

## XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

### **AS INUNDAÇÕES DO RIO VACACAÍ EM SÃO GABRIEL-RS: ANÁLISE PRELIMINAR PARA SUBSIDIAR UM SISTEMA DE ALERTA**

*Milene Priebe e Silva<sup>1</sup> & Rafael Cabral Cruz<sup>2</sup>*

**RESUMO** - Neste estudo, efetua-se uma análise preliminar dos eventos de inundação no município de São Gabriel, RS, que possui sua área urbana às margens do rio Vacacaí. São descritos os eventos de inundação que resultaram em decretos de emergência constantes no banco de dados de legislação da Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul, considerando as cotas e precipitações registradas na HIDROWEB, bem como informações do acervo do LICA/UNIPAMPA. Os resultados permitem verificar que os decretos se deram em eventos que ultrapassaram a cota de 700 cm, com precipitações acumuladas superiores a 130 mm em dois dias. Verifica-se que houve eventos com cotas superiores a 707 cm que não resultaram em decretos no período estudado. Também se verificou que a leitura das réguas duas vezes ao dia é insuficiente para captar as ondas de inundação. Os eventos de 2015 e 2019, de acordo com evidências fotográficas, atingiram cotas superiores a 900 cm, último lance da régua da ANA. São efetuadas recomendações para um futuro sistema de alerta de inundações para a bacia do rio Vacacaí.

**ABSTRACT** - In this study, a preliminary analysis of flood events is carried out in the town of São Gabriel, RS, which has its urban area on the banks of the Vacacaí river. The flood events that resulted in emergency decrees in the legislative database of the Legislative Assembly of Rio Grande do Sul, are described, considering the water levels and precipitations recorded in HIDROWEB, as well as information on the LICA / UNIPAMPA collection. The results show that the decrees occurred in events that exceeded the water level of 700 cm, with cumulative rainfall greater than 130 mm in two days. It is verified that there were events with dimensions greater than 707 cm that did not result in decrees during the studied period. It has also been found that reading the staff gauge twice a day is insufficient to capture the flood waves. The events of 2015 and 2019, according to photographic evidence, reached dimensions above 900 cm, the last plate of the ANA staff gauge. Recommendations are made for a future flood warning system for the Vacacaí river basin.

**Palavras-Chave** - Eventos extremos; Desastres

### **INTRODUÇÃO**

O Rio Grande do Sul é frequentemente atingido por fenômenos naturais como as enchentes (Reckziegel, 2007; Wollmann, 2014), mas mudanças no uso do solo, assoreamento de rios e a

---

1) Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima n° 1000, Camobi, Santa Maria – RS CEP: 97105-900, milene.priebe@gmail.com

2) Professor Associado, Universidade Federal do Pampa, Rua Aluizio Barros Macedo, BR 290, km 423 Bairro Piraí, São Gabriel/ RS, rafaelcruz@unipampa.edu.br

impermeabilização das superfícies são fatores agravantes que podem provocar inundações (Kobiyama *et al.* 2006).

A fim de distinguir estes termos, neste trabalho, são considerados que as enchentes (ou cheias) ocorrem quando as águas do rio se elevam até a altura de suas margens, sem haver transbordamento nas áreas adjacentes, enquanto as inundações ocorrem no instante que estas águas transbordam (Goerl e Kobiyama, 2005).

São Gabriel, localizado na fronteira oeste do Rio Grande do Sul, seguidamente enfrenta eventos de inundação no Rio Vacacaí, mas o último evento, ocorrido em janeiro de 2019 chamou muita atenção, visto que o município sofreu fortemente com os danos à população que mora no entorno do rio, que perdeu grande parte de seus bens, pois não receberam um alerta do evento, além de prejuízos causados na área rural. Este evento confirma que não há integração entre as instituições que poderiam prevenir os efeitos causados pelo desastre.

Observações de eventos extremos ocorridos no passado, juntamente com o levantamento de dados hidrológicos e topográficos permitem realizar previsões de cotas futuras, que podem auxiliar na execução de ações preventivas antes da ocorrência dos eventos (Salviano, 2018).

As margens do Rio Vacacaí, inseridas na malha urbana do município de São Gabriel-RS, frequentemente são alcançadas causando enchentes, ou ultrapassadas provocando inundações, por isso, este trabalho visa identificar e entender os eventos de cheia/inundação entre os anos 2000 e 2019 em São Gabriel-RS, e sua relação com os decretos de emergência, como forma de subsidio para um sistema alerta de inundações para a bacia do rio Vacacaí.

## **METODOLOGIA**

### **Caracterização da área de estudo**

A área de estudo abrange o município de São Gabriel, localizado na fronteira oeste do estado do Rio Grande do Sul, com população total de 60.425 (IBGE, 2010). São Gabriel pertence a duas bacias hidrográficas, sendo elas a bacia do Rio Santa Maria e a Bacia do Rio Vacacaí-Vacacaí Mirim, está última ganha especial atenção pelo fato do Rio Vacacaí possuir sua nascente no local de estudo, além de parte da população de São Gabriel situar-se no entorno deste rio, que conforme já relatado por Reckziegel (2007) tem sido afetada seguidamente por eventos de inundação. O local de estudo está apresentado na Figura 1.

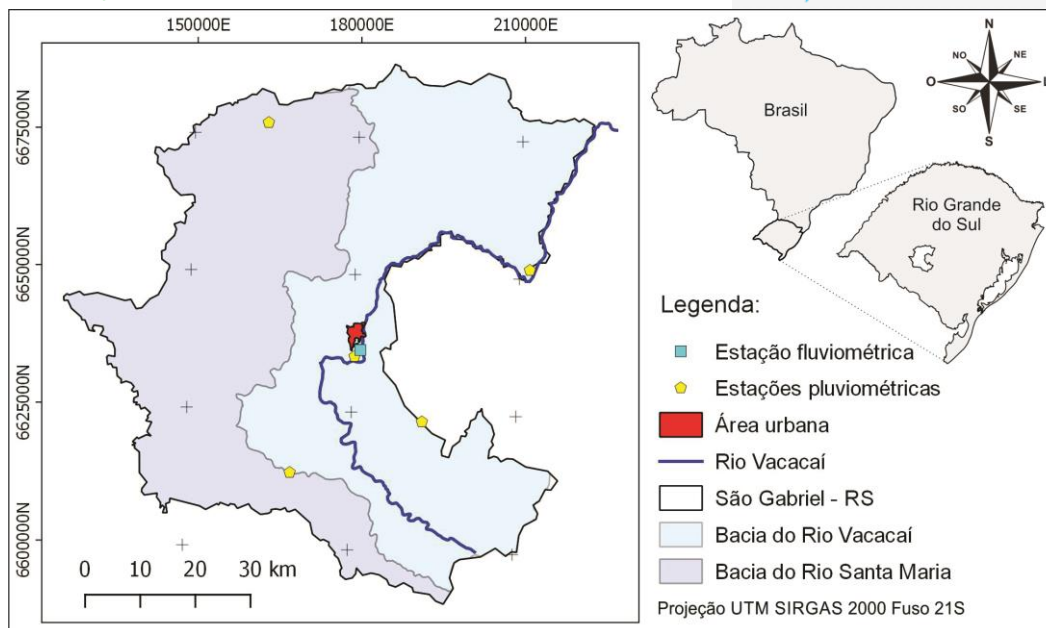


Figura 1 – Localização da área de estudo

Os dados climáticos, de acordo com Matzenauer *et al.* (2011), demonstram que a chuva é bem distribuída ao longo do ano, com média anual de 1.423,9 mm, sendo o mês de abril o mais chuvoso com média de 146,6 mm e agosto o mês mais seco com média de 80,1 mm, enquanto a temperatura média anual é de 19,5 °C.

A economia é baseada, principalmente, no cultivo do arroz, da soja e pecuária (PMSG, 2019), e o rio Vacacaí é responsável pela irrigação das lavouras de arroz e pelo abastecimento de água da cidade (Silveira *et al.* 2014).

### Dados de cota e precipitação

Buscando identificar os eventos de cheia ocorridos em São Gabriel desde 2000 até janeiro de 2019, foram consultados trabalhos já publicados na mesma área de estudo, como Reckziegel (2007) e Silveira *et al.* (2015), além de sites contendo informações destes eventos, como a Defesa Civil do Rio Grande do Sul, Prefeitura de São Gabriel, sites com informações locais e os Decretos publicados pelo Estado.

Os dados de precipitação foram obtidos das estações de código 2954033, 03054018, 03053004, 03054020 e 3054021 (ANA, 2019). Destas estações, foi possível obter a precipitação média diária, precipitação máxima diária e a precipitação acumulada em São Gabriel. Os dados de cota do Rio Vacacaí foram obtidos da estação de código 85470000 (ANA, 2019), permitindo que fossem analisados os eventos de cheia.

A partir dos dados de cota e precipitação foram confeccionados cotagramas dos eventos que ganharam destaque na mídia e daqueles decretados como situação de emergência pelo governo estadual, permitindo, assim, que fosse realizada uma discussão acerca destes eventos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Silveira *et al.* (2015) analisaram eventos de cheia importantes neste mesmo local de estudo, e verificaram que no evento, ocorrido em maio de 1984, o Rio Vacacaí atingiu 502 cm, marcando a menor cota em que um evento é confirmado. Partindo disso, buscaram-se os dados da estação fluviométrica (código 85470000) dos eventos que atingiram a cotas maiores que 502 cm no período de 2000 a janeiro de 2019, demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Eventos com cota superior a 502 cm

Data do evento	Cota máxima (cm)	Data do evento	Cota máxima (cm)	Data do evento	Cota máxima (cm)
maio/00	569	dezembro/03	626	julho/14	590
junho/00	542	outubro/05	628	outubro/14	546
julho/00	548	setembro/05	609	setembro/15	602
setembro/00	613	março/07	612	outubro/15	816
abril/01	832	junho/07	546	dezembro/15	754
maio/01	646	novembro/07	510	abril/16	618
junho/01	644	julho/08	602	maio/16	544
julho/01	555	agosto/08	606	julho/16	653
setembro/01	647	setembro/08	503	outubro/16	640
outubro/01	541	outubro/08	545	janeiro/17	550
abril/02	586	setembro/09	556	março/17	550
maio/02	572	novembro/09	743	maio/17	608
junho/02	640	dezembro/09	565	junho/17	603
agosto/02	648	julho/10	562	agosto/17	660
setembro/02	712	setembro/2010	650	setembro/17	573
outubro/02	648	julho/11	518	outubro/17	589
novembro/02	699	agosto/11	504	julho/18	505
dezembro/02	768	setembro/12	516	setembro/18	615
abril/03	504	outubro/12	650	outubro/18	583
maio/03	503	novembro/13	690	novembro/18	623
junho/03	600	março/14	627	janeiro/19	860

Apesar da possibilidade de causar enchentes ou inundações a partir da cota de 502 cm, percebeu-se na mídia local e nas decretações alguns eventos mais importantes, conforme Tabela 2. No período de 2000 a janeiro de 2019 foram encontrados 10 eventos com maior destaque, 7 decretados como situação de emergência.

Tabela 2 – Eventos importantes entre 2000 e janeiro de 2019

Data	Decretação	Cota máxima (cm)	Precipitação máxima mensal (mm)
Abril/2001	Situação de emergência	833	66
Setembro/2002	-	745	71,8
Outubro/2002	-	651	92
Novembro/2002	Situação de emergência	707	86,4
Dezembro/2002	-	780	75
Novembro/2009	Situação de emergência	780	65
Novembro/2013	Situação de emergência	726	116
Outubro/2015	Situação de emergência	816	82,8
Dezembro/2015	Situação de emergência	754	90,7
Janeiro/2019	Situação de emergência	860	106,5

Em abril de 2001 ocorreu um evento no qual o Rio Vacacaí atingiu a cota máxima de 833 cm. Neste dia, a precipitação foi de 35,7 mm, mas nos dias que antecederam o evento até atingir a cota máxima a precipitação acumulada foi de 177,3 mm (Figura 2-a), muito superior ao que se espera no mês de abril, que chove em média 146,6 mm (Matzenauer *et al.*, 2011). Neste evento o Governo do Estado decretou situação de emergência.

Em 2002 ocorreram 4 eventos importantes. Em setembro cerca de 300 famílias foram desabrigadas (Reckziegel, 2007) e o Rio Vacacaí atingiu 745 cm, em outubro 651 cm e dezembro 780 cm, não houve decreto de situação de emergência nestes eventos. Neste ano, apenas no evento de novembro, que o rio Vacacaí alcançou 707 cm de cota máxima e precipitação de 86,4 mm foi decretada situação de emergência. Embora a cota não tenha sido das mais altas, o fato de ocorrer em período inicial de desenvolvimento da lavoura orizícola em período que impõe o replantio em período de risco para a lavoura, deve ter influenciado no decreto (UFRGS, 2019). O comportamento da precipitação e o nível do rio destes eventos podem ser melhores observados na Figura 2-b,c,d,e.

Em novembro de 2009, a cota máxima atingida foi de 780 cm, neste mesmo dia a precipitação foi de 60 mm (Figura 2-f). Uma semana antes de atingir a cota máxima o acumulado foi de 168 mm, enquanto a média para todo o mês é de 113,1 mm (Matzenauer *et al.*, 2011).

Em novembro de 2013, a cota máxima registrada pela estação fluviométrica foi de 726 cm, no dia anterior a precipitação foi de 116mm (Figura 2-g). O governo Estadual decretou situação de emergência.

Em 2015, ocorreram dois eventos com decreto de situação de emergência. Em outubro (Figura 2-h), nos dias 8 e 9, a cota média diária atingida foi de 748 e 803 cm, enquanto a cota máxima diária foi de 816 cm. Nestes dois dias a precipitação acumulada foi de 153,2 mm, enquanto o esperado para o mês de outubro é em média 132 mm (Matzenauer *et al.* 2011). Enquanto em dezembro (Figura 2-i), que também foi decretada situação de emergência, o rio atingiu 754 cm,

neste dia a precipitação foi de 90,7 mm. Neste evento, observa-se o efeito do intervalo de amostragem na leitura das réguas. A máxima registrada oficial foi de 816 cm. No entanto, a fotografia da marca de enchente na ponte do rio Vacacaí, na BR-290, mostra que a cota atingiu as vigas da ponte, situadas acima do último lance das réguas da ANA, ou seja, acima de 900 cm. Este efeito se dá devido a que esta cota foi atingida e baixou entre dois períodos de leitura das réguas (Figura 3-a).

Em janeiro de 2019, nos dias que antecederam a maior cota registrada (860 cm), a precipitação foi de aproximadamente 170 mm, sendo que a média do mês de janeiro é 114mm (Matzenauer *et al.* 2011). Este evento atingiu muito rapidamente os moradores das margens do rio Vacacaí, não permitindo que os bens fossem retirados do local com antecedência, já que não houve alerta para a população. Além disso, o abastecimento de água foi interrompido no município devido a inundação na estação de tratamento (PMSG, 2019). Como no evento de 2015, houve falha no sistema de monitoramento para captar a onda de inundação em função das duas leituras diárias. A Figura 3-b mostra as águas do rio Vacacaí atingindo as vigas da ponte na BR-290 em cota superior a 900 cm.

O que relaciona estes eventos, além da necessidade da Defesa Civil assistir as famílias atingidas, é a falta de aviso para a população, já que não há um sistema de alerta. Porém, analisando os dados, percebe-se que a maior probabilidade da decretação de situação de emergência ocorre com cotas acima de 700 cm em conjunto com precipitações acumuladas superiores a 130 mm em dois dias.

Os dados citados demonstram que as inundações no Rio Vacacaí são recorrentes, mas este último evento ocorrido em janeiro de 2019 determina, ainda mais, a necessidade de uma cota de alerta para a população, que possa contribuir para ações preventivas e adaptativas, que reduzam os prejuízos socioambientais.



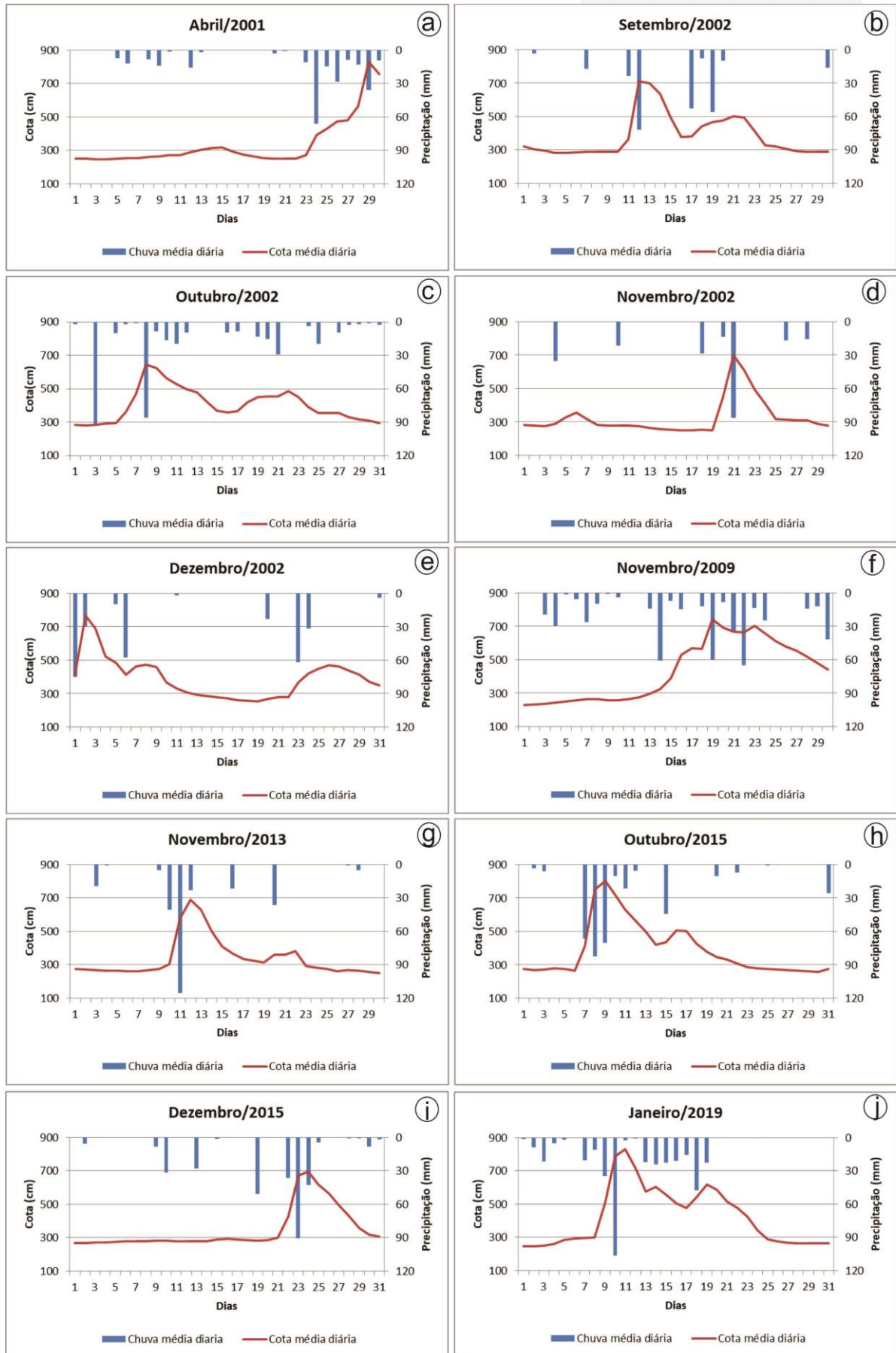


Figura 2: Eventos importantes em São Gabriel-RS em (a) abril/2001, (b) setembro/2002, (c) outubro/2002, (d) novembro/2002, (e) dezembro/2002, (f) novembro/2009, (g) novembro/2013, (h) outubro/2015, (i) dezembro/2015 e (j) janeiro/2019



Figura 3: Eventos que as águas do Rio Vacacaí alcançaram as vigas da ponte na BR-290 em (a) outubro de 2015 e (b) janeiro de 2019. Fonte: Acervo LICA/UNIPAMPA, foto de Rafael Cabral Cruz.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram que os decretos de emergência, atualmente, se dão para eventos que ultrapassam a cota de 700 cm na estação 85470000, conjuntamente com precipitações acumuladas de dois dias superiores a 130 mm. As ocorrências de alguns eventos em cotas maiores, que não acarretaram em decretos de emergência, podem estar relacionadas com fatores não controlados neste trabalho, como a velocidade da ascensão das cotas, que está relacionada com a possibilidade de remoção de pertences das áreas atingidas, e com a relação com os ciclos produtivos da agricultura. Percebe-se a necessidade de melhorar a confiabilidade das previsões, além de alertar a população com antecedência da ocorrência destes eventos de inundação. Uma sugestão importante refere-se à inserção de dados da estação automática de cotas instalada pela SEMA/RS em tempo real na plataforma HIDROWEB, já que a estação 85470000 realiza apenas duas medições diárias, às 7h e 17h.

**AGRADECIMENTOS** - O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). (2019). *Hidroweb*. Disponível em <[http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/mapa\\_hidroweb.jsf](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/mapa_hidroweb.jsf)>

GOERL, R.F.; KOBİYAMA, M. (2005). “*Considerações sobre as Inundações no Brasil*” in Anais do XVI Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos, João Pessoa, pp. 1-10.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2010). *Cidades*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. de O.; MARCELINO, E.V. ; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F.de M. (2006). *Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos*. Curitiba: Organica Trading, 109p.

MATZENAUER, R.; RADIN, B.; ALMEIDA, I. R. de. (2011). “*Atlas Climático: Rio Grande do Sul*”. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura Pecuária e Agronegócio; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<http://www.cemet.rs.gov.br/conteudo/4731/?Refer%C3%Aancia>>

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO GABRIEL (PMSG). (2019) Disponível em: <<https://www.saogabriel.rs.gov.br/Portal/conheca/economia.html>>

RECKZIEGEL, B. (2007). “*Relação dos desastres naturais registrados em municípios do estado do Rio Grande do Sul no período de 1980 a 2005*”. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 261 f.

SALVIANO, M. F. (2018). “*O sistema de alerta de inundação do Rio Muriaé*. in Anais do III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, Juiz de Fora, pp. 465-472.

SILVEIRA, V.S.; ROBAINA, L.E de S.; TRENTIN, R. (2014). “*Definição das áreas de perigo de inundação do rio Vacacaí no município de São Gabriel, RS*” GeoTextos, n. 2, pp 99-118.

SILVEIRA, V.S.; ROBAINA, L.E de S.; TRENTIN, R. (2015). “*Estudo das inundações na cidade de São Gabriel, RS*”. Revista Geo UERJ, n. 26, pp. 245-269.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). (2019). “*A Feira. Arroz: Época de plantio*”. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/afeira/materias-primas/cereais/arroz/epoca-de-safra>>

WOLLMANN, C. A. (2014). “*Enchentes no Rio Grande do Sul do século XXI*”. Revista de Geografia da UFC, n. 1, pp. 79-91.