

EVENTOS PLUVIAIS EXTREMOS EM CURITIBA (PARANÁ): ENTRE ANTIGOS PROBLEMAS E NOVOS DESAFIOS

Gabriela Goudard ^(a), Francisco de Assis Mendonça ^(b)

^(a) Mestranda do Programa de Pós – Graduação em Geografia (PPGEO – UFPR), Laboratório de Climatologia (LABOCLIMA / UFPR), Universidade Federal do Paraná, E-mail: gabigoudard.ufpr@gmail.com

^(b) Professor Titular do Departamento de Geografia e Docente do Programa de Pós – Graduação em Geografia (PPGEO – UFPR), Universidade Federal do Paraná, E-mail: chico@ufpr.br

Eixo: Climatologia em diferentes níveis escalares: mudanças e variabilidades

Resumo

Os últimos relatórios do IPCC, AR4 e AR5, apontam para aumentos de frequência e intensidade de eventos extremos de chuva na região Sul do Brasil. Partindo-se destes pressupostos e das incertezas que permeiam as discussões de possíveis mudanças climáticas globais, o presente estudo coloca em evidência uma análise espaço-temporal dos eventos pluviais extremos (iguais ou superiores ao percentil 99%) e suas repercussões (episódios pluviais extremos) no município de Curitiba, bem como destaca os sistemas atmosféricos desencadeadores das excepcionalidades climáticas e as tendências pluviais na temporalidade de 1980 a 2010. Para tanto, pauta-se nos pressupostos metodológicos do S.C.U (MONTEIRO, 1976) e S.A.U (MENDONÇA, 2004a), tendo como base de análise, dados diários de 7 estações meteorológicas e consultas ao Jornal Gazeta do Povo. Os resultados revelaram variabilidades dos extremos pluviais associadas aos Sistemas Frontais, MTA e ENOS, de modo conjugado, a não-homogeneidade dos impactos de episódios pluviais extremos na cidade.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas, Variabilidade Pluvial, Eventos Pluviais Extremos, Episódios Pluviais Extremos, Curitiba.

1. Introdução

A humanidade vem vivenciando nas últimas décadas uma severa insegurança em face dos cenários de possíveis mudanças climáticas globais e seus impactos associados. Os prognósticos mais recentes, preconizados via IPCC – *International Panel on Climate Change*, advindos de dados meteorológicos e modelagens, vem acenando para um forte aquecimento da atmosfera, da ordem de 1,5°C (otimista) a 4,5°C (pessimista) nas médias térmicas globais para o século XXI, bem como para aumentos pluviais em médias e altas latitudes (MENDONÇA, 2006; MARENGO *et al.*, 2009; IPCC, 2007; 2013).

No âmbito destes cenários, os eventos pluviais extremos se destacam, sobretudo, diante do grau de impacto nas sociedades, sendo estes compreendidos como as condições discrepantes de um padrão habitual do clima de uma dada localidade, gerando adversidades climáticas (MARENGO *et al.*, 2009). De modo semelhante, os dias em que estes eventos ocasionam impactos no ambiente urbano, também são relevantes, sendo expressos, de acordo com Armond (2014), como episódios pluviais extremos, englobando alagamentos, enchentes e inundações.



No âmbito da região Sul do Brasil, na qual a cidade de Curitiba se insere (Figura 01), as modelagens regionais retratadas nos últimos relatórios do IPCC (AR4 e AR5), apontam para tendências de aumentos de frequência e intensidade de eventos extremos de chuva, potencializando os impactos sociais e ambientais a eles atrelados. Além disso, ainda que, por muito tempo, reconhecida como planejada, ecológica e modelo de planejamento urbano (MENDONÇA, 2004b), Curitiba, historicamente, evidencia impactos atrelados às precipitações extremas, sobretudo, em decorrência de sua expansão urbana ter se processado ao longo das planícies de inundação dos rios (MENDONÇA *et al.* 2015).

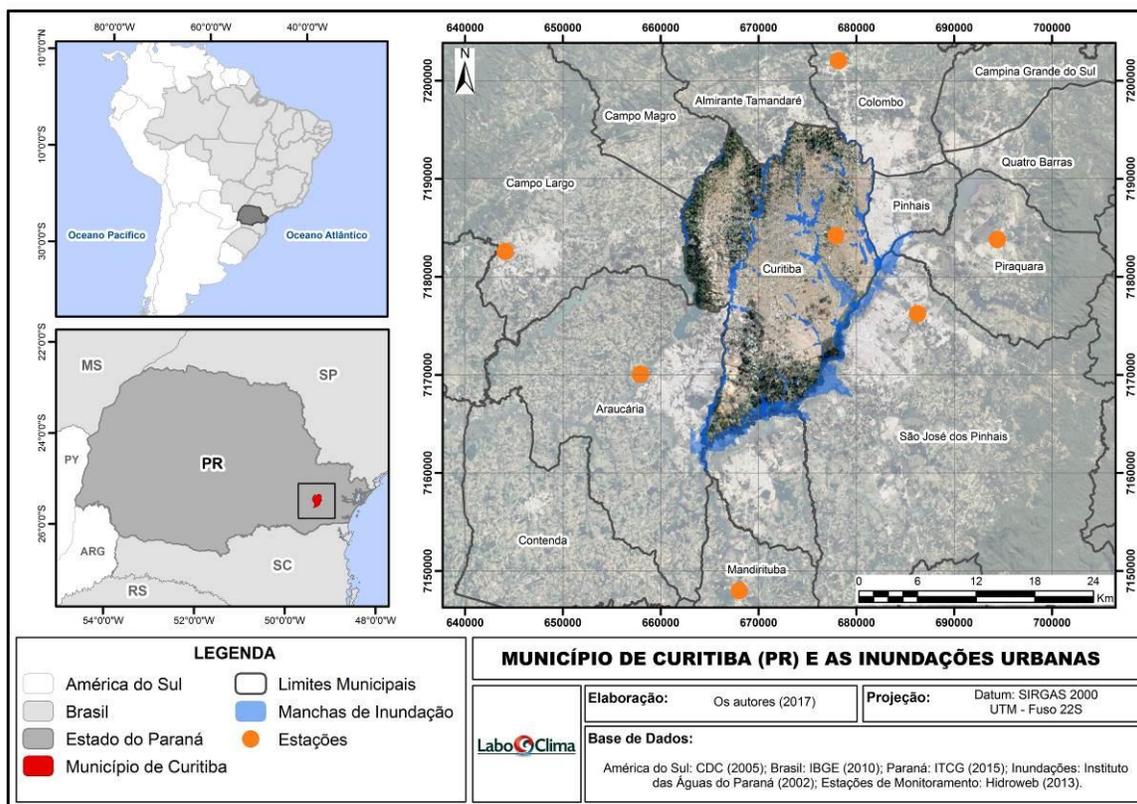


Figura 01 – Localização da área de estudo, das manchas de inundação e das estações de monitoramento utilizadas
Organização: Os autores (2017)

Partindo-se destes pressupostos e das incertezas de possíveis mudanças climáticas globais, reitera-se a necessidade de estudos que, para além de discutir a temática em pauta, estabeleçam limiares de eventos pluviais extremos, com base na estatística, e os validem por meio de dados quantitativos e qualitativos referentes as repercussões espaço-temporais destas dinâmicas, expressas como episódios pluviais extremos. De modo complementar, os aportes da literatura vem denotando que tão importante quanto definir os eventos extremos de cunho pluvial, configura-se como sendo a análise da sucessão de estados atmosféricos responsáveis pela gênese, abrangência espacial e os impactos associados as chuvas (ARMOND, 2014; FRANÇA, 2015; PINHEIRO, 2016).

Dessa forma, ressalta-se a relevância de estudos permeando às variabilidades, as quais configuram-se como oscilações temporais e climáticas em decorrência da circulação geral da atmosfera, associada à dinâmica dos oceanos e às teleconexões, nos diversos níveis escalares do clima (ZANGALLI JUNIOR & SANT'ANNA NETO, 2012). O conhecimento detalhado destes processos permite separações das variabilidades de possíveis mudanças climáticas globais, concomitantemente a melhores respostas frente a desastres naturais relacionados a extremos climáticos.

Nesta perspectiva, tendo como base os pressupostos metodológicos do Sistema Clima Urbano – S.C.U (MONTEIRO, 1976) e do Sistema Ambiental Urbano – S.A.U (MENDONÇA, 2004a), o presente estudo coloca em evidência uma análise espaço-temporal, total e sazonal, dos eventos pluviiais extremos e seus impactos associados no município de Curitiba, bem como os sistemas atmosféricos responsáveis pelo desencadeamento das excepcionalidades climáticas. Por fim, de modo integrado, também evidencia as tendências dos eventos e episódios pluviiais extremos na temporalidade de 1980 a 2010.

2. Materiais e Métodos

2.1 Quanto à coleta e tratamento de dados climatológicos

A análise espaço-temporal dos eventos pluviiais extremos pautou-se em dados diários na temporalidade de 1980 a 2010, de 7 estações meteorológicas (Figura 01 e Tabela 01), cujos dados foram coletados por meio do Hidroweb – Sistemas de Informações Hidrológicas (www.hidroweb.ana.gov.br). Posteriormente, estes foram homogeneizados no software *Climatol* (GUIJARRO, 2014), com o intuito de adquirirem consistência, e, espacializados através de interpolação por *krigagem* no software ArcGIS 10.1.

Tabela 01 – Estações de Monitoramento utilizadas no estudo e o parâmetro P99%

Estações de Monitoramento			
Estação / Código	Responsável	Altitude (m)	P99% (mm/24h)
Araucária (2549082)	ANA	862	51,2
Campo Largo (2549019)	ÁGUAS PARANÁ	901	51,0
Colombo (2549090)	ÁGUAS PARANÁ	977	48,3
Curitiba (INMET) ¹	INMET	924	48,6
Mandirituba (2549062)	ÁGUAS PARANÁ	920	47,6
Piraquara (2549004)	ANA	900	46,5
São José dos Pinhais (2549017)	ANA	910	51,9

Fonte: Hidroweb (2013). Organização: Os autores (2017).

¹ Destaca-se que apenas a estação meteorológica do INMET foi utilizada para o município de Curitiba, em função desta apresentar série histórica englobando a temporalidade do presente estudo, qual seja: 1980 a 2010, bem como devido as demais estações com séries completas – Prado Velho e Simepar - estarem localizadas muito próximas da estação supracitada.



2.2 Quanto à identificação dos eventos e episódios pluviais extremos

Os eventos extremos de chuva foram identificados a partir da utilização do parâmetro percentil 99% ($R99p$, dias extremamente úmidos), recomendado pelo *Expert Team on Climate Change Detection Monitoring and Indices* (ETCCDMI), representando 1% das precipitações mais significativas em toda a série de dados estudada, conforme expresso pela Equação 01:

$$R99p_j = \sum_{w=1}^w RR_{wj} \text{ where } RR_{wj} > RR_{wn99}$$

Equação 01: Parâmetro Percentil 99% - Onde “ RR_{wj} ” representa a quantidade diária de precipitação em um dia úmido, “ j ” reflete o período de análise, “ RR_{wn99} ” o percentil 99% da precipitação nos dias úmidos no período 1980-2010; e “ w ” representa o número de dias úmidos no período.

Salienta-se que estudos recentes utilizaram este limiar de maneira satisfatória, no intuito de identificar elevados totais pluviais diários com potencial de deflagração de impactos (HALLAL, 2007; BARCELLOS, 2009; GOUDARD, 2015; PINHEIRO, 2016). Os respectivos valores foram calculados para cada estação meteorológica em estudo, de modo a respeitar o regime pluvial local (Tabela 01) e espacializados por meio de interpolações de acordo com a frequência da precipitação extrema (número de dias de chuva), com detalhamentos das variações sazonais.

Posteriormente, estes limiares foram validados através de dados quantitativos e qualitativos referentes as repercussões espaço-temporais destas dinâmicas, segundo metodologia utilizada por Pinheiro (2012) e Goudard (2015). Neste sentido, tendo como base o limiar 48,6 mm/ 24h, correspondente ao percentil 99% da estação meteorológica do INMET em Curitiba, foram realizadas consultas ao Jornal Gazeta do Povo (dia do evento e o posterior ao evento pluvial extremo) no período de 1980 a 2010, com o intuito de identificar as relações entre elevados totais pluviais diários (eventos extremos) e os impactos no ambiente urbano a eles associados, os episódios pluviais extremos, compreendendo os alagamentos, as enchentes e as inundações.

Ressalta-se que apesar das diferenças conceituais entre estes fenômenos (inundações, enchentes e alagamentos), devido a não diferenciação correta nos jornais consultados, no âmbito deste estudo, fez-se necessária uma análise conjugada, abarcando as três condições como episódios pluviais extremos, assim como realizado por Armond (2014).

Por fim, estas dinâmicas foram analisadas de maneira conjugada às cartas sinóticas disponibilizadas pela Marinha do Brasil e pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e em relação aos dados dos eventos de El Niño e La Niña, coletados no *Climate Prediction Center* – NOAA. Dessa forma,



fez-se possível a identificação dos padrões de variabilidade pluvial e dos sistemas atmosféricos que atuam na gênese das disritmias climáticas e suas repercussões na área de estudo.

2.3 Quanto à análise de tendências

As tendências dos eventos e epidódios extremos basearam-se em regressões lineares, calculadas por meio do *Excel*, e no teste estatístico de Mann-Kendall, o qual configura-se como um teste não paramétrico que procura determinar se uma tendência é significativamente identificável em uma série temporal, podendo esta ser negativa, zero ou positiva (NASCIMENTO JUNIOR, 2013).

Ressalta-se, de acordo com Gossens & Berger (1986), que este teste configura-se como sendo o método mais recomendado para análises de tendências de dados climáticos associados à possíveis mudanças climáticas, tendo sido utilizado em estudos recentes, tais como de Jorge (2009), ao analisar a configuração climática da Fachada Atlântica Sul do Brasil; Nascimento Junior (2013), ao examinar a variabilidade das chuvas, as teleconexões e os impactos de eventos extremos no Estado do Paraná; Pinheiro (2016) ao retratar a variabilidade pluvial da Bacia do Alto Iguaçu (1980 – 2010); e Goudard & Paula (2016) ao identificarem tendências térmicas e pluviais para o litoral do Paraná no período de 1978 a 2014.

3. Resultados e Discussões

Em Curitiba, os episódios pluviais extremos, com destaque para as inundações, configuraram-se como processos históricos que permearam a construção da cidade, cuja expansão ocorreu nos vales e confluências dos rios (GEISSLER & LOCH, 2004). De acordo com Mendonça *et al.* (2013, 2015), as inundações acompanharam o espraiamento da mancha urbana, impactando apenas a área central, entre o início e meados do século XX, e na medida em que a urbanização - notadamente desordenada - adentrou outros espaços, sobretudo, a partir da década de 50, estas dinâmicas também passaram a ser registradas em outros locais da cidade de modo acentuado.

A repercussão expressiva destes episódios no espaço urbano, ao longo do tempo, motivou a realização de diversos estudos com o intuito de compreender a dinâmica e espacialidade das inundações, tais como o de Zanella (2006), no bairro Cajuru; Fortunato (2006) na bacia do Rio Belém; e Lohmann (2011) ao retratar os alagamentos no município no período de 2005 a 2010. Em contrapartida, poucos estudos foram desenvolvidos de modo a colocar em evidência a compreensão da gênese destes processos de maneira conjugada as repercussões espaço-temporais no município, configurando-se como subsídios ao planejamento urbano e a gestão de riscos.



No que se refere aos padrões pluviiais de Curitiba, com variações médias de 1250 a 2000 mm anuais, estudos anteriores de Goudard *et al.* (2015) corroboraram com os de Nery *et al.* (2002) e Silva (2006), ao reiterarem que as chuvas no leste do Estado do Paraná, local onde a cidade se situa, são reguladas pela orografia e a brisa marítma, com maiores concentrações nas porções leste e nordeste. Estes processos associados a dinâmica das massas de ar e as condicionantes de um clima transicional, conferem particularidades em relação à variabilidade das precipitações e aos extremos de chuva na área supracitada.

Neste sentido, quanto aos eventos pluviiais extremos, correspondentes aos dias com precipitações iguais ou superiores ao P99%, a análise dos dados climáticos, destacada neste trabalho, permitiu constatar uma homogeneidade, do ponto de vista da frequência acumulada, verificando-se oscilações de 114 a 116 dias de precipitações extremas no período de 1980 a 2010 na área de estudo (Figura 02). Entretanto, no que se refere à sazonalidade destas dinâmicas, as interpolações dos dados demonstraram variações espaciais significativas das precipitações (Figura 02).

Dessa forma, verifica-se o predomínio das precipitações extremas no verão, com 35,4% do total, em média, com variações de 37 a 46 dias no período supracitado, seguidas da primavera (25,6%), outono (19,8%) e inverno (19,2%), denotando a natureza sazonal destes processos, assim como destacado por Mendonça e Danni-Oliveira (2007) ao reiterarem maiores concentrações das chuvas nos meses de verão, culminando em episódios pluviiais extremos (inundações, enchentes e alagamentos) mais frequentes e intensos.

Quanto à concentração espacial dos eventos pluviiais extremos (Figura 02), evidenciam-se as porções noroeste no âmbito do acumulado e da primavera, leste no verão e inverno, e nordeste no outono. Estes fatores se associam as dinâmicas atmosféricas deflagradoras destes eventos, as quais de acordo com Grimm (2009a), ora estão atreladas aos aportes de umidade provenientes da Massa Tropical Atlântica (MTA) e Massa Equatorial Continental (EC), por meio da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), sobretudo no verão; ora relacionadas às instabilidades evidenciadas pela Frente Polar Atlântica, a qual culmina em intensas nebulosidades e chuvas frontais, principalmente, nos meses de outono e inverno. Ademais, nas estações de transição (outono e primavera), os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) se destacam no que tange à gênese das precipitações, habituais e extremas (GRIMM, 2009 a;b).

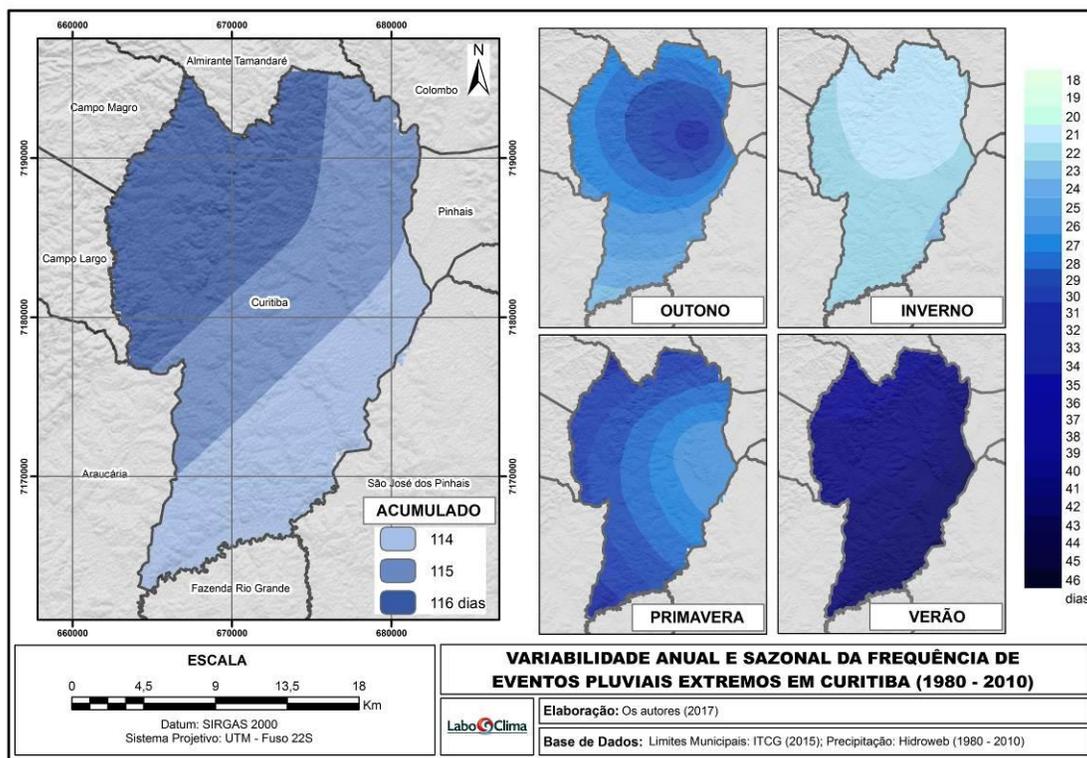


Figura 02 – Variabilidade da Frequência de Eventos Pluviais Extremos
Organização: Os autores (2017)

Do ponto de vista sinótico, a análise das cartas da Marinha e do CPTEC, concomitantemente aos extremos de chuva, possibilitou identificar relações com a passagem de Sistemas Frontais (S.F), cujas incursões promovem variações na dinâmica dos ventos e convergência da umidade na região. De acordo com Cavalcanti e Kousky (2009), em uma situação pré-frontal, o vento é tipicamente de noroeste, deslocando-se, posteriormente, para sudoeste e sudeste, culminando em variações espaciais anuais e sazonais de distribuição das chuvas, de acordo com as entradas frontais (Figura 02).

Destaca-se que no Sul do Brasil, os sistemas frontais ocorrem durante o ano inteiro, com médias de 30 a 45 passagens anuais (CAVALCANTI & KOUSKY, 2009), verificando-se uma sazonalidade destes processos, que são mais frequentes de maio a setembro, em comparação ao período de dezembro a fevereiro. Desta forma, predominam no inverno, em detrimento do verão, no qual, o ar quente e úmido da Massa Tropical Atlântica (MTA), culmina em convecções profundas, de modo a ocasionar precipitações concentradas e maiores frequências de eventos pluviais extremos.

No que concerne às variabilidades climáticas, as análises desenvolvidas permitiram constatar oscilações interanuais de eventos pluviais extremos, em razão do El Niño – Oscilação Sul (EN) e La Niña (LN), sendo que os anos de EN moderado a forte, apresentaram as maiores frequências de extremos de chuva,



como em 1982-1983 e 1997-1998 (Figura 04), em detrimento de anos de LN, marcados pelo resfriamento das águas do Pacífico, culminando em menores aportes de umidade e chuvas extremas menos frequentes e abundantes (GRIMM, 2009 a; b), como em 1988-1989 e 2007-2008 (Figura 04).

Salienta-se que alguns destes eventos extremos de chuva apresentaram repercussões na forma de alagamentos, enchentes e inundações (episódios pluviiais extremos) na cidade de Curitiba (Figura 03). Desse modo, constatou-se que dos 115 dias de eventos pluviiais extremos no período de 1980 a 2010, 72 dias deflagraram episódios extremos (Figura 03), concentrando-se, sobretudo, nos bairros Boqueirão (26), CIC (24), Hauer (21), Uberaba (21), Centro (20) e Cajuru (19 registros), sendo que do ponto de vista sazonal destacaram-se os meses de verão, com 27 registros, em detrimento da primavera (16), outono (17) e inverno (12 registros), reiterando as condicionantes sazonais atreladas a estas dinâmicas.

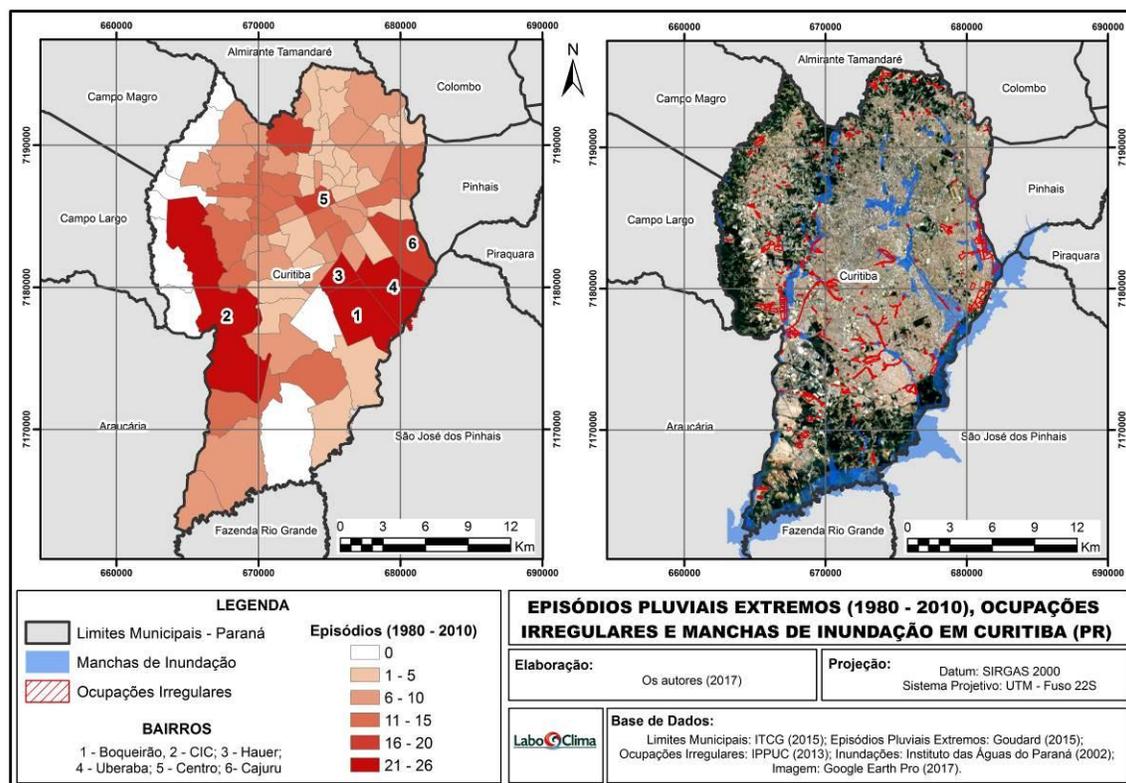


Figura 03 – Episódios Pluviais Extremos, Ocupações Irregulares e Inundações em Curitiba
Organização: Os autores (2017)

De um modo geral, a partir da análise conjugada da concentração espacial de episódios por bairros, das manchas históricas de inundação e das ocupações irregulares no município, fez-se possível verificar sobreposições entre áreas de ocupações irregulares e suscetíveis às inundações (Figura 03). Assim, identifica-se que, a porção leste da cidade coloca-se em destaque, principalmente, na confluência com os municípios de Pinhais e São José dos Pinhais, e, de maneira difusa, nas últimas décadas, a Cidade



Industrial de Curitiba (CIC), na porção oeste, enfatizando a não-homogeneidade dos impactos na área de estudo.

Este processo agrava-se ao considerar as áreas de concentração das precipitações extremas no verão (Figura 02), que além de mais expressivas e, conseqüentemente, com maiores potenciais de desencadear episódios pluviais extremos, predominam na porção leste do município, local que, historicamente, congrega áreas suscetíveis às inundações e populações vulneráveis socialmente, como evidenciado em estudos anteriores de Deschamps (2004) e Cunico (2013). Dessa forma, o conhecimento detalhado destas áreas e suas dinâmicas atmosféricas, configura-se como subsídio para medidas de prevenção, adaptação e mitigação em relação aos impactos verificados no âmbito do município.

No que concerne às tendências de eventos e episódios pluviais extremos (Figura 04) no período supracitado (1980 – 2010), fez-se possível constatar, tanto pela regressão linear, como através do teste estatístico de Mann-Kendall, tendências positivas para as precipitações extremas e seus impactos, expressos pelos registros de episódios pluviais extremos, coletados através do Jornal Gazeta do Povo.

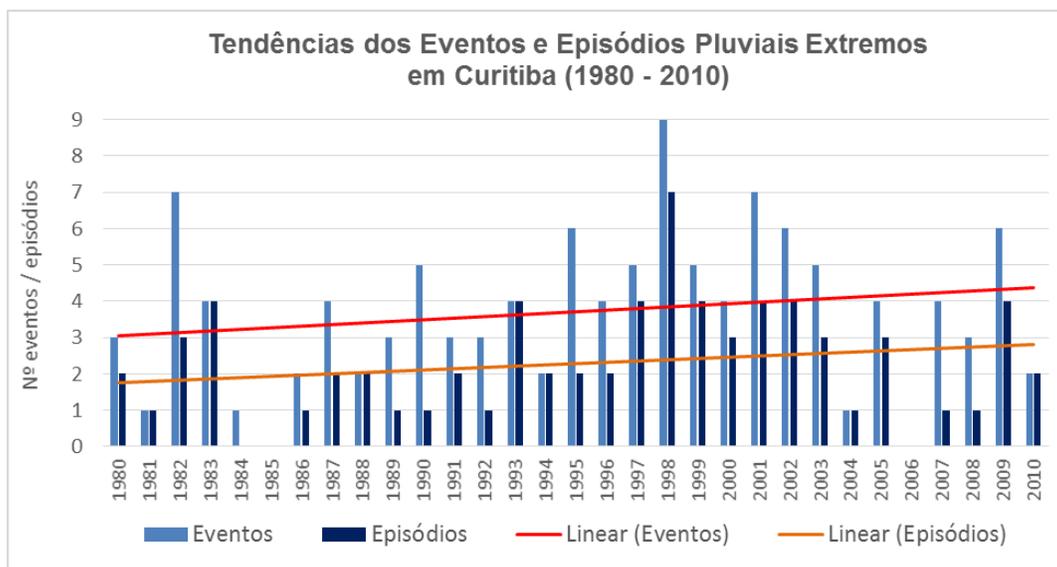


Figura 04 – Tendências dos Eventos e Episódios Pluviais Extremos em Curitiba (1980 – 2010)
Organização: Os autores (2017)

Estes processos corroboram com as projeções de mudanças do clima, contudo, sob esta perspectiva, enfatiza-se a necessidade de estudos mais detalhados em face de possíveis modificações na frequência e intensidade de precipitações extremas, bem como de seus impactos na cidade de Curitiba. Ademais, destaca-se a relevância de maiores refinamentos das escalas temporais do clima para a compreensão destas dinâmicas, sobretudo, a partir da ampliação de monitoramentos em escalas horárias.



Cabe ressaltar ainda, que para além dos padrões de precipitação, as modificações no ambiente urbano e o crescimento desordenado das cidades têm potencializado os impactos associados aos extremos de chuva. Dessa forma, no presente estudo, verificou-se que 33 dos 72 registros de episódios pluviais extremos no período de 1980 a 2010, foram resultantes de precipitações inferiores a 60 mm/24h, limiar outrora determinado por Zanella (2006) para o desencadeamento de episódios extremos na cidade. Este fato denota que o processo de urbanização e as modificações no ambiente urbano, têm proporcionado episódios pluviais extremos resultantes de chuvas de menores proporções, que outrora não eram impactantes, mas que, na atualidade, deflagram impactos, sendo estes heterogêneos, tanto do ponto de vista espacial, como social.

4. Considerações Finais

O presente estudo possibilitou identificar padrões espaço-temporais de variabilidades pluviais e seus impactos associados no município de Curitiba, quais sejam:

- Os eventos extremos apresentaram correlações com os sistemas frontais, aportes de umidade da MTA e ENOS, destacando-se, sobretudo, na porção leste da área de estudo nos meses de verão, período em que, tanto eventos, como episódios apresentam frequências mais expressivas;
- Os episódios e seus retrospectos negativos demonstraram-se recorrentes, expressando-se de modo não-homogêneo em Curitiba. Assim, na confluência com os municípios de Pinhais e São José dos Pinhais, fez-se possível constatar sobreposições entre eventos extremos (verão), áreas suscetíveis às inundações e as populações mais vulneráveis socialmente (ocupações irregulares);
- As tendências revelaram aumentos de eventos e episódios extremos no período de 1980 a 2010, contudo estes processos não encontram-se atrelados apenas às dinâmicas pluviais, mas também, a urbanização desordenada e a modificação do ambiente urbano, as quais vêm potencializando a deflagração de episódios a partir de precipitações cada vez menos expressivas. Diante do exposto, há que se considerar a intensificação dos desafios diante de problemas históricos, sobretudo, mediante as incertezas que permeiam às possíveis mudanças do clima e dos padrões pluviais na área de estudo.

5. Referências Bibliográficas

ARMOND, N. B. **Entre Eventos e Episódios: as excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano do Rio de Janeiro**. 239f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2014.

BARCELLOS, P.C.L. **Precipitações intensas na cidade do Rio de Janeiro: probabilidade e previsibilidade**. 209 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Frentes Frias sobre o Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A. *et al.*(orgs) **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos. 2009, p. 135-148.

CUNICO, C. **Do risco à adaptação: a identificação da vulnerabilidade socioambiental de Curitiba – PR.** 288f. Tese (Doutorado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba/PR.** 192 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

FORTUNATO, R.A. **Subsídios à Prevenção e Controle das Inundações Urbanas: Bacia Hidrográfica do Rio Belém Município de Curitiba – PR.** 237 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

FRANÇA, R.R. **Eventos pluviiais extremos na Amazônia Meridional: riscos e impactos em Rondônia.** 190f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

GEISSLER, H.J. e LOCH, R.E.M. **Análise Histórica das enchentes em Curitiba – PR,** medidas propostas e consequências observadas. Florianópolis: UFSC, 2004.

GOOSSENS, C; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. **Annales Geophysicae.** p.385 – 400. 1986.

GOUDARD, G.; PINHEIRO, G. M.; MENDONÇA, F. A. Variabilidade Pluvial e Eventos Extremos em Curitiba (PR). **Revista Equador,** v. 04, p. 1096-1104, 2015.

GOUDARD, G. **Eventos e Episódios Pluviais Extremos em Curitiba (PR): uma abordagem a partir dos riscos e vulnerabilidades socioambientais.** 129 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

GOUDARD, G.; PAULA, E.V.de. O clima do litoral paranaense: variabilidades, mudanças climáticas, tendências e desafios. In: BOLDRINI, E. **Clima – Boas Práticas de Adaptação.** ADEMADAN, 1ª edição, 2016, p. 13-29.

GRIMM, A. M. Clima da região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, I, F. A; FERREIRA, N. J; SILVA, M, G, A, J; DIAS, M. A. F. S (Orgs). **Tempo e clima no Brasil.** Oficina de Textos. 2009a, p. 260 -275.

GRIMM, A. M. **Variabilidade interanual do clima do Brasil.** In: CAVALCANTI, I, F. A; FERREIRA, N. J; SILVA, M, G, A, J; DIAS, M. A. F. S (Orgs). **Tempo e clima no Brasil.** Oficina de Textos. 2009b, p. 260 -275.

GUIJARRO, J. A. **User’s guide to climatol.** State Meteorological Agency (AEMET), Balearic Islands Office, Spain. Disponível em: <http://www.climatol.eu/index.html> Acesso em: 20/05/2016.

HALLAL, M.O.C. **Análise da variabilidade de indicadores climáticos para a precipitação pluvial no Rio Grande do Sul.** 123f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul. 2007.

IPCC. Climate Change - The Physical Science Basis. **Summary for Policymakers -Technical Summary,** Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013. 222p. Disponível em: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf Acesso em: outubro de 2015.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Changes - The physical science basis. **Summary of Policymakers,** 2007. 18p.

JORGE, F. V. **Fachada Atlântica Sul do Brasil: dinâmica e tendências climáticas regionais no contexto das mudanças globais.** 169 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.



LOHMANN, M. **Regressão logística e redes neurais aplicadas à previsão probabilística de alagamentos no município de Curitiba, PR.** 230f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MARENGO, J.A. *et al.* **Impactos de extremos relacionados com o tempo e o clima – Impactos sociais e econômicos.** Boletim do Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Centro de Ciências do Sistema Terrestre - Edição Especial. 2009.

MENDONÇA, F.A. S.A.U. – Sistema Ambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: MENDONÇA, F. (Org.) **Impactos Socioambientais Urbanos.** Curitiba: Editora UFPR, 2004a.

MENDONÇA, F.A. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 10, p.139-148, jul./dez. 2004b.

MENDONÇA, F.A. Aquecimento Global e suas manifestações regionais e locais: alguns indicadores na região Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.2, p.71-86, 2006.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206p.

MENDONÇA, F.A.; DESCHAMPS, M.V.; LIMA, M.D.V.de. A cidade e as mudanças climáticas globais: (intensificação?) – Riscos e Vulnerabilidades Socioambientais na RMC – Região Metropolitana de Curitiba/PR. In: OJIMA, R.; MARANDOLA JR, E. **Mudanças Climáticas e as Cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social.** Blucher: Coleção População e Sustentabilidade, 2013, p- 129 – 162.

MENDONÇA, F.A.; BUFFON, E. A. M.; GOUDARD, G. l'adaptation urbaine au changement climatique global: les inondations à Curitiba et Pinhais (Brésil) In: **XXVIIIe Colóquio de l'Association Internationale de Climatologie.** Liège (Sart-Tilman)/Belgique, 2015, p. 200-205.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano.** 191f. Tese (Livre Docência em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

NASCIMENTO JUNIOR, L. **As chuvas no Paraná: Variabilidade, teleconexões, e impactos de eventos extremos.** 162f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente, Presidente Prudente, 2013.

NERY, J. T.; STIVARI, S. M. S.; FREITAS, E. D.; MARTINS, M. L. O. F. Número de Dias com Precipitação Pluvial do Estado do Paraná. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 12, 2002, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: XII SBMET, 2002.

PINHEIRO, G.M. **Variabilidade temporo-espacial da pluviosidade na bacia do alto Iguaçu.** Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SILVA, E.S. **Variabilidade da precipitação pluviométrica nas regiões sudeste e sul do Brasil.** 211 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP – Campus de Botucatu, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu. 2006.

ZANELLA, M. E. **Inundações urbanas em Curitiba/PR: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no bairro Cajuru.** 256f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

ZANGALLI JUNIOR, P.C; SANT'ANNA NETO, J.L. Mudanças Climáticas Globais: uma questão de escala. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v.1, n.5, p.619 – 627, 2012.