
Análise de eventos extremos no médio Paraíba do Sul no período de 2010 a 2020

Analysis of extreme events in the middle Paraíba do Sul from 2010 to 2020



Marra, Elisa Barbosa; Casiuch, Marcelo; Lima Junior, Abmael de Sousa; Alcoforado, Roberta de Melo Guedes; Silva, Júlio César da

 Elisa Barbosa Marra

elisa.marra@profagua.uerj.br

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

 Marcelo Casiuch

marcelo.casiuch@profagua.uerj.br

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

 Abmael de Sousa Lima Junior

abmael.junior@hotmail.com

Centro Universitário Maurício de Nassau, Brasil

 Roberta de Melo Guedes Alcoforado

roberta.alcoforado@tpfe.com.br

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

 Júlio César da Silva

jcesarop@gmail.com

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Revista Presença Geográfica

Fundação Universidade Federal de Rondônia, Brasil

ISSN-e: 2446-6646

Periodicidade: Frecuencia continua

vol. 9, núm. 2, Esp., 2022

rpgeo@unir.br

Recepção: 05 Julho 2021

Aprovação: 30 Setembro 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/274/2744715003/>

Resumo: A precipitação é uma das variáveis hidrológicas de maior importância, por conta de sua influência na dinâmica socioambiental e costumam ser caracterizadas através das relações intensidade-duração-frequência (IDF). Esta caracterização é essencial para a gestão de recursos hídricos. Portanto, o objetivo do trabalho é verificar as chuvas mais intensas na cidade de Barra do Piraí no período de 2010 a 2020 utilizando a metodologia IDF e os dados de estações pluviométricas das cidades de Barra do Piraí e Valença, correlacionando-os com os eventos de cheias registrados na mídia. Para os cálculos de recorrência e probabilidade de chuvas foi utilizada uma curva já existente baseada na série histórica de precipitação em Barra do Piraí. Foram destacados eventos de cheias que aconteceram na cidade. Observou-se que as chuvas intensas ocorreram nas primeiras 24 horas em todos os anos avaliados e o valor mais alto encontrado foi para uma precipitação máxima de 121,2 mm/dia, com uma probabilidade de voltar a ocorrer, de apenas 11,7%. Mesmo com a avaliação de duas estações pluviométricas para a determinação de inundações, foi verificado que outros eventos podem contribuir para o aumento de vazão dos rios e conseqüentemente causar cheias mesmo sem a identificação de precipitação por meio da estação pluviométrica instalada.

Palavras-chave: Recursos Hídricos, Barra do Piraí, Enchentes, Inundações.

Abstract: Precipitation is one of the most important hydrological variables, due to its influence on socio-environmental dynamics, and is usually characterized through intensity-duration-frequency (IDF) relationships. This characterization is essential for the management of water resources. Therefore, the objective of the work is to verify the most intense rainfall in the city of Barra do Piraí in the period from 2010 to 2020 using the IDF methodology and data from rainfall stations in the cities of Barra do Piraí and Valença, correlating them with the events of floods recorded in the media. For the calculation of recurrence and probability of rain, an existing curve based on the historical series of precipitation in Barra do Piraí was used. Flood events that took place in the city were highlighted. It was observed that heavy rains occurred in the first 24 hours in all evaluated years and the highest value found was for a maximum precipitation of 121.2 mm/

day, with a probability of reoccurring only 11.7%. Even with the evaluation of two pluviometric stations for the determination of floods, it was verified that other events can contribute to the increase of river flow and consequently cause flooding even without the identification of precipitation through the installed pluviometric station.

Keywords: Water resources, Barra do Pirai, Flood, Overflow.

INTRODUÇÃO

No sentido climático, a precipitação é uma das variáveis de maior importância, por conta de seu comportamento e influência na dinâmica socioambiental. Suas informações são atribuídas no planejamento e gestão dos recursos naturais. No entanto, o impacto em situações extremas como secas, cheias, inundações em áreas rurais e urbanas, erosão e deslizamentos de terra podem acarretar danos às atividades humanas e ao meio ambiente (SOARES et al., 2014).

O estado do Rio de Janeiro tem passado por mudanças climatológicas nas últimas décadas, que por sua vez, aumentam a vulnerabilidade da sociedade aos riscos climáticos. Tais riscos são devidos ao aumento gradual da temperatura média do ar, das chuvas extremas e, principalmente, pela severidade e duração das secas em algumas regiões do estado (BRITO et al., 2016).

As cidades de Barra do Pirai e Valença estão localizadas na região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (RH-III), cuja gestão foi iniciada em 2008, sendo considerada como uma das regiões mais importantes do Brasil, pois dela dependem mais de um milhão de habitantes, por conta da transposição do Rio Paraíba do Sul. Possui um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) na faixa de médio ou alto, além de materializar uma intensa atividade econômica e industrial, ocupando uma área total de 6.429 km², equivalente a 10,48% da Bacia do Paraíba do Sul. Mesmo assim, ainda sofre com cheias anualmente, mais precisamente no centro da cidade (CASIUCH et al., 2021).

A análise das intensidades das precipitações e sua frequência é essencial para a gestão do uso do solo e dos recursos hídricos. As precipitações de grandes intensidades são as responsáveis pelos alagamentos, os quais são mais significativos em áreas urbanas com bacias hidrográficas de pequenas áreas (TAMIOSSO, 2019).

As precipitações máximas costumam ser caracterizadas através das relações Intensidade – duração – frequência (IDF), as quais são obtidas por meio da análise de dados observados. O desenvolvimento das relações IDF baseia-se na seleção das maiores chuvas de uma duração escolhida em cada ano da série de dados. Com base nesta série com a quantidade de número de anos é ajustada uma distribuição de probabilidades que melhor represente as frequências da série observada. O procedimento é repetido para diferentes durações de chuva (5 minutos, 10 minutos, 1 hora, 12 horas etc.) e os resultados são dispostos em forma de um gráfico ou equação (TAMIOSSO, 2019).

Portanto, o objetivo do trabalho é verificar as chuvas mais intensas na cidade de Barra do Pirai no período de 2010 a 2020 utilizando a metodologia IDF e os dados de estações pluviométricas das cidades de Barra do Pirai e Valença, correlacionando-os com os eventos de cheias registrados nesse período.

METODOLOGIA

A cidade escolhida foi Barra do Pirai, localizada no estado do Rio de Janeiro (figura 1). Se encontra em uma latitude 22° 28' 12" sul e longitude 43° 49' 32" oeste, estando a uma altitude de 363 metros. Sua população, segundo o Censo de 2010, é de 94.855 habitantes.

Apesar da escolha, a estação pluviométrica com dados horários de chuva mais próxima está localizada a cerca de 17 km de distância do centro da cidade escolhida, no município de Valença/RJ, mais precisamente em um de seus distritos denominado Barão de Juparanã que está a cerca de 11 km de distância do centro da cidade (figura 2). A demarcação até o centro das cidades mencionadas foi por conta da frequência de ocorrências de alagamento nestas localidades.



FIGURA 1
Localização das cidades Barra do Pirai e Valença na RH III Fonte: CBH MPS, 2021
Fonte: CBH MPS, 2021



FIGURA 2
Estação pluviométrica automática em Barão de Juparanã, distrito da cidade de Valença/RJ (círculo vermelho)
Fonte: INMET, 2021

Para fins de comparação das informações e cálculos com uma estação pluviométrica de Barra do Pirai, e posteriormente com a linha do tempo de inundações, foram utilizados os dados de chuva diária disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico na plataforma Hidroweb. As estações têm uma distância de aproximadamente 14 km entre si.

A Figura 3, evidencia o local da estação pluviométrica em Barra do Pirai/RJ.

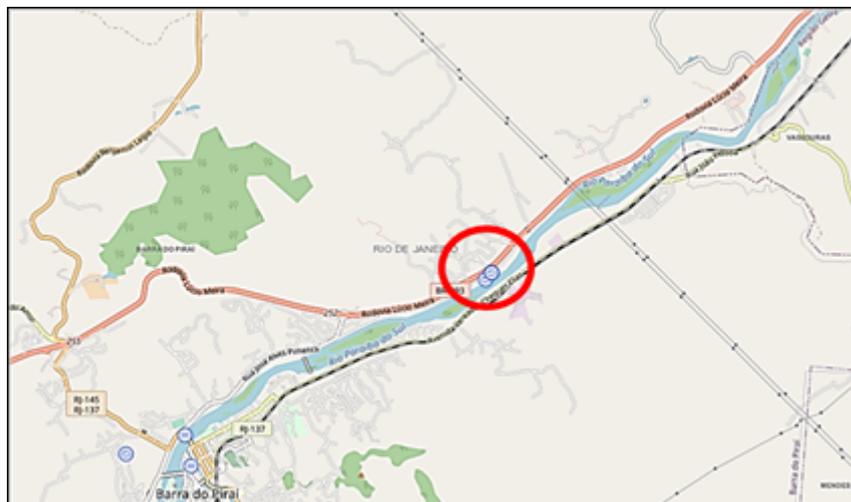


FIGURA 3

Estação pluviométrica em Barra do Pirai (círculo vermelho)

Fonte: HIDROWEB – ANA, 2021

Para o cálculo de tempo de recorrência pluviométrica, utilizou-se a metodologia disposta na carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação, que teve como base a mesma estação pluviométrica demonstrada na Figura 3 acima.

As curvas de intensidade-duração-frequência (IDF), foram efetuadas empregando os dados conforme Tabela 1.

TABELA 1
 Dados de precipitações utilizados para a construção da curva IDF

Data	Precipitação Máxima Diária (mm)	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
21/03/45	54,2	02/12/68	159,6
30/12/45	93,2	13/03/70	47,4
26/01/47	101,2	26/02/71	62,4
25/02/48	78,6	11/03/72	65,1
15/01/49	81,2	02/01/73	59,4
13/02/50	71,3	26/12/73	68,1
07/12/50	55,6	15/12/74	71,2
25/02/52	113,4	06/06/76	30,2
27/03/53	49,0	22/11/76	52,0
31/03/54	67,0	20/01/84	69,0
18/01/55	59,8	05/03/89	73,0
17/02/56	120,0	12/02/95	104,7
18/01/57	72,2	19/01/05	47,3
02/03/58	61,6	06/11/05	47,2
20/01/59	82,4	25/12/06	44,0
26/03/60	85,4	12/01/08	45,4
24/12/60	84,8	29/01/09	61,2
23/09/62	82,7	07/03/10	58,0
14/01/63	68,6	14/02/10	61,9
03/02/64	95,6	18/12/11	68,3
22/11/64	94,6	14/01/13	54,3
27/03/66	155,8	16/02/14	39,4
10/01/67	108,0	22/01/15	121,2
22/12/67	73,1		

Fonte: CPRM, 2016

O gráfico com as curvas IDF pode ser verificado na Figura 4 a seguir.

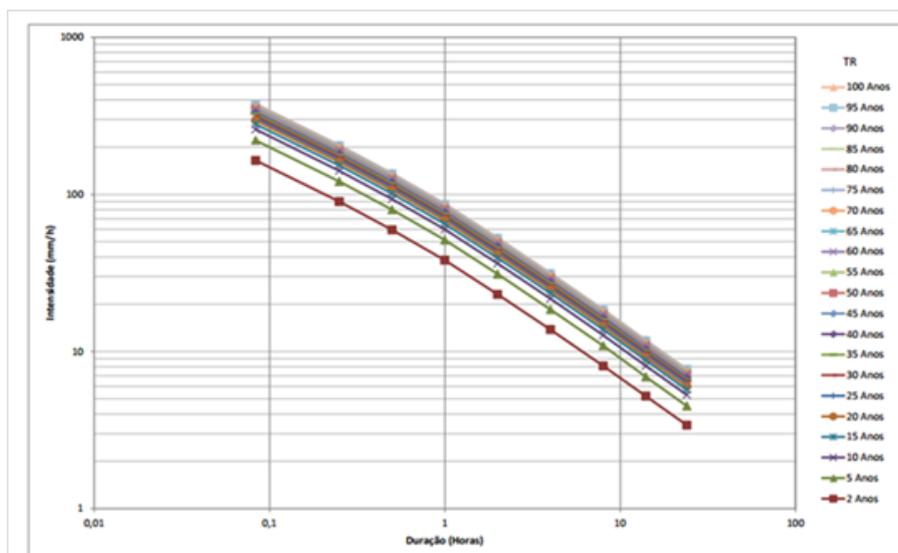


FIGURA 4
 Curvas de intensidade-duração-frequência

Fonte: CPRM, 2016

Os dados numéricos da curva da Figura 4 sobre intensidade e duração de chuvas para confirmação posterior dos resultados são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2
Dados numéricos da curva IDF de Barra do Pirai

Duração da chuva	Tempo de Retorno, T (anos)											
	2	5	10	15	20	25	40	50	60	75	90	100
5 min	170,3	218,8	255,4	276,8	292,1	303,9	328,7	340,5	350,1	361,9	371,6	377,2
10 min	116,9	150,1	175,2	189,9	200,4	208,5	225,5	233,6	240,2	248,3	254,9	258,7
15 min	93,3	119,8	139,8	151,6	159,9	166,3	179,9	186,4	191,7	198,1	203,4	206,4
20 min	79,0	101,4	118,4	128,3	135,4	140,9	152,4	157,8	162,3	167,8	172,2	174,8
30 min	61,8	79,4	92,7	100,5	106,0	110,3	119,3	123,6	127,1	131,3	134,8	136,9
45 min	47,8	61,4	71,6	77,6	81,9	85,2	92,2	95,5	98,2	101,5	104,2	105,7
1h	39,5	50,7	59,2	64,1	67,7	70,4	76,1	78,9	81,1	83,8	86,1	87,3
2h	23,9	30,7	35,9	38,9	41,0	42,7	46,2	47,8	49,2	50,8	52,2	53,0
3h	17,8	22,8	26,6	28,8	30,4	31,7	34,2	35,5	36,5	37,7	38,7	39,3
4h	14,3	18,4	21,4	23,2	24,5	25,5	27,6	28,6	29,4	30,4	31,2	31,7
5h	12,1	15,5	18,1	19,6	20,7	21,5	23,3	24,1	24,8	25,7	26,3	26,7
6h	10,5	13,5	15,7	17,1	18,0	18,7	20,3	21,0	21,6	22,3	22,9	23,2
7h	9,3	12,0	14,0	15,1	16,0	16,6	18,0	18,6	19,2	19,8	20,3	20,6
8h	8,4	10,8	12,6	13,6	14,4	15,0	16,2	16,8	17,3	17,8	18,3	18,6
12h	6,1	7,8	9,1	9,9	10,5	10,9	11,8	12,2	12,5	13,0	13,3	13,5
14h	5,4	6,9	8,1	8,8	9,2	9,6	10,4	10,8	11,1	11,5	11,8	11,9
20h	4,0	5,2	6,1	6,6	6,9	7,2	7,8	8,1	8,3	8,6	8,8	8,9
24h	3,5	4,5	5,2	5,7	6,0	6,2	6,7	7,0	7,2	7,4	7,6	7,7

Fonte: CPRM, 2016

Legenda: min: minutos / h: hora

A Equação 1, foi adotada para representar a família de curvas da Figura 4.

$$i = \{[(a \ln(T) + b) \cdot \ln(t + (\delta/60))] + [c \ln(T) + d]\} / t \quad \text{[EQUAÇÃO 1]}$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de recorrência ou retorno (anos)

t é a duração da precipitação (horas)

a, b, c, d e

são parâmetros da equação

Para durações superiores a 1 hora até as 24 horas, os parâmetros da equação são: $a = 4,7679$; $b = 12,0465$; $c = 10,7040$; $d = 27,1516$ e

$= 22,7$. A Equação 1 vale apenas para tempos de retorno até 100 anos.

A Equação 2 representa a Equação 1 organizada e utilizada na planilha do software Microsoft Excel.

$$T = \exp \left[\frac{it - b \ln(t + (\delta/60)) - d}{a \ln(t + (\delta/60)) + c} \right] \quad \text{[EQUAÇÃO 2]}$$

Para apresentar a probabilidade de a mesma chuva acontecer novamente com a mesma intensidade, o cálculo empregado está disposto na Equação 3.

$$p = \frac{1}{T} \times 100 \quad \text{[EQUAÇÃO 3]}$$

Onde:

p é a probabilidade anual (%)

T é o tempo de recorrência ou retorno (anos)

Para fins de correlação dos eventos ocorridos na cidade de Barra do Pirai com as precipitações máximas juntamente com os cálculos de probabilidade de chuvas, foi realizada uma linha do tempo com destaques para notícias evidenciadas nos anos em destaque na Figura 5.

Nos anos de 2011, 2012, 2013, 2014, 2017 e 2019 não foram encontradas divulgações na mídia sobre acontecimentos deste porte.



FIGURA 5

Linha do tempo de eventos chuvosos ocorridos em Barra do Pirai

Fontes: 1) FRANCO V., 2010; 2) PMBPb, 2015; 3) SIQUEIRA V., 2016; 4) G1, 2018; 5) GLOBOPLAY, 2020

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 3 apresenta os dados pesquisados na estação pluviométrica de Valença/RJ. Valores de precipitação e intensidade máximas em mm e mm/h respectivamente para as durações de 1, 4, 8 e 24 horas estão explicitados. As datas também são apresentadas para que uma comparação seja realizada.

TABELA 3
Valores de precipitação e intensidade máximas da estação pluviométrica de Valença/RJ

Ano	Duração (h)	Precipitação máxima (mm)	Intensidade máxima (mm/h)	Tempo de recorrência (anos)	Probabilidade anual (%)	Data
2010	1	36,2	36,2	1,5	65,5	24/02/2010
	4	49,6	12,4	1,3	76,9	16/01/2010
	8	63,6	7,95	1,7	59,4	26/10/2010
	24	84,8	3,53	2,1	47,7	16/01/2010
2011	1	28,2	28,2	0,8	125,9	17/12/2011
	4	50,2	12,5	1,3	74,3	16/10/2011
	8	52,0	6,50	1,0	103,7	16/10/2011
	24	58,0	2,42	0,7	134,2	16/10/2011
2012	1	46,6	46,6	3,6	28,0	08/01/2012
	4	82,4	20,6	8,3	12,1	09/01/2012
	8	94,4	11,8	7,4	13,6	09/01/2012
	24	105,6	4,40	4,7	21,4	03/01/2012
2013	1	30,2	30,2	0,9	106,9	30/11/2013
	4	45,0	10,75	0,9	111,6	02/07/2013
	8	44,0	5,50	0,7	152,2	02/07/2013
	24	60,0	2,50	0,8	124,2	01/12/2013
2014	1	40,2	40,2	2,1	47,2	17/01/2014
	4	67,2	16,8	3,5	28,5	17/01/2014
	8	68,0	8,50	2,1	48,1	18/01/2014
	24	87,0	3,63	2,3	45,9	13/11/2014
2015	1	40,8	40,8	2,2	44,9	25/04/2015
	4	48,4	12,1	1,2	82,3	12/12/2015
	8	51,6	6,45	0,9	105,7	30/03/2015
	24	75,0	3,13	1,4	69,7	13/12/2015
2016	1	42,6	42,6	2,6	38,8	02/01/2016
	4	72,0	18,0	4,6	21,8	03/01/2016
	8	91,8	11,5	6,5	15,4	03/01/2016
	24	98,0	4,08	3,5	28,7	16/01/2016
2017	1	38,6	38,6	1,9	53,8	19/11/2017
	4	44,2	11,0	1,0	104,3	20/11/2017
	8	53,6	6,70	1,0	96,0	20/11/2017
	24	70,4	2,93	1,2	83,2	08/01/2017
2018	1	29,8	29,8	0,9	110,5	15/03/2018
	4	51,2	12,8	1,4	70,3	21/02/2018
	8	51,4	6,42	0,9	106,7	21/02/2018
	24	52,4	2,18	0,6	166,5	22/02/2018
2019	1	31	31,0	1,0	100,1	23/12/2019
	4	54,4	13,6	1,7	58,7	23/12/2019
	8	61	7,63	1,5	67,3	23/12/2019
	24	85,8	3,58	2,2	45,9	23/12/2019
2020	1	56,2	56,2	7,8	12,8	02/01/2020
	4	66,6	16,65	3,4	29,5	02/01/2020
	8	66,6	8,33	1,9	51,5	02/01/2020
	24	86,8	3,62	2,3	44,2	19/11/2020

De acordo com a Tabela 3, correlacionando com a linha do tempo apresentada na Figura 5, pode-se verificar que as datas de ocorrência dos valores máximos de precipitação em Valença, mais precisamente em Barão de Juparanã, não foram as mesmas dos eventos registrados em Barra do Piraí.

No sentido de avaliar o tempo de recorrência e a probabilidade que aquela precipitação torne a ocorrer, verificou-se a não existência de tempos de recorrência tão longos, ou seja, as chuvas serão facilmente repetidas ao longo de meses ou anos. Cabe ressaltar que valores acima de 100% na coluna de probabilidade anual, significa que aquele tipo de chuva pode ocorrer novamente mais de uma vez em determinado ano.

Os valores mais altos encontrados foram de 6,5 anos, para uma precipitação máxima de 91,8 mm em 8 horas e de 7,8 anos para uma precipitação máxima de 56,2 em 1 hora.

Observou-se ainda que as chuvas mais intensas ocorreram nas primeiras 24 horas em relação a todos os anos avaliados, ou seja, a intensidade aumenta conforme a duração diminuí. Estudos realizados por Dorneles et al. (2019), Abreu et al. (2018) e Teodoro et al. (2014) em diferentes áreas, também apresentaram este cenário.

Assim, como comparativo, a Tabela 4 apresenta os valores máximos em precipitações de 24 horas, calculados com base na estação pluviométrica de Barra do Piraí/RJ.

A Tabela 4 demonstra em 2010 e 2020 os dois eventos mencionados na linha do tempo. O tempo de recorrência para a precipitação de 32,6 mm/dia em 2010 foi de 0,3 anos e a probabilidade de 287,9% de ocorrer novamente naquele ano, o que indica que esta mesma quantidade de chuva pode ter ocorrido mais vezes naquele mesmo ano avaliado. Já o tempo de recorrência em 2020, com uma precipitação de 61,5 mm/dia e a probabilidade de 117,2% pode ter ocorrido pelo menos mais de uma vez no ano.

TABELA 4
Valores de precipitação máxima diários juntamente com cálculos de tempo de recorrência e probabilidade anual de chuvas da estação pluviométrica de Barra do Piraí/RJ

Ano	Precipitação máxima (mm)	Intensidade máxima (mm/h)	Tempo de recorrência (anos)	Probabilidade anual %	Data
2010	61,9	2,6	0,9	115,4	14/12/2010
	32,6	1,4	0,3*	287,9	26/01/2010
2011	68,3	2,8	1,1	90,2	18/12/2011
2012	38,2	1,6	0,3	287,9	17/01/2012
2013	54,3	2,3	0,6	154,8	14/01/2013
2014	39,4	1,6	0,4	274,9	16/02/2014
2015	121,2	5,1	8,5	11,7	22/01/2015
2016	89,1	3,7	2,5	40,4	03/01/2016
2017	83,9	3,5	2,0	49,4	03/02/2017
2018	45,1	1,9	0,5	220,7	08/01/2018
2019	81	3,4	1,8	55,3	13/02/2019
2020	72,3	3,0	1,3	77,3	03/02/2020
	61,5	2,6	0,9*	117,2	26/02/2020

* Cálculo feito por conta do evento ocorrido nesta data - linha do tempo

O maior tempo de recorrência identificado foi calculado para uma precipitação máxima de 121,2 mm/dia, que foi em 8,5 anos, com uma probabilidade baixa de voltar a ocorrer, de apenas 11,7%.

Em relação aos anos sombreados, destaca-se que os valores não foram os mesmos em relação aos eventos destacados na Figura 5. Porém, de acordo com os dados processados, verificou-se uma precipitação de 32,6 mm/dia em 26 de janeiro de 2010.

Em 2015, houve um desassoreamento por parte do INEA, que foi finalizado em outubro, porém, uma parte do rio já se encontrava limpa, em janeiro, o que justifica não obter notícias nesta época, mesmo com o valor máximo de precipitação em comparação a todos os outros anos.

Outros eventos que também costumam acontecer nesta cidade, são o acúmulo de água de chuva de cidades vizinhas no Rio Paraíba do Sul e Piraí (os dois principais rios) e a abertura de comportas da barragem Santa Cecília, localizada antes do centro da cidade. Estes dois eventos mencionados podem ter ocorrido no dia 26 de janeiro de 2016 onde pode-se observar a cheia no rio, porém sem chuvas.

Os dados para março de 2018 não constavam na plataforma Hidroweb, e por este motivo, não pôde ser verificado o valor nesta data. Em relação à estação pluviométrica de Valença (distrito Barão de Juparanã), o dado máximo de precipitação atingiu 21,6 mm/dia em 08 de março de 2018.

Apesar do valor máximo de precipitação em 2020 ser no dia 03 de fevereiro de 2020, no dia do evento mencionado, ou seja, 26 de fevereiro de 2020 choveu 61,5 mm/dia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de duas estações pluviométricas para a determinação de inundações em Barra do Piraí, não foi suficiente para correlacionar todos os eventos extremos, pois foi verificado que outros eventos a montante

poderiam estar contribuindo para o aumento de vazão dos rios da região hidrográfica do Médio Paraíba do Sul e, conseqüentemente, causar inundações mesmo sem a identificação de precipitação por meio da estação pluviométrica instalada na cidade estudada.

O trabalho é um indicativo de que uma avaliação de série histórica de chuvas pode ser um instrumento para a tomada de decisão no sentido de evacuação das áreas que poderão ser atingidas com inundações ou até mesmo modificar o sistema de drenagem. Em casos mais avançados, um sistema de alerta de cheias pode ser criado, tendo em vista a existência de estações fluviométricas a montante do local estudado, que seriam a base de um estudo em maior escala e abrangendo outras cidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. C.; CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F.; SANTOS, G. R.; ALMEIDA, L. T.; ZANETTI, S. S. Critérios para escolha de distribuições de probabilidades em estudos de eventos extremos de precipitação. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 33, p. 601-613, 2018.
- BRITO, T., OLIVEIRA-JÚNIOR, J.F., GOIS, G., LYRA, G., ZERI, M. Multivariate analysis applied to monthly rainfall over Rio de Janeiro state, Brazil. *Meteorology and Atmospheric Physics*, Vienna, v.129, n.5, p.469-478, 2016.
- CASIUCH, M.; MARRA, E. B.; LIMA JUNIOR, A. S.; CADETE, A. N. M.; CASTRO, A. D.; ALCOFORADO, R. M. G.; SILVA, J. C. Avaliação da evolução e Perspectivas da Qualidade da Água no Rio Paraíba do Sul em Barra do Pirai-RJ. *XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Belo Horizonte, MG, 2021.
- CBH MPS - Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul. *Área de Atuação. Volta Redonda – RJ*, 2021. Disponível em: <http://www.cbhmedioparaiba.org.br/area-atuacao.php>. Acesso em: 26 ago. 2021.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. *Atlas pluviométrico do Brasil: equações, intensidade-duração-frequência (desagregação de precipitações diárias): município Miguel Pereira, RJ, estação pluviométrica Barra do Pirai*, código 02243002 (ANA). Fortaleza, 2016.
- DORNELES, V. R.; DAMÉ, R. C. F.; GANDRA, C. F. A. T.; MÉLLO, L. B.; RAMIREZ, M. A. A.; MANKLE, E. B. Intensity-duration-frequency relationships of rainfall through the technique of disaggregation of daily rainfall. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 23, p. 506-510, 2019.
- FRANCO, V. *ÁLBUM FLICKR. Barra do Pirai – Enchente*, 2010. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/viniciusfs/albums/72157623422039648/>. Acesso em: 10 mai. 2021.
- G1 - SUL DO RIO E COSTA VERDE. *Defesa Civil de Barra do Pirai entra em estado de alerta por conta das constantes chuvas*, 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/sul-do-rio-costa-verde/noticia/defesa-civil-de-barra-do-pirai-e>
- GLOBOPLAY - RJTV. *Chuva forte causa estragos em Barra do Pirai, 2020*. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/8353443/>. Acesso em: 19 mai. 2021.
- HIDROWEB - *Sistema de Informações Hidrológicas, mantido pela Agência Nacional de Águas (ANA)*, 2021. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 09 jul. 2021
- INMET. *Instituto Nacional de Meteorologia*, 2021. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 09 jul. 2021.
- PMBPa - Portal da Prefeitura Municipal de Barra do Pirai. *Aspectos geográficos*, 2021.
- PMBPb - Portal Prefeitura Municipal de Barra do Pirai. *INEA e Secretaria Municipal de Ambiente iniciam processo de desassoreamento do Rio Pirai, 2015*. Disponível em: <https://cutt.ly/NWJuOBI>. Acesso em: 17 mai. 2021.
- SIQUEIRA, V. *ÁLBUM. Barra do Pirai Através de Fotos*, 2016. Disponível em: <https://barradopirai-rj.blogspot.com/2016/01/enchente-em-barra-do-pirai.html>. Acesso em: 11 mai. 2021.
- SOARES, F. S.; FRANCISCO, C. N.; SENNA, M. C. A. Distribuição espaço-temporal da precipitação na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande-RJ. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 29, n. 1, p. 125-138, 2014.

- TAMIOSSO, M. F. Metodologia para consideração de tendências climáticas em curvas IDF de precipitação. *Tese de Doutorado*. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2019.
- TEODORO, P. E.; NEIVOCK, M. P.; MARQUES, J. R. F.; FLORES, A. M. F.; RODRIGUES, C. C. B. Influência de diferentes coeficientes de desagregação na determinação de equações IDF para Aquidauana/MS. REEC - *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v. 9, n. 2, 2014.