

## ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA DE UMA FORMAÇÃO SEDIMENTAR PRESENTE NA ZONA SUL DA CIDADE DE ILHÉUS-BA

Renilson Santana de Jesus<sup>1</sup>; Ronaldo Lima Gomes<sup>2</sup>; Cleverson Alves de Lima<sup>3</sup>; Clara Campos dos Santos<sup>4</sup>

**Resumo** – A cidade de Ilhéus (BA) vem passando por um processo de urbanização intensa devido aos novos investimentos em infraestrutura que vem recebendo, culminando na ocupação de espaços naturais. Durante o processo de expansão urbana, foram encontradas formações sedimentares e folhelhos não identificadas nas cartas existentes, em virtude do arcabouço geológico conhecido até então. Esta condição gerou inicialmente mudanças nos projetos dos empreendimentos planejados e questionamentos a respeito do alcance desta formação e capacidade de suporte. Desta forma, foi proposto o estudo destas novas formações encontradas, com definição dos procedimentos metodológicos para caracterização das propriedades físicas, químicas, mineralógicas e mecânicas. Complementarmente, serão realizadas análises de termogravimetria, difratometria de raios-x e microscopia eletrônica de varredura. Com este estudo, espera-se conhecer detalhadamente os afloramentos estudados, do ponto de vista geológico e geotécnico, caracterizando as camadas sedimentares associadas as camadas de arenito e folhelhos cinza-escuros.

**Abstract** – Ilhéus (BA) has been undergoing an intense urbanization process due to new investments in infrastructure, culminating in the natural spaces occupation. During the urban expansion process, sedimentary formations and shales that were not identified in the existing maps were found, due to the geological framework known until then. This condition initially generated changes in the planned developments projects and questions regarding the formation scope and its support capacity. Thus, a study of these newly discovered formations was proposed, with the methodological procedures definition for characterizing their physical, chemical, mineralogical and mechanical properties. In addition, thermogravimetry, X-ray diffractometry and scanning electron microscopy analyses will be performed. With this study, it is expected to know in detail the studied outcrops, from a geological and geotechnical point of view, characterizing the sedimentary layers associated with the layers of sandstone and dark gray shales.

**Palavras-Chave** – Solo expansivo; esmectita; ensaios de laboratório; folhelhos.

---

<sup>1</sup> Mestrando, PPG Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Santa Cruz, [rsjesus.ppgeca@uesc.br](mailto:rsjesus.ppgeca@uesc.br)

<sup>2</sup> Docente, Geólogo, Doutor em Geotecnia. PPG Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Santa Cruz, [rlgomes@uesc.br](mailto:rlgomes@uesc.br)

<sup>3</sup> Docente, Doutor em Geotecnia. PPG Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Santa Cruz, [clalima@uesc.br](mailto:clalima@uesc.br)

<sup>4</sup> Mestranda, PPG Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Santa Cruz, [ccsantos.ppgeca@uesc.br](mailto:ccsantos.ppgeca@uesc.br)

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a denominada Zona Sul da cidade de Ilhéus (BA) vem passando por um processo de ocupação habitacional a partir do surgimento de inúmeros empreendimentos imobiliários constituídos por construções prediais de vários pavimentos. Durante a sua implementação, durante a fase de sondagens geotécnicas, foram encontradas camadas argilosas de coloração cinza escura, com alta plasticidade e baixa capacidade de suporte, ocorrendo em profundidades superiores a 5 m, abaixo de pacotes arenosos típicos da planície costeira.

A ocorrência destas camadas sedimentares argilosas na zona Sul da cidade não era esperada, em virtude do arcabouço geológico conhecido até então. De forma geral, as tipologias de substrato rochoso, observados nos mapeamentos geológicos, a exemplo dos trabalhos de Arcanjo (1997), Gomes et al. (2008), Franco et al. (2009), indicam a ocorrência de embasamento cristalino, formado predominantemente por rochas granulíticas, recoberto por seu manto de alteração ou por sedimentos da Formação Barreiras nas áreas elevadas. Nas áreas da planície costeira do município, espera-se a ocorrência de depósitos arenosos quaternários, associados às elevações do nível marinho no passado, repousando diretamente sobre o substrato impenetrável do embasamento cristalino. Porém não foi esse modelo encontrado na área em estudo.

Com isto, a origem das camadas de folhelhos no substrato rochoso da área em estudo seria de materiais sedimentares quaternários associados, bem como as areias da planície costeira, estão associadas a presença da Bacia Sedimentar Mesozóica do Almada, mapeada e aflorante na porção norte do município de Ilhéus, a aproximadamente 20 km ao norte da área em estudo. Esta hipótese de baseia também no disposto no trabalho de Netto et al. (1991) que registra a ocorrência na praia do Cururupe (3 km de distância ao sul da área em estudo) de rochas areníticas de idade mesozóica, associada a Formação Taipus Mirim da Bacia sedimentar do Almada. Ou seja, mapeamentos geológicos anteriores, em virtude provavelmente da escala adotada, não mapearam estas camadas mesozóicas na zona sul da cidade, encontrando apenas o seu relato no trabalho de Netto et al. (1991). O reconhecimento das características das camadas e do substrato rochoso é de fundamental importância para o conhecimento do seu comportamento geotécnico. No caso dos folhelhos em questão, aspectos de resistência do material e de sua potencialidade expansiva são atributos que devem ser considerados nos aspectos construtivos dos empreendimentos na área em estudo.

Neste contexto, parte-se da premissa que o solo constitui a base para a maioria das obras de construção civil, e seu desconhecimento representa uma das principais causas de problemas na ocupação humana em áreas com solos expansivos. Um solo é classificado como expansivo quando sua variação de volume ocorre devido às mudanças na umidade sem que haja alteração nas cargas aplicadas (PEREIRA, 2004), podendo causar danos significativos às estruturas construídas sobre eles (PRESA, 1980). Os efeitos prejudiciais decorrem das propriedades físicas e mecânicas que permitem que o solo se expanda e contraia em resposta às variações de umidade. Simões e Costa Filho (1981) ressaltam em seu estudo que os solos expansivos da região do Recôncavo Baiano provêm do intemperismo de rochas sedimentares, dando origem ao solo massapé encontrada principalmente em regiões de clima tropical do Nordeste.

Os prejuízos causados por solos expansivos são muitas vezes atribuídos a práticas deficitárias ou possíveis erros na execução das fundações, desconsiderando que os problemas relativos a esses solos se manifestam ao longo do tempo (JUSTINO, 2004). A falta de conhecimento sobre esses solos pode levar a problemas que variam desde pequenas fissuras até riscos à vida humana, como observado por Moraes (2017). A ausência de uma avaliação geotécnica adequada e à subestimação dos riscos associados pode resultar além da ocorrência de fissuras, a presença de desníveis e deformações nas estruturas sendo que em casos mais graves a instabilidade do solo pode levar ao colapso de edificações, como por exemplo desmoronamentos em regiões afetadas por solos expansivos colocando em risco a segurança dos ocupantes (JUSTINO, 2001).

Na Bahia, solos expansivos são frequentemente identificados por diversos pesquisadores, como Sobral (1956), Simões (1981), Campos (2004), Justino (2004) e Burgos (2024). Segundo esses autores, as áreas estudadas apresentaram características como a presença predominante

de argilominerais de alta atividade, como a esmectita, e uma tendência ao aumento de volume com a umidade, além de contração quando secam. Regionalmente, os solos expansivos do Recôncavo Baiano são conhecidos como massapês e ocupam cerca de 20% da Bacia Sedimentar desse recôncavo, constituindo a mais expressiva região de solos expansivos do Brasil (BURGOS, 2024).

Apesar do material argiloso presente no substrato rochoso da zona sul de Ilhéus apresentar as propriedades características semelhantes ao solo do Recôncavo Baiano, poucos estudos têm se dedicado a essa região costeira necessitando assim de uma investigação e caracterização geotécnica detalhada, dado ao conhecimento limitado sobre suas propriedades expansivas. Esse entendimento é fundamental para a mitigação de possíveis riscos, particularmente no que se refere à estabilidade estrutural e à durabilidade das edificações previstas para a região. Do exposto, este trabalho possui o objetivo de apresentar os procedimentos metodológicos para a caracterização geológico-geotécnica de uma camada de rocha sedimentar argilosa, do tipo folhelhos, aflorantes na zona Sul da Cidade de Ilhéus (BA), tendo em vista, além de conhecer suas propriedades físicas, químicas, mineralógicas e mecânicas, avaliar seu comportamento expansivo.

Cabe destacar que este trabalho se encontra em fase de execução, com a realização de ensaios no Laboratório de Geotecnia e Mecânica dos Solos, localizado no campus da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Localização da área de estudo

As amostras de solo deste estudo foram coletadas em dezembro de 2024 no município de Ilhéus, situado na Região Sul da Bahia, a aproximadamente 315 quilômetros da capital do estado. A cidade encontra-se nas coordenadas médias UTM: latitude de 14° 47' 50" sul e longitude de 39° 2' 8" oeste. A área sul do município está localizada no Bairro Jardim Atlântico, na Rodovia Ilhéus-Olivença, Km 5 (Figuras 1 e 2).

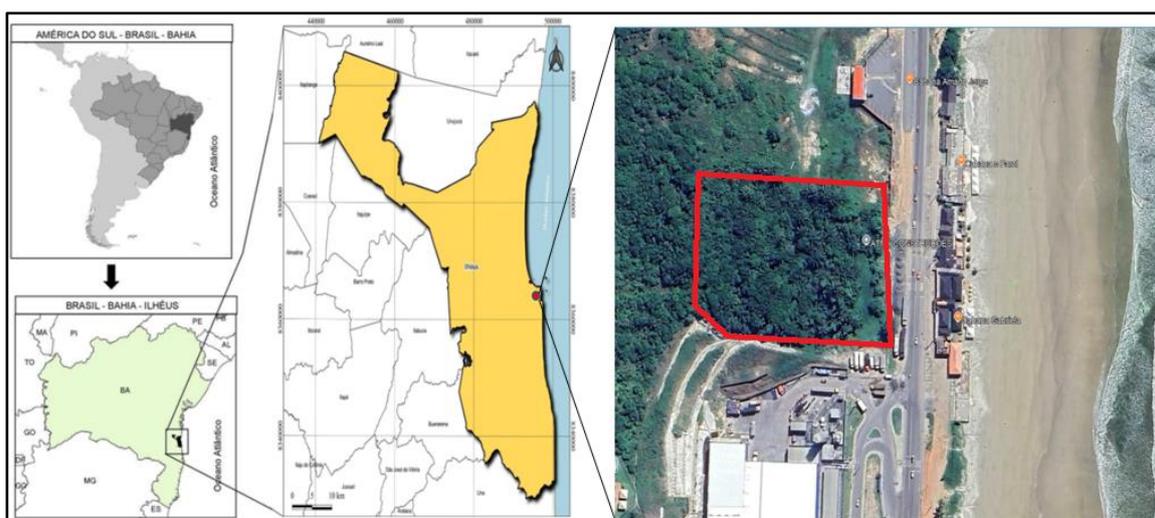


Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: Google Earth (2024)



Figura 2. Panorâmica do talude de exposição das camadas sedimentares estudadas

## 2.2. O método adotado

Para se atingir os objetivos traçados o método escolhido foi dividido em uma fase inicial de campo, seguida por ensaios em laboratório e avaliação dos dados obtidos. A Figura 3 ilustra estas etapas.



Figura 3. Fluxograma do programa de investigação

A Etapa 01 refere-se à etapa de coleta de amostras deformadas de cada camada estudada, sendo estas: uma camada superior de arenito grosseiro, uma camada intermediária silte-argilosa e a camada basal composta por folhelhos de coloração cinza escura (Figuras 3 e 4). As amostras, com peso médio de 8 kg, foram acondicionadas em embalagens plásticas retangulares com dimensões de 50 cm x 80 cm, devidamente identificadas, etiquetadas e transportadas para o Laboratório de Geotecnia e Mecânica dos Solos no campus da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).



Figura 4. Contato entre a camada superior arenítica (A) com a intermediária de textura silte-argilosa (B)



Figura 5. Contato entre a camada intermediária de textura silte-argilosa (A) com a inferior de folhelhos (B)

A segunda etapa, em andamento, consiste na execução de ensaios laboratoriais nas amostras em sua condição natural. Os ensaios realizados para a caracterização física do material argiloso incluem: análise conjugada de granulometria e sedimentação (NBR 7181); determinação dos limites de *Atterberg* (NBR 6459), (NBR 7180), medição da densidade real dos grãos e avaliação da massa específica aparente da amostra. A determinação da composição mineral será realizada através de Termogravimetria (TG), Termogravimetria (DTG) e Difractometria de raios-x. O material será caracterizado microestruturalmente através da Microscopia Eletrônica de Varredura - MEV.

Para caracterização química e cálculo do CTC dos argilominerais, será utilizado o método de azul de adsorção por azul de metileno. A avaliação da expansão livre e da tensão de expansão será realizada na caracterização mecânica, bem como, serão conduzidos testes de cisalhamento direto para medir a resistência da amostra natural e inundada. Por fim, os resultados da caracterização das camadas estudadas serão avaliados no sentido do entendimento do seu comportamento geotécnico.

### 3. RESULTADOS PRELIMINARES

#### 3.1. Características observáveis do comportamento geotécnico dos materiais sedimentares estudados

Neste item são apresentadas as características iniciais do estudo após ensaio tátil-visual realizados em campo para cada camada de solo, que indicaram a possibilidade de ocorrência de solos expansivos. Foi identificado também a presença de arenito (camada superior), que é predominantemente composto por partículas de areia fina, apresentando coloração amarelada, com textura áspera ao toque, evidenciando uma granulação visível, baixa capacidade de retenção de água e demonstra baixa resistência à pressão dos dedos quando se encontra seca (coesão) (Figura 6).



Figura 6. Aspecto da textura da camada de arenito. Notar a presença de ravinas erosivas em virtude de suas características texturais

A camada intermediária mostra ser predominante composta por partículas de argila, apresentando coloração avermelhada, alta capacidade de retenção de água, facilmente moldável quando úmida, com textura muito fina e uniforme quando manuseada, quando seco possui alta resistência ao ser pressionada com os dedos (coesão) e apresenta fissuras e rachaduras de superfície (contração) (Figura 7).



Figura 7. Aspectos da camada intermediária. Notar formação de coloração avermelhada de blocos argilosos e fissuras e rachaduras de superfície (contração)

O substrato rochoso indeformado (folhelho) possui coloração escura, com aparência laminada, possuindo esfoliações, material facilmente fraturado (frágil) e apresenta alta capacidade de reter água (baixa permeabilidade) (Figura 8).



Figura 8. Aspecto de blocos soltos de folhelhos laminados da camada inferior

#### 4. CONSIDERAÇÕES

O presente trabalho encontra-se em andamento, e está voltado para a caracterização geológico-geotécnica dos afloramentos sedimentares com características argilosas, do tipo folhelhos, aflorantes na zona Sul da Cidade de Ilhéus (BA). Até o momento, foi concluída a Etapa 1, que consistiu na coleta de amostras deformadas das diferentes camadas geológicas presentes no local, nomeadamente o arenito grosseiro, a camada silte-argilosa e o folhelho. Essas amostras foram devidamente acondicionadas e transportadas para o Laboratório de Geotecnia e Mecânica dos Solos no campus da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), onde serão submetidas a diversos ensaios, conforme especificado na Metodologia. A Etapa 2, que se encontra-se atualmente em andamento, compreendendo a execução de ensaios laboratoriais para a caracterização física, que busca obter informações detalhadas sobre as propriedades do solo, como sua granulometria, limites de Atterberg e densidade real dos grãos.

Embora os resultados preliminares das observações de campo já indiquem a possibilidade da ocorrência de solos expansivos, como evidenciado pela textura, coloração e comportamentos observados nas camadas de solo, a análise mais aprofundada será realizada após a conclusão dos ensaios laboratoriais. Estes resultados serão fundamentais para um melhor entendimento das características geológico-geotécnicas da região e, conseqüentemente, para a mitigação dos riscos relacionados à estabilidade das estruturas e aptidão da área. As outras etapas já estão planejadas para execução, e fornecerá o panorama dos afloramentos até então desconhecidos nas cartas geológico-geotécnicas da região.

Espera-se que, ao final deste estudo, seja possível fornecer uma avaliação mais precisa do comportamento expansivo dos solos da zona sul, contribuindo para o desenvolvimento de projetos de engenharia mais seguros e eficientes, com base em dados consistentes. Além disso, os resultados obtidos poderão servir como base para futuras pesquisas e estudos sobre os solos da região, que, até o momento, carecem de uma investigação mais aprofundada. Dessa forma, os avanços obtidos até o presente momento são importantes para o progresso da pesquisa, mas é essencial que as etapas subseqüentes de testes laboratoriais e análise de dados sejam realizadas para consolidar as conclusões e ampliar o conhecimento sobre as propriedades geotécnicas dos solos estudados.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos a todo o corpo docente da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA/UESC-UFSB) e aos técnicos que, de diversas formas, contribuíram para a elaboração e desenvolvimento deste estudo.

## REFERÊNCIAS

ARCANJO, J.B.A. (1997) *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*. Itabuna. Folha SD.24-Y-B-VI. Estado da Bahia – Escala 1:100.000 – Brasília. CPRM, 276p. Disponível em: <<https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/8667>>. Acesso em: 26 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 7181: Análise granulométrica*. Rio de Janeiro, 15 jan. de 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6459: Determinação do Limite de Liquidez*. Rio de Janeiro, 24 abr. de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6459: Determinação do Limite de Plasticidade*. Rio de Janeiro, 30 mar. de 2016.

BURGOS, P.C.; SILVA, A.J. (2024) *Contribuição ao Estudo de alguns Massapês do Recôncavo Baiano*. In: COBRAMSEG, Balneário Camboriú- SC. Disponível em: <<https://cobramseg.com.br/evento/cobramseg2024/trabalhosaprovados/naintegra/172>>. Acesso em: 15 mar. 2025.

CAMPOS, L.E.P; BURGOS, P.C. (2004) *Influência da Sucção na Expansão de Massapês*. In: REGEO, Cd-Rom. Porto Alegre - RS.

FRANCO, G.B.; MENEZES, A.; GOMES, R.L. (2009) Reconhecimento e Caracterização de Áreas de Risco de Escorregamento em Ilhéus – BA. *GEOGRAFIA*, Rio Claro, v.34, n.3, p.411-425. Disponível em: <<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/4008>>. Acesso em: 18 mar. 2025.

GOMES, R.L.; FRANCO, G.B.; TEIXEIRA, N.N.; MENEZES, A.A. (2008) Avaliação da Susceptibilidade e Delimitação de Áreas de Risco ao Escorregamento em Encostas do Sítio Urbano de Ilhéus-BA, Brasil. *Geotecnia (Lisboa)*, v.14, p.91-112. Disponível em: <[https://doi.org/10.14195/2184-8394\\_114\\_5](https://doi.org/10.14195/2184-8394_114_5)>. Acesso em: 25 mar. 2025.

GOOGLE EARTH (2025) *Google Earth Website*. Disponível em: <<https://earth.google.com>>. Acesso em: 21 de mar. 2025.

JUSTINO DA SILVA, J.M.; FERREIRA, M.G.V.X. (2004) *Caracterização Física, Química e Mineralógica de um Depósito de Argila Expansiva e sua Relação com o Comportamento de Deformação*. In: 5º Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados, 2004, São Carlos. Solos Não Saturados. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos - USP, 2004. v.1. p.477-482.

JUSTINO, S.; JOSÉ, M. (2001) *Variação Volumétrica de uma Argila Expansiva não Saturada Submetida a Diferentes Condições Climáticas*. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<https://www.producao.usp.br/item/001198676>>. Acesso em: 07 fev. 2025.

MORAIS, J.J. (2017) *Caracterização Geotécnica da Expansividade de um Solo Argiloso do Município de Paulista-PE*. Tese (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Pernambuco, PE. Disponível em: <[https://www.abge.org.br/img/biblioteca/2\\_Morais\\_2017.pdf](https://www.abge.org.br/img/biblioteca/2_Morais_2017.pdf)>. Acesso em: 12 fev. 2025.

NETTO, A.S.T., SANCHES C.P.X. (1991) ROTEIRO GEOLÓGICO DA BACIA DO ALMADA, BAHIA. *Revista Brasileira de Geociências*, v.21 n.2 p.186-198. Disponível em: <<http://bjg.siteoficial.ws/1991/n.2/12.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2025.

PEREIRA, E.M. (2004) *Estudo do comportamento à expansão de materiais sedimentares da Formação Guabirota em ensaios com sucção controlada*. São Carlos. Tese de Doutorado em

Engenharia Geotécnica – USP – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/T.18.2004.tde-09052006-144706>>. Acesso em: 05 fev. 2025.

PRESA, E.P. (1980) *Parâmetros Convenientes para projetos de rodovias em Solo Expansivo*. II Seminário Regional de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações – NRBA/ABMS-Salvador-Ba.83-103.

SIMÕES, P.R.M.; COSTA FILHO, L.M (1981) *Características mineralógicas de solos expansivos do Recôncavo Baiano*. In: Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais, Rio de Janeiro, Anais[...]. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ. p. 569-588. Disponível em: <<http://www.geotecnia.ufba.br>>. Acesso em: 27 jan. 2025.

SOBRAL, H.S. (1956) *Contribuição ao estudo do Massapê como solo para construção*. Tese de Concurso para Cátedra de Materiais de Construção. Escola de Belas Artes. Universidade Federal da Bahia.