



I Congresso Brasileiro de Redução de Riscos de Desastres:
“Gestão Integrada em RRD no Brasil e o Marco de SENDAI”
Curitiba, Paraná, Brasil – 12 a 15 de Outubro de 2016

DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NOS CASOS DE EVENTOS EXTREMOS NO MUNICÍPIO DE ITAPOÁ/SC

Rafael Brito Silveira¹, Volney Junior B. de Bitencourt², Maikon Passos A. Alves³, e Alberto Elvino Franke⁴

¹Universidade Federal de Santa Catarina, LabClima, rafaelbsilveirageo@gmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CECO, volneybitencourt@gmail.com

³Universidade Federal de Santa Catarina, LabClima, maiconpassos@gmail.com

⁴Universidade Federal de Santa Catarina, LabClima, alberto.franke@ufsc.br

RESUMO

A costa norte catarinense, localizada nas encostas da Serra do Mar, é recorrente diante dos desastres por inundações e alagamentos. Itapoá localizada nesta região, não foge a esta tônica. Devido a isso, objetivou-se através da espacialização de dados pluviométricos das estações hidrometeorológicas, verificar a distribuição das chuvas ao longo do território itapoense. Além disto, identificar se os maiores índices de chuva coincidiram com os episódios mais prejudiciais socioeconomicamente, conforme os AVADAN (Jan/2008, Nov/2008 e Jan/2011). Utilizou-se a técnica de krigagem para a interpolação dos dados de chuva, os registros de desastres foram verificados no S2ID. Constatou-se que os eventos analisados foram extremos, especialmente novembro de 2008. Não há um padrão exato na distribuição das chuvas diante dos três eventos analisados, contudo, os maiores volumes ficaram no setor oeste do município ou com tendência crescente para oeste. Os eventos com maiores concentrações de chuvas foram os mais desastrosos socioeconomicamente.

Palavras Chave: desastres; inundações; alagamentos; extremos de chuva.

DISTRIBUTION OF RAINFALL IN CASES OF EXTREME EVENTS IN THE MUNICIPALITY OF ITAPOÁ/SC

ABSTRACT

The north coast of Santa Catarina, located on the slopes of Serra do Mar, recurs on the disaster by flooding and waterlogging. Itapoá located in this region is no exception to this tonic. Because of this, the objective through the spatial distribution of rainfall data of hydrometeorological stations, verify the distribution of rainfall throughout the itapoense territory. In addition, identify whether the highest rainfall rates coincided with the most damaging episodes socioeconomically as the AVADAN (Jan/2008 Nov/2008 and Jan/2011). We used the kriging technique for interpolation of rainfall data, disaster records were checked in S2ID. It was found that the events analyzed were extreme, especially in november 2008. There is no exact pattern in the distribution of rainfall on the three events analyzed, however, the largest volumes were in the western sector of the city or growing trend to the west. The events with the highest rainfall levels were the most disastrous socioeconomically.

Keywords: disasters; floods; waterlogging; extreme rainfall.

1 INTRODUÇÃO

Os extremos de chuva são recorrentes em diferentes partes do mundo e quando acontecem em locais com deficiências em infraestruturas, com planejamento urbano inadequado e concentração populacional em locais suscetíveis, podem ser responsáveis por desastres socionaturais consideráveis, seja por meio de inundação e/ou alagamento (SANTIS, MENDONÇA, 2000; STEINKE *et al.*, 2006; ZANELLA *et al.*, 2011). Segundo o *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED), por meio do *International Disasters Database* (EM-DAT) (2016), as inundações ao redor do mundo já mataram quase quatro milhões de pessoas e afetaram aproximadamente 3,6 bilhões (Tabela 1). No que diz respeito aos alagamentos, o CRED/EM-DAT não trata os eventos como um desastre específico, impossibilitando a contabilização.

Tabela 1 – Inundações pelo mundo, 1900 a 2015.

Local	Ocorrências	Total de mortes	Feridos	Desabrigados	Total de afetados	Dano total ('000 \$)
Mundo	4.568	6.949.536	1.352.144	90.028.674	3.634.837.440	697.425.699
Américas	1.056	104.779	44.833	3.743.324	91.191.433	112.903.442
América do Sul	483	47.922	23.026	3.210.750	65.139.903	32.579.138
Brasil	129	7.732	12.616	1.195.073	20.049.545	9.114.254

Fonte: CRED/EM-DAT, 2016. Organizado pelos autores, 2016.

O CRED (2016) define como afetado, "pessoas que necessitam de assistência imediata durante um período de emergência, ou seja, exigindo necessidades básicas de sobrevivência, como alimentos, água, abrigo, saneamento e assistência médica". Para integrar o banco de dados do CRED/EM-DAT, o desastre deve atender pelo menos um dos seguintes critérios: dez ou mais mortes relatadas; cem ou mais pessoas afetadas; declaração de estado de emergência ou; chamada para ajuda internacional. A definição de inundação possui como critérios as conceituações utilizadas de acordo com os locais em que foram reportadas.

Os números referentes às ocorrências de inundações para o Brasil, baseados nos dados do CRED/EM-DAT (2016), parecem ser subestimados, uma vez que, somente entre 1980 e 2010, ocorreram 1.344 episódios de inundações graduais e 1.257 bruscas em Santa Catarina (SC). Ressalta-se ainda que o município de Itapoá dentro do estado catarinense foi ranqueado conforme a frequência de inundação gradual na classe *média* e nas inundações bruscas na classe *muito alta* (HERRMANN *et al.*, 2014; MARCELINO *et al.*, 2014).

Da mesma forma como no CRED/EM-DAT (2016), os alagamentos não possuem um tópico especial dentro do Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010 (HERRMANN, 2014). Por vezes o termo aparece dentro de algum item referente aos casos específicos de extremos de chuvas, mas não é classificado como um desastre. Silveira (2013) afirma que os pontos de alagamentos registrados em Itapoá nas chuvas intensas de novembro de 2008 ocorreram devido à falta de estrutura em galerias pluviais, por conta do elevado total de precipitação naquele mês e também da incapacidade do solo em absorver toda a quantidade de água, pois o mesmo estava saturado pela sequência de dias de chuvas. Tal constatação demonstra que o município não passa apenas por casos de inundações, mas também por alagamentos, que são diferentes em sua gênese e nas consequências.

Conforme Herrmann (2014, p. 213-215), os alagamentos ocorrem por conta da água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações, em cidades deficientes no que diz respeito ao sistema de drenagem. Ainda segundo a mesma autora, as inundações ocorrem por submersão de áreas externas aos limites normais de um curso d'água, em zonas que normalmente não se encontram submersas. Ou seja, um alagamento não possui qualquer relação com um curso d'água, diferentemente das inundações.

Em Itapoá o clima é do tipo subtropical úmido com distribuição de chuva regular ao longo do ano. Com relação à temperatura do ar, sua média anual gira em torno de 20°C, com uma umidade relativa do ar aproximada de 87%. Anualmente a precipitação média é de 1.904 mm (KNIE, 2003). Segundo Monteiro e Mendonça (2007) os sistemas responsáveis por tempo instável em Santa Catarina são as baixas pressões e cavados a superfície, e principalmente as frentes frias. Tais sistemas são reforçados pela presença de vórtices

ciclônicos, jatos em altitude e cavados. Além desses sistemas, outro que também provoca instabilidade com chuva costeira é a circulação marítima.

Assim como em toda costa norte catarinense, em Itapoá a instabilidade local é reforçada devido à presença da Serra do Mar; ela está localizada a oeste/noroeste do município e sua altitude tem muita relação com as chuvas orográficas. Vanhoni e Mendonça (2008) destacam que a configuração do relevo da Serra do Mar é o fator mais importante na caracterização climática da costa paranaense, contribuindo para a existência de climas distintos, condicionados pelas diferenças altitudinais e pelas formas topográficas. Maack (1981) já ressaltava as chuvas orográficas originadas pelas massas de ar quente e úmido que se acumulam na face leste dos maciços costeiros, garantindo para a Serra do Mar os mais elevados índices de precipitação do Paraná (PR). A interceptação das massas de ar quente também garante a manutenção da temperatura e das altas percentagens de umidade relativa do ar. Itapoá por ser um município costeiro limítrofe ao estado do Paraná e próximo da Serra do Mar, também é influenciado por esses processos (SILVEIRA, 2013).

O município de Itapoá está localizado no extremo norte da costa catarinense, fazendo limite com Guaratuba/PR ao norte, Garuva a oeste, São Francisco do Sul ao sul e o Oceano Atlântico a leste. A Figura 1 apresenta os limites de Itapoá e também a localização das nove estações hidrometeorológicas utilizadas no estudo.

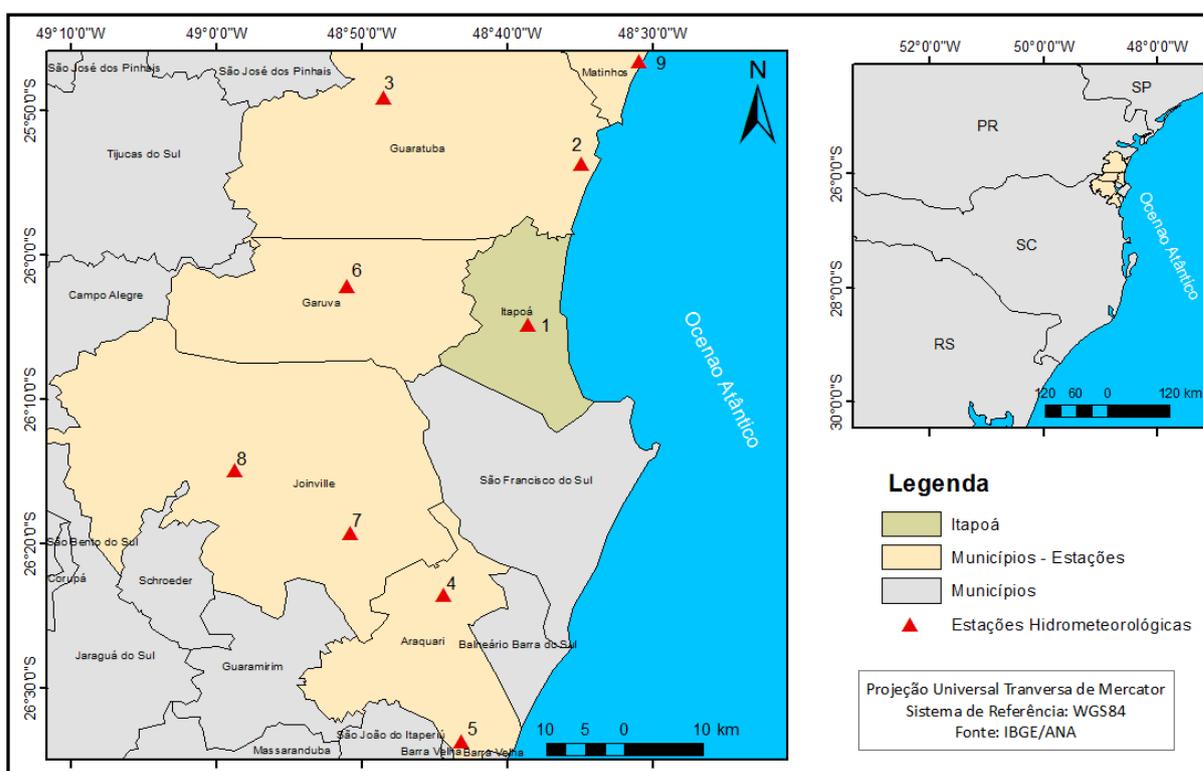


Figura 1. Localização do município de Itapoá e estações hidrometeorológicas utilizadas no estudo. Fonte: IBGE/ANA. Organizado pelos autores, 2016.

Com base no exposto anteriormente, objetivou-se através da espacialização de dados pluviométricos das estações hidrometeorológicas acima apresentadas (Figura 1), verificar a distribuição das chuvas ao longo do território itapoense. Além disto, identificar se os maiores índices de chuva no território, baseados nesta espacialização, coincidiram com os episódios que geraram maiores danos/prejuízos econômicos e que afetaram mais pessoas e localidades, conforme os documentos de Avaliação de Danos (AVADAN) gerados a partir dos eventos extremos de precipitação (Jan/2008, Nov/2008 e Jan/2011) em Itapoá.

2 METODOLOGIA

A escolha dos eventos extremos se deu a partir de trabalhos pretéritos que evidenciaram a importância de tais episódios para a costa norte catarinense (BERTONCINI, 2012; MULLER *et al.*, 2012; ALVES, 2013; SILVEIRA, 2013), além disto, o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) serviu de base *on-line* para consulta aos AVADAN que mostrassem situações de emergência ou calamidade pública ocorridos nos períodos de chuvas intensas em Itapoá. A partir da consulta ao S2ID optou-se por analisar os eventos de janeiro de 2008, novembro de 2008 e janeiro de 2011, todos eles documentados.

Partindo dos desastres escolhidos, buscou-se mensurar a quantidade de precipitação registrada no município e em seu entorno, a fim de integrar os dados registrados através da técnica de interpolação geoestatística. Foram analisadas nove estações hidrometeorológicas para o estudo (Tabela 2). Dados de precipitação de sete estações foram consultados através do HidroWeb, disponibilizado pela Agência Nacional de Águas (ANA); a estação de Itapoá por meio do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), todos disponíveis *on-line* e; os dados da estação Araquari via solicitação ao Instituto Federal Catarinense (IFC). Os dados não apresentaram falhas, exceto três dias no mês de dezembro de 2010 em Itapoá, que foram preenchidos com o método da ponderação regional (HORIKOSHI, FISH; 2007).

Tabela 2 - Estações hidrometeorológicas utilizadas.

Estação/Local	Coordenadas		Altitude da estação (m)	Instituição responsável	Código da estação
	Latitude	Longitude			
1 Itapoá	-26,081303	-48,641774	6	INMET	OMM: 86947
2 Guaratuba	-25,895000	-48,580556	5	AGUASPARANÁ	02548087
3 Guaratuba II	-25,818056	-48,807222	10	COPEL	02548076
4 Araquari	-26,392694	-48,738444	11	IFC - Araquari	*
5 Araquari II	-26,561667	-48,719167	3	ANA/EPAGRI	02648020
6 Garuva	-26,035556	-48,850000	80	ANA	02648027
7 Joinville (RVPSC)	-26,321667	-48,846389	6	ANA	02648014
8 Joinville	-26,248889	-48,977500	136	ANA/EPAGRI	02648034
9 Matinhos	-25,776389	-48,515278	2	AGUASPARANÁ	02548089

Fonte: ANA (HidroWeb); INMET; IFC. Organizado pelos autores, 2016.

Os dados de precipitação foram interpolados para o total mensal do mês anterior ao evento, com o intuito de verificar se o solo do município já estava encharcado; para o mês específico do evento como um todo e; para cinco dias acumulados, sendo dois dias anteriores ao de geração do AVADAN, o dia de geração e mais dois dias posteriores. A técnica utilizada para a interpolação foi a krigagem (interpolador geoestatístico), por geralmente apresentar os menores erros de interpolação. O emprego da krigagem é voltado para a representação gráfica de dados geográficos, por meio de mapas de isovalores, bem como por meio de superfícies 3D (MELLO *et al.*, 2003; BARBOSA, 2006). Os mapas foram gerados no software ArcGIS, versão 10.1.

Não foram incluídas para a interpolação estações hidrometeorológicas dos municípios de São Francisco do Sul e Balneário Barra do Sul, pois não existiam dados disponíveis para as datas dos eventos ou não existiam estações na localidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado anteriormente, a precipitação média anual esperada para a região estudada é de aproximadamente 1.900 mm (KNIE, 2003), já segundo a Epagri/Ciram (2016) para o município de Joinville o esperado anual é de 2.284 mm. Como não há climatologia de chuva para o município de Itapoá, devido ao curto tempo de existência da estação meteorológica local, optou-se por comparar as médias dos eventos extremos analisados com a climatologia esperada para Joinville.

Com base na Tabela 3, analisando os três episódios de desastres separadamente, nota-se que o evento de janeiro de 2008 registrou em dezembro (mês anterior ao desastre) 212 mm de precipitação em Itapoá, ou seja, o equivalente a 9,3% do esperado para todo o ano e 24,6% a mais do que o esperado para o mês, tomando por base a média climatológica das chuvas em Joinville (EPAGRI/CIRAM, 2016). Já para o mês do desastre (janeiro), o acumulado de chuva representou 19,5% do esperado para o ano todo e quando comparado com a média climatológica para aquele mês, ficou acima em 19,8%. Baseando-se nos cinco dias acumulados de chuva, Itapoá registrou 294,8 mm, ou seja, nos cinco dias choveu 66,1% do total do mês de janeiro.

Tabela 3 – Estações hidrometeorológicas utilizadas e índices de precipitação (mm) registrados por evento.

Estação/Local	Evento Jan/2008			Evento Nov/2008			Evento Jan/2011		
	dez/07	jan/08	5 dias acumu.	out/08	nov/08	5 dias acumu.	dez/10	jan/11	5 dias acumu.
1 Itapoá	212,0	445,8	294,8	371,8	891,6	438,6	246,9	449,4	177,8
2 Guaratuba	195,9	736,3	334,9	340,7	708,4	366,5	405,1	295,7	110,6
3 Guaratuba II	158,7	459,5	84,0	329,4	421,0	167,0	233,9	135,6	40,4
4 Araquari	128,0	355,7	131,4	339,4	646,9	400,9	220,5	591,4	344,2
5 Araquari II	44,0	53,7	22,9	72,1	103,9	53,4	7,6	7,1	2,6
6 Garuva	250,4	688,9	235,5	455,5	1009,9	418,1	383,4	526,4	241,0
7 Joinville (RVPC)	197,2	337,4	164,3	345,4	606,9	331,3	232,1	783,3	184,5
8 Joinville	352,1	698,5	426,0	605,5	1011,4	410,7	483,8	709,7	397,5
9 Matinhos	179,8	663,2	277,1	300,8	644,5	294,8	251,0	459,1	116,7

Fonte: ANA (HidroWeb); INMET; IFC. Organizado pelos autores, 2016.

É possível afirmar que as chuvas que caíram no mês de dezembro de 2007 e janeiro de 2008 foram consideravelmente representativas, pois estiveram acima da média climatológica esperada. O acumulado total do mês de dezembro de 2007 pode ter sido responsável por encharcar o solo e elevar o nível dos rios, o que possivelmente contribuiu para os alagamentos e inundações em Itapoá. O mês todo de janeiro de 2008 ampliou essas ocorrências e os cinco dias de chuvas acumulados próximos ao registro do AVADAN causaram o desastre, pois se acumulou grande quantidade de precipitação em um período curto de tempo.

No evento de novembro de 2008 os índices de chuva registrados foram ainda maiores. No mês que antecedeu o desastre (outubro), o acumulado total foi de 371,8 mm em Itapoá, o equivalente a 16,3% do esperado anual e 84,5% a mais do que o esperado para o mês. Durante os cinco dias de chuvas acumulados, a precipitação em Itapoá foi a maior dentre as nove estações utilizadas no estudo, somando 438,6 mm. Este total de cinco dias foi responsável por 49,2% da chuva mensal de novembro de 2008. Os números apresentados na Tabela 3 comprovam que o desastre de novembro de 2008 foi ocasionado por chuvas intensas na costa norte catarinense. Da mesma forma como o evento de janeiro de 2008, o solo possivelmente já estava encharcado por conta do elevado índice de chuva no mês anterior, assim como os níveis dos rios deveriam estar elevados, sendo ainda submetidos a grandes volumes de chuva no mês do evento e ainda mais evidenciados nos cinco dias associados à data de geração do AVADAN.

Com relação ao evento de janeiro de 2011, os registros de precipitação foram menores que os dois eventos anteriores. O mês que antecedeu o desastre (dez/2010) apresentou 246,9 mm de chuva, ou seja, 45,1% a mais do que o esperado para o mês. Já as chuvas em janeiro como um todo somaram 449,4 mm, equivalente a 19,7% do esperado para todo o ano e 21% a mais do que o esperado para o mês. Referente aos cinco dias acumulados próximos a data de criação do AVADAN, os mesmos foram responsáveis por 39,5% total do mês. O evento de janeiro de 2011 seguiu os padrões do evento do mesmo mês em 2008, com índices de precipitação semelhantes.

Observa-se que os dois eventos ocorridos no mês de janeiro (2008 e 2011) não apresentaram números de precipitação tão elevados quanto o evento de novembro de 2008, todavia, também foram de grandes proporções, uma vez que ficaram acima da média esperada para os meses verificados, através da climatologia de chuva para Joinville. Tais acumulados de chuva são fatores que influenciam diretamente nos problemas com alagamentos e inundações, sem considerar os problemas na infraestrutura. Ressalta-se que em Itapoá existem

alguns rios que cortam a malha urbana, com destaque para o rio Saí Mirim, que possui uma população ribeirinha considerável nos setores censitários ao norte do município (Figura 2); o rio Mendanha (parcialmente canalizado), que percorre o principal centro comercial e turístico do município; o Córrego das Palmeiras mais ao sul e; outros riachos menores ao longo do território (SILVEIRA, 2013).

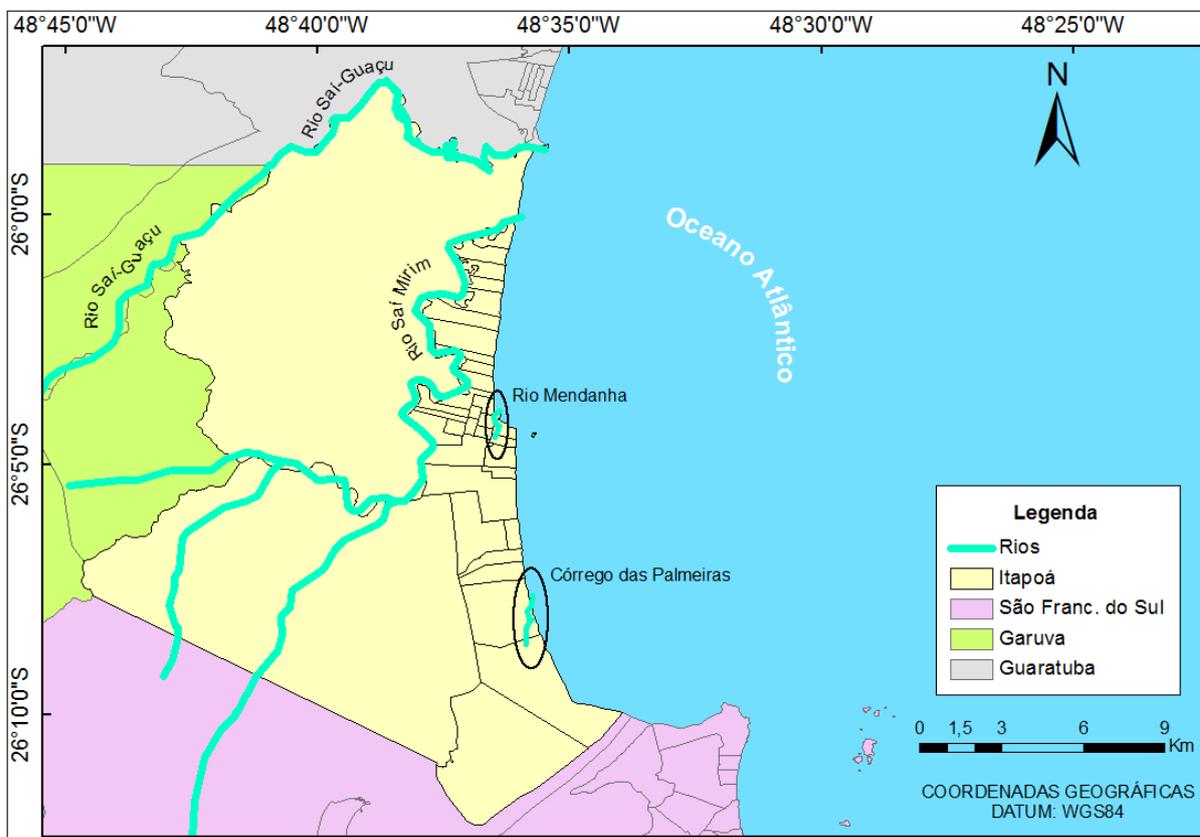


Figura 2. Hidrografia do município de Itapoá e área dos setores censitários do IBGE de 2010. Fonte: IBGE, Google Earth. Organizado pelos autores, 2016.

A estação hidrometeorológica de Araquari II (Tabela 3) apresentou registros de precipitação bem abaixo das demais estações, porém, na consulta feita ao banco de dados da ANA (HidroWeb), todos os dias estavam preenchidos corretamente, sem nenhum aviso de problemas nos dados. Esta constatação pode evidenciar que a estação Araquari II esteja numa região climatológica diferente das outras estações ou que realmente o efeito orográfico da Serra do Mar tenha uma contribuição significativa na climatologia da chuva no extremo norte do litoral catarinense.

Analisando os mapas gerados a partir das interpolações dos dados das nove estações, nota-se que no evento de Jan/2008 os menores acumulados de precipitação ficaram na porção sul do município e os maiores variando entre os setores oeste e norte/nordeste. É interessante verificar que no acumulado de precipitação dos cinco dias próximos a geração do AVADAN, os números foram mais elevados que para o mês antecessor ao evento (Dez/2007) e que os maiores registros abrangeram a maioria dos setores censitários¹ (Figura 3).

¹ Os setores censitários são definidos de acordo com o número de domicílios. Setores com menores áreas territoriais possuem mais domicílios e vice-versa. No Censo de 2010 existiam 316 574 setores censitários no Brasil todo (IBGE, 2011).

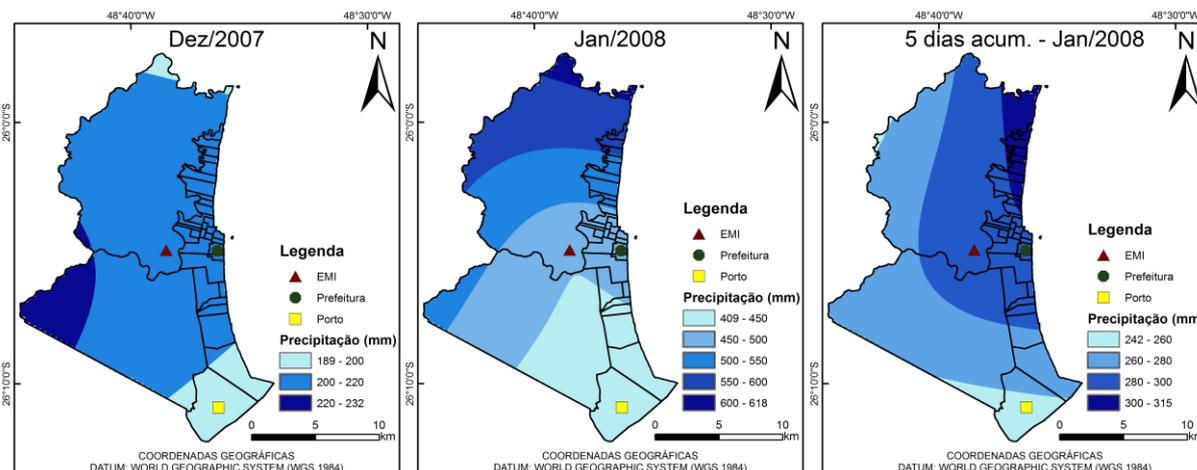


Figura 3. Mapas de precipitação com dados interpolados para o município de Itapoá, evento de Jan/2008. Elaborado pelos autores, 2016. *EMI = Estação Meteorológica de Itapoá.

Segundo a EPAGRI/CIRAM (2016), no dia 31/01/2008 (dia de registro do AVADAN) existia em superfície a presença de uma alta pressão com centro no oceano; uma baixa pressão com centro entre o Rio Grande do Sul (RS) e SC e um cavado invertido ao longo do litoral sul brasileiro. Estas condicionantes meteorológicas fizeram com que, no período matutino, ocorresse chuva contínua e volumosa do planalto catarinense ao litoral. No período vespertino as condicionantes se mantiveram, fazendo com que as chuvas persistissem. Durante a noite a chuva também se manteve.

No evento de Nov/2008, nos três mapas, é possível verificar que os menores índices de precipitação ficaram ao norte de Itapoá, com os meses de outubro e novembro apresentando maior concentração ao oeste do município. Todavia, observa-se que nos cinco dias acumulados, os maiores níveis de precipitação ficaram no entorno da própria estação meteorológica de Itapoá (EMI), demonstrando que os setores censitários mais atingidos foram também aqueles com menor área territorial, ou seja, com maior número de domicílios concentrados (próximos a Prefeitura) (Figura 4). Além disso, é possível perceber através dos mapas e das suas escalas de precipitação, como as chuvas foram intensas quando comparado aos outros dois eventos.

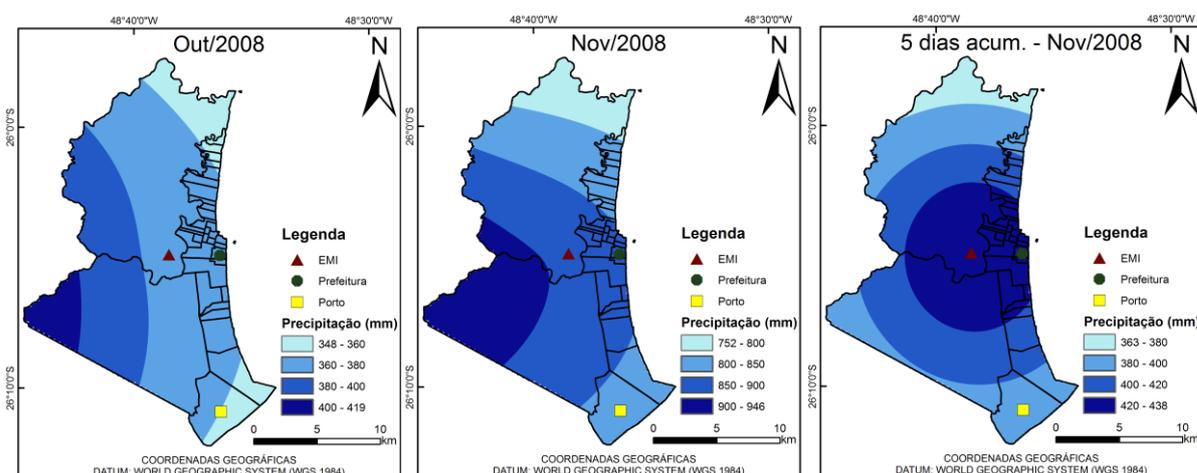


Figura 4. Mapas de precipitação com dados interpolados para o município de Itapoá, evento de Nov/2008. Elaborado pelos autores, 2016. *EMI = Estação Meteorológica de Itapoá.

Conforme análise da EPAGRI/CIRAM (2016), no período da manhã do dia 22/11/2008, em nível de superfície, existia um sistema de alta pressão na costa do RS em alto mar, condicionando a circulação marítima. Neste período o tempo era instável, com céu encoberto em toda costa de SC. As chuvas eram mais intensas de Florianópolis até a costa norte catarinense. Pela tarde o sistema de alta pressão em alto mar ainda persistia,

com a presença de um cavado entre o PR e SC. A existência de um vórtice ciclônico em 500 hPa, mesmo perdendo força, ainda concentrava umidade na costa norte do estado. As chuvas eram intensas, assim como os ventos, contribuindo para o empilhamento de água oceânica na costa.

No período noturno o sistema de alta pressão em alto mar na altura da costa do RS e o cavado entre o PR e SC ainda permaneciam instaurados. Porém, o vórtice ciclônico entre a costa do RS e de SC estava em superfície. As chuvas no litoral permaneciam fortes, com certa perda de intensidade da nebulosidade após as 20 horas. Mas, a partir das 22 horas a nebulosidade se intensificou novamente. Tais sistemas meteorológicos, combinados com a presença do relevo da Serra do Mar, foram responsáveis pela grande quantidade de chuva registrada neste evento desastroso em Itapoá e em outras partes de SC (ALVES, 2013; SILVEIRA, 2013).

No que diz respeito ao acumulado de chuva através das interpolações, o evento de Jan/2011 foi aquele que apresentou os menores números, exceto para o mês que antecedeu o evento. O mês que antecedeu o evento (Dez/2010) concentrou os maiores índices de chuva na porção norte do município, com tendência crescente para noroeste-oeste. Já os mapas dos meses do evento (Jan/2011) e do acumulado dos cinco dias, apresentaram-se com os maiores acumulados de chuva concentrando-se numa crescente de nordeste para sudoeste (Figura 5). Os setores com os maiores acumulados de chuva foram aqueles com maiores áreas territoriais, ou seja, aqueles com menores concentrações de domicílios.

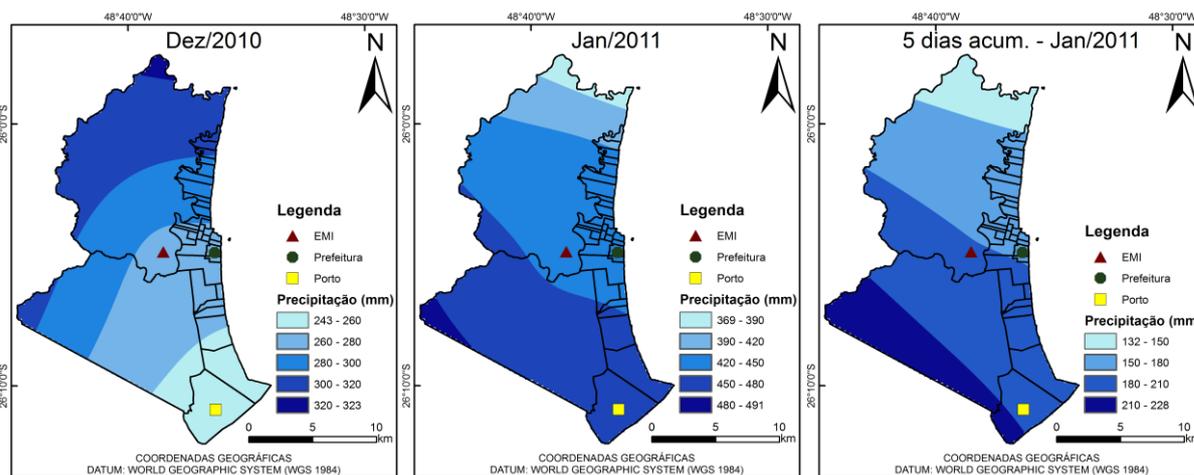


Figura 5. Mapas de precipitação com dados interpolados para o município de Itapoá, evento de Jan/2011. Elaborado pelos autores, 2016. *EMI = Estação Meteorológica de Itapoá.

Baseado na EPAGRI/CIRAM (2016), no dia 21/01, dia em que foi gerado o AVADAN do evento de Jan/2011, pela manhã existia a presença de uma frente fria na costa de SC e um sistema de alta pressão próximo ao Uruguai. A condição era de tempo instável com chuvas em SC, mais intensas nos municípios costeiros. À tarde ainda permanecia a presença da frente fria na costa de SC, mas também em São Paulo e PR. As chuvas ainda persistiam em todo estado catarinense, sendo mais fortes na costa entre às 16h e 17h. Vale apontar que neste registro específico da EPAGRI/CIRAM existe um tópico chamado “informações especiais”, no mesmo há apontamentos sobre a chuva forte em Joinville e região por conta das inundações e alagamentos, bem como para a região sul.

Analisando os três eventos extremos analisados neste trabalho, observa-se que o evento de Nov/2008 foi aquele que registrou os maiores índices de precipitação, tanto no mês anterior ao evento quanto no mês específico. Os outros dois eventos, ocorridos na estação de verão, apresentaram acumulados de chuva inferiores. Entretanto, os AVADAN gerados pela Prefeitura de Itapoá e posteriormente oficializado pela Defesa Civil de SC, apresentam no documento a quantidade de localidades atingida, número de pessoas afetadas e também os valores acumulados entre danos e prejuízos.

Os três desastres analisados foram classificados como situação de emergência, da mesma forma, os três foram descritos nos AVADAN como inundação brusca e não gradual, além dos alagamentos registrados.

Com base nos AVADAN, é possível afirmar que o evento de Jan/2011 foi aquele que atingiu o maior número de localidades (18), vale ressaltar que este número não tem relação com os setores censitários utilizados nos mapas com as interpolações. Embora o evento de Jan/2011 tenha sido o que atingiu mais localidades, o mesmo foi consideravelmente menos desastroso do que os outros ocorridos em 2008. Com relação ao episódio de Jan/2011, o mesmo afetou três mil pessoas, enquanto Jan/2008 registrou mais que quatro mil afetados e, Nov/2008 mais de seis mil (Tabela 4).

Tabela 4 - Dados referentes aos AVADAN em Itapoá.

Avaliação de Danos - AVADAN								
Desastre	Situação	Criação do doc.	Urbano afetado	Rural afetado	Nº pessoas afetadas	Danos + Prejuízo total (R\$)	Nº de localidades atingidas	Nível do desastre
Evento jan/2008	Emergência	31/01/2008	Sim	Sim	4.389	1.367.051,00	14	Médio
Evento nov/2008	Emergência	22/11/2008	Sim	Sim	6.389	2.048.700,00	15	Grande
Evento jan/2011	Emergência	21/01/2011	Sim	Sim	3.000	348.480,00	18	Médio

Fonte: S2ID, 2016. Organizado pelos autores, 2016.

Além do número de pessoas afetadas, as cifras estimadas entre danos e prejuízos no município de Itapoá foram mais expressivas nos eventos de 2008. O desastre de janeiro de 2008, entre danos e prejuízos, contabilizou R\$ 1.367.051,00, enquanto o de novembro foi o mais elevado, com R\$ 2.048.700,00. Comparando os três AVADAN gerados, há como verificar que a própria Defesa Civil de SC classifica o evento de Nov/2008 no nível de desastre *grande*, ao passo que os outros dois foram classificados como desastres *médios*.

Verificando os mapas com os dados de chuva das estações hidrometeorológicas interpolados e comparando com a tabela referente aos dados dos AVADAN, há como afirmar que os eventos mais chuvosos também foram aqueles mais desastrosos. Vale apontar que as cifras registradas nos eventos, entre danos e prejuízos somados, são efetivamente contabilizadas diante do que se materializou. Se os números fossem estimados para os danos e prejuízos que o município, através do seu setor de comércio e serviço, deixou de ganhar, essas cifras certamente seriam bem maiores. É possível afirmar isto, pois Itapoá é um município costeiro que depende fortemente da temporada de verão para fomentar os ganhos da população local por meio do turismo, assim como a maioria dos municípios costeiros catarinenses e, os três eventos foram em datas que atingiram diretamente essa expectativa de veraneio (SILVEIRA, 2013, p. 102).

4 CONCLUSÃO

De fato, em Itapoá e nos municípios utilizados para realizar a interpolação, choveu de forma intensa nos três casos analisados, terminando em forma de desastres. O evento de novembro de 2008 destacou-se em comparação aos demais, sendo um caso de grandes proporções. Além disso, nos dois eventos de 2008 os setores censitários com maior número de domicílios foram mais atingidos pelas chuvas.

A proximidade que algumas edificações em determinados setores do município possuem com os rios faz com que o número de afetados pelas inundações seja elevado. Diante dos alagamentos, os mesmos podem ter mais relação com os altos acumulados de chuvas, portanto, pelo solo encharcado e também pela deficiência em galerias pluviais e no ângulo de inclinação das vias (escoamento), uma vez que o solo do município é pouco impermeabilizado por asfalto e construções.

Não há um padrão exato na distribuição das chuvas no território de Itapoá diante dos três eventos analisados, entretanto, na maioria dos casos verificados nos mapas, os maiores índices de chuva ficaram na direção oeste ou com tendência para oeste, ou seja, em direção a Serra do Mar, evidenciando a influência da orografia para as chuvas no extremo litoral norte catarinense.

Os eventos com maiores índices de concentração de chuvas também foram aqueles mais desastrosos, não com base no número de localidades atingidas, mas sim no que diz respeito aos danos e prejuízos e também no número de pessoas afetadas.

Tais constatações podem servir de base para que gestores municipais pensem o planejamento do município e avaliem como deve ser o crescimento local, uma vez que casos extremos de chuvas são recorrentes na costa norte catarinense e que Itapoá ainda possui grandes áreas passíveis de expansão urbana. Conhecer o comportamento das chuvas e a influência dos fatores geográficos é uma ferramenta importante para o planejamento regional e urbano, uma vez que desastres socionaturais podem ser evitados com um bom planejamento.

5 REFERÊNCIAS

- ALVES, M.P.A. *Análise comparativa dos fatores ambientais nos eventos de inundações na bacia hidrográfica do Vale do Itajaí*: novembro de 2008 e setembro de 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Departamento de Geociências, CFH, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 160p., 2013.
- BERTONCINI, A.; CONORATH, G.D.; DE OLIVEIRA, F.H.; SANTO, M.A.D. Mapeamento de vias inundáveis na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, Joinville-SC. In: *Congresso Brasileiro de Cadastro Multifinalitário*, Florianópolis, out., 2012.
- BARBOSA, J.P.M. Utilização de método de interpolação para análise e espacialização de dados climáticos: o SIG como ferramenta. *Caminhos de Geografia*, v. 9, n. 17, p. 85-96, 2006.
- CRED - CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS. *EM-DAT*: International Disaster Database. 2016. Disponível em: <http://www.emdat.be/advanced_search/index.html>. Acesso em: 15 jul. 2016.
- EPAGRI/CIRAM - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA/CENTRO DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS AMBIENTAIS E DE HIDROMETEOROLOGIA DE SANTA CATARINA. *Seção de Meteorologia (Monitoramento)*. CIRAM. EPAGRI/CIRAM. Florianópolis. 2016.
- HERRMANN, M.L.P. *Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina*: período de 1980 a 2010. (Org.) Maria Lúcia de Paula Herrmann. 2. ed. atual. e rev.- Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 219 p., 2014.
- HERRMANN, M.L.P.; KOBIYAMA, M.; MARCELINO, E.V. Inundação gradual. In: *Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010*. (Org.) Maria Lúcia de Paula Herrmann. 2. ed. atual. e rev.- Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 219 p., 2014.
- HORIKOSHI, A.S.; FISCH, G. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no município de Taubaté, SP, Brasil. *Revista Ambiente e Água*, v. 2, n. 2, p. 33-46, 2007.
- KNIE, J.L.W. *Atlas ambiental da região de Joinville*: complexo hídrico da Baía da Babitonga. 2ª ed. Florianópolis, SC: FATMA/GTZ. 152p., 2003.
- MAACK, R. *Geografia física do estado do Paraná*. 2. ed. Curitiba: BADEP/UFPR/IBPT, 1981.
- MARCELINO, E.V.; GOERL, R.F.; PARIZOTO, D.G.V.; OLIVEIRA, C.A.F.; MURARA, P.G. Inundação brusca. In: *Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010*. (Org.) Maria Lúcia de Paula Herrmann. 2. ed. atual. e rev.- Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 219 p., 2014.
- MELLO, C.D., LIMA, J.M., SILVA, A.M., MELLO, J.M.; OLIVEIRA, M.S. Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, n. 5, p. 925-933, 2003.

- MONTEIRO, M.A.; MENDONÇA, M. Dinâmica atmosférica do estado de Santa Catarina. In: HERRMANN, M.L.P. (org). *Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: IOESC, 146 p., 2007.
- MULLER, C.R.; DE OLIVEIRA, F.H.; SCHARDOSIM, P.R. A ocupação em Joinville/SC e o papel da gestão municipal para mitigação de danos causados por inundações. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, v. 1, n. 1, p. 23-39, 2012.
- SANTIS, D.G.D.; MENDONÇA, F.A. Impactos de inundações em áreas urbanas: o caso de Francisco Beltrão/PR. *Revista RA'EGA*, Curitiba, n. 4, p. 155. 2000.
- SILVEIRA, R.B. *Inundações e alagamentos no município de Itapoá-SC: impactos socioambientais nas áreas urbanas, o caso de 2008*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Departamento de Geociências, CFH, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 121p., 2013.
- STEINKE, E.T.; REZENDE, M.S.; CAVALCANTI, L. Sistemas atmosféricos geradores de eventos extremos de precipitação em outubro de 2006 no Distrito Federal: uma análise geográfica dos desastres. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 2, p. 23-34, 2006.
- S2ID - SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES. *Arquivo digital*. 2016. Disponível em: <<http://150.162.127.14:8080/bdrd/bdrd.html>>. Acesso em: 12 jul. 2016.
- VANHONI, F.; MENDONÇA, F. O clima do litoral do estado do Paraná. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 3/4, p. 49-63, 2008.
- ZANELLA, M.E.; SALES, M.C.L.; ABREU, N.J.A. Análise das precipitações diárias intensas e impactos gerados em Fortaleza, CE. *GEOUSP: espaço e tempo*, n. 25, p. 53-68, 2011.