

Estudo Geológico-Geotécnico da Comunidade Córrego da Areia, Município de Abreu e Lima – PE, com Ênfase em Problemas de Erosão.

Silva, Daniela Josefa
UFPE, Recife, Brasil, danielaslv0711@hotmail.com

Coutinho, Roberto Quental
UFPE, Recife, Brasil, rqc@ufpe.br

Silva, Felipe Oliveira Tenório
UFPE, Recife, Brasil, felipetenorio2001@gmail.com

Silva, Marcelo Reis Rodrigues
UFPE, Recife, Brasil, marcelos726@gmail.com

RESUMO: As mudanças superficiais no relevo têm os processos erosivos como um dos seus principais agentes modeladores. Tais processos envolvem a desagregação e transporte do solo, que, por muitas vezes, têm sua deflagração e intensificação baseadas na ação antrópica. O estudo aqui apresentado refere-se à Comunidade do Córrego da Areia, localizada no Município de Abreu e Lima, que devido às suas características no que tange à geologia, pedologia e geomorfologia, associadas às condições de uso e ocupação do solo, tem se tornado uma área potencial para a ocorrência de processos erosivos. Diante destas condições foi realizada uma investigação geológica-geotécnica, permitindo assim maior conhecimento sobre o local. A região estudada apresenta relevo do tipo tabuleiro, tendo suas vertentes inclinações variando de 18° a 31°. A unidade geológica observada é a Formação Barreiras, representada pela fácies de leques aluviais e pela fácies de canais fluviais/planícies de inundação. A campanha de investigação envolveu a realização de sondagens para determinação do perfil do solo, coleta de amostras deformadas e indeformadas, e a realização de ensaios de campo e laboratório. A caracterização física do solo apresentou classificação, de acordo com o Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS), como SM (areia siltosa) e SC (areia argilosa). Os ensaios de limites de consistência (Limites de Atterberg) demonstraram baixa plasticidade com índices de atividade inferiores a 0,75, indicando que a argila presente é classificada como inativa. A permeabilidade do solo foi avaliada através de ensaios em laboratório com o uso do aparelho Tri-flex e em campo com o uso do permeâmetro Guelph. Para avaliação da dispersividade do solo foram realizados ensaios sedimentométricos comparativos, conhecidos como dispersão SCS. A erosão do solo foi avaliada através da realização de ensaios do tipo Inderbitzen com o solo nas condições de umidade natural, seco ao ar e saturado. A análise conjunta dos resultados permitiu identificar um solo com características propícias à ocorrência de erosão. Em campo, observa-se que o processo erosivo teve sua deflagração apenas nos casos em que houve a ação antrópica através da remoção da vegetação natural, associada à existência de sistema de drenagem inadequado.

PALAVRAS-CHAVE: Formação Barreiras, Erosão, Ensaios Geotécnicos.

1 INTRODUÇÃO

A investigação geotécnica envolve a determinação da natureza e comportamento de todos os aspectos de uma determinada área e as condições ambientais que podem influenciar ou ser influenciada pelo projeto (COUTINHO e SEVERO, 2009). O conhecimento das características do solo permite a obtenção de informações necessárias à tomada de boas decisões durante as fases de avaliação, projeto e construção. Esforços significativos devem ser feitos para determinar a caracterização da área por meio de apropriadas investigações geotécnica e métodos de ensaio. Alguns casos de obra têm demonstrado que mesmo com a caracterização da área, incertezas e imprevistos podem ainda ocorrer. Uma investigação irá subsidiar a elaboração de projetos, permitindo assim a definição de intervenções mais adequadas do ponto de vista ambiental e econômico. Bandeira (2003) acrescenta que uma ação conjunta de intervenções em áreas de encostas requer um estudo detalhado da área, com a caracterização geotécnica dos materiais, monitoramento de níveis freáticos, através de instalação de piezômetros, análise de estabilidade de taludes, entre outros.

O Município de Abreu e Lima é caracterizado pela presença de ocorrências de deslizamentos e processos erosivos em áreas de ocupações desordenadas. Como a presença de processos erosivos dentro do Município é expressiva, ocorrendo em muitos pontos e em grande intensidade, foi escolhido para apresentação neste trabalho uma dada área onde existe a presença de tal processo, sendo apresentadas suas características geológico-geotécnicas. Esta pesquisa é parte integrante do projeto elaborado para o Ministério da Integração Nacional / Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC/MI), a partir de convênio firmado com o Grupo de Engenharia Geotécnica de Encostas, Planícies e Desastres (GEGEP) atuante na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), apresentado através de pesquisa desenvolvida por Coutinho (2015). Este trabalho contribui também com o conhecimento dos processos erosivos desenvolvidos em encostas com ocupações urbanas sobre a Formação Barreiras,

assim como já estudado por Gomes (2001), Santos (2001), Silva (2004), Coutinho et al (2006), Lafayette (2006), Meira et. al (2010) entre outros.

2 CARACTERISTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Abreu e Lima está localizado na Mesorregião Metropolitana e na Microrregião Recife, no estado de Pernambuco, conforme apresenta a Figura 1. O Município faz limite a norte com Araçoiaba e Igarassu; a Sul, Leste, Sudeste e Sudoeste o município limita-se com Paulista. A Oeste o município limita-se com Paudalho e a Noroeste, limita-se com Araçoiaba. De acordo com o IBGE-2014, Abreu e Lima possui uma população de 98.201 habitantes, distribuídos numa área de 125,991 km², tendo assim, uma densidade demográfica de 779,43 hab/km². Seu perímetro urbano definido por lei é de 2.825,91 ha, o equivalente a 22% de sua área total.

A área urbana caracteriza-se pelo surgimento de bairros planejados e bairros que tiveram seu desenvolvimento com inexistência de uma ocupação ordenada. Ao longo do tempo, mesmo aqueles bairros que tiveram suas origens de forma planejada, foram, aos poucos, sendo ocupados por moradias irregulares e clandestinas em áreas públicas, tanto nos conjuntos habitacionais, como em áreas com presença de vegetação protegida por Lei. As encostas ocupadas do Município apresentam com frequência cortes do tipo gaveta, modificando o relevo natural gerando assim áreas de instabilidade.

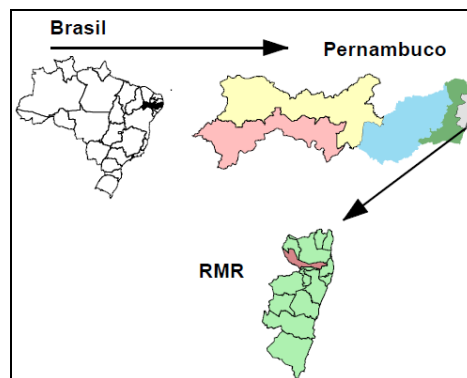


Figura 1. Localização de Abreu e Lima

O Município de Abreu e Lima apresenta clima tropical úmido. As temperaturas médias anuais variam entre 24°C e 27°C, com precipitação pluviométrica média anual de 1.752mm. O município tem 34,3% de seu território coberto por Mata Atlântica. O relevo do Município divide-se em cinco conjuntos morfológicos: tabuleiros; relevo plano a suave ondulado; colinas; morros e áreas dos vales fluviais.

A área de estudo aqui caracterizada é uma encosta situada na Comunidade do Córrego da Areia, limitando-se com o bairro Caetés I. Ao implantar o conjunto habitacional Caetés I, a Companhia de Habitação do Estado de Pernambuco, preservou a vegetação presente nas encostas possibilitando assim a estabilidade e a proteção contra processos erosivos. Contudo, o bairro criado de forma planejada, hoje apresenta dois perfis de invasão, onde um deles segue ocupando os topos dos espigões, divisores das drenagens, e o segundo, começa a ocupar as encostas, desguarnecidas de qualquer tratamento, com moradias de baixo padrão construtivo em condições ainda mais precárias. Estas encostas ocupadas apresentam perfil convexo e inclinações elevadas. Indicado no Plano Diretor de Abreu e Lima como área não urbanizável, o local de estudo aqui detalhado, no entanto, sofreu invasões e instalação de ocupações desordenadas. Com o desenvolvimento destas ocupações, iniciou-se o impacto negativo da ação antrópica através da remoção da vegetação, lançamento de águas servidas e destinação inadequada das águas pluviais, fatores que juntos deflagraram e intensificam os processos erosivos na região, resultando grandes ravinas (ver Figura 2).

Coutinho (2005) comenta que os processos de movimento e transporte de massa têm sido objeto de amplos estudos, devido à sua importância como agentes atuantes na evolução das formas de relevo e de sua importância do ponto de vista econômico e social. Alheiros et. al (2003) acrescenta que à medida que o homem ocupa o espaço e o modifica buscando a proximidade dos recursos naturais e situações convenientes à subsistência, insere também a ação antrópica na geração do risco e sofre o peso das respostas do ambiente às intervenções realizadas.



Figura 2. Erosão do tipo ravina em área de ocupação desordenada.

Todo o solo erodido a partir da ravina apresentada na Figura 2, foi transportado e depositado na parte baixa desta área, provocando o assoreamento do Riacho Córrego da Areia.

3 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Aspectos Gerais das Unidades Geológicas

Levantamentos geológicos recentes ao longo do Município de Abreu e Lima apontam para existência do Complexo Gáissico-migmatítico-granítico representando o embasamento cristalino sobre o qual ocorrem os sedimentos das formações Beberibe, Itamaracá, Gramame, Barreiras e dos depósitos recentes Flúvio-marinhos-lagunares, de Mangue e Aluvionares.

A Formação Barreiras é a unidade geológica predominante no município, presente também na área da Comunidade Córrego da Areia, representada pela fácies de leques aluviais e fácies de canais fluviais/planícies de inundação. A fácies de leques aluviais se apresenta na forma de sedimentos conglomeráticos constituídos por seixos centimétricos de quartzo, envoltos numa matriz arenosa grossa. Tais níveis ocorrem intercalados com camadas arenosas; nota-se nessas camadas a ausência de estruturas sedimentares. A fácies de canais fluviais/planícies de inundação é representada por arenitos inconsolidados de composição arcoseana. Em termos de estruturas sedimentares observam-se estratificações cruzadas. Os arenitos possuem granulometria

predominantemente grossa e coloração variando entre amarelado e avermelhado dependendo, possivelmente, do grau de oxidação. Geralmente mal selecionados, os grãos de quartzo são predominantemente subangulosos. Ainda acerca da fácies canais fluviais/planícies de inundação, foram observadas intercaladas a tais camadas arenosas níveis de argila maciça (Figura 3). Os horizontes argilosos exibem colorações esbranquiçadas, avermelhadas. Essas variações de coloração imprimem a esses níveis argilosos um padrão de cor do tipo mosqueado.



Figura 3. Camada arenosa estratificada intercalada com camada de argila maciça.

Os níveis arenosos devido a sua porosidade favorecem uma maior infiltração de água, principalmente quando ocorrem nos topos das encostas. As camadas de argila uma vez saturadas de água tem dificuldade em ceder essa água. A existência de uma camada arenosa acima de uma argilosa pode ocasionar a erosão do material arenoso na crista e possíveis escorregamentos no talude. No caso dos sedimentos conglomeráticos, a existência de seixos centimétricos em uma matriz arenosa diminui a coesão da rocha, aumentando a permeabilidade. Essa configuração facilita a percolação da água, levando à desestabilização dessas camadas e um aumento no risco de deslizamentos.

3.1 Caracterização Geotécnica

Para conhecimento do solo local, foi realizado um perfil de solo a partir de uma cicatriz de erosão já existente até a profundidade de 4,00m, sendo coletadas amostras deformadas para a caracterização física. Amostras indeformadas

do tipo bloco (30x30cm) foram coletadas ao lado do perfil de solo, nas profundidades de 0,50m e 1,50m. Estas amostras indeformadas foram utilizadas nos ensaios de perda de solo pelo método Inderbitzen, cisalhamento direto, permeabilidade e desagregação.

3.1.1 Caracterização física do solo

Com a realização dos ensaios de granulometria e limites de consistência, foi possível classificar de acordo com a USCS, identificando-se assim solo do tipo SM (areia siltosa) para a profundidade de 0 a 0,10m; e SC (areia argilosa) para a profundidade de 0,10m a 4,00m. A Tabela 1 apresenta o resumo da caracterização física das amostras analisadas.

Tabela 1. Resumo da Caracterização Física do Solo

Prof. (m)	Arg. (%)	Silte (%)	Areia (%)	Ped. (%)	LL %	IP %
0-0,1	21,6	17,2	59,4	1,8	27,3	5,8
0,1-0,5	20,4	18,2	59,7	1,7	29,5	8,0
0,5-1,5	20,5	18,9	59,0	1,6	30,1	8,7
1,5-2,5	20,3	15,2	62,9	1,6	30,0	8,4
2,5-3,5	22,0	15,3	58,8	3,9	33,6	12,2
3,5-4,0	31,3	13,5	52,3	2,9	39,8	17,7

O Percentual de Dispersão (PD) foi avaliado através de ensaios sedimentométricos comparativos (SCS), os resultados obtidos são descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados dos Ensaios de Dispersão SCS

Prof. (m)	% argila Sem defloculante	% argila Com defloculante	PD (%)
0-0,1	0,3	27,4	1,1
0,1-0,5	0,2	24,9	0,7
0,5-1,5	0,2	22,8	0,7
1,5-2,5	0,2	22,6	0,8
2,5-3,5	0,2	22,0	0,7
3,5-4,0	0,2	33,6	0,4

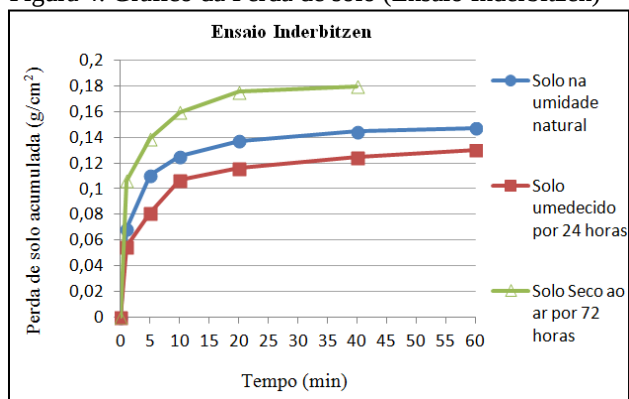
De acordo com a proposta de Araújo (2000) todas as amostras de solo avaliadas apresentaram-se como de baixa erodibilidade, por apresentarem %PD inferior a 20%.

3.1.2 Perda de solo

Com o objetivo de traçar o gráfico da perda de solo ao longo do tempo sob uma dada vazão de

escoamento superficial, foram moldados corpos de prova de solo com 10cm de diâmetro obtidos a partir da amostra indeformada coletada na profundidade de 0,50m. Estes corpos de prova foram submetidos ao ensaio Inderbitzen, em diferentes condições de umidade: umidade natural; seca ao ar durante 72 horas; e saturada por 24 horas. De forma comparativa com a realidade de campo, foi adotada a inclinação da rampa de ensaio igual à inclinação da encosta estudada: 30°. As amostras de solo foram então submetidas ao escoamento superficial de água a uma vazão de 100ml/s, sendo este valor obtido a partir do estudo da precipitação pluviométrica, obtido através de pluviômetro instalado na cidade.

Figura 4. Gráfico da Perda de solo (Ensaio Inderbitzen)



Percebe-se que é significativo o aumento da perda de solo para a condição da amostra seca ao ar por 72 horas, em relação à condição de umidade previamente umedecida e umidade natural. Este fato foi também observado por Meira (2008) e Lafayette (2006), em solos da Formação Barreiras presentes na Região Metropolitana do Recife.

A realização do ensaio com o uso da amostra previamente seca ao ar por 72 horas, ficou comprometida devido à significativa perda de solo para o intervalo de 40min, ocorrendo assim o desprendimento da amostra de solo do amostrador. Desta forma, o ensaio foi interrompido, impossibilitando a continuidade do traçado da curva até o intervalo de 60min.

3.1.3 Permeabilidade

Para conhecimento da permeabilidade do solo, foram realizados ensaios de permeabilidade em

laboratório, com o uso do aparelho Tri-Flex, em campo foi utilizado o Permeômetro Guelph. De acordo com Meira (2008), a infiltração da água na encosta pode ser influenciada por alguns fatores, que podem ser divididos em internos, que são as propriedades físicas do solo da encosta e da água que a percolará; superficiais, que são as árvores e casas localizadas no local afetando o curso natural da água; e antrópicos, que são o revolvimento do solo através de cortes e aterros para a construção de moradias. Cada um destes fatores, isolado ou conjuntamente, pode impactar consideravelmente a condição de infiltração da água no solo.

Em laboratório as amostras submetidas a ensaio foram obtidas das amostras indeformadas coletadas nas profundidades de 0,50m e 1,50m. Em campo, os ensaios foram realizados para estas mesmas profundidades. A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 3. Permeabilidade do solo

Prof. (m)	Condutividade hidráulica K_{fs} em laboratório (m/s)	Condutividade hidráulica K_{sat} em campo (m/s)
0,5	$2,35 \times 10^{-5}$	$1,85 \times 10^{-5}$
1,5	$3,76 \times 10^{-5}$	$4,32 \times 10^{-5}$

3.1.4 Ensaio de desagregação

O ensaio de desagregação é um ensaio qualitativo de erodibilidade executado com o objetivo de se observar o comportamento relativo de uma amostra de solo, ao ser submersa em água. As amostras foram imersas de forma gradual, com observações e registros do comportamento do solo a cada etapa. As amostras foram moldadas, a partir das amostras indeformadas de solo, com arestas de 5 cm em duas situações distintas de umidade: secas ao ar por um período de 72 h e na umidade natural.

Os resultados obtidos foram classificados de acordo com estudos realizados por Holmgren e Flanagan (1977), como indicado nas Figuras 5 e 6.

Figura 5. Amostra de solo com umidade natural (amostras parcialmente desintegradas)

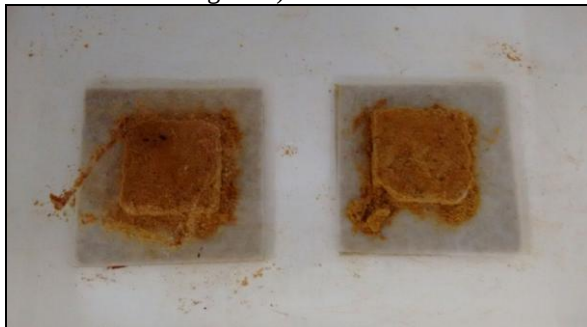


Figura 6. Amostra de solo seca ao ar por 72 h (amostras muito desintegradas)



3.1.5 Resistência ao Cisalhamento Direto

Para obtenção dos parâmetros de resistência do solo, foram realizados ensaios de cisalhamento direto na condição de umidade natural e inundada (por 24 horas). Os corpos de prova foram moldados a partir de amostra indeformada tipo bloco, coletada na profundidade de 1,50m. Para moldagem dos corpos de prova em laboratório foi utilizada uma caixa prismática de 4" de aresta e altura de 38mm. Para o ensaio foram aplicadas tensões verticais de 25 kPa, 50 kPa, 100 kPa e 200 kPa.

As Figuras 7, 8 e 9 apresentam as curvas obtidas no ensaio de cisalhamento realizado na condição de umidade natural.

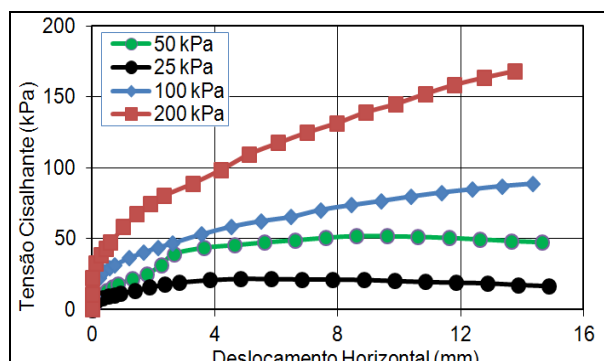


Figura 7. Curvas $\tau \times dh$ (Condição Natural).

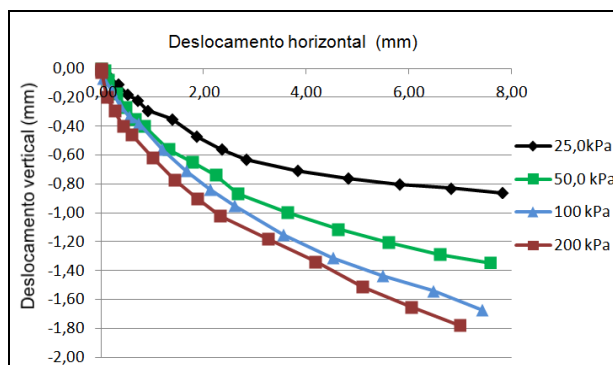


Figura 8. Curvas $dv \times dh$ (Condição Natural)

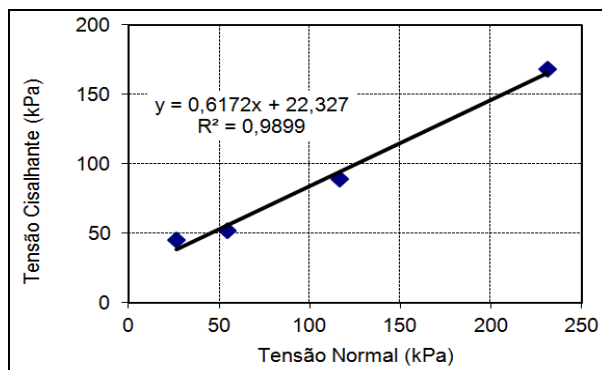


Figura 9. Envoltórias de Resistência (Condição Natural)

As Figuras 10, 11 e 12 apresentam as curvas obtidas no ensaio de cisalhamento realizado na condição inundada. Para esta condição de umidade foram também aplicadas as tensões verticais de 25 kPa, 50 kPa, 100 kPa e 200 kPa.

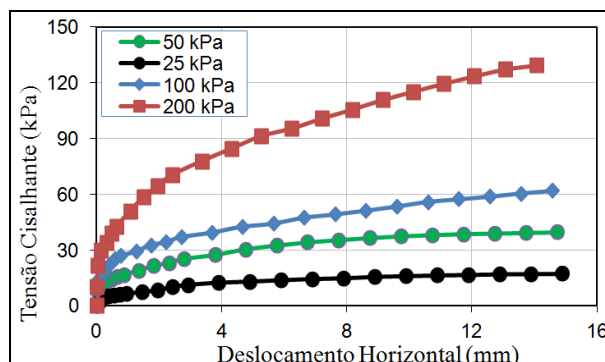


Figura 10. Curvas $\tau \times dh$ (Condição Inundada)

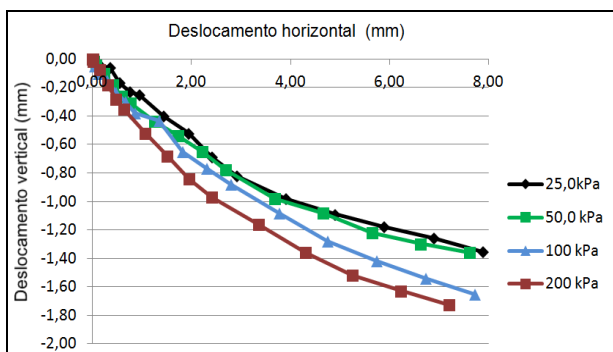


Figura 11. Curvas $dv \times dh$ (Condição Inundada)

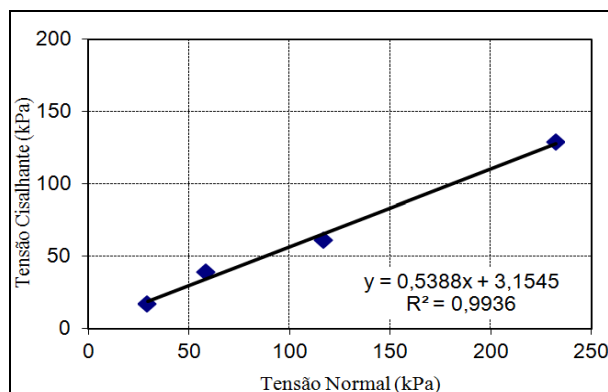


Figura 12. Envoltórias de Resistência (Condição Natural)

As curvas $\tau \times dh$, mostram comportamento de ruptura localizada. A Tabela 4 apresenta os parâmetros de resistência (coesão e ângulo de atrito interno) obtidos para os ensaios realizados na condição natural e inundada.

Tabela 4. Parâmetros de Resistência ao Cisalhamento

Condição	Coesão (kPa)	Ângulo de atrito interno
Umidade natural	22	32°
Amostra saturada	3	28°

O valor de ângulo de atrito em torno de 30° é característico de um solo arenoso, estando de acordo com o ensaio de granulometria realizado, com percentual de areia de 59,0%, para a profundidade de 1,50m. Nesta mesma profundidade foi verificado 20,5% de teor de argila, responsável pela parcela de coesão. A variação do valor da coesão entre o estado de umidade natural e inundado foi devida à sucção.

4 CONCLUSÕES

Estudos realizados em áreas da Região Metropolitana do Recife indicam que as encostas constituídas pelos sedimentos da Formação Barreiras, principalmente aquelas com a presença de solo com textura mais arenosa, associada à atuação de impactos antrópicos, apresentaram suscetibilidade à ocorrência de processos erosivos (transporte de massa) assim como verificado em Abreu e Lima.

A geomorfologia local é formada pela existência de encostas provenientes de

tabuleiros, com vertentes apresentado inclinações elevadas e perfil convexo, condição propícia à ocorrência de processo erosivo, conforme coloca Nishyama (1995).

A caracterização geotécnica realizada a partir das amostras de solo coletadas demonstrou a presença de camada superficial de 0,10m de solo do tipo areia siltosa (SM), seguida de camadas de areia argilosa (SC) até o limite do perfil do solo realizado (profundidade de 4,0m). De acordo com a escala de erodibilidade proposta por Loppes Trilho (1999), estes tipos de solo apresentam-se entre os mais erodíveis.

Os ensaios de Inderbitzen demonstraram consideráveis perdas de solo para as amostras submetidas ao escoamento superficial, principalmente, nos casos em que o solo apresenta menor teor de umidade.

As visitas de campo realizadas demonstraram problemas de drenagem das ruas, indicando a coleta das águas pluviais e o lançamento concentrado na área superior das vertentes. O processo erosivo apresenta-se mais expressivos nas áreas onde foi removida a vegetação local.

A falta de fiscalização e orientação por parte do poder público possibilita a livre atuação dos moradores em ações prejudiciais como demonstrado. Estudos desenvolvidos nesta temática dentro do território do Município de Abreu e Lima apontam ações prejudiciais como já identificadas desde o ano de 2003, em trabalho desenvolvido por Alheiros; sendo novamente identificadas em 2012, em levantamento de áreas de risco desenvolvido pela CPRM (2012); e recentemente observadas em pesquisa de mestrado desenvolvida por Silva (2016), voltada ao mapeamento de áreas de risco a deslizamento e erosão em encostas com ocupações desordenadas em Abreu e Lima.

Os resultados obtidos para a classificação geotécnica podem contribuir para a adoção de intervenções na área atingida, bem como para prevenir novas ocorrências. Assim como citado por Coutinho e França (1998) na proposta de intervenção de área com presença de processo erosivo no Horto Dois Irmãos (Recife-PE), é necessário também a realização de estudos prévios com o objetivo de minimizar os impactos ambientais na área, visto que a encosta estudada apresenta mata com vegetação nativa.

REFERÊNCIAS

- Alheiros, M. M. Souza, M. A. A., Bitoun J., Medeiros, S.M. G. M., Amorim Júnior, W. A. (2003). *Manual de ocupação dos morros da Região Metropolitana do Recife*. FIDEM, Recife – PE.
- Araújo, R. C. (2000). *Estudo da erodibilidade de solos da Formação Barreiras*. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Bandeira, A. P. (2003). *Mapa de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no município de Camaragibe-PE*. Recife. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. UFPE, Recife-PE.
- Coutinho, R. Q. e França, A. (1998). E. *Estudo da Erosão do Horto Dois Irmãos - Relatório Técnico II*. Agosto, GEGEP/UFPE, Recife-PE.
- Coutinho, R. Q. ; Silva, M. M. (2005). Classificação e Mecanismos de Movimento de Massa. Conferência. IV COBRAE – Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas. Salvador, Bahia.
- Coutinho, R.Q.; Souza Neto, J.B. e Santos, L.M. (2006). *Geotechnical Characterization of an Unsaturated Soil in the Barreiras Formation Pernambuco – Brazil*. Unsaturated Soil Conference 2006.
- Coutinho, R. Q.; Severo, R. N. F. (2009). *Investigação Geotécnica para Projeto de Estabilidade de Encostas*. Conferência. V COBRAE – Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas, São Paulo. Brasil.
- Coutinho, R. Q. (2015) *Projeto de Mapeamento de áreas de riscos em Municípios da Região Metropolitana do Recife*. Convênio firmado entre o GEGEP e o Ministério da Integração Nacional/Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC/MI).
- CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (2012). Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e inundações, Abreu e Lima – PE. Pernambuco, Brasil.
- Gomes, F. S. (2001). *Estudo da erodibilidade e parâmetros geotécnicos de um solo em processo erosivo*. Dissertação de mestrado. UFPE, Recife.
- Holmgren, G. G. S. e Flanagan, G. P. (1977) *Factors affecting spontaneous dispersion of soil materials as evidenced by the crumb test*. ASTM special technical Publication, Philadelphia, n. 623, p. 218-239.
- Lafayette, K. P. V. (2006). *Estudo geológico-geotécnico para o entendimento do processo erosivo no parque metropolitano Armando de Holanda Cavalcante no Cabo de Santo Agostinho / PE*. Tese de Doutorado. UFPE. CTG. Engenharia Civil, Recife - PE.
- Llopis Trilha, G. (1999), Control de la Erosión y Obras de Desague. *Manual de Estabilización y Revegetación de Taludes*. Entorno Grafico S. L., Madri.
- Meira, F. F. D. A. (2008). *Estudo do Processo Erosivo em Encostas Ocupadas*. Tese de Doutorado. UFPE. CTG. Engenharia Civil, Recife-PE.
- Meira, F. F. D. A; Coutinho, R. Q; Cantalice, J. R. B. (2010). *Estudo do processo erosivo em uma encosta ocupada pertencente à Formação Barreiras*. COBRAMSEG, Gramado – RS.
- Nishyama, L. *Erosão do solo. Seminários gerais em geotecnia*. São Carlos: USP/E.E.S.C, 1995.
- Santos, L. M. (2001). *Caracterização geotécnica de um solo não saturado sob processo erosivo*. Dissertação de mestrado. UFPE, Recife.
- Silva, E. P. (2004). *Caracterização geoambiental e estudo da variabilidade espaço-temporal de erosão do Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti – Cabo de Santo Agostinho PE-Brasil*. Dissertação de Mestrado, UFPE.
- Silva, D. J. (2016). *Mapa de risco de deslizamento e erosão em encostas com ocupações desordenadas no Município de Abreu e Lima – PE*. Dissertação de Mestrado, UFPE.