



## Dinâmica Pluvi-Fluviométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Ibirapuitã no Oeste do Rio Grande do Sul

**Carlos Eduardo Linhares Feitosa**<sup>(1)</sup>; **Cláudia Alessandra Peixoto de Barros**<sup>(2)</sup>; **Jean Paulo Gomes Minella**<sup>(3)</sup>; **Felipe Bernardi**<sup>(4)</sup>; **Ana Paula Levandoski**<sup>(1)</sup>; **Davi Elias Koedender**<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Aluno de Pós-Graduação em Ciência do Solo - PPG, UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, RS, (eduardo.linhares@live.com; anapaula.levandoski@gmail.com); <sup>(2)</sup>Professora Adjunta, Departamento de Solo/UFRGS, (claudia.barros@ufrgs.br); <sup>(3)</sup>Professor Adjunto, Departamento de Solos/UFSM (Universidade Federal de Santa Maria), Avenida Roraima nº 1000, 97105900, Santa Maria – RS, (jminella@gmail.com); <sup>(4)</sup>Aluno de PPG em Ciência do Solo, UFSM (felipekbernardi@gmail.com); <sup>(4)</sup>Aluno de Agronomia, UFRGS (davikoefender@gmail.com)

### INTRODUÇÃO

É de conhecimento que o comportamento espaço-temporal das chuvas é de grande importância para o entendimento da dinâmica hidrológica a qual influencia diretamente nas atividades como a agricultura e a economia (Medeiros et al., 2019).

O bioma Pampa é situado apenas no estado do Rio Grande do Sul, ocupando cerca de 62% do território; no exterior, está presente na Argentina e todo o território do Uruguai (Lipinski et al., 2010). Apesar da imensa diversidade de espécies ecologicamente importantes para o funcionamento do meio, estudos indicam que grande parte de sua vegetação original foi removida para atualmente estar ocupada com atividades agrícolas levando a acentuada fragmentação do bioma (Beneduzi et al., 2019; Silveira et al., 2017).

Na região da bacia do rio Uruguai, onde a Bacia do rio Ibirapuitã está inclusa, Wollmann (2014), verificou a ocorrência de 30 eventos ao longo de 2000 a 2013 que configuraram como enchentes aos centros urbanos atribuindo a correntes perturbadas de origem polar (Frentes Polares).

O trabalho busca apresentar a distribuição temporal das médias anuais da chuva e vazão específica para o entendimento da dinâmica pluvi-fluviométrica no período de 1986 a 2018 na bacia do Rio Ibirapuitã localizada no sudoeste do Rio Grande do Sul.

entre os municípios de Alegrete e Santana do Livramento (**Figura 1**). A bacia possui área de drenagem de 5888 km<sup>2</sup> e é composta por três sub-bacias hidrográficas: a principal (Ibirapuitã), Pai-Passo e Caverá.

O clima da região é classificado como subtropical temperado quente (Cfa na classificação de Köppen), com estações definidas, e precipitação de 1500 mm média anual, ocorrendo as maiores precipitações em junho e julho (Silva & Klein, 2015). O relevo da bacia varia de 80 a 370 metros de altitude. Os solos predominantes na bacia foram classificados como Argissolo Vermelho Latossolo Vermelho, Neossolo Litólico, Nitossolo, Planossolo, Chernossolo e Vertissolo (Embrapa, 2006).

O uso do solo e cobertura vegetal na bacia consiste em áreas de preservação permanente (APP) (185,840 km<sup>2</sup>), lavouras de arroz (*Oryza sativa*) (1008,38 km<sup>2</sup>), pastagens cultivadas (144,37 km<sup>2</sup>) e nativas (419594,76 km<sup>2</sup>), mais recentemente soja (*Glycine max*) (255,37 km<sup>2</sup>) e centro urbano (68,364 km<sup>2</sup>). De acordo com MapBiomas na área de estudo de 1986 até 1999 a bacia era composta por 80% de campo nativo já que dentro da bacia há área de proteção ambiental do rio Ibirapuitã (3187,7 km<sup>2</sup>), e o restante com pastagens cultivadas e plantio de arroz e milho. Contudo a partir de 2005 houve uma redução considerada do plantio de milho e mais de 30 km<sup>2</sup> foram convertidos em áreas com cultivo de soja.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Local de estudo

A bacia hidrográfica do rio Ibirapuitã localiza-se

#### Banco de Dados

Os dados foram adquiridos por meio do Hidroweb (<http://hidroweb.ana.gov.br/>) site regido pela Agência Nacional de Água (ANA). Dados de precipitação de cinco estações no interior e ao redor da bacia foram utilizados a partir de um banco de dados de 33 anos (1986-2018).

O monitoramento da vazão foi realizado na estação fluviométrica (código 76750000), localizada no município de Alegrete. Os dados de nível e vazão do rio encontram-se atualizados diariamente sendo administrada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

As cinco estações pluviométricas analisadas continham falhas de precipitação dentro do período estudado. Para o preenchimento das falhas foi utilizado o método da Média aritmética simples descrita por Bier e Ferraz, (2017).

Para o preenchimento de falhas de vazão utilizou-se a regressão linear simples (equação 1).

$$Y = \beta_0 X + \beta_1 \quad (\text{eq. 1})$$

Onde  $Y$  - vazão dos anos com falha,  $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ;

$X$  - vazão dos anos com dados completos,  $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ;

$\beta_0$  e  $\beta_1$  - parâmetros ajustados na regressão.

A vazão específica média do período avaliado foi obtida por meio da divisão dos dados de vazão média anual pela área de drenagem da bacia, de acordo com a equação (2) como descrita por Pruski et al., (2004):

$$Q_m = \frac{Q_a}{A_i} \quad (\text{eq. 2})$$

Onde  $Q_m$  - Vazão específica média por  $\text{L s}^{-1} \text{Km}^2$ ;  
 $Q_a$  - vazão média anual  $\text{L s}^{-1}$ ;  
 $A_i$  - área de drenagem da estação,  $\text{km}^2$

### Análise dos dados

Foi realizada uma análise estatística entre os dados hidrológicos de precipitação (mm) e vazão específica ( $\text{L s}^{-1} \text{km}^2$ ) ao longo da série de 33 anos por meio das médias anuais e regressão simples entre a precipitação média anual e a vazão específica.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **Figura 2** apresenta os dados médios anuais pluviais e de vazões, durante o período de 1986 a 2018 na bacia hidrográfica do Rio Ibirapuitã. A média de precipitação para o período avaliado foi de 1510 mm e de  $20,15 \text{ L s}^{-1} \text{km}^2$  para vazão específica. Em praticamente todo o período avaliado a precipitação e vazão mantiveram um padrão similar de comportamento, ou seja, quando houve redução

ou aumento da precipitação a vazão respondeu com a mesma dinâmica.

A precipitação média anual da bacia hidrográfica do rio Ibirapuitã acordo com INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) é de 1500 mm. Perante isto, destaca-se os anos de 1986, 1992, 1998, 2002 e 2017 se concentraram os anos de maior precipitação (**Figura 2**). Estas altas precipitações foram acompanhadas das maiores vazões média anual específica 33,05; 30,98; 39,27; 47,25; 29,23  $\text{L s}^{-1} \text{km}^2$ , respectivamente.

A média anual de chuvas abaixo da média central para a bacia ocorreram nos anos de 1988, 1989, 1995, 1999, 2004, 2005 e 2006 (**Figura 2**). Os valores de precipitação variaram de 1251 a 1032 mm. Estes dados também são acompanhados das menores vazões obtida no período estudado ficando entre  $12,90$  a  $4,12 \text{ L s}^{-1} \text{km}^2$ .

Estes dados indicam que a precipitação foi um fator que fortemente influenciou na elevação do nível do rio que é medido na estação fluviométrica que se encontra em Alegrete. Segundo Alencar et al., (2006) as variações da precipitação influenciam significativamente na ocorrência ou redução do escoamento superficial e consequentemente no nível dos rios.

Para melhor compreensão da relação entre a vazão e precipitação, na **Figura 3**, é apresentada a correlação entre ambas ( $R^2=0,83$ ). Este dado indica que há uma forte correlação entre as variações de precipitação e vazão no período em questão. Esta correlação também indica que em anos de altas e intensas precipitações podem ocasionar extremos na vazão dos cursos d'água, com eventos de cheias, resultando em enchentes. Como sucedeu em 2010, 2011 e 2017, e escassez hídrica ocorrida na região em 1998, 2004 a 2006.

Nos períodos de 2008-2009 e 2015-2016, épocas de intensa expansão agrícola na bacia, ocorreram dinâmicas diferentes, ou seja, a vazão aumentou quando a precipitação reduziu. Para o primeiro período a precipitação de 2009 foi 28,6 mm menor que no ano anterior, contudo, a vazão específica foi  $6,1 \text{ L s}^{-1}$  superior a 2008. O mesmo ocorreu em 2016, no qual a precipitação foi 215,9 mm menor, mas obtendo vazão específica de  $1,8 \text{ L s}^{-1}$  superior a 2015. Segundo Brito et al., (2020) concluíram que a variação da vazão é atribuída também pela influência da ação antrópica na bacia. Portanto, que a vazão não é só variada pela quantidade de lâmina precipitada. E que alterações na superfície de áreas de captação resulta em impactos sobre parâmetros como escoamento dos

curtos d'águas, infiltração e redistribuição de água, recarga do lençol freático e evapotranspiração.

Dados disponíveis no Mapbiomas (<https://mapbiomas.org/>) indicam uma substituição de aproximadamente 30 km<sup>2</sup> de campos nativos por áreas agrícolas na bacia do Rio Ibirapuitã no período de 2000 a 2015. Essas alterações são um fator crucial na variação da vazão que também é fortemente influenciada pelas atividades exercidas sobre o solo de uma bacia hidrográfica (Souza, et al 2017).

### CONCLUSÕES

A distribuição da precipitação pluviométrica da bacia do Rio Ibirapuitã influencia diretamente na dinâmica fluvial da área de drenagem da bacia, ou seja, as vazões anuais foram condizentes com as lâminas de chuvas que ocorreram nos anos selecionados. A combinação de fatores como a variação da precipitação, área total da bacia, topografia, permeabilidade, tipo de solos, mudanças no uso, cobertura e ocupação do solo, podem interferir no regime de vazões da bacia hidrográfica em estudo. Contudo, é importante ressaltar na existência da incerteza de quanto cada um contribui para variação da vazão.

**AGRADECIMENTOS:** Agradecimentos a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de doutorado. Ao projeto Nexus (Os sistemas de produção pecuários na Bacia do Rio Ibirapuitã e suas relações com água e a energia na produção de alimentos - 20/2017), além do programa de Pós Graduação em Ciência do solo/UFRGS pelo apoio financeiro à execução do trabalho.

### REFERÊNCIAS

Alencar DBSM, Silva CL, Oliveira, CAS. Influência da precipitação no escoamento superficial em uma microbacia hidrográfica do Distrito Federal. 2006; Eng. Agríc; 26; 1.dx.doi.org/10.1590/S0100-69162006000100012

Beneduzi A, Borges LGA, Alvarenga SM, Faoro H, Souza EM, Vargas LK, Passaglia LMP. Distinct grazing pressure loads generate different impacts on bacterial community in a long-term experiment in Pampa biome. 2019; Applied Soil Ecology; 137 167–177. doi: 10.1016/j.apsoil.2019.02.005.

Bier & Ferraz. Comparação de Metodologias de Preenchimento de Falhas em Dados Meteorológicos para Estações no Sul do Brasil. Revista Brasileira de Meteorologia, 2017; 32, 2, 215-226, Doi: 10.1590/0102-77863220008.

Braz DF, Pinto LB, Campos CRJ,. Ocorrência De Eventos Severos em Regiões Agrícolas do Rio Grande do Sul. São Paulo, UNESP, Geociências, 2017; 6; 1.

Brito TRC, LIMA JRS, Oliveira, CL, Souza, RMS, Antonino, ACD, Medeiros EV, Souza, ES, Alves, EM. Mudanças no Uso da Terra e Efeito nos Componentes do Balanço Hídrico no Agreste Pernambucano. Revista Brasileira de Geografia Física; 2020; 13; 02.doi: 10.26848/rbgf.v11.3.p864-876.

Cabral SL, Campos JN, Silveira CS, Pereira JMR. O Intervalo de Tempo para uma Máxima Previsibilidade da Precipitação sobre o Semiárido Brasileiro. Rev. bras. Meteorol, 2016; .31; 2. Doi.org/10.1590/0102-778631220130034.

Lipinski VM, Santos TG. Estrutura e organização espacial de duas comunidades de anuros do bioma Pampa. Iheringia, Sér. Zool. 2014; 104; 4. Doi: 10.1590/1678-476620141044462469.

Medeiros ES, Lima RR, Olinda RA, Santos, CAC. Modeling Spatiotemporal Rainfall Variability in Paraíba, Brazil. Water, 2019; 11, 1843. Doi: 10.3390/w11091843

Pruski FF, Pereira SB, Novaes LF, Silva, DD, Ramos M.Precipitação média Precipitação média anual e vazão específica ação específica média de longa duração, na Bacia do São Francisco duração, na Bacia do São Francisco. 2004; Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental; 8; 2/3.

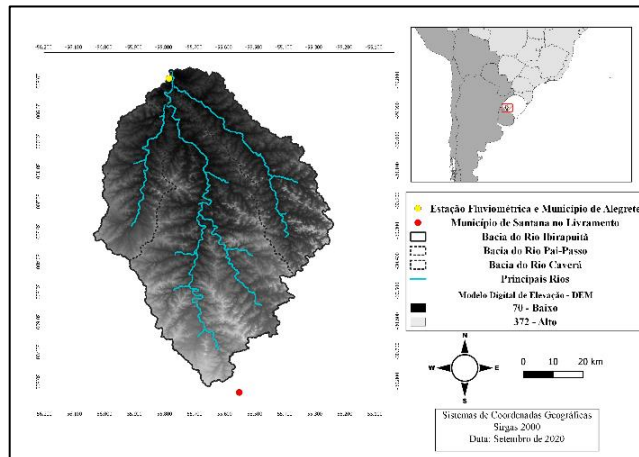
Silveira VC, González EL. Fonseca Land use changes after the period commodities rising price in the Rio Grande do Sul State, Brazil. 2017; Cienc. Rural; 47; 4. doi:10.1590/0103-8478cr20160647

Sausen TM, Marchiori LAC, Batista, MHB, Faccin, A. Mapeamento fe Desastres Naturais no Rio Grande do Sul para o período de 1985-2016. R. gest. sust. ambient.,2017; 7.

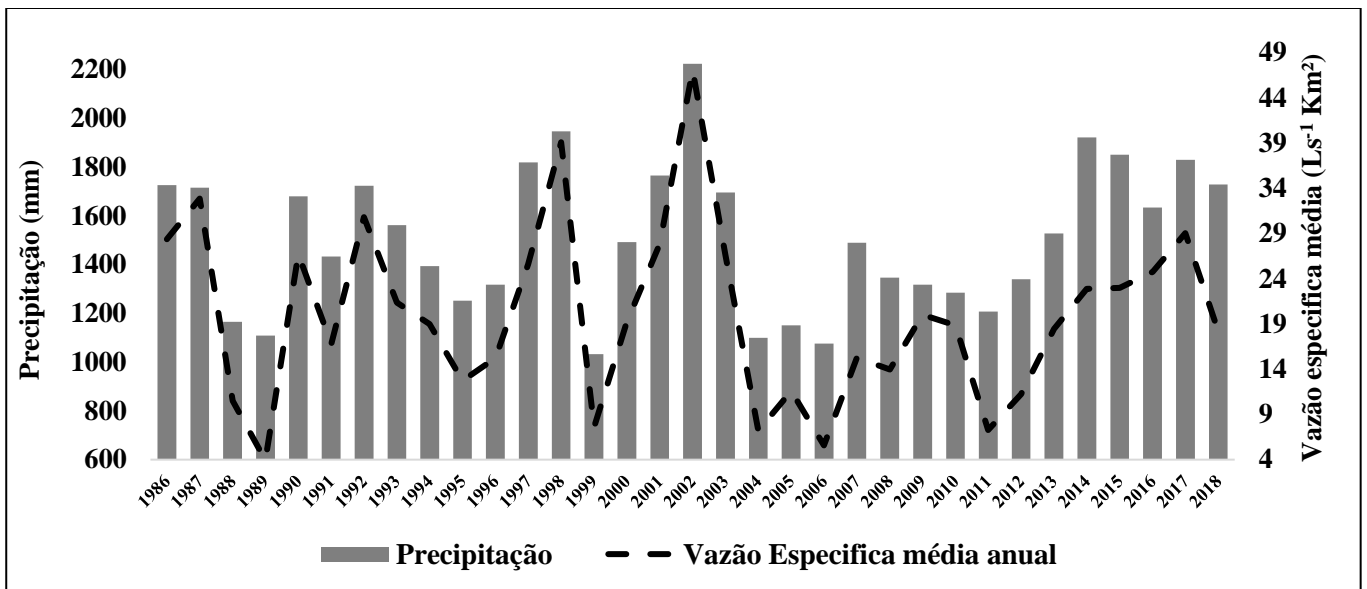
Silva Jr VP, Montenegro AAA, Silva TPN, Guerra SMS, Santos, ES. Produção de água e sedimentos em bacia representativa do semiárido pernambucano. Rev. bras. eng. agríc. ambient. 2011;15;10. Dou: 10.1590/S1415-43662011001000012.

Souza NS, Souza WJ, Cardoso JMCS. Caracterização hidrológica e influência da cobertura do solo nos parâmetros de vazão do Rio das Fêmeas. Eng Sanit Ambient.2017; 22; 3. DOI:10.1590/S1413-41522017155279

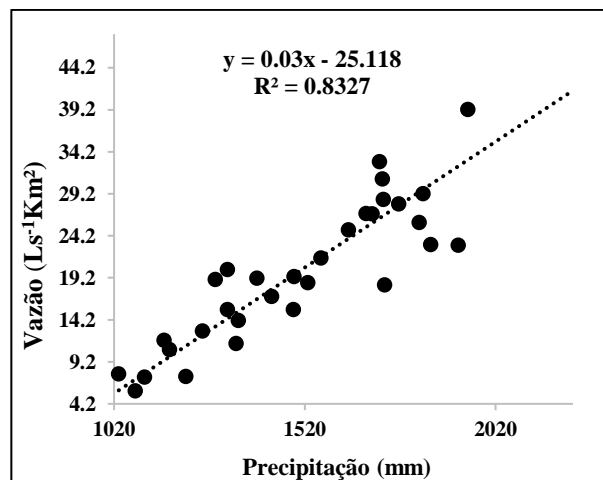
Wollmann C.A. Enchentes no Rio Grande do Sul do Século XXI. Mercator, 2014; 13. DOI: 10.4215/RM2014.1301.00



**Figura 1.** Localização, elevação e principais rios da bacia hidrográfica do rio Ibirapuitã.



**Figura 2.** Precipitação média anual da bacia hidrográfica do Rio Ibirapuitã, para os anos de 1986 e 2018 nas estações selecionadas.



**Figura 3.** Correlação entre vazão média e precipitação anuais da bacia hidrográfica do Ibirapuitã para o período de 1986 a 2018.