



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

## **AS FORMAS EROSIVAS LINEARES E SUAS RELAÇÕES COM AS FORMAÇÕES GEOLÓGICAS E DECLIVIDADES NA BACIA DO RIO CAPIVARA (SP)**

Alyson Bueno Francisco <sup>(a)</sup>

(a) Pós-doutorando em Geografia pela Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente.  
Email: alysonbueno@gmail.com

**Eixo:** Solos, paisagens e degradação

### **Resumo**

Este trabalho apresenta a análise sobre a distribuição geográfica das ravinas e boçorocas urbanas e rurais na Bacia do Rio Capivara, pertencente ao Médio Paranapanema, interior de São Paulo, a fim de relacionar com a espacialidade das condições topográficas e as formações geológicas. Os mapas de hipsometria, declividades, formações geológicas e distribuição das erosões urbanas e rurais e modelo digital de elevação foram gerados no Sistema de Informação Geográfica QGIS. Apesar da maior distribuição geográfica das feições erosivas lineares nas formações Vale do Rio do Peixe e Marília com substrato geológico arenítico, foi constatada a existência de boçorocas na Formação Serra Geral de substrato basáltico.

Palavras chave: boçorocas; SIG; Geologia; Topografia

### **Abstract**

This paper presents the analysis of the geographic distribution of the ravines and urban and rural gullies in the basin of the Capivara, belonging to the Middle Paranapanema, São Paulo, in order to relate to the spatiality of the topographical conditions and the geological formations. The maps of hipsometry, slopes, geological formations and distribution of urban and rural erosions and digital elevation model were generated in the geographic information System



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

QGIS. Despite the greater geographical distribution of linear formations erosive features Vale do Rio do Peixe and Marília sandstone geological substrate, was established the existence of gullies in the Serra Geral Formation of basalt substrate.

Key-words: gullies; GIS; Geology; Topography.

## 1. Introdução

As perdas de solo em ritmo acelerado nas áreas degradadas do Planalto Ocidental Paulista representam danos ambientais e econômicos. Estas perdas aceleradas de solo tornaram-se um fenômeno presente em inúmeras localidades no Estado de São Paulo com a formação de formas erosivas lineares (ravinas e boçorocas). De acordo com Almeida Filho et al. (2015) foram cadastrados 41.262 processos erosivos lineares em todo o Estado de São Paulo, sendo 30.953 boçorocas cadastradas.

Boin (2000) apresenta um estudo sobre a suscetibilidade ao desenvolvimento de ravinas e boçorocas a partir da erosividade das chuvas, considerando as regiões de Marília e Presidente Prudente com classes de muito altas e altas suscetibilidades.

Vieira (1978, p. 07) conceitua boçoroca: “[...] são depressões profundas circundadas por vertentes quase verticais que se alargam nas proximidades das cabeceiras devido à intensa atividade erosiva regressiva e se afunilam junto à foz do curso d’água que a percorre, cortando sedimentos arenosos de fraca coesão, sem apresentar forte declive longitudinal”. A conceituação sobre o processo de erosão remontante (ou regressiva) no desenvolvimento das boçorocas foi descrita por Rossato et al. (2008, p. 77): “[...] trabalho de escavação do canal realizado a partir de processos de escoamento superficial concentrado feito a partir da foz em direção às cabeceiras”.

As boçorocas são formas erosivas de grande porte que se desenvolvem geralmente em áreas de cabeceiras de drenagem com a ação das águas subsuperficiais (freático) por erosão interna (piping), possuindo um fundo chato e paredes íngremes. No boçorocamento ocorre uma ação conjugada das águas superficiais e subsuperficiais, cuja erosão produzida por águas subterrâneas pode ocasionar desmoronamentos que induzem a formação de uma morfologia de anfiteatros nas cabeceiras das drenagens (SALOMÃO, 1994).



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

Internacionalmente, a feição geomorfológica denominada boçoroca recebe inúmeras denominações em vários países, como: *cárcava* nos países hispânicos, *barroca* em países lusófonos, *donga* na África do Sul; *gully* nos Estados Unidos da América e *lavaka* em Madagascar (VIEIRA, 1978; DÍAZ, 2001).

No campo científico, os artigos apresentados por Ab'Sáber (1968) e Furlani (1969), respectivamente sobre as áreas degradadas em Franca-SP e Casa Branca-SP, mencionam o conceito de boçoroca, sendo ambos pesquisadores reconhecidos no campo das Geociências. Ab'Sáber (1968), sendo geógrafo, considera a boçoroca como “forma de lesões grotescas da paisagem”. Estas lesões presentes na paisagem são consideradas por Ab'Sáber (1968) como resultado de um processo inicialmente provocado pela dinâmica da percolação linear as águas subsuperficiais. A “morfologia dos buracões” observada na paisagem é considerada por Ab'Sáber (1968) como o resultado de um processo que remonta décadas da dinâmica da fisiologia da paisagem.

A partir de meados da década de 1990, alguns pesquisadores passaram a utilizar o conceito de voçoroca, e estes autores não apresentaram argumento científico para esta mudança conceitual. O conceito de “voçoroca” passou a ser amplamente utilizado no campo das Geociências nas últimas décadas. Isto está relacionado à filosofia da linguagem.

A filosofia da linguagem apresenta discussões a respeito da chamada “força do hábito”. Os filósofos empiristas Francis Bacon (1561-1626) e David Hume (1711-1776) apresentaram suas críticas aos vícios de linguagem e à causalidade. Hume (2009) considerava que para ocorrer o avanço de descobertas na ciência é necessário o ceticismo metodológico pelo emprego de métodos empíricos para buscar a compreensão dos fenômenos e evitar confiar apenas na causalidade e nas sucessões habituais. Bacon (1979) apresenta a teoria dos ídolos, sendo estes as formas que impedem o cientista de produzir novos conhecimentos, cujo “ídolo do foro”, em analogia ao Foro Romano como local de comércio na Roma Antiga, é



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

representado pelo costume e hábito da linguagem do cientista em depender de conceitos de sua época.

Francisco (2017) apresenta a aplicação das análises espaciais e temporais na escala local de um estudo sobre uma boçoroca urbana. Na escala de análise regional e local são crescentes os trabalhos sobre suscetibilidade à erosão linear.

As técnicas de Geoprocessamento favorecem a geração de cartografia detalhada das condições das bacias hidrográficas e os diagnósticos sobre os processos erosivos contribuem na gestão ambiental dos recursos hídricos para serem tomadas medidas para a recuperação das áreas degradadas.

## **2. Material e métodos**

### **2.1 Área de estudo**

A Bacia do Rio Capivara está localizada na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Médio Parapanema (UGRHI 17), possuindo como principais rios afluentes: Capivari, Alegre, Fortuna, Santo Inácio, Grande e Sapé. A bacia hidrográfica possui uma área de aproximadamente 3.462 km<sup>2</sup>, cujos rios afluentes possuem uma rede de aproximadamente 585 km de extensão em uma densidade de drenagem de apenas 0,17 km/km<sup>2</sup>.

De acordo com Fernandes e Coimbra (2000) a respeito das formações geológicas, aproximadamente 70% da bacia está localizada na Formação Vale do Rio do Peixe com substrato arenítico, aproximadamente 35% localiza-se em basaltos na Formação Serra Geral e 05 % localiza-se nos arenitos da Formação Marília. Sobre as formas de relevo, a bacia está localizada no Planalto Ocidental Paulista com a existência de colinas com maiores declividades nas áreas influenciadas pela Formação Marília em condições de topo dos



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

divisores de águas, e fundos de vale distribuídos em áreas fraturadas dos basaltos da Formação Serra Geral.

## 2.2 Procedimentos metodológicos

A base para a elaboração dos mapas da Bacia do Rio Capivara foi desenvolvida em ambiente dos Sistemas de Informação Geográfica QGIS versão 2.18 e IDRISI versão Andes. A base topográfica da bacia analisada foi obtida no sítio eletrônico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária originária da Shuttle Radar Topography Mission.

No ambiente QGIS foi gerado o mapa hipsométrico da bacia mantendo cinco classes de altitudes distribuídas desde a cota mínima de 300 m e uma classe com cotas maiores que 600 m. Neste mesmo SIG foi criado o mapa das formações geológicas com base vetorial do Serviço Geológico e os pontos de localização das erosões lineares foram fornecidos pela base elaborada pelo Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo em 2012.

No ambiente IDRISI foi gerado o mapa das declividades em graus através da rotina *Slope* presente no grupo *Surface Analysis*.

## 3. Resultados e discussão

A figura 01 apresenta o mapa de altitudes da bacia do Rio Capivara. Nota-se a presença de altitudes abaixo de 350 m nas áreas de planícies aluviais do Rio Capivara e seus afluentes. Em contrapartida, na área de nordeste da bacia foram apresentadas altitudes acima de 550 m em áreas de topos de colinas do Planalto de Marília.



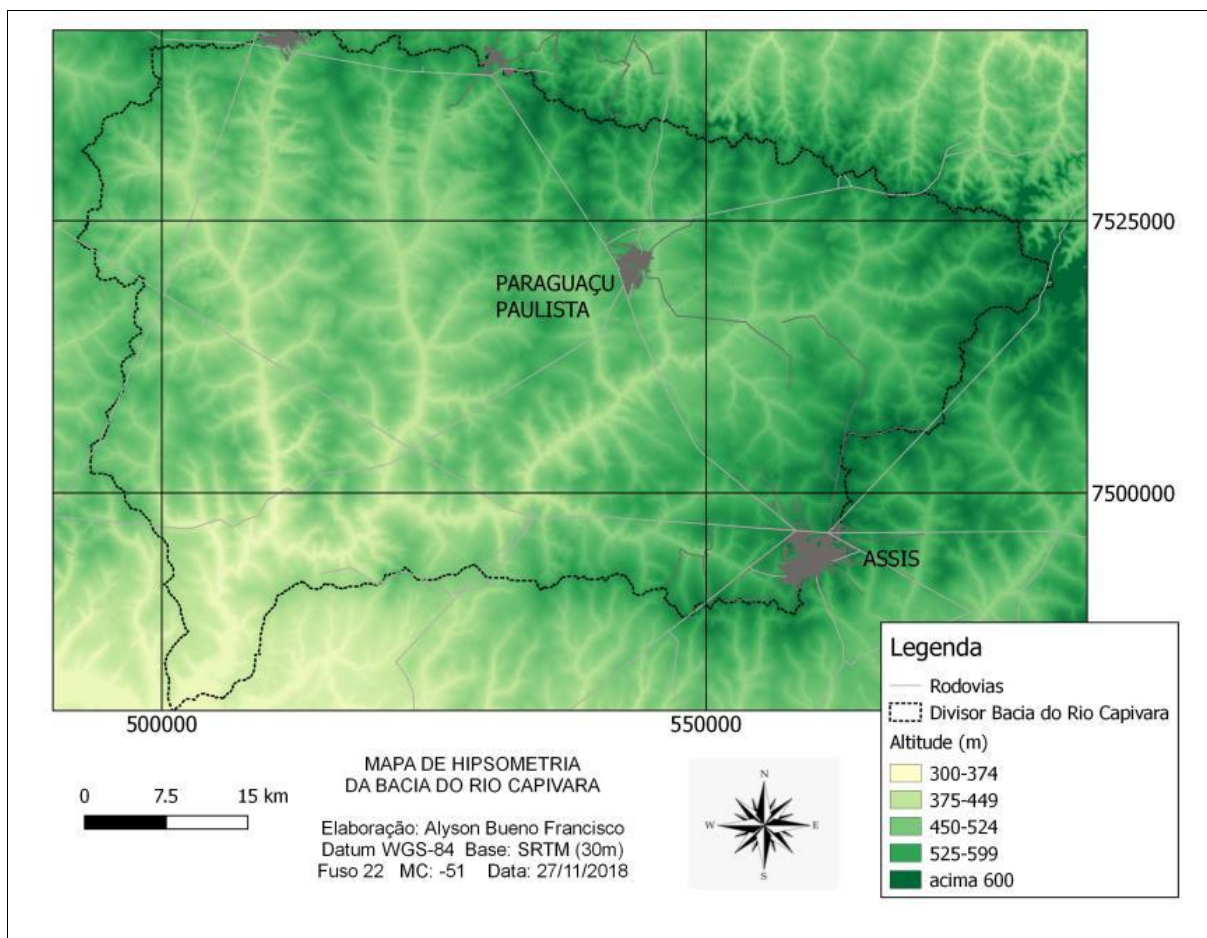
XVIII  
SBGFA

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 01 – Mapa hipsométrico da Bacia do Rio Capivara



A figura 02 apresenta o mapa das declividades na bacia do Rio Capivara. Na análise, notam-se declividades acentuadas acima de 30° no setor nordeste da bacia devida presença do relevo do Planalto de Marília, sendo uma parcela restrita da bacia presente nesta área, mas com a presença de boçorocas. No setor norte da bacia, nota-se a presença de declividades com aproximadamente 20° nas sub-bacias do Ribeirão Rancharia e Ribeirão Santo Inácio, com vertentes côncavas de suscetibilidade para o desenvolvimento de boçorocas.



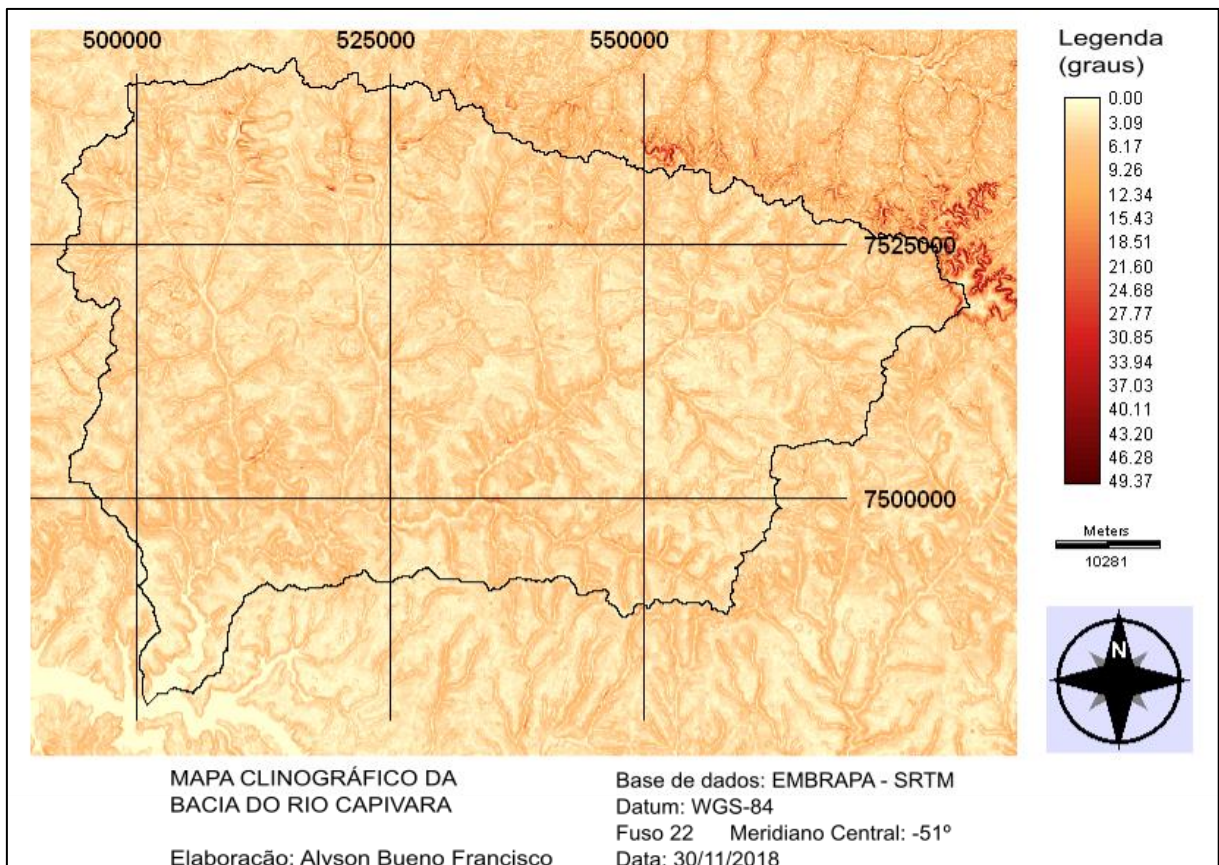
XVIII  
SBGFA

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 02 – Mapa clinográfico da bacia do Rio Capivara



A figura 03 apresenta o mapa das erosões lineares (ravinas e boçorocas) localizadas na bacia do Rio Capivara e as formações geológicas dos arenitos das formações Marília e Vale do Rio do Peixe e basaltos da Formação Serra Geral. Nota-se a presença de maior número de feições erosivas na Formação Marília na divisa norte da bacia do Rio Capivara com a bacia do Rio do Peixe. Em contrapartida, também são apresentadas feições erosivas na Formação Serra Geral, mesmo com uma tendência de baixa suscetibilidade dos solos argilosos originários do intemperismo da rocha basáltica. Em uma situação intermediária



XVIII  
SBGFA

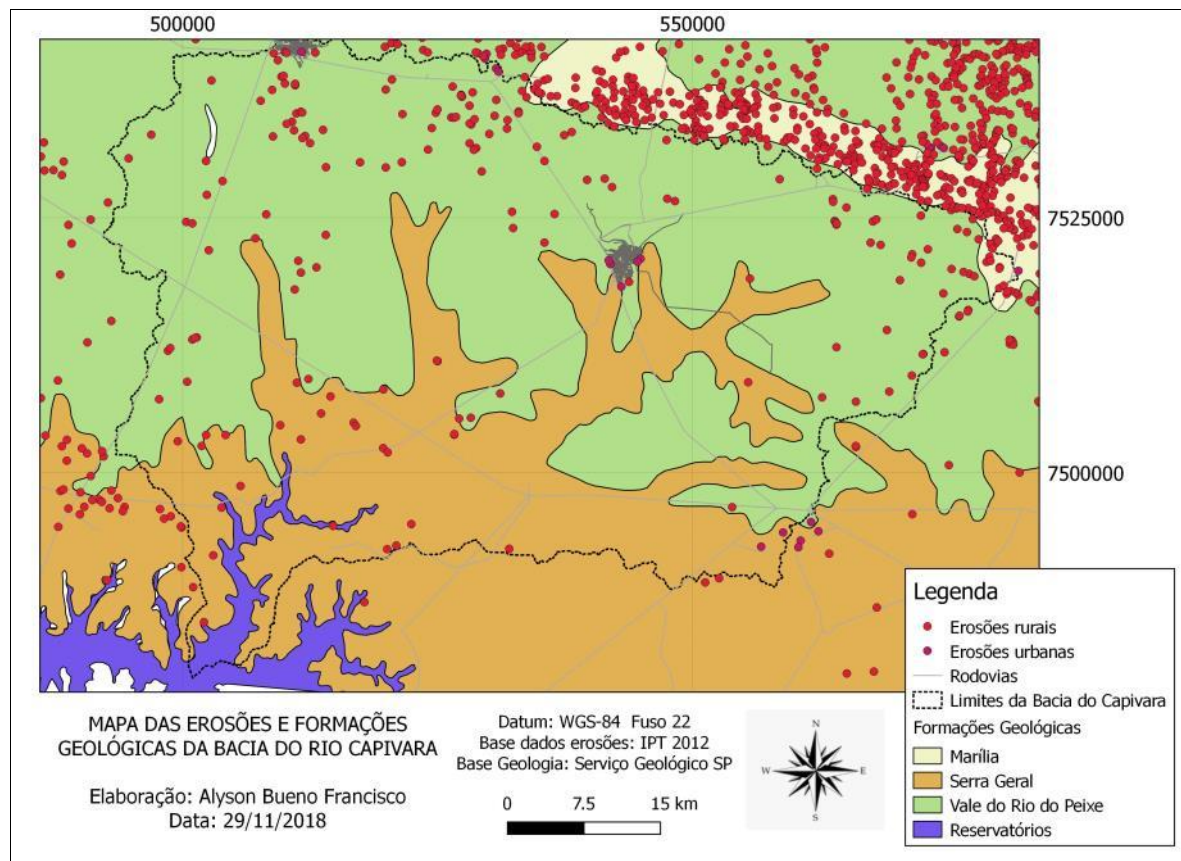
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

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

estão a presença de um número relativo de erosões lineares na Formação Vale do Rio do Peixe.

Figura 03 – Mapa das erosões lineares e formações geológicas na Bacia do Rio Capivara



A tabela 01 apresenta os números de boçorocas em relação às formações geológicas na bacia do Rio Capivara.





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

Tabela 01 – Boçorocas distribuídas na Bacia do Rio Capivara

Formação Geológica	Boçorocas rurais	Boçorocas Urbanas	Área da formação na bacia (ha)
Marília	14	-	17.310
Serra Geral	25	06	121.170
Vale do Rio do Peixe	122	07	207.720

Elaboração: Francisco, A. B. (2019).

Nota-se a presença de boçorocas urbanas na Formação Serra Geral, teoricamente com menor suscetibilidade à erosão pelos solos basálticos, e uma concentração das boçorocas rurais na Formação Vale do Rio do Peixe sendo a maior área presente na bacia.

#### 4. Considerações finais

As diferenciações geográficas das formações geológicas basálticas e sedimentares contribuem no mapeamento das erosões do tipo linear, pois a suscetibilidade à erosão está relacionada aos fatores geológicos, geomorfológicos, pedológicos, climáticos e mudanças no uso da terra, cujo trabalho apresenta enfoque da análise nos aspectos geológicos e de declividade como fator geomorfológico.

No caso das boçorocas rurais da bacia do Rio Capivara, nota-se uma concentração na Formação Vale do Rio do Peixe e a Formação Marília, apesar de sua alta suscetibilidade à erosão possui pequena área nesta bacia hidrográfica.

As atuais condições de degradação dos recursos hídricos intencionadas muitas vezes pelo desenvolvimento da erosão acelerada e falta das práticas de conservação do solo, tornam necessários os inventários para contribuir na gestão dos recursos hídricos.

As análises espaciais através das técnicas de Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica são fundamentais nos relatórios de cunho ambiental e social sobre as vulnerabilidades diante dos cenários atuais e futuros. Os bancos de dados sobre as bacias hidrográficas contribuem na atualização e monitoramento das informações geográficas 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

modo que as análises geológicas e topográficas contribuem nas condições hidrológicas das vertentes e estudos aprimorados dos processos de perdas de solo.

Os estudos em escala local através das particularidades de cada bacia hidrográfica ganham repercussão nas pesquisas em Geografia Física juntamente com os avanços no campo das Geotecnologias.

## 5. Agradecimentos

O autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de pós-doutorado e pela supervisão do Prof. Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli.

## 6. Referências

AB'SÁBER, A. N. As boçorocas de Franca. **Revista da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Franca**, p. 05-27, 1968.

ALMEIDA FILHO, G. S.; COSTA, S. B.; HELLMEISTER JÚNIOR, Z.; GOMES, C. L. R.; FROTA, A. S. Processos erosivos lineares no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Natal, 35., **Anais...**, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

BACON, F. **Novum Organum**: ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza. São Paulo, Abril Cultural, 1979, tradução de José Aluysio Reis de Andrade.

BOIN, M. N. **Chuvras e erosões no Oeste Paulista**: uma análise climatológica aplicada. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Universidade Estadual Paulista, 2000, 220f.

DÍAZ, J. S. **Control de erosión en zonas tropicales**. Bucaramanga, Universidad Industrial del Santander, 2001.

FERNANDES, L.; COIMBRA, M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**, n. 04, v. 30, p. 717-728, 2000.



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

FRANCISCO, A. B. **A erosão periurbana em Rancharia-SP**: a análise espaço-temporal e as propostas de recuperação da boçoroca do Córrego do Grito. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2017, 201f.

FURLANI, G. M. As boçorocas de Casa Branca e seu significado geomorfológico. **Geomorfologia**, Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, p. 12-15, 1969.

HUME, D. **Tratado da natureza humana**: uma tentativa de introduzir o método experimental de raciocínio nos assuntos morais. 2.ed. São Paulo, Editora da UNESP, 2009, tradução de Débora Danowski.

ROSSATO, M. S.; BELLANCA, E. T.; FACHINELLO, A.; CÂNDIDO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A. **Terra**: feições ilustradas. 3.ed. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

SALOMÃO, F. X. T. **Processos erosivos lineares em Bauru (SP)**: regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. Tese (Doutorado em Geografia Física), Universidade de São Paulo, 1994, 220 f.

VIEIRA, N. M. **Estudo geomorfológico das boçorocas de Franca, SP**. Franca: Instituto de História e Serviço Social, Universidade Estadual Paulista, 1978.