

CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DOS SOLOS DA COMUNIDADE DE GOANE 1, DISTRITO DE MOAMBA, PARA UTILIZAÇÃO COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Tárcia A. Novela^{1(*)}, Isabel R. Duarte², António B. Pinho³

¹ Universidade de Évora, ECT, Évora, Portugal,

² Universidade de Évora, ECT, Dep. Geociências, Évora, Portugal

³ Universidade de Évora, ECT, Dep. Geociências, Évora, Portugal

(*)Email: tarcianovela@gmail.com

RESUMO

A caracterização geotécnica de solos, tanto em laboratório quanto *in situ*, é um procedimento fundamental para avaliar sua viabilidade como material de construção sustentável. Isso é especialmente relevante em áreas como Goane 1, onde as comunidades ainda dependem do conhecimento tradicional para a construção de habitações. Este estudo tem como objetivo analisar o comportamento geotécnico de diferentes tipos de solos, com e sem reforço, visando aprimorar as técnicas locais de construção e torná-las mais resilientes frente aos desafios impostos pelas alterações climáticas, às quais Moçambique é particularmente vulnerável. A pesquisa incluiu ensaios de campo, amostragem e testes laboratoriais nos solos.

Palavras-chave: alterações climáticas, construção sustentável, geotecnia, solos.

INTRODUÇÃO

A aplicação do solo a nível mundial como material de construção abrange cerca de 60% da população global e inclui mais de 10% dos monumentos reconhecidos como Património Mundial (Wachilala, 2018). Em Moçambique, a construção com solo é uma tradição cultural profundamente enraizada que perdura há séculos (Ribeiro, 2015). Contudo, o estudo dessas construções ainda é limitado devido à percepção negativa que as associa a estruturas frágeis.

Neste estudo, analisa-se o comportamento geotécnico de diferentes tipos de solos, com e sem reforço, na Comunidade de Goane1, Distrito de Moamba, em Moçambique. A caracterização geotécnica identificou dois tipos predominantes de solos: areias argilosas e areias siltosas. Os resultados revelaram que as areias argilosas são mais adequadas do que as areias siltosas para utilização nas construções sustentáveis em terra. Embora o pau-a-pique seja a técnica predominante na região, neste estudo propõe-se a produção experimental de adobes com areias argilosas, com e sem reforço, utilizando aditivos diversos. A introdução de capim como reforço, destacou-se por aumentar significativamente, a resistência e durabilidade dos adobes, aumentando as alternativas de construção sustentável para as comunidades.

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A comunidade de Goane 1, que constitui a área de estudo, está localizada no Distrito de Moamba, na região Sul de Moçambique, na África Austral (Figura 1). O Distrito de Moamba situa-se a Norte da Província de Maputo, a 75 Km da capital do país, Cidade de Maputo, e está posicionado entre os paralelos 24° 27' e 25° 59' Sul e meridianos 31° 59' e 32° 37' Este.

Geograficamente, este Distrito é limitado a Norte pelo Rio Massiontonto, que o separa do Distrito de Magude, a Sul pelos Distritos de Boane e Namaacha, a Este pelos Distritos da Manhiça e Marracuene e a Oeste por uma linha de fronteira artificial com a Província Sul-Africana do Transvaal (MAE, 2014).

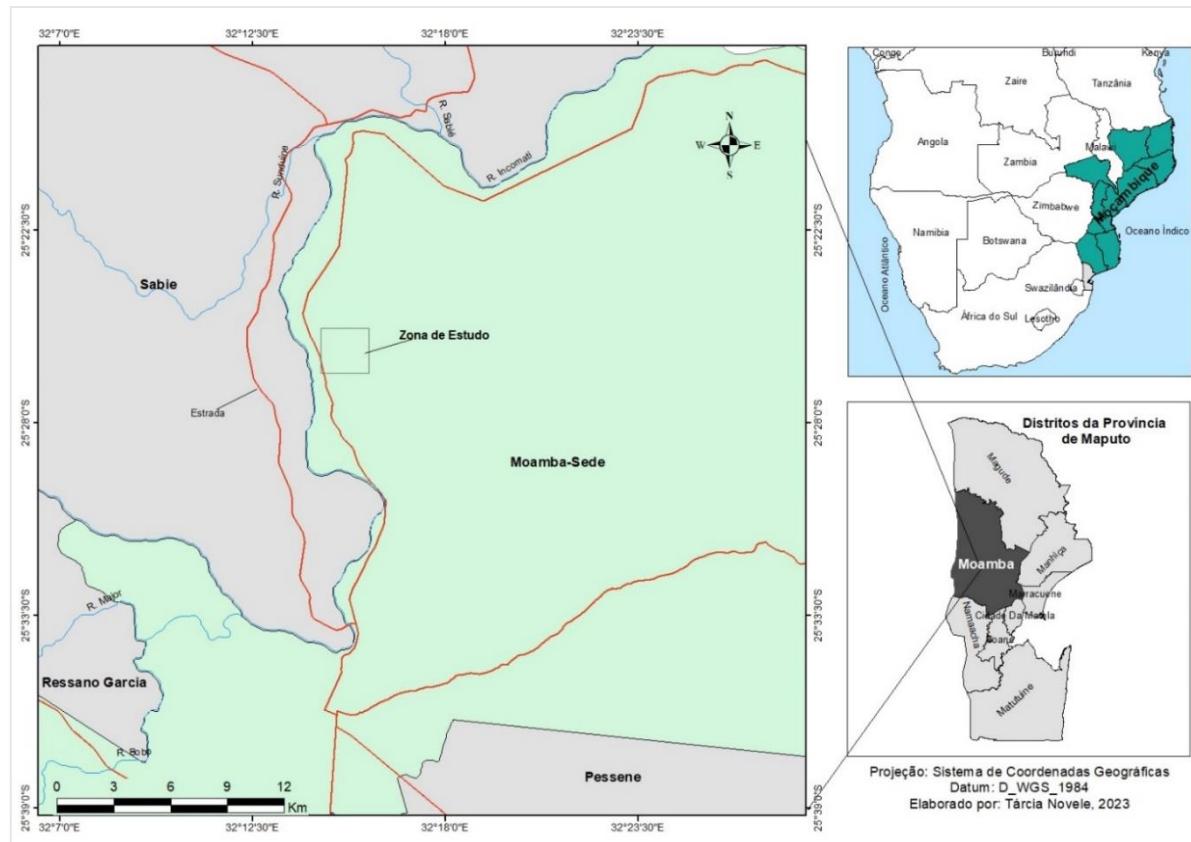


Figura 1. Localização Geográfica da Comunidade de Goane 1, área de estudo.

A área de estudo apresenta um clima caracterizado por duas estações distintas: uma estação quente e chuvosa que ocorre de outubro a março, e uma estação mais fresca e seca, entre abril e setembro. A região é atravessada pelo rio Incomáti, cuja bacia hidrográfica é de grande importância e tem origem no planalto de Transvaal, na África do Sul (MAE, 2014).

Do ponto de vista geológico (Figura 2), a área está inserida em formações resultantes da sedimentação do Karoo, que originou bacias com morfologias irregulares. Este processo teve início na Swazilândia e no Lowveld do Transvaal, associado à fragmentação da antiga Gondwanalândia (MAE, 2014). O termo “Karoo” refere-se a uma região da África do Sul onde esse sistema geológico é bem definido, com depósitos fossilíferos relevantes. Em Moçambique, essas bacias ocorrem de forma mais descontínua.

A nível geomorfológico, predominam extensas planícies com altitudes geralmente inferiores a 100 metros, exceto pela elevação do monte Corumana, que atinge 275 metros (INE, 2019). Os solos da região têm origem aluvionar e basáltica, com textura média e espessura variável. Os tipos mais representativos incluem solos vermelhos, pedocálicos, pardos, hidromórficos e aluvionares (Ribeiro, 2015).

Os solos vermelhos possuem uma camada superficial castanho-avermelhada, com variações de cor mais escura. Já os solos pedocálicos, terras negras associadas a áreas accidentadas, são marcantes nos depósitos de argilas negras de Moamba, localizados sobre basaltos terciários. Os

solos negros são ricos em argila, apresentam fissuras quando secos e estão associados aos solos vermelhos desenvolvidos sobre rochas basálticas. Em geral, esses solos possuem textura argilosa densa, cor castanho-avermelhada clara, presença de concreções calcárias e pH alcalino em torno de 8,3 (Ribeiro, 2015).

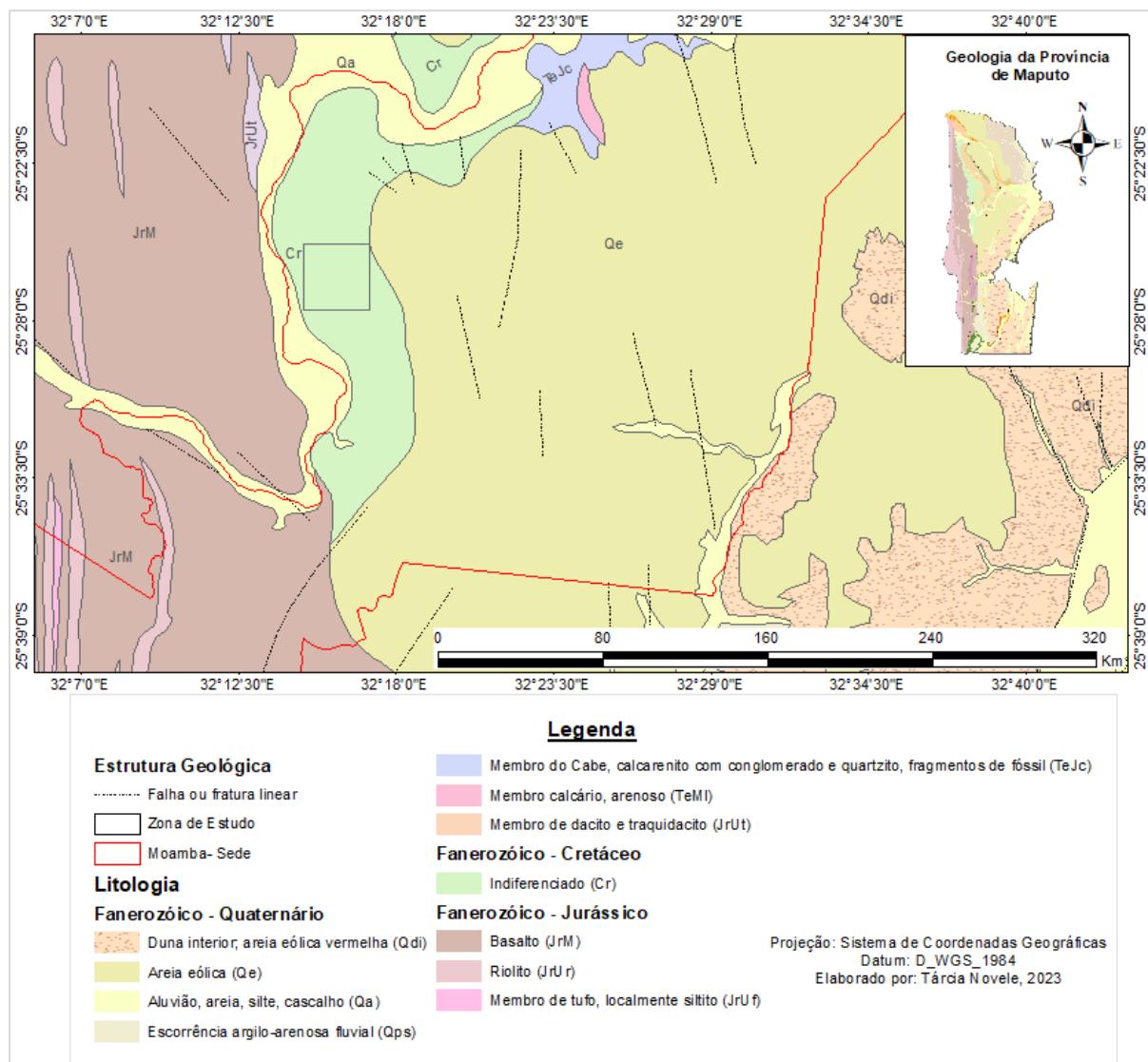


Figura 2. Mapa geológico da zona de estudo, elaborado a partir dos dados da CENACARTA.

MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do estudo foi estruturado em quatro etapas principais, nomeadamente: (1) Levantamento bibliográfico; (2) Trabalho de campo e ensaios expeditos *in situ*; (3) Realização dos ensaios laboratoriais e (4) Análise e interpretação dos resultados. Na fase de levantamento bibliográfico, foram exploradas técnicas tanto convencionais como inovadoras, bem como características dos solos da Província de Maputo, métodos de preparação das amostras, processos de compactação e técnicas de estabilização. A literatura consultada foi fundamental para orientar a escolha das zonas de estudo no terreno, a elaboração do guião de entrevista e a preparação do material necessário para a colheita de amostras, servindo como base para a condução da pesquisa.

TRABALHO DE CAMPO E ENSAIOS EXPEDITOS *IN SITU*

O trabalho de campo foi realizado com o objetivo de observar e mapear construções em terra, aplicar entrevistas semiestruturadas junto dos membros da comunidade, compreender as técnicas e os processos construtivos locais, conduzir ensaios expeditos *in situ* e proceder à colheita de amostras de solo para os ensaios necessários à caracterização geotécnica. Em colaboração com os membros da comunidade e sob orientação do Líder Comunitário (autoridade comunitária máxima), foram selecionados três locais estratégicos para a coleta das amostras de solo os P1, P2 e P3, distribuídos de forma a permitir a análise de possíveis variações nas propriedades do solo ao longo da área de estudo. A recolha das amostras decorreu em duas fases e apresentou desafios devido ao elevado grau de compactade do solo, o que exigiu um esforço adicional para assegurar a representatividade das amostras recolhidas. Os ensaios expeditos realizados *in situ* (Figura 3) a partir dessas amostras forneceram informações essenciais preliminares sobre as características geotécnicas dos solos, fundamentais para avaliar a sua aptidão na construção sustentável em contextos rurais.

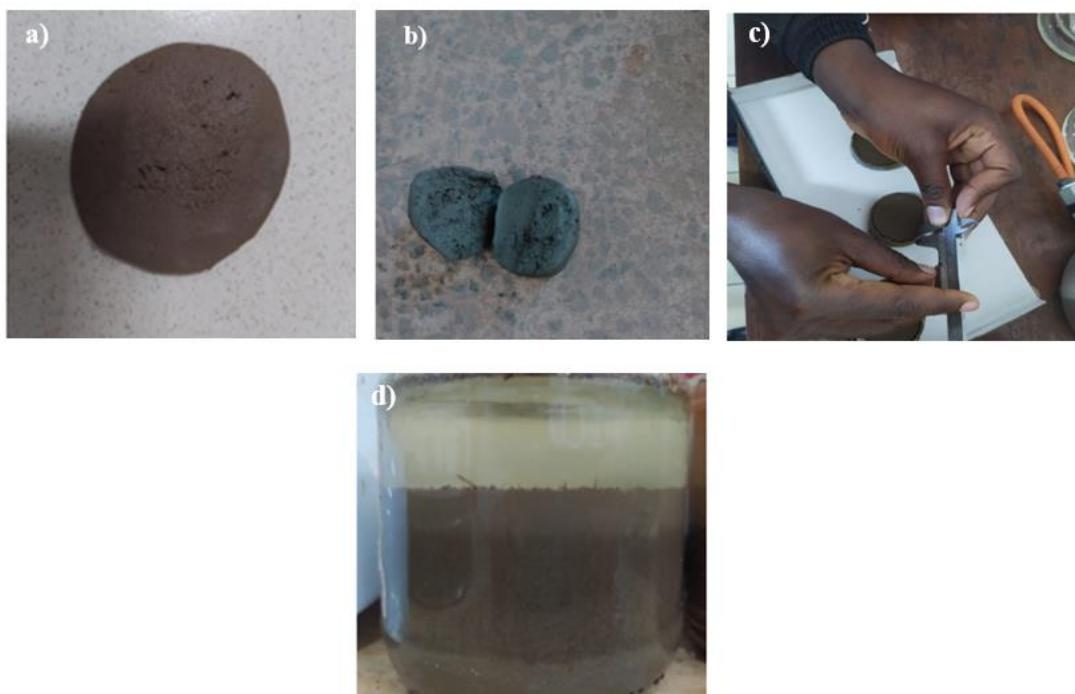


Figura 3. Realização dos ensaios expeditos *in situ*. a) Teste da queda da bola. b) Teste de brilho. c) Teste de retração. d) Teste de sedimentação de garrafa.

REALIZAÇÃO DE ENSAIOS LABORATORIAIS

Para além dos ensaios expeditos realizados *in situ*, como os testes táteis e visuais, teste da queda da bola, análise de brilho, retração e sedimentação, as amostras de solo foram preparadas para ensaios laboratoriais (Figura 4). Estes ensaios decorreram no Laboratório de Engenharia de Moçambique (LEM), na cidade de Maputo, com o objetivo de determinar as propriedades geotécnicas do solo e avaliar a sua aptidão como material para construção sustentável e resiliente. As amostras de solo foram preparadas de acordo com a especificação LNEC E 196-1966 e submetidas a diversos ensaios, incluindo: análise granulométrica, determinação da densidade das partículas sólidas, avaliação dos limites de consistência, ensaio de compactação Proctor e ensaio de expansibilidade. Estes ensaios seguiram, respectivamente, as normas técnicas NP 83-1965, NP 143-1969, E 197-1966, E 200-1967 e LNEC E 196-1966.

Com base nos resultados laboratoriais, foi adotada a norma ABNT NBR 16814:2020 para orientar o processo experimental de produção de adobes. O solo foi preparado com aditivos naturais como cinza, capim ou esterco, homogeneizado e moldado em blocos em formade paralelepípedo . Após um período de secagem ao sol de 24 dias, os blocos foram submetidos a ensaios de resistência à compressão, conforme a norma referida, a fim de avaliar a sua capacidade estrutural para uso como material de construção.



Figura 4. Realização dos ensaios de laboratório no LEM. a) Preparação das amostras para o ensaio. b) Secagem das amostras na estufa a uma temperatura de 110 °C durante 24 horas. c) Imersão das amostras na água durante 24 horas. d) Pesagem das amostras após a lavagem e secagem na estufa. e) Série de peneiros utilizados para a peneiração das amostras de solo. f) Processo de separação do material retido nos peneiros para posterior pesagem.

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Ensaios expeditos *in situ*

Os ensaios expeditos realizados *in situ* têm um papel essencial na análise do potencial dos solos locais para utilização como material de construção sustentável. Segundo Minke (2006), a execução destes ensaios representa uma etapa relevante na verificação da aptidão de um solo para determinada aplicação, uma vez que, os respectivos resultados permitem compreender, ainda que de forma preliminar, o seu comportamento físico e mecânico no local de ocorrência. Apesar dos desafios enfrentados durante o trabalho de campo, tais como, a localização remota da área de estudo, a dispersão das habitações nas comunidades selecionadas e as condições climáticas adversas que dificultaram o processo de amostragem e tornaram a logística mais exigente, foi possível realizar diversos ensaios expeditos no terreno. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 2. Resultados dos testes expeditos *in situ*.

ID	Cor	Cheiro	Brilho	Tato	Queda da bola	Observações
Amostra 1	 Castanho escuro	Cheiro a húmus	Brilho nas superfícies	Áspero e pegajoso entre os dedos	Não se espalha	Solo com muita matéria orgânica, areia fina e argila
Amostra 2	 Castanho escuro	Cheiro a húmus	Brilho nas superfícies	Áspero e pegajoso entre os dedos	Não se espalha	Solo com muita matéria orgânica, areia e argila
Amostra 3	 Vermelho	Terroso	Superfície sem brilho intenso	Muito Áspero e pouco pegajoso entre os dedos	Espalha-se com pouca disagregação	Solo granular

As análises táteis e visuais, complementadas por testes adicionais segundo a descrição na Tabela 1, permitiram identificar a ocorrência de solos arenosos avermelhados com silte, bem como solos areno-argilosos de tonalidade castanha. As amostras colhidas foram posteriormente submetidas ao ensaio de sedimentação (ensaio da garrafa), conforme a metodologia descrita em Wachilala(2018), e a ensaios de retração segundo os procedimentos estabelecidos na norma NZS 4298:1998. Estes ensaios evidenciaram variações relevantes tanto na composição textural como na taxa de retração das amostras. Os resultados obtidos a partir dos testes de sedimentação revelaram discrepâncias consideráveis nas proporções de areia, silte, argila e matéria orgânica entre as diferentes amostras analisadas (Figura 5). As amostras 1 e 2 apresentaram composições semelhantes, com teores de argila de 28 % e 25 %, respectivamente, e percentagens de areia de 54 % e 56 %. Já a amostra 3 demonstrou um perfil granulométrico significativamente distinto, com um teor de areia elevado, cerca de 83 %, seguido de aproximadamente 11 % de silte e apenas 6 % de argila. Esta diferença acentuada na composição da amostra 3 em relação às outras duas poderá ter implicações relevantes no seu desempenho mecânico, sobretudo em contextos de construção sustentável.

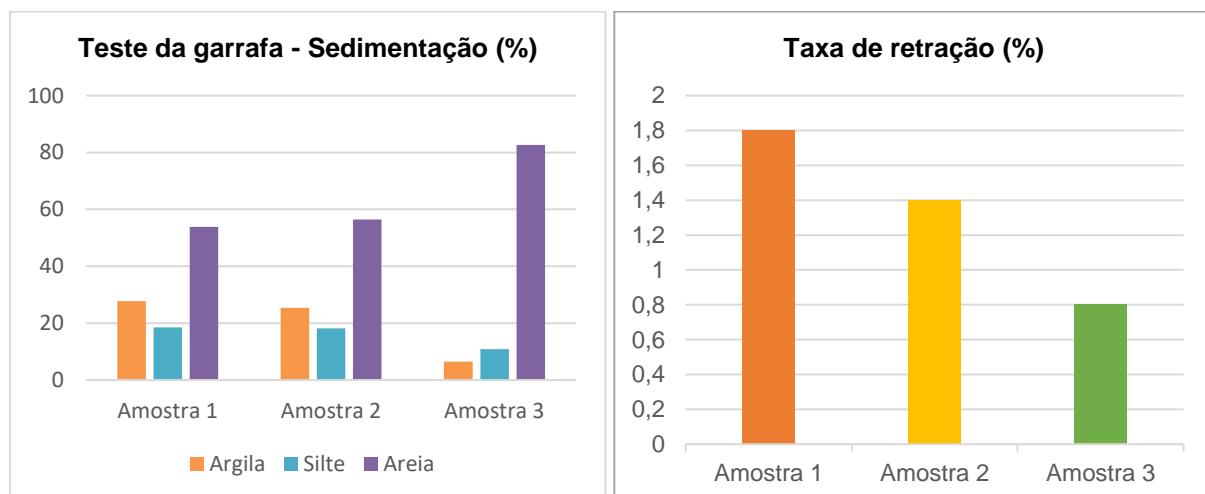


Figura 5. Resultados dos ensaios expeditos *in situ*: teste da garrafa aplicando a metodologia descrita em Wachilala, (2018) e ensaio de retração de acordo com a Norma NZS 4298: 1998.

Observa-se uma coerência entre os resultados obtidos nos ensaios de sedimentação e retração (Figura 5) e os dados provenientes dos testes complementares descritos na Tabela 1, nomeadamente cor, brilho, odor, textura ao tato, ensaio da queda da bola e análise visual. Os solos classificados como arenoargilosos, devido ao seu maior teor de argila, apresentaram taxas de retração mais elevadas (A1 – 1,8%; A2 – 1,4%) quando comparados aos solos arenosos avermelhados (A3 – 0,8%). Embora tenham sido observadas fissuras superficiais, os valores de retração permaneceram abaixo do limite de 3% em todas as amostras, o que, segundo os critérios estabelecidos pelas normas neozelandesas NZS 4298:1998 e NZS 4297:1998, indica a viabilidade do uso destes solos em técnicas construtivas em terra (Wachilala, 2018). No entanto, mesmo sendo tecnicamente adequados, solos com maior teor de argila requerem acompanhamento sistemático durante e após a construção, a fim de prevenir manifestações patológicas que possam comprometer o desempenho estrutural.

Ensaios de laboratório

Os ensaios laboratoriais tiveram como finalidade caracterizar as propriedades físicas e mecânicas dos solos amostrados. Para tal, foram realizados testes de análise granulométrica, determinação da densidade das partículas sólidas, identificação dos limites de consistência, avaliação do comportamento do solo sob compactação utilizando o método Proctor, bem como a análise da sua potencial expansibilidade.

Análise granulométrica

As amostras de solo, devidamente preparadas, foram submetidas à análise granulométrica por meio de peneiramento por via húmida e sedimentação, possibilitando a elaboração das curvas granulométricas ilustradas na Figura 3.2. Os resultados revelam que as amostras 1 e 2 apresentam distribuições granulométricas bastante semelhantes, com teores de frações finas (silte e argila) em torno de 60% e frações arenosas em torno de 40%. Por outro lado, a amostra 3 distingue-se pelas suas características marcadamente arenosas, contendo aproximadamente 70% de areia e cerca de 30% de material fino.

Com base no Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS), as amostras 1 e 2 foram classificadas como areias argilosas ou misturas de areia e argila, com graduação deficiente (SC), ao passo que a amostra 3 foi classificada como areia siltosa ou mistura de areia e silte (SM). Essas classificações são determinantes para avaliar a aplicabilidade dos solos em técnicas de construção em terra, destacando-se a necessidade de um controlo rigoroso da humidade durante a execução das obras, dada a influência direta dessa variável na trabalhabilidade e no desempenho final do material.

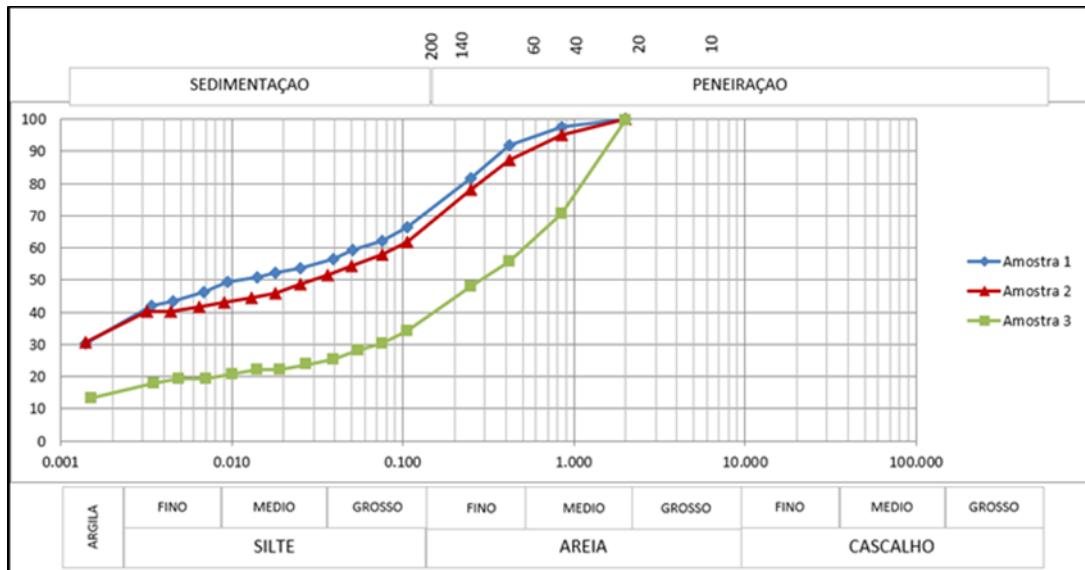


Figura 6: Distribuição granulométrica dos solos.

Limites de consistência

Os resultados dos ensaios de limites de consistência indicaram que a amostra 1 apresentou um limite de liquidez (LL) de 30% e um limite de plasticidade (LP) de 18%, enquanto a amostra 2 registrou valores de LL de 23% e LP de 15%. Com base nesses dados, os respetivos índices de plasticidade (IP) foram de 11% e 8%, permitindo classificar ambas as amostras como solos de plasticidade média. Pelo contrário, a amostra 3 foi identificada como solo não plástico (NP), o que limita a sua aptidão para aplicações em construção em terra, já que a plasticidade desempenha um papel crucial na coesão e aderência do solo durante os processos de moldagem e compactação (Novele, 2023). A análise mais pormenorizada, utilizando a carta de plasticidade, revelou que as amostras 1 e 2 enquadram-se na classificação CL, correspondente a argilas com plasticidade baixa a média, materiais que tendem a apresentar boa resistência mecânica quando secos. A amostra 3, por sua vez, foi enquadrada na classe ML, típica de siltes inorgânicos ou areias muito finas com baixa plasticidade. Estes resultados reforçam a relevância de se compreender o comportamento plástico dos solos na escolha de técnicas de construção adequadas, bem como na previsão da durabilidade e desempenho estrutural das edificações ao longo do tempo.

Densidade de partículas

Os solos analisados apresentaram valores de densidade das partículas variando entre 2,50 e 2,62, sendo influenciados pela sua composição textural e mineralógica. As amostras classificadas como areias argilosas registraram os menores valores, sendo 2,52 para a amostra 1 e 2,50 para a amostra 2, enquanto a amostra composta por areia siltosa apresentou densidade mais elevada de 2,62. Essa diferença pode ser explicada pela maior proporção de partículas finas, como silte e argila, nas primeiras duas amostras, uma vez que essas partículas têm peso específico inferior ao dos grãos de areia, dominantes em solos mais arenosos. A composição mineralógica também influencia significativamente estes resultados. Minerais argilosos, cuja densidade varia geralmente entre 2,20 e 2,60, contrastam com minerais como quartzo (2,65) e feldspato (2,50–2,60), frequentemente presentes em solos arenosos (Novele, 2023). Esta diversidade mineralógica contribui para a variação observada entre os solos areno-argilosos

(SC) e os arenos-siltosos (SM). Adicionalmente, a presença de matéria orgânica pode reduzir a densidade das partículas, como observado na amostra 2, que apresentou menor densidade associada a um conteúdo orgânico mais elevado. A compreensão da densidade das partículas é essencial para a caracterização geotécnica dos solos, pois afeta diretamente parâmetros como a resistência, a capacidade de suporte e o desempenho do solo durante processos de compactação, sendo determinante no planeamento de obras de construção que envolvam esses materiais.

Ensaio de compactação do tipo Proctor

A compactação é uma técnica essencial na estabilização de solos, consistindo na aplicação de energia através de métodos como impacto, vibração, compressão estática ou dinâmica, conforme descrito por Das (2018). À semelhança de outros autores, tais como, Torgal *et al* (2009) e Wachilala *et al* (2018), que estudam a construção em terra, em particular a fabricação de adobes, esta investigação recorreu ao ensaio de compactação, do tipo Proctor Normal, para analisar o comportamento mecânico dos solos, relacionando o peso volúmico seco do solo com a variação do teor em água para determinada energia aplicada durante a compactação. A curva de compactação obtida (Figura 7) evidencia os valores obtidos para o teor em água ótimo para alcançar a baridade seca máxima das amostras: 17,2% com 1,77 g/cm³ para a amostra 1 e 11,6% com 1,87 g/cm³ para a amostra 3. Estes dados demonstram uma relação inversa entre o teor em água e a densidade seca máxima, reforçando os resultados de estudos anteriores realizados por Torgal *et al* (2009), conforme citado por Wachilala *et al* (2018), os quais identificam uma faixa ideal de humidade entre 9% e 17% para a estabilização de solos destinados à construção em terra.

O enquadramento dos solos estudados nesses intervalos ótimos de humidade evidencia o seu potencial para a edificação de habitações em terra na comunidade de Goane 1, assegurando as condições necessárias de resistência e estabilidade. No entanto, é fundamental reconhecer que diferentes tipos de solo exigem volumes específicos de água para se alcançar uma compactação eficaz (Novele *et al.*, 2024). A consideração dessas particularidades, no local do fabrico dos adobes, é determinante para o sucesso e durabilidade das construções em terra.

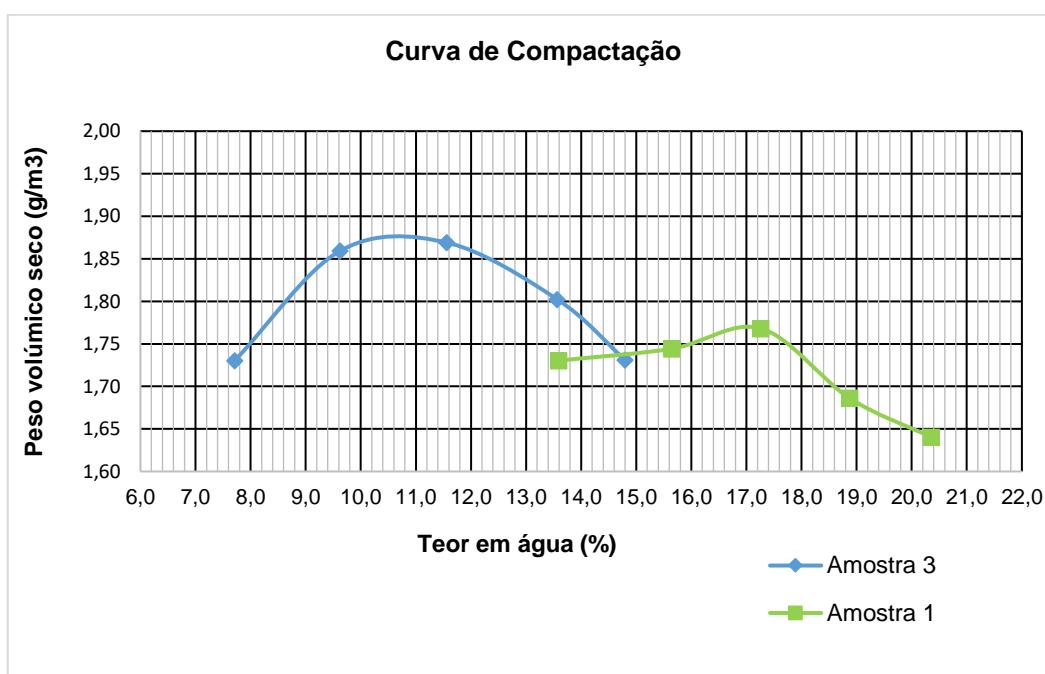


Figura 7: Resultado do ensaio de compactação.

Ensaio de expansibilidade

Observou-se que o solo areno-siltoso correspondente à amostra 3 apresenta um índice de expansibilidade bastante baixo, em torno de 0,6%, o que o distingue claramente dos solos areno-argilosos, das amostras 1 e 2, cujos valores são significativamente mais elevados: 8,5% e 7,8%, respectivamente. Esses resultados indicam que o solo da amostra 3 possui maior estabilidade dimensional, sendo menos propenso a variações de volume resultantes da absorção de água ou das flutuações na humidade. Por outro lado, os solos das amostras 1 e 2, com maiores taxas de expansibilidade, tendem a responder mais sensivelmente às alterações climáticas ou à variação no teor de água, o que pode afetar sua estabilidade. A avaliação da expansibilidade é uma etapa essencial na análise da aptidão dos solos para uso em construções, sobretudo em contextos com forte oscilação climática. A baixa propensão à variação volumétrica da amostra 3 indica um desempenho mais robusto frente aos processos de expansão e retração, o que favorece a durabilidade e segurança das estruturas edificadas com esse material. Ainda assim, importa destacar que, apesar das maiores taxas de expansibilidade verificadas nas amostras 1 e 2, estes valores não representam impedimento à sua aplicação em construções sustentáveis, conforme apontado por Wachilala *et al* (2018).

Produção experimental de adobes

A produção dos blocos de adobe foi realizada de forma experimental, dado que, durante as visitas de campo não foram identificadas construções locais utilizando essa técnica. Os ensaios realizados nas amostras colhidas evidenciaram o potencial dos solos para o fabrico de adobes, especialmente os solos com composição areno-argilosa, que apresentaram proporções adequadas de areia (59,42%), silte (13,15%) e argila (27,43%), valores que estão em conformidade com os parâmetros indicados por Inácio (2016). A produção experimental de adobes contemplou tanto os solos areno-argilosos quanto os areno-siltosos, com o objetivo de avaliar o desempenho de ambos na moldagem de blocos de adobe. O processo foi conduzido de forma artesanal (Figura 8), mas com a inclusão de aditivos como capim, cinza e esterco, em diferentes combinações, de acordo com as propriedades identificadas em cada tipo de solo.



Figura 8. Processo de produção de adobes: a) Mistura do material; b) Adobes expostos ao sol para secar.

O primeiro bloco ensaiado, composto unicamente por areia argilosa, apresentou fissuras de retração após 24 horas de secagem natural. Essas fissuras foram atribuídas ao elevado teor de água na mistura, potencializado pela exposição direta à radiação solar. A insuficiente compactação também pode ter contribuído para a formação de fendas, comprometendo a

integridade estrutural do bloco e inviabilizando a realização de ensaios de resistência. A compactação adequada é essencial para garantir a distribuição homogénea das partículas do solo, reduzindo os vazios e conferindo maior resistência ao material.

Com base na análise do primeiro exemplar, foi produzido um segundo bloco com adição de capim ao solo areno-argiloso, visando o reforço do adobe. Conforme salientado por Inácio (2016), a inclusão de fibras vegetais ou sintéticas é uma técnica eficaz para melhorar o desempenho estrutural dos blocos de adobe, sobretudo no que diz respeito à resistência à tração. Essas fibras, como palha, capim ou até mesmo fibras de vidro, contribuem para uma maior flexibilidade na escolha do método de reforço, permitindo adaptações específicas às propriedades de cada solo.

O adobe reforçado com capim apresentou uma resistência à compressão uniaxial de 2,05 MPa (Tabela 2), valor próximo ao limite mínimo estabelecido pela NBR 15.812-1:2010, que recomenda 3,5 MPa para elementos de adobe com furos verticais. Curiosamente, os blocos produzidos com solos areno-siltosos, mesmo sem reforço, mostraram desempenho superior em comparação com aqueles que incorporaram fibras. As combinações de areia siltosa com argila e de areia siltosa com esterco apresentaram resistência próxima de 0,34 MPa. Notou-se, entretanto, que a adição de capim aos solos areno-siltosos provocou uma redução na resistência final dos blocos. Essa diminuição pode estar associada a um nível de compactação insuficiente durante o processo de moldagem, o que destaca a importância do controlo rigoroso dessa etapa na produção de adobes.

Tabela 2: Resultados dos ensaios de resistência à compressão uniaxial, realizados conforme NBR 15.812-1:2010.

Provete	Data de fabrico	Data de ensaio	Idade (dias)	Peso (kg)	Secção (10 mm ²)	Força de rotura (kN)	Tensão de rotura (MPa)
1 – Areia argilosa com capim	17-Junho-2023	11-Julho-2023	24	4,64	29	59,5	2,05
2 – Areia siltosa	17-Junho-2023	11-Julho-2023	24	4,26	29	11,3	0,39
3 – Areia siltosa com areia argilosa	17-Junho-2023	11-Julho-2023	24	3,61	29	10,1	0,34
4 – Areia siltosa com esterco	17-Junho-2023	11-Julho-2023	24	3,47	29	9,8	0,34
5 – Areia siltosa com capim	17-Junho-2023	11-Julho-2023	24	3,62	29	9,3	0,32

Os resultados obtidos evidenciam a relevância de realizar ensaios detalhados e de testar diversas combinações de materiais antes da aplicação em contexto real de novos aditivos ou metodologias construtivas inovadoras. O entendimento aprofundado das interações entre os diferentes constituintes das misturas é essencial para o desenvolvimento de composições otimizadas, capazes de atingir os níveis desejados de resistência mecânica e durabilidade. Tal abordagem contribui significativamente para o êxito das iniciativas de construção sustentável com uso de adobes.

CONCLUSÕES

Este estudo avaliou o comportamento de diferentes tipos de solos, com e sem reforço, visando o desenvolvimento de soluções construtivas sustentáveis para comunidades rurais no Distrito de Moamba, Província de Maputo. Os resultados demonstram que os solos areno-argilosos, especialmente quando reforçados com fibras naturais como o capim, apresentam melhor desempenho na produção de adobes em comparação aos solos areno-siltosos. Apesar dos resultados promissores, a pesquisa encontra-se em fase inicial, sendo necessárias investigações adicionais sobre propriedades mecânicas, durabilidade e viabilidade económica. A utilização de recursos locais e técnicas de baixo impacto ambiental revela-se uma estratégia promissora para a construção de habitações resilientes às mudanças climáticas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável das comunidades envolvidas.

AGRADECIMENTOS

Os autores endereçam os seus agradecimentos ao Laboratório de Engenharia de Moçambique, E.P. (LEM), pelo apoio e colaboração concedida durante a realização dos ensaios e testes no âmbito deste estudo.

REFERÊNCIAS

- Das, B.M. Fundamentals of geotechnical engineering. Cengage Learning, 2018
- Inácio, C.A.E.S. Estudo do solo enquanto material de construção sustentável. Dissertação, Universidade de Coimbra, 2016
- Instituto Nacional de Estatística. Recenseamento geral da população e habitação de 2017: resultados definitivos, Moçambique, 2019
- Ministério de Administração Estatal., Perfil do distrito de Moamba, província de Maputo, 2014
- Minke, G. Building with earth, design and technology of a sustainable architecture. Birkhauser Publishers for Architecture, Berlin, 2006
- Novele, T.A. O solo como material de construção sustentável nas comunidades rurais da Província de Maputo, Moçambique. Dissertação, Universidade de Évora, 2023
- Novele, T., Duarte, I., Pinho, A. Construção sustentável em comunidades rurais da Província de Maputo, Moçambique. 12º Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnica e 8as Jornadas Luso-Españolas de Geotecnica. Novos paradigmas em Geotecnica. Artigo 467, pp 467-477, 2024
- Ribeiro, M., O Contributo da arquitetura tradicional para uma habitação “informal” sustentável em Moçambique. Dissertação de Mestrado, Instituto Universitário de Lisboa, 237 p.,2015
- Torgal, F., Jalali, S. Construção sustentável – o caso dos materiais de construção. IPCB, Universidade do Minho, Portugal, 2009
- Wachilala, P.E.M, Duarte I.M.R, Pinho A.B, Mirão J.P, Neto M.S. A construção sustentável na perspetiva dos geomateriais utilizados na Província da Huíla, Angola. CLBMCS. ISBN: 978-989-98949-9-0, 2018
- Wachilala, P. E. M., Caracterização Geoquímica, Mineralógica e Geotécnica de solos para a Construção em Terra na Província da Huíla, Angola. Dissertação de Mestrado, Universidade de Évora, Portugal, p. 147, 2018