**DOI: 10.47094/COBRAMSEG2026.4/43**

# Caracterização geotécnica e soluções de contenção para dois trechos da encosta da Comunidade do Jacó - Natal/RN

Olavo Francisco dos Santos Júnior
Professor, UFRN, Natal, Brasil, olavo@ct.ufrn.br

Osvaldo de Freitas Neto
Professor, UFRN, Natal, Brasil, osvaldocivil@ct.ufrn.br

Ricardo Nascimento Flores Severo
Professor, IFRN, Natal, Brasil, ricardo.severo@ifrn.edu.br

Allan Benicio Silva de Medeiros
Doutorando, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, allan.benicio@coc.ufrj.br

Matheus Nathan Ferreira Alves de Sousa
Doutorando, UFRN, Natal, Brasil, matheusnatancivil@gmail.com

Romário Stéffano Amaro da Silva
Doutorando, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, romario.amaro@coc.ufrj.br

RESUMO: A Comunidade do Jacó, localizada em Natal/RN, Brasil, ocupa uma área de aproximadamente 32.000 m², na qual cerca de 240 edificações estão inseridas em um contexto de alto risco geotécnico. Nesse sentido, o trabalho objetivou realizar um estudo geotécnico da área, com vistas a caracterizar as encostas da comunidade e apresentar soluções de contenção adequadas à comunidade, a nível de anteprojeto. Tais soluções são integradas a um projeto de urbanização. A campanha de investigação geotécnica indicou que o perfil estratigráfico representativo da área é composto por camadas da ordem de 10 a 15 m de sedimentos eólicos com compacidade muito fofa a fofa, com NSPT da ordem de 2 a 4 golpes. Subjacente a essas, observou-se camadas de solos arenosos concrecionados, típicos da Formação Barreiras. As análises de estabilidade resultaram em fatores de segurança próximos à unidade, nas condições de aumento do nível d'água durante períodos chuvosos. Por esse motivo, foi proposta uma solução de contenção baseada na implantação de linhas de estacas, combinadas com a instalação de drenos sub-horizontais profundos. A adoção dessa solução resultou em fatores de segurança considerados adequados.

PALAVRAS-CHAVE: Estabilidade de Encostas, Estabilização, Equilíbrio Limite, Formação Barreiras.

ABSTRACT: The Jacó Community, based in Natal, Brazil, extends over an area of approximately 32,000 m², comprising around 240 buildings that are exposed to significant geotechnical risk. Within this context, the aim of this study was to conduct a geotechnical investigation of the area to propose suitable retaining solutions at a preliminary design stage. These solutions are integrated into a broader urbanization project. The geotechnical investigation campaign indicated that the typical stratigraphic profile of the area is composed of 10 to 15 m layers of very loose aeolian sediments, presenting NSPT of 2 to 4 blows. Underlying these, sandy concretionary soils layers, typical of the Barreiras Formation, were also observed. Slope stability analyses resulted in factors of safety close to unity under conditions of increased water levels during rainy periods. Therefore, a retaining solution was proposed based on pile walls, combined with the installation of deep sub-horizontal drains, which resulted in satisfactory factors of safety.

KEYWORDS: Slope Stability, Stabilization, Limit Equilibrium, Barreiras Formation.

## 1 INTRODUÇÃO

Movimentos de massa estão entre os desastres naturais mais frequentes e mortais no Brasil, causando graves prejuízos socioambientais e econômicos em elementos de infraestrutura e em cidades (Coutinho et al., 2025). Na cidade de Natal, capital do Rio Grande do Norte, as condições de risco e suscetibilidade a movimentos de massa em encostas são resultados da interação entre processos naturais e a ocupação desordenada do solo urbano. O município está situado em uma área de relevante valor ambiental, caracterizada por dunas, praias e lagoas interdunares, e marcada por significativa variação de relevo. Além disso, possui um regime de chuvas sazonais, com pluviosidade relevante em diversos períodos do ano. A interação complexa desses elementos representa uma base para o surgimento de áreas vulneráveis a movimento de massa (Ribeiro et al., 2021).

De acordo com o mapa de caracterização climática brasileira elaborado por Alvares *et al*. (2013), com base no modelo de Köppen-Geiger, o município de Natal está inserido em uma região de clima "As". Ou seja, está em uma região de clima tropical com estação seca no verão, caracterizada por temperaturas médias elevadas e sazonalidade pluviométrica, na qual as chuvas se concentram no período de outono-inverno, com uma estação seca acentuada na outra parte do ano. Esse cenário influencia diretamente na estabilidade das encostas da cidade, uma vez que, durante as estações secas, os solos tendem a apresentar uma parcela de resistência ao cisalhamento adicional, devida à sucção (Fredlund e Rahardjo, 1993). De forma distinta, em períodos de pluviosidade concentrada, os solos tendem a apresentar maiores graus de saturação, o que reduz ou elimina a parcela de resistência devida à sucção. Consequentemente, as encostas formadas por esses solos se apresentam mais suscetíveis a processos de desestabilização.

Nesse contexto, se localiza a comunidade do Jacó (Figura 1), com uma área de aproximadamente 32.000 m², na qual cerca de 240 edificações estão inseridas em uma condição de alto risco geotécnico (NATAL, 2025).

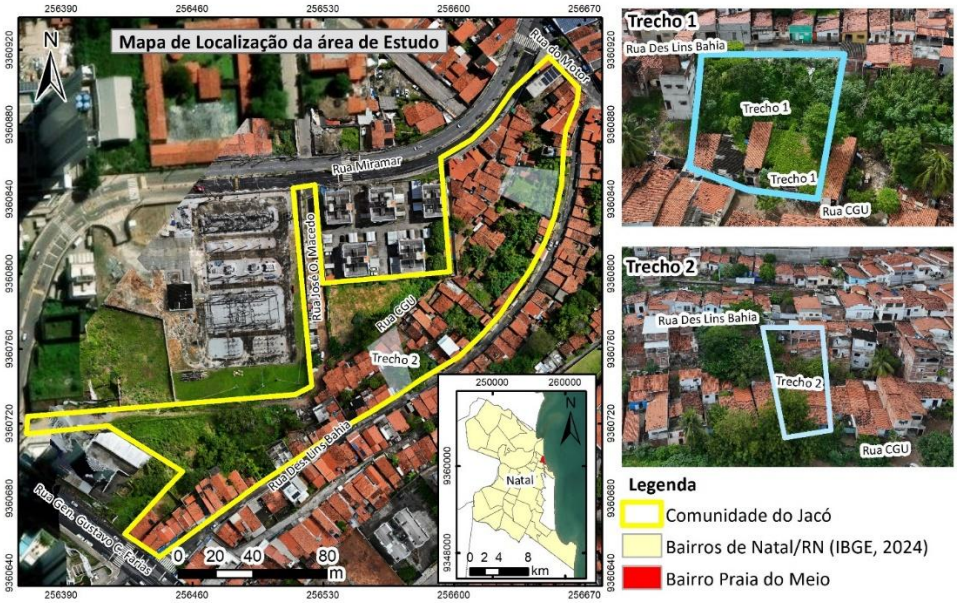



Figura 1. Mapa de localização da comunidade do Jacó, Natal/RN, Brasil.

Do ponto de vista geológico e geomorfológico, a comunidade do Jacó se insere sobre depósitos eólicos litorâneos vegetados, os quais se constituem como camadas de dunas descaracterizadas (Bezerra, 2016). Na região do município de Natal-RN, esses depósitos se caracterizam por fácies areníticas, mal graduados, de cor avermelhada, submetidos a lixiviação intensa e com presença de materiais residuais (Moreira *et al*., 2018).

Os depósitos eólicos da área do Jacó estão assentes sobre os tabuleiros costeiros. Tais tabuleiros são compostos pela Formação Barreiras, uma unidade geológica formada entre o Mioceno e o Plioceno. Ela se estende desde o estado do Amapá, por toda a região costeira, até o Rio de Janeiro (Bezerra, Melo e Suguio, 2006). Essa formação consiste em uma cobertura sedimentar, com camadas intercaladas de argilitos, siltitos e arenitos, apresentando em sua composição diferentes teores de silte, argila e arenitos conglomeráticos. Nesses sedimentos ocorre com frequência a presença de camadas enrijecidas com cimentação ferruginosa. (Santos Jr, Coutinho e Severo, 2015). No âmbito do Rio Grande do Norte, diversos estudos foram realizados em materiais

dessa formação, com ênfase em suas características geotécnicas (Santos JR., Coutinho e Severo, 2015; Morais, Santos Jr e Freitas Neto, 2020).

A ausência de planejamento ocupacional e de dispositivos de estabilização e drenagem das encostas, associada à falta de saneamento básico e à presença de acúmulos de resíduos sólidos, faz com que as encostas se encontrem em uma situação precária de estabilidade (Bezerra et al., 2020). Dada a concentração populacional na área, o desencadeamento de movimentos de massa pode ocasionar perdas humanas, ambientais e financeiras de grande magnitude. Nesse contexto, por meio do presente trabalho objetiva-se estudar as condicionantes e o contexto geológico-geotécnico de dois trechos da encosta localizada na Comunidade do Jacó (denominados Trecho 1 e Trecho 2, Figura 1), avaliar a sua condição de estabilidade e apresentar uma solução técnica para a estabilização dos referidos trechos, em nível de anteprojeto.

## 2 CAMPANHA DE INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA E PERFIS REPRESENTATIVOS

A fim de subsidiar a avaliação geotécnica das encostas e a solução técnica de estabilização, foram realizados mapeamento aerofotogramétrico, levantamento planialtimétrico e sondagens a percussão com medida de $N_{SPT}$ na região de interesse para os estudos.

O mapeamento da área baseou-se em levantamento aerofotogramétrico com drone DJI Mavic 3 Classic (câmera 20 MP). O voo foi executado a 120 m de altitude com sobreposição de 70%, resultando em resoluções de 2 cm/pixel (horizontal) e 15 cm/pixel (altimétrica). O processamento no software Agisoft Metashape permitiu a geração do Modelo Digital de Elevação (MDE) e do Terreno (MDT), posteriormente integrados em ambiente SIG (ArcGIS 10.8) sob o sistema UTM, fuso 25S e Datum SIRGAS 2000, para a modelagem geométrica detalhada.

O levantamento planialtimétrico abrangeu os taludes situados nos Trecho 01 e Trecho 02. De forma geral, as encostas apresentam declividades médias entre 17° e 22° (30-40%). Essa geometria, associada à natureza do solo e intervenções antrópicas, indica elevada suscetibilidade a instabilidades geotécnicas.

### 2.1 Sondagens a percussão, perfis e parâmetros geotécnicos das encostas

A estratigrafia da área de interesse foi caracterizada a partir de quatro sondagens a percussão com medida de $N_{SPT}$, duas realizadas na área do topo e duas na área da base dessas encostas. O local de realização dessas sondagens está ilustrado na Figura 2. As sondagens SPT-01 e SPT-02 se referem ao perfil estratigráfico do talude do Trecho 1, enquanto as sondagens SPT-05 e SPT-06 indicam o perfil estratigráfico do talude do Trecho 2.

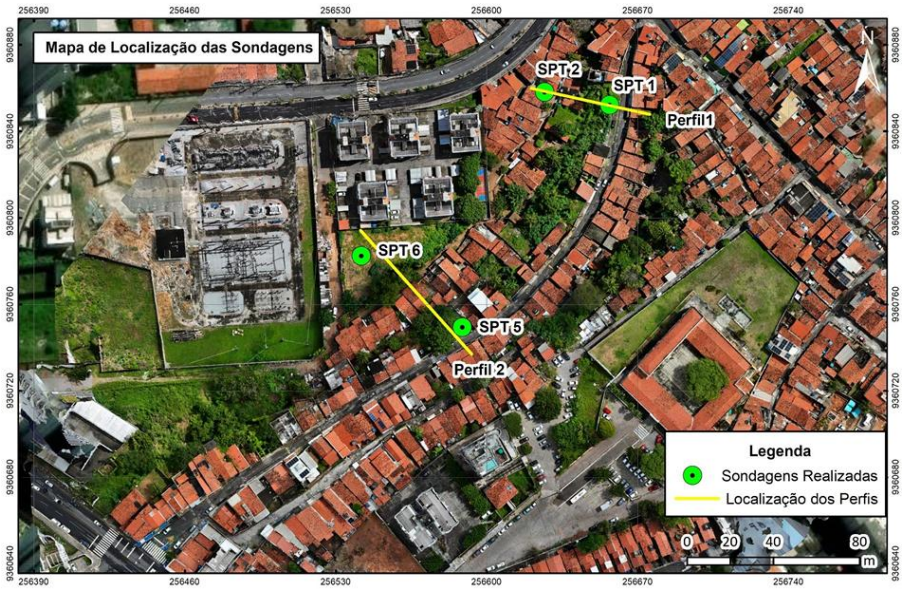



Figura 2. Mapa de localização das sondagens SPT.

De modo geral, a investigação geotécnica revelou que o subsolo da área é composto por material majoritariamente arenoso. As sondagens realizadas no topo da encosta indicaram um perfil formado por uma camada de 10 m a 12 m de profundidade de areia fina, com compacidade muito fofa a fofa, e coloração variável. Abaixo dessa, camadas de areia fina siltosa, medianamente compacta a compacta, com presença de pedregulhos e concreções. Nas sondagens realizadas na base da encosta, observaram-se camadas de areia fina de compacidade e coloração variáveis, com evidências de material de aterro. Abaixo, areia fina compacta, com coloração variável e presença de pedregulhos e concreções.

A sondagem SPT-01 avançou ao longo de 17,0 m e indicou um nível d'água a 15,0 m de profundidade. Na sondagem SPT-02, que avançou apenas 14,0 m, não se identificou nível d'água. Na base da encosta, a sondagem SPT-05 avançou por 13,0 m e indicou um nível d'água a 4,0 m de profundidade. A sondagem SPT-06 perfurou apenas 6,0 m e indicou a presença de nível d'água a 5,0 m de profundidade e uma camada de solo com matéria orgânica a partir dos 4,0 m. É importante destacar que essas sondagens foram realizadas no mês de outubro, característico como período de clima seco.

À luz do contexto geológico local, pode-se classificar o pacote de areia fina muito fofa a fofa, referente aos trechos iniciais das sondagens SPT-01 e SPT-05, como material componente dos depósitos eólicos litorâneos. As camadas inferiores, em função da maior compacidade e da presença de pedregulhos e concreções, sugerem um material componente da Formação Barreiras, a qual se encontra subjacente a esses depósitos eólicos. A presença de material de aterro nas sondagens SPT-02 e SPT-06 pode ser atribuída ao processo de ocupação da área, a qual era anteriormente uma lagoa. A camada de matéria orgânica identificada no SPT-06 pode indicar um local no qual anteriormente se depositavam resíduos sólidos urbanos.

A partir dos resultados das sondagens a percussão e da topografia, foram traçados perfis estratigráficos representativos dos dois trechos da encosta, voltados para a realização de análises de estabilidade e a concepção do projeto de estabilização. Por esse motivo, a estratigrafia foi simplificada, na forma de agrupamentos em camadas de solo com características similares e possíveis de serem representadas pelos mesmos parâmetros geotécnicos. O resultado dessa simplificação está apresentado nas Figuras 4 e 5, relativas aos Trecho 1 e Trecho 2, respectivamente.

O perfil estratigráfico distingue o Solo 1, caracterizado como uma camada superficial de areia fina de baixa compacidade, do Solo 2, composto por areia fina mais compacta com pedregulhos e concreções, típica da Formação Barreiras. A análise das sondagens no Solo 1 indicou valores médios de resistência à penetração (NSPT) de 2,7 no perfil SPT-01 (camada de 0 a 10 m) e de 4,7 no perfil SPT-05 (camada de 0 a 9 m).

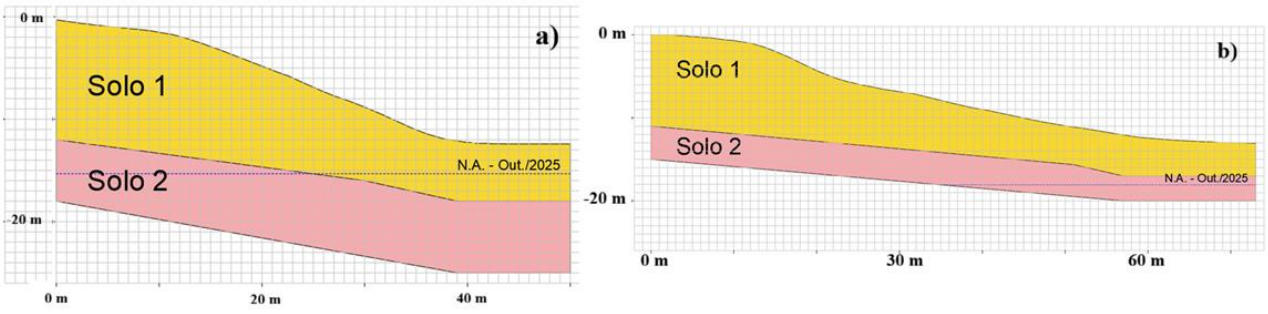



Figura 4. Perfil estratigráfico representativo dos Trechos 1 (a) e 2 (b).

A definição dos parâmetros físicos e de resistência baseou-se nos valores representativos de $N_{SPT}$ e na natureza dos materiais identificados. Para o Solo 1, adotou-se a proposição de Godoy (1972) para a estimativa dos pesos específicos, resultando em peso específico natural ($\gamma_n$) igual a 16 kN/m³ e peso específico saturado ($\gamma_{sat}$) igual a 19 kN/m³. Quanto à resistência ao cisalhamento, definiu-se um ângulo de atrito efetivo ($\phi$') de 26°, obtido através das correlações de Peck *et al*. (1974) e Cintra e Aoki (2010), com correção de energia para $N_{60}$. O valor proposto é compatível com a compacidade fofa do sedimento. Ainda para esta camada, adotou-se um intercepto coesivo (c') de 2 kPa, visando mitigar inconsistências numéricas nas análises de estabilidade (como superfícies críticas muito superficiais), dado o caráter granular do material.

Para o Solo 2, as características típicas da Formação Barreiras, como a presença de concreções e maior compacidade, justificaram a adoção de parâmetros de resistência ao cisalhamento superiores. Dessa forma, foram adotados c' = 20 kPa, ϕ'= 30°, $\gamma_n$ = 19 kN/m³ e $\gamma_{sat}$ = 21 kN/m³. Esses parâmetros são coerentes com dados reportados na literatura (Santos Jr. *et al.*, 2015). Por fim, para eventuais serviços de aterro, estabeleceram-se pesos específicos idênticos aos do Solo 2, com parâmetros de resistência ao cisalhamento iguais a c' = 5 kPa e ϕ'= 32°.

## 3 ANÁLISES DE ESTABILIDADE E SOLUÇÕES PROPOSTAS

A partir dos parâmetros geotécnicos estimados para os materiais componentes dos perfis estratigráficos, foi possível conduzir análises de estabilidade das encostas estudadas.

As análises foram realizadas por métodos baseados no conceito de equilíbrio-limite, com a inclusão das condições de poropressão a partir da adição de superfície piezométrica, a fim de calcular o fator de segurança associado à superfície potencial de ruptura crítica. Para o caso atual, de um talude composto por uma camada espessa de solo homogêneo, considerou-se o uso dos métodos de cálculo de fator de segurança propostos por Bishop (1955), Spencer (1967) e Morgenstern e Price (1965).

Utilizou-se método de busca de superfícies de ruptura baseado em Cuckoo Search, algoritmo capaz de otimizar o processo, ao não necessitar da especificação de superfícies de entrada e saída ou de grades e raios (Seequent, 2022).

As análises de estabilidade consideraram um cenário inicial, com o nível d'água observados nas sondagens executadas em outubro de 2025, período de clima seco. Em sequência, consideraram uma condição de elevação do nível d'água, a partir da especificação de uma superfície piezométrica 9,0 m mais elevada do que a original. Essa condição visa refletir a variação do nível d'água em períodos de chuva intensa e de longa duração. Por fim, avaliou-se uma solução de estabilização, com vistas a garantir um fator de segurança adequado para o fim proposto. No topo de cada trecho da encosta, foi aplicada uma sobrecarga uniformemente distribuída, com magnitude de 30 kN/m²/m, em todos os cenários. Essa sobrecarga visa representar a ocupação no topo da encosta. A Tabela 1 sintetiza os FS obtidos para cada condição.

Dado o contexto urbano da encosta, a qual requer alto nível de segurança contra danos materiais, ambientais e à vida, especificou-se um fator de segurança (FS) mínimo igual a 1,5, de acordo com as diretrizes da ABNT NBR 11682:2009 — Estabilidade de Encostas.

Tabela 1. Fatores de segurança do trecho 1 e trecho 2 da encosta para os cenários analisados.

| Cenário | Método de cálculo | | |
|---|---|---|---|
| | Bishop (1955) | Spencer (1967) | Morgenstern e Price (1965) |
| Trecho 1 – Nível d'água observado nas sondagens | 1,42 | 1,42 | 1,42 |
| Trecho 1 – Nível d'água elevado | 1,15 | 1,15 | 1,15 |
| Trecho 2 – Nível d'água observado nas sondagens | 1,48 | 1,48 | 1,48 |
| Trecho 2 – Nível d'água elevado | 1,48 | 1,48 | 1,48 |

Quanto à condição de nível d'água atual, observa-se que os fatores de segurança estão um pouco abaixo do valor mínimo, igual a 1,50. Além disso, observa-se que os três métodos utilizados resultaram em valores de fator de segurança similares.

A Figura 5 ilustra as superfícies de ruptura críticas observadas para os trechos 1 e 2 da encosta, obtidas para o nível d'água encontrado nas sondagens e para a simulação de níveis d'água 9,0 m mais elevados. Essa condição visa representar cenários de períodos de pluviosidade elevada, combinados com a alta capacidade de infiltração do solo arenoso de baixa compacidade que forma o trecho superior da encosta, o qual favorece uma rápida elevação do nível d'água.

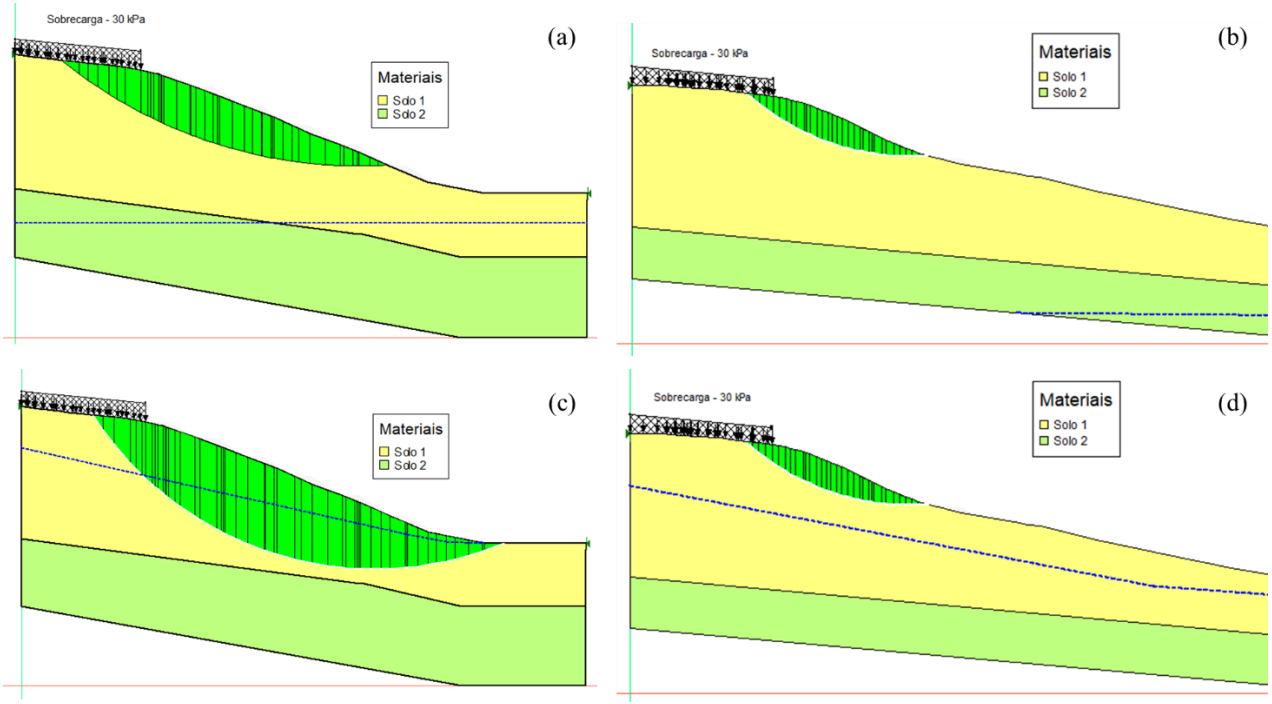



Figura 5. Superfícies de ruptura críticas para os (a) trecho 1 e (b) trecho 2 da encosta na condição de nível d'água encontrado nas sondagens e (c) trecho 1 e (d) trecho 2 da encosta na condição de nível d'água elevado.

A redução no valor do fator de segurança para o trecho 1 da encosta ilustra o efeito desestabilizador do aumento do nível d'água, e destaca o mecanismo de ruptura mais provável associado à condição na qual o talude se encontra. Nesse trecho, o aumento do nível d'água é determinante para a redução da condição de estabilidade da encosta, cuja ruptura tende a mobilizar uma massa com elevada profundidade. No caso do trecho 2, é possível perceber uma superfície de ruptura de menor dimensão, localizada no topo da encosta, a qual não é afetada pelo aumento do nível d'água. Por essa razão, o FS relativo ao nível d'água das sondagens permanece igual ao FS calculado para a condição de nível d'água elevado.

Com base nas análises de estabilidade, considerou-se a necessidade da inclusão de reforços, a fim de assegurar um valor de fator de segurança que atenda ao mínimo recomendado. Dadas as características do material, de baixa compacidade, descartou-se a possibilidade de utilizar uma solução baseada em solo grampeado.

Nesse contexto, o projeto optou pelo uso de reforços baseados na execução de linhas de estacas, aliadas à implantação de dispositivos de drenagem profunda. Além disso, devido à baixa compacidade do material e a presença de lixo e matéria orgânica na superfície, o projeto propõe a substituição da camada superficial da face da encosta, com cerca de 1,50 m de profundidade, por reaterro ou por solo proveniente de empréstimo. Essa última medida visa assegurar que não haverá patologias ao longo das escadas e da rampa, as quais estarão assentes diretamente sobre o talude, devido à ocorrência de recalques elevados, em vista da baixa compacidade do solo.

Estabeleceu-se o uso de estacas de concreto com seção circular, com 300 mm de diâmetro, integralmente armadas. Essa armadura garante a integridade estrutural do elemento, em face das solicitações impostas. Prevê-se que o topo das estacas seja interligado por uma viga de coroamento com seção retangular. A partir de análises de estabilidade, foi possível determinar o comprimento e a distribuição necessária dessas estacas ao longo de cada trecho da encosta.

A Figura 6 ilustra as superfícies de ruptura críticas relacionadas às soluções de contenção adotadas, para os dois trechos, ao considerar a condição de nível d'água elevado.

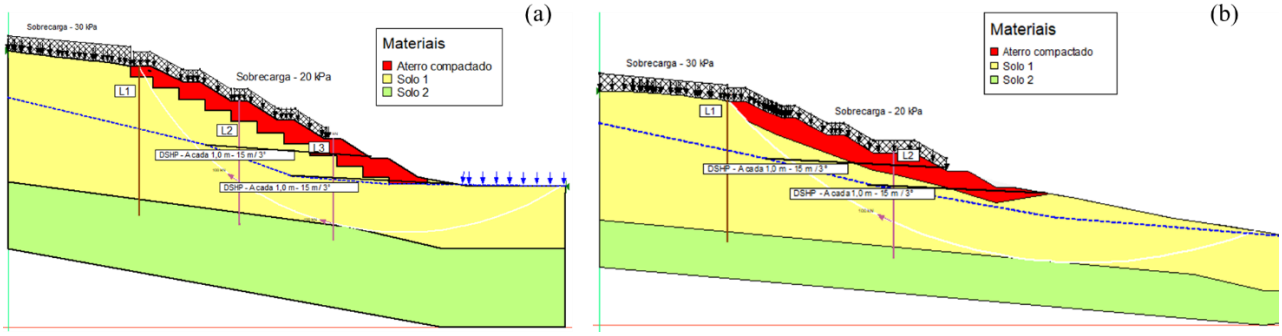



Figura 6. Superfícies de ruptura críticas para os (a) trecho 1 e (b) trecho 2 da encosta na condição de nível d'água elevado e com reforços e reaterro.

No caso do trecho 1, as estacas da linha L1 foram estimadas com comprimento igual a 13 m. As estacas da linha L2, com comprimento de 11 m. Para as estacas da linha L3, especificou-se um comprimento de 9 m. Adotou-se como premissa prolongar as estacas até a camada de Solo 02, a qual é um material de maior resistência, a fim de garantir a segurança e a funcionalidade da contenção. Com isso, foi possível obter um FS igual a 1,50.

No trecho 2, foi necessária uma solução menos robusta do que a referente ao trecho 1. Observou-se que a substituição da camada de 1,5 m superficial da encosta por material compactado e a inclusão de duas linhas de estacas resultou em um fator de segurança satisfatório. Estimou-se uma linha L1 composta por estacas com espaçamento igual a 0,50 m (eixo a eixo) no topo da encosta. Além disso, uma linha L2 na seção intermediária da encosta, com espaçamento entre estacas (eixo a eixo) igual a 1,0 m. Essa combinação resultou em um FS igual a 1,59.

Por fim, destaca-se a inclusão de DSHPs (drenos sub-horizontais profundos), como medida contra a elevação do nível d'água diretamente na região do talude. A inclusão de drenagem profunda é fundamental, bem como a sua manutenção, como garantia da funcionalidade da solução. A solução sugere duas linhas de DSHPs, espaçados a cada 1,0 m, com 15,0 m de comprimento e inclinação mínima de 3°.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, avaliou-se a condição de estabilidade de dois trechos de uma encosta na comunidade do Jacó, em Natal – RN. A encosta é formada por uma camada superior de areia fina eólica, de baixa compacidade, e por uma camada inferior composta por material concrecionado, similar ao observado em solos da Formação Barreiras. Com base nessas informações, os valores de parâmetros geotécnicos representativos foram estimados, com vistas a seu uso em análises de estabilidade.

As análises de estabilidade dos trechos de encosta na condição atual demonstram que esses taludes estão associados a fatores de segurança menores do que os recomendáveis. Nesse contexto, foi proposta uma contenção, em nível de anteprojeto, baseada na instalação de linhas de estacas de concreto e de drenos sub-horizontais profundos, a fim de elevar a condição de estabilidade dos trechos estudados. No Trecho 1, a solução contou com três linhas de estacas. No Trecho 2, foi necessário especificar apenas duas linhas. Além dos elementos estruturais, o estudo ressaltou a importância da instalação e da manutenção da drenagem profunda, tendo em vista os efeitos potencialmente desestabilizadores do aumento do nível d'água na região, cuja ocorrência se dá em períodos chuvosos. Ademais, ressalta-se a importância de prever soluções para a proteção superficial da encosta, a fim de mitigar os efeitos de processos erosivos. Em fase de projeto básico ou executivo, devem ser previstos dispositivos de drenagem superficial, tais como valetas no topo e na base da encosta, bem como o correto encaminhamento das águas coletadas por esses dispositivos. Por fim, salienta-se a necessidade da proteção da face do talude, a partir do plantio de vegetação gramínea adequada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2009). NBR 11682: Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro: ABNT.

Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G. (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22 (6), p. 711-728.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2009). NBR 11682. Estabilidade de encostas. Rio de Janeiro.

Bezerra, F.H.R., Mello, C.L., Suguio, K. (2006) A Formação Barreiras: recentes avanços e antigas questões. *Geologia USP, Série Científica*, 6 (2), p. III–VI.

Bezerra, L.T.V. (2016) *Mapeamento de risco/perigo de movimentos de massa e avaliação da estabilidade das encostas na comunidade São José do Jacó, em Natal/RN*. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Bezerra, L., Neto, O. D. F., Santos Jr, O., & Mickovski, S. (2020). Landslide risk mapping in an urban area of the city of Natal, Brazil. *Sustainability*, 12(22), 9601.

Cintra, J.C.A., Aoki, N. (2010) *Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais e profundas*. Oficina de Textos, São Paulo.

Coutinho, R. Q., Ehrlich, M., Futai, M. M., Bressani, L. A., Lacerda, W. A., & Morais, B. D. D. (2025). Gravitational mass movements in Brazil: causes, consequences, and solutions. *Soils and Rocks*, 48(3), e2025001625.

Fredlund, D.G., Rahardjo, H. (1993) *Soil mechanics for unsaturated soils*. Wiley, New York.

Morais, A.D., Santos Júnior, O.F., Freitas Neto, O. (2020) Propriedades geotécnicas de sedimentos da Formação Barreiras nas falésias de Barra de Tabatinga, litoral oriental do Rio Grande do Norte (Brasil). *Holos*.

Moreira, M.M. et al. (2018) Caracterização Geotécnica dos Materiais Inconsolidados do Município de Natal – RN: Suscetibilidade e Risco Potencial de Deslizamentos e Inundações. In: *Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica*, 19., Salvador. Anais...

Morgenstern, N.R., Price, V.E. (1965) The analysis of the stability of general slip surfaces. *Géotechnique*, 15 (1), p. 79-93.

Peck, R.B., Hanson, W.E., Thornburn, T.H. (1974) *Foundation engineering*. 2nd ed., John Wiley and Sons, New York.

Ribeiro, M. S. M., Spyrides, M. H. C., Andrade, L. D. M. B., Lima, K. C., Amaro, V. E., Pinheiro, L. R. D. S. G., ... & Alves, J. E. D. C. A. (2021). Intense precipitation and area of risk: a case study of mass movement in the city of natal, brazil. *Water*, 13(23), 3346.

Santos Júnior, O.F., Coutinho, R.Q., Severo, R.N.F. (2015) Propriedades geotécnicas dos sedimentos da Formação Barreiras no litoral do Rio Grande do Norte. *Geotecnia*, 134, p. 87-108.

Seequent. (2022). Stability Modeling with GeoStudio. Seequent Limited, The Bentley Subsurface Company. https://files.seequent.com/PDFs/Geostudio-Stability%20Modeling-Oct2022.pdf. Acesso em: 09/02/2016.