

**Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura
(Organizadores)**



EDUCAÇÃO, MEIO AMBIENTE E TERRITÓRIO 3

Atena
Editora
Ano 2019

Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura
(Organizadores)

Educação, Meio Ambiente e Território 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E24	Educação, meio ambiente e território 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Felipe Santana Machado, Aloysio Souza de Moura. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Educação, Meio Ambiente e Território; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-144-2 DOI 10.22533/at.ed.442192102 1. Divisões territoriais e administrativas 2. Educação ambiental. 3. Meio ambiente – Preservação. 4. Geologia. I. Machado, Felipe Santana. II. Moura, Aloysio Souza de. CDD 320.60981
-----	--

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Território é um dos termos mais utilizados pela Geografia, pois está intimamente relacionado aos sistemas de formação e transformação do espaço geográfico. Esta definição pode variar segundo a corrente de pensamento, e ou da abordagem que se realiza, mas a concepção mais comumente acolhida, o relaciona ao espaço delimitado a partir de uma associação de poder, seja político, religioso entre outros.

Na atualidade, o termo território é contemplado, nas mais diversas pesquisas e abordagens, como um espaço demarcado pelo uso de fronteiras – desnecessariamente visíveis – e que se fixa a partir de uma expressão e imposição de poder, contudo, desigualmente das concepções anteriores, o território pode se mostrar em múltiplas escalas, não possuindo necessariamente uma natureza política, mais também climáticas, vegetacionais e edáficas. A obra “Educação, Meio ambiente e Território” apresenta uma série de livros de publicação da Atena Editora. Em seu terceiro volume, com 27 capítulos, enfatizamos estudos sobre território, com destaque aos estudos de solos e geotécnicos, a influência de estudos erosivos para manutenção de aspectos geológicos e geográficos, e uma série de estudos de viabilidade hídrica, tanto superficiais quanto subterrâneos.

Acreditamos ser extremamente oportuno apresentar um primeiro capítulo que aborde uma temática tão atual (Jan 2019), uma vez que o Brasil tem sofrido com inúmeros desastres ambientais por parte de mineradoras localizadas no estado de Minas Gerais que não tem a destinação correta para seus rejeitos. O desastre de Mariana em novembro de 2015 e mais recentemente o desastre de Brumadinho são considerados os maiores desastres desta categoria do Brasil, pois além das perdas humanas, afetou inúmeras cidades ao longo das bacias hidrográficas do Rio Doce e Vale do São Francisco, os deixou sem água potável, dizimou grande parte da biodiversidade, e gerou um grande impacto nos estados nos quais perpassaram com influências visíveis inclusive no oceano Atlântico.

E por fim, finalizamos esse volume apresentando informações sobre danos físicos ao ambiente, mitigação de impactos ambientais, bem como técnicas de sensoriamento remoto e análises multitemporais sobre áreas de cultivo e florestais. Dessa forma, conseguimos elencar uma grande gama de aspectos relacionados ao território que não foram antes mencionadas em trabalhos científicos de forma a construir uma base de exemplos/metodologias que podem ser seguidos(as) e utilizadas como base para tomada de decisão dentro das diferentes esferas governamentais e científicas.

Esperamos que esta obra possa contribuir com o conhecimento sobre o território e com artífices ambientais para a sua preservação. Mesmo cientes da existência dos problemas mencionados nos diferentes capítulos, as informações normalmente são veiculadas de formas mais populares em detrimento de informações científicas. Isso interfere na opinião pública que ignora ou esquece problemas tão graves e que terão consequências ao longo de dezenas ou até centenas de anos. Acredita-se que

a informação presente nesse volume três possa estimular boas práticas que poderão ser disseminadas para evitar maiores problemas de ordem territorial e ecológica.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
VILA DE ITAPINA E OS LAÇOS COMO O RIO DOCE: REGISTROS DE MEMÓRIA APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS DE FUNDÃO (SAMARCO/VALE/BHP)	
Bianca Pavan Piccoli Maria Cristina Dadalto Patrícia Pavesi Sônia Missagia Matos Leonardo Nunes Aranha Douglas dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4421921021	
CAPÍTULO 2	18
ASPECTOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS PARA IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM ITAÍBA NO ESTADO DE PERNAMBUCO	
Hosana Emilia Abrantes Sarmiento Leite Rafaella Teixeira Miranda Maiara de Araújo Porto Túlio Martins de Lima Natália Milhomem Balieiro	
DOI 10.22533/at.ed.4421921022	
CAPÍTULO 3	35
ANÁLISE DO SOLO LOCALIZADO NA REPRESA DO RIO TAPAJOS NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA	
Derek Leão Monteiro Eliana Costa Seabra Jamilly Rocha de Araújo Wesley Leão Monteiro	
DOI 10.22533/at.ed.4421921023	
CAPÍTULO 4	41
ESTIMATIVA DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO SERRA GERAL EM BOA VISTA DAS MISSÕES - RS	
Willian Fernando de Borba Gabriel D'Ávila Fernandes José Luiz Silvério da Silva Bruno Acosta Flores Mirta Teresinha Petry Lueni Gonçalves Terra	
DOI 10.22533/at.ed.4421921024	
CAPÍTULO 5	49
LEVANTAMENTO DE SOLOS DO JARDIM BOTÂNICO DE PORTO ALEGRE	
Edsleine Ribeiro Silva Luis Fernando da Silva Paulo César do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.4421921025	

CAPÍTULO 6 57

SUBSÍDIOS GEOLÓGICOS PARA O PLANEJAMENTO URBANO E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE IGREJINHA/RS

Saulo Borsatto
Norberto Dani
Rafael da Rocha Ribeiro
Nelson A. Lisboa

DOI 10.22533/at.ed.4421921026

CAPÍTULO 7 71

USO DO XRF EM AMOSTRAS DE SOLO DA COMUNIDADE ILHA DIANA – SANTOS, SP

Larissa Felicidade Werkhauser Demarco
Alexandre Muselli Barbosa
Marcos Jorgino Blanco
Amanda Figueredo Fonseca
Leonardo Silveira Takase
Luiza de Araújo João Sobrinho
Felipe Ian Strapasson Saldias

DOI 10.22533/at.ed.4421921027

CAPÍTULO 8 79

VERIFICAÇÃO DA ADESÃO EM SOLO GRAMPEADO OBTIDA ATRAVÉS DE ENSAIOS DE ARRANCAMENTO COMPARADOS COM MÉTODOS EMPÍRICOS

Rodrigo Rogério Cerqueira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.4421921028

CAPÍTULO 9 91

PROCESSOS EROSIVOS HÍDRICOS LINEARES DOS TIPOS RAVINA E BOÇOROCA

Gerson Salviano de Almeida Filho
Geraldo Figueiredo de Carvalho Gama Júnior

DOI 10.22533/at.ed.4421921029

CAPÍTULO 10 100

COMPARED BACKGROUND AND REFERENCE VALUES IN SOURCES OF CADMIUM-ENRICHED SOILS FROM BRAZIL

Fernando Machado de Mello
Essaid Bilal
Gustavo Neves
Maria Eduarda Loureiro dos Reis Teodoro
Thiago Peixoto de Araujo

DOI 10.22533/at.ed.44219210210

CAPÍTULO 11 113

CORRELAÇÕES DE RESISTÊNCIA PARA ALGUMAS ROCHAS METAMÓRFICAS DO ESTADO DE MINAS GÉRIAS, SUDESTE DO BRASIL

Klinger Senra Rezende
Daniel Silva Jaques
Eduardo Antônio Gomes Marques

DOI 10.22533/at.ed.44219210211

CAPÍTULO 12 123

CARACTERIZAÇÃO DAS FRAÇÕES DE FÓSFORO NO SEDIMENTO SUPERFICIAL DOS RIOS ARACAÍ, CARAMBEÍ E GUAÇU NA CIDADE DE SÃO ROQUE/SP

Sâmia Rafaela Maracaípe Lima
Mainara Generoso Faustino
Eddy Bruno dos Santos
Tatiane Bernardino Seixas Carvalho da Silva
Maria Aparecida Faustino Pires
Marycel Elena Barboza Cotrim

DOI 10.22533/at.ed.44219210212

CAPÍTULO 13 137

ANÁLISE DAS RELAÇÕES IÔNICAS COMO PARTE DA ANÁLISE HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS À OESTE DO RIO GUANDU - BAIXADA FLUMINENSE - RJ

Isabela Martins Itabaiana
Décio Tubbs Filho
Patrick Aloe Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.44219210213

CAPÍTULO 14 147

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DAS ÁGUAS E DOS SEDIMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AURÁ (RMB) ENTRE OS ANOS DE 2002 A 2018

Gilmar Wanzeller Siqueira
Fabio Marques Aprile
Arthur Araújo Ribeiro
Alda Lucia da Costa Camelo
Alzira Maria Ribeiro dos Reis
Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.44219210214

CAPÍTULO 15 164

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE INTRÍNSECA A CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO EM SALVADOR DO SUL – RS

Jauana Marilise do Nascimento Riegel
Gabriel D'Ávila Fernandes
Pedro Daniel da Cunha Kemerich
José Luiz Silvério da Silva

DOI 10.22533/at.ed.44219210215

CAPÍTULO 16 171

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS DE CONSUMO POTÁVEL NA CIDADE DE BELÉM-PA

Milene Pereira Mendes
Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

DOI 10.22533/at.ed.44219210216

CAPÍTULO 17 180

DETERMINAÇÃO DA CURVA CHAVE PARA UM TRECHO DO RIO DA PRATA-RS

Franciele Priori
Sara Regina Sperotto
Taison Anderson Bortolin

DOI 10.22533/at.ed.44219210217

CAPÍTULO 18 187

EROSÃO HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE, SÃO PAULO, BRASIL

Gerson Salviano de Almeida Filho
Zeno Hellmeister Júnior

DOI 10.22533/at.ed.44219210218

CAPÍTULO 19 198

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL SOBRE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NA BACIA HIDROGRÁFICA TAQUARI ANTAS

Tuane de Oliveira Dutra
Pedro Antonio Roehe Reginato
Vinícius Menezes Borges
Marcos Imério Leão
Gustavo Barbosa Athayde

DOI 10.22533/at.ed.44219210219

CAPÍTULO 20 208

COMPARISON OF TWO TECHNOLOGIES APPLIED IN A MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANT: PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS AND CYTOGENOTOXICITY EVALUATION

Thaís Dalzochio
Fernando Hamerski
Nicole Giovanna Gross
Günther Gehlen

DOI 10.22533/at.ed.44219210220

CAPÍTULO 21 216

DANOS AO MEIO FÍSICO NA URBANIZAÇÃO DE SANTARÉM-PA: ESTUDO DE CASO NO BAIRRO SANTARENZINHO

Eduardo Francisco da Silva
Arthur Iven Tavares Fonseca
Anderson Conceição Mendes
Fábio Góis da Mota

DOI 10.22533/at.ed.44219210221

CAPÍTULO 22 225

PREVISÃO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS A ATIVIDADES DE CORTE E ATERRO

Christiane Ribeiro Müller
Flávia Cauduro

DOI 10.22533/at.ed.44219210222

CAPÍTULO 23 231

ESTUDOS GEOTÉCNICOS COMO SUBSÍDIO PARA CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E PROPOSIÇÃO DE TRILHAS INTERPRETATIVAS DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrick Aloe Teixeira
José Miguel Peters Garcia
Isabela Martins Itabaiana

DOI 10.22533/at.ed.44219210223

CAPÍTULO 24 242

TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO UTILIZADAS NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM LAVOURAS, ANÁLISE PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARI/RS

Bruno Zucuni Prina

Patrícia Ziani

Romario Trentin

DOI 10.22533/at.ed.44219210224

CAPÍTULO 25 252

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO DESMATAMENTO POR NDVI DO MUNICÍPIO DE RONDON DO PARÁ NOS ANOS DE 2007 E 2017

Juliana Fonseca Cardoso

Isabela Loiane Carvalho Teixeira

José Cicero Pereira Júnior

Taissa Nery Ferreira

Denison Lima Correa

DOI 10.22533/at.ed.44219210225

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 259

PROCESSOS EROSIVOS HÍDRICOS LINEARES DOS TIPOS RAVINA E BOÇOROCA

Gerson Salviano de Almeida Filho

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas,
Tecnólogo Civil, MSc
(11) 3767-4643, gersaf@ipt.br

Geraldo Figueiredo de Carvalho Gama Júnior

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas,
Engenheiro Civil
(11) 3767-4434, ggama@ipt.br

RESUMO: O entendimento do comportamento dos processos erosivos hídricos lineares permite destacar dois tipos de maior importância: as ravinas e as boçorocas. Uma ravina é o resultado do escoamento superficial, enquanto uma boçoroca é o canal esculpido pelo afloramento do lençol freático no fundo da incisão e também pelo escoamento superficial. Por isso, a diferenciação entre ravina e boçoroca tem uma considerável importância, já que as boçorocas necessitam de medidas de maior envergadura para sua contenção.

PALAVRAS-CHAVE: Erosão do solo; Boçoroca, Ravina, Voçoroca.

ABSTRACT: The understanding of the behavior of linear erosion allows highlight two more important types: ravines and gullies. A ravine would be the result of runoff while gully would be the channel carved by outcropping of

groundwater in the bottom of the incision. Thus, differentiation between the ravine and gully is of considerable importance, since gullies requires more extensive measures for its control, often involving engineering works, especially when affect cities and roads.

KEYWORDS: Soil erosion; Gully; Ravines.

1 | INTRODUÇÃO

O tema erosão dos solos é tratado por diversas áreas do conhecimento: Agronomia, Engenharia Civil, Geologia e outras. O entendimento do comportamento dos processos erosivos hídricos lineares permite destacar dois tipos de maior importância: as ravinas e voçorocas. Uma ravina é o resultado do escoamento superficial, enquanto uma boçoroca é o canal esculpido pelo afloramento do lençol freático no fundo da incisão e também pelo escoamento superficial. Por isso, a diferenciação entre ravina e boçoroca tem uma importância considerável, já que as boçorocas necessitam de medidas de maior envergadura para sua contenção.

A evolução de áreas intensamente afetadas pela erosão apresenta normalmente, um primeiro estágio de erosão laminar intensa, que leva à formação de sulcos rasos e

profundos. Não havendo medidas de combate, os sulcos podem crescer rapidamente formando ravinas de portes variados. Se as condições dos terrenos forem favoráveis, as ravinas podem se aprofundar até atingir o nível d'água subterrânea. Neste estágio, passa a se desenvolver a boçoroca (ou voçoroca), que evolui de modo acelerado e complexo em função da ação combinada das águas superficiais e subterrâneas. Os conceitos dos processos de erosão, do tipo ravina e boçoroca, são muito discutidos entre os pesquisadores da geografia e geologia e, também, pelos pesquisadores das áreas de engenharia civil e agronomia, cuja diferenciação desses processos é fundamental na elaboração dos projetos de estabilização e contenção, visto que, no caso das boçorocas há necessidade da adoção de medidas de maior envergadura, principalmente quando atingem cidades, estradas e ferrovias.

Para não haver confusões quanto ao que cada conceito se refere, é necessário buscar a fundamentação teórica de vários autores que trabalham na área de erosão de solos e com diferentes formações e, assim, deixar mais claro o que se entende por processos erosivos.

2 | CONCEITOS DE EROSÕES

O conceito de erosão está associado a processos de desgaste da superfície do terreno, desencadeado pelo escoamento da água superficial com caráter mais contínuo e gradativo, por meio da desagregação, transporte e deposição dos materiais alterados que compõem o solo (IPT, 1986; ALMEIDA FILHO, 2000; GUERRA, 2005; TOMINAGA et al., 2009). Tal situação provoca a produção de grande quantidade de sedimentos que contribui para o assoreamento de cursos d'água e reservatórios de abastecimento e, conseqüentemente, favorece a ocorrência de inundações e a danificação de infraestruturas rurais e urbanas (DAEE, 1989; ALMEIDA FILHO, 2000; LEPSCH, 2002; IPT, 2012).

Conceitualmente, é importante distinguir os processos de erosão por escoamento laminar dos processos de erosão linear acelerada, estes últimos envolvem a movimentação de grandes massas de solo e sedimentos, conhecidos no Brasil como sulcos, ravinas e boçorocas.

2.1 Erosão do tipo Laminar

Na erosão laminar ou em lençol, o escoamento das águas pluviais pode formar pequenos filetes generalizados em extensas áreas, que resulta na remoção progressiva e relativamente uniforme dos horizontes superficiais de solo.

Esse tipo de erosão é extremamente atuante em áreas de uso agrícola, onde os solos apresentam-se desnudos em determinadas épocas do ano, antecedendo ao período de plantio (VALLE JUNIOR, 2008), na área urbana também ocorre esse tipo de processo na expansão da cidade por meio de abertura de novos loteamentos e bairros

sem infraestrutura. De acordo com CASTRO et al. (2004), a água de chuva provoca a erosão laminar por meio do impacto das gotas sobre a superfície do solo, caindo com velocidade e energia variáveis, e por meio de escoamento da enxurrada. Sua ação erosiva depende da distribuição pluviométrica e sua intensidade. A erosão laminar remove lentamente as finas camadas superficiais do solo de modo imperceptível, que pode ser observada quando, em culturas perenes, as raízes tornam-se expostas.

2.2 Erosão do tipo Sulco

As erosões em sulcos são pequenas incisões em forma de filetes muito rasos e ocorrem nas linhas de maior concentração das águas de escoamento superficial. Sulcos são pequenas incisões em forma de filetes muito rasos representados por áreas onde ocorrem erosão laminar muito intensa. Este processo ocorre nas linhas de maior concentração das águas de escoamento superficiais, resultando em pequenas incisões no terreno. Os sulcos podem passar despercebidos até que comecem a interferir no trabalho de preparo do solo nas áreas agrícolas e nas áreas urbanas ocorrem na expansão da cidade com a implantação dos novos loteamentos e ruas sem pavimentação. Possui fácil controle, porém, se os sulcos não forem bem contidos podem aprofundar-se, originando ravina.

2.3 Erosão do tipo Ravina

A ravina é um sulco profundo no solo provocado pela ação erosiva da água de escoamento superficial concentrado, e que não pode ser combatido pelos métodos mais simples de conservação de solo na área rural e, na área urbana, com medidas estruturais. Os seus mecanismos envolvem movimentos de massa, representados pelos pequenos deslizamentos que provocam o alargamento da feição erosiva e também seu avanço remontante. As ravinas têm as seguintes características: formato em “V”; normalmente de forma alongadas, mais compridas que largas e com profundidades variáveis; raramente são ramificadas e não chegam a atingir o nível d’água subterrânea (OLIVEIRA, 1994; CERRI et al., 1997); o desenvolvimento lateral se dá pelo escoamento das águas pluviais no seu interior, provocando erosão no pé do talude e, conseqüentemente, ocorre o deslizamento.

Existe uma tendência em que se considera uma profundidade mínima para as ravinas em torno de 30 cm, (TRICART, 1977) ou 50 cm (IMESON e KWAAD, 1980). GUERRA (1994) também apresenta uma diferenciação cuja proposta é de que as ravinas podem ser obliteradas por máquinas agrícolas. Ao considerar que os sulcos e ravinas são originados pelo escoamento concentrado das águas superficiais e, ao haver a interceptação do lençol freático, existe uma somatória de processos erosivos superficiais e subsuperficiais, fazendo com que a forma erosiva atinja grandes dimensões e passe a denominar-se boçoroca (SALOMÃO, 1994), desenvolvendo processos/fenômenos como “*piping*”, liquefação de areias, deslizamentos, e outros.

De acordo com GUERRA et al. (1999) e OLIVEIRA (1999), aspectos importantes para o desenvolvimento das ravinas e boçorocas dependem da conjugação de fatores naturais, como a pluviosidade, o tipo de solo, o relevo, e o uso e ocupação das terras.

O progresso do ravinamento pode atingir o lençol freático. Nesta etapa, intervêm processos ligados à circulação das águas de subsuperfície, fazendo com que o ravinamento atinja grandes dimensões e a forma passe a ser denominada boçoroca.

2.4 Erosão do tipo Boçoroca

A palavra boçoroca provém do tupi-guarani “ibi-çoroc”, e tem o significado de terra rasgada (PICHLER, 1953), ou então de “mbaê-çorogca”, traduzível por coisa rasgada (FURLANI, 1980). A origem indígena da palavra vem ao encontro do fato de que essas feições são reconhecidas de longa data, tendo sido descritas pela primeira vez em 1868 por Burton (PONÇANO e PRANDINI, 1987; FURLANI, 1980).

A erosão em boçoroca é a mais grave porque envolve mecanismos mais complexos, ligados aos fluxos superficiais e também subsuperficiais da água infiltrada no solo. Frequentemente apresentam fluxo de água livre e contínuo no seu fundo, alimentado pelo “vazamento” do lençol freático, que, nesse caso foi interceptado pelo rasgo da terra, e que fica minando nas suas paredes (taludes) na forma de surgências ou por meio de verdadeiras tubulações naturais chamadas de dutos ou piping, como o fenômeno é conhecido internacionalmente (CASTRO et al., 2004). Segundo IWASA e PRANDINI (1982), boçorocas seriam ravinas profundas de erosão, que se originam preferencialmente ao longo de linhas de drenagem, desenvolvendo-se tanto em sedimentos coluviais ou aluviais, como em solo residual, em encostas naturais, por ação erosiva combinada entre as águas superficiais e subterrâneas.

Segundo PRANDINI (1985), uma explicação para o fato de não se enfrentar a erosão provocada pelas águas no subsolo e outras particularidades específicas, pode ser encontrada nas tecnologias internacionais disponíveis para analisar e corrigir fenômenos, nos quais o controle das águas superficiais do terreno é tido como o único ou mais importante mecanismo de erosão. Como tais técnicas de análise e correção são de domínio universal, e como a ação erosiva das águas do subsolo tem sido registrada muitas vezes como sazonal, permite-se supor que a influência da água subsuperficial, bem como os demais fatores próprios de solos, possam também ter sido subestimados na caracterização de ravinas em outros países com geologia e climas comparáveis às áreas onde no Brasil desenvolvem-se as boçorocas. Esta ação pode ser determinante quando, por meio de “piping”, uma surgência d’água dá origem a um túnel (entubamento) simples ou ramificado, o qual gera uma depressão por desabamento do solo que capeia a cavidade (FURLANI, 1980). Tal fato só pode ser detectado nas fases iniciais de sua implantação, pois, em pouco tempo, a própria evolução do fenômeno torna-o indistinguível de uma boçoroca originada por entalhe superficial (PRANDINI, 1985). ALMEIDA FILHO et al. (1993) estudando a evolução

acelerada da erosão do Parque Bauru, na área urbana do município de Bauru, também enfatizam a ação complexa e conjunta das águas superficiais e subsuperficiais. Segundo SÁ (2001) apud SILVA (2003) a ação do “piping” provoca a remoção de partículas do interior do solo, formando canais que evoluem em sentido contrário ao do fluxo d’água, podendo dar origem a colapsos do terreno, com desabamentos e escorregamentos que alargam e criam ramificações.

Na bibliografia, a maioria dos autores menciona o fenômeno do “piping” como o mais importante processo de evolução da boçoroca, mas nestas condições há pouco aprofundamento para entender os mecanismos deste fenômeno. É fundamental estudar a evolução da boçoroca, entendendo o comportamento do lençol freático na bacia de contribuição com análise das vertentes.

3 | CONSIDERAÇÕES

A Geologia de Engenharia, “especialização que enfoca as relações biunívocas entre o homem e o meio físico geológico” (RUIZ e GUIDICINI, 1998), pode e deve cumprir importante papel voltado à minimização dos impactos ambientais e à recuperação do ambiente, agregando as diferentes áreas do conhecimento que respondem pela solução de problemas de engenharia e meio ambiente (SALOMÃO et al. 2012). As erosões do tipo sulcos e ravinas não apresentam ramificações, em compensação as boçorocas ou voçorocas apresentam uma ou várias ramificações integrando-se ao ramo principal e destruindo grandes áreas de pastagens, culturas, bens públicos e moradias e tendo como consequência a jusante o assoreamento das drenagens. BACELLAR (2000) também aponta que a classificação mais utilizada no Brasil tem sido a do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, que diferencia as ravinas das boçorocas pelo fato da segunda atingir o lençol freático, que implica em hidrodinâmicas diferentes, embora admitam que uma ravina possa evoluir para boçoroca quando o nível do freático é interceptado, o que não significa que a dinâmica de todo o foco erosivo seja esta.

Nos estudos dos processos de boçorocamento na bacia hidrográfica do Ribeirão Vai Vem (Ipameri-GO) foram definidas como incisões que têm a presença do fluxo permanente, e as ravinas como incisões sem a presença do lençol freático, observando também que na boçoroca há a atuação tanto do fluxo superficial como do fluxo subsuperficial, enquanto as ravinas estão ligadas ao fluxo superficial (ROCHA, 2012).

Quanto à denominação ravina ou boçoroca vários pesquisadores (PICHILER, 1953; RODRIGUES, 1982; IPT, 1986; SALOMÃO, 1994 E 1999; OLIVEIRA, 1994; CANIL, 2000; ALMEIDA FILHO, 2000; CASTRO et al. 2004, CASTRO, 2005; ALMEIDA et al. 2005; CAMAPUM de CARVALHO et al., 2006) indicam que a erosão tipo ravina é desencadeada basicamente pelo escoamento concentrado das águas pluviais, enquanto a passagem para boçoroca se dá quando aflora o lençol freático, com tendência a alargar-se e aprofundar-se, até atingir o seu equilíbrio dinâmico. Na

erosão do tipo boçoroca, a evolução lateral e remontante por meio de “piping” não requer a ação da chuva, conforme relata SALOMÃO (1999). O fenômeno de “piping” provoca a remoção de partículas do interior do solo formando canais que evoluem em sentido contrário ao do fluxo de água, podendo dar origem a colapsos do terreno, com desabamentos que alargam a boçoroca ou criam novos ramos.

Conforme BIGARELLA e MAZUCHOWSKI (1985), a boçoroca ou voçoroca é nitidamente um fenômeno hídrico, envolvendo a ação das águas superficiais e subsuperficiais e o seu início se dá a partir da concentração de água na superfície da vertente, a princípio com pequenos regos, que tendem a evoluir para sulcos e ravinas cada vez mais profundos, até encontrar o lençol freático. Concorde-se com SALOMÃO (1994) e ALMEIDA FILHO e RIDENTE JÚNIOR, (2001) que reafirmam que “o piping é uma erosão interna que provoca a remoção de partículas do interior do solo, formando “tubos” vazios que provocam colapsos e escorregamentos laterais do terreno, alargando a boçoroca ou criando novos ramos”.

Finalmente, há boçorocas que se apresentam conectadas a ravinas em sua cabeceira ou em suas bordas laterais, cuja tendência é de se aprofundarem e se integrarem ao fenômeno do boçorocamento. Apesar do papel da ação das águas subterrâneas ter sido destacado por vários autores, ele não tem sido considerado nos projetos da maioria das obras de contenção das boçorocas. A ação das águas subterrâneas é diretamente responsável pelo insucesso de numerosas obras de engenharia.

É fundamental assinalar que, a despeito de decisiva na evolução das formas erosivas conhecidas no Brasil como boçorocas, a ação das águas subterrâneas, como foi destacada há décadas por diversos autores, não tem sido devidamente levada em conta, na concepção da maioria das obras de correção (IPT, 2012). Aliás, muitas vezes, é a própria erosão interna a responsável direta pela ruína precoce destas mesmas obras (ALMEIDA FILHO, 2000).

Apesar de alguns pesquisadores desconsiderarem a diferença entre ravina e boçoroca, tem crescido o número de evidências favoráveis à gênese de canais associada à erosão subterrânea nos mais variados ambientes. Na erosão do tipo boçoroca, o desenvolvimento dos processos de alargamento e evolução ocorre de forma rápida e intensa. Correspondendo a um avançado estágio de degradação do solo, cujo poder destrutivo local é superior ao das outras formas, e, portanto, de difícil contenção.

Assim, a boçoroca desenvolve vários mecanismos: erosão superficial, erosão interna, solapamentos e descalçamentos, desabamentos e escorregamentos, que se conjugam no sentido de dotar esta forma de erosão de elevado poder destrutivo. Este poder destrutivo se manifesta de maneira flagrante nas grandes dimensões desta forma de erosão e nas grandes velocidades de avanço, através da rápida evolução de seus ramos ativos que atingem edificações, estradas e obras públicas.

Por isso, julga-se de fundamental importância a diferenciação entre ravina e

boçoroca, na elaboração dos projetos para estabilização e contenção desses processos. Sendo fundamental ainda, considerar a ação do lençol freático, que muitas vezes é um dos fatores responsáveis pelo insucesso das obras de engenharia. Enquanto nas obras de estabilização das ravinas devem-se realizar medidas para o disciplinamento do escoamento superficial e estabilização do processo.

Além disso, o quadro de desequilíbrio da natureza na área rural continuará, enquanto a ocupação agrícola não adotar as práticas conservacionistas adequadas e respeitar a capacidade de uso das terras; e enquanto na área urbana a ocupação não for planejada e não considerarem o conhecimento do meio físico (pedologia, geomorfologia e geologia/geotecnia), dos recursos da água, clima, das suas potencialidades e limitações. A adoção de instrumentos técnicos é fundamental, pois constituem a base sobre a qual o poder público deve estabelecer as medidas preventivas e correções dos processos erosivos.

O uso urbano diferencia-se fortemente do uso rural. Os núcleos urbanos e, principalmente, suas periferias são o palco dos mais intensos processos de degradação ambiental, onde a erosão aparece de forma intensa e acelerada. Mesmo terrenos pouco suscetíveis à erosão passam a desenvolver este processo em função das fortes modificações provocadas pelo parcelamento do solo, da implantação do sistema viário e da grande mobilização provocada pelos serviços de terraplenagem. Cortes e aterros expõem tanto o solo superficial como o saprolito à degradação acelerada. As condições hidrológicas, já modificadas pelo desmatamento, são fortemente alteradas em função da impermeabilização do solo promovida pelo pavimento das ruas, telhados, pátios e outros.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, G. S. de.; RIDENTE JÚNIOR, J. L. (2001). **Diagnóstico, prognóstico e controle de erosão**. In: Anais do VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Goiânia, 2001. Apostila.

ALMEIDA FILHO, G. S. de. (2000). Diagnóstico de processos erosivos lineares associados a eventos pluviosos no município de Bauru, SP. 222 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas - Fec/Unicamp, Campinas.

ALMEIDA FILHO, G. S. de. et al. 1993. **Estudo evolutivo da erosão do Parque Bauru e assoreamento do Ribeirão Vargem Limpa, Bauru, SP**. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CONESUL, 1/ SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 10, 1993, Gramado. Anais... São Paulo: ABRH, v.5, p. 294-302.

ALMEIDA, M. C. J. de.; RIDENTE JÚNIOR, J. L.; MONTEIRO, A. C. M. C.; MARINS, A. M. de A. D. (2005). **Soil erosion analysis in the influence area of Tietê Paraná Hydroway (Tietê Branch)**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, Special Issue, p. 62-71, May.

BACELLAR, L. de A. P. (2000). **Condicionantes geológicos, geomorfológicos e geotécnicos dos mecanismos de voçorocamento na bacia do rio Maracujá, Ouro Preto, MG**. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, J. Z. (1985). **Visão integrada da problemática da erosão**. In:

- Anais do III Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Maringá, 1985. Livro Guia. Maringá: ABGE. 332p.
- CAMAPUM DE CARVALHO, J.; SOUZA, N. M.; SALES, M. M.; SILVA, M. T. da. (2006). **Processos erosivos no Centro-Oeste Brasileiro**. Brasília, DF: Editora FINATEC. p. 39-88.
- CANIL, K. (2000). **Processos erosivos e planejamento urbano: carta de risco de erosão das áreas urbana e periurbana do município de Franca, SP**. 96 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geografia, FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CASTRO, S. S. de. (2005). **Erosão hídrica na alta bacia do rio Araguaia: distribuição, condicionantes, origem e dinâmica atual**. Revista do Departamento de Geografia, USP, São Paulo, n.17, p.38-60.
- CASTRO, S. S. de.; XAVIER, L. de S.; BARBALHO, M. G. da S. (Org.). (2004). **Atlas geoambiental das nascentes dos rios Araguaia e Araguinha - condicionantes dos processos erosivos lineares**. Goiânia: Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Goiás. 75p.
- CERRI, L. E. S.; SILVA, J. A. F.; SANTOS, P. H. P. (1997). **Erosão do solo: aspectos conceituais**. Revista Universidade Guarulhos. Geociências, II (6). p. 92-98.
- DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. (1989). **Controle de erosão; bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientações para o controle de boçorocas urbanas**. 2. ed. São Paulo: DAEE/ IPT/ Secretaria de Energia e Saneamento. 92p.
- FURLANI, G.M. 1980. **Estudo geomorfológico das boçorocas de Casa Branca. São Paulo**. 379 p. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - USP).
- GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. (2005). **Erosão dos solos e a questão ambiental**. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p 225-256.
- GUERRA, A. J. T. SILVA, A. S. BOTELHO, R. G. M. (1999). **Processos erosivos no Domínio do Cerrado. In: Erosão e conservação dos solos**. Editora Bertrand Brasil. 1º edição. Rio de Janeiro, 1999.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). (1994). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Russel. 458p.
- IMESSON, A. C.; KWAAD. F. J. P. M. (1980). **Gully types and gully prediction**.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2012). **Cadastramento de erosão e inundação no Estado de São Paulo**. São Paulo. (Relatório Técnico, 127824-205).
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. (1986). **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Peixe/ Paranapanema**. São Paulo: IPT/ DAEE. 6v. (Relatório Técnico, 24 739).
- IWASA, O.Y., PRANDINI, F.L. 1982. **Prevenção e correção de fenômenos erosivos: as boçorocas, exemplo da necessidade de diagnose**. Geologia Ciência-Técnica, CEPEGE, USP, n. 7, p. 23-53.
- LEPSCH, I. F. (2002) **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo (SP): Oficina de Textos, 178p.

- OLIVEIRA, M. A. T. (1999). **Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas**. In: Antônio José Teixeira Guerra; Antônio Soares da Silva; Rosângela Garrido Machado Botelho. (Org.). *Erosão e Conservação dos Solos - Conceitos, Temas e Aplicações*. 1 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, v. , p. 56-99.
- PICHLER, E. (1953). **Boçorocas**. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 2 (1), p. 3-16. Maio.
- PONÇANO, W.L., PRANDINI, F.L. 1987. **Boçorocas no Estado de São Paulo: uma revisão**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSIÃO, 4, 1987, Marília. Anais... São Paulo: ABGE. p. 149-177.
- PRANDINI, F.L. 1985. **Erosão: particularidades dos ravinamentos**. In: PECULIARITIES OF GEOTECHNICAL BEHAVIOR OF TROPICAL LATERITIC AND SAPROLITIC SOILS, 1985, São Paulo. Progress Report... São Paulo: ABMS. Tema 3.
- SALOMÃO, F. X. de T.; CANIL, K.; RODRIGUES, S. P. (2012). **Exemplo de aplicação da geologia de engenharia no controle preventivo e corretivo dos processos erosivos**. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*, São Paulo, v. 2, n. 2, Dez.
- OLIVEIRA, A. M. dos. S. (1994). **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios. Exemplo do reservatório de Capivara, rio Paranapanema, SP/ PR**. 211 p. Tese (Doutorado) - Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo.
- ROCHA, E. A. V. (2012). **Processos de voçorocamento na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vaim Vem (Ipameri – GO)**. Dissertação (Doutorado em Geografia – Universidade Federal de Uberlândia).
- RODRIGUES, J. E. (1982). **Estudo de fenômenos erosivos acelerados: boçorocas**. 162 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos.
- RUIZ, M. D.; GUIDICINI, G. (1998). Introdução. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. (Ed.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. p.1.
- SALOMÃO, F. X. de T. (1999). **Controle e preservação dos processos erosivos**. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. B.; BOTELHO, R. C. M. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- SALOMÃO F. X. de T. (1994). **Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural**. 200 p. Tese (Doutorado) - Departamento de Geografia, FFLCH, USP, São Paulo.
- SILVA, A. F. da. A. **Mapeamento geotécnico e análise dos processos erosivos na bacia do córrego Tuncum, São Pedro, SP, escala 1:10.000**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade de São Carlos/USP, 2003.
- TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do. (2009). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico.
- TRICART, J. (1977). **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: SUPREN – IBGE. 109 p.
- VALLE JUNIOR, R. F. do. **Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba. Jaboticabal**, (Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”), 2008.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Felipe Santana Machado

Felipe é professor de biologia, especialista em morfofisiologia animal e gestão ambiental, mestre em Ecologia Aplicada e doutor em Engenharia Florestal. Atualmente é professor efetivo de educação básica e tecnológica do Estado de Minas Gerais e apresenta vínculo funcional com o Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Além de lecionar, atua em estudos de conservação e manejo de animais silvestres, principalmente sobre a relação da vegetação com vertebrados terrestres. Sua experiência profissional gerou uma ampla gama de publicações técnicas e científicas que incluem artigos científicos em revistas nacionais e internacionais, bem como relatórios técnicos de avaliação de impactos ambientais. Participa do grupo de pesquisa CNPq “Diversidade, Sistemática e Biogeografia de Morcegos Neotropicais” como colaborador.

Aloysio Souza de Moura

Aloysio é Biólogo, mestre em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) com ênfase em Avifauna de fitofisionomias montanas. É observador e estudioso de aves desde 1990, e atualmente doutorando em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) tendo como foco aves e vegetações de altitude. Atua em levantamentos qualitativos e quantitativos de avifauna, diagnóstico de meio-biótico para elaborações de EIA-RIMA. Tem experiência nas áreas de Ecologia e Zoologia com ênfase em inventário de fauna, atuando principalmente nos seguintes temas: Avifauna, Cerrado, fragmentação florestal, diagnóstico ambiental, diversidade de fragmentos florestais urbanos e interação aves/plantas.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-144-2

