

Ocorrências de alagamentos e enchentes na bacia do arroio da Ronda em Ponta Grossa, PR, Brasil

Overflow and flooding events in the Ronda stream watershed in Ponta Grossa, PR, Brazil

Ocurrencias de inundaciones en la cuenca del arroyo de la ronda en Ponta Grossa, PR, Brasil

Janaina Santana dos Santos

<https://orcid.org/0000-0003-4305-5477>

sdsjanaina@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, PR

Silvia Méri Carvalho

<https://orcid.org/0000-0002-3383-8032>

silviauepg@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, PR

Resumo: Os episódios de precipitações fazem parte da variabilidade climática das regiões. Porém, quando associadas ao processo de impermeabilização dos solos e à drenagem urbana ineficiente, potencializam ocorrências de enchentes e alagamentos, com transtornos e prejuízos para a população. Assim, este estudo correlaciona o registro de 60 ocorrências de alagamentos e enchentes na bacia do arroio da Ronda, localizada em grande parte no perímetro urbano de Ponta Grossa, entre os anos de 1980 e 2017. Metade das ocorrências se deu por eventos extremos, ou seja, com uma precipitação igual ou superior a 50 mm. Muitas ocorrências se deram em áreas consideradas como de risco, principalmente na planície de inundação do arroio da Ronda.

Palavras-chave: Precipitação, Escoamento superficial, Drenagem urbana.

Abstract: Episodes of precipitation are part of the climate variability of a region; however, when associated with impermeability processes of the soils and inefficient urban drainage, they increase the rates of floods and overflows events, which cause severe inconvenience and damage for the population. Thus, this study correlates the record of 60 occurrences of floods and overflows, in the Ronda stream watershed, located largely in the urban area of the city of Ponta Grossa, between the years 1980 and 2017. Half of the occurrences happened due to extreme events, that is, with precipitation equal to or greater than 50 mm. Many occurrences occurred in areas considered to be at risk, mainly in the floodplain of the Ronda stream.

Keywords: Precipitation, Surface runoff, Urban drainage.

Resumen: Los episodios de precipitación, son componentes de la variabilidad climática de las regiones; sin embargo, cuando se asocian con el proceso de impermeabilización de los suelos y un drenaje urbano ineficiente, aumentan la ocurrencia de inundaciones, que causan inconvenientes y daños a la población. Así, este estudio correlaciona el registro de 60 ocurrencias de inundaciones, en la cuenca del arroyo Ronda, ubicada en la mayoría en el perímetro urbano de Ponta Grossa, entre los años de 1980 y 2017. La mitad de las ocurrencias se debieron a eventos extremos, o sea, con una precipitación igual o superior a 50 mm. Muchas ocurrencias sucedieron en áreas identificadas como de riesgo, principalmente en la llanura aluvial del arroyo Ronda.

Palabras clave: Precipitación, Escorrentía superficial, Drenaje urbano.

INTRODUÇÃO

O volume da precipitação, seus regimes sazonais ou diários, distribuição temporal e intensidade afetam direta ou indiretamente as populações e suas atividades. As alterações nas condições e distribuição das chuvas influenciam as ocorrências de secas, ocasionando as estiagens, ou de chuvas intensas, causando enchentes e alagamentos (Sousa, Rosa, Nascimento & Lima, 2006). Nas áreas urbanas o risco de enchentes é constante, oriundo da rápida urbanização e de eventos extremos hidroclimáticos cada vez mais frequentes (Bruwier et al., 2020).

Segundo Vestena, Almeida e Geffer (2020, p. 24924), embora haja distinção conceitual entre os conceitos de inundação, enchentes e alagamentos, todos “possuem origem hidrológica ou hidrometeorológica, ou seja, estão associados a eventos de chuvas intensas ou de longa duração”. Segundo Carvalho, Macedo e Ogura (2007) a *inundação* representa o transbordamento das águas de um curso de água, atingindo a planície de inundação; as *enchentes* ou cheias são as elevações temporárias do nível de água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasá-lo; já o *alagamento* é um acúmulo momentâneo de água em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem urbana.

Os fatores naturais que influenciam a ocorrência de enchentes e inundações podem decorrer das características topográficas, grau de declividade e da natureza da rede de drenagem (Pinheiro, 2007). Para Medeiros e Melo (2001), com relação ao município de Ponta Grossa, Sul do Brasil, a pouca atenção sobre o desenvolvimento urbano desordenado, a ausência de um ordenamento territorial que considerasse as particularidades físicas (principalmente relevo e hidrografia) e a ocupação das planícies de inundação acabaram contribuindo para a intensificação ou ocorrência frequente de enchentes e alagamentos em todo o município, especialmente na área da bacia do arroio da Ronda (Diedrichs et al., 2009), localizado em grande parte no perímetro urbano.

A partir da década de 1960, verifica-se o início da ocupação de áreas próximas às margens do arroio da Ronda, em locais suscetíveis a ocorrências de enchentes (Meneguzzo, 2009). Algumas vias na bacia foram construídas em locais planos ou com baixa declividade, favorecendo o acúmulo de água em episódios de intensa precipitação pluviométrica.

Segundo Mascaró (2003, p. 25), “como regra geral, deve-se escolher a posição e direção de todas as ruas, de forma a ter declividade suficiente para escoar as águas da chuva”.

Assim, ao longo dos anos, no município e na bacia do arroio da Ronda, vem se registrando episódios de alagamentos e enchentes (Meneguzzo, 2009).

REFERENCIAL TEÓRICO

O início dos processos hidrológicos que favorecem as ocorrências de enchentes e alagamentos inclui a parcela da água precipitada que pode ser interceptada pela vegetação, enquanto o restante pode infiltrar-se no solo e/ou escoar sobre a superfície, podendo evaporar novamente, alimentando e repetindo o ciclo hidrológico (Tucci, 2003a; Borghetti, Borghetti & Rosa Filho, 2004).

O processo de transformação da chuva em escoamento é complexo, dinâmico, não linear, e exibe variabilidade temporal e espacial, muitas vezes inter-relacionados a fatores físicos das bacias hidrográficas, sendo que um dos principais fatores que influenciam no escoamento são as alterações da superfície de uma bacia hidrográfica provocadas por mudanças no uso e cobertura da terra (Nair, Mohanlal, Ayishath Nabeela, Aneesh & Srinivas, 2016; Tucci, 2007), que juntamente com o aumento na frequência e intensidade das chuvas extremas, podem tornar as cidades altamente vulneráveis às ocorrências de alagamentos, enchentes e inundações (Devi, Sridharan & Kuiry, 2019).

No caso das enchentes, estas podem ocorrer devido ao comportamento natural dos cursos de água ou são potencializadas pelos efeitos da urbanização e consequente impermeabilização das superfícies, pelos obstáculos que se criam para o escoamento da água, e ainda pela modificação e canalização dos rios (Tucci, 2003b; Pinheiro, 2007).

Segundo Trentin, Robaina e Silveira (2013), na enchente ocorre a elevação paulatina das águas e o canal fluvial mantém o extravasamento por alguns dias, até o escoamento gradual das águas. As enchentes alcançam alguns metros a dezenas de quilômetros de extensão e adquirem extensão vertical suficiente para cobrir casas e até árvores de porte grande. Nas cidades com sistemas de drenagem deficientes, as águas alagam as vias públicas devido a fortes precipitações pluviométricas, pois a insuficiência desse sistema de drenagem dificulta a vazão das águas acumuladas (Castro, 2003; Trentin, Robaina & Silveira, 2013).

As inundações e enchentes são fenômenos hidrogeomorfológicos que possuem sazonalidade caracterizada pelo excesso hídrico, o alagamento é um fenômeno sem sazonalidade, decorrente de eventos extremos de precipitação pluvial, persistindo por poucas horas ou dias e com pequena expansão em área (Amaral & Thomaz, 2008).

Neste contexto do ciclo hidrológico, a bacia hidrográfica é a unidade espacial essencial para análise, pois “é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, seu exutório” (Silveira, 2001, p. 40).

Cidades médias com as mesmas características tem sido objeto de estudo de Lima e Amorim (2014), em São Carlos, SP, e Vestena, Almeida e Geffer (2020), em Guarapuava,

PR, pois a combinação das características físicas das localidades, aliada a intensa impermeabilização do solo, juntamente com a ocorrência de precipitações intensas pode colaborar para ocorrências de alagamentos e enchentes ocasionando riscos para a população. Na cidade de Curitiba, Goudard e Mendonça (2020) concluíram que o histórico de impactos ligados às precipitações está relacionado a condicionantes como o clima, as condições de suscetibilidade ambiental e a vulnerabilidade social.

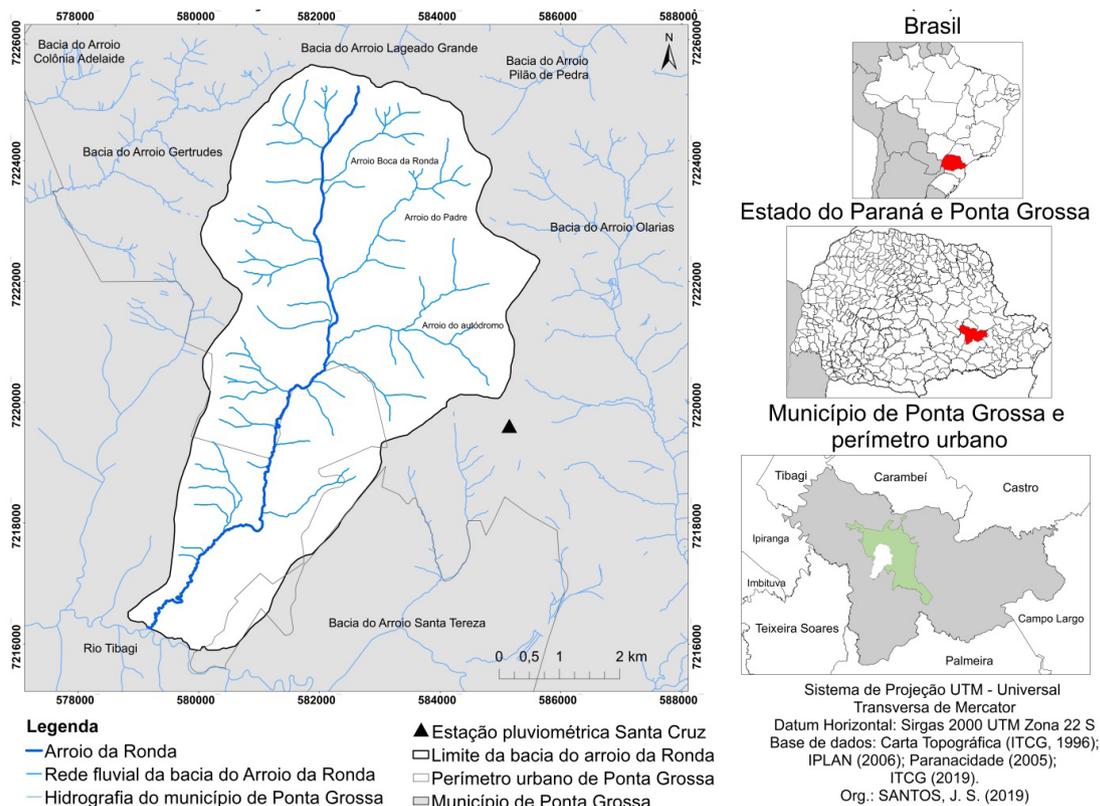
Diedrichs et al. (2009), sobre os efeitos da urbanização nos processos hidrológicos da bacia do arroio da Ronda, destacaram algumas áreas suscetíveis a enchentes e alagamentos, com intensa impermeabilização do solo e topografia plana.

METODOLOGIA

Área de estudo

A bacia do arroio da Ronda está localizada na porção sudoeste do perímetro urbano do município de Ponta Grossa, na região fitogeográfica dos Campos Gerais do Paraná (Fig. 1). Grande parte da bacia está na área urbana (26,11 km²), sendo apenas 8,32 km² localizados na área rural, perfazendo um total de 34,43 km². As nascentes do arroio estão localizadas na área urbana, em áreas com ocupação consolidada (Meneguzzo, 2009), e foz no rio Tibagi, onde predominam os cultivos temporários diversificados.

Figura 1: Localização da bacia do arroio da Ronda no município de Ponta Grossa, PR.



Fonte: Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG, 1996); Paraná Cidade (2005).

A precipitação média anual da área da bacia hidrográfica está entre 1.600 e 1.800 mm (Cruz, 2007), marcada pela influência, principalmente das massas de ar: Polar Atlântica, Tropical Atlântica, Tropical Continental, Equatorial Continental e pelas frentes frias e frentes quentes.

As temperaturas mais elevadas normalmente apresentam-se nos meses de novembro a março, com temperatura média mensal de 22°C (Nitsche, Caramori, Ricce & Pinto, 2019). No período do inverno, nos meses de junho, julho e agosto, a temperatura média mensal é 15°C (Meneguzzo, 2009; Nitsche, Caramori, Ricce & Pinto, 2019).

Base Cartográfica e dados pluviométricos

Para determinação do limite da bacia do arroio da Ronda e da sua rede fluvial foi utilizada a carta topográfica de Ponta Grossa, escala 1:50.000 com equidistância de 20 metros, fornecidas pelo Instituto de Terras Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG, 1996; Folha SG-22-X-C-II-2/MI-2840-2).

Os dados pluviométricos, compreendendo o período de 1980 a 2017, foram fornecidos pelo Instituto das Águas do Paraná a partir de dados da estação Santa Cruz, no bairro Colônia Dona Luiza (-25°20'00"S e -50°15'00"W), no perímetro urbano do município de Ponta Grossa.

Histórico de ocorrências de alagamentos e enchentes

As ocorrências foram obtidas em dois momentos: primeiramente, foram obtidas 37 ocorrências denominadas de alagamentos disponibilizadas pelo 2º Grupamento do Corpo de Bombeiros de Ponta Grossa, ocorridos no perímetro urbano de Ponta Grossa entre os anos de 2005 a 2017.

Em um segundo momento, foi consultado o acervo do Jornal da Manhã pertencente ao acervo de jornais da Casa da Memória do município de Ponta Grossa. A partir desta consulta foi possível localizar mais 23 ocorrências de enchentes e alagamentos na área de estudo no período de 1980 a 2004.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

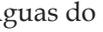
Ocorrências de alagamentos e enchentes

Para elaboração do pluviograma (Fig. 2) foram utilizados os totais mensais e anuais de chuva do período analisado. O ano mais úmido foi 1983, que registrou precipitação total anual de 2.217,2 mm e o ano com a menor precipitação foi 1985 com precipitação total anual de 900,2 mm.

A média histórica anual de precipitação para o período foi de 1.655,29 mm, valor acima daquele encontrado por Carvalho e Stipp (2004) que analisaram o período de 1954 a 1996, para a mesma cidade, e encontraram uma média de 1.523,3 mm. A média mensal foi de 137,9 mm, igualmente acima dos 126,9 mm verificados por Carvalho e Stipp (2004).

Figura 2: Pluviograma da bacia do arroio da Ronda - Precipitação mensal e anual de 1980 a 2017.

		MESES												ANUAL
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1980	175,8	261,4	55,4	85,4	65,5	95,3	192,1	107,9	240	113,7	40,1	223,1	1655,7	
1981	143,8	149,6	29,4	120	40,2	39,1	27,8	25,8	60,5	159,6	125,8	209,2	1130,8	
1982	115,4	228,1	134,9	15,6	71,7	321,6	180,5	69,3	35,2	271	341,6	227,1	2012,0	
1983	135,5	139,3	226,1	178,9	434,2	258,1	255,5	0,6	281,4	125,3	84,7	97,6	2217,2	
1984	152	73,6	163	127,9	146,2	124,5	54	174,2	169,6	25,3	232,6	187,2	1630,1	
1985	80,9	133,5	115,9	164,5	37,8	27	30,5	4,6	96,7	78,6	103,5	26,7	900,2	
1986	182	122,6	97,8	109,2	233,5	15	17,1	157,3	81,1	125,2	111,3	287,3	1539,4	
1987	182,5	186,4	35	154,8	339,5	135,6	58,6	73,6	103,1	111,8	64,4	119	1564,3	
1988	66,9	103	135,3	174,3	311,5	63,5	17,1	2,7	81,6	109,6	22,4	120,7	1208,6	
1989	305,3	165,3	85,7	122,6	152,8	78,6	210,1	75,6	184,5	111,1	69,1	130,9	1691,6	
1990	455,8	116,2	132,1	176,5	75,8	100,8	276,8	166	199,9	128,7	175,9	85,2	2089,7	
1991	74,7	236,1	120,2	127,8	50,7	161,6	10,6	62,6	40,9	164,6	72,3	173,5	1295,6	
1992	79,1	190,5	228,8	52,3	300,5	38,7	140,7	132,8	91,8	129,5	121,9	46,5	1553,1	
1993	172,3	174,6	92,3	67,8	181,2	88,4	128,9	15,6	274,4	179,6	159,2	200	1734,3	
1994	105,1	110,8	77,1	78,9	107	172,2	128,1	18,5	10,9	100,5	222,5	158,1	1289,7	
1995	420,8	86,3	113,5	102,3	31,7	107,4	119	38	194,2	218,1	74,6	87,3	1593,2	
1996	191,5	254,7	488,7	65	6,5	116,8	91,2	93,7	192	261,9	150,1	257,5	2186,6	
1997	223	189,5	20	40,9	57,6	199,6	55	65,8	178,8	231,5	197,6	175,7	1635,0	
1998	129,6	151,5	497,8	239,7	67,5	100,9	99,5	239,1	296,9	198,6	18,6	160,4	2200,1	
1999	160,8	226,1	201,7	71,1	50,6	124,2	102,2	3,7	97,9	82,2	63,8	89,8	1274,1	
2000	110,1	271,5	94,2	20,5	22,6	131	87,7	115,4	285,7	180,2	130,2	318,4	1767,5	
2001	191,1	302,7	95,2	86,6	156,7	88,1	131,2	80,4	114,7	235,8	124,2	94	1700,7	
2002	253,7	143,5	60,7	12,9	121,8	29	37,9	99,3	215,2	138,3	206,5	122,7	1441,5	
2003	98,3	106,3	88,9	112	31	52,3	129,9	15	136,5	178,8	187,1	286,5	1422,6	
2004	59,9	49,7	75,8	85,2	172	104,6	136	16,7	81,4	211,7	204,7	215	1412,7	
2005	172,9	67,2	40,6	140	139,5	57,9	76,4	100,1	261,6	244,2	84,6	35,4	1420,4	
2006	98,9	112,4	86	11,3	8,9	33,1	68,5	59,5	237,7	75,9	211,1	154,8	1158,1	
2007	217,7	142,7	155,7	71	159,4	4,3	145,6	22,7	46	59,7	187,1	218	1429,9	
2008	140,2	145,1	130,1	158,8	80,1	141,5	53,7	183,1	53	266,1	92,9	23	1467,6	
2009	258,8	205,2	99,9	12,3	81,3	97,2	339,6	99,6	269,1	171,3	200,6	183,1	2018,0	
2010	251,4	227,7	248,7	157,1	79	66,3	99,1	35,3	59,5	172,4	83,4	293,5	1773,4	
2011	361	206,1	79,6	81,3	26,6	128,6	159,6	392,4	62,3	209	110,4	47,8	1864,7	
2012	189,8	154,2	119,1	216,5	79,4	255,8	72,6	5,6	71,3	164,4	169,4	226,9	1725,0	
2013	91,6	266,1	153,4	97,1	153,4	347,2	105,9	30,8	180,7	114,9	132,3	184,4	1857,8	
2014	223,4	147,3	180,2	106,4	111,5	172,9	61,3	59,8	229	64,6	247,4	294,8	1898,6	
2015	154,6	201	183,7	102,3	243,7	86,4	311,4	55,9	153,5	161,2	244,8	210	2108,5	
2016	163,1	289,1	146,4	101,8	370,1	143,9	130,1	199,2	63,7	125,7	125,6	161,3	2020,0	
2017	294,3	292,3	152,4	79,3	117,5	181	0	101	68,2	322,7	214,3	209,6	2032,6	

LEGENDA			
	= Mês/ano mais úmido		= Mês/ano mais seco
TOTAL MENSAL		TOTAL ANUAL	
	401 a 500 mm		2051 a 2350 mm
	301 a 400 mm		1751 a 2050 mm
	201 a 300 mm		1451 a 1750 mm
	101 a 200 mm		1151 a 1450 mm
	0 a 100 mm		850 a 1150 mm

Fonte: Instituto das Águas do Paraná (2018)

As maiores precipitações ocorreram no verão, no trimestre de dezembro, janeiro e fevereiro, fato também observado por Carvalho e Stipp (2004), para os dados de 40 estações no estado do Paraná. A segunda estação do ano que apresentou os maiores volumes de precipitação foi a primavera, nos meses de setembro, outubro e novembro. Outono e

inverno são relativamente mais secos, a menor média mensal do período foi no inverno, nos meses de julho com 114,25 mm e agosto com 84,18 mm. O mês de março de 1998 foi o mais chuvoso com 497,8 mm, e o mês mais seco foi julho de 2017, com 0 mm. Estes valores são episódicos, isto é, geralmente ocorrem precipitações em torno de 140 mm em março e de 120 mm em julho (Nitsche, Caramori, Ricce & Pinto, 2019).

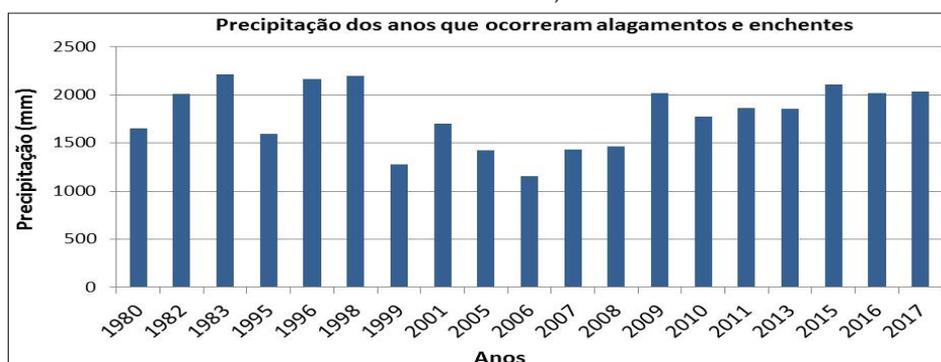
Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro apresentaram os índices mais elevados de pluviosidades em relação à média mensal de chuva para o período, sendo que em dezembro houve uma precipitação média mensal de 166,89 mm, em janeiro de 181,14 mm e em fevereiro 174,45 mm. Logo, as enchentes são mais frequentes durante a estação chuvosa do verão, onde o solo tende a manter umidade e possivelmente se tornará menos permeável para infiltração das águas das chuvas (Zúñiga & Magaña, 2017).

Na bacia do arroio da Ronda há, portanto, a presença de duas estações bem definidas, o verão quente e úmido e o inverno que apresenta menor temperatura e pluviosidade. Nos sistemas atmosféricos que atuam na região dos Campos Gerais, nos meses mais quentes, predominam as massas de ar de baixa pressão e grande instabilidade atmosférica, comportando grande nebulosidade e precipitação elevada. Nos meses mais frios, prevalecem as massas de ar de alta pressão e tendem a ter menores temperaturas e estabilidade atmosférica (Borsato & Souza, 2008; Leite, Adacheski & Virgens Filho, 2011).

A estação do verão é a mais chuvosa pela presença e atuação da Massa Tropical Marítima (mTm). Segundo Leite, Adacheski e Virgens Filho (2011), esta massa quente e úmida, se origina no anticiclone do Atlântico Sul e predomina no verão ocasionando chuvas abundantes. Outro sistema atuante nesta estação é a Massa Tropical Continental (mTc), quente e úmida, que também provoca chuvas de grande intensidade e curta duração na área da bacia, propiciando a formação de alagamentos.

A respeito da Massa Polar Continental (mPc), origina-se sobre águas subantárticas, penetrando no Paraná pelo Oeste e Sudoeste, provocando estabilidade atmosférica na área da bacia, pois não adquire umidade ao longo de seu trajeto. A predominância desta massa de ar se dá no outono e inverno, tornando as estações menos chuvosas e com tendência à ocorrência de baixas temperaturas (Leite, Adacheski & Virgens Filho, 2011). A Figura 3 demonstra o comportamento da precipitação nos anos com ocorrências de alagamento e enchentes na área de estudo.

Figura 3: Precipitação nos anos com ocorrências de alagamentos e enchentes na bacia do arroio da Ronda em Ponta Grossa, PR.



Fonte: Instituto das Águas do Paraná (1980-2017).

O ano de 1998 foi um dos mais chuvosos do período analisado, com grande número de ocorrências (cinco), ano este marcado pela influência do fenômeno *El Niño*. Segundo Moraes, Barbosa Neto e Araújo (2007), de forma simplificada, o *El Niño Oscilação Sul* (ENOS) “é um fenômeno de interação oceano-atmosfera, associado às alterações dos padrões normais da TSM (temperatura da superfície do mar) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial, entre a Costa Peruana e a Austrália” (Moraes, Barbosa Neto, & Araújo, 2006, p. 62).

As consequências do ENOS para a América do Sul estão relacionadas a eventos hidrológicos e climáticos, tanto pelo excesso ou o aumento da temperatura e precipitações, quanto pela falta de chuva, com as ocorrências da seca nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. O ENOS pode provocar episódios desastrosos, como os excessos hídricos ocorridos nos anos de 1982/1983 e 1997/1998 (Moraes, Barbosa Neto & Araújo, 2007; Ferreira et al., 2017) em grande parte do Sul da América Latina, principalmente na bacia do rio Paraná, provocando vários episódios de enchentes e inundações, como abordado por Bello et al. (2018).

Portanto, os anos de 1983, 1998 e 2015 mostraram um total anual superior a 2.000 mm e estiveram sob domínio parcial ou total da fase quente do ENOS, como percebido também por Terassi, Biffi e Oliveira Junior (2019) estudando a bacia do rio Alto Iguazu, localizado no estado do Paraná.

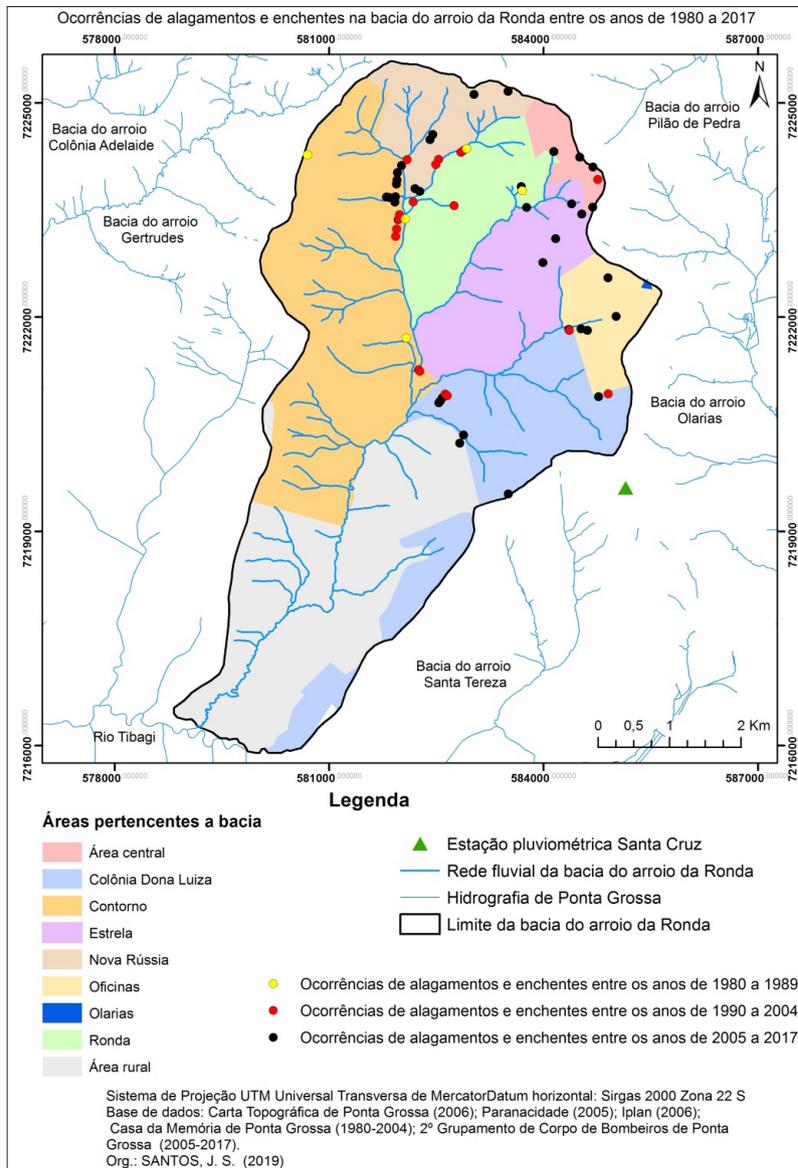
Segundo Leite, Adacheski e Virgens Filho (2011), ao analisar a pluviosidade da cidade de Ponta Grossa entre os anos de 1954 e 2011, a influência da *La Niña* para esta área é oposta ao *El Niño*. Portanto, para a área da bacia, a *La Niña* atuou na redução da precipitação, principalmente nos anos de 1981, 1985, 1988 e 1999.

Assim, dos 37 anos analisados, em 19 deles houve, segundo dados fornecidos pelo 2º Grupamento do Corpo de Bombeiros Ponta Grossa e pesquisas em jornais da Casa da Memória, 60 ocorrências registradas como alagamentos e enchentes na área de estudo (Fig. 4). Sendo, portanto, cinco ocorrências na década de 1980, 13 na década de 1990, 24 na década de 2000 e 18 a partir da década de 2010 até 2017.

A maior parte das ocorrências foi registrada no curso superior do arroio da Ronda, tanto na margem direita quanto na esquerda, sendo muitas delas próximas as nascentes. Destaca-se uma sequência de ocorrências na margem direita, próxima ou no curso principal propriamente dito.

É possível notar que as ocorrências registradas na década de 1980 se localizam nos bairros Contorno e Ronda. Aquelas registradas entre os anos de 1990 a 2004 estão situadas nos bairros Contorno, Ronda, Colônia Dona Luiza, Nova Rússia e na área central de Ponta Grossa. Já as ocorrências mais recentes, entre os anos de 2005 e 2017, estão distribuídas em quase todos os bairros, exceto no bairro Olarias, que ocupa uma pequena porção a leste da bacia.

Figura 4: Espacialização das ocorrências de alagamentos e enchentes na bacia do arroio da Ronda entre 1980 a 2017.



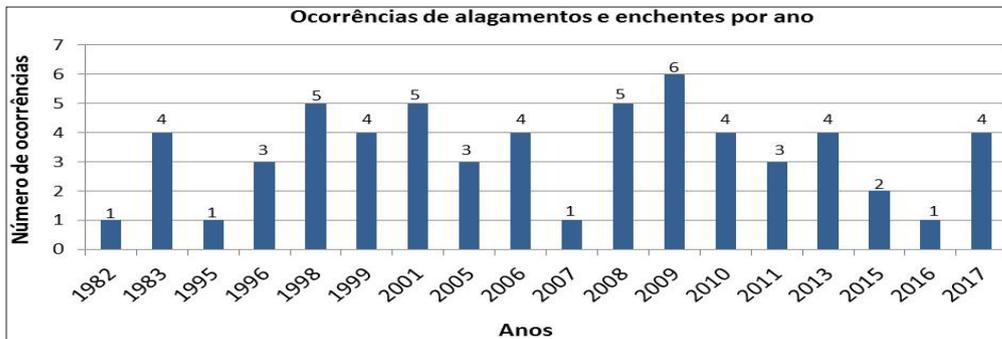
Fonte: Jornal Diário dos Campos (1980-2004)¹; 2º Grupamento de Corpo de Bombeiros (2005-2017).

O ano de 2009 foi o que registrou maior quantidade de alagamentos (seis). Entretanto, no ano de 2014, marcado por intensas precipitações e inúmeras ocorrências de inundações e alagamentos em todo estado do Paraná, não foi registrada nenhuma ocorrência na área da bacia estudada, ainda que no restante da área urbana do município, neste mesmo ano,

1 Notícias coletadas através do Jornal da Manhã arquivado no acervo de jornais da Casa da Memória de Ponta Grossa. Alguns dos exemplares pesquisados são:
 Jornal da manhã. (1983, maio 20). Temporal destrói casa e faz uma vítima fatal. Acervo de jornais da Casa da Memória de Ponta Grossa (PR), p. 24.
 Jornal da manhã. (1983, maio 21). Família morre soterrada no Arroio da Ronda: 8 mortos. Acervo de jornais da Casa da Memória de Ponta Grossa (PR), p. 1.
 Jornal da manhã. (1996, março 19). Temporal deixa mais de 100 desabrigados em Ponta Grossa. Acervo de jornais da Casa da Memória de Ponta Grossa (PR), C-8.
 Jornal da manhã. (1998, março 31). Prefeito declara hoje estado de emergência. Acervo de jornais da Casa da Memória de Ponta Grossa (PR). A-3.

tenham sido registradas 12 ocorrências de alagamentos. Quando analisados os anos que apresentaram grandes índices pluviométricos (igual ou superior a 2.000 mm anuais), a exemplo de 1983, 1996, 1998, 2009 e 2017, estes também apresentaram várias ocorrências de alagamentos e enchentes.

Figura 5: Ocorrências de alagamentos e enchentes por ano analisado (1980-2017).

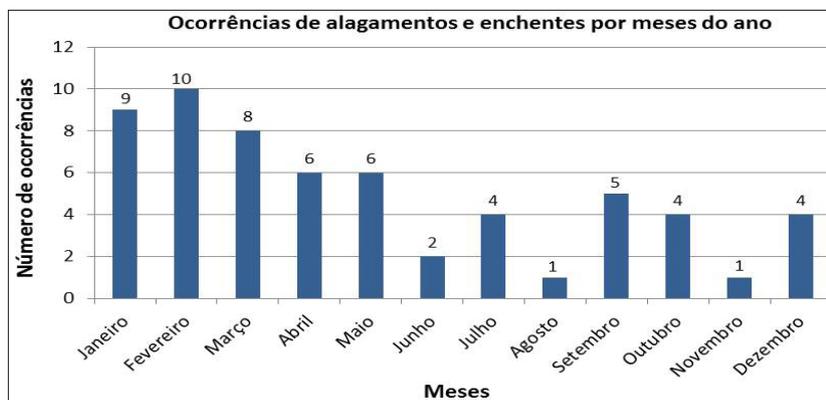


Fonte: Jornal Diário dos Campos/ Casa da Memória de Ponta Grossa (1980-2004); 2º Grupamento de Corpo de Bombeiros de Ponta Grossa (2005-2017).

A distribuição das ocorrências de alagamentos pelos meses do ano (Fig. 6) concentra-se especialmente no verão, nos meses com maiores índices de precipitação (Cruz, 2007; Carvalho & Stipp, 2004). Scortegagna e Rebolho (2013) ressaltam que os alagamentos estão relacionados às chuvas convectivas, também conhecidas como chuvas de verão, que ocorrem geralmente no período da tarde com grande intensidade e curta duração.

Quando observada a sazonalidade, pode-se observar que o maior número de ocorrências de alagamentos e enchentes foi registrado na estação do verão, com 23 ocorrências, seguidas das estações do outono com 20 ocorrências, primavera com dez ocorrências e por fim, o inverno com sete ocorrências. A diferença da quantidade registrada de ocorrências de alagamentos e enchentes acompanha os períodos mais chuvosos e mais secos na área da bacia estudada. O início e término da estação chuvosa na bacia concorda como o estabelecido por Pereira, Caramori, Ricce, Silva e Caviglione (2008) para o estado do Paraná, ou seja, um intervalo de duração de 170 a 180 dias, ocorrendo entre o fim do mês de agosto e começo do mês de abril.

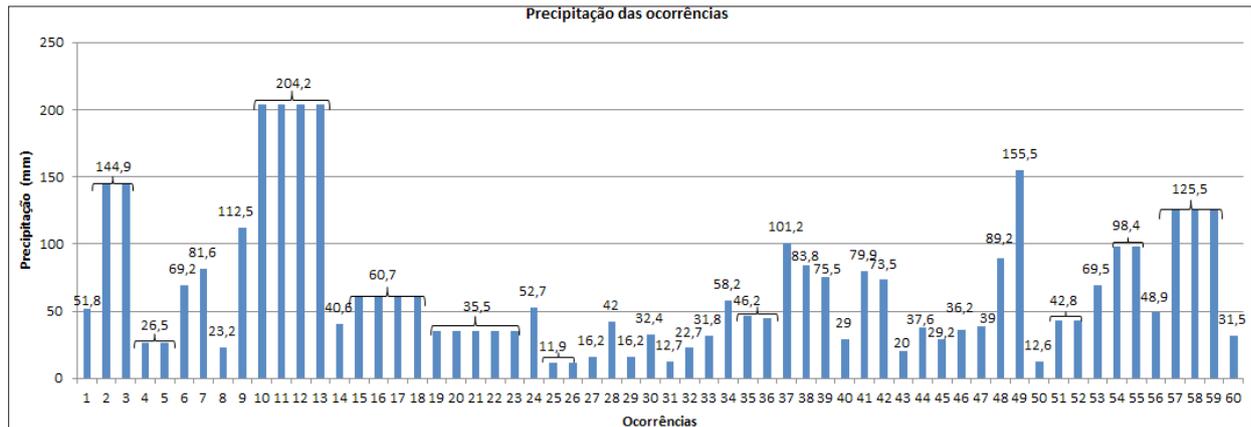
Figura 6: Ocorrências de alagamentos e enchentes por meses do ano (1980-2017).



Fonte: Jornal Diário dos Campos/ Casa da Memória de Ponta Grossa (1980-2004); 2º Grupamento de Corpo de Bombeiros de Ponta Grossa (2005-2017).

Quando analisadas as 60 ocorrências de alagamentos e enchentes e o total de precipitação em 24 horas, observa-se que estes fenômenos ocorreram tanto com grandes quanto com baixas quantidades de precipitação (Fig. 7). As ocorrências 10, 11, 12 e 13 foram registradas em um mesmo dia (31/03/1998), com uma precipitação total de 204 mm, um alto índice para um único dia, muito superior à média do período para o mês de março, de 137 mm.

Figura 7: Ocorrências de alagamentos e enchentes x volume de precipitação diária.



Fonte: Instituto das Águas do Paraná (1980-2017).

Como exemplo de ocorrências registradas com menores volumes de precipitações, abaixo de 20 mm (Monteiro & Zanella, 2017), são as ocorrências 26 (11,9 mm), 29 (16,2 mm) e 31 (12,7 mm), registradas em vias localizadas no divisor de águas da bacia. Nestas vias os topos são planos e possuem intensa pavimentação e consequente impermeabilização do solo, propiciando a acumulação das águas pluviais. Quando observados os cinco dias que antecederam estes alagamentos, não houve registro de precipitação, ou seja, o solo não estava saturado, caso contrário, a umidade antecedente do solo poderia contribuir para a ocorrência de alagamentos na área.

Estas três ocorrências podem estar associadas a um sistema de drenagem urbana ineficaz, sendo ocasionada pela falta de compartimentos que auxiliem a captação adequada do fluxo de água nas vias ou pelo comprometimento deste sistema de drenagem pelo acúmulo de resíduos sólidos, que acabam obstruindo as bocas de lobo e consequentemente aumentando o fluxo de água nas vias e calçadas. Outra hipótese se refere à rápida acumulação de água da chuva em um curto período de tempo (período menor que 24 horas). Nesse caso, apesar do volume de chuva não ser elevado, este se concentrou em um período de tempo muito curto, ocasionando os alagamentos. Porém, esta informação não pôde ser verificada, pois a estação Santa Cruz não é telemétrica, ou seja, não oferece dados horários ou em minutos de chuva, apenas a precipitação total diária.

Quando as chuvas apresentam altos índices pluviométricos em dias consecutivos, as ocorrências de enchentes também podem ser potencializadas. Um exemplo disso pode ser observado nas ocorrências 19, 20, 21, 22 e 23, registradas no dia 21 de fevereiro de 2001,

quando houve chuvas frequentes e concentradas (dias 20 e 21) com índices, respectivamente, de 34 e 35 mm.

De acordo com Conti (2011) e Teixeira (2004), para um evento de precipitação ser considerado como extremo, deve ocorrer uma acumulação de precipitação igual ou superior a 50 mm em 24 horas. A partir desta quantidade de chuva, pode ser verificado algum tipo de impacto em áreas urbanizadas ou densamente urbanizadas (Monteiro & Zanella, 2017).

Na bacia do arroio da Ronda foram registrados 30 eventos de precipitação extrema, que causaram muitas perdas e prejuízos para os moradores nos diferentes bairros afetados, de acordo com notícias veiculadas pelo Jornal da Manhã². Segundo Monteiro e Zanella (2017, p. 140), os eventos extremos são considerados “como aqueles episódios de chuva em que ocorrem danos materiais, humanos (morte ou desabrigo) e econômicos de grande importância, nos quais vulnerabilidade e resiliência assumem um importante papel na análise do evento extremo”.

Em 18 de março de 1996, um temporal com precipitação de 81,6 mm causou muitos estragos na cidade de Ponta Grossa (ocorrência 7), causou alagamentos por toda a cidade, inclusive na bacia do arroio da Ronda. Foi noticiado que mais de 100 pessoas ficaram desabrigadas em apenas 24 horas (Jornal da Manhã, 1996). Outro evento de precipitação extrema foi quando choveu mais de 200 mm em 30 de março de 1998 (ocorrências 10, 11, 12 e 13), este fato fez com que a prefeitura municipal de Ponta Grossa e a Defesa Civil do Paraná declarassem estado de emergência (Jornal da Manhã, 1998).

Calvetti et al. (2006) estabeleceram classes de intervalos de intensidade de precipitações de acordo com o volume de precipitação ocorrida em 24 horas. Esta classificação foi realizada para os diferentes volumes pluviométricos registrados na bacia do arroio da Ronda entre 1980 a 2017 (Quadro 1). A classificação consiste em registro de precipitações consideradas: chuvisco (0,1 a 0,5 mm), fraca (0,5 a 10 mm), moderada (10 a 25 mm), forte (25 a 50 mm) e extrema (>50 mm). No período analisado, em dias que apresentaram precipitação, a classe mais frequente foi a ‘fraca’, ou seja, foram registrados 2.215 dias com chuvas que não ultrapassaram 10 mm diários. Na classe ‘moderada’ foram registrados 1.214 dias, enquanto na classe ‘forte’, 634 dias. As chuvas ‘extremas’ foram registradas em menor número na bacia, apenas em 176 dias.

Quadro 1: Classificação de intensidade de chuvas para precipitação máxima em 24 horas.

Classes	Intensidade	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
Dias sem chuva	0 mm	616	655	743	866	866	877	910	937	810	757	768	687	9492
0,1 a 2,5	Chuvisco	62	38	43	27	34	30	27	21	30	27	25	41	405
2,5 a 10	Fraca	278	254	227	156	134	125	109	121	161	198	198	254	2215
10 a 25	Moderada	133	156	101	77	77	86	72	65	96	111	122	118	1214
25 a 50	Forte	72	61	55	46	50	46	41	25	66	66	48	58	634
> 50	Extrema	18	14	9	6	17	14	19	9	15	18	17	20	176

Fonte: Instituto das Águas do Paraná (1980-2017); Adaptado de Calvetti et al. (2006).

2 Dentre estas perdas na área da bacia do arroio da Ronda, pode-se citar a fatalidade de nove pessoas mortas durante uma tempestade na madrugada do dia 20 para o dia 21 de maio de 1983, quando em apenas 24 horas choveu 144,9 mm. Uma pessoa foi vítima de enchente (Jornal da manhã, 1983a) e outras oito pessoas da mesma família foram vítimas de soterramento por deslizamento de terra (Jornal da manhã, 1983b).

Para precipitações consideradas ‘chuvisco’ e ‘fracas’, ou seja, com até 10 mm, os meses de janeiro e dezembro são dominantes. Janeiro apresentou 62 dias com chuvisco e 278 na classe fraca, enquanto dezembro apresentou 41 dias e 254 dias respectivamente. Segundo Leite, Adacheski e Virgens Filho (2011), sob a perspectiva hidrológica as chuvas de até 10 mm possuem pouco impacto e auxiliam na regulação da umidade do solo, contribuindo com um pequeno volume de escoamento superficial no sistema de drenagem urbana.

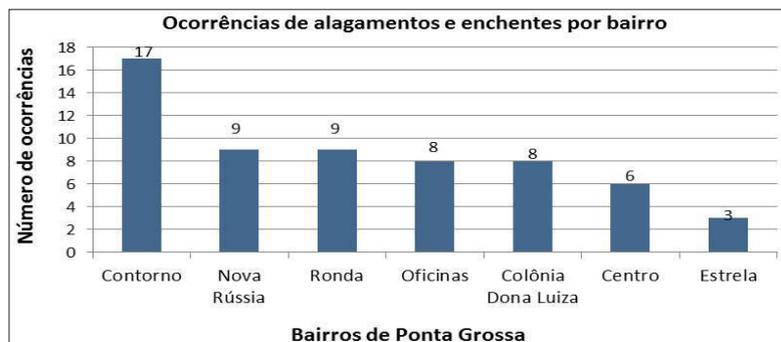
Na classe moderada, os meses que apresentaram maiores registros foram janeiro e fevereiro, com 133 e 156 dias, respectivamente. Os meses que mais apresentaram precipitações classificadas como fortes foram janeiro, setembro e outubro, com 72 e 66 dias. A classe precipitação extrema foi a que registrou as menores quantidades, destacando-se apenas os meses de julho e dezembro, com 19 e 20 dias.

Apesar de o inverno no Sul do Brasil ser uma estação menos chuvosa, ele também apresenta dias de chuva forte e extrema. De acordo com Borsato e Collischonn (2017), essas chuvas podem estar relacionadas à evolução dos sistemas frontais, principalmente pela Frente Polar Atlântica (FPA). Também podem estar associadas a Massa Polar Atlântica (mPa) que devido ao “seu deslocamento em direção aos trópicos, gera condições necessárias para a ocorrência de chuvas” (Galvani & Azevedo, 2012, p. 9).

Durante a estação chuvosa, a classe predominante foi a chuva fraca, como já notado por Leite, Adacheski e Virgens Filho (2010). No entanto, a maioria dos dias de precipitação extrema concentra-se justamente nesta estação, chuvosa, entre os meses de setembro e fevereiro.

Quando analisadas as ocorrências de alagamentos e enchentes por bairros, localizados na área da bacia (Fig. 8), é possível verificar que o bairro Contorno é o que possui maior número de ocorrências (17), seguido dos bairros Nova Rússia (9), Ronda (9), Oficinas (8) Colônia Dona Luiza (8), Centro (6), Estrela (3). Estas áreas possuem a característica de terem uma urbanização consolidada e acentuada, principalmente nos bairros Nova Rússia e Oficinas.

Figura 8: Ocorrências de alagamento e enchentes por bairro da bacia do arroio da Ronda em Ponta Grossa, PR.



Fonte: Jornal Diário dos Campos/ Casa da Memória de Ponta Grossa (1980-2004); 2º Grupamento de Corpo de Bombeiros de Ponta Grossa (2005-2017).

A grande maioria das ocorrências no bairro Contorno se dá paralelamente ao curso de água, sendo possível notar que nestes locais houve ocorrências em todos os períodos

analisados, e apresentam como característica, áreas pouco declivosas, entre 3 a 8%, sendo os menores valores na área de estudo.

Nascimento (2008) ao estudar o espaço e as desigualdades em Ponta Grossa, revelou que este espaço urbano é amplamente segregado e fragmentado em áreas que abrigam pessoas de diferentes graus de inclusão e exclusão social. De acordo com o mesmo autor os locais ocupados por populações com carência socioeconômica na cidade de Ponta Grossa estão situados em sua grande maioria na margem de ferrovias, em locais próximos a sistemas de rede elétrica de alta tensão, em encostas de altas declividades e às margens dos cursos de água que perpassam a área urbana. Neste sentido, Schuster e Piovezana (2015) analisaram a espacialização das ocupações em área de risco na bacia do arroio da Ronda e concluíram que as ocupações destas áreas ocorrem nas margens dos cursos de água, justamente nas vias do bairro Contorno que registraram várias ocorrências de alagamentos e enchentes.

Outras áreas de risco apontadas por Schuster e Piovezana (2015) são as localizadas nas cabeceiras dos afluentes do arroio da Ronda, como o arroio do Padre no bairro Estrela e o arroio do Autódromo no bairro Oficinas. A topografia desses locais é plana, com valores de até 8% de declividade, além de abranger a planície de inundação dos afluentes. Segundo Tucci (2003), quando a urbanização é espontânea e a ocupação das áreas ocorre sem um adequado planejamento espacial, um dos problemas a surgir pode ser a ocupação das áreas de risco a enchentes, em áreas muito planas, ou suscetíveis a deslizamentos de terra em áreas muito declivosas.

CONCLUSÕES

As ocorrências de alagamentos e enchentes na bacia do arroio da Ronda estão relacionadas a registros de baixos e elevados índices pluviométricos. Porém, os elevados índices se destacam, em relação às precipitações totais diárias, mensais ou anuais. Em relação ao total diário, metade das ocorrências registradas entre 1980 a 2017 ocorreram por eventos extremos, ou seja, com uma precipitação igual ou superior a 50 mm.

Em relação aos meses do ano com registro de ocorrências, estes correspondem principalmente ao período do verão, comportando quase metade das ocorrências registradas. Alguns anos como 1983 e 1998 apresentaram várias ocorrências de enchentes e alagamentos, potencializados pela presença do *El niño*, que altera condições climáticas, ocasionando, nestes casos, excessos hídricos.

Foi possível observar que muitas ocorrências de enchentes e alagamentos estão situadas em áreas já apontadas como de risco, principalmente na planície de inundação do arroio da Ronda e nas cabeceiras dos afluentes.

O conhecimento da distribuição espacial e temporal das ocorrências de enchentes e alagamentos e a identificação dos bairros são essenciais para a formação de uma comunidade mais resiliente. São necessárias ações e políticas públicas de gestão do uso e ocupação do solo, a fim de prevenir ou minimizar os danos decorrentes dos eventos extremos de precipitação na área da bacia.

Os dados analisados podem auxiliar na gestão e planejamento territorial da área da bacia do arroio da Ronda, com ênfase na prevenção e redução das ocorrências de enchentes e alagamentos. Estratégias e políticas eficientes para o desenvolvimento urbano sustentável podem propiciar a redução dos riscos que as populações estão sujeitas em relação às enchentes e alagamentos.

REFERÊNCIAS

- Águas Paraná. Instituto das Águas do Paraná. (2018) *Relatórios e Alturas de Precipitação (diário, mensal e anual) do período de 1980 a 2017*. Sistema de Informações Hidrológicas. Curitiba.
- Amaral, A.A., & Thomaz, E.L. (2008). Identificação das áreas de alagamento na cidade de Guarapuava, Paraná: período de 1998-2006. In C. Bortoli, M.F.V.B. Gomes, & C. Hauresko (Orgs.). *Cidade, cultura e ambiente: sob a perspectiva geográfica* (Cap. 9, pp. 181-202) Guarapuava: Ed. UNICENTRO.
- Bello, O.D., Ballesteros, J., Buitrago, M., González, M., & Veasco, O. (2018). *Análisis retrospectivo de las inundaciones: lecciones y recomendaciones*. Buenos Aires: CEPAL/ONU/ECLAC. Recuperado de https://www.cepal.org/sites/default/files/pages/files/lcarts2018_1-final.pdf
- Borghetti, N.R.B., Borghetti, J. R. & Rosa Filho, E.F. (2004). *Aquífero Guarani: a verdadeira integração dos países do Mercosul*. Curitiba: os autores.
- Borsato, V.A. & Souza, E. E., Filho. (2008). A dinâmica atmosférica na vertente oriental da bacia do alto rio Paraná e a gênese das chuvas. *Acta Scientiarum. Technology*, 30(2), 221-229.
- Borsato, V.A. & Collischonn, E. (2017). A participação das massas de ares no inverno de 2016 no Brasil. In A. Peres Filho, & R.R. Amorim (Orgs.). *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*. (Cap. 70, pp. 1790-1801). Campinas: Ed. UNICAMP.
- Bruwier, M., Maravat, C., Mustafa, A., Teller, J., Piroton, M., Erpicum, E., & Dewals, B. (2020). Influence of urban forms on surface flow in urban pluvial flooding. *Journal of Hydrology*, 582, 1-36.
- Calvetti, L., Beneti, C., Gonçalves, J.E., Moreira, I.A., Duquia, C., Breda, A., & Alves, T.A. (2006). Definição de classes de precipitação para utilização em previsões por categoria e hidrológica. *Anais do Congresso Brasileiro de Meteorologia*, Florianópolis, SC, Brasil, 14. Recuperado de <http://docplayer.com.br/41177100-Definicao-de-classes-de-precipitacao-para-utilizacao-em-previsoes-por-categoria-e-hidrologica.html>
- Carvalho, C.S., Macedo, E.S., & Ogura, A. T. (2007). *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios*. Brasília: Ministério das Cidades/ IPT.
- Carvalho, S.M., & Stipp, N.A.F. (2004). Contribuição ao estudo do balanço hídrico no estado do Paraná: uma proposta de classificação qualitativa. *Geografia (Londrina)*, 13(1), 57-71.
- Castro, A.L.C. (2003). *Manual de desastres: desastres naturais*. Brasília: Imprensa Nacional. Recuperado de <https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-41340/manual-de-desastres--desastres-naturais>
- Conti, J.B. (2011). *Clima e meio ambiente*. (7a ed.). São Paulo: Atual.
- Cruz, G.C.F. (2007). Alguns aspectos do clima dos Climas Gerais. In M.S. Melo, R.S. Moro, & G.B. Guimarães (Orgs.), *Patrimônio Natural dos Campos Gerais*. (Cap. 5, pp. 59-72). Ponta Grossa: Ed. UEPG.
- Devi, N.N., Sridharan, B., & Kuiry, S.N. (2019). *Impact of urban sprawl on future flooding in Chennai city, India*. *Journal of Hydrology*, 574, 486-496.
- Diedrichs, A.S., Andrade Filho, A.G., & Balarim, R.C. (2009) Estudos hidrológicos e efeitos da urbanização na bacia do Arroio da Ronda em Ponta Grossa - Paraná. *Publicatio UEPG. Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharia*, 15(1), 25-37. Recuperado de <https://revistas2.uepg.br/index.php/exatas/article/view/972/840>

- Ferreira, L.G.B., Caramori, P.H., Morais, H., Nitsche, P.R., & Costa, A.B.F. (2017). *O fenômeno El Niño de 2015/2016 e seus impactos nas chuvas do Paraná*. *Boletim ENOS*, 1(1). 1-9. Recuperado de http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/agrometeorologia/2017-01-09-boletim-enos.pdf
- Galvani, E., & Azevedo, T.R. (2012). *A frente polar atlântica e as características de tempo associadas: estudo de caso*. In: E. Galvani, & N.G. Lima (Orgs.), *Climatologia Aplicada: Resgate aos estudos de caso*. (Cap. 1, pp. 7-18). Curitiba: CRV.
- Goudard, G., & Mendonça, F.A. (2020). *Eventos e episódios pluviais extremos: a configuração de riscos hidrometeorológicos em Curitiba (Paraná - Brasil)*. *IDEAS - Idées d'Amériques*, 15(1), 1-17.
- Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Ponta Grossa (2005). *Perímetro urbano do município de Ponta Grossa*. Ponta Grossa.
- Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (1996). *Carta topográfica de Ponta Grossa*. 1:50.000. Folha SG-22-X-C-II-2 MI-2840-2. Curitiba.
- Jornal da manhã. (1983a, maio 20). *Temporal destrói casa e faz uma vítima fatal*. Acervo de jornais da Casa da Memória de Ponta Grossa (PR), p. 24.
- Jornal da manhã. (1983b, maio 21). *Família morre soterrada no Arroio da Ronda: 8 mortos*. Acervo de jornais da Casa da Memória de Ponta Grossa (PR), p. 1.
- Jornal da manhã. (1996, março 19). *Temporal deixa mais de 100 desabrigados em Ponta Grossa*. Acervo de jornais da Casa da Memória de Ponta Grossa (PR), C-8.
- Jornal da manhã. (1998, março 31). *Prefeito declara hoje estado de emergência*. Acervo de jornais da Casa da Memória de Ponta Grossa (PR). A-3.
- Leite, M. L., Adacheski, P. A., & Virgens Filho, J.S. (2010). Estudo da variabilidade da precipitação pluvial em municípios da região sul dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 6(6), 57-64.
- Leite, M.L., Adacheski, P.A., & Virgens Filho, J.S (2011). *Análise da frequência e da intensidade das chuvas em Ponta Grossa, Estado do Paraná, no período entre 1954 e 2001*. *Acta Scientiarum. Technology*, 33(1), 57-64.
- Lima, A.P., & Amorim, M.C.C. (2014). Análise de episódios de alagamentos e inundações urbanas na cidade de São Carlos a partir de notícias de jornal. *Revista Brasileira de Climatologia*, 10(15), 182-204.
- Mascaró, J.L. (2003). *Loteamentos urbanos*. Porto Alegre: do autor.
- Medeiros, C.V., & Melo, M.S. (2001). Processos erosivos no espaço urbano de Ponta Grossa. In: C.H.M. Ditzel, & C. Löwen Sahr (Orgs.), *Espaço e Cultura. Ponta Grossa e os Campos Gerais* (Cap. 6, pp. 109-126). Ponta Grossa: Ed. UEPG.
- Meneguzzo, P. M. (2009). *Evolução no uso da terra na bacia do Arroio da Ronda (Ponta Grossa - PR) e sua influência nos processos geomorfológicos*. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, PR, Brasil. Recuperado de <https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/520>
- Monteiro, J.B., & Zanella, M E. (2017). A metodologia dos máximos de precipitação aplicada ao estudo de eventos extremos diários nos municípios de Crato, Fortaleza e Sobral-CE. *GeoTextos*, 13(2), 135-159.
- Moraes, J.M., Barbosa Neto, M.P., & Araújo, A.E. (2007). Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semi-árido paraibano. Campina Grande (PB). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11(1), 61-66.
- Nair, A.M., Mohanlal, L., Ayishath Nabeela, C.R., Aneesh, T.D., & Srinivas, R. (2016). Study on the Impact of Land Use Changes on Urban Hydrology of Cochin, Kerala, India. In: A.K. Sarma, V.P. Singh, S.A. Kartha, & R.K. Bhattacharjya (Orgs.), *Urban Hydrology, Watershed Management and Socio-Economic Aspects*. (Cap. 23, pp. 69-82). Switzerland: Springer International.
- Nascimento, E. (2008). *Espaço e desigualdades: Mapeamento e análise da dinâmica de exclusão/inclusão social na cidade de Ponta grossa (PR)*. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, PR, Brasil. Recuperado de <https://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/499>

- Nitsche, R.P., Caramori, P.H., Ricce, W.S. & Pinto, L.F.D. (2019). *Atlas climático do estado do Paraná*. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná. Recuperado de http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/AtlasClimaticoPR.pdf
- Pereira, L.M. P., Caramori, P., Ricce, W., Silva, D.A.B., & Caviglione, J.H. (2008). Determinação do início e término da estação chuvosa no Estado do Paraná. *Revista Geografar*, 3(2), 1-12.
- Pinheiro, A. (2007). Enchente e Inundação. In R.F. Santos. (Org.) *Vulnerabilidade Ambiental. Desastres naturais ou fenômenos induzidos?* (Cap. 2, pp. 95-106) Brasília: MMA.
- Schuster, W.T., & Piovezana, L. (2015). *Quantificação das áreas de ocupação irregular na bacia do Arroio Ronda* Monografia de Especialização, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, UNOCHAPECÓ, Chapecó, SC, Brasil. Recuperado de http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2016/03/Artigo_Wladimir-Teixeira-Schuster.pdf
- Scortegagna, A., & Rebolho, B.C.S. (2013). Principais áreas de risco para desastres naturais na cidade de Curitiba-PR, no ano de 2009. *FAE*, 16 (2), 192 - 208.
- Silveira, A.L.L. (2001). Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In C.E.M. Tucci, *Hidrologia: Ciência e aplicação*. (2ª ed., Cap. 4, pp. 35-41) Porto Alegre: UFRGS/ABRH.
- Sousa, R.R., Rosa, D.B., Nascimento, L.A., & Lima, P.R.M. (2006). Estudo da variabilidade pluviométrica no extremo norte do Estado de Mato Grosso entre os anos de 1990 a 1996. *Revista Geoambiente*, 1(7), 89-107.
- Terassi, P.M.B., Biffi, V H.R., Galvani, E., & Oliveira Junior, J.F. (2019). Estimativas de erosividade e as precipitações diárias extremas na bacia hidrográfica do rio alto Iguaçu-Paraná. *Revista Brasileira de Climatologia*, 25(15), 241-265.
- Teixeira, M.S. (2004). *Atividade de ondas sinóticas relacionada a episódios de chuvas intensas na região Sul do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, SP, Brasil. Recuperado de http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/INPE_3d2d9bf9e973f3a57fa2fdb055231330
- Trentin, R., Robaina, L.E.S., & Silveira, V.S. (2013). Zoneamento do risco de inundação do rio Vacacaí no município de São Gabriel, RS. *Geo UERJ*, 1(24), 161-180.
- Tucci, C.E.M. (2003a). Águas urbanas. In C.E.M. Tucci, & J.C. Bertoni (Orgs.), *Inundações Urbanas na América do Sul*. (Cap. 2, pp. 11-44). Porto Alegre: ABRH.
- Tucci, C.E.M. (2003b). Inundações e Drenagem urbana. In C.E.M. Tucci, & J.C. Bertoni (Orgs.), *Inundações Urbanas na América do Sul*. (Cap. 3, pp. 45-141). Porto Alegre: ABRH.
- Tucci, C.E. . (2007). *Inundações urbanas* (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 11, pp. 393). Porto Alegre: ABRH/RHAMA.
- Vestena, L.R., Almeida, D.E.F., & Geffer, E. (2020). Análise espacial e temporal da distribuição dos alagamentos e inundações na cidade de Guarapuava, Paraná. *Brazilian Journal of Development*. Curitiba, 6(5), 24923-24941.
- Zúñiga, E., & Magaña, V. (2017). Vulnerability and risk to intense rainfall in Mexico: The effect of land use cover change. *Investigaciones Geográficas*, 95, 1-18.

Data de submissão: 29/maio/2020

Data de aceite: 08/dez./2020