

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

AVALIAÇÃO DOS EVENTOS EXTREMOS DE 2010, 2011 E 2017 NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO UNA, PERNAMBUCO

*Rafaela Vieira Ribeiro¹; Maria do Carmo Martins Sobral²; Suzana Maria Gico Lima Montenegro³;
Christiana Maria Andrade da Fonseca⁴; Edmilson Martins de Vasconcelos Junior⁵; Iedja Firmino
da Silva Francisco⁶; Isaac Pedro da Silva⁷; Izael João do Nascimento⁸; Jailson de Arruda
Almeida⁹; Jéssica Vanessa Meira de Vasconcelos¹⁰; Lis Vale Bentes¹¹; Manoel David dos Santos
Gusmão¹²; Sheila Silva dos Santos¹³; Wagner Filipe Silva¹⁴ & Gilberto Queiroz de Lima Filho¹⁵*

RESUMO - A hidrologia é muito importante para a previsão, prevenção e mitigação de eventos extremos. O estudo e a previsão de chuvas possibilitam a determinação do nível de água e o mapeamento das áreas vulneráveis em caso de enchentes. O acompanhamento hidrológico em tempo real possibilita que os órgãos de monitoramento, bem como as coordenadorias de defesa civil, tenham respostas rápidas por meio das redes alertas, para minimização dos impactos das enchentes. Nos últimos anos tem aumentado a frequência de eventos extremos na zona da Mata sul do Estado de Pernambuco, acarretando grandes estragos, com perdas humanas e materiais. O evento hidrometeorológico de 2017 trouxe uma nova conjuntura para a bacia do Rio Una, no que se refere aos aspectos hidrológicos. A construção de reservatórios de contenção proporciona uma maior proteção para as áreas de risco da Bacia. Portanto, a elaboração e execução de planos de ação junto aos órgãos responsáveis por monitoramento de eventos extremos traz benefícios para a redução dos impactos das enchentes na bacia hidrográfica do rio Una.

-
- 1) Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua), pólo Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: rafaela.vieiraribeiro@gmail.com
2) Professora do Departamento de Engenharia Civil/ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, Pernambuco - Brasil. Email: msobral@ufpe.br
3) Professora do Departamento de Engenharia Civil/ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, Pernambuco - Brasil. Email: suzanam@ufpe.br
4) Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua), pólo Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: chrisandrade1992@outlook.com
5) Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua), pólo Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: edmilson2509jr@gmail.com
6) Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua), pólo Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: iedja.firmino@gmail.com
7) Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua), pólo Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: isaacpdrsilva@yahoo.com.br
8) Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua), pólo Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: nascimento.izael@bol.com.br
9) Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua), pólo Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: jailsonaalmeida@hotmail.com
10) Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua), pólo Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: jeeh.vasconcelos05@gmail.com
11) Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua), pólo Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: lisvb.ambiental@gmail.com
12) Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua), pólo Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: mdavidsgusmao@gmail.com
13) Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua), pólo Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: emaildesheila@yahoo.com.br
14) Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua), pólo Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Email: wagner.filipe07@hotmail.com
15) Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC. Email: gilberto.queiroz@apac.pe.gov.br

Palavras-Chave – monitoramento, eventos extremos, bacia do Rio Una.

ABSTRACT - Hydrology is very important for forecasting, preventing and mitigating extreme events. The study and the forecast of rains allow the determination of the level of water and the mapping of the vulnerable areas in case of floods. The hydrological monitoring in real time allows the monitoring bodies, as well as civil defense coordination, to have rapid responses through the alert networks to minimize the impacts of floods. In recent years, the frequency of extreme events in the southern Mata area of the State of Pernambuco has increased, causing great damage, with human and material losses. The hydro-meteorological event in 2017 brought a new conjuncture for the Rio Una basin, about the hydrological aspects. The construction of containment reservoirs provides greater protection for the risk areas of the Basin. Therefore, the elaboration and execution of action plans with the bodies responsible for monitoring extreme events brings benefits to reduce the impacts of floods in the Una river basin.

Keywords – monitoring, extreme events, Una River Basin.

INTRODUÇÃO

De acordo com Vestana (2007), os desastres naturais são resultados da ocorrência de eventos extremos como furacões, enchentes, inundações e deslizamentos, em áreas povoadas ou urbanizadas, gerando impactos socioeconômicos significativos.

O termo inundações pode ser entendido como o transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas (SEMA, 2013, p. 23).

Conforme pensamento de Tucci (1993), a hidrologia é uma ciência que está diretamente ligada aos desastres naturais, pois estuda as precipitações, o escoamento superficial e o controle de vazões, assim como as inundações e enchentes. Sendo assim, a hidrologia auxilia na prevenção e diminuição dos efeitos ocasionados por essas catástrofes.

O monitoramento hidrológico possibilita a identificação das áreas vulneráveis à incidência de desastres naturais, por meio do qual se faz prognósticos com simulações que mostram a magnitude e a dimensão de uma provável enchente.

Segundo Vestana (2007), o monitoramento de eventos hidrológicos constitui-se de observações e medições constantes de processos ambientais, como também de modelagens no processo de gerar e/ou aplicar modelos.

Aliado ao monitoramento existe a rede de alerta hidrometeorológico, que envolve o acompanhamento em tempo real das precipitações e volumes dos rios, auxiliando as coordenadorias de defesa civil no caso de eventos críticos.

Kobiyama et al. (2006), consideram que os sistemas de alerta apresentam como componentes principais: monitoramento; transmissão dos dados; modelagem e simulação; e orientação para instituições responsáveis e alerta para a população localizada nas áreas de risco.

No Brasil, A rede de alerta hidrometeorológico foi desenvolvida pela Agência Nacional de Águas (ANA) e possui as seguintes etapas: coleta de dados, armazenamento, análise, elaboração da previsão hidrológica e meteorológica, transmissão das informações.

O sistema de alerta é utilizado por órgãos gestores de recursos hídricos, com a finalidade de minimizar os prejuízos causados por enchentes nas bacias hidrográficas. Para ele funcionar de forma eficiente existe um trabalho conjunto de cooperação através da coleta e análise de dados, fornecidos pelos diversos órgãos e entidades, tais como: secretarias estaduais, prefeituras municipais, defesa civil estadual, além de outros órgãos interessados.

A Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC é o órgão responsável pelo monitoramento hidrometeorológico de Pernambuco. A partir deste acompanhamento é possível avaliar o volume das chuvas e o nível dos rios, por meio das estações fluviométricas (para nível e vazão de rios) e pluviométricas (chuva), conhecidas como Plataformas de Coleta de dados – PCD's.

Os eventos extremos ocorridos nos últimos anos em Pernambuco trouxeram uma nova conjuntura para os estudos hidrológicos. No ano de 2010, as cheias ocorridas no Estado foram um marco para a modernização do sistema de monitoramento hidrometeorológico. Em parceria com a ANA, através da lei nº 14.028 de 2010, que institui a APAC, foi implantada a rede estadual de alerta hidrometeorológico, para obtenção dados mais consistentes frente aos eventos críticos, proporcionando uma melhor tomada de decisão.

Diante disso, o presente artigo tem por finalidade fazer uma análise das enchentes ocorridas nos anos de 2010, 2011 e 2017, na bacia hidrográfica do rio Una para as cidades de Palmares e Barreiros.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da Bacia do Una

O rio Una tem sua nascente na Serra da Boa Vista, localizada no município de Capoeiras no agreste Pernambucano. Com uma extensão de 255 km, tem seu curso na direção oeste-leste; este Rio apresenta-se intermitente até as proximidades da cidade de Altinho, a partir daí torna-se perene.

A bacia hidrográfica do Rio Una possui uma área de drenagem de aproximadamente 6.704 km² e está localizada na porção sul do Estado de Pernambuco, entre as latitudes sul 8° 17' 14" e 8° 55' 28" e entre as longitudes oeste 35° 07' 48" e 36°42'10".Essa bacia possui 42 municípios inseridos na sua área de drenagem,total ou parcialmente.

O clima da área onde a bacia do rio Una está localizada se apresenta da seguinte forma: clima semiárido na porção situada no agreste, com total anual de precipitação entre 500 e 800 mm; e

clima quente úmido na porção fixada na Zona da Mata, com médias anuais de precipitação superiores a 1000 mm.

Portanto, já que a bacia do Rio Una está localizada na zona de transição entre semiárido e litoral de Pernambuco, possui em sua particularidade dois tipos de clima diferentes, contribuindo para uma variação ao longo de sua paisagem natural, como: solo, vegetação e regime hidrológico.

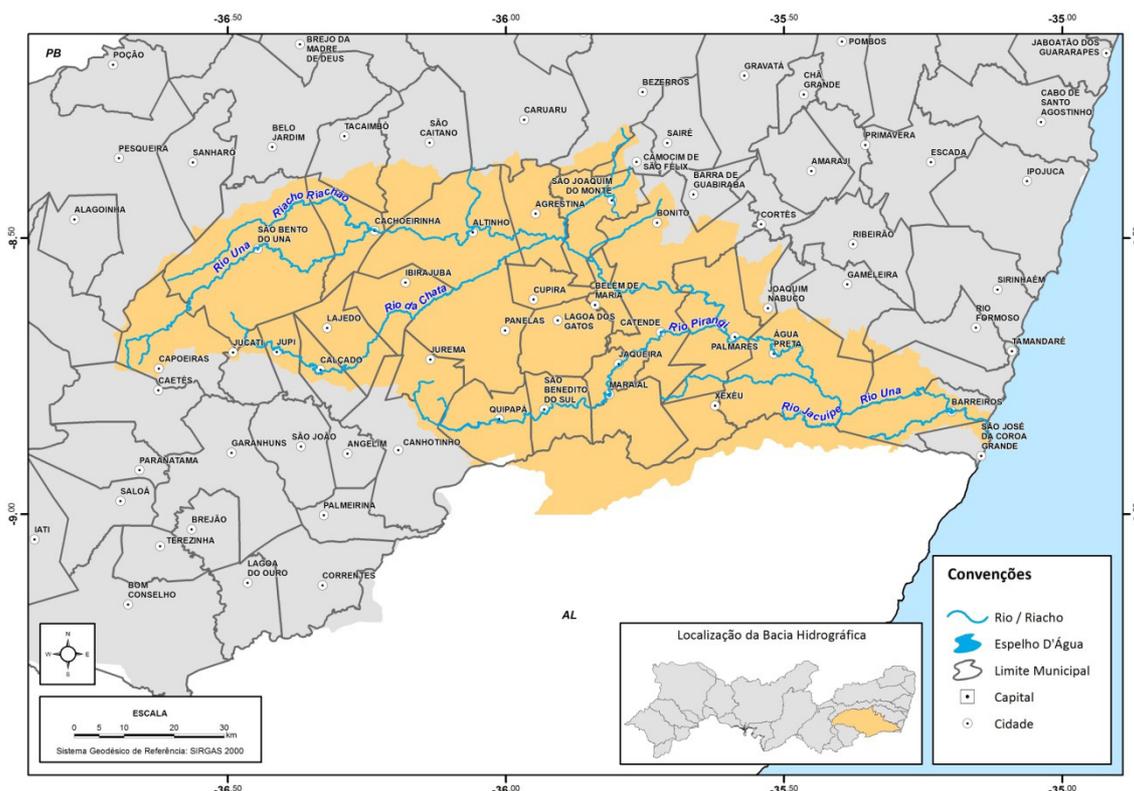


Figura 1 – Mapa da Bacia do Rio Una.

Fonte: Adaptado de APAC (2019)

Eventos extremos – Bacia Hidrográfica do Rio Una

O estado de Pernambuco sofre de grande variabilidade nos seus padrões de chuva, tanto no tempo quanto no espaço, produzindo efetivos negativos com impactos perceptíveis em todas as atividades econômicas e na sua disponibilidade hídrica.

De acordo com Neto et al. (2015, p. 395):

As inundações ribeirinhas caracterizam-se pela tomada da planície de inundação pela água das cheias. [...] O resultado da falta de planejamento é a ocorrência de grandes prejuízos para a população durante os eventos de cheias que extravasam a calha principal do rio. Diversas cidades da Zona da Mata dos Estados de Pernambuco [...] têm sofrido com enchentes frequentes ocorridas na última década com essa característica.

O litoral e a zona da Mata são regiões com ocorrências freqüente e periódica, de chuvas intensas. A bacia do rio Una passou por eventos extremos de grandes enchentes, nos anos de 2010, 2011 e 2017, sendo o primeiro um dos maiores já registrados.

Barragem Serro Azul

A barragem Serro Azul está localizada no município de Palmares e conta com uma capacidade de acumulação de 303.120.000 m³ de água. O objetivo principal da sua construção é a regularização de eventos de cheias na bacia do Rio Una, porém este reservatório é de usos múltiplos e tem também entre suas finalidades a captação de água para abastecimento urbano.

No ano de 2017 quando ocorreu o evento meteorológico que culminou na enchente que atingiu a mata sul de Pernambuco, este açude funcionou de forma eficiente acumulando água e evitando estragos com maiores proporções na região nesta Bacia.

Estações Pluviométricas e Fluviométricas

No site do HIDROWEB estão as informações publicadas pela Agência Nacional de Águas – ANA, assim como os dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM e da Agencia Pernambucana de Águas e Clima – APAC. A partir desta plataforma foram obtidos dados hidrológicos dos eventos relacionados, para o período em que cada um ocorreu, com o objetivo de quantificar e avaliar as suas respectivas conjunturas.

Foram escolhidos dois postos fluviométricos, localizados dentro da área urbana dos municípios de Palmares e Barreiros, em razão de: serem cidades localizadas em posição de risco na bacia; possuírem um grande histórico de enchentes; e encontram-se à jusante da Barragem de Serro Azul.

Do mesmo modo, foi feito um levantamento de dados dos postos pluviométricos da área de contribuição da Bacia, para caracterização com as médias dos períodos de cheia. As informações foram verificadas junto à APAC e estão disponíveis no site da instituição.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparativo entre os eventos de 2010, 2011 e 2017 na bacia do rio Una

Foram coletados no site da APAC dados das estações pluviométricas dos municípios que estão inseridos na bacia hidrográfica do rio Una, a fim de verificar as precipitações nos períodos das cheias. Alguns postos apresentaram inconsistência nas informações, por estarem fora da área de contribuição da bacia ou por não apresentarem dados para todos os anos. Portanto, foram utilizadas para o estudo apenas as estações com elementos coerentes.

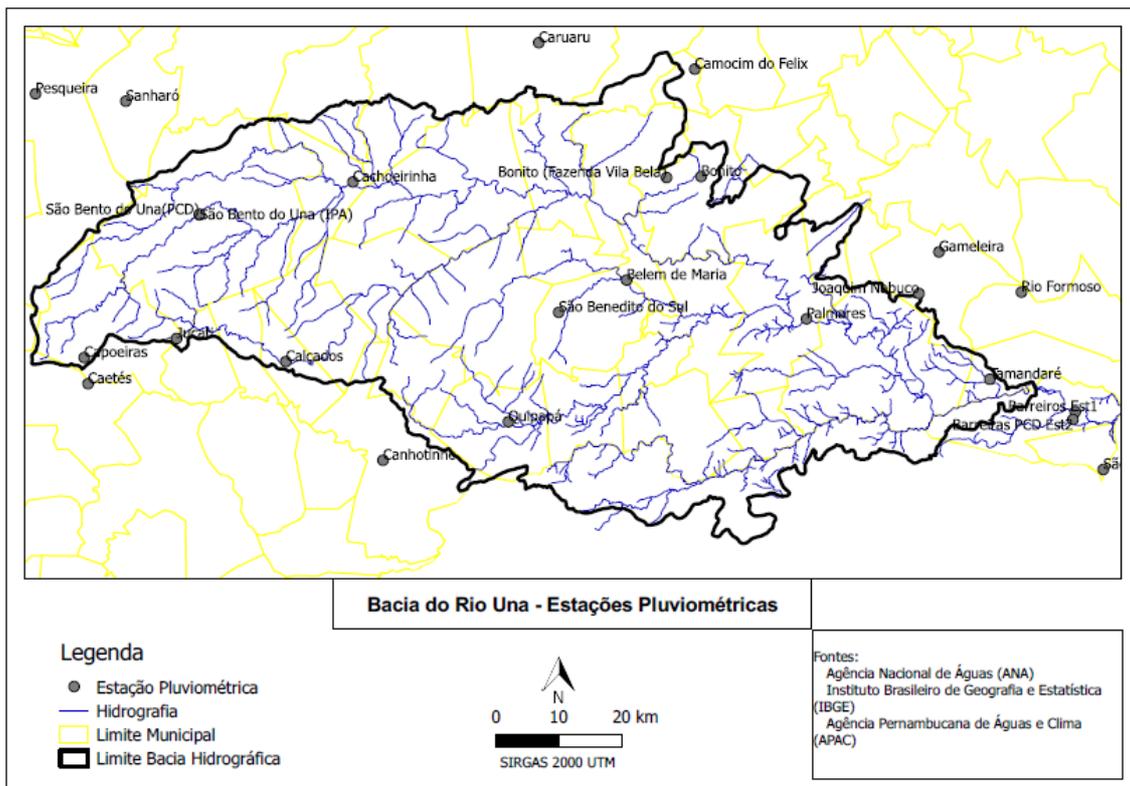


Figura 2 – Localização das estações pluviométricas

Fonte: Bentes (2019)

A distribuição das chuvas foi feita com dados dos postos pluviométricos e das plataformas de coletas de dados da região do Una, para os períodos de 17 a 18 de junho de 2010; 02 a 05 de maio de 2011; e 26 a 28 de maio de 2017; com propósito de observar a existência de correlação entre as respectivas enchentes.

Tabela 1 - Precipitação

Período	Precipitação (mm)			
	Mínima	máxima	Média	Total
17 e 18 junho de 2010	52	299	159	3179
02 a 05 de maio de 2011	66	383	201	4024
26 a 28 de maio de 2017	30	359	177	3540

Fonte: Adaptado de APAC (2019)

No evento de 2010, choveu um total de 3.179 mm em dois dias, com uma média de 159 mm em toda a bacia, variando entre 52 e 299 mm. Para a cheia de 2011, o total de chuva precipitada foi de 4.024 mm no período de quatro dias, e uma média de 201 mm na bacia, variando de 66 a 383 mm. Já na enchente de 2017, a precipitação total foi de 3.540 mm em três dias de chuva, com uma média de 177 mm em toda a bacia, variando entre 30 a 359 mm. Verificou-se também uma

correlação entre os eventos de 2010 e 2017, onde a precipitação média para a Bacia no ano de 2017 foi 11,32% maior que a chuva de 2010.

A análise do comportamento do nível do rio Una foi feita por meio de dados dos postos fluviométricos da ANA operados pela CPRM localizados em Palmares e Barreiros (municípios à jusante da barragem Serro Azul) a fim de observar os picos de cheia de cada período. As cotas indicadas nos gráficos a seguir são valores associados a uma referência de nível das respectivas estações de onde os dados foram coletados.

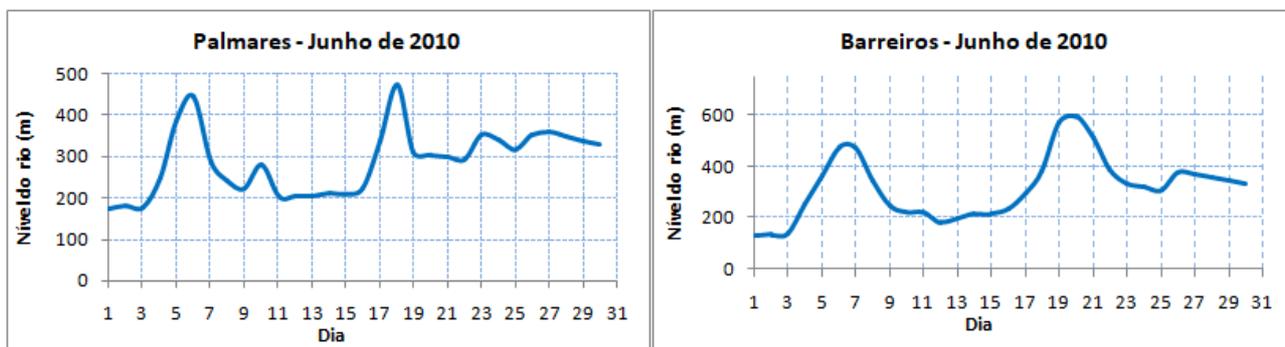


Figura 3 – Variação do nível rio Una – Junho de 2010

Fonte: Ribeiro (2019)

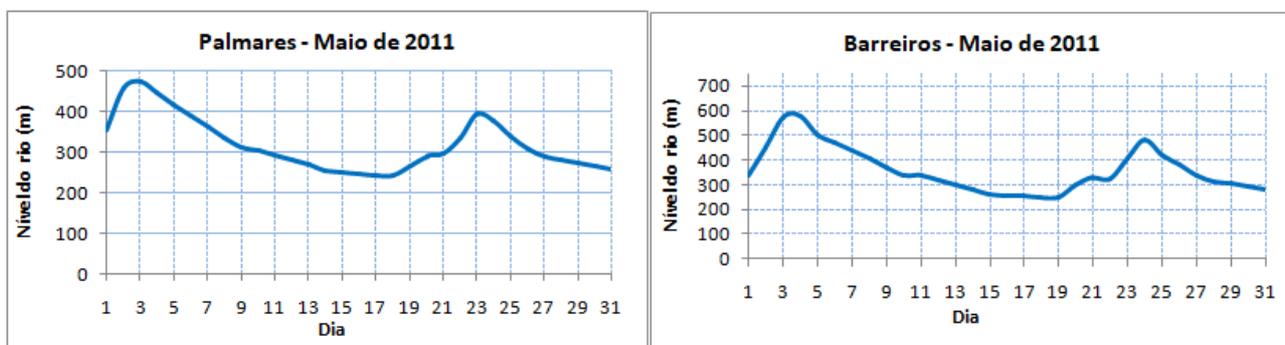


Figura 4 – Variação do nível rio Una – Maio de 2011

Fonte: Ribeiro (2019)

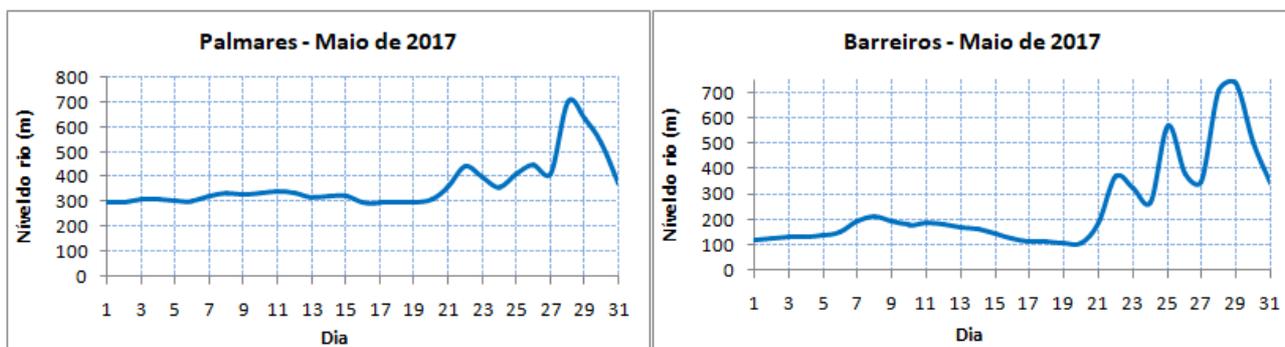


Figura 5 – Variação do nível do rio Una – Maio de 2017

Fonte: Ribeiro (2019)

Nos anos de 2010 e 2011, não existia o reservatório de Serro Azul, e por isso observa-se um comportamento diferente nesses dois anos quando comparado ao evento de 2017, principalmente em relação à duração dos picos de cheia. Desta forma, ficou claro que houve um controle no volume de água do rio Una na barragem de Serro Azul, trazendo como consequência o amortecimento da cheia.

O evento hidrológico de 2017 apresentou uma conjuntura diferente quando comparado aos anteriores. Os órgãos responsáveis pelo acompanhamento hidrológico – ANA, CPRM e APAC – fortaleceram e/ou ampliaram sua rede de monitoramento. Os registros de dados desses órgãos tiveram uma melhoria na sua qualidade, principalmente a nível estadual. Na enchente de 2017 a APAC contou com uma rede de alerta com estações pluviométricas e fluviométricas de telemetria, para monitoramento em tempo real, o que proporcionou mais agilidade para as defesa civil estadual e municipal, no trabalho de emergência às vítimas.

Importância da barragem Serro Azul para a cheia de 2017

De acordo com os dados fornecidos pela APAC, no dia 26 de maio o reservatório Serro Azul estava com um volume de aproximadamente 7.902.000 m³, o que caracteriza 2,6% de sua capacidade total. No dia de 31 de maio este volume passou a ser de 86.659.200 m³ o que representa 28,6% dasua capacidade de armazenamento. Desta forma, o açude acumulou um total de 78.757.200 m³ num intervalo de cinco dias.

No gráfico a seguir é possível verificar a evolução no volume de água armazenado pelo reservatório no decorrer do mês de maio de 2017.

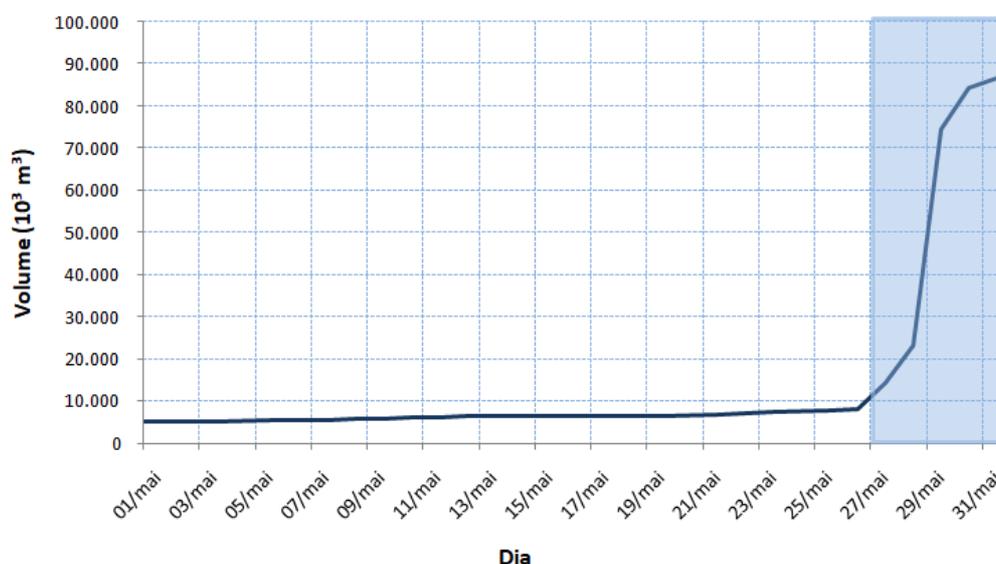


Figura 6 – Gráfico da variação do volume de Serro Azul – Maio de 2017

Fonte: Adaptado de APAC (2019)

A barragem de Serro Azul entrou em operação no início de 2017, pouco antes do evento que resultou na enchente da zona da mata sul de Pernambuco, neste mesmo ano. Embora o açude tenha represado um grande volume de água, ainda assim a cheia causou sérios danos à população e a infraestrutura urbana da região.

É importante salientar que o reservatório impediu o acontecimento de uma tragédia de maiores proporções. Isto porque grandes contribuintes como os rios Panelas, Pirangi e Jacuípe, desembocam à jusante da barragem, contribuindo com um grande volume de água. Vale ressaltar também, que a enchente ocorrida na cidade de Barreiros teve uma grande contribuição do rio Carimã, um afluente do rio Una muito significativo para o município.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível perceber diferentes comportamentos nos picos de cheia para os três eventos ocorridos. Nas duas primeiras enchentes o nível de água permaneceu alto por alguns dias e os estragos foram bem maiores se comparados ao último evento.

Em poucos meses de operação, a barragem Serro Azul teve função essencial para minimizar os efeitos das enchentes ocorridas em 2017. O reservatório chegou a acumular 78.757.200 m³ em apenas cinco dias, subindo de 2,6% para 28,6%.

Os eventos hidrológicos de 2010 e 2011 serviram de referência para a elaboração de estudos hidrológicos, para formulação de estratégias de planejamento e para a implementação de ações voltadas para a prevenção e minimização dos efeitos gerados pelas enchentes na mata sul de Pernambuco. Em 2017, quando as águas voltaram inundar as áreas no entorno do rio Una, já existia uma rede mais bem estruturada e uma equipe capacitada para agir com respostas mais rápidas aos eventos extremos, confirmando a importância dos investimentos feitos na construção da barragem para a garantia de segurança hídrica para a população que poderia ser impactada por tal inundação.

O grande objetivo da rede de monitoramento hidrometeorológica é fornecer informações em quantidade e qualidade que subsidiem a análise de decisões para, por exemplo, justificar a construção de uma barragem com 300 milhões de m³, representando um investimento de aproximadamente R\$ 302 milhões.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradecemos também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos

Hídricos - ProfªÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F. H. B.; CIRILO, J. A.; ASFORA, M. C.; MELO, C. R. (2017). “Comparativo das precipitações dos eventos extremos de 2010 e 2017 ocorridos na bacia do rio Una em Pernambuco e estimativa dos efeitos de barragem de contenção de cheias” In: *Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Florianópolis, Dez. 2017, pp. 1-8.
- KOBIYAMA, M., MENDONÇA, M., MORENO, D. A., MARCELINO, I. P. V. O., MARCELINO, E. V., Gonçalves, E. F., BRAZETTI, L. L. P; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. (2006). “*Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos*”. Curitiba: Organic Trading, 109 p.
- MATO GROSSO (2013). *Manual de operação sala de situação para previsão de eventos hidrológicos críticos*. SEMA, Cuiabá, 51 p.
- NETO, A. R.; CIRILO, J. A.; DANTAS, C. E. O.; SILVA, E. R. (2015). ”Caracterização da formação de cheias na bacia do rio Una em Pernambuco: simulação hidrológica-hidrodinâmica”. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, n. 2, pp. 394 – 403.
- NETO, J. G. C.; SILVA, J. Y. G.; SILVA, R. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L. (2014). “Aplicação do modelo SWAT na estimativa de erosão e transporte de sedimentos na bacia do rio Una - Pernambuco”. In: *Anais do XI Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos*, João Pessoa, Dez. 2014, pp. 1 – 18.
- OLIVEIRA, R, L, M; SILVA, S. R. (2016). “Estudo de eventos extremos de chuva na bacia hidrográfica do rio Una”. *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada* (2-1), pp. 156 – 160.
- PERNAMBUCO (2006). *Bacia Hidrográfica do Rio Una, GL4 e Gl 5*. SEPLAN, Recife, 84p.
- PERNAMBUCO (2001). *Diagnóstico dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Una e do Grupo de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos GL4 e GL5*. SRH - PE, Recife, 2001. CD-ROM.
- PERNAMBUCO. *Lei nº 14.028, de 26 de mar. de 2010*. Lei de criação da Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC, Recife, PE, mar. 2010.
- TUCCI, C. E. M. (1993). *Hidrologia: ciência e aplicação*. ABRH, ed. UFRGS, Porto Alegre - RS, 952 p.
- VESTANA, L. R. (2008). ”A importância da hidrologia na prevenção e mitigação de desastres naturais”. *Ambiência*, v. 4, n. 1, pp.151-162.