



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

CARACTERIZAÇÃO DOS SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS EM FUNÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA INCIDENTE NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO FUNDO-PARANÁ

Eduardo André Kaiser ^(a), Waterloo Pereira Filho ^(b), Cristiano Nideraurer da
Rosa ^(c), Lucas Mauricio Willecker dos Santos ^(d)

^(a) Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, kaiser-eduardo@hotmail.com

^(b) Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, waterloopf@gmail.com

^(c) Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Universidade Federal
do Rio Grande do Sul, cristianondr@gmail.com

^(d) Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Maria,
lucasmauricio_sm@hotmail.com

Eixo: Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

Resumo/

O presente estudo tem como objetivo verificar a dependência dos Sólidos Suspensos Totais (SST) do Arroio Fundo –PR em função da precipitação pluviométrica incidente em sua bacia hidrográfica. *In situ* foram obtidos os dados de SST em uma estação automática de coleta no Arroio Fundo e em laboratório onde foram adquiridos os dados de precipitação pluviométrica referentes a estação Entre Rios situada no município de Entre Rios do Oeste, para sete dias antecedentes as datas de coleta dos SST. Posteriormente efetivou-se o cálculo do Coeficiente de Determinação e as respectivas medidas de SST. Os resultados permitiram identificar o tempo de resposta do Arroio Fundo frente os eventos de chuva em sua bacia hidrográfica igual a dois dias, sendo que posterior ao segundo dia, os coeficientes calculados desempenharam valores em ordem decrescente conforme o aumento do número de dias, cujos valores estiveram próximos a zero a partir do quarto dia antecedente.

Palavras chave: Bacia hidrográfica, recursos hídricos, canal fluvial, eventos climáticos.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

1. Introdução

Diante o atual modelo de consumo capitalista e exploração extensiva dos recursos naturais, estruturou-se uma economia baseada na produção de bens primários em larga escala. Frente a crescente demanda de abastecimento populacional no que se refere à indústria alimentícia, a superfície terrestre tem sido destinada cada vez mais ao desempenho de monoculturas, que aliado a práticas inadequadas de manejo agrícola, acaba desencadeando a degradação na qualidade do solo e conseqüentemente do corpo hídrico.

A utilização do solo para o desempenho de atividades agrícolas intensifica os processos erosivos sobre a superfície que antes dessas ocorriam naturalmente. A apropriação intensiva do solo, a mecanização, a aplicação de fertilizantes e agrotóxicos, ou seja, atributos da agricultura moderna são os principais responsáveis por alterações nas características físicas, químicas e biológicas dos ambientes terrestre e aquático (HILDEBRANDT et al., 2008; ABREU e CUNHA, 2015).

Segundo Morgan (2005) a erosão é definida pelo processo de desagregação, remoção e transporte de partículas do solo desencadeada pela ação conjunta da precipitação pluviométrica e escoamento superficial. As conseqüências acarretam em problemas físicos, químicos e biológicos uma vez que a elevada presença de sedimentos nos corpos hídricos provoca o assoreamento de canais fluviais além do carreamento de poluentes e patógenos agregados aos sedimentos.

Conhecer o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é fundamental para a avaliação de seus recursos hídricos e de possíveis impactos ambientais. Conforme a Lei 9.433 de 08/01/1997 da Política Nacional dos Recursos Hídricos a bacia hidrográfica caracteriza o instrumento básico de gestão nos planos de recursos hídricos elaborados para bacias, estados e para o país, servindo como subsídio para o planejamento prévio e gestão das intervenções antrópicas.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Frente ao pressuposto introdutório do trabalho, o objetivo consiste em verificar a dependência dos Sólidos Suspensos Totais (SST) do Arroio Fundo –PR em função da precipitação pluviométrica incidente em sua bacia hidrográfica.

2. Materiais e métodos

A identificação da relação existente entre a precipitação pluviométrica e as concentrações de Sólidos Suspensos Totais (SST) foi alcançada por meio das etapas metodológicas principais: busca de referencial teórico, coleta de dados, processamento e interpretação de dados e posterior correlação dos resultados obtidos e apresentação no item Resultados e Discussão.

A área de estudo está localizada no extremo oeste do estado do Paraná, determinada pela microbacia hidrográfica do Arroio Fundo e situada sobre a bacia hidrográfica do Paraná III (integrada pela bacia hidrográfica do rio São Francisco Verdadeiro). A drenagem é formada pelos rios Arroio Curvado, Arroio Ajuricaba, Arroio Fundo, que a jusante da estação de coleta compõe a bacia hidrográfica do Arroio Fundo em sua totalidade. A área de captação (Figura 1) compreende aproximadamente 17.474,4 hectares e está localizada com maior área sobre o município de Marechal Cândido Rondon.

Na microbacia hidrográfica do Arroio fundo predominam áreas de agricultura assim como de atividade pecuária nas áreas de vale, onde a ocupação se dá em forma de pastagens. Em trabalho realizado na mesma área de estudo, Andrade (2011) verificou a predominância da agricultura familiar no formato de pequenas propriedades e áreas de pasto destinadas a alimentação bovina de corte e leiteira.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

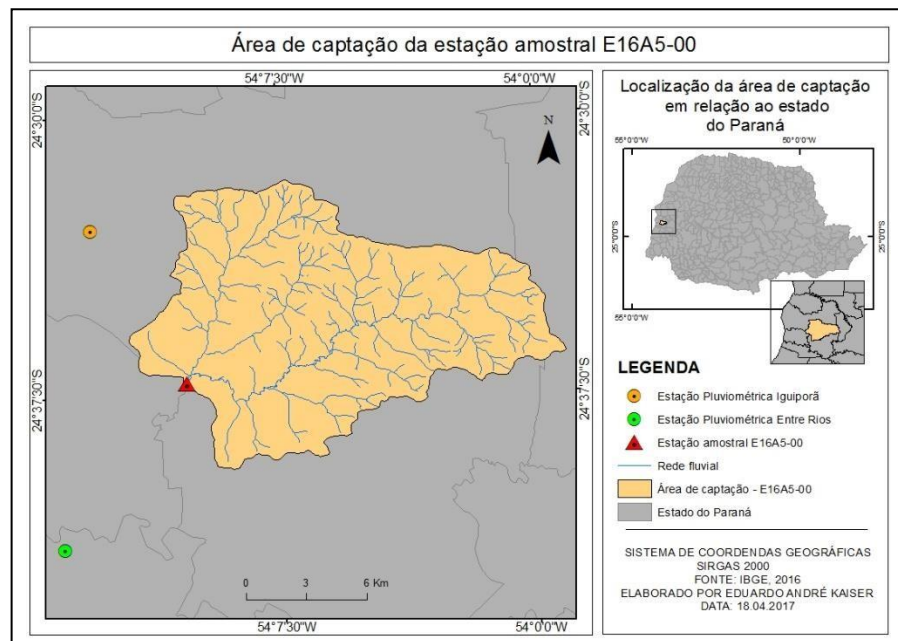


Figura 1. Figura 2. Mapa de localização da área de captação da estação amostral E16A5-00.

O clima verificado caracteriza-se como temperado, consistido por eventos de geada no inverno e verões com temperaturas elevadas. Conforme a classificação climática elaborada por Köeppen (1948) o município de Marechal Cândido Rondon (onde está localizada a área de estudo) está localizado na região de clima subtropical úmido mesotérmico do tipo climático Cfa (clima subtropical úmido), caracterizado por verões chuvosos e sem uma estação seca definida. A temperatura média dos meses quentes alcança medidas superiores a 22°C e inferiores a 18°C nos meses mais frios. A precipitação anual apresenta um acumulado aproximado de 1500 mm, com verão mais chuvoso (em torno de 450 mm) quando comparado ao inverno (em torno de 250 mm) (IAPAR, 2000).

A metodologia desenvolvida para coleta e análise da precipitação pluviométrica e SST consistiu na aquisição de dados em laboratório e *in situ*.

Em laboratório foram adquiridos os dados de precipitação pluviométrica referentes a estação Entre Rios (02454003) situada no município de Entre Rios do Oeste,



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Paraná. Visto que a estação está localizada fora do limite da bacia hidrográfica (Figura 1) pressupõe-se que as condições meteorológicas por ela medida assemelham-se às verificadas na bacia hidrográfica, devido a proximidade em que se encontra. Os dados foram obtidos por meio de acesso a plataforma *online* de dados da Agência Nacional de Águas (ANA), portal “*Hidroweb*” cujas coletas são realizadas de forma convencional e com frequência diária. Findado o processo de aquisição, o procedimento seguinte consistiu na organização dos dados e construção de tabelas e gráficos que representassem as variações da precipitação pluviométrica durante período de fevereiro 2010 a novembro de 2013.

In situ foram obtidos os dados de SST correspondentes a estação E16A05 localizada na foz da bacia hidrográfica do Arroio Fundo (Figura 1). Esta aquisição consistiu na instalação de uma estação sedimentométrica de coleta automática desenvolvida pela ITAIPU Binacional, cuja amostragem ocorreu diariamente no mesmo período àquele mencionado na coleta dos dados de precipitação pluviométrica. O equipamento constitui-se de um turbidímetro caracterizado pelo fornecimento da quantidade de SST associada à vazão do canal em função da turbidez da água. Assim, a partir da medida de turbidez em foi aplicada a equação 1 no intuito de calcular os valores de TSS para cada coleta.

$$y = b e^{ax} \quad \text{Equação 1}$$

Onde: y é o TSS (mg/l); x é a turbidez em voltagem (mV) e; a e b são os coeficientes da equação.

No intuito de observar a relação existente entre a precipitação pluviométrica e os SST do Arroio Fundo foram calculados os acumulados pluviométricos referentes a até sete dias antecedentes a data de coleta do material suspenso. Cabe ressaltar que foram desconsiderados os intervalos quando não houve o registro de precipitação pluviométrica em até pelo menos um dia anterior, visto que a ausência de chuva pressupõe alterações



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

menores ou até inexistentes na turbidez da água, já que a entrada de sedimentos no canal fluvial praticamente não ocorre. Portanto, o volume de precipitação pluviométrica observado no sétimo dia caracterizou a soma dos volumes medidos pela estação nos seis dias antecedentes a data de coleta do SST, assim sucessivamente para o sexto, quinto, quarto, terceiro, segundo e primeiro dia.

Posterior a definição das amostragens de SST que caracterizaram eventos de precipitação pluviométrica sobre a bacia hidrográfica, em plataforma Excel efetivou-se o cálculo do Coeficiente de Determinação (R^2) sobre os acumulados para cada um dos sete dias e as respectivas quantidades de SST medidos durante os quatro anos de análise (2010 -2013). Finalmente a partir das planilhas desempenhou-se a construção dos gráficos correspondentes aos valores de R^2 diários e da variação dos SST durante o período estudado em função da precipitação pluviométrica.

3. Resultados e discussões

A influência da precipitação pluviométrica sobre a quantidade de material suspenso no Arroio Fundo, na perspectiva dos volumes acumulados em até 7 dias anteriores as respectivas datas de coleta de SST, pode ser observada na Figura 2. Segundo o cálculo do Coeficiente de Determinação entre as variáveis, o maior valor de R^2 compreendeu o segundo dia anterior, ou seja, dentre os 7 dias quando foram calculados os acumulados pluviométricos incidentes na bacia hidrográfica, as medidas de SST obtiveram determinação em aproximadamente 67% ($R^2= 0,67$) da precipitação pluviométrica acumulada em dois dias anteriores a data de coleta.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

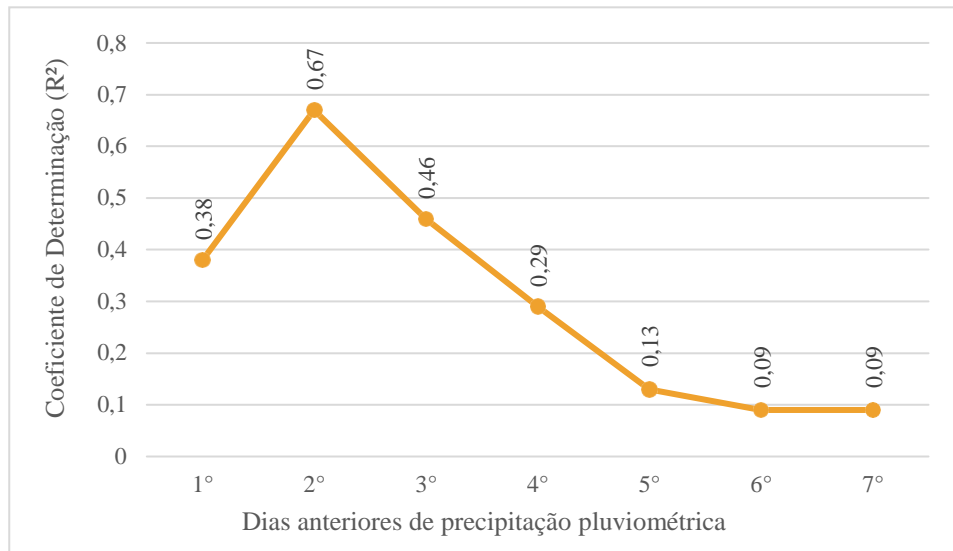


Figura 3. Coeficiente de Determinação (R²) para dados de precipitação pluviométrica referentes há até sete dias consecutivos antecedentes a data de coleta dos TSS no período de fevereiro de 2010 a outubro de 2013.

Ademais, a distribuição dos valores de R² para os 7 dias permite identificar a tendência de a determinação ser inexistente conforme o número de dias, que antecedem a data de coleta, aumenta. Ou seja, a partir do volume acumulado obtido no quarto dia até o sétimo dia antecedente, os coeficientes não desempenharam determinação devido a proximidade de seus valores a zero. Assim como o primeiro dia anterior que também obteve R² baixo, igual a 0,38 provavelmente associado ao tempo de resposta do canal fluvial em relação aos eventos de chuva ser maior, no caso de 2 dias.

Em trabalho realizado na bacia hidrográfica do Paquequer (26.900 hectares), no município de Teresópolis, RJ, Silveira e Ramos (2007) verificaram o tempo de resposta do canal principal entre dez e trinta e quatro horas, ou seja, entre um e dois dias. Visto que os dados de precipitação pluviométrica obtidos no presente estudo apresentaram frequência diária, cabe ressaltar a relativa semelhança dos resultados obtidos àqueles encontrados pelos autores apontados, uma vez que o melhor coeficiente compreendeu o segundo dia.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Noutra abordagem temporal foram observadas as variações da precipitação pluviométrica e a consequente resposta dos SST do Arroio Fundo no período de 2010 a 2013, conforme exposto na Figura 3. Como previamente determinado, os volumes acumulados de chuva registrados em dois dias antecedentes a data de coleta dos SST obtiveram alterações coincidentes na quantidade de material suspenso no canal fluvial, cujas oscilações estiveram dependentes de períodos secos e chuvosos.

A observação da oscilação da precipitação pluviométrica e dos SST (figura 3) possibilita identificar o longo período de menores volumes acumulados de chuva (de dezembro de 2010 a setembro de 2012) que antecedem os maiores acumulados (de setembro de 2011 a novembro de 2012) verificados durante o período. Segundo os dados disponibilizados pela *Golden Gate Weather Services* (<http://ggweather.com/enso/oni.htm>) no início de 2011 predominava o evento La Niña sobre o Brasil cuja intensidade caracterizava-se moderada, assim ocasionando os baixos acumulados pluviométricos observados na Figura 3. Frente a perda dessa intensidade, observa-se o aumento da precipitação pluviométrica e assim o aumento na quantidade de SST do Arroio fundo.

Calderon e Da Assunção Borsato (2017) em estudo da disponibilidade hídrica no município de Campo Mourão-PR frente a influência do fenômeno La Niña, constataram deficiência dos eventos de precipitação pluviométrica, caracterizadas como irregulares e abaixo do esperado. Além disso, os autores verificaram a maior intensidade do fenômeno nessa região (oeste do estado do Paraná) para longos períodos de duração.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

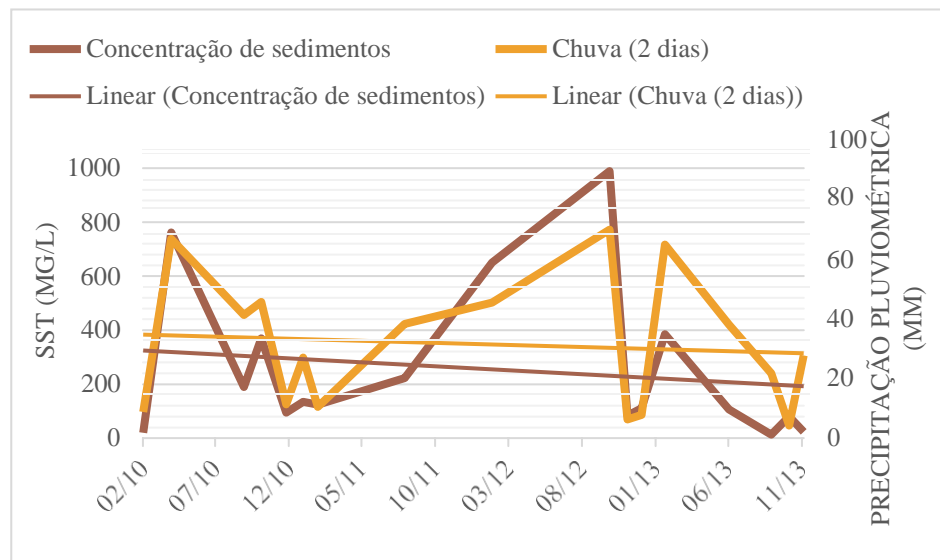


Figura 4. Variação dos SST e da precipitação pluviométrica durante o período de fevereiro de 2010 a novembro de 2013 na microbacia hidrográfica do Arroio fundo Paraná.

Segundo as linhas de tendência obtidas a partir da distribuição dos volumes de chuva ocorrentes em dois dias ocorrentes as respectivas datas de coleta dos SST observa-se a pequena diminuição das variáveis abordadas durante o período estudado. Desta forma, frente a condições de baixa alteração no uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica, pressupõe-se que a perda de sedimentos apresentou tendência de diminuição influenciada pela precipitação pluviométrica.

4. Considerações finais

De modo geral a concentração dos SST do Arroio Fundo respondeu ao efeito da precipitação pluviométrica sobre a superfície de sua bacia hidrográfica. A metodologia utilizada permitiu identificar o tempo de resposta do Arroio Fundo frente os eventos de chuva e o efeito de fenômenos climáticos ocorrentes durante o período de 2010 a 2013.

Dentre o intervalo de sete dias quando foram correlacionados volumes acumulados de precipitação pluviométrica para cada um dos dias, verificou-se o maior Coeficiente de Determinação para os dados obtidos no segundo dia anterior a data de



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

coleta dos SST. Além disso, posterior ao segundo dia, os coeficientes calculados desempenharam valores em ordem decrescente conforme o aumento do número de dias cujos valores estiveram próximos a zero a partir do quarto dia antecedente.

A interferência do fenômeno La Niña ocasionou menores volumes de precipitação pluviométrica durante o período estudado. Deste modo a influência do fenômeno obteve como consequência menores concentrações de SST na água do Arroio Fundo, uma vez que a ação da precipitação pluviométrica sobre as encostas da bacia hidrográfica esteve reduzida. Visto que o fenômeno perdeu força, foram observados volumes elevados de chuva e SST na água do canal fluvial.

Durante o período de 2010 a 2013 observou-se a redução nas quantidades tanto de precipitação pluviométrica incidentes na bacia hidrográfica como de SST no Arroio Fundo. Tal resultado pode estar atribuído ao evento de seca registrado entre 2011 e 2012 determinado pelo fenômeno La Niña, ocasionando assim menores volumes de chuva e consequentemente menores concentrações de material suspenso no canal fluvial.

Intervalos de sete dias quando não foram registrados eventos de precipitação pluviométrica restringiram em parte o número de amostras obtidas no presente estudo. Para obtenção de um maior número de amostras quando se registrou evento de chuva entre os sete dias, recomenda-se que sejam coletadas amostras de SST em datas que sucedem a incidência de precipitação pluviométrica assim como em distintas intensidades desta.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida durante o desenvolvimento deste trabalho e a ITAIPU Binacional pela concessão dos dados limnológicos do Arroio Fundo- PR.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Referências Bibliográficas

ABREU, C. H. M; CUNHA, A. C. Qualidade da água em ecossistemas aquáticos tropicais sob impactos ambientais no baixo Rio Jari – AP: Revisão descritiva. **Revista Biota Amazônica**. v. 5. n. 2. p. 119-131. 2015.

CALDERON, G.; DA ASSUNÇÃO BORSATO, V. O fenômeno La Niña e sua influência na disponibilidade hídrica no município de Campo Mourão-PR. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, v. 21, n. 1, p. 177-197, 2017.

HILDEBRANDT, A. et al. **Impact of pesticides used in agriculture and vineyards to surface and groundwater quality (North Spain)**. *Water Res.*, 42 (2008), p. 3315–3326, 2008.

MORGAN, R. P. C. **Soil erosion and conservation**. Oxford: Blackwell Publishing, 2005. 198p.

SILVEIRA, C.S.; RAMOS, J. A. S. Análise Espacial com SIG de Parâmetros Ambientais e Comportamento Hidrológico (Chuva-Vazão) de uma Bacia de drenagem Montanhosa na Serra Dos Órgãos: Bacia Do Paquequer, Município De Teresópolis, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 8, n. 1, 2007.