

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

ESTIMATIVAS DE COTAS DE INUNDAÇÃO NOS RIOS URBANOS DA BACIA DO TAMANDUATEÍ EM SANTO ANDRÉ, SP

Tatiana Hamada¹ & María Cleofé Valverde²

Abstract: The municipality of Santo André (SA), located in the ABC Paulista region, is in the southeastern part of the Metropolitan Region of São Paulo. It is often affected by flooding events caused by short-term heavy rainfall, during the rainy season. The aim of this study was to estimate the reference levels for overflow, emergency, alert, and attention for the rivers in the Guarará, Tamanduateí Médio I, and Ribeirão dos Meninos sub-basins, which encompass the urban area of SA. Water level data collected at 15-minute intervals were used, and the permanence curve method was applied to determine the reference level values. The results showed that for the Guarará the overflow level was 4.04 m, emergency level 3.38 m, alert level 2.65 m, and attention level 2.19 m. For the Tamanduateí, the overflow was 4.48 m, the emergency was 3.90 m, the alert was 3.23 m and the warning was 2.73 m. For the Meninos River, the overflow was 4.94 m, the emergency was 4.21 m, the alert was 3.37 m and the warning was 2.72 m. To validate these levels, records from the Civil Defense were used, which included reports of overflow incidents in the analyzed rivers. It was found that more than 70% of the overflow and flooding events identified through the methodology were also documented in the Civil Defense reports. Establishing reference levels in urban rivers is crucial for hydro-meteorological monitoring and should be integral to the alert system to help mitigate the impacts of flooding on the population.

Resumo: O município de Santo André (SA), localizado no ABC Paulista, setor sudeste da Região Metropolitana de São Paulo, é frequentemente impactado pela ocorrência de eventos de alagamentos, enchentes e inundações, deflagrados pelas chuvas intensas de curta duração, preferencialmente na época chuvosa. O objetivo deste trabalho foi estimar as cotas de referência de extravasamento, emergência, alerta e atenção para os rios das sub-bacias do Guarará, Tamanduateí Médio I e Ribeirão dos Meninos, onde a área urbana de SA está inserida. Foram utilizados dados do nível de água, para o período 2010-2022, com intervalos de 15 minutos, e aplicado o método da curva de permanência para estimar os valores de cota de referência. Os resultados mostraram que para o córrego Guarará a cota de extravasamento foi de 4,04m, de emergência 3,38m, de alerta 2,65m e atenção 2,19m. Para o rio Tamanduateí a cota de extravasamento foi de 4,48m, de emergência 3,90m, de alerta 3,23m e de atenção 2,73m. Já, para os Meninos a cota de extravasamento foi de 4,94m, de emergência 4,21m, de alerta 3,37m e de atenção 2,72m. Para a validação das cotas obtidas foram utilizados os registros da Defesa Civil que incluíram os chamados de extravasamento nos rios analisados. Obteve-se que mais dos 70% dos eventos de extravasamento/inundação identificados com a metodologia, também constaram nos chamados dos registros da Defesa Civil. Cotas de referência em rios urbanos são essenciais para monitoramento hidrometeorológico e devem fazer parte do sistema de alertas para auxiliar na mitigação dos impactos das inundações na população.

Palavras-Chave – Inundação, cotas de referência, bacia do Tamanduateí.

1) Universidade Federal do ABC: Av. dos Estados, 5001 - Santo André/SP, 09280-560, +55 11 3356 7000, maria.brambila@ufabc.edu.br

2) Universidade Federal do ABC: Av. dos Estados, 5001 - Santo André/SP, 09280-560, +55 11 3356 7000, tatiana.hamada@aluno.ufabc.edu.br

INTRODUÇÃO

Os fenômenos de enchentes e inundações são considerados processos naturais que estão relacionados com características de uma bacia hidrográfica, principalmente nas épocas das chuvas (AMARAL et al., 2009). O termo encheente pode ser aplicado quando o rio tem seu volume de água aumentado, porém ainda dentro dos limites de sua margem e calhas. Quando a água supera esses limites, ocorre um transbordamento conhecido como inundaçāo (KÖENE, 2013). Esse fenômeno hidrológico possui dinâmicas diferentes, podendo evoluir de forma brusca com o rápido aumento do volume de água ou de forma lenta com a subida e descida da água do rio.

Eventos hidrológicos deste tipo em cidades que se desenvolveram nas várzeas dos rios, se constituem em um dos maiores problemas, em épocas de chuva. Devido ao processo de urbanização e expansão, os rios são canalizados, tamponados, retificados, comprometendo o seu fluxo natural e o escoamento superficial das águas da chuva. Somado a isso, a drenagem urbana, envolve fatores como controle dos resíduos sólidos, abastecimento de água e direcionamento das águas pluviais. Isso associado a impermeabilização do solo, aumenta o risco de alagamentos e enchentes em eventos de chuva considerável (AMARAL et al., 2009).

Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), a cidade de São Paulo é um dos exemplos da problemática de inundações e alagamentos pelas chuvas de verão devido ao sistema de drenagem urbana insuficiente. Acrecido a isso, diversos estudos já têm demonstrado desde a década de 60, uma tendência de aumento dos índices de precipitação extrema na cidade de São Paulo (SILVA DIAS, 2013; MARENKO, et al., 2020; MACHADO et al., 2021) o que deixa uma alerta maior, uma vez que eventos extremos de precipitação representam riscos hidrometeorológicos, e são os principais responsáveis por desencadear inundações repentinas e deslizamentos de terra na cidade de São Paulo (MARENKO et al., 2020).

Assim como, o município de São Paulo, o ABC Paulista também sofre com eventos de chuva extrema e eventos de inundaçāo são recorrentes na bacia do rio Tamanduateí. Durante anos, Santo André foi impactada com enchentes na várzea do rio Tamanduateí, que atualmente é a Avenida dos Estados. Um exemplo, é o evento de extravasamento do rio em 2005 que impactou aproximadamente cinco mil pessoas (NEVES, 2008). Outros casos extremos ocorreram nos anos de 2017, 2018 e 2019 e causaram danos em vias públicas, infraestruturas e perdas humanas (SANTOS et al., 2019; BRAMBILA et al., 2019; VALVERDE et.al., 2018; VALVERDE et al., 2021).

Ante as inúmeras evidências de processos hidrológicos adversos, medidas não estruturais são algumas das ações que ajudam em parte a lidar com esses eventos, como os chamados Planos de Contingência. Este é um documento que possui orientações para preparação e resposta em uma situação de eventos extremos climáticos ou atmosféricos que podem originar inundações ou deslizamentos (DEFESA CIVIL SANTA CATARINA, 2021).

Planos de contingência incluem também sistemas de alertas que se constituem como um conjunto de capacidades necessárias para gerar e disseminar, com tempo e de forma compreensível, informações que possibilitem indivíduos, comunidades e organizações vulneráveis à desastres a se prepararem e agirem, de forma adequada e em tempo suficiente, para reduzir sua possibilidade de sofrer danos e/ou perdas (MARCHEZINI, et. al., 2017).

No que se refere a ocorrência de inundações e extravasamentos de cursos de rios urbanos, os sistemas de alerta têm uma função de encaminhar alertas para população de forma mais rápida e assertiva, além de auxiliar em estudos preditivos para essas regiões. Para garantir a eficiência do

sistema de alerta, é necessário observar não apenas a informação que é monitorada, mas também como será a resposta em relação ao alerta gerado.

Segundo Marchezini et al., (2017) pode-se estruturar o sistema de alerta em 4 eixos: a) identificar os riscos que se desejem monitorar, b) monitoramento e emissão de alertas conforme identificado uma situação de risco iminente, c) notificação dos alertas gerados para a população ou os órgãos específicos que determinam a sua divulgação e d) gestão e estratégia da capacidade de resposta para o risco anunciado.

Dentro dos vários eixos no qual um Sistema de Alerta se sustenta, identificar cotas de referência que possam causar um risco de inundação se insere no segundo eixo, pois trata-se de um valor que representa um cenário de possível evento extremo que deve ser monitorado e comunicado através de alertas.

As cotas de referências são subdivisões que sinalizam alguma criticidade que, normalmente está relacionada com um nível de risco e são comumente utilizadas, pois permitem um melhor acompanhamento da possível ocorrência de eventos hídricos extremos, como a inundação e a estiagem. A identificação de cotas de referência pode ser definida a partir de estudos com as cotas de níveis de água de eventos hídricos anteriores, que podem ser levantadas em campo ou obtidas por meio de análise estatística (ANA, 2011).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo geral estimar cotas de referência para situações hidrológicas anômalas, tais como inundação ou enchente, nos rios urbanos da bacia do rio Tamanduateí, onde a área urbana do município de Santo André está inserida. A estimativa de níveis críticos de cotas dos principais rios da bacia do Tamanduateí pode auxiliar na implementação de medidas de contingência, sistemas de monitoramento e melhoria no planejamento e sistema de drenagem dos municípios que integram a bacia do Tamanduateí.

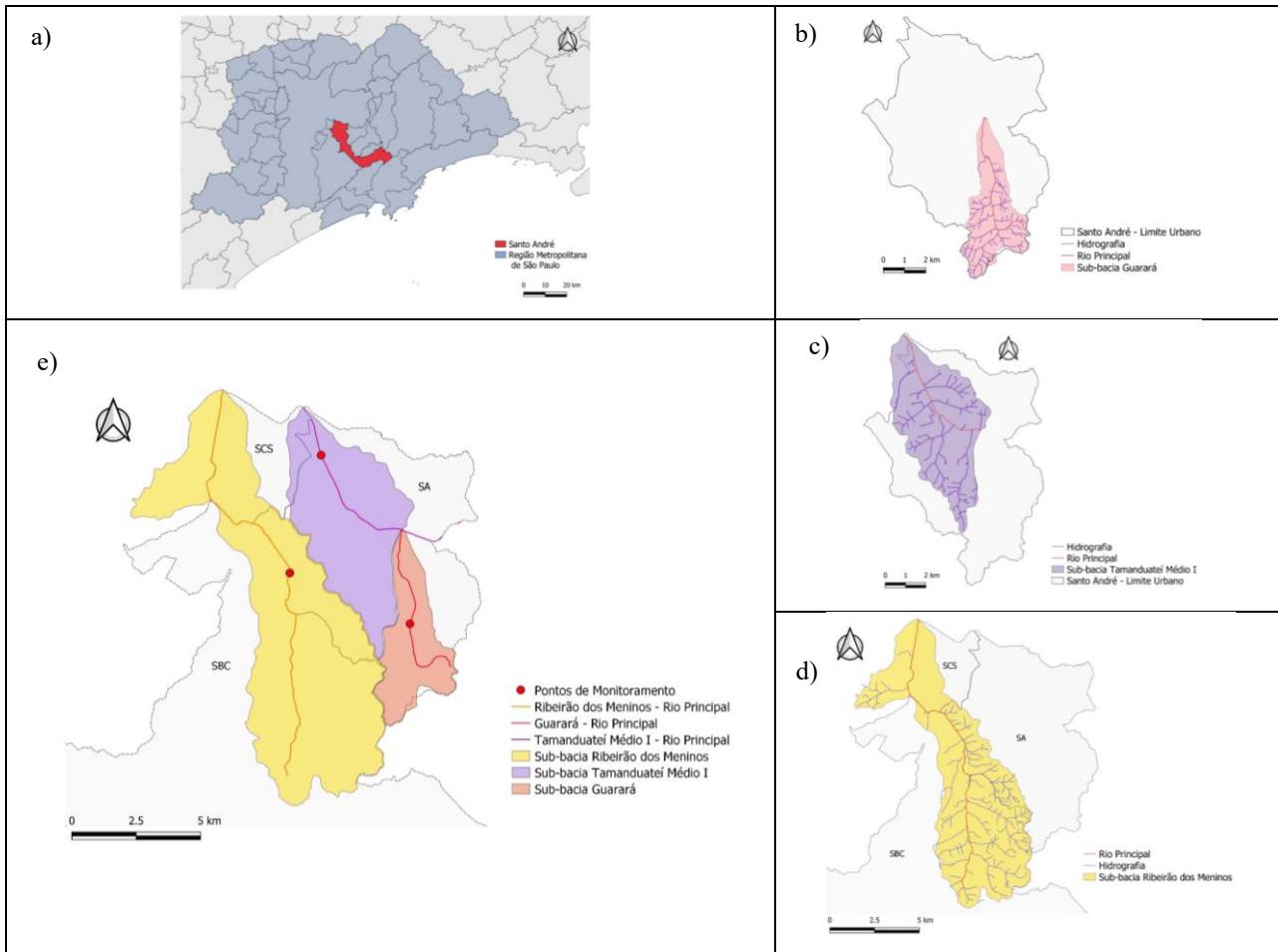
MÉTODOS

A área de estudo corresponde as sub-bacias do Guarará, Tamanduateí Médio I e Ribeirão dos Meninos, localizadas no município de Santo André na Região do ABC Paulista, no sudeste da RMSP (Fig 1a). A sub-bacia do Guarará (Fig. 1b) está totalmente inserida na área urbana de Santo André e possui uma área aproximada de 13,46 km², seu rio principal é chamado de Guarará. A sub-bacia do Tamanduateí Médio I (Fig. 1c) está localizada na parte norte do município de Santo André e possui uma área de 27,76 km². Já, a sub-bacia Ribeirão dos Meninos (Fig. 1d), parte da sua área encontra-se na região oeste de Santo André, porém abrange outros municípios, tais como São Paulo, São Caetano do Sul e São Bernardo do Campo e possui 51,6 km² de área de drenagem (RODRIGUES, 2017).

Os dados utilizados foram as cotas fluviométricas (metros) disponibilizada pela Defesa Civil de Santo André e o Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André (SEMASA) para três pontos de monitoramento (Fig. 1e): UTR-101A (Guarará), UTR-101B (Tamanduateí) e UTR-101C (Ribeirão dos Meninos) com um intervalo de 15 minutos, para os períodos 2016-2022, 2010-2019 e 2015-2022, respectivamente. Também foram utilizados dados históricos dos eventos de inundação, enchentes e alagamentos disponibilizados pela Defesa Civil do município de Santo André para o período de 2010 a 2022.

Para a estimativa dos níveis de referência utilizou-se o método da curva de permanência, que é um método amplamente utilizado nos estudos hidrológicos e funciona como um complemento da função de distribuição de vazões (PINTO, 2006). A curva de permanência apresenta de forma gráfica a relação entre a vazão e a frequência, nas quais elas são igualadas ou superadas em um intervalo de tempo determinado. Ela é importante, pois é aplicada no gerenciamento hídrico de um corpo d'água, ou seja, auxilia no acompanhamento da quantidade de água que está sendo retirada e na quantidade que está sendo compensada com o reabastecimento, além da utilização no estudo de potencial energético hidráulico (PINTO, 2006).

Figura 1 – Localização do Município de Santo André na RMSP (a), limites das bacias do Guarará (b), Tamanduateí Médio I (c) e Ribeirão dos Meninos (d). Pontos de Monitoramento de cotas nas sub-bacias do estudo (e)



Neste estudo foi elaborada a curva de permanência utilizando a cota em cada ponto de monitoramento nas sub-bacias do Guarará, Tamanduateí Médio I e Ribeirão dos Meninos. Posteriormente, foram definidos cortes em probabilidades específicas (ANA, 2011; DECOL, 2020), o que possibilitou determinar os níveis de referência para ocorrência de eventos hídricos extremos nas sub-bacias de estudo. Além disso, se incluiu um nível de referência a mais, seguindo a classificação do Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo (SAISP) (CONDE et al., 2009) para rios urbanos da cidade de São Paulo.

A Tabela 1 mostra as cotas de referência estabelecidas neste estudo, com as probabilidades da curva de permanência estabelecidas para cada situação. Com isso, foi possível inferir a cota no qual existe a probabilidade de o nível de água atingir situações anômalas e originar eventos de inundação.

Posteriormente, os níveis estimados de cotas de referência pelo método da curva de permanência foram validados, especificamente, os relacionados com os eventos de extravasamento (inundação) com os registros dos eventos de inundação/extravasamento disponibilizados pela Defesa Civil de Santo André para todas as sub-bacias monitoradas.

Tabela 1. Níveis de referências de cotas de acordo com a probabilidade de ocorrência.

Situação	Níveis	Permanência (Probabilidade)	Percentil
Extravasamento (inundação)	1%	0,99	
Emergência	2%	0,98	
Alerta	5%	0,95	
Atenção	10%	0,90	

Fonte: Adaptada da ANA e DECOL (2020)

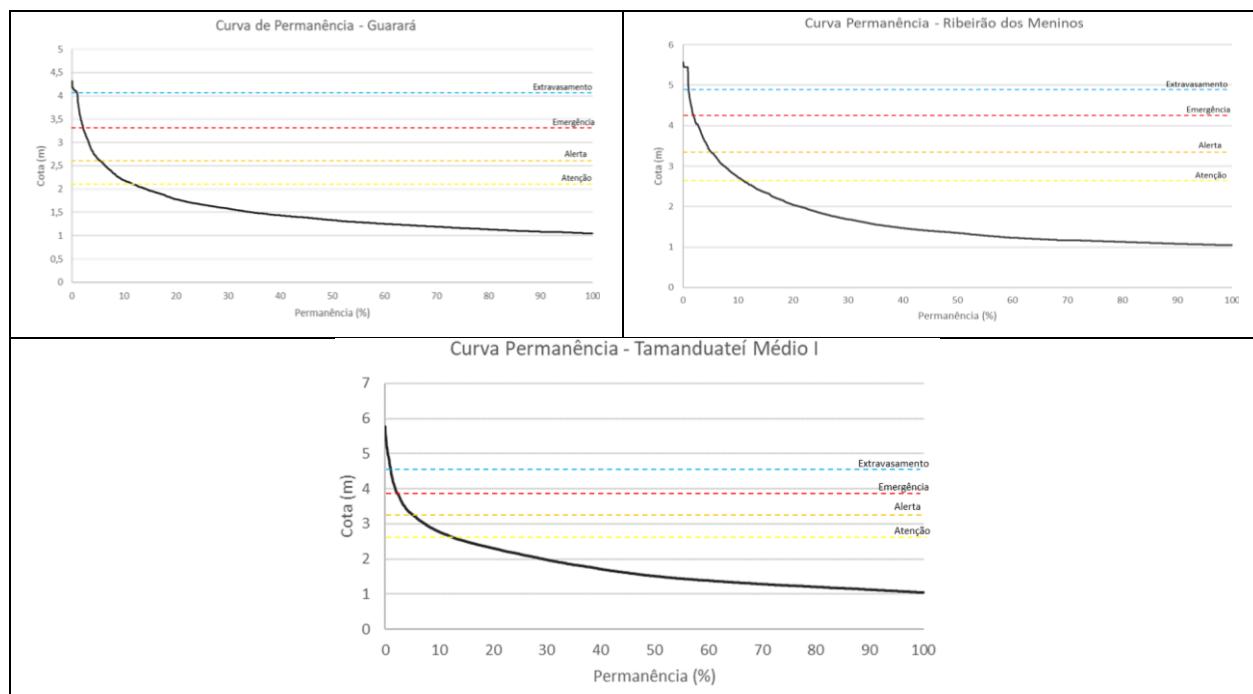
Como os históricos de inundação/alagamento e enchente disponibilizados pela Defesa Civil correspondem para todo o município de Santo André, foi realizada uma filtragem dos eventos que ocorreram nas sub-bacias em estudo, considerando datas, horários, bairros e proximidade com o rio principal. Isso possibilitou melhor validação das cotas de referências obtidas no presente estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente houve o processo de verificação e tratamento dos dados, desconsiderando os valores negativos, zerados e suspeitos. Como o objetivo é a identificação de valores críticos de cota que originam extravasamento/inundação, foram desconsiderados todos os valores menores ou iguais a 1,04 m, isso porque esses valores representam as condições normais das cotas dos rios.

Assim, foram elaboradas as curvas de permanência de cota para cada sub-bacia e estimadas as cotas referentes aos níveis de emergências, alerta, inundação e extravasamento (Fig. 2) com base nos cortes de probabilidades estabelecidos na Tabela 1.

Figura 2 – Curvas de permanência para as sub-bacias do Guararé, Ribeirão dos Meninos e Tamanduateí médio I.



A Tabela 2 apresenta os valores de cota de referência para os três pontos nas bacias monitoradas.

Os valores de cota igual ou superior a 4,04m, 4,48 m e 4,94 m podem ser considerados como situações de extravasamento (inundação) para a sub-bacia do Guarará, Tamanduateí Médio I e dos Meninos, respectivamente. Observa-se na Tabela 2 que o valor de cota de extravasamento na sub-bacia do Ribeirão dos Meninos apresenta o valor mais alto das três sub-bacias estudadas (4,94m), já o mais baixo é da Sub-bacia do Guarará com um valor de 4,04 m.

Fernandes (2015) identificou cotas de referência nos mesmos rios monitorados neste estudo, porém utilizou apenas as frequências dos casos de ocorrência de inundação, disponibilizados pela Defesa Civil do município e verificou a cota associada para cada ocorrência do evento. Verificou-se que as situações de atenção e alerta encontrada por Fernandes (2015) estão dentro da faixa encontrada no presente estudo, sendo a faixa de atenção de 2,0m a 3,0m e a faixa de alerta de 3,0m a 3,5m. A maior diferença esteve na cota de emergência, onde valores maiores que 3,5m já podem ser considerados como situação de emergência, diferentemente deste estudo que foi obtido o valor de 4,21m na sub-bacia dos Meninos, uma diferença de +0,71m.

Tabela 2. Valores da cota de referência nas sub-bacias do Guarará, Tamanduateí médio I, e Ribeirão dos Meninos, estimados pela curva de permanência, para cada nível de referência

Guarará			Tamanduateí Médio I		
Situação	Permanência (probabilidade)	Valor da Cota (m)	Situação	Permanência (probabilidade)	Valor da Cota (m)
Extravasamento	1%	4,04	Extravasamento	1%	4,48
Emergência	2%	3,38	Emergência	2%	3,90
Alerta	5%	2,65	Alerta	5%	3,23
Atenção	10%	2,19	Atenção	10%	2,73
Ribeirão dos Meninos					
	Situação	Permanência (probabilidade)	Valor da Cota (m)		
	Extravasamento	1%	4,94		
	Emergência	2%	4,21		
	Alerta	5%	3,37		
	Atenção	10%	2,72		

Após o cálculo das cotas correspondentes, as situações de extravasamento, emergência, alerta e atenção para cada sub-bacia, foi necessário investigar se o resultado obtido estava condizente com a realidade das sub-bacias. Para isso, foram analisadas todas as datas em que a cota atingiu o nível de extravasamento e emergência na série dos dados históricos, para depois verificar se nessas mesmas datas houve registros de abertura de chamados na Defesa Civil de Santo André.

Para a Sub-bacia do Guarará foram identificados 23 eventos com cotas de extravasamento/inundação no período estudado. Já, nas Sub-bacias do Tamanduateí Médio I e dos Meninos foram encontrados 20 e 4 eventos de extravasamento respectivamente.

Estes eventos, considerando as suas datas de ocorrência e horários foram comparados com os registros de ocorrências da Defesa Civil do município de Santo André, e encontrou-se que 91,3%, 70% e 74% dos eventos identificados através da curva de permanência nas sub-bacia do Guarará, Tamanduateí médio I e dos Meninos, respectivamente, também foram registrados pela Defesa Civil.

A diferença entre o encontrado através das estimativas e os registros da Defesa Civil, pode estar associada a diversas situações. Por exemplo, o rio pode ter atingido a cota de extravasamento ou até a ultrapassado, mas não gerou uma situação de inundação ao longo do curso de água, pois o tempo em que o rio permaneceu neste estado é curto o suficiente para que o sistema de drenagem

implementado na região possa escoar a quantidade de água que extravasou do rio. Outro motivo pode estar relacionado com o fato de que os chamados registrados na Defesa Civil não se limitam apenas para os pontos de monitoramento estudados nesta pesquisa.

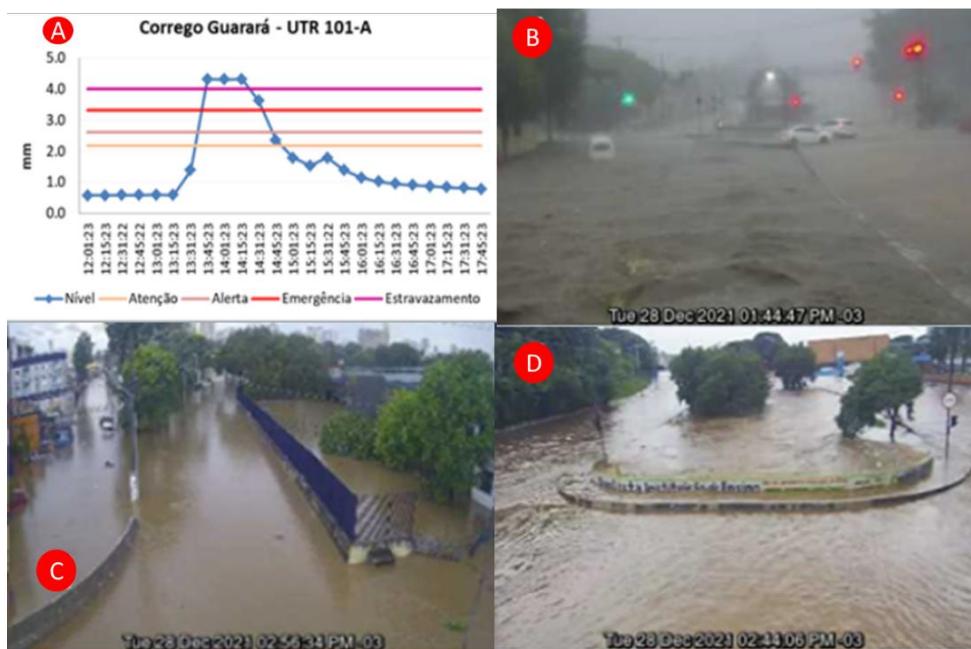
Também, durante a verificação dos níveis de referência com os registros efetuados pela Defesa Civil, foram identificados os bairros e ruas mais atingidos. Para a sub-bacia do Guarará foi verificado que os bairros Vila América e Jardim Irene foram os que mais tiveram ruas alagadas nas datas de emergência e extravasamentos, mais especificamente nas ruas Nilo Peçanha, Erato, Afonso Pena e Avenida Maurício de Medeiros.

A existência de eventos de enchente e alagamento nos bairros Vila América, Jardim Irene e Jardim Santo André, e nas ruas citadas acima, quando chuvas intensas ocorrem, é uma situação recorrente e muito documentado em diversos estudos (FERNANDES, 2015; NEVES, 2016; RODRIGUES, 2017; VALVERDE et al., 2018; COSTA, 2019).

Para a sub-bacia do Tamanduateí Médio I, os bairros mais afetados foram Vila Alzira e Santa Terezinha, nas ruas Distrito Federal e Siqueira Alves. Já na sub-bacia do Ribeirão dos Meninos, pode-se destacar como bairros mais afetados a Vila Palmares, nas ruas Pederneiras, Lauro Müller e rua do Caqui e, a Vila Sacadura Cabral também com a rua Lauro Müller, já documentado por Neves, (2016).

A última etapa de validação também incluiu realizar um levantamento de notícias ou Boletins sobre o comportamento das chuvas para os anos mais recentes nas datas sinalizadas com eventos de extravasamento. Encontrou-se o Boletim Hidro-meteorológico da Universidade Federal do ABC disponibilizados pelo Laboratório de Integração de Sistemas Ambientais e Urbanos (ISAU seco) desde 2020, onde o evento de inundação do dia 28 de dezembro de 2021 no ABC Paulista, foi monitorado e descrito (Fig. 3).

Figura 1. Evento de inundação do dia 28 de dezembro de 2021. Hidrograma do nível da água no córrego Guarará (a), Avenida Capitão Mário de Toledo (b) inundada, rua Erato alagada (c) e Avenida dos Estados alagada devido ao extravasamento do Tamanduateí (d).



Fonte: Boletim Hidrometeorológico da UFABC (2021)

Segundo o boletim, para a sub-bacia do Guararé, verificou-se nos dados históricos que o nível do rio alcançou o valor de 4,34m superando a cota de extravasamento (4,04m) e validando o encontrado no presente estudo. A duração de extravasamento de 30 minutos foi suficiente para que diversos pontos da sub-bacia ficassem intransitáveis, tais como a Avenida Capitão Mário de Toledo (Figura 3b) e a Rua Erato (Figura 3c). Na Figura 3a é possível acompanhar o nível da água para o córrego Guararé neste dia, através do hidrograma.

No mesmo Boletim Hidrometeorológico (2021) foi documentado que a sub-bacia do Tamanduateí Médio I também transbordou no dia 28 de dezembro de 2021 na altura da Avenida Paz e próximo a empresa Rhodia, localizado na Avenida dos Estados (Figura 3d).

Analizando o comportamento da chuva neste dia, o Boletim Hidrometeorológico (2021) levantou que o maior volume de precipitação ficou concentrada durante 13h30 às 13h50m, chegando a chover 86,74mm nesses 20 minutos.

CONCLUSÕES

A estimativas de cotas de referência para locais que sofrem com inundações urbanas recorrentes é essencial para o monitoramento hidrometeorológico e sistemas de alerta. O município de Santo André não apresentava informação de cotas de referência dos rios urbanos pertencentes a bacia do Tamanduateí. O objetivo dessa pesquisa foi estimar as cotas de referência para pontos de monitoramento localizados na sub-bacia do Guararé, Tamanduateí Médio I e Ribeirão dos Meninos. As cotas de referência foram para as situações de extravasamento, emergência, atenção e alerta.

Após a aplicação da metodologia por meio da construção da curva de permanência, com a base de dados históricos, foi encontrado que a sub-bacia do Guararé foi a que apresentou a maior quantidade de eventos que atingiram a cota de extravasamento, sendo o valor total de 23 vezes, das quais 21 dessas vezes se localizou o registro de chamados na Defesa Civil. O bairro Vila América foi o mais atingido dessa sub-bacia e atualmente existem planos de construção de um piscinão na região para conter os eventos de alagamento que são recorrentes em dias com alta precipitação.

A sub-bacia do Tamanduateí Médio I apresentou um total de 20 dias com cota de extravasamento, sendo que 14 foram localizados nos registros da Defesa Civil. Os bairros mais afetados foram Santa Terezinha e Vila Alzira, porém estes bairros estão distantes do Rio Tamanduateí, o que pode indicar que existe um outro corpo hídrico nestes bairros, associado com as inundações ou alagamentos ocasionados pelas chuvas intensas. Por último, **se analisou** a sub-bacia do Ribeirão dos Meninos, que concentrou seus registros no bairro Vila Palmares, principalmente na Rua Pederneiras, que se encontra paralela com o rio principal da sub-bacia.

REFERÊNCIAS

- ANA – Agência Nacional de Águas. (2011). “*Capacitação de profissionais integrantes dos órgãos gestores de recursos hídricos do Estado do Ceará para PISF*”. Notas de aula sobre hidrometria – Operação e manutenção de estações automáticas de coletas de dados.
- AMARAL, R.; RIBEIRO, R.R. (2009). “*Inundação e Enchentes*”. In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. 2009. Desastres Naturais: conhecer para prevenir. São Paulo, Instituto Geológico, p. 39-52.
- BOLETIM HIDROMETEOROLÓGICO DO ABC PAULISTA. (2021). Universidade Federal do ABC. Acesso em nov. 2022 <<https://portais.santoandre.sp.gov.br/defesacivil/boletim-climatologico-mensal/>>
- BRAMBILA, R.; VALVERDE, M. C.; SANTOS, D.; FERREIRA, M. (2019). “*Identificação de eventos extremos chuvosos através do método dos percentis em Santos André, região do ABC Paulista – SP*”. In anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Foz do Iguaçu.
- COSTA, F. (2019). “*Sistema de alerta de risco para chuvas intensas na bacia do córrego Guarará – santo André – SP*”. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, São Bernardo do Campo, SP, 2019. Acesso em nov. 2022.
- DECOL, J. (2020). “*Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí/RS: Um estudo hidromorfométrico da seção do médio-alto Ijuí*”. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária.
- DEFESA CIVIL DE SANTA CATARINA. (2022). “*Plano de Contingência*”. Disponível em: <<https://www.defesacivil.sc.gov.br/municípios/plano-de-contingencia/>>. Acesso em ago. 2022.
- FERNANDES, J. (2016). “*Estudo hidro-climatológico da bacia do Rio Tamanduateí: impactos das fortes chuvas no nível da água dos rios em Santo André/SP*”. Projeto de Iniciação Científica, Universidade Federal do ABC - UFABC.
- KÖENE, R. A. (2013). “*Relação entre inundações e as características geomorfológicas da cidade de Rio Negro/PR*”. Universidade Federal de Santa Maria. Geografia Ensino & Pesquisa, Vol. 17, n. 3, 2013.
- MARCHEZINI, V. et. al. (2017). “*Sistema de alerta de risco de desastres no Brasil: desafios à redução da vulnerabilidade institucional*”. Reduction of vulnerability to disasters: from knowledge to action (pp.287-310). Edition: 1. Chapter: 11.
- MACHADO, C. B.; CAMPOS, T. L.; ABOU, R.; SAMEH A.; MARTINS, J. A.; GRIMM, A. M.; FREITAS, E. D. (2021). “*Extreme Rainfall Events in the Macro-Metropolis of São Paulo: trends and*

connection with climate oscillations". Journal of Applied Meteorology and Climatology (Online), v. 60, p. 661-675.

MARENGO, J. A.; AMBRIZZI, T.; ALVES, L. M.; BARRETO, N. J. C.; REBOITA, M.; RAMOS, A. M. (2020). "Changing Trends in Rainfall Extremes in the Metropolitan Area of São Paulo: Causes and Impacts". *Front. Clim.* 2:3. doi: 10.3389/fclim.2020.00003

NEVES, R. (2008). O Combate às enchentes no município de Santo André/SP: caracterização socioambiental do problema e subsídios dos afetados ao planejamento das ações da Defesa Civil. USP, São Carlos.

NEVES, B. (2022). "Estudo das inundações no município de Santo André e sua relação com as chuvas intensas". Trabalho de Graduação em Engenharia Ambiental e Urbana, 2016. Universidade Federal do ABC. Acesso em ago. 2022.

PINTO, J. A. (2006). "Avaliação de métodos para a regionalização de curvas de permanência de vazões para a bacia do rio das velhas". Universidade Federal de Minas Gerais. Dissertação de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

RODRIGUES, J. (2017). "Análise dos fatores morfométricos e hidroclimatológicos da bacia hidrográfica do Tamanduateí que influenciam na ocorrência de inundações no município de Santo André – SP". Dissertação de Mestrado ao Programa De Pós-Graduação Ciência e Tecnologia Ambiental, 2017. Universidade Federal do ABC.

SANTOS, D. F. F.; VALVERDE, M. C.; BRAMBILA, R.; FERREIRA, M. C. A. (2019) "Inundações na Bacia do Rio Tamanduateí, Santo André: Estudo de caso dos dias 10 e 11/03/2019". In anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Foz de Iguaçu, 2019.

SILVA DIAS, M. A. F. ; DIAS, J.; CARVALHO, L. M. V. de; FREITAS, E. D. de; SILVA DIAS, P. L. (2013). "Changes in extreme daily rainfall for São Paulo, Brazil. Climatic Change", New York, v. 116, p. 705-722, 2013.

VALVERDE, M. C.; CARDOSO, A. O.; BRAMBILA, R. (2018). "O padrão de chuvas na região do ABC Paulista: os extremos e seus impactos". Revista Brasileira de Climatologia, ano 14, volume 22, p. 165-187, 2018.

VALVERDE, M.C.; OLIVEIRA, F. R.; BITTAR, U. F.; HAMADA, T.; BRAMBILA, R.; CARDOSO A. O.; MIYAMOTO, D. L. F. (2021). "As chuvas e seus impactos nas bacias urbanas do rio Tamanduateí no ABC Paulista - São Paulo". In anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2021, Belo Horizonte.