



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

TAINÁ DEMARCHI KLEIN

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE
SÃO CARLOS – SC

CHAPECÓ

2018

TAINÁ DEMARCHI KLEIN

**CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE
SÃO CARLOS – SC**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul - Chapecó, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Professor Orientador: Fernando Grison.

CHAPECÓ

2018

TAINÁ DEMARCHI KLEIN

**CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO URBANA NO
MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SC**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: **Prof. Dr. Fernando Grison**

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 07 / 12 / 2018

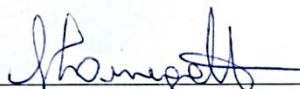
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Fernando Grison – UFFS



Profa. Dra. Aline de Almeida Mota – UFFS



Prof. Dr. Mauro Leandro Menegotto – UFFS

CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS – SC

CHARACTERIZATION OF URBAN FLOOD AREAS IN THE MUNICIPALITY OF SÃO CARLOS - SC

RESUMO – Os desastres naturais oriundos das inundações urbanas se tornam cada vez mais frequentes e preocupantes para a população. O município de São Carlos – SC sofre seguidamente com eventos de inundações causados pelo Lajeado Morais. Nos anos de 1998, 2014 e 2015 aconteceram inundações do município que ainda são lembradas pela população. O objetivo desse trabalho foi caracterizar as áreas de inundações urbanas causadas no município pelo Lajeado Moraes. O tempo de retorno foi estimado a partir da série histórica de precipitações máximas diárias. As cotas de inundações foram levantadas em campo com o auxílio de informações obtidas com os moradores locais. Os APIs para cada evento foram obtidos por meio da série histórica. As manchas de inundações foram criadas a partir das cotas de inundações no *software* ArcGIS. As máximas precipitações diárias para os anos de 2014 e 2015 foram de 138,5 e 140,7 mm, e as cotas de inundação mínimas obtidas foram de 255,41 e 255,25 m e os tempos de retorno foram de 8 e 9 anos, respectivamente. Portanto para tempo de retorno igual ou maior que 8 anos a probabilidade de acontecimentos de inundações no município é alta, podendo atingir a cota de inundação acima de 255,25 m.

Palavras-chave: Precipitação máxima; Tempo de Retorno; Lajeado Morais; Cota de Inundação

ABSTRACT – Natural disasters arising from urban flooding become increasingly frequent and worrying for the population. The municipality of São Carlos - SC suffers afterwards with flood events caused by Lajeado Morais. In the years of 1998, 2014 and 2015 floods of the municipality happened that still is remembered by the population. The aim of this work is to characterize the urban flood areas caused by Lajeado Moraes in the municipality. The return period was estimated from the historical serie of maximum daily precipitation. The flood stages were raised on the field with the help of local residents. The APIs for each event were obtained through the historical series. Flood spots were created from flood stages in ArcGIS. The precipitation maximum daily for the years 2014 and 2015 was 138.5 and 140.7 mm, and the minimum flood stages obtained were 255.41 and 255.25 m and the return period were 8 and 9 years, respectively. Therefore, for a return period equal or bigger 8 years the probability of flood events in the municipality is high, being able to reach a flood stage above 255.25 m.

Keywords: Maximum Precipitation; Return Period; Lajeado Morais River; Flood Stage

INTRODUÇÃO

As inundações são fenômenos de natureza hidrometeorológica que fazem parte da dinâmica natural e ocorrem frequentemente deflagradas por chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas de longa duração, degelo nas montanhas e outros eventos climáticos (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007 p.89).

Quando o fenômeno de inundação acontece em locais onde os seres humanos vivem, resultando em danos (materiais e humanos) e prejuízos (socio-econômico) são considerados como “desastres naturais” (KOBAYAMA; *et al.*, 2006 p.6).

Uma das causas de inundações, segundo Tucci (2007), é o fenômeno de urbanização que são provocadas pelo desenvolvimento urbano, onde ocorre a impermeabilização do solo através de telhados, ruas calçadas e pátios, entre outros. Dessa forma, a parcela da água que infiltrava passa a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial. O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, com a urbanização, passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade de escoamento das seções (TUCCI; BERTONI, 2003 p. 17).

Devido à interferência do homem no processo de inundação natural, modificando os rios, estrangulando e ocupando as áreas alagáveis, entre os anos de 1991 e 2012 mais de 14 milhões de habitantes no Brasil foram afetados pelas inundações, e esse número tende a aumentar na medida em que os centros urbanos se expandem de maneira desordenada e sem considerar a ocorrência de eventos adversos (UFSCa, 2013). Além disso, conforme a UFSCb (2013), o estado de Santa Catarina tem 449 registros oficiais de inundações excepcionais caracterizados como desastre, entre os anos de 1991 e 2012. Sendo que a região Oeste do estado, onde se tem expressivas variações espaciais do clima, é a segunda com mais registros, totalizando 93 eventos no período de 11 anos.

O município de São Carlos, localizado no extremo Oeste de Santa Catarina, tem sofrido inundações que causam transtornos à população, perdas de moradia e danos no patrimônio público. Nos anos de 1983, 1998, 2014 e 2015 ocorreram chuvas que deixaram parte da cidade alagada e nos anos 2014 e 2015 foi decretada situação de emergência (Figura 1).

Figura 1 – Inundação de 2014 no município de São Carlos



Fonte: HEINEN (2014)

Segundo HEINEN (2014), na inundação do ano de 2014 São Carlos teve suas estradas, acessos, pontes, cabeceiras, pontilhões e vias públicas prejudicadas pelas fortes chuvas que ocasionaram inundação no município. Os prejuízos neste ano contabilizaram mais de 3 milhões de reais e mais de 170 residências sofreram com a inundação.

A Defesa Civil do município demonstrou interesse em um estudo das áreas de perigo de inundação, para posteriormente adotar medidas preventivas nas áreas que tem maior probabilidade de sofrerem com os alagamentos. Nesse sentido o objetivo final do trabalho foi a caracterização das áreas de inundação do Lajeado Morais por meio de manchas de inundações, para que desta forma seja possível a criação de um sistema de alerta com as informações das áreas e cotas de inundação além do Tempo de Retorno (*Tr*).

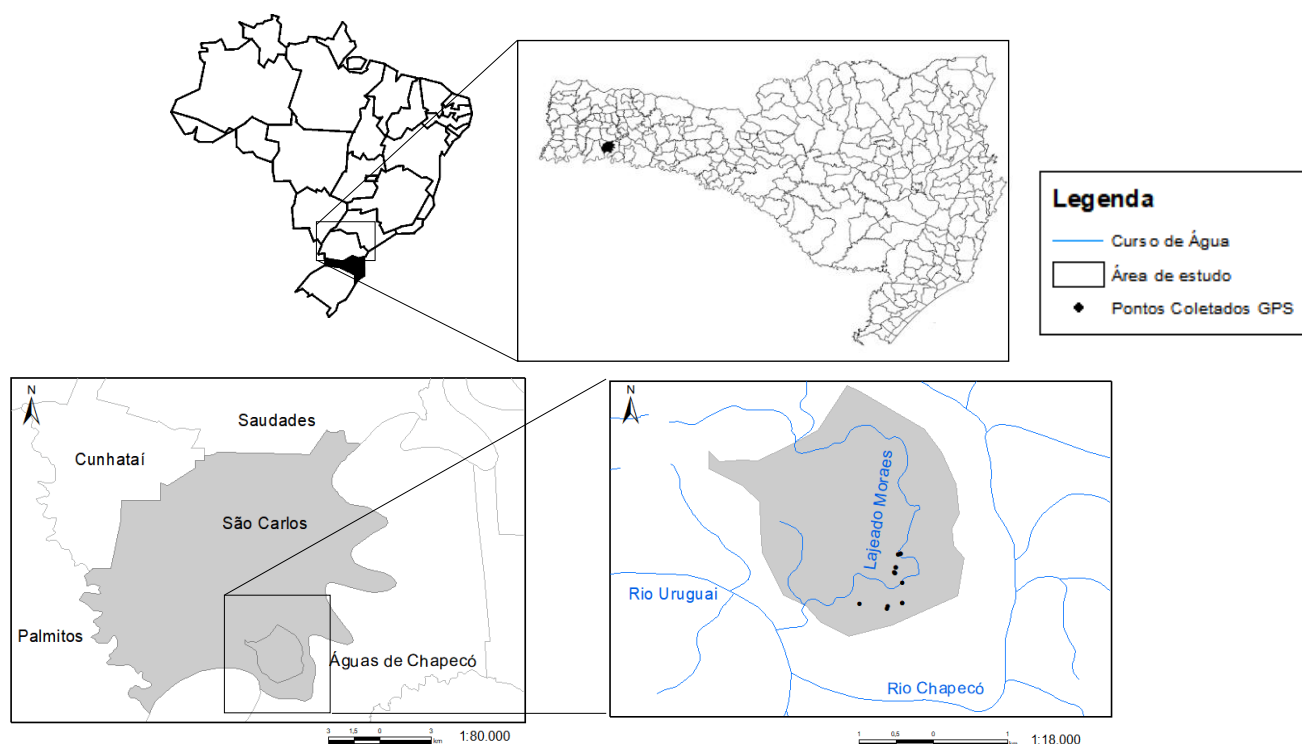
MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O município de São Carlos está localizado no extremo oeste de Santa Catarina, na Latitude de 27°05'00", e na Longitude de 53°01'00" a Oeste de Greenwich (Figura 2), com uma altitude de 264 metros acima do nível do mar. Tem como limites as cidades de Saudades – SC, Águas de Chapecó - SC, Cunhataí – SC, Palmitos – SC e o Rio Grande do Sul.

De acordo com IBGE (2017), São Carlos - SC tem uma área territorial de 161,292 km² e uma estimativa populacional de 11.132 habitantes. O clima é mesotérmico úmido e seco, sem estações secas. As temperaturas extremas são de 0 °C (mínima) e 35 °C (máxima), sendo a média de 20°C. A precipitação pluviométrica anual é de 1.600 mm.

Figura 2 – Localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pelo autor

A hidrografia do município é representada por dois grandes rios que determinam algumas divisas do município, o Rio Uruguai e o Rio Chapecó. Além desses rios, existe o Lajeado Moraes, que atravessa a zona urbana de São Carlos – SC. A área de estudo considerada corresponde a uma parte da bacia hidrográfica do Lajeado Moraes, na zona urbana do município.

Coleta de dados

A coleta dos dados se deu por meio dos registros históricos de inundação, obtidos na Biblioteca Municipal e na Casa da Memória de São Carlos, levantamentos de pontos com *Global Positioning System* (GPS), dados pluviométricos e bases cartográficas.

Levantamento de pontos e cotas de inundação

Os levantamentos de pontos em campo foram realizados em locais com marcas das inundações escolhidos com a orientação dos moradores e com as fotografias cedidas pela Biblioteca e a Casa de Memória. Para cada local escolhido foi registrado um ponto com o GPS e com a uma trena foi medida a altura entre a marca da inundação e a superfície do terreno. O valor dessa altura foi somado à cota altimétrica do local, obtida pela base

cartográfica, de modo a estabelecer a cota de inundação. Na Figura 3 é possível observar marcas das inundações e moradores mostrando até onde a inundação atingiu.

Figura 3 – Marcas de inundações na área urbana de São Carlos-SC



Fonte: Elaborado pelo autor.

As bases cartográficas utilizadas foram cedidas pelo Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (EPAGRI/CIRAM), através da página da instituição em mapas digitais e via e-mail. Os dados foram organizados e processados no *software* ArcGIS 10.3.

Dados pluviométricos

Os dados de chuvas diárias foram disponibilizados pela EPAGRI/CIRAM, da estação 1041 de Chapecó – SC. O município de São Carlos – SC não mantém uma estação pluviométrica, por este motivo foi utilizado no presente trabalho as precipitações registradas em Chapecó, município que fica a uma distância de 47,3 km de São Carlos e a estação mais próxima de São Carlos. Como o trabalho utilizou somente precipitações máximas, de eventos históricos, considerou-se que para a distância entre São Carlos e Chapecó não ocorre variação significativa dos volumes totais precipitados. A série histórica totalizou 45 anos de dados de chuvas diárias. No ano de 2016 ocorreu uma falha nos dados obtidos, que foi preenchida utilizando-se os dados da estação pluviométrica da Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Chapecó.

A partir da série histórica diária foi possível obter o Tempo de Retorno (Tr) das precipitações. Para esse propósito, foi gerada uma tabela com a máxima precipitação diária de cada ano, conforme Tucci (2013), e a partir da série histórica de precipitação foram ordenados os valores de precipitação máximas de forma decrescente e estimadas as respectivas probabilidades de ocorrência. Foi atribuído um número de ordem “m” a cada uma das precipitações, em que a maior precipitação teve ordem 1 e a menor (a última na classificação)

teve ordem N . Após estimadas as frequências (probabilidades de não excedência) (Eq.1), foi realizado o calculado dos Tr de cada evento (Eq. 2)

$$P = \frac{m}{(N+1)} \quad (1)$$

onde P é a probabilidade, m é o número de ordem e N é o número de anos registrados.

$$Tr = \frac{1}{P} = \frac{(N+1)}{m} \quad (2)$$

onde Tr é o Período de Retorno (em anos).

Desta forma foi obtida uma tabela contendo as precipitações máximas diárias e seus respectivos Tempo de Retorno, para que sejam relacionados com as cotas inundações obtidas em campo.

Índice de precipitação antecedente

O índice de precipitação antecedente (API) é um índice hidrológico que consiste em uma função de decaimento O índice é útil por permitir, de maneira simples, a consideração das condições antecedentes de umidade do solo (GIGLIO, p.32 2010).

No intuito de verificar a influência da precipitação máxima diária com a umidade antecedente para observar se há correlação com as inundações nos determinados anos, realizou-se o API com 30 dias de antecedência dos eventos de inundação (Eq. 3).

$$API_i = b_1 P_1 + b_2 P_2 + b_3 P_3 + \dots + b_i P_i \quad (3)$$

onde b_i é uma constante, calculada a partir de $b_i = 1/i$, P_i é o volume precipitado que ocorreu em i intervalos de tempo antes do evento de chuva considerado.

Mancha de inundação

Para a elaboração da mancha de inundação do município de São Carlos inicialmente foram introduzidos os pontos coletados em campo com as cotas de inundações inseridas. Após foram criados produtos intermediários, como a elaboração do Modelo Digital do Terreno (MDT) no formato TIN (*Triangulated Irregular Network*) a partir das curvas de nível com equidistância de 20m, obtidas na Mapoteca da EPAGRI/CIRAM. O TIN segundo o Environmental Systems Research Institute (2016), são formas de dados geográficos digitais baseados em vetores e são construídos pela triangulação de um conjunto de vértices. A partir do TIN foi possível criar curvas de nível com equidistância de 1m.

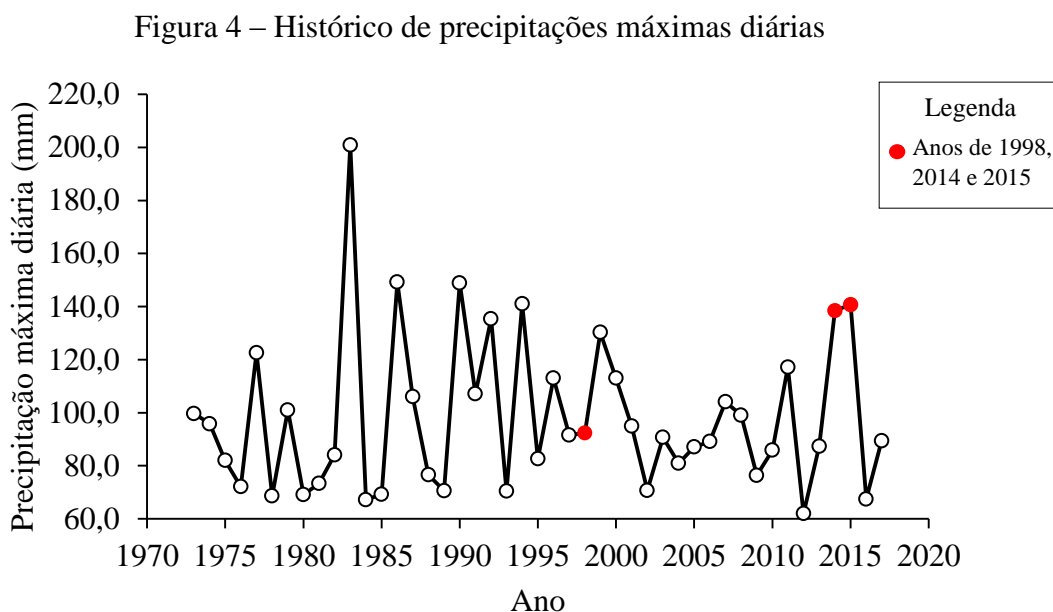
A partir dos pontos das cotas de inundação e as curvas de nível com equidistância de 1 m foi possível delimitar as manchas de inundação, seguindo as cotas que cada ponto atingiu e

extrapolando este valor para a área de estudo, desta forma o polígono gerado contém cotas de inundações variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tempo de Retorno

Na Figura 4 é possível observar as máximas precipitações diárias desde 1973 até 2017.



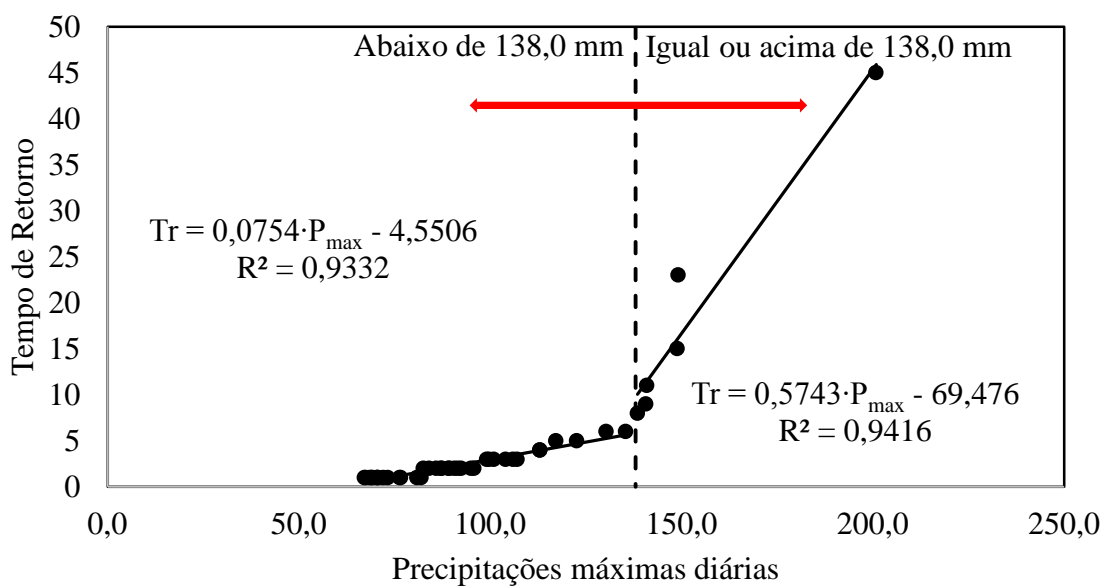
Nota-se que a maior precipitação máxima diária é do ano de 1983, com uma chuva de 200,9 mm, que esta associada a uma inundação em São Carlos. No entanto, não foi possível realizar um levantamento em campo desta inundação, pois como descrito anteriormente, a grande maioria dos dados das inundações foi obtida através da memória dos moradores e os mesmos não lembravam exatamente a cota que a inundação atingiu por ser uma chuva que ocorreu há 35 anos. Portanto, foram consideradas nesse trabalho apenas as inundações ocorridas nos anos de 1998, 2014 e 2015, com 92,4; 138,5 e 140,7 mm respectivamente (Figura 4).

Observa-se também na Figura 4 que no ano de 1998 tem-se uma precipitação significativamente menor que nos anos de 2014 e 2015. Conforme o relato dos moradores, a explicação para a ocorrência de inundação em 1998 pode ser o fato que houve rompimento de açudes à montante da zona urbana da cidade próximo ao Lajeado Moraes, pois como pode ser observado (Figura 4) houve anos com precipitações maiores que 92,4 mm, como o ano de 1999 que teve uma precipitação máxima diária de 130,3 mm e não consta registros de inundação neste ano.

É possível visualizar duas tendências linear de Tr com a precipitação máxima, sendo que acima de 138,0 mm o Tr varia de 8 até 46 anos e abaixo de 138,0 mm varia de 1 até 6 anos. Essas equações são de grande valia para as próximas chuvas que acontecerem no município, pois desta forma será possível estimar os Tr das precipitações (Figura 5).

Para os anos 1998, 2014 e 2015, os Tempo de Retorno foram de 2; 8 e 9 anos, respectivamente.

Figura 5 –Precipitações máximas relacionadas com o Tempo de Retorno



Cotas de inundação

Os dados obtidos em campo podem ser visualizados na Tabela 1, onde se nota a localização de cada ponto e a cota que a inundação alcançou para cada ano estudado. A partir da localização e da cota inundação foram geradas 3 manchas de inundação para os anos de 1998, 2014 e 2015. As informações obtidas podem não ser exatas, pois dependem da memória dos habitantes, do escasso acervo fotográfico e filmagens que os moradores possuem. Por este motivo, com relação a inundação de 1998 se obteve poucos dados em comparação com os outros dois anos estudados.

Tabela 1 – Cotas de inundações dos anos 2014, 2015 e 1998

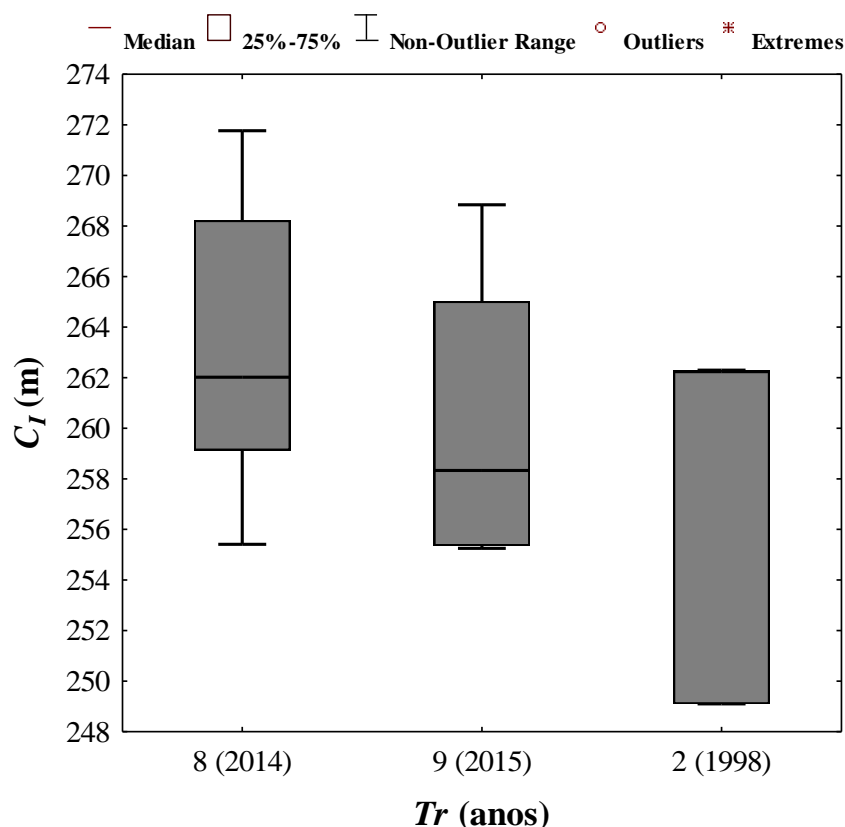
Ano	Local	W	S	Cota do Terreno (m)	Altura de água (m)	Cota Inundação (m)
2014	Estabelecimento 1	53°00'12.65"	27°04'46.31"	255,441	1,38	256,821
	Estabelecimento 2	53°00'12.34"	27°04'46.68"	254,66	0,75	255,41
	Estabelecimento 3	53°00'09.20"	27°04'59.64"	268,29	0,58	268,87
	Casa 1	53°00'11.94"	27°04'44.04"	260	1,44	261,44
	Casa 2	53°00'10.94"	27°04'38.63"	260	1,87	261,87
	Casa 3	53°00'09.77"	27°04'38.28"	260	2,17	262,17
	Casa 4	53°00'15.91"	27°05'02.30"	269,17	2,60	271,77
2015	Casa 5	53°00'15.34"	27°05'00.93"	266,715	0,85	267,565
	Estabelecimento 2	53°00'12.34"	27°04'46.68"	254,66	0,80	255,46
	Estabelecimento 3	53°00'09.20"	27°04'59.64"	268,29	0,55	268,84
	Casa 1	53°00'11.94"	27°04'44.04"	260	1,20	261,2
1998	Casa 6	53°00'27.87"	27°05'00.02"	253,47	1,78	255,25
	Estabelecimento 4	53°00'09.02"	27°04'50.84"	246,65	2,45	249,1
	Casa 2	53°00'10.94"	27°04'38.63"	260	2,30	262,3
	Casa 3	53°00'09.77"	27°04'38.28"	260	2,24	262,24

A inundação de 2014 foi a mais lembrada pelos moradores da cidade e a respeito da qual mais se obteve dados. Foi a inundação que teve maior extensão em comparação com as outras 2 inundações estudadas, desta forma causando maiores danos para a população.

Para a chuva de 1998, que teve uma precipitação de 92,4 mm, obtiveram cotas do terreno significativas, sendo que isso aconteceu provavelmente devido ao terreno nestes locais terem cotas mais baixas que os demais anos estudados.

A Figura 6 apresenta a variação das cotas de inundação com os tempos de retorno das inundações dos anos de 1998, 2014 e 2015.

Figura 6 – Variação das cotas de inundação (C_I) com os tempos de retorno



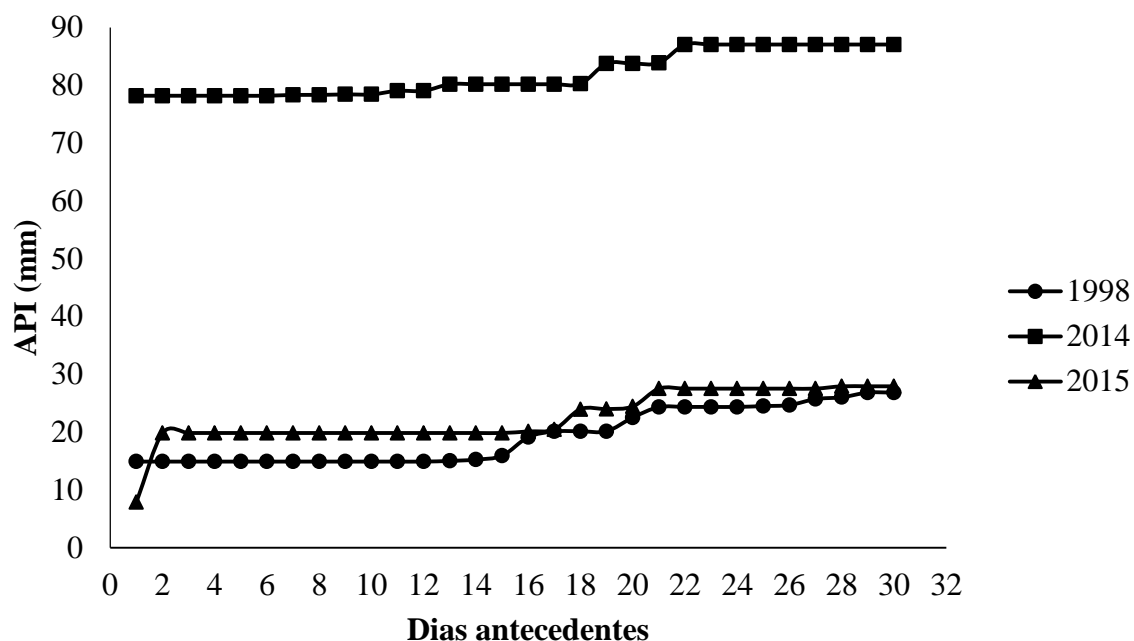
Observa-se na Figura 6 que as cotas variam entre 255,41 a 271,77 m; 255,25 a 268,84 m; e 249,1 a 262,3 m para os Tr de 8, 9 e 2 anos, respectivamente. Como explicado anteriormente o ano de 1998 pode ter sido um acontecimento isolado causado pelo rompimento dos açudes a montante do Lajeado Moraes. Logo, as precipitações menores também podem causar danos se associados a outros eventos, como neste caso o enchimento dos açudes, posteriormente o rompimento, ocasionando inundação no município.

Desta forma, é possível observar que para precipitações com Tr igual ou maior que 8 anos é provável que aconteçam inundações no município e que atinjam as cotas mínimas de 255,25 m, causando grandes danos à população do município.

Índice de precipitação antecedente

A Figura 7 apresenta os resultados das estimativas de APIs para os 30 dias antecedentes aos eventos de inundação dos anos de 1998, 2014 e 2015.

Figura 7 – API para os anos de 1998, 2014 e 2015



Observa-se na Figura 7 que os maiores valores de API são para o ano de 2014 e que para os anos 1998 e 2015 os valores de API são próximos durante quase todos os 30 dias analisados. Portanto, a umidade antecedente na bacia do Lajeado Morais no evento de 2014 foi significativamente superior aos dos anos 1998 e 2015, indicando que dos períodos analisados o de 2014 teve maior potencial de inundação.

A partir dos APIs de cada evento foi possível associar com as precipitações máximas diárias dos anos de 1998, 2014 e 2015 e calcular o evento de precipitação associado para 1, 7, 20 e 30 dias de antecedência (Tabela 2).

Tabela 2 – Precipitação associada aos APIs de 1998, 2014 e 2015

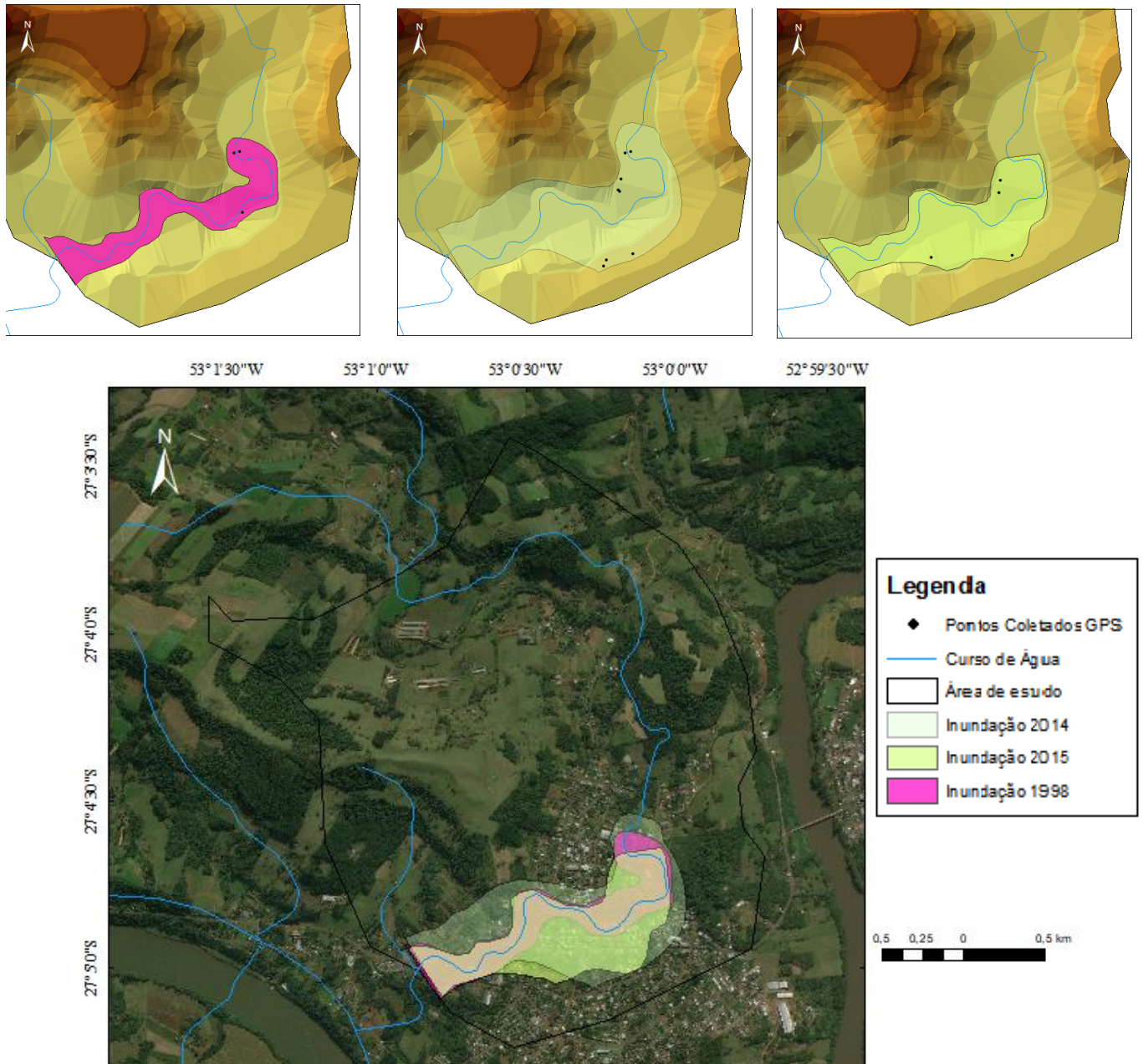
Ano	PA ₁ (mm)	PA ₇ (mm)	PA ₂₀ (mm)	PA ₃₀ (mm)
1998	107,3	107,3	114,9	119,2
2014	216,7	216,8	222,3	225,6
2015	148,6	160,6	165,1	168,6

É possível observar que para o ano de 2014 o índice de precipitação antecedente associado com a precipitação máxima diária (138,5 mm) tem-se uma precipitação associada para o primeiro dia de 216,7 mm e para 30 dias 225,6 mm, sendo a maior dos 3 eventos analisados.

Manchas de inundação

A Figura 7 apresenta as três manchas de inundação, para os anos de 1998, 2014 e 2015.

Figura 7 – Manchas de Inundação de 1998, 2014 e 2015



Conforme as manchas demonstradas (Figura 7) é possível visualizar que as áreas alagadas para cada evento de inundação têm áreas distintas. Para os anos de 1998, 2014 e 2015, as áreas alagadas foram 0,433 km², 0,966 km² e 0,648 km², respectivamente

As manchas de inundações representam a extrapolação dos dados obtidos em campo no *software* ArcGis, desta forma é possível que a mancha não mostre a área real de inundação, e isso se deve a obstáculos dispostos no terreno, como aterramento, escavamentos, escadas, entre outros, desta forma diminuindo a certeza sobre as manchas gerados. Porém, é

possível visualizar que uma grande porcentagem da área urbana do município sofre com inundação.

É possível analisar que a área de inundação do ano de 2014 é maior em comparação com os 3 eventos, sendo que o Tr e a precipitação máxima diária são menores em comparação com o ano de 2015. Isso pode ter ocorrido devido à grande umidade antecedente na bacia, como foi verificado nas estimativas APIs do ano de 2014. A precipitação máxima diária foi de 138,5 mm e no primeiro dia antecedente ao evento teve-se uma precipitação de aproximadamente 80 mm, podendo ter influenciado a inundação no dia posterior.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de São Carlos-SC sofre com as inundações decorrentes das cheias do Lajeado Moraes e os rios que circundam a cidade, Rio Uruguai e Rio Chapecó. O presente trabalho caracterizou as inundações de 1998, 2014 e 2015 onde foi possível a medição das cotas de inundação, o Tempo de Retorno e as áreas inundadas nos referidos anos.

As inundações de 2014 e 2015 com precipitações de 138,5 e 140,7 mm tiveram grande impacto na população, pois atingiram residências, comércio, além de prédios e vias públicas. As maiores cotas de inundação obtidas foram de 271,77 e 268,84 m respectivamente, e o Tr foram de 8 e 9 anos. Desta forma foi possível relacionar o Tr igual ou acima de 8 anos com a possibilidade que aconteça inundações com cotas a partir de 255,25 m.

Constatou-se que a inundação de 2014 teve maior impacto no município, com área de inundação maior, sendo que o Tr e a precipitação máxima diária foram menores em comparação com o ano de 2015. A partir das análises de umidade antecedente os APIs que obtiveram maiores valores foram do ano de 2014, desta forma contribuindo para a inundação.

No estudo em campo, os moradores relataram a existência de açudes a montante do Lajeado Moraes e que em algumas ocasiões ocorreu o rompimento dos açudes, desta forma aumentando significativamente a vazão e o volume do Lajeado. Sendo assim, neste trabalho caracterizou-se a inundação do ano de 1998 como uma dessas ocasiões em que ocorreu o rompimento dos açudes, pois a precipitação deste ano foi de 92,4 obtendo um Tr de 2 anos. Por meio dos estudos realizados, foi possível observar que nos anos de 1999, 2000, 2007 e 2011 mediu-se precipitações maiores que 92,4 e não se tem registros de inundações nos anos citados.

A partir dos tempos de retorno e as respectivas precipitações máximas anuais foram geradas duas equações: para precipitações abaixo de 138 mm e para precipitações igual ou acima de 138,0 mm. Assim é possível estimar o Tr e analisar se poderá acontecer inundação

no município. Portanto, o presente trabalho mostra a importância que São Carlos crie um sistema de alerta para a população, podendo utilizar essas equações no sistema.

Para que haja a prevenção das inundações é necessário que se dê continuidade no trabalho, obtendo as cotas de inundações logo após os eventos para que seja demonstrado nos futuros trabalhos o mais próximo da realidade, pois o presente estudo dependeu da memória dos moradores, acervo fotográfico e vídeos, podendo desta forma obter dados errôneos. Além disso, recomenda-se que invistam em monitoramento das vazões do Lajeado Morais para poder ser possível aplicar modelos hidráulicos e simular eventos de inundação de forma a melhorar o entendimento das inundações em São Carlos e embasar sistemas de alerta.

REFERÊNCIAS

BRASIL. IBGE. Cidade de São Carlos. **IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/sao-carlos/panorama>> Acesso em: 22 jun. 2018.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **What is a TIN surface?** 2016. Disponível em: <<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/tin/fundamentals-of-tin-surfaces.htm>> Acesso em: 20 out. 2018.

EPAGRI/CIRAM. **Mapas digitais de Santa Catarina.** Disponível em: <<http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/>> Acesso em: 12 out. 2018.

GIGLIO, J. N. **Caracterização das áreas de inundação em rio Negrinho – SC.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

HEINEN, F. Município volta a sofrer com a chuva. Agora, é hora de recomeçar. **São Carlos – SC**, 4 jun. 2014. Disponível em: <<https://www.saocarlos.sc.gov.br/noticias/index/ver/codMapaItem/8299/codNoticia/75906>> Acesso em: 25 jun. 2018.

KOBIYAMA, M.; *et al.* **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos.** Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 109p

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Mapeamento de risco em encostas e margem de rios.** Brasília: Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro_Mapeamento_Enconstas_Margens.pdf> Acesso em: 23 jun. 2018.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2013. 943 p. (ABRH de recursos hídricos).

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas.** Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393 p.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, C. **Inundações Urbanas na América do Sul.** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

UFSCa. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1997 a 2012**: volume Brasil. 2. ed. rev. ampl. Florianópolis: CEPED, UFSC, 2013 p. 52-56.

UFSCb. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1997 a 2012**: volume estado de Santa Catarina. 2. ed. rev. ampl. Florianópolis: CEPED, UFSC, 2013 p. 62-72.