

Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)



Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

(Organizadores)

Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	<p>Ciências exatas e da terra e a dimensão adquirida através da evolução tecnológica [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida Através da Evolução Tecnológica; v. 1)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-472-6 DOI 10.22533/at.ed.726191107</p> <p>1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario</p> <p style="text-align: right;">CDD 509.81</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 22 capítulos, conhecimentos tecnológicos e aplicados as Ciências Exatas e da Terra.

Este volume dedicado à Ciência Exatas e da Terra traz uma variedade de artigos que mostram a evolução tecnológica que vem acontecendo nestas duas ciências, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área da matemática, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, biodigestores, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Exatas e da Terra, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Física, Matemática, e na Agronomia e, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A EVOLUÇÃO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL EM MINAS GERAIS	
Marília Carvalho de Melo Alexandre Magrineli dos Reis Zuleika Stela Chiacchio Torquetti Germano Luís Gomes Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.7261911071	
CAPÍTULO 2	11
ANÁLISE DA RADIAÇÃO SOLAR NOS MESES DE JANEIRO E FEVEREIRO POR MODELAGEM COMPUTACIONAL USANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS	
Arini de Menezes Costa Neyla Danquá dos Ramos Antonio Alisson Pessoa Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.7261911072	
CAPÍTULO 3	24
ANÁLISE QUALITATIVA E PROVENIÊNCIA DOS MINERAIS PESADOS DA PRAIA DE MUITA ÁGUA, MUNICÍPIO DE IMBITUBA, LITORAL CENTRO-SUL DE SANTA CATARINA, SUL DO BRASIL	
Patrícia Tortora Luiz Felipe Poli Schramm Norberto Olmiro Horn Filho	
DOI 10.22533/at.ed.7261911073	
CAPÍTULO 4	38
APLICAÇÃO DO ESTUDO DE IMPACTO DE VIZINHANÇA (EIV) EM RONDONÓPOLIS/MT: DA OMISSÃO LEGISLATIVA AO PREJUÍZO AMBIENTAL COLETIVO	
José Adolfo Iriam Sturza Cristiano Nardes Pause	
DOI 10.22533/at.ed.7261911074	
CAPÍTULO 5	52
ATUALIZAÇÃO DE LIMITES POLÍTICO-ADMINISTRATIVOS:O CASO DOS ESTADOS DA BAHIA E SERGIPE	
Christiane Freitas Pinheiro de Jesus Nelson Wellausen Dias Fernanda dos Santos Lopes Cruz Acacia Maria Barros Souza José Henrique da Silva João Carlos Marques Silveira	
DOI 10.22533/at.ed.7261911075	
CAPÍTULO 6	61
AVALIAÇÃO FUNCIONAL DE TRECHOS DA RODOVIA RN-118	
Alisson Cabral Barreto Milany Karcia Santos Medeiros Alyne Karla Nogueira Osterne Ricardo Leandro Barros da Costa Lanna Celly da Silva Nazário	
DOI 10.22533/at.ed.7261911076	

CAPÍTULO 7 78

CARACTERIZAÇÃO DE UM SOLO TIPO MASSAPÊ PARA VERIFICAÇÃO DO SEU POTENCIAL EXPANSIVO

Larissa da Silva Oliveira
Stephanny Conceição Farias do Egito Costa

DOI 10.22533/at.ed.7261911077

CAPÍTULO 8 88

CARACTERIZAÇÃO E COMPOSIÇÃO DA ARGILA VERMELHA USADA EM TRATAMENTOS FACIAIS

Ana Paula Zenóbia Balduino
Michele Resende Machado
Mônica Rodrigues Ferreira Machado
Giovanni Cavichioli Petrucelli

DOI 10.22533/at.ed.7261911078

CAPÍTULO 9 93

CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL E MORFOLÓGICA DA HETEROJUNÇÃO $\text{SrTiO}_3/\text{TiO}_2$ OBTIDA POR METODO QUIMICO

Daniele Galvão de Freitas
Isabela Marcondelli Iani
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Ubirajara Coletto Junior
Chrystopher Allan Miranda Pereira
Alexandre Zirpoli Simões
Leinig Perazolli
Maria Aparecida Zaghete

DOI 10.22533/at.ed.7261911079

CAPÍTULO 10 106

CÉLULAS COMBUSTÍVEIS: UMA VISÃO TECNOLÓGICA SOBRE BIOGÁS

Débora da Silva Vilar
Milson dos Santos Barbosa
Isabelle Maria Duarte Gonzaga
Aline Resende Dória
Lays Ismerim Oliveira
Caio Vinícius da Silva Almeida
Dara Silva Santos
Luiz Fernando Romanholo Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.72619110710

CAPÍTULO 11 121

COLAPSIBILIDADE DE UM PERFIL DE SOLO NÃO SATURADO

Roger Augusto Rodrigues
Alfredo Lopes Saab
Gustavo Tavernaro Tambelli

DOI 10.22533/at.ed.72619110711

CAPÍTULO 12 133

COMPARATIVO DE CUSTOS DIRETOS ENTRE PERFURAÇÃO DIRECIONAL HORIZONTAL E ABERTURA DE VALA PARA INSTALAÇÃO DE DUTOS

Milagros Alvarez Sanz
Yuri Daniel Jatobá Costa
Carina Maia Lins Costa
Gracianne Maria Azevedo do Patrocínio

DOI 10.22533/at.ed.72619110712

CAPÍTULO 13 147

CONCENTRAÇÃO DE FOSFATO NO IGARAPÉ DO MESTRE CHICO - MANAUS-AM

Mikaela Camacho Cardoso
Mauro Célio da Silveira Pio

DOI 10.22533/at.ed.72619110713

CAPÍTULO 14 156

DETERMINATION OF URANIUM AND THORIUM USING GAMMA SPECTROMETRY: A PILOT STUDY

Diango Manuel Montalván Olivares
Evelin Silva Koch
Maria Victoria Manso Guevara
Fermin Garcia Velasco

DOI 10.22533/at.ed.72619110714

CAPÍTULO 15 163

DINÂMICA SOCIOESPACIAL EM PEQUENAS CIDADES:A PAISAGEM GEOGRÁFICA DE OUVIDOR (GO)

Angélica Silvério Freires
Idelvone Mendes Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.72619110715

CAPÍTULO 16 177

DIVERSIDADES DE CRITÉRIOS EM AVALIAÇÕES DE IMPACTOS AMBIENTAIS: CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ESTUDOS SOCIOECONOMICOS

Giseli Dalla Nora
Patricia Regina Alves Palermo

DOI 10.22533/at.ed.72619110716

CAPÍTULO 17 184

EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA GESTORES PÚBLICOS: FORMAÇÃO PARA TOMADA DE DECISÕES

Mary Lúcia da Silva Ferreira Lima
Laura Rocha de Castro
Marina Marques Gimenez
Ronei Pacheco de Oliveira
Amanda Baldochi Souza

DOI 10.22533/at.ed.72619110717

CAPÍTULO 18	190
ESTUDO DA TÉCNICA DE MELHORAMENTO DE SOLOS MOLES COM COLUNAS DE BRITA EM UM TRECHO DO SISTEMA VIÁRIO DO CENTRO METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO	
Fernanda Valinho Ignacio Bruno Teixeira Lima Juliano de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.72619110718	
CAPÍTULO 19	203
FORMOSO DO ARAGUAIA-TO: DESENVOLVIMENTO REGIONAL E AGRONEGÓCIO	
Roberto de Souza Santos	
DOI 10.22533/at.ed.72619110719	
CAPÍTULO 20	222
INCISÕES EROSIVAS URBANAS: UM PROBLEMA AMBIENTAL EM BOM JESUS DAS SELVAS (MA)	
José Sidiney Barros José Milton de Oliveira Filho	
DOI 10.22533/at.ed.72619110720	
CAPÍTULO 21	229
MATERIAIS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE GEOMETRIA NA EDUCAÇÃO INFANTIL E ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Tânia Barbosa de Freitas Mirian Ferreira de Brito	
DOI 10.22533/at.ed.72619110721	
CAPÍTULO 22	238
MINERALIZAÇÃO AURÍFERA EM ZONA DE CISALHAMENTO, GARIMPO CUTIA, SERRA LESTE, PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJAS, BRASIL	
Gilberto Luiz Silva	
DOI 10.22533/at.ed.72619110722	
SOBRE OS ORGANIZADORES	244

INCISÕES EROSIVAS URBANAS: UM PROBLEMA AMBIENTAL EM BOM JESUS DAS SELVAS (MA)

José Sidney Barros

Universidade Estadual do Piauí – UESPI –
Departamento de Engenharia Civil – Teresina -
Piauí

Serviço Geológico do Brasil/CPRM

José Milton de Oliveira Filho²

Serviço Geológico do Brasil/CPRM
Teresina - Piauí

RESUMO: A análise do comportamento hidrológico superficial e a erodibilidade dos solos na região de Bom Jesus das Selvas (MA) é o foco desse trabalho com base nas características das incisões erosivas instaladas na zona urbana do município, principalmente a intensidade e proporções na forma de sulcos, ravinas e, de modo particular e predominante, voçorocas. Foram analisadas e contempladas no estudo as características das incisões e suas relações de causa e efeito com a chuva, uso e ocupação do solo e susceptibilidade ao risco de erosão, como resposta a uma combinação de fatores ambientais tais como tipos de solo, formas de relevo e da cobertura vegetal paralelamente ao uso urbano do solo. Instaladas em área de exposição das litologias da Formação Itapecuru, as voçorocas são do tipo ramificadas e para sua instalação ficou muito evidente a contribuição da falta de eficiente drenagem pluvial e o fato de que todas as incisões apresentam, nas suas cabeceiras, canaletas e/ou tubulações

responsáveis pelo seu avanço e crescimento como resposta ao fenômeno de retroerosão ou *piping*. A instalação desse processo tem relação direta com a elevada erodibilidade pedológica local associada às formas inadequadas de uso, ocupação e extração indiscriminada e não planejada de areia e seixos para uso na construção civil.

URBAN EROSIVE INCISIONS: AN ENVIRONMENTAL PROBLEM IN BOM JESUS DAS SELVAS (MA)

ABSTRACT: The analysis of the surface hydrologic behavior and the soil erodibility in the Bom Jesus das Selvas (MA) region is the focus of this work, based on the characteristics of the erosive incisions installed in the urban area of the municipality, mainly the intensity and proportions in the form of grooves, Ravines and, in particular and predominantly, gullies. The characteristics of the incisions and their cause and effect relationships with rain, soil use and occupation and susceptibility to erosion risk were analyzed and contemplated in the study as a response to a combination of environmental factors such as soil types, relief forms and the vegetal cover parallel to the urban use of the soil. Installed in an area of exposition of the lithologies of the Itapecuru Formation, the gullies are of the

branched type and for their installation it was very evident the contribution of the lack of efficient pluvial drainage and the fact that all the incisions present, in their headwaters, channels and / or Piping responsible for its advancement and growth in response to the phenomenon of backscattering or piping. The installation of these processes has a direct relation with the high local erodibility associated to the inadequate forms of use and occupation in the region and indiscriminate and unplanned extraction of sand and pebbles for use in civil construction.

INTRODUÇÃO

A instalação de processos erosivos (sulcos, ravinas e voçorocas) e o subsequente surgimento das respectivas feições estão na dependência direta das variações das taxas de erosão condicionadas pela ação de fatores controladores, como os processos hidrológicos, as propriedades físicas dos solos, a erosividade, as características da encosta, a cobertura vegetal (Guerra 1994) e a intervenção antrópica.

Nas áreas urbanizadas predomina a concentração de fluxo como consequência das enormes deficiências ou mesmo ausências do sistema de drenagem (Lloret Ramos 1995). O condicionamento e controle desse fluxo superficial e a determinação de um ponto de lançamento seguro são medidas preventivas e importantes para agravamentos futuros e transferência de problema para jusante. Nesses casos, a adoção de obras de drenagem superficial (sarjetas, bocas-de-lobo, rede coletora, poços de visita, poços de queda e emissários) em associação com dissipadores de energia, ambas de caráter provisório ou definitivo são necessárias. A identificação dos vários estágios de evolução das ravinas é de importância fundamental, bem como o que distingue uma ravina de uma voçoroca diante das diversas definições que podem ser encontradas na literatura internacional e nacional (Ireland 1939; Heede 1970; Imeson e Kwaad 1980; Ponçano e Prandini 1987). Predominam distinções de caráter dimensional, segundo o qual ravinas seriam incisões de até 50 centímetros de largura e profundidade e, acima desses valores, seriam denominadas de voçorocas.

Segundo Valentin *et al.* (2005), os principais fatores controladores de erosão, por voçorocas, são: a) características topográficas (gradiente da encosta e solos encrostados, encostas e área crítica de drenagem); b) solos e controles litológicos (solo / litologia / fatores geomorfológicos, encrostamento do solo, *piping*); c) uso da terra (mudanças atuais relativas ao uso da terra, abertura de estradas e ampliação de lotes urbanos, uso da terra no passado e mudanças climáticas); e d) mudanças climáticas. Declividade, comprimento e forma da encosta são características particulares da encosta com reflexo direto na erosão. O conceito adotado neste trabalho caracteriza voçoroca como incisão erosiva que apresenta queda em bloco das camadas do solo, paredes verticais e fundo plano, formando secção transversal em **U** (Vieira 1998) e profundidade superior a 1,5 m (Figura 1).

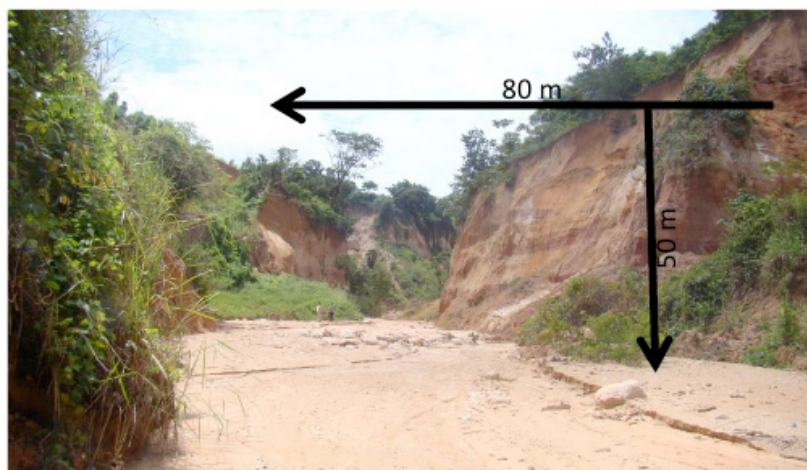


Figura 1: Voçoroca: valores médios para largura e altura em Bom Jesus das Selvas (MA).

MEIO FÍSICO

O município de Bom Jesus das Selvas está inserido na Mesorregião Oeste maranhense, Microrregião Pindaré, compreendendo uma área de 2.679 km², população aproximada de 33.615 habitantes e densidade demográfica de 10,62 habitantes/km², (IBGE 2016). Limita-se ao Norte com Bom Jardim; ao Sul, com Amarante do Maranhão; a Leste, com Buriticupu; e a Oeste, com Açailândia. A sede municipal, de coordenadas na Zona 23M, Longitude UTM 294629 m E e Latitude UTM 9504272 m S.

A área do município está inserida nos domínios da Bacia Sedimentar do Parnaíba implantada, segundo Brito Neves (1998), sobre os riftes cambroordovicianos de Jaibaras, Jaguarapi, Cococi/Rio Jucá, São Julião e São Raimundo Nonato. Compreende as supersequências Silurianas (Grupo Serra Grande), Devoniana (Grupo Canindé) e Carbonífero-Triássica (Grupo Balsas) de Góes e Feijó (1994). Na área do município, o Cretáceo está representado pela Formação Itapecuru (K12it); o Terciário, pelos Depósitos Detrito-Lateríticas (Nd); e o Quaternário pelos Depósitos Flúvio-Lagunares (Qfl).

Os solos da região estão representados por Latossolos Amarelos e Podzólico-Vermelho Amarelo (EMBRAPA 2006). São solos profundos, de bem a acentuadamente drenados, horizontes de coloração amarelada, textura média e argilosa, encontradas em áreas de topos de chapadas, relevo plano com pequenas e suaves ondulações.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada obedeceu a uma abordagem sistêmica, onde os dados foram analisados em separado, e em conjunto, na tentativa de entender a importância de cada componente natural e antrópico e as suas inter-relações e contribuições no processo de surgimento e expansão das voçorocas locais. Para tanto, partiu-se de um levantamento detalhado das áreas com descrição dos aspectos físicos naturais *in loco* diante da carência de estudos nessa região. Com utilização de imagens históricas

(ferramenta Google Earth, 2017) foi feito um comparativo entre os anos de 1969 até 2017 das características e avanço das voçorocas e suas relações com aspectos físicos do terreno e ocupação, depois submetidos a uma validação no terreno nem sempre possível por total falta de dados anteriores. Uma análise estatística de alguns aspectos físicos foram executadas bem como uma análise qualitativa utilizando alguns aspectos ambientais das áreas para além da análise das influências antrópicas para o desenvolvimento das voçorocas.

As dimensões de cada incisão (comprimento, largura e profundidade) foram obtidas diretamente em campo através do uso do hipsômetro. De posse desses dados foi calculado a área aproximada de cada voçoroca (comprimento x largura = área m²) que multiplicada pelos valores de profundidade média pode-se estimar o volume médio erodido (área x profundidade = m³). Com os valores encontrados para o volume erodido, pode-se classificar as voçorocas quanto ao tamanho. Essa classificação permite ter-se uma melhor visualização da magnitude da feição e do volume erodido e a contribuição de cada área para o assoreamento de canais próximos bem como das modificações das características ambientais próximas da área afetada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados observados e coletados no campo evidenciam uma combinação de fatores antrópicos e naturais como desencadeadores dos processos de voçorocamento na região de Bom Jesus das Selvas (MA), com influência mais direta do desmatamento, terraplanagem, implantação de obras de engenharia, sistema de drenagem deficiente, comprimento da encosta e declividade na base da encosta principalmente onde a incisão erosiva expõe o nível do arenito conglomerático e arcoseano da Formação Itapecuru. Diferentes feições erosivas são encontradas no interior de ravinas e voçorocas, como resultado dos mecanismos responsáveis por estas erosões: alcovas de regressão, marmitas, costelas, ravinas, sulcos, quedas de água e solapamento de base/margens do canal.

As voçorocas estudadas ocorrem em três pontos distintos da sede municipal e caracterizam-se, para além das incisões profundas, por movimentos gravitacionais de massa, mais especificamente deslizamentos e/ou queda de blocos, induzidos, principalmente por corte, aterro e terraplanagem em base de morros e encostas, para abertura de estradas e para conformação de lotes e respectivas ruas e recepção de águas pluviais e servidas (Figura 2). O processo de voçorocamento com tipologia *piping* é ativo e em plena expansão e atingimento de novas áreas com crescimento da voçoroca em direção ao centro das urbanizações do município relacionado mais diretamente à exploração mineral com retirada de material para construção civil; ao direcionamento natural e canalização das águas pluviais para essas áreas gerando sulcos, ravinas e finalmente as voçorocas; e ao desmatamento e terraplanagem para instalação de novos núcleos urbanos. Das obras de engenharia a que mais

diretamente associa-se ao surgimento e avanço das voçorocas e danos respectivos são as construções rodoviárias, a partir das áreas exploradas como jazida, nos pontos de lançamento das águas dos sistemas de drenagem e em locais de concentração de fluxo devido a própria implantação da rodovia.



Figura 2: Voçorocas urbanas em Bom Jesus das Selvas_MA – centro (fotografias 1, 2 e 3); região SW da cidade (fotografia 4, 5 e 6); BR 222/entrada da cidade (fotografias 7, 8 e 9). Setas: em vermelho – terminações de drenagens e tubulações; em azul – direção das linhas de água. Linha tracejada: superfície de deslizamento.

Como dano ambiental, as voçorocas provocam a instabilidade e inadequação da área de entorno e perda de um grande volume de solo que, ao ser transportado, vai assorear cursos de água a jusante dessas incisões. Do ponto de vista dos danos materiais merece destaque a perda de áreas, destruição de estruturas urbanas (vias de acesso, canaletas, poste da rede elétrica, tubulação de águas servidas e tratadas, canais pluviais) e moradias.

Pode-se defender para essa região uma forte correlação entre o comprimento da encosta, declividade da encosta, declividade do terreno, comprimento, profundidade e largura da voçoroca, volume erodido e área ocupada pela incisão e a geologia, geomorfologia predominante na região e nível de urbanização, este último atuando

como um forte condicionador e desencadeador dos processos associados ao surgimento e expansão das voçorocas. A urbanização está associada, para o processo de instalação, a alterações na drenagem, desmatamento, terraplanagem e exploração mineral com retirada de material nas proximidades para uso na construção civil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os danos ambientais são visíveis e significativos, desde a descaracterização da área e entorno das voçorocas até perdas de solo com subsequente assoreamento e comprometimento de áreas a jusante e destruição de aparelhos urbanos, como vias de acesso, postes elétricos, tubulação de águas servidas, canais fluviais, etc..

Do ponto de vista da influência antrópica, o desmatamento e terraplanagem foram responsáveis pelas condições ideais nessas superfícies dissecadas para a deflagração de processos de voçorocamentos, que aliados a sistemas de drenagem pluviais ineficientes tornam mais rápido o surgimento dessas incisões, relacionadas à extração de cascalho ou seixo para construção de vias de transporte prioritariamente, potencializadas e aceleradas pelas intervenções de outros fatores ambientais e antrópicos locais.

A degradação dos solos urbanos e rurais em consequência do manejo inadequado e/ou implantação de obras de engenharias e saneamento mal dimensionadas e inadequadas é significativa e preocupante, podendo ser considerada como um dos mais preocupantes problemas ambientais atuais do município diante da dimensão e atividade do processo erosivo que divide e compromete a urbanização instalada e por instalar na cidade de Bom Jesus das Selvas (MA).

REFERÊNCIAS

IRELAND, H. A.; Shape, C. F. S.; Eagle, D. H. 1939. Principles of gully erosion in the Piedmont of South Carolina. Washington, S. C., USDA. (Technical Bulletin, 633).

BIGARELLA, J.J. & Mazuchowski, J.Z. 1985. Visão Integrada da problemática da erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 3., Maringá, 1985. Anais. Maringá, ABGE, ADEA. 322p.

BRITO NEVES, B.B. 1998. The Cambro-ordovician of the Borborema Province. São Paulo, USP, Boletim IG, Série Científica, 29:175-193

EMBRAPA. **Solos do Nordeste**. Recife, 2006. Disponível em: <(www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.html)>. Acesso em: 11 jun. 2011.

Guerra, A. J. T. & Cunha, S. B. 1994. (orgs.). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

HEEDE, B.H.1970. Morfology of gullies in the Colorado Rocky Mountains. International Association of Scientific Hydrology Bulletin, v. 15, n. 2, p. 79-89.

IBGE. 2016. Censo 2016: Estimativa populacional dos municípios brasileiros. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 28.06.2017às 14h41.

IBGE. 1997. Zoneamento Geombiental do Estado do Maranhão. Diretrizes Gerais para a Ordenação Territorial. Salvador: IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/ma/bom-jesus-das-selvas/panorama>

IMESON, A.C.; KWAAD, F.J.P.M. 1980. Gully types and gully prediction. K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift, v. XIV, n. 5, p. 430-441.

LLORET Ramos, C. 1995 Erosão urbana e produção de sedimentos In: Drenagem urbana. Tucci, C. E. M.; Porto, R. L. L.; Barros, M. T. ABRH 428 p.

PONÇANO W.L. & Prandini F.L. 1987. Boçorocas no estado de São Paulo: uma revisão. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 4, 1987, Marília. Anais... São Paulo: ABGE/DAEE, 1987. v.1, p149-177.

VALENTIN, C.; Poesen, J.; Yong LI. 2005. Gully erosion: impacts, factors and control. In: **Catena**. No. 63. p. 132-153

VIEIRA, A. F. G. 1998. **Erosão por voçorocas em áreas urbanas: o caso de Manaus (AM)**. (Dissertação de Mestrado). Florianópolis: DPGG/UFSC. 181 p.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jorge González Aguilera: Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Alan Mario Zuffo: Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-472-6

