

ANÁLISE ANUAL E MENSAL DOS TRANSBORDAMENTOS DO RIO PAVUNA

Marcelo Negreiros de Araújo Junior¹, Bruno Vinicius de Oliveira Castro², Fabricio Polifke da Silva³,

Gisele Dornelles Pires⁴, Rafael João Sampaio⁵

^{1,2} aluno de graduação Engenharia Civil ^{3,4,5} Professores de Graduação Engenharia Civil

^{1,2,3,4} membros do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu - RJ

marcelo_fernandesneg@outlook.com, brunovocastro19@gmail.com, briciopolifke@gmail.com, unigengenharia@gmail.com e samprafael@gmail.com

Resumo – A ocorrência de transbordamentos de rios é responsável por produzir significativas perdas socioeconômicas em todo o mundo, principalmente em bacias de rápida resposta às chuvas. A Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro, sofre anualmente com os danos causados pela ocorrência de cheias na região. Nesse contexto, este trabalho procurou avaliar a frequência anual e mensal de transbordamentos do rio Pavuna, assim como a identificação dos sistemas meteorológicos que favoreceram a ocorrência das chuvas em sua área de contribuição, com a finalidade de fornecer informações que possam ser utilizadas pelas defesas civis e centros de monitoramento. Através da base de dados analisada, verificou-se que o ano 2013 apresentou o maior número de ocorrências de cheias. Além disso, observou-se uma ocorrência de transbordamentos do rio Pavuna entre novembro e março e uma menor frequência entre abril e setembro (período seco). Dentre os sistemas meteorológicos identificados, verificou-se que a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) apresentou maior frequência como sistema predominante associado às chuvas e cheias do rio Pavuna.

(Palavras-chave: Rio Pavuna, hidrometeorologia, transbordamentos)

Abstract - The occurrence of River overflows is responsible for producing significant socioeconomic losses worldwide, especially in rainfall response basins. The Baixada Fluminense, State of Rio de Janeiro, suffers annually with the damages caused by the occurrence of floods in the region. In this context, this work tried to evaluate the annual and monthly frequency of Pavuna River overflows, as well as the identification of the meteorological systems that favored the occurrence of rainfall in its area of contribution, in order to provide information that can be used by civil defenses and monitoring centers. Through the database analyzed, it was verified that the year 2013 presented the highest number of flood occurrences. In addition, there was an occurrence of Pavuna river overflows between November and March and a lower frequency between April and September (dry period). Among the identified meteorological systems, it was verified that the South Atlantic Convergence Zone (SACZ) was more frequent as a predominant system associated with the rainfall and full of the Pavuna River.

(Keywords: Pavuna River, hydrometeorology, overflows)

1. Introdução

Eventos de transbordamentos são caracterizados como os eventos hidrometeorológicos extremos que produzem milhões de perdas socioeconômicas em vários países do mundo. Inundações bruscas, do inglês *flash floods*, são assim caracterizadas uma vez que o estágio de normalidade é recuperado em um curto intervalo de tempo (de poucos minutos a algumas horas), geralmente como o resultado da ocorrência de altos acumulados pluviométricos sobre uma área de captação relativamente pequena, englobando áreas até algumas centenas de quilômetros quadrados (Borga *et al.* 2007). Tais eventos extremos se apresentam também como um desafio para a comunidade científica e operacional quanto à sua observação e previsão devido à alta variabilidade e descontinuidade espaço-temporal da distribuição de chuva em uma bacia hidrográfica, especialmente sob monitoramento de rede hidrométrica esparsa, que pode ser potencialmente não representativa durante os eventos extremos de inundação (Javele *et al.* 2014).

Nesse contexto, o interesse sobre o meio ambiente, incluindo desastres naturais, do tipo inundações bruscas, tem sido alto de inúmeras pesquisas nas últimas décadas. Desastres naturais podem ser caracterizados como o resultado de fenômenos naturais extremos ou intensos que ocasionam grandes impactos na sociedade, sendo diferenciados primordialmente em função de sua origem, isto é, do fenômeno natural que o desencadeia

(Silva *et al.* 2017). Marcelino (2007) relata que diversas áreas do globo estão sendo impactadas por desastres naturais, principalmente ocasionados por sistemas meteorológicos severos, que favorecem a ocorrência de altos acumulados de precipitação diários, assim como, horários. O autor discute, ainda, que é praticamente impossível erradicar a ocorrência destes fenômenos. Assim, as ações governamentais devem ser direcionadas para o incentivo, operacionalização e implantação de medidas que visem mitigar e prevenir os possíveis impactos associados à ocorrência dos desastres naturais.

No estado do Rio de Janeiro, a ocorrência dos eventos de chuvas extremas, isto é, eventos em que são observadas altas taxas de precipitação são principalmente formados pela configuração da Zona de Convergência do Atlântico Sul e a passagem de Sistemas Frontais (Silva *et al.* 2017). Principalmente durante a estação do verão, a presença destes sistemas associados os maiores valões de temperaturas e disponibilidade favorecem então a ocorrência das chuvas extremas e eventos de cheias (Oakley *et al.* 2017). Especialmente na região da Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro verificam-se grandes perdas materiais e econômicas anuais devido às ocorrências recorrentes dos eventos de chuvas extremas e cheias (Carneiro 2008). Além do gatilho meteorológico (chuvas), a ocupação desordenada e irregular do solo nas margens próximas dos cursos d'água pode favorecer o aumento do escoamento superficial, devido à remoção da cobertura vegetal e ao consequente aumento da impermeabilização do solo. Assim, na ocorrência de altas taxas de chuvas, verifica-se uma tendência de aumento e aceleração dos picos de cheia e, consequentemente, um número expressivo de vítimas afetadas (Mayoral 2017).

Assim, com a finalidade de auxiliar a tomada de decisão realizada pelas defesas civis, o Instituto Estadual do Meio Ambiente - INEA ([http://www.inea.rj.gov.br/Portal/index .htm](http://www.inea.rj.gov.br/Portal/index.htm)) criou em 2008, o Sistema de alerta de alerta de inundação. Nesse sistema, meteorologistas, engenheiros e técnicos realizam, 24 horas por dia e sete dias por semana, o monitoramento hidrometeorológico no estado do Rio de Janeiro. Ao identificar uma situação de risco hidrológico tal equipe envia avisos de alerta para defesas civis e população com a finalidade de mitigar os possíveis danos associados à ocorrência das cheias (Bahense *et al.* 2015). Entre os rios monitorados pelo INEA, optou-se pesquisar os eventos de transbordamentos do rio Pavuna (estação CET Meriti) por possuir uma boa quantidade de dados disponíveis de chuva e nível d'água. A estação de monitoramento CET Meriti encontra-se localizada no município de São João de Meriti, região da Baixada Fluminense do Estado do Rio de Janeiro.

2. Materiais e Métodos

A área de contribuição da bacia do rio Pavuna faz divisa com as cidades do Rio de Janeiro, Mesquita, Nilópolis e São João de Meriti (Figura 1). O rio Pavuna (estação CET Meriti) é monitorado pela estação hidrometeorológica pertencente ao Sistema de Alerta de Cheias do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e realiza a medição da chuva e nível de rio (através de um sensor de pressão) a cada quinze (15) minutos.

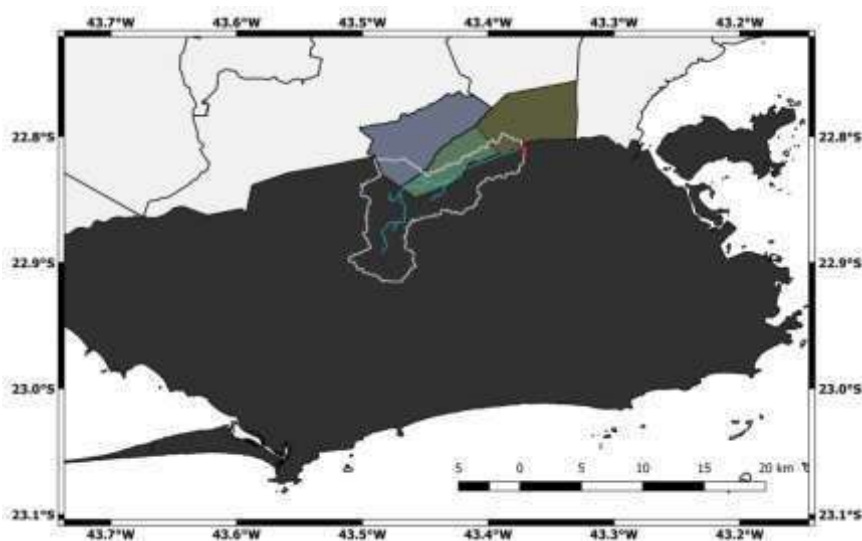


Figura 1- Bacia do rio Pavuna. O Círculo em vermelho representa a estação CET Meriti.

3. Identificação dos eventos de transbordamento

Através de uma cota pré-estabelecida (linha horizontal vermelha na Figura 2) pelo INEA e uma busca ao banco de dados hidrometeorológicos INEA foi possível identificar todos os eventos de transbordamento ocorridos entre 2008 e 2015. No decorrer do período analisado foram identificadas, então, 37 ocorrências nas quais o nível do rio Pavuna ultrapassou a cota de transbordamento. Através da Figura 2, verifica-se que a tendência média de elevação de transbordamentos do rio Pavuna é de aproximadamente dois metros (linha preta na Figura 2) com um valor médio máximo tendendo a aproximadamente 3,5 metros. É possível também observar que um comportamento médio similar de tendência de elevação e de esvaziamento do rio Pavuna caracterizando a sua rápida resposta à ocorrência da precipitação sobre a sua área de contribuição.

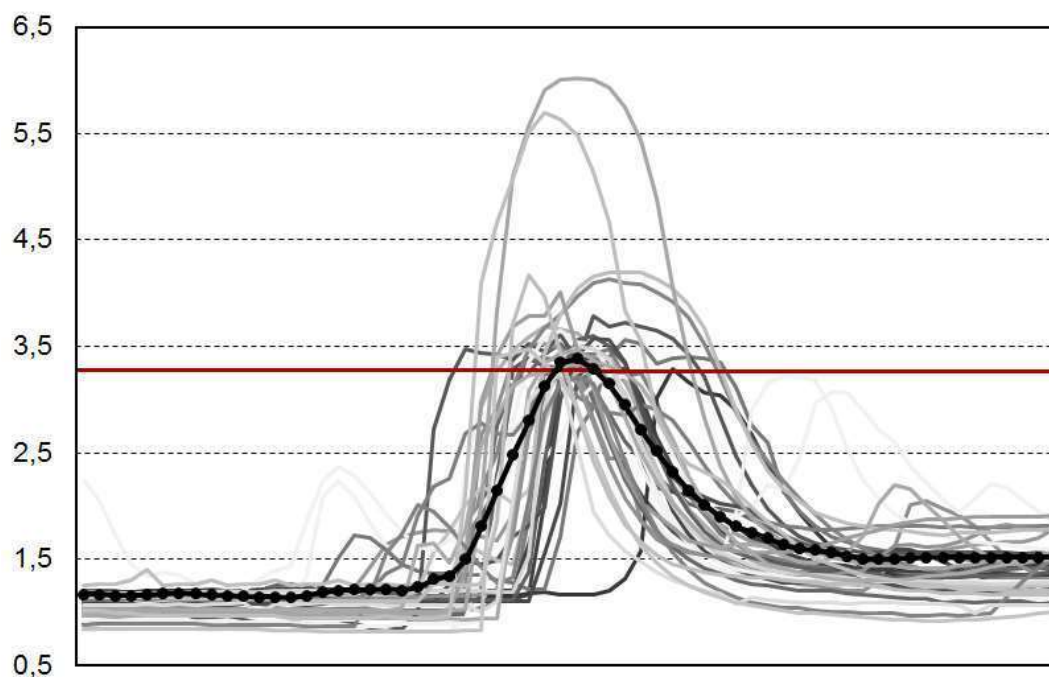


Figura 2 – Eventos de transbordamento do rio Pavuna ocorridos entre 2008 e 2015. A linha em preto representa a tendência média dos transbordamentos. A linha em vermelho representa a cota de transbordamento.

4. Frequência temporal dos eventos de transbordamento e sistemas meteorológicos associados

Após a identificação dos eventos de transbordamento do rio Pavuna observados, buscou-se avaliar a frequência anual e mensal associada a estes eventos. Através da Figura 3, verifica-se que o ano 2013 apresentou o maior número de ocorrências de cheias com um pico máximo de 12 eventos, seguidos pelos anos de 2010 e 2009 com respectivamente 8 e 7 eventos. Ocorrências intermediárias de transbordamentos do rio Pavuna são observadas nos anos de 2008 e 2012. As menores ocorrências são observadas entre 2014 e 2015. Ressalta-se que nestes dois últimos anos, a região Sudeste do Brasil apresentou um grande período de estiagem devido à ausência das chuvas sobre a maior parte do Brasil (Coelho *et al.* 2016).

Análise similar à frequência anual (Figura 3) pode também ser observada para a frequência mensal (Figura 4). Verifica-se através da Figura 4 uma maior ocorrência dos eventos de transbordamentos do rio Pavuna entre novembro e março (período chuvoso no estado do Rio de Janeiro) e uma menor frequência entre abril e setembro (período seco). Além da variabilidade mensal, é possível verificar uma maior ocorrência de transbordamentos entre os meses de novembro e dezembro, com um total de 26 ocorrências de transbordamentos, sendo este período associado à estação de verão na América do Sul onde são registrados maiores valores de temperatura e umidade que favorecem a formação de nuvens e chuvas em todo o Brasil. Entre abril e outubro, entretanto, não foram observadas ocorrências de transbordamentos do rio Pavuna.

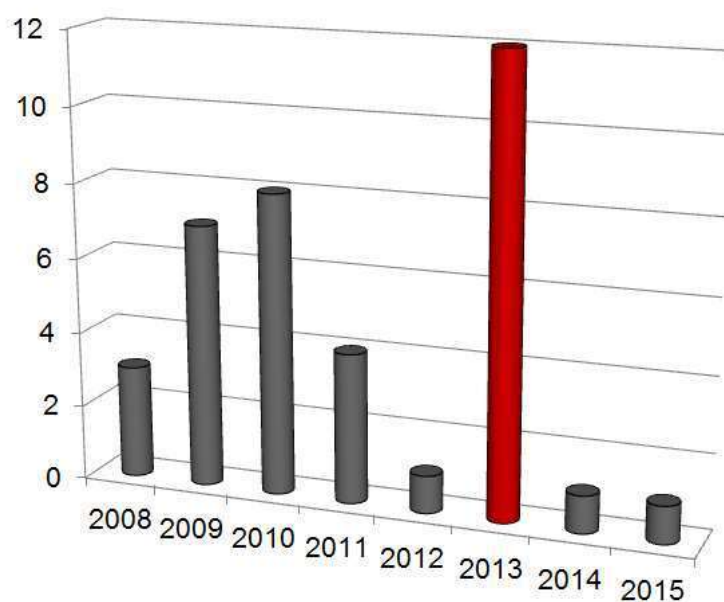


Figura 3 – Frequência anual de transbordamentos do rio Pavuna ocorridos entre 2008 e 2018.

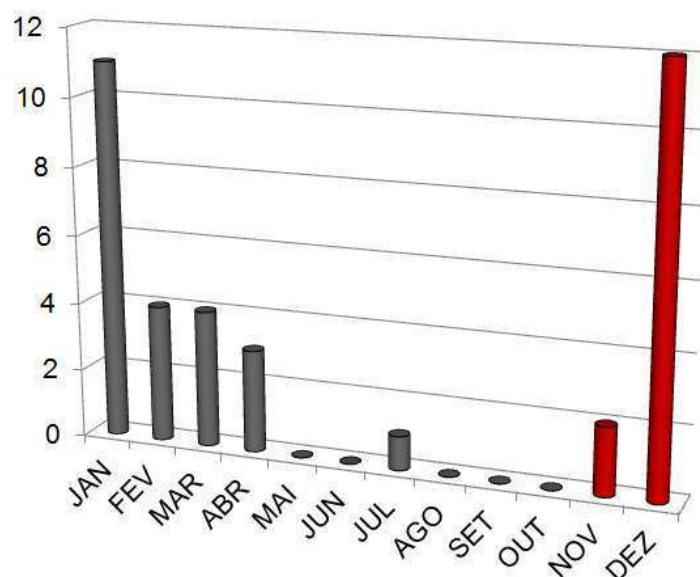


Figura 4 – Frequência mensal de transbordamentos do rio Pavuna ocorridos entre 2008 e 2018.

Através de uma consulta as cartas sinóticas disponibilizadas pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (<https://www.cptec.inpe.br/>) e Direção de Hidrografia da Marinha (<https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>), verificou-se que a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) apresentou maior frequência (51% das ocorrências) como sistema meteorológico predominante, seguido pelas tempestades convectivas (43%), ou tempestades isoladas, e pelos sistemas frontais (6%) respectivamente (Figura 4).

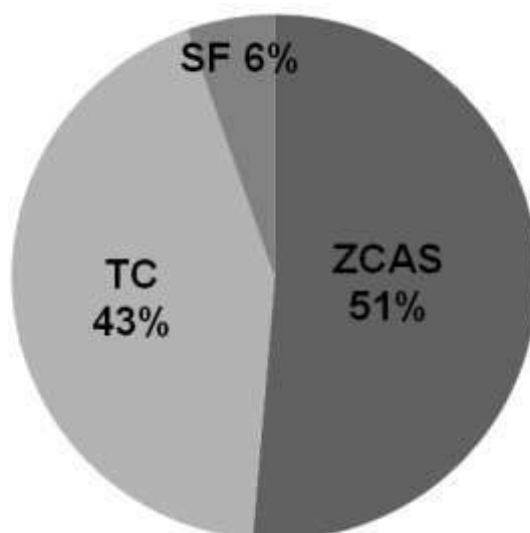


Figura 5 – Sistemas meteorológicos que favoreceram a ocorrência das chuvas e transbordamento do rio Pavuna.

5. Conclusões

Eventos hidrometeorológicos extremos, tais como os eventos de transbordamentos de rios, produzem milhões de perdas socioeconômicas em vários países do mundo. Com a finalidade de auxiliar a tomada de decisão realizada pelas defesas civis, este trabalho procurou avaliar a variabilidade anual e mensal associada aos eventos de transbordamento do rio Pavuna, assim como a identificação dos sistemas meteorológicos associados aos transbordamentos ocorridos. Através da base de dados do Instituto Estadual do Meio Ambiente foram identificadas 37 ocorrências de transbordamento do rio Pavuna. Verifica-se que o ano 2013 apresentou o maior número de ocorrências de cheias com um pico máximo de 12 eventos. Análise similar pôde também ser observada para a frequência com uma maior ocorrência dos eventos de transbordamentos do rio Pavuna entre novembro e março (período chuvoso no estado do Rio de Janeiro) e uma menor frequência entre abril e setembro (período seco). Através de uma consulta a carta sinótica verificou-se que a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) apresentou maior frequência como sistema meteorológico predominante associado à ocorrência de chuvas e cheias do rio Pavuna.

6. Referências Bibliográficas

- Bahiense JM, Júnior JEFF, Costa LF, Charge LT (2015) Monitoramento hidrológico quantitativo no estado do Rio de Janeiro: Importância, histórico e modernização. <http://www.evolvedoc.com.br/sbrh/detalhes-991>. Acessado em 03 jan 2019
- Borga M, Boscolo P, Zanon F, Sangati M (2007) Hydrometeorological analysis of the August 29, 2003 flash flood in the eastern Italian Alps. *J Hydrometeorol* 8:1049–1067
- Carneiro PF (2008) Controle de Inundações em Bacias Metropolitanas Considerando a Integração do Planejamento do Uso do Solo à Gestão dos Recursos Hídricos. Estudo de Caso: Bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 256p.
- Coelho CAS, Cardoso DHF, Firpo MAF (2016) A seca de 2013 a 2015 na região sudeste do Brasil. Disponível em <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rcliman1/revista/pdf/30anos/Coelhoetal.pdf>. Acessado em 03 jan 2019
- Javelle P, Demargne J, Defrance D, Pansu J, Arnaud P (2014) Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: A case study with the AIGA warning system, *Hydrol. Sci. J.*, 59, 1390–1402, 2014

Marcelino EV (2007) Desastres naturais e geotecnologias: Conceitos básicos. CRS/INPE, Santa Maria, p 20p

Mayoral AG (2017) Estudo da bacia do Rio Acari: Obras de controlo de inundações e resiliência da bacia. Programa de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado.

Oakley NS, Lancaster JT, Kaplan ML et al. (2017). Synoptic conditions associated with cool season post-fire debris flows in the Transverse Ranges of southern California. Nat Hazards. doi:10.1007/s11069-017-2867-6

Silva FP, Rotunno Filho OC, Sampaio RJ, Dragaud ICV, Magalhães AAA, Justi da Silva MGA, Pires GD (2017) Evaluation of atmospheric thermodynamics and dynamics during heavy-rainfall and no-rainfall events in the metropolitan area of Rio de Janeiro, Brazil Meteorol Atmos Phys <https://doi.org/10.1007/s00703-017-0570-5>