



As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 2

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2019

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a
Economia e o Meio Ambiente 2

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: Natália Sandrini
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)	
E57	<p>As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 2 [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-430-6 DOI 10.22533/at.ed.306192506</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDOS DA ÁGUA E SEDIMENTOS NA BACIA DO RIO UBERABINHA EM UBERLÂNDIA - MG	
Maria da Graça Vasconcelos	
Luiz Alfredo Pavanin	
Erich Vectore Pavanin	
DOI 10.22533/at.ed.3061925061	
CAPÍTULO 2	13
BATIMETRIA E MEDIÇÃO DE VAZÃO NA BACIA DO RIO JI-PARANÁ - RO	
Renato Billia de Miranda	
Camila Bermond Ruezzeno	
Bruno Bernardo dos Santos	
Frederico Fabio Mauad	
DOI 10.22533/at.ed.3061925062	
CAPÍTULO 3	26
MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA ENSAIO DE PROVA DE CARGA EM SOLO BASÁLTICO	
Daniel Russi	
Sandra Garcia Gabas	
Giancarlo Lastoria	
DOI 10.22533/at.ed.3061925063	
CAPÍTULO 4	37
UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PAPEL FILTRO E CENTRÍFUGA PARA DETERMINAÇÃO DE CURVAS DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO E CORRELAÇÕES COM PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	
Ana Carolina Dias Baêso	
Eduardo Souza Cândido	
Roberto Francisco de Azevedo	
Gustavo Armando dos Santos	
Tulyo Diniz Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.3061925064	
CAPÍTULO 5	51
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS DE UM SOLO TROPICAL DA BAIXADA FLUMINENSE NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Fernando Benedicto Mainier	
Claudio Fernando Mahler	
Viktor Labuto Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.3061925065	
CAPÍTULO 6	61
ELABORAÇÃO DE UMA CARTA DE UNIDADES DE TERRENO DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM – ES	
Bruna Xavier Faitanin	
Éder Carlos Moreira	
Altair Carrasco de Souza	
Vitor Roberto Schettino	
DOI 10.22533/at.ed.3061925066	

CAPÍTULO 7	69
ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO SILTE ARENOSO DA FORMAÇÃO GUABIROTUBA COM CAL PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO	
Wagner Teixeira Eclesielter Batista Moreira João Luiz Rissardi Vanessa Corrêa de Andrade Ronaldo Luis dos Santos Izzo	
DOI 10.22533/at.ed.3061925067	
CAPÍTULO 8	80
INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE CAL HIDRATADA NA RESISTÊNCIA DE SOLOS SEDIMENTARES	
Jair de Jesús Arrieta Baldovino Eclesielter Batista Moreira Ronaldo Luis Dos Santos Izzo Juliana Lundgren Rose Erico Rafael Da Silva Wagner Teixeira Felipe Perretto Roberto Pan	
DOI 10.22533/at.ed.3061925068	
CAPÍTULO 9	95
PERFILAGEM DO SUBSOLO NO MUNICÍPIO DE APUCARANA-PR COM BASE EM DADOS DE SONDAGENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO COM SPT	
Mariana Alher Fernandes Augusto Montor de Freitas Luiz	
DOI 10.22533/at.ed.3061925069	
CAPÍTULO 10	104
UTILIZAÇÃO DO PERMEÂMETRO DE TUBO NA DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DE CAMADAS SUPERFICIAIS DE SOLOS	
Marcos Túlio Fernandes Glaucimar Lima Dutra	
DOI 10.22533/at.ed.30619250610	
CAPÍTULO 11	116
DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO EM SOLO REFORÇADO COM GEOSSINTÉTICOS	
Alessandra Lidia Mazon Maytê Pietrobelli de Souza Bianca Penteado de Almeida Tonus André Fanaya	
DOI 10.22533/at.ed.30619250611	

CAPÍTULO 12 133

AVALIAÇÃO DA ERODIBILIDADE DO SOLO DE CARACTERÍSTICA NÃO LATERÍTICA SOB O ENFOQUE GEOTÉCNICO NAS MARGENS DA TO-222 NO MUNICÍPIO DE ARAGUAÍNA - TO

Glacielle Fernandes Medeiros
Renata de Moraes Farias
Palloma Borges Soares
Ana Sofia Oliveira Japiassu
Andressa Fiuza de Souza
Igor Guimarães Matias

DOI 10.22533/at.ed.30619250612

CAPÍTULO 13 144

ADAPTAÇÃO DE METODOLOGIA DE HIERARQUIZAÇÃO DE NÍVEIS DE ATENÇÃO UTILIZADA EM MINERAÇÃO PARA TRABALHOS DE MAPEAMENTO DE RISCOS GEOTÉCNICOS EM ÁREA URBANA

Marcelo Corrêa da Silva
Daiara Luiza Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.30619250613

CAPÍTULO 14 157

PRODUÇÃO DE CONCENTRADO ÚMIDO FOSFATADO: UMA EXPERIÊNCIA DE ESTÁGIO NA MINERAÇÃO

Matheus Henrique Borges Coutinho
Ricardo Antonio de Rezende
Cibele Tunussi
Marcos Vinicius Agapito Mendes

DOI 10.22533/at.ed.30619250614

CAPÍTULO 15 163

ESTUDO DOS DESPERDÍCIOS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUGESTÕES PARA A MINIMIZAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DOS MESMOS, VISANDO A OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS DAS OBRAS E MENORES IMPACTOS AMBIENTAIS

Beatriz Zeurgo Fernandes
Rafael Bergjohann
Luiz Carlos de Campos

DOI 10.22533/at.ed.30619250615

CAPÍTULO 16 176

USO DA CINZA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR COMO SUBSTITUTO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND

Kenyson Diony Souza Silva
Raduan Krause Lopes
Fabiano Medeiros Da Costa

DOI 10.22533/at.ed.30619250616

CAPÍTULO 17 192

ESTUDOS PRELIMINARES DA APLICAÇÃO DE RESÍDUO DE MINÉRIO DE COBRE SULFETADO NA ELABORAÇÃO DE ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO

Julia Alves Rodrigues
Dilson Nazareno Pereira Cardoso
Abel Jorge Rodrigues Ferreira
Edinaldo José de Sousa Cunha
Bruno Marques Viegas
Edilson Marques Magalhães
José Antônio da Silva Souza

DOI 10.22533/at.ed.30619250617

CAPÍTULO 18 200

AValiação DO COMPORTAMENTO DE COMPOSIÇÕES A BASE DE CIMENTO DE ALUMINATO DE CÁLCIO FRENTE AOS MICRORGANISMOS STAPHYLOCOCCUS AUREUS E ESCHERICHIA COLI

Renata Martins Parrreira
Talita Luana de Andrade
Newton Soares da Silva
Cristina Pacheco Soares
Victor Carlos Pandolfelli
Ivone Regina de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.30619250618

CAPÍTULO 19 209

UMA TÉCNICA, BASEADA EM PROJETO DE EXPERIMENTOS, PARA OTIMIZAÇÃO DA DOSAGEM DE ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL E AREIA

André Rodrigues Monticeli
Paulo César Mappa
Aellington Freire de Araújo
Emerson Ricky Pinheiro
Karoline Santos da Silva

DOI 10.22533/at.ed.30619250619

CAPÍTULO 20 221

REDUÇÃO DO CONSUMO DE AÇO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO SUBMETIDAS AO ESFORÇO CORTANTE ATRAVÉS DA ESCOLHA DO ÂNGULO DAS BIELAS

Lucas Teotônio de Souza
Paula de Oliveira Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.30619250620

CAPÍTULO 21 232

ANÁLISE DE CRONOGRAMA FÍSICO x CRONOGRAMA REALIZADO NA OBRA DO FÓRUM DE RIO NEGRO/PR PARA FINS DE DIMINUIÇÃO DOS ATRASOS

Nathalia Loureiro de Almeida Correa

DOI 10.22533/at.ed.30619250621

CAPÍTULO 22 250

ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DO CORRETO DIMENSIONAMENTO DOS VERTEDORES EM BARRAGENS E SUAS INFLUÊNCIAS ECOLÓGICAS E SOCIOECONÔMICAS. ESTUDO DE CASO: USINA HIDRELÉTRICA DE XINGÓ

Jéssica Beatriz Dantas
Djair Félix da Silva

DOI 10.22533/at.ed.30619250622

CAPÍTULO 23	262
ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTO PERMEÁVEL EM UMA ÁREA DA CIDADE DE JOINVILLE/SC	
Adilon Marques dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.30619250623	
CAPÍTULO 24	281
ANÁLISE NUMÉRICA DA SENSIBILIDADE DO ALGORITMO IMPLEX APLICADO EM UM CENÁRIO HIPOTÉTICO DE ESTABILIDADE DE TALUDE VIA TÉCNICA DE DESCONTINUIDADES FORTES	
Nayara Torres Belfort	
Ana Itamara Paz de Araujo	
Kátia Torres Botelho Galindo	
Igor Fernandes Gomes	
Leonardo José do Nascimento Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.30619250624	
CAPÍTULO 25	294
DIMENSIONAMENTO DE LAJES MACIÇAS POR MEIO DE CÁLCULO MANUAL E COM O AUXÍLIO DE UM SOFTWARE COMPUTACIONAL	
Iva Emanuely Pereira Lima	
Vitor Bruno Santos Pereira	
Vinicius Costa Correia	
DOI 10.22533/at.ed.30619250625	
CAPÍTULO 26	306
DIMENSIONAMENTO OTIMIZADO DE PILARES MISTOS PREENCHIDOS DE AÇO E CONCRETO	
Jéssica Salomão Lourenção	
Élcio Cassimiro Alves	
DOI 10.22533/at.ed.30619250626	
CAPÍTULO 27	325
ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS: MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	
João Augusto Dunck Dalosto	
Luiz Fernando Hencke	
Jhonatan Conceição dos Santos	
Hevrlí da Silva Carneiro Pilatti	
DOI 10.22533/at.ed.30619250627	
CAPÍTULO 28	336
APLICAÇÃO DO CPR EM SOLOS MOLES NA REGIÃO DO CAMPO DOS PERDIZES: DUPLICAÇÃO DA BR 135, ENTRE O KM 39,36 E O KM 39,90	
Rodrigo Nascimento Barros	
Larysse Lohana Leal Nunes	
Saymo Wendel de Jesus Peixoto Viana	
DOI 10.22533/at.ed.30619250628	
CAPÍTULO 29	348
ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR INTERNO DE UMA TERAPIA INTENSIVA	
Sylvia Katherine de Medeiros Moura	
Antonio Calmon de Araújo Marinho	
Wagner Amadeus Galvão de Souza	
Angelo Roncalli Oliveira Guerra	
DOI 10.22533/at.ed.30619250629	

CAPÍTULO 30	357
‘ARTENGENHARIA’: UMA PONTE TRANSDISCIPLINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DO POTENCIAL HUMANO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO	
Ana Alice Trubbianelli	
DOI 10.22533/at.ed.30619250630	
CAPÍTULO 31	371
PROCEDIMENTO DE ANÁLISE EXPERIMENTAL E NÚMÉRICO DE UMA PONTE EXECUTADA COM PALITOS DE PICOLÉ	
Matheus Henrique Morato de Moraes	
João Eduardo Sousa de Freitas	
Diogo Henrique Morato de Moraes	
Juarez Francisco Freire Junior	
Wellington Andrade da Silva	
Geraldo Magela Gonçalves Filho	
DOI 10.22533/at.ed.30619250631	
CAPÍTULO 32	383
EXERGIA HÍDRICA EM SISTEMAS REDUTORES DE PRESSÃO	
Conrado Mendes Moraes	
Ângela B. D. Moura	
Eduardo D. P. Schuch	
Eduardo de M. Martins	
DOI 10.22533/at.ed.30619250632	
SOBRE O ORGANIZADOR	393

AVALIAÇÃO DA ERODIBILIDADE DO SOLO DE CARACTERÍSTICA NÃO LATERÍTICA SOB O ENFOQUE GEOTÉCNICO NAS MARGENS DA TO-222 NO MUNICÍPIO DE ARAGUAÍNA - TO

Glacielle Fernandes Medeiros

Centro Universitário Tocantinense Presidente
Antônio Carlos (UNITPAC)
Araguaína – TO

Renata de Moraes Farias

Centro Universitário Tocantinense Presidente
Antônio Carlos (UNITPAC)
Araguaína – TO

Palloma Borges Soares

Centro Universitário Tocantinense Presidente
Antônio Carlos (UNITPAC)
Araguaína – TO

Ana Sofia Oliveira Japiassu

Centro Universitário Tocantinense Presidente
Antônio Carlos (UNITPAC)
Araguaína – TO

Andressa Fiuza de Souza

Centro Universitário Tocantinense Presidente
Antônio Carlos (UNITPAC)
Araguaína – TO

Igor Guimarães Matias

Centro Universitário Tocantinense Presidente
Antônio Carlos (UNITPAC)
Araguaína – TO

RESUMO: A erodibilidade do solo compreende-se na integração de um conjunto de processos que estabelecem o transporte de partículas, a infiltração de água e a resistência do solo à desagregação. Neste sentido, o presente estudo

tem como finalidade a análise da erodibilidade e da suscetibilidade à erosão do solo localizado nas proximidades da rodovia TO-222 na região de Araguaína – TO, sendo que para sua escolha levou-se em consideração a ausência de cobertura vegetal e a alta inclinação do talude. Desta forma, a metodologia utilizada consiste na realização de revisão bibliográfica e ensaios geotécnicos indiretos, que são os ensaios de granulometria, massa específica, limite de liquidez e limite de plasticidade para caracterizar o solo local, além de ensaio de Pastilha com a finalidade de classificar os solos tropicais. E ensaios geotécnicos diretos, que são os ensaios de Desagregação, Inderbitzen e Crumb Test para identificar o grau de erodibilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Erodibilidade, Erosão, Ensaio geotécnicos.

ABSTRACT: The soil erodibility is comprised in the integration of a set of processes that consist in the transport of particles, the infiltration of water and the resistance of the soil to the disaggregation. In this context, the present study has the purpose of analyzing the erodibility and susceptibility to soil erosion located in the vicinity of the TO-222 highway in the region of Araguaína – TO. The choice was based on the absence of vegetation cover and the high slope embankment. Therefore, the methodology used consists of a bibliographical review and

indirect geotechnical tests, such as the granulometry, specific mass, limits of liquidity and plasticity to characterize the local soil, as well as the small disc quick method in order to classify the tropical soils. In addition to direct geotechnical tests, which are the disaggregation, Inderbitzen and Crumb tests to identify the degree of soil erodibility under analysis.

KEYWORDS: Erodibility, Erosion, Geotechnical tests.

1 | INTRODUÇÃO

É fato que o crescente desenvolvimento da sociedade e a interferência humana no meio físico, pode ocasionar ou agravar os processos erosivos, resultando em uma sucessão de impactos ambientais, sociais e econômicos, dentre os quais estão: assoreamento de cursos de água, deslizamentos em áreas de risco e perda de solos férteis. Esta perda de solo também é provocada por fatores topográficos, de cobertura vegetal, estruturais mineralógicos e hidrológicos.

Nesse sentido, o presente estudo tem como finalidade analisar e determinar a suscetibilidade erosiva do solo, que está localizado em uma área no quilômetro 134 da rodovia TO-222 na região de Araguaína – TO, a partir da aplicação de um conjunto de procedimentos e ensaios geotécnicos diretos e indiretos. Por meio dos resultados obtidos, foi possível caracterizar o solo e definir a sua resistência frente aos processos erosivos.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Carvalho et al. (2006) a erosão é um processo natural na formação da paisagem, sendo responsável pelo desprendimento e carreamento das partículas dos solos, por meio da ação das águas, dos ventos e do gelo, características do relevo e atividade biológica.

Vitte e Mello (2007) salientam que a erosão é classificada como normal, no momento em que se verifica o equilíbrio entre os processos de formação do solo e seu desgaste. Quando ocorre a ruptura deste equilíbrio por meio da intervenção do homem, os processos erosivos ocorrem de forma mais acentuada, dando origem a uma erosão classificada como acelerada ou antrópica, que impossibilita a recuperação natural do solo.

Carvalho et al. (2006) relaciona a erosão em quatro grupos, conforme os agentes erosivos: erosão hídrica, eólica, glacial e organogênica, sendo que no Brasil, devido ao clima tropical, a erosão hídrica é conhecida como o tipo mais comum de erosão, pois é decorrente da ação dinâmica da água (chuva, rios ou ondas). Esta pode ser ocasionada tanto pelo impacto das gotas de chuva quanto pelo escoamento superficial, causando desprendimento e transporte das partículas de solo.

A erosão hídrica é classificada em três tipos principais: linear, laminar e anfiteatro.

A erosão linear está associada a concentração dos filetes de água ao longo de direções preferenciais, originando pequenas incisões dos tipos sulcos, ravinas e canais mais profundos, constituindo as voçorocas. Na erosão laminar ocorre o desprendimento das camadas superficiais devido ao escoamento difuso da água, sendo geralmente menos perceptível, pois o carreamento das partículas de solo ocorre de maneira uniforme (ALMEIDA, 2013). A erosão em formato de anfiteatro é ocasionada pela perda de linearidade, tornando-se mais concentrada, o que gera a queda de blocos decorrentes de instabilizações de taludes (CARVALHO *et al.*, 2006).

Nesse contexto, um dos parâmetros que afetam a suscetibilidade de um solo aos processos erosivos é a erodibilidade, que se compreende na integração de um conjunto de processos que estabelecem o transporte de partículas, a infiltração de água e a resistência do solo à desagregação, estes processos são influenciados pelas propriedades do solo, como a distribuição do tamanho das suas partículas, o conteúdo de matéria orgânica, a estabilidade estrutural e a natureza dos minerais de argila (BASTOS, 2004).

A erodibilidade de um solo pode ser analisada por meio da correlação com os ensaios indiretos de índices físicos, que exercem uma função significativa no estudo das propriedades dos solos. Molinero Júnior *et al.* (2011) relatam em seu trabalho a avaliação da erodibilidade seguindo como referência os limites de consistência dos solos, por intermédio da divisão da carta de plasticidade em três zonas de erodibilidade (Figura 1), sendo elas: baixa, média e alta.

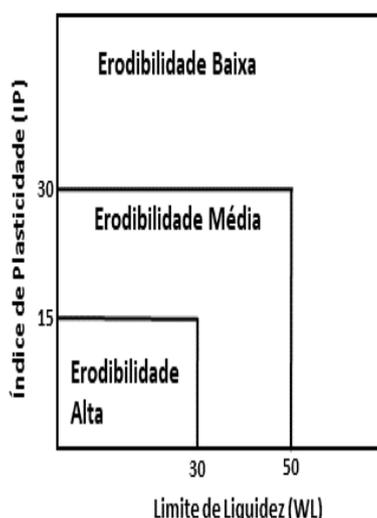


Figura 1. Carta de plasticidade (Molinero Junior et al., 2011).

Gray e Leiser (1989) *apud* Chuquipiondo (2007) fundamentados no Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS) sugerem que os solos apresentam resistência frente aos processos erosivos e que seguem a seguinte hierarquia para medida da erodibilidade (sentido mais erodível para menos erodível): ML (silte de baixa plasticidade) > SM (areia siltosa) > SC (areia argilosa) > MH (silte de alta plasticidade)

> OL (solo orgânica de plasticidade baixa) > CL (argila de baixa plasticidade) > CH (argila de alta plasticidade) > GM (pedregulho siltoso) > GP (pedregulho mal graduado) > GW (pedregulho bem graduado). Estes autores ainda reiteram que a erodibilidade é elevada em areias finas e siltes uniformes e baixa em solos bem graduados. Além disso, afirmam que normalmente, quanto maior o teor de umidade e menor o índice de vazios, maior será sua resistência frente aos processos erosivos.

Deve-se ainda considerar a textura do solo, já que a mesma é uma propriedade básica e estabelece a proporção dos tamanhos de partículas presentes em determinada massa de solo (REINERT; REICHERT, 2006).

3 | ÁREA DE ESTUDO

A área em estudo está localizada nas proximidades da rodovia TO-222 na região de Araguaína – TO (Figura 2) com coordenadas UTM, Fuso 22, 0784684E / 9205430N, e para sua escolha levou-se em consideração a ausência de cobertura vegetal e a alta inclinação do talude, que por sua vez favorece a presença de processos erosivos no período de chuva entre os meses de novembro a maio.



Figura 2. Área de Estudo.

4 | METODOLOGIA

4.1 Atividades *In Loco*

Partindo-se de uma revisão bibliográfica e com o entendimento necessário dos conceitos e metodologias existentes, realizou-se as atividades *in loco*, sendo elas a coleta de amostras retiradas de sua origem estrutural (deformadas) e amostras que dispõem das suas estruturas de campo (indeformadas). O ponto de coleta das amostras teve suas coordenadas rastreadas com a utilização de um GPS (Global Positioning

System).

As amostras coletadas foram devidamente armazenadas, e posteriormente submetidas aos ensaios geotécnicos indiretos que são os ensaios de granulometria, massa específica, limite de liquidez e limite de plasticidade para caracterizar o solo local, além de ensaio de Pastilha com a finalidade de classificar os solos tropicais. As mesmas foram ainda avaliadas quanto a erodibilidade, por meio de ensaios geotécnicos diretos, que são os ensaios de Crumb Test, Desagregação e Inderbitzen.

4.2 Ensaios Laboratoriais

Dentro dos ensaios de avaliação da erodibilidade de forma indireta foram realizados os ensaios de caracterização geotécnica. Sendo que os procedimentos para a execução destes, foram segundo os parâmetros da NBR 6457 (ABNT, 1986), NBR 7181 (ABNT, 1984), NBR 6508 (ABNT, 1984), NBR 6459 (ABNT, 1984) e NBR 7180 (ABNT, 1984).

Visando classificar os solos tropicais executou-se o ensaio de Identificação Expedita do Solo Laterítico – “Método da Pastilha”, baseando-se nas diretrizes especificadas por Dersa Desenvolvimento Rodoviário S. A. do Estado de São Paulo (2006) e em Fortes et al. (2002).

Já quanto a análise do grau de erodibilidade do solo, realizaram-se os ensaios de crumb test, desagregação e inderbitzen. O ensaio de crumb test teve sua execução conforme a NBR 13601 (ABNT, 1996), já o ensaio de desagregação foi executado de acordo com a metodologia proposta por Santos (1997), em que as amostras indeformadas são moldadas em cubos com aproximadamente 60 mm de arestas e submetidas a imersão total e parcial.

Com intuito de realizar o ensaio de inderbitzen foi desenvolvido um equipamento adaptado da metodologia de Aguiar (2009), e para a efetivação deste utilizou-se a rampa em duas inclinações: a primeira na inclinação padrão de 10° e a segunda na inclinação do terreno de 78°. Sendo a inclinação do terreno calculada por meio de trigonometria, utilizando as coordenadas do ponto de maior cota e do ponto de menor cota do talude.

O ensaio foi realizado conforme a metodologia proposta por Fácio (1991), modificada por Almeida (2013), em que as amostras foram moldadas por amostradores de dimensões de aproximadamente 10 cm de lado e 5 cm de altura. Posteriormente, para cada inclinação foi utilizada uma amostra no seu estado de umidade natural e outra no estado saturado por gotejamento de 20 ml de água, sendo que as mesmas durante a execução do ensaio foram submetidas a uma vazão constante de 50 ml/s.

Ao término do ensaio realizou-se cálculos para estimar a massa total de solo erodida, por meio da comparação entre os resultados do ensaio de inderbitzen e a curva granulométrica, segundo a Equação 1, proposta por Almeida, Rocha e Gitirana Jr. (2013):

Fração	Faixa (mm)	Porcentagem (%)	
		Com Defloculante	Sem Defloculante
Argila	< 0,002	14,93	0
Silte	0,002 – 0,06	34,88	47,39
Areia Fina	0,06 – 0,20	23,04	25,64
Areia Média	0,20 – 0,60	19,26	15,12
Areia Grossa	0,60 – 2,0	4,34	5,02
Pedregulho	2,0 - 60	3,56	6,83
		100	100

Tabela 1. Porcentagem de cada fração granulométrica com e sem defloculante.

Utilizou-se a curva com defloculante aliada aos índices físicos para a determinação da classificação do solo em um silte de baixa compressibilidade (ML) de acordo com o Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS). Cabe ressaltar que a curva granulométrica com defloculante foi adotada por ser prevista na NBR 7181 (ABNT, 1984) a caracterização somente com o uso de defloculante. A partir deste resultado, o solo em análise é classificado como de alta erodibilidade, segundo Gray e Leiser (1989) *apud* Chuquipiondo (2007).

Baseado na realização do ensaio de Identificação Expedita do Solo Laterítico a amostra de solo por apresentar penetração do penetrômetro igual a 4,98 mm e contração diametral média de 0,69 mm foi classificada segunda a Carta de Classificação (Figura 4) como um solo siltoso não laterítico ou misturas de areias quartzosas com finos de comportamento não laterítico (NS'- NA').

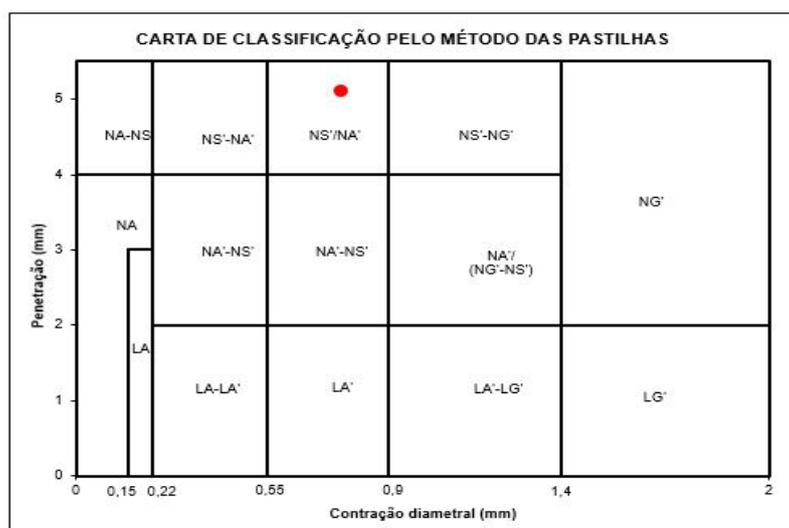


Figura 4. Identificação Expedita dos Solos das duas amostras estudadas.

Por meio do ensaio de Crumb Test foi possível classificar o solo quanto a

sua dispersibilidade. Observou-se que as amostras se desintegraram no fundo do recipiente, mas o líquido não apresentou sinais de turvação, conforme Figura 5, logo o solo pode ser classificado como de Grau 1 – Comportamento não-dispersivo, segundo a análise correspondente à NBR 13601 (ABNT, 1996).

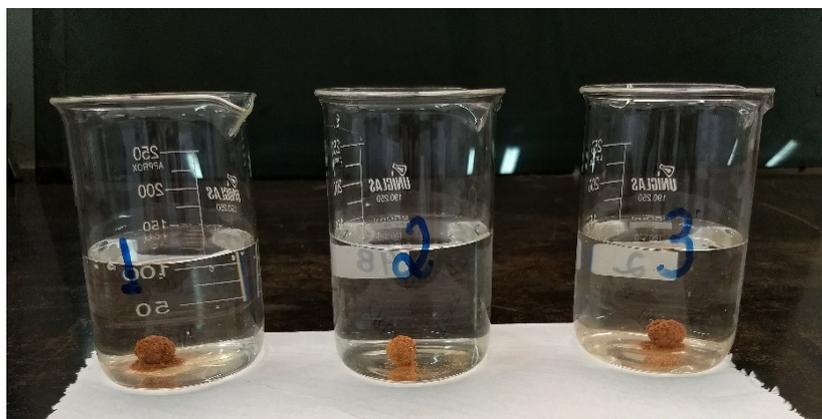


Figura 5. Ensaio de Crumb Test.

O ensaio de desagregação por imersão total foi realizado na umidade natural (Wnat) e com a saturação por capilaridade no intervalo de 24 horas (Wsat) antes da execução do ensaio. Na amostra submetida à imersão total com umidade natural (Figura 6a) observa-se uma dispersão do solo, onde as paredes da amostra se tornam difusas e ocorre a formação de uma “nuvem” coloidal. Já na amostra submetida ao ensaio com pré-saturação (Figura 6b) constatou-se a ocorrência de abatimento, uma vez que o solo se desintegra formando uma pilha de material desestruturado.

Realizou-se também o ensaio de desagregação com a imersão parcial da amostra (Figura 6c), em que o solo apresentou fraturamento, ou seja, a amostra se quebrou em fragmentos mantendo sua forma original nas faces externas.

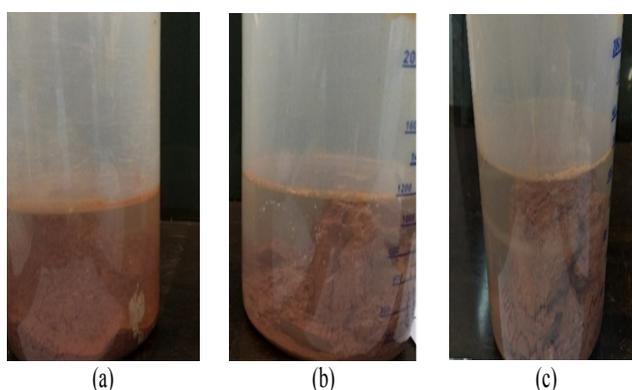


Figura 1. Ensaio de desagregação.

Figura 6. Ensaio de desagregação.

Com base nos resultados verificou-se que no ensaio de imersão total com a amostra na umidade natural e com pré-saturação, ocorreu alta perda de material.

Contudo, a mostra com umidade natural apresentou uma maior perda de massa de solo, evidenciando que mesmo que o solo tenha uma alta suscetibilidade a erosão, o solo com pré-saturação é mais resistente que o solo com umidade natural. Dessa forma o solo submetido a imersão total sem pré-saturação apresentou alta erodibilidade e o solo com pré-saturação teve de média a alta erodibilidade.

Quanto ao ensaio de imersão parcial o solo foi classificado como de média a alta erodibilidade, apresentando comportamento semelhante ao ensaio de imersão total com pré-saturação, pois nas duas amostras a expulsão das bolhas de ar presentes no solo ocorre de forma lenta.

A partir da realização do ensaio de nderbitzen nas amostras com umidade natural (Figura 7) e com pré-saturação por gotejamento (Figura 8), foi possível obter as curvas da massa erodida retida que é o material retido na peneira nº 200 (0,075 mm) e da massa total erodida, calculada por meio da Equação 1.

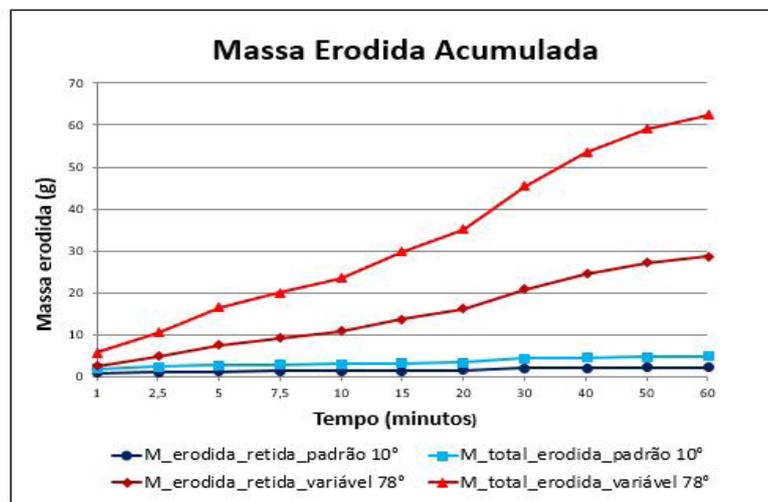


Figura 7. Massa erodida acumulada no ensaio de nderbitzen para a amostra com umidade natural.

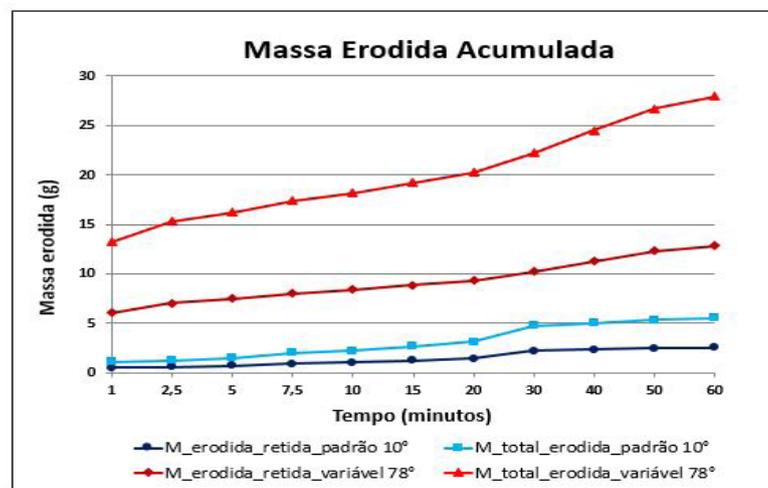


Figura 8. Massa erodida acumulada no ensaio de nderbitzen para a amostra com pré-saturação.

Mediante as curvas obtidas pelo ensaio de inderbitzen foi possível verificar que para as duas inclinações ocorreu um aumento progressivo da perda de massa, justificado pelo fato do solo em análise ser classificado como não-laterítico. Além disso, observou-se que no ensaio realizado para a inclinação natural do terreno (78°) ocorreu uma maior perda de material, uma vez que o solo se encontra em um talude com alta inclinação e sem presença de vegetação.

Constatou-se também que no solo ensaiado com umidade natural ocorre uma maior perda de massa por erosão laminar quando comparado com a amostra ensaiada com pré-saturação, assim como observado no ensaio de desagregação. Dessa maneira, o solo em estudo apresentou de média a alta suscetibilidade a erosão.

6 | CONCLUSÃO

A realização deste estudo permitiu constatar uma correlação entre os ensaios de desagregação e inderbitzen, uma vez que nas amostras ensaiadas na umidade natural observou-se uma alta erodibilidade do solo e nas amostras submetidas a uma pré-saturação uma menor tendência a erodibilidade. Isso se justifica pelo fato que nas amostras com pré-saturação as bolhas de ar presentes no solo são expulsas de forma lenta, conferindo ao mesmo uma maior resistência aos processos erosivos quando comparado as amostras ensaiadas na umidade natural onde essa expulsão ocorre de forma brusca.

Com base nos resultados encontrados é possível verificar que os índices físicos apresentaram uma pré-classificação da suscetibilidade a erosão do solo quando comparado com os resultados dos ensaios específicos de erodibilidade, uma vez que tanto na análise isolada dos índices físicos quanto nos ensaios de avaliação direta o solo apresentou de média a alta erodibilidade.

Tendo em vista os resultados encontrados e os fatores como a alta inclinação do talude e a falta de vegetação da área de estudo, sugere-se que para aumentar a resistência desse solo frente aos processos erosivos seja executado algum tipo de obra de contenção ou o melhoramento do solo com a utilização de resíduos de calcário, de construção civil, dentre outros.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: Amostras de Solo – Preparação para Ensaio de Compactação e Ensaio de Caracterização. Rio de Janeiro, 1986, 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181**: Solo-Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984a, 13p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459**: Solo - determinação do limite de liquidez. São Paulo, 1984b, 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180**: Solo - determinação do limite de plasticidade. São Paulo, 1984c, 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6508**: Grãos de Solos que Passam na Peneira de 4,8mm - Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 1984d, 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13601**: Solo - Avaliação da dispersibilidade de solos argilosos pelo ensaio do torrão (crumb test). Rio de Janeiro, 1996, 2p.

AGUIAR, V. G. **Bacia hidrográfica do córrego granada – Aparecida de Goiânia – GO: os processos erosivos e a dinâmica espacial urbana**. 97f. (Dissertação Mestrado em Geotecnia). Goiânia: UFG, 2009.

ALMEIDA, J. G. R. **Erodibilidade de Solos Tropicais não Saturados nos Municípios de Senador Canedo e Bonfinópolis-GO**. 127f. (Dissertação Mestrado em Engenharia Civil). Goiânia: UFG, 2013.

ALMEIDA, J. G. R.; ROCHA, M. F.; GITIRANA JR., G. DE F. N. A influência da sucção na erodibilidade de um solo compactado: estudo de caso em um solo erosivo do Córrego Barreiro. In: 3º Simpósio de Prática de Engenharia Geotécnica na Região Centro-Oeste e 6º Simpósio sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos – GEOCENTRO, 2013, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: ABMS, 2013.

BASTOS, C. A. B. **Estudo Geotécnico Sobre a Erodibilidade de Solos Residuais Não Saturados**. 303f. (Tese de Doutorado em Engenharia Civil). Porto Alegre: UFRGS, 2004.

CARVALHO, J. C.; SALES, M. M.; SOUZA, N. M.; MELO, M. T. S. **Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro**. Brasília: FINATEC, 2006. 464p.

CHUQUIPIONDO, I. G. V. **Avaliação da estimativa do potencial de erodibilidade de solos nas margens de cursos de água: Estudo de caso trecho de vazão reduzida capim branco I Araguari Minas Gerais**. 195f. (Dissertação Mestrado em Geotécnica). Belo Horizonte: UFMG, 2007.

DERSA. **Diretrizes para identificação expedita do solo laterítico** - “Método da Pastilha”. São Paulo, 2006.

FÁCIO, J. A. **Proposição de uma metodologia de estudo da erodibilidade dos solos do Distrito Federal**. 122f. (Dissertação Mestrado em Geotecnia). Brasília: UnB, 1991.

FORTES, R. M.; ZUPPOLINI NETO, A.; MAREGGHI, J. V. **Proposta de normalização do método das pastilhas para identificação expedita de solos tropicais**. In: 11ª Reunião De Pavimentação Urbana. Porto Alegre, 2002.

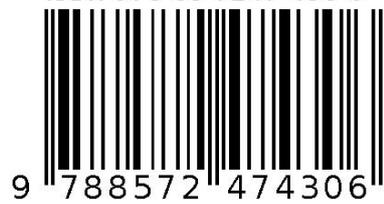
MOLINERO JUNIOR, J. A.; BORGES, K. R.; SILVA, DA F. A. F.; FRANCO, M. A. M.; MAIA, C. S. Avaliação da erodibilidade de solos da BR-050 (Uberlândia – Uberaba). In: V Simpósio Sobre Solos Tropicais E Processos Erosivos No Centro-Oeste, 2011, Brasília. **Anais...** Brasília: Editora Ipanema, 2011.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades física do solo**. Santa Maria: UFSM, 2006, 27p.

SANTOS, R. M. M. **Caracterização geotécnica e análise do processo evolutivo das erosões no Município de Goiânia**. 138f. (Dissertação Mestrado em Geotecnia). Brasília: UnB, 1997.

VITTE, A. C.; MELLO, J. P. Considerações sobre a erodibilidade dos solos e a erosividade das chuvas e suas consequências na orfogênese das vertentes: um balanço bibliográfico. **Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro, v. 2, n. 2, p. 107-133, jul./dez. 2007.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-430-6



9 788572 474306