçoamento do aprendizado foi feito um estudo de caso em uma área da cidade que sofre com recorrentes inundações utilizando, para isso, conceitos discutidos ao decorrer deste trabalho.

A principal finalidade foi identificar e calcular os fatores que contribuem para a ocorrência desse evento, como a vazão que escoam em direção ao córrego e a vazão que o mesmo suporta.

Inicialmente foi feito um levantamento de dados relacionados ao local estudado. Foram reunidas reportagens de um jornal local - Acontece Botucatu - o qual deu suporte para determinação dos períodos e locais que ocorreram as chuvas intensas e inundações. Ainda nessa etapa de levantamento, o portal do Instituto Água e Saneamento e organização civil sem fins lucrativos foram consultados, de modo a buscar informações a respeito dos problemas nos sistemas de drenagem da cidade de Botucatu.

Em 2020, o município recebeu uma excessiva quantidade de chuva que, segundo estatísticas, o período de retorno da mesma é de 25 anos (DAEE, 1999). Segundo Acontece Botucatu (2021), foram cerca de 270 milímetros de chuva, em 12 horas, segundo registros da Estação Metrológica da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/Unesp), tendo o maior volume concentrado entre 1 e 4 horas da manhã.

Considerando que nos horários que a chuva mais se intensificou, são 4 horas, faz-se a razão dos milímetros de chuva por 4 horas. Esse valor foi comparado a tabela de previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h, em Botucatu, comparando também o tempo em anos.

Tabela 1 - Botucatu: Previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	96,4	121,3	137,8	147,1	153,7	158,7	174,1	189,5	204,8
20	75,5	93,9	106,0	112,9	117,6	121,3	132,7	144,0	155,3
30	62,4	77,2	87,0	92,5	96,3	99,3	108,5	117,5	126,6
60	41,8	51,4	57,8	61,4	64,0	65,9	71,9	77,9	83,8
120	25,9	31,9	35,9	38,2	39,8	41,0	44,7	48,5	52,2
180	19,0	23,6	26,6	28,3	29,5	30,4	33,2	36,0	38,8
360	11,0	13,7	15,5	16,6	17,3	17,8	19,5	21,2	22,9
720	6,2	7,8	8,9	9,5	10,0	10,3	11,3	12,3	13,3
1080	4,4	5,6	6,4	6,9	7,2	7,4	8,2	8,9	9,7
1440	3,5	4,4	5,1	5,4	5,7	5,9	6,5	7,1	7,7

Fonte: DAEE, 1999.

Os dados pluviométricos dessa pesquisa, como de precipitação diária por ano, que evidenciam os picos de chuva, foram encontrados no portal do *meteoblue*. Os diagramas climáticos de *meteoblue* são baseados em 30 anos de simulações do modelo meteorológico por hora, e estão disponíveis para qualquer localidade do planeta.

O estudo destaca as características predominantes das áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos e inundações nos municípios brasileiros, as quais foram utilizadas para análise do trabalho. Para isso, foi utilizada a carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação, publicada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) em 2020, que identifica essas áreas, apresentando dados sobre o município de Botucatu.

Esse trabalho ainda inclui uma visita ao campo para definição dos pontos de risco de inundações ao decorrer da avenida Vital Brasil e registro de fotografias, que foram utilizadas para o desenvolvimento do trabalho.

As informações a respeito das inundações ocorridas na Av. Vital Brasil, em Botucatu, encontradas em reportagens dos jornais locais, em conjunto com alguns dados do Instituto Água

e Saneamento, sobre os problemas nos sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais no município, contribuíram para caracterizar o local como uma área de risco para inundações.

Os dados pluviométricos encontrados no portal do *meteoblue* demonstram se nesse período de análise das inundações ocorreram chuvas mais intensas, ou seja, fora da normalidade.

Foi delimitado a bacia hidrográfica pelo *Google Earth* e calculado a vazão que escoava em direção ao córrego, pela equação 1:

$$Q = A * h \quad (1)$$

Sendo que, Q = Vazão; A = Área (km²); h = Altura de precipitação (m/min).

A altura de precipitação (h), é a medida da altura da lâmina de água de chuva acumulada sobre uma superfície plana, horizontal e impermeável. Esta foi determinada através de dados dos jornais de Botucatu para a chuva ocorrida em 2020.

Com a finalidade de medir a área do córrego e encontrar a vazão de água que o mesmo suporta. O cálculo da vazão foi realizado através da equação (2) - fórmula de *Manning*:

$$Q = 60.000 * (A/n) * RH^{2/3} * S^{1/2} \quad (2)$$

Sendo que, Q = Vazão (L/min); A = Área de seção molhada (m²); RH = A/P = Raio hidráulico (m), com P = Perímetro molhado (m); n = Coeficiente de rugosidade (Tabela 2); S = Declividade (m/m).

Tabela 2 - Coeficiente de rugosidade (n)

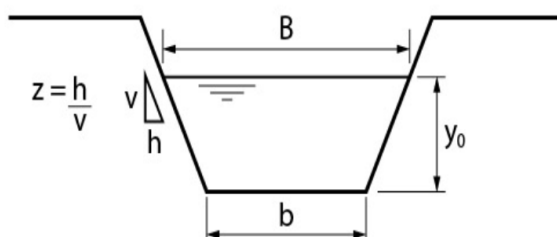
Material	n
Plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não-alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Fonte: Adaptado de ABNT, 1989.

Para encontrar a área, o perímetro e consequentemente o raio hidráulico, utiliza-se a Figura 1, que mostra como medir a largura do córrego. A área foi calculada pela equação de área da seção transversal do trapézio. Para o cálculo do raio hidráulico, determinou-se o

perímetro molhado da seção e posteriormente, calculou-se o comprimento das paredes em contato com o líquido. O raio hidráulico é a razão entre a área molhada e o perímetro molhado. E para calcular a declividade (S), usou-se a distância e o córrego. Vale ressaltar que foi utilizado para cálculo, o trecho do córrego, que é onde o rio se encontra a céu aberto e não nas tubulações, facilitando na determinação dos dados.

Figura 1 - Esquema de medição da largura, altura e fundo do córrego



Fonte: MARINHO, 2019.

Sendo que, z : Inclinação do talude lateral do canal e y_0 : Altura da lâmina d'água.

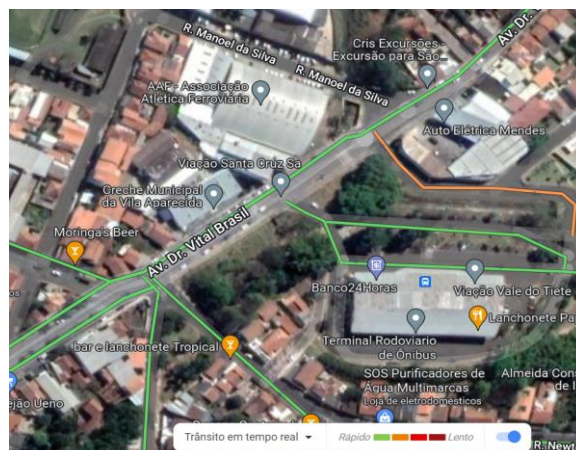
4 ÁREA DE ESTUDO

A história de Botucatu iniciou em meados de 1721, após áreas delimitadas pelo rio Paranapanema e Serra de Botucatu serem separadas em sesmarias, sendo uma delas a Fazenda Santo Inácio (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

Botucatu atualmente é conhecida como a cidade dos bons ares, pelo ótimo clima que se respira. Se localiza no centro sul do estado, a 224,8 km da capital São Paulo. Cidade vizinha dos municípios de Anhembi, Pardinho, Itatinga, Avaré, Pratânia, São Manuel, Dois Córregos e Santa Maria da Serra. Possui clima ameno, cuja temperatura média é de 22° C e altitude elevada, de 756 metros a 920 metros, que é o ponto mais alto da cidade (CIESP, 2021). Sua população, pelo último censo publicado, é de 127.328 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

A Avenida Vital Brasil, foco da análise deste trabalho, tem 2 km de extensão. Na Figura 2 a seguir, pode-se verificar a localização do local de inundação registrado em 2020.

Figura 2 - Local de estudo, próximo ao terminal rodoviário



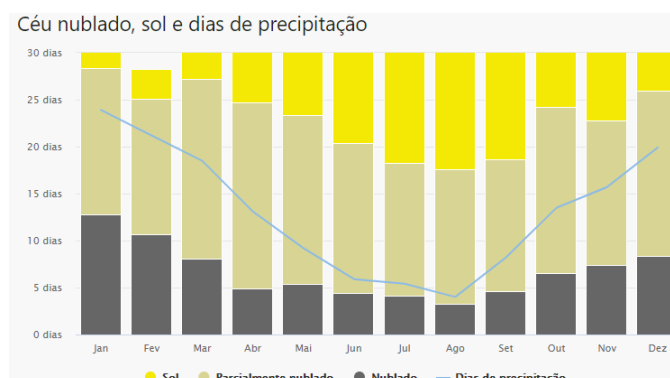
Fonte: Google Maps, 2022.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma a conhecer a vulnerabilidade da cidade, demonstrou-se o número de domicílios sujeitos às inundações. Cerca de 0,1% ou apenas 40 domicílios estão sujeitos às inundações (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2019).

A figura 3 demonstra o número mensal de dias de sol, parcialmente nublados, nublados e de precipitação, no ano de 2020. Os meses com mais dias de precipitação foram outubro - 13,5 dias, novembro - 15,7 dias, dezembro - 19,9 dias, janeiro - 23,9 dias, fevereiro - 21,2 dias e março - 18,5 dias.

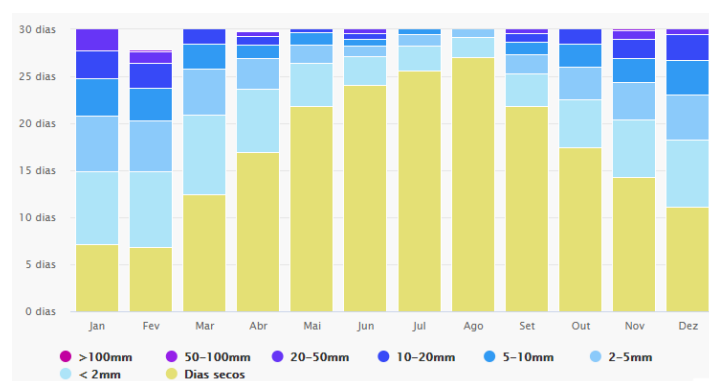
Figura 3 - Dias de precipitação no município de Botucatu-SP, ao longo de 30 dias



Fonte: Meteoblue, 2021.

Na figura 4, é possível ver o diagrama de precipitação para Botucatu e aponta em quantos dias por mês, determinadas quantidades de precipitação são atingidas. Analisando essa figura, identifica-se que os dias secos prevalecem em alguns meses do ano, como junho, julho, agosto e setembro, e nos meses de fevereiro e novembro há chuvas de 50mm.

Figura 4 - Quantidade de precipitação acumulada mensal em mm, ao longo de 30 dias



Fonte: Meteoblue, 2021.

O tipo de geomorfologia do local (planícies aluviais atuais e planícies fluviolacustres com amplitudes e declividades muito baixas) pode ter contribuído para os problemas no local de estudo. Além disso, os solos hidromórficos, em terrenos situados ao longo do curso d'água, mal drenados e com nível d'água subterrâneo aflorante a raso, também contribuíram para esse fato.

Referente ao processo de uso e ocupação do local, sabe-se que a rodoviária foi construída em um local onde a drenagem é insuficiente, causando inundações. A região fica num ponto mais baixo de um relevo acidentado, por onde passam as águas pluviais. Nessa região, onde a microbacia envoltória já se encontra bastante impermeabilizada (ruas pavimentadas e casas construídas), um córrego denominado Tanquinho (Figura 5) recebe toda a água proveniente de seu entorno e da confluência dos córregos do Água Fria e do Cascata e córrego da Vila Antártica. (SHIMABUKU, 2018). Pelo *Google Earth*, foi possível delimitar e medir a bacia hidrográfica do córrego (Figura 6).

Figura 5 - Córrego Tanquinho



Figura 6 - Bacia hidrográfica do córrego e sua área



Como em fevereiro de 2020 choveu 270 mm em 12h, considerou-se 0,021 m/min de água pluvial e 7.050.000 m², a área da bacia. Logo, calculou-se uma capacidade de vazão máxima de 148050,00 m³/min. Por praticidade, considera-se a capacidade de 148.000 m³/min de água a ser direcionada para o exutório, localizado próximo ao terminal rodoviário.

Para o cálculo de área, perímetro e raio hidráulico, considerando $b = 1,5$ m, $z = 3$ m e $y_0 = 3,5$ m para a figura 1, chegou-se em B de 22,5 m, uma área de 42 m² e um perímetro de 11,4 m, por tanto o raio hidráulico foi de 3,68 m.

Considerando que a cota no ponto baixo do córrego que está aberto é de 776 m e a cota no ponto mais alto é de 777 m, possuindo uma distância entre elas de 85 m. O trecho tem uma declividade de 1,2% e, portanto, uma capacidade de vazão máxima de 5.687,808 m³/min, por praticidade, considera-se a capacidade de 5.700 m³/min de água, sendo escoada no ponto estudado, sendo essa, é caracterizada pela quantidade de água que é escoada do córrego para o rio Lavapés.

Sendo assim, a capacidade de escoamento do córrego é equivalente a menos de 4% da contribuição de água obtida pela bacia hidrográfica do local. Pois se o mesmo escoasse toda a quantidade de água que ele recebeu em 2020, seria 100% e provavelmente não haveria inundações, porém ele escoou bem menos do que recebeu de água pluvial que foi 148.000 m³/min.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há uma carência de estudos detalhados sobre o comportamento da drenagem e do relevo local, principalmente sobre o papel da natureza. A ocupação das áreas (bairros novos) das cabeceiras de redes hidrográficas de todo o município deve ser analisada de forma integrada e com critérios técnicos para se obterem maiores resultados.

Entretanto, através dos levantamentos de dados e cálculos executados, conclui-se que a capacidade de vazão máxima de contribuição da bacia é consideravelmente maior do que a capacidade de escoamento do córrego Tanquinho, localizado próximo ao exutório que deságua no rio Lavapés. Dessa forma, quando ocorre uma chuva similar a chuva de 2020, 96% da água não tem para onde escoar, se considerar que o pavimento do local é impermeável ou de baixa permeabilidade, pois sendo assim, rapidamente haverá formação de escoamento superficial de água devido à falta de permeabilidade. Esta água superficial irá demandar os sistemas de microdrenagem durante a chuva, podendo vir a causar inundações.

Portanto, uma solução para este problema, seria um redimensionamento das áreas de captação pluvial, que direcionam a água ao rio. Para isso, seria de extrema importância um estudo sobre a probabilidade e a frequência de chuvas extremas na região, como a ocorrida em 2020, a fim de buscar uma análise de viabilidade econômica desse redimensionamento.

REFERÊNCIAS

ACONTECE BOTUCATU. **Defesa Civil registrou mais de 50 chamados devido às chuvas intensas.** Disponível em: <<https://acontecebotucatu.com.br/cidade/defesa-civil-registra-cerca-de-50-chamados-devido-as-chuvas-intensas-em-botucatu/>>. Acesso em 26 mai. 2021.

BRAGA, J. L. **Alagamentos e inundações em áreas urbanas:** estudo de caso na cidade de Santa Maria - DF. Monografia, Universidade de Brasília – Instituto de Ciências Humanas – Departamento de Geografia. Brasília, 2016.

CIESP. **Abrangência.** 2020. Disponível em: <<http://www.ciesp.com.br/botucatu/sobre/cidade-sede/>>. Acesso em 26 mai. 2021.

DAEE. **Equações de chuvas intensas do estado de São Paulo**. Departamento de Águas e Energia Elétrica. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 1999.

DEFESA CIVIL DE SÃO PAULO. **Inundações**. [s/d]. Disponível em: <<http://www.spalerta.sp.gov.br/topicos/inundacoes/>>. Acesso em: 12 de jun. 2022.

DUARTE, N. **Malha Urbana: Águas pluviais. Curvas IDF**. Pg. 69. 2012. Disponível em: <<https://recil.ensinolusofona.pt/bitstream/10437/2993/1/2195.pdf>>. Acesso em: 12 de mai. 2022.

EPA. **United States Environmental Protection Agency, EUA**. 2014. Disponível em: <<http://www.epa.gov/>>. Acesso em: 11 de mai. 2022.

FREIRE, P. **Pedagogia dos sonhos possíveis**. São Paulo: Editora da Unesp, 2001.

GOERL, R. F; KOBAYAMA, M. **Considerações sobre as inundações no Brasil**. Florianópolis, 2005. Artigo Acadêmico de Geografia, UFSC.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. IBGE: 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/botucatu.html>>. Acesso em: 29 de abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **História de Botucatu**. IBGE: 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/botucatu/historico>>. Acesso em 26 mai. 2022.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. **Indicadores em destaque**. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/sp/botucatu>>. Acesso em: 23 mai. 2021.

LICCO, E. A.; DOWELL, S. F. M. **Alagamentos, Enchentes Enxurradas e Inundações: Digressões sobre seus impactos sócio econômicos e governança**. Área de Pesquisa em Sustentabilidade - Centro Universitário Senac. São Paulo, 2015.

LOURENÇO, R. **Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis**. Coimbra, 2014. Mestrado, Instituto Politécnico de Coimbra - Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

LISBOA, L. A. **Sistemas Públicos de Drenagem de Águas Residuais: estudo comparativo entre o regulamento português e o brasileiro**. Instituto Superior de Engenharia do Porto (Mestrado em Engenharia Civil). 2016.

MARINHO, F. **Cálculo de canais de seção trapezoidal e circular**. Guia da Engenharia. 2019. Disponível em: <<https://www.guiadaengenharia.com/canais-trapezoidal-circular/>>. Acesso em: 11 de jun. 2022.

METEOBLUE. **Clima Botucatu**. Disponível em: <https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/botucatu_brasil_3469136>. Acesso em: 23 mai. 2021.

MORAES, A. P. de. In: XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento. **Anais. ASSEMAE - Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento: Poços de Caldas, MG, 2015.**

REIS NETO, R. A. R. et al. Crescimento urbano e degradação ambiental das nascentes (Igarapés: grande, Paca e Caranã) área urbana de Boa Vista - Roraima. In: VI Simpósio de Geomorfologia/Regional *Conference on Geomorphology*. **Anais**. Goiânia, *Geomorphology*, 2006.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO. **Manual de drenagem urbana**. Toledo - Paraná. 2017.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Carta de Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação**. [s/d].

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Domicílios sujeitos a riscos de inundações**. Botucatu, 2019.

SHIMABUKU, P. **Por que impactamos primeiro para “tentar” resolver ou “atenuar” os problemas socioambientais?** 2020. Disponível: <<https://noticias.botucatu.com.br/2020/02/11/sera-a-chuva-a-vila-da-cidade/>>. Acesso em 22 mai. 2021.

SHIMABUKU, P. **Por que ocorrem as enchentes e inundações na região da rodoviária**. 2018. Disponível em: <<https://noticias.botucatu.com.br/2018/01/15/opinio-por-que-ocorrem-as-enchentes-e-inundacoes-na-regiao-da-rodoviaria/>>. Acesso em 28 mai. 2021.

SILVEIRA, G. A. da. **Ineficiência no sistema de drenagem**: análise de utilização de válvulas flap em São Leopoldo, RS. Trabalho de Conclusão, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2015.

SINDICATO DOS ARQUITETOS URBANISTAS. **Enchentes, inundações, alagamentos**. Disponível em: <<http://sindarqms.com.br/noticia/enchentes-inundacoes-e-alagamentos/18#:~:text=As%20enchentes%20caracterizam%2Dse%20como,canal%2C%20por%20C3%A9m%2C%20sem%20extravasar.&text=Inunda%20C3%A7%C3%A3o%20ocorre%20quando%20extravasa%20o,um%20curso%20d%C3%A1gua%20natural.>>. Acesso em 27 mai. 2021.

TARGA, M. S.; et al. **Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil**. Revista Ambiente e Água. 2012.

TUCCI, C. E. M. **Águas Urbanas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de pesquisa hidráulicas. Portal Revista da USP, v.22, n. 63, 2008.