

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

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

Larissa da Silva Oliveira

Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC,
Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas,
Colegiado de Engenharia Civil, Ilhéus – Bahia.

**Stephanny Conceição Farias do Egito
Costa**

Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC,
Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas,
Colegiado de Engenharia Civil, Ilhéus – Bahia.

RESUMO: O termo “Massapê” consiste em uma nomenclatura regional de um tipo de solo argiloso encontrado principalmente na região do Recôncavo Baiano/BA. Esse configura-se um exemplo clássico de solo expansivo, que sofre grande variação de volume à medida que seu teor de umidade é alterado. O objetivo desse trabalho é caracterizar uma amostra de solo do tipo Massapê, coletada no município de Santo Amaro/BA, verificar o seu grau de expansão para os critérios de classificação disponíveis na literatura, e compará-los quanto a paridade de seus resultados. Foram utilizados para caracterização da amostra, métodos indiretos de identificação do solo expansivo. Como resultados, constatou-se que a amostra estudada consiste de uma argila de alta plasticidade, com grau de expansão muito alto. Os parâmetros atribuídos pelos autores, mostraram conformidade entre os seus

resultados, com exceção ao grau de expansão alto, atribuído pela Kansas Highway Commission.

PALAVRAS-CHAVE: Solos expansivos, Grau de expansão, Limites de Atterberg, CTC.

ABSTRACT: The term “Massapê” consists of a regional nomenclature of a type of clayey soil found mainly in the region of Recôncavo Baiano / BA. This is a classic example of expansive soil, which suffers large volume variation as its moisture content is altered. The objective of this work is to characterize a sample of the Massapê-type soil collected in the municipality of Santo Amaro / BA, to verify its degree of expansion to the classification criteria available in the literature, and to compare them with the parity of its results. Indirect methods of identification of the expansive soil were used for characterization of the sample. As results, it was verified that the studied sample consists of a clay of high plasticity, with very high degree of expansion. The parameters attributed by the authors, showed their conformity among their results, except for the degree of high expansion, attributed by the Kansas Highway Commission.

KEYWORDS: Expansive soil, Degree of expansion, Atterberg Limits, CEC

1 | INTRODUÇÃO

É de longa data o relacionamento do ser humano com o solo. Na engenharia civil, toda e qualquer obra se apoia sobre ele ou o possui como material constituinte. Estudá-lo e prever seu comportamento, seja ele mecânico, hidráulico ou até mesmo químico, faz-se de fundamental importância para elaboração e viabilização de construções.

Em meio à vasta expansão territorial e o crescente avanço da construção civil no mundo, estão sendo cada vez mais identificadas áreas propensas a problemas geotécnicos. Estudar as formas de preveni-los e/ou tratá-los tem sido um desafio constante na Engenharia Geotécnica.

O solo expansivo configura-se um exemplo clássico de solo problemático não saturado. Ele sofre grande dilatação de volume à medida que o teor de umidade aumenta ou se contrai em igual proporção ao ressecar-se. Sua principal característica é a presença de argilominerais expansivos, de estrutura 2:1, que junto com os fatores condicionantes naturais, antrópicos e ambientais conferem ao solo a característica de expansão.

No Brasil, um dos primeiros estudos sobre o solo expansivo originou-se em função das dificuldades encontradas na implantação da rodovia federal BR-324/BA, nos quilômetros que tangenciam as cidades de Feira de Santana e Salvador, nos primeiros anos da década de 50. Desde lá, foi evidenciado a presença desse solo em diversas localidades da Bahia, onde recebeu a classificação regional de Massapê.

De acordo com Vargas et al. (1989 apud MILITITSKY, CONSOLI e SCHNAID, 2015), a maioria das bibliografias que tratam de solos expansivos referem-se a solos residuais ou coluviais formados por intemperismos de rochas sedimentares. Os autores apresentam o litoral do Nordeste como uma das principais áreas de solos expansivos no Brasil. Segundo eles, “nesta área, os solos expansivos são solos residuais de argilitos, siltitos e arenitos, incluindo os de Massapê do Recôncavo Baiano, nos arredores de Salvador (BA) e a Formação Maria Farinha, nos arredores da cidade de Recife (PE)”.

O fenômeno de contração e expansão desse solo origina diversas patologias nas estruturas construídas sobre ele, tais como fissuras e trincas em paredes de edificações, levantamento e deslocamento de estruturas, rupturas de aterros e pavimentos, escorregamento de taludes, distorções de linhas de transmissão de adutoras, entre outros. Apesar desses danos em sua maioria não acarretarem em perdas de vidas, seu prejuízo financeiro é bastante significativo.

Mijangos (2006, tradução nossa), salienta que: “Os efeitos dos solos expansivos não são tão dramáticos quanto os dos furacões e terremotos, porque eles só causam danos às propriedades, sem perda de vidas humanas. (...) no entanto, as perdas são muito grandes, e muitas delas poderiam ser evitadas reconhecendo o problema a tempo e incorporando medidas preventivas adequadas no projeto, construção e manutenção de estruturas”.

No âmbito da engenharia, a identificação dos solos com potenciais expansivos

dá-se por meio de diversos ensaios de laboratório, que são divididos em diretos e indiretos. Os primeiros baseiam-se na medida da expansão induzida do solo e o segundo na classificação mineralógica, índices físicos, limite de consistência e parâmetros associados à textura e composição de argilas (SILVA, 2005 apud CHAGAS; MOURA; CARNEIRO, 2017).

Vários métodos, foram desenvolvidos para identificar e classificar um solo quanto ao seu potencial de expansão. Todavia, nenhum foi adotado como padrão para universalizar tal atividade, e quase nenhum é utilizado nas investigações de subsolo para estudos de viabilização de projetos, em especial os de pequeno porte.

Esse trabalho pretende, apresentar algumas das metodologias disponíveis na literatura para identificação e classificação do solo expansivo e compará-los quanto a paridade de seus resultados. Ele consistirá na aplicação de métodos indiretos para caracterizar e classificar quanto ao grau de expansão, uma amostra de solo coletada em uma localidade conhecida por apresentar essa tipologia.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra de solo objeto deste estudo é originária do município de Santo Amaro (BA) (Figura 1), cidade histórica do Recôncavo Baiano, situada a 78,6 km da capital Salvador. O referido material foi coletado por técnicos laboratoristas da Universidade Federal da Bahia – UFBA para fins de pesquisa nessa e em outras instituições, incluindo a Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC.



Figura 1 - Mapa do Recôncavo Baiano, adaptado de Silva et al. (2006).

A metodologia adotada para análise, caracterização e classificação desse tipo de solo foi desenvolvida de acordo com as atividades apresentadas no diagrama da Figura 2.

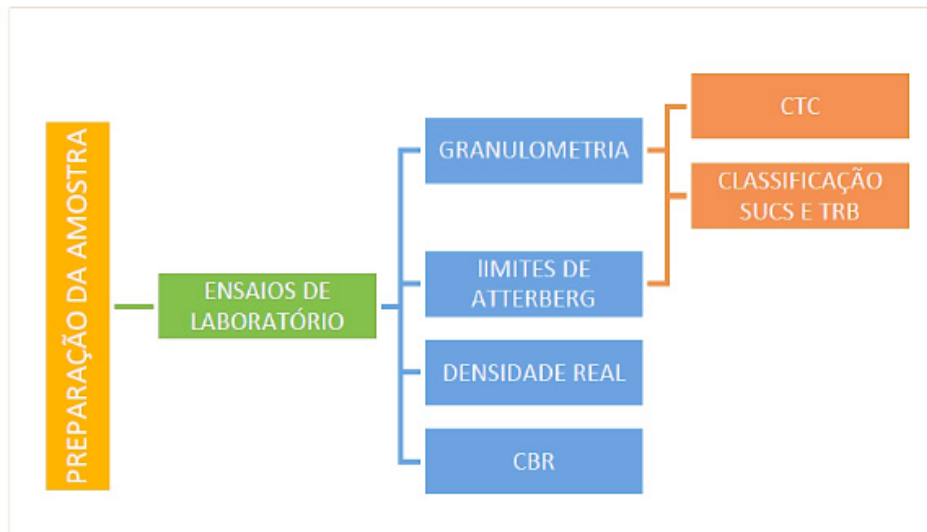


Figura 2 - Diagrama de atividades.

Os ensaios de caracterização e CBR foram realizados nos laboratórios de Mecânica dos Solos e Pavimentação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, campus Cruz das Almas, sob a orientação e supervisão dos professores Dr. Mário Sérgio de S. Almeida e Ms. Weiner Gustavo S. Costa. A análise de CTC foi desenvolvida pela equipe técnica do laboratório de solos da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira - CEPLAC de Ilhéus – BA.

2.1 ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Para realização dos ensaios de caracterização o solo foi previamente preparado conforme os procedimentos descritos na norma DNER - ME 041/1994 – Solos – preparação de amostras para ensaios de caracterização, sendo que os ensaios realizados foram:

- Granulometria com sedimentação, de acordo com a NBR 7181/2016 – Solo – Análise granulométrica;
- Densidade real, de acordo com o DNER – ME 093/1994 – Solos – Determinação da densidade real;
- Limite de Liquidez, de acordo com o DNER – ME 112/1994 – Solos – Determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito;
- Limite de Plasticidade, de acordo com o DNER – ME 082/1994 – Solos – Determinação do limite de plasticidade.

O ensaio de Capacidade de Troca de Cátions total, foi desenvolvido mediante o método do KCl 1 mol L⁻¹, que segue os procedimentos definidos pelo Manual de Métodos de Análise de Solos da EMBRAPA (2011).

O ensaio de CBR, foi realizado para avaliação do comportamento de expansão

do solo sobre diferentes teores de umidades. Esse seguiu as orientações da norma DNIT 172/2016 – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio.

2.2 GRAU DE EXPANSÃO

A classificação quanto o grau de expansão deu-se pela avaliação dos Limites de Atterberg, observando os critérios estabelecidos pelos autores Chen (1965), Seed et al. (1962), Daksanamurthy e Raman (1973), Kansas Highway Commission e Louisiana Department of Transportation e pela Carta de Van der Merwe adaptada por Willians e Donaldson (1980), apresentados respectivamente nas Tabelas 1 e 2 e Figura 3.

Grau de Expansão	Chen (1965)	Seed et al. (1962)	Daksanamurthy e Raman (1973)
Muito Alto	$LL > 60$	$IP > 35$	$LL > 70$
Alto	$40 < LL \leq 60$	$20 < IP \leq 35$	$50 < LL \leq 70$
Médio	$30 \leq LL \leq 40$	$10 \leq IP \leq 20$	$35 < LL \leq 50$
Baixo	$LL < 30$	< 10	$20 \leq LL \leq 35$

Tabela 1 - Classificação do grau de expansão relacionada ao Limite de Liquidez e ao Índice de Plasticidade, Carvalho et al. (2015, p. 430).

Grau de Expansão	Kansas Highway Commission	Louisiana Department of Transportation	
Muito Alto	*	$LL > 70$	$IP > 46$
Alto	$IP > 35$	$50 \leq LL \leq 70$	$25 \leq IP \leq 46$
Médio	$15 < IP < 35$	$20 \leq LL \leq 49$	$15 \leq IP \leq 24$
Baixo	$IP < 15^{**}$		

* Não apresenta essa classificação.

** Onde se classifica como baixo, classifica-se como baixo a inexistente.

Tabela 2 - Classificação do grau de expansão relacionada ao Limite de Liquidez e ao Índice de Plasticidade, Donald, Lawrence David (1977, p. 8-9).

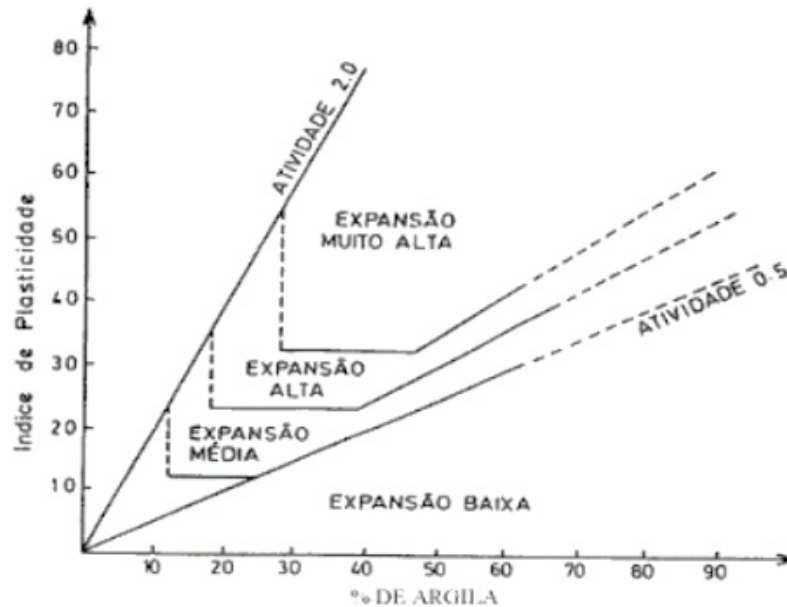


Figura 3 - Carta de Van der Merwe modificada por Williams e Donaldson, Pereira (2004).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 4, encontra-se a curva granulométrica obtida como resultado do ensaio de granulometria. Nela é possível notar que a amostra em questão trata de um solo fino uma vez que mais de 80% do material possui diâmetro menor que 0,05 mm (critério ABNT), ou ainda, mais de 50% da amostra passou na peneira de abertura 0,075 mm (critério TRB).

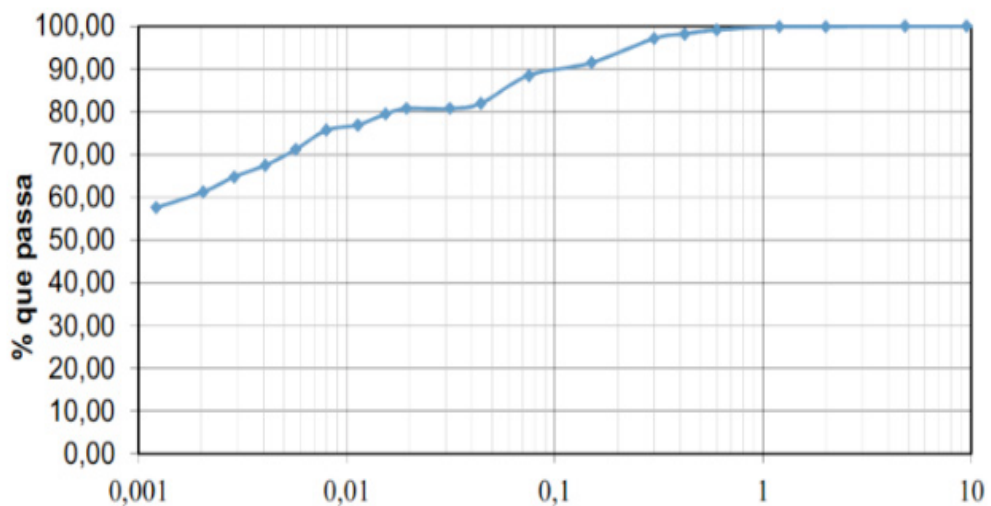


Figura 4 - Curva granulométrica.

A Tabela 3 exibe os resultados de caracterização da amostra. O solo apresentou-se com alto teor de umidade higroscópica, justificado pelo grande percentual de partículas finas presentes. Os Limites de Atterberg mostraram-se elevados, o que caracterizou o solo como um material altamente plástico.

Parâmetro	Resultado
W (%)	10,66
D ₂₀	2,589
# 200 (%)	88,51
LL (%)	81
LP (%)	31
IP (%)	50
SUCS	CH
TRB	A-7-6
Atividade de argila	0,81
CTC _T (cmol _c /dm ³)	43,99
W _{ot} (%)	29,16
γ _d (g/cm ³)	1,335
CBR (%)	3
Expansão (%)	6,31

Tabela 3 - Resumo dos resultados de caracterização.

O solo foi classificado pelo Sistema Unificado como argila de alta compressibilidade, CH, evidenciando com isso, o que é declarado pelo Manual de Pavimentação do DNIT (2006) para o Massapê.

O ensaio de Proctor Normal revelou uma umidade ótima elevada, contudo uma densidade aparente seca relativamente baixa, como já esperado visto que, solos finos possuem grandes superfícies específicas e estruturas lamelares.

O Índice de Atividade de Argila, atribuído por Skempton (Figura 5), foi classificado como normal, possuindo um valor, de acordo com o mesmo autor, comum aos argilominerais do grupo da illita, argilomineral do tipo 2:1 que apresenta pequenas expansões se comparado com as esmectitas.

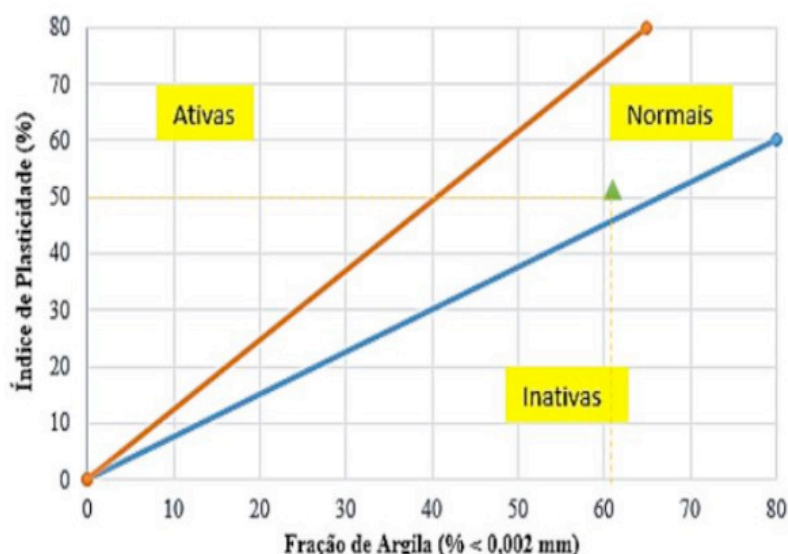


Figura 5 - Carta de Skempton.

A análise química de Capacidade de Troca de Cátions total exibiu um valor característico pertencente ao intervalo atribuído por Ronquim (2010) ao grupo da ilita.

O percentual de CBR exibido para a amostra foi considerado irrisório, comparado com os valores exigidos pelo DNIT, sendo o CBR desse solo insuficiente para qualificá-lo como componente de qualquer tipo de camada de pavimento. Todavia, a porcentagem de expansão, item de maior importância para o estudo em questão, mostrou-se significativamente elevada, apresentando uma curva decrescente de expansão com a aumento do teor de umidade, voltando a ter um ramo crescente após atingir a umidade ótima, como observado no gráfico da Figura 6.

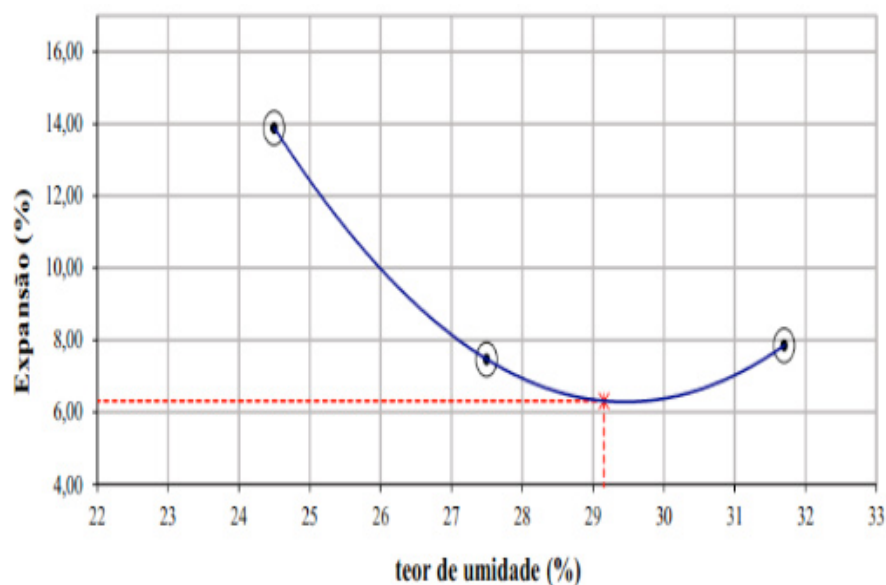


Figure 6 - Percentual de expansão – CBR.

A Tabela 4 apresenta o grau de expansão atribuído à amostra por diferentes autores, encontrados na literatura. Na Figura 7, é exposto a classificação segundo a Carta de Van der Merwe adaptada por Willians e Donaldson (1980).

Autores	Parâmetros de classificação	Grau de expansão
'Chen (1965)	LL > 60	Muito alto
Sedd et al. (1962)	IP > 35	Muito alto
Daksanamurthy e Raman (1973)	LL > 70	Muito alto
Louisiana Department of Transportation	LL > 70 e IP > 46	Muito alto
Kansas Highway Comission	IP > 35	Alto

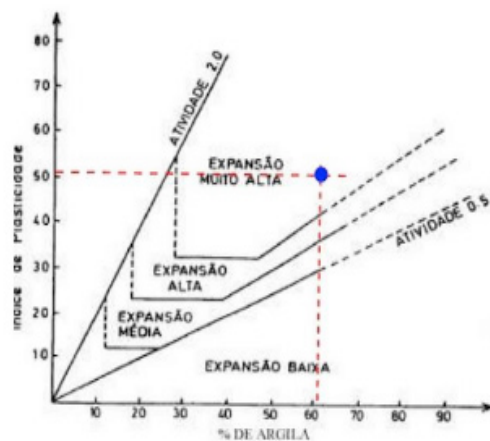


Tabela 4 - Grau de expansão atribuído à amostra. Figure 7 - Carta de Van der Merwe

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa pesquisa, a caracterização de uma amostra de solo não saturado, tipo Massapê, por análises físicas e químicas, permitiu concluir que os parâmetros encontrados na literatura para classificação do grau de expansão do solo, pelo emprego dos Limites de Atterberg possuem paridades em seus resultados, todavia com a exceção da classificação “muito alto” inexistente na relação de referências apresentada pela Kansas Highway Commission.

A Carta de Van der Merwe adaptada por Willians e Donaldson mostrou-se eficaz em classificar o grau de expansão da amostra, atribuindo a expansividade muito alta ao solo, classificação coincidentes com as dos demais autores.

A Carta de Skempton, atribuiu à atividade de argila a classificação normal, o que mostrou uma discrepância com o grau de expansão apresentado pelo solo.

A análise química de CTC_{τ} possibilitou a afirmação da presença de argilominerais de estruturas lamelares do tipo 2:1, comum para minerais de argila expansivos. Contudo o valor encontrado é, de acordo com Ronquim (2010), pertencente ao intervalo atribuído ao grupo das ilitas, dado também referenciado por Skempton através da análise da atividade de argila. Algo que levanta uma dúvida a respeito da veracidade dessa informação visto que, a ilita possui uma plasticidade dita intermediária e sua expansão é considerada pequena se comparada a outros grupos de argilominerais, a exemplo das esmectitas e vermiculitas. Todavia, trata-se de um questionamento que só pode ser elucidado mediante a realização de métodos de identificação mais precisos, como o ensaio de difratometria de raios – X (DRX) e microscopia eletrônica de varredura (MEV), que seguem como sugestões para pesquisas futuras.

5 | AGRADECIMENTOS

As autoras expressam seus agradecimentos aos professores Mário Sérgio, Weiner Gustavo e Quintino Reis por viabilizar os ensaios necessários para essa pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7181: Solo: Análise Granulométrica – Método de Ensaio**. Rio de Janeiro, 2016.

CARVALHO, J. C. et al. **Solos não saturados no contexto geotécnico**. São Paulo/SP: ABMS, 2015.

CHAGAS, G. S; MOURA, A. S; CARNEIRO, A. A. **Utilização da compactação para redução do potencial de colapso/expansão de um solo silto argiloso de massapê da cidade de Icó-CE**.

REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil, vol. 13, nº 1, p. 64-75. Disponível em: < <https://www.revistas.ufg.br/reec> >. Acesso em: 24 ago. 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **DNIT 172: Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – Método de ensaio**. Brasília, 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGENS (DNER). **DNER-ME 041: Solos – preparação de amostras para ensaios de caracterização**. 1994.

____. **DNER – ME 082: Solos – determinação do limite de plasticidade**. 1994.

____. **DNER – ME 093: Solos – determinação da densidade real**. 1994.

____. **DNER – ME 112: Solos – determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito**. 1994.

DONALD, S. R; LAWRENCE, J. D; DAVID, P. M. **Na evaluation of expedient methodology for identification of potentially expansive soils**. United States. Federal Highway Administration. Springfield, VA.: N.T.I.S., 1977.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro/RJ: Embrapa Solos, 2011.

MIJANGOS, R. J. B. **Suelos Expansivos**. Tese de Mestrado em Engenharia, Universidad Nacional Autonoma do Mexico, Cidade Universitária – DF, 2006.

MILITITSKY, J; CONSOLI, N. C; SCHNAID, F. **Patologia das fundações**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

PEREIRA, E. M. **Estudo do comportamento à expansão de materiais sedimentares da Formação Guabirotuba em ensaios com sucção controlada**. 2004. Tese de Doutorado em Engenharia Geotécnica – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 2004.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

SILVA, W. S. et al. **Avaliação da cobertura do programa de triagem neonatal de hemoglobinopatias em populações do Recôncavo Baiano, Brasil**. Cad. Saúde Pública vol. 22 no. 12 Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2006001200006>> Acesso em: 20 ago. 2017.

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

