XXII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
XI Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
24 a 28 de agosto de 2026 – Brasília/DF

DOI: 10.47094/COBRAMSEG2026.4/76

Estudo de Caso de Rupturas Retrogressivas em Depósitos Coluvionares a Montante de uma Rodovia

Ricardo Wink de Menezes
Engenheiro Geotécnico, FGS Geotecnia, Porto Alegre, Brasil, ricardo@fgs.eng.br

Alvaro Pereira
Engenheiro Diretor, FGS Geotecnia, Porto Alegre, Brasil, alvaro@fgs.eng.br

Bruno Marcello Citon Rossi
Gerente de Geotecnia, Grupo EPR, São Paulo, Brasil, bruno.rossi@grupoepr.com.br

Carla Palomino Tinoco
Especialista de Geotecnia, Grupo EPR, São Paulo, Brasil, carla.tinoco@grupoepr.com.br

Guillermo Eduardo Altrichter
Superintendente de Projetos Rodoviários, Grupo EPR, São Paulo, Brasil, guillermo.altrichter@grupoepr.com.br

RESUMO: Após a ocorrência de chuva, na altura do km 43 da BR277, no estado do Paraná, foi observado um deslizamento a montante da rodovia, resultando em significativa deposição de massa sobre a pista, impactando significativamente a operação da via devido à interdição do acostamento e de duas pistas sentido litoral. Através da vistoria de campo se constatou excessiva saturação do solo coluvionar mobilizado, além de pontos de surgência de água na escarpa da ruptura. A região da movimentação se caracteriza por um talvegue com elevada concentração de água – resultando em um elevado nível de água observado no local –, vegetação de grande porte, presença de blocos de rocha de dimensões variadas, além da ocorrência horizontes húmicos que impactavam substancialmente a hidrogeologia local. Como medida emergencial para redução das poropressões no local foi indicada a execução de uma sarjeta de drenagem, drenos horizontais profundos (DHPs) e trincheiras drenantes, além de uma campanha de investigação com coleta de amostras e sondagens. Dificuldades de acesso ao local e chuvas frequentes impuseram desafios operacionais significativos ao mesmo tempo em que houve retrogressão da primeira ruptura. Além do sistema de drenagem superficial e subsuperficial, foi elaborado um projeto em caráter permanente que prevê a execução de solo grampeado e instalação de telas metálicas, cuja escolha foi baseada no baixo impacto à rodovia e agilidade executiva.

PALAVRAS-CHAVE: Ruptura Retrogressiva; Colúvio; Deslizamento; Talude Rodoviário; Fluxo Subterrâneo de Água.

ABSTRACT: After a rainfall event at km 43 of highway BR-277 in the state of Paraná, a landslide was observed upstream of the roadway, resulting in significant mass deposition onto the roadway, substantially impacting traffic operations due to the closure of the shoulder and two lanes. A field inspection confirmed the excessive saturation of the mobilized colluvial soil, as well as groundwater seepage points along the slope face. The movement area is characterized by a thalweg with a high concentration of water—resulting in a high-water table observed at the site—, large-scale vegetation, and rock boulders of varying dimensions. Furthermore, the occurrence of humic horizons was found to substantially impact the local hydrogeology. As an emergency measure to reduce soil pore water pressures, the installation of a drainage channel, horizontal drains (HDs) and drainage trenches was recommended. Additionally, an investigation campaign was initiated, including sampling and soil borings. Access difficulties and frequent rainfall events imposed significant operational challenges, occurring simultaneously with the retrogression of the initial failure. Besides the surface and subsurface drainage systems, a permanent solution was designed featuring soil nailing and the installation of steel wire mesh, chosen for its low impact on the highway and high execution rate.

KEYWORDS: Retrogressive Failure; Colluvium; Landslide; Roadway Slope; Groundwater Seepage.

1 INTRODUÇÃO

Lacerda (2004) afirma que depósitos coluvionares geralmente são formados por diversos deposições com diferentes idades, cada uma representando um evento, e que os colúvios podem ser divididos em duas classes: a primeira corresponde a colúvios desestruturados, resultantes da deposição de material escorregado que foi rompido ou desintegrado, enquanto a segunda classe é referente a colúvio resultante de uma superfície de deslizamento formada no solo residual, que pode ser discernida do material intacto apenas com inclinômetros.

Deere e Patton (1972) comentam a respeito da ocorrência de deslizamentos rasos em colúvios, justificando esses fenômenos devido à frequente maior permeabilidade do colúvio em relação aos materiais subjacentes, formando aquíferos suspensos, criando forças de percolação que reduzem a resistência do solo e que, durante períodos de alta precipitação, tanto a água superficial quanto a subterrânea promoverão a desagregação (*ravelling*) progressiva da fina camada coluvial. Os autores mencionam que esse processo pode não terminar até que a camada de colúvio desapareça da encosta ou até que as raízes da vegetação retenham o colúvio remanescente. Hunt (1986) comenta que rupturas progressivas foram inúmeras vezes observadas em colúvios de gnaisses e explica que, ao ocorrer o primeiro deslizamento, a resistência passiva da porção de montante é perdida, criando trincas de tração que permitem a entrada de água no solo, aumentando as poropressões e levando a um novo deslizamento. Cho e Lee (2002) atribuem grande parte dos escorregamentos superficiais ao avanço de uma frente de saturação. Como causas de deslizamentos em solos coluvionares Lacerda (2007) também aponta o aumento no nível de água causado por chuvas inclusive pela perda de cimentação (quando presente) devido a um processo químico de ciclagem do solo que ocorre devido a múltiplos eventos de molhagem e secagem.

Devido a questões ligadas à recarga de aquíferos e infiltração de chuva no solo, o relevo também se mostra um fator determinante na propensão de uma determinada área a deslizamentos (HUNT, 2007). A Figura 1 ilustra duas regiões distintas em uma encosta, sendo que nas regiões de divisores de água (área a) há menor fluxo subterrâneo e superficial de água, favorecendo a estabilidade, enquanto nas de talvegues, onde o fluxo é mais concentrado, se tem um maior risco de instabilidades.

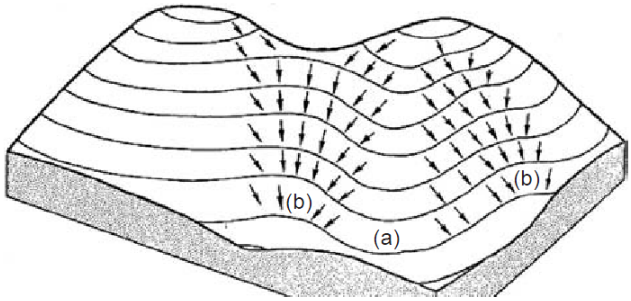


Figura 1. Influência da geomorfologia no escoamento e fluxo. Cortes e encostas naturais em taludes convexos em (a) situação relativamente estável comparada a (b) talude côncavo (modificado de Hunt, 2007).

Hunt (1986) afirma que encostas naturais compostas por solos coluvionares estão, em geral, muito próximas de condições limite, e que cortes vão sempre atuar no sentido de reduzir o grau de estabilidade, causando movimentações ou até a ruptura, a não ser que medidas sejam tomadas para que isso não ocorra. Em relação a medidas de controle e minimização de danos.

A ocorrência de deslizamentos na Serra do Mar tem se mostrado um fator de grande impacto na manutenção de rodovias e ferrovias, provocando mortes, perdas econômicas e danos ambientais. Os custos relacionados a deslizamentos podem ser diretos ou indiretos. Os diretos incluem o dano real causado a construções e propriedades, indo desde a necessidade de limpeza e reparo até a sua substituição. Já os impactos indiretos são mais difíceis de mensurar, incluindo interrupção dos serviços, multas, redução no valor da propriedade, perda na produtividade, perda no turismo e litigâncias, sendo que os custos indiretos geralmente superam os diretos. (SPIKER & GORI, 2003). Batista et al. (2019) realizaram um estudo de risco de deslizamentos na Serra do Mar paranaense, onde avaliaram que 87% dos custos com deslizamentos representam custos indiretos, enquanto só 13% respondem pelos custos diretos, sendo que o maior custo estimado correspondeu a áreas urbanizadas, chegando a 112.000 USD/m^2, enquanto o menor custo

correspondeu a áreas de rodovia não pavimentada, sendo de apenas 0,29 USD/m^2 sem levar em conta prejuízos a imagem da concessionária.

A partir da ocorrência de deslizamentos em uma área a montante de uma rodovia de grande fluxo de caminhões e veículos na Serra do Mar, foi definido um plano de ações emergenciais para mitigação dos riscos de novos deslizamentos. Este trabalho aborda um estudo de caso dessas rupturas retrogressivas ocorridas em um solo coluvionar de grande espessura, tendo como objetivo analisar as características geomecânicas e hidrogeológicas que culminaram nos escorregamentos mencionados. Esse estudo se baseia em uma campanha de sondagens, ensaios de laboratório, vistorias de campo, trincheiras de inspeção, monitoramento pluviométrico e de nível de água no terreno.

2 LOCALIZAÇÃO E HISTÓRICO DE EVENTOS

A região de estudo está situada na rodovia BR-277, num trecho entre Curitiba e Paranaguá (PR) com 2 pistas por sentido, com barreiras *New Jersey* e acostamento em ambos os sentidos. O local pertence à cadeia da Serra do Mar, que cruza o litoral brasileiro ao longo dos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e parte do Espírito Santo e do Rio Grande do Sul, tendo extensão aproximada de 1.500 km. De acordo com Besser et al. (2021), a geologia regional da área é marcada por depósitos coluvionares e unidades de granitos-gnaisses.

Em junho de 2025, após o registro de elevada precipitação, foi identificada a ocorrência de um pequeno deslizamento de terra (primeira ruptura) numa área de solo coluvionar a montante da rodovia. Cerca de duas semanas depois, sob precipitação de menor intensidade, foi observada uma segunda movimentação, com parte do solo bastante úmido atingindo uma porção da rodovia, como mostra a Figura 2(a). Dois dias depois, em uma situação de baixa intensidade de precipitação, foi deflagrada uma nova movimentação (segunda ruptura) que atingiu duas pistas da rodovia, conforme ilustra a Figura 2-b. Imediatamente a concessionária providenciou a remoção do solo mobilizado sobre a pista e também do talude, que se encontrava altamente desagregado.

A partir desses deslizamentos, foram feitas vistorias técnicas no local para identificação das condições geomorfológicas da área e dos mecanismos de instabilização do terreno. O trecho da rodovia está muito próximo a taludes de corte a montante, onde afloram principalmente solos coluvionares e rochas, e que a área acometida pela ruptura representa uma grota da encosta, onde afluem diversos talvegues a partir de uma região de mata a montante. Segundo Guerra (1993), grota é o termo usado para depressões de solo que aparecem em encostas escarpadas, com grandes desnivelamentos relativos, sendo frequentes nas bordas de chapadas, cavadas pela erosão. Outro fator que chamou a atenção durante a vistoria técnica ao local foi a grande extensão da mobilização. Também se notou a presença de surgência de água em dois trechos dessa escarpa formada pelo escorregamento, sendo um deles coincidente com o eixo da movimentação principal e outro mais deslocado para o lado direito. O ângulo médio de inclinação dos taludes era em torno de 29°, enquanto a parede mais escarpada deixada pela ruptura contava com inclinações maiores, em torno de 60°. Na Figura 3 é mostrada a área da ruptura sob duas perspectivas: vista de jusante (acostamento do lado oposto da via) e de montante (crista da escarpa).



Figura 2. Imagens da segunda ruptura (a) fluidificação do material durante movimentações iniciais, (b) *runout* do material mobilizado sobre duas pistas da rodovia 2 dias depois (c) vista aérea da ruptura após remoção do solo mobilizado.



Figura 3. Área da ruptura vista de jusante (esquerda) e de montante (direita).

Como medida emergencial foi indicada a seguinte sequência de ações: (i) execução de trincheira drenante longitudinalmente a área da instabilidade, a montante da crista da ruptura, e algumas trincheiras drenantes transversais, a jusante; (ii) execução de uma sarjeta de drenagem a montante da ruptura, a fim de captar o fluxo superficial de água, minimizando os processos erosivos e infiltração a jusante; (iii) execução de DHPs, para reduzir o nível de água local; (iv) aplicação de hidrossemeadura na área descoberta de vegetação. Foi proposto pela concessionária um plano de monitoramento que contou com a instalação de 14 marcos topográficos.

Dado o elevado grau de saturação do solo que inviabilizou a movimentação de equipamentos para execução da trincheira na porção superior do talude, a empreiteira optou por iniciar a obra pelos DHPs. Alguns DHPs apresentaram inicialmente fluxo de água, porém não foram suficientes para "drenar" o talude, resultando em movimentações superficiais que inviabilizaram a continuidade da execução destes. Por esta razão, voltou-se à sequência originalmente prevista, sendo então executadas as trincheiras drenantes, a sarjeta a montante da crista e a revegetação na região da movimentação. Cabe destacar que não foi removido todo o material mobilizado do talude em função da possibilidade da reativação das movimentações na porção da crista do talude. A execução das trincheiras não foi acompanhada pela equipe de engenheiro geotécnicos, tendo sido reportado dificuldade na execução da escavação pela utilização de uma miniescavadeira que não permitia alcance suficiente para atravessar toda a camada do solo coluvionar.

Em outubro do mesmo ano, houve registro de precipitação diária de 28,2 mm e acumulado de 85,4 mm em 4 dias (registrado por um pluviômetro da concessionária instalado a 2 km do local). A partir disso, foi dado início a leituras de um indicador de nível de água (INA) instalado a montante do talude, em um furo de sondagem (SM-06) conforme será abordado mais adiante na campanha de investigação. Nessa ocasião o INA registrou água a apenas 3,46 m, embora não tenham sido deflagradas movimentações. Uma semana depois, no dia 07 de novembro, após uma sequência de dias chuvosos, foi registrada precipitação diária de 22,2 mm e acumulado de 35,4 mm em dois dias, quando ocorreu nova mobilização (terceira ruptura), causando nova retrogressão da escarpa. Na Figura 4 é mostrado o histórico de chuvas, leituras do INA e as três rupturas registradas. Os marcos topográficos não registraram movimentações significativas, indicando um caráter de ruptura rápida, apesar do material apresentar elevada plasticidade.

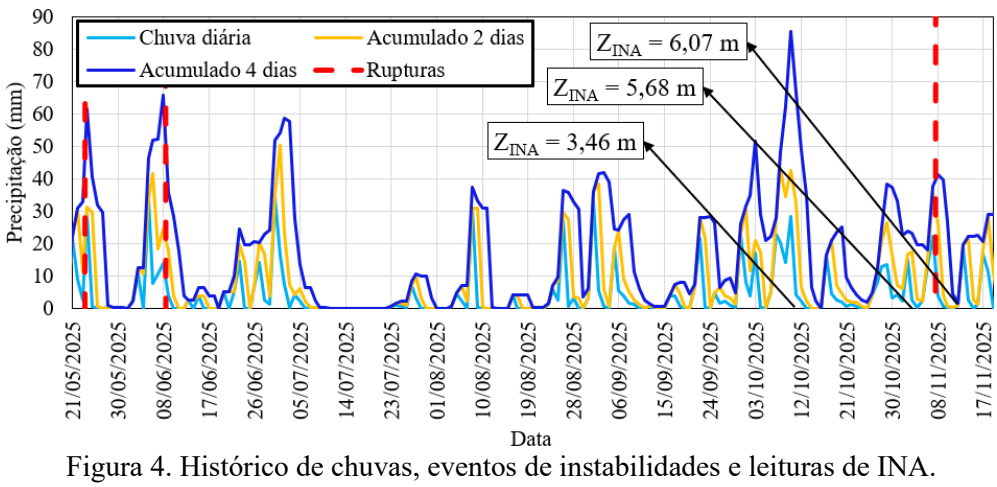


Figura 4. Histórico de chuvas, eventos de instabilidades e leituras de INA.

A partir da terceira ruptura a proposta de medidas emergências foi adaptada, baseando-se ainda na execução de trincheiras drenantes subsuperficiais a fim de drenar a água do material coluvionar, reduzindo o fluxo nesse horizonte e o grau de saturação do solo. Porém, desta vez com o acompanhamento das atividades por engenheiro geotécnico (ATO), para instruir e garantir que a trincheira atingisse as cotas necessárias, priorizando a segurança das atividades durante as escavações.

Com base nas visitas de campo e acompanhamento executivo das trincheiras, foi observada surgência de água a baixas profundidades, o que se sabe afetar negativamente a resistência disponível do solo coluvionar. Assim, adotou-se como premissa que as trincheiras fossem escavadas com profundidade suficiente para transpor o horizonte coluvionar e chegar até o solo residual. Pelo fato de a grota ser estreita (com largura em geral inferior a 10 m na porção superior), não se obteve redução significativa na inclinação através de serpenteamento da rampa de acesso. Como não era possível que as escavadeiras sobre esteiras ascendessem à região de interesse carregando material , foi feita uma operação que contou com uma retroescavadeira de pneus e duas escavadeiras sobre esteiras para transporte de rachão da pista até a escarpa, onde cada carga era feita com manobras cooperativas das três máquinas. Por isso, devido à contaminação inerente a essas manobras, foi utilizado rachão com diâmetro da ordem de 100 a 300 mm para construção das trincheiras. Visando a evitar a colmatação do rachão, foi instalada uma manta geotêxtil no contato entre o solo escavado e a trincheira drenante (sem a entrada de colaboradores nas escavações), bem como na porção superior onde foi feito um selo de material local. Também foi feita a instalação de tubos corrugados de PEAD ranhurados, com diâmetro de 150 mm. As trincheiras foram escavadas em nichos de até 10 metros de comprimento, de forma que fosse possível o preenchimento antes de que a vala escavada colapsasse. O eixo de projeto, detalhe típico e processo construtivo dessas trincheiras é mostrado na Figura 5, sendo a saída do tubo drenante coincidente com a sarjeta no bordo da rodovia. Além do rachão também foram utilizados blocos de rocha e matacões do local. Nos casos em que não era possível a remoção dos blocos de rocha com a concha da escavadeira, foram realizados desvios no eixo previsto para que fosse atingida a profundidade desejada da trincheira, de maneira que a sua base fosse assente sempre em solo residual.

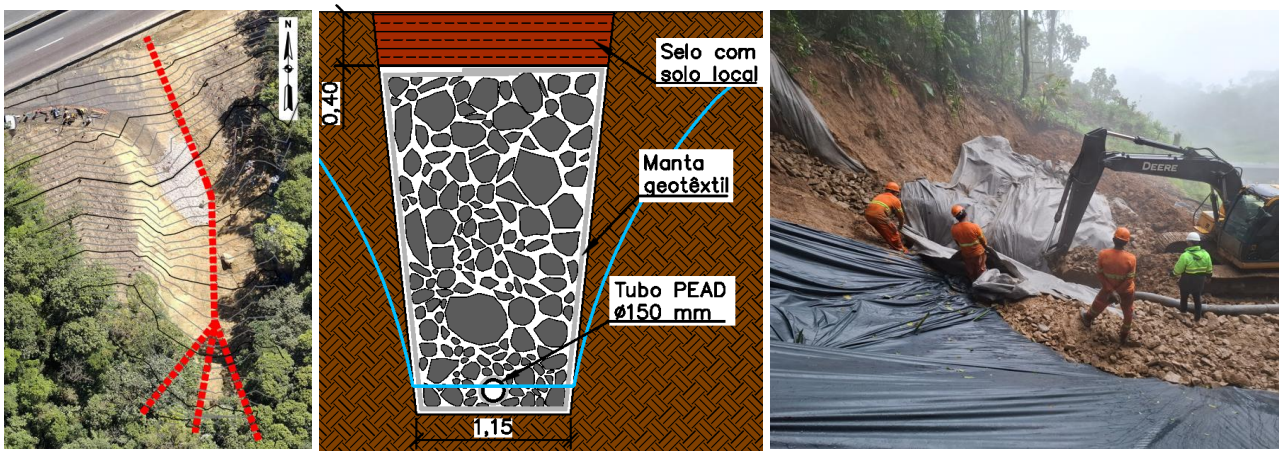


Figura 5. Posição prevista das trincheiras drenantes (esquerda), detalhe (centro) e execução (direita).

Durante os serviços de escavação, foi possível observar ainda, em meio ao solo coluvionar, a presença de horizontes húmicos contendo matéria orgânica em geral, raízes e troncos de árvores, de coloração escura e alta plasticidade. Esses horizontes eram descontínuos e apareciam em diferentes cotas, além de se encontrarem bastante úmidos e coincidirem com zonas de surgência de água, possivelmente criando aquicludes ou aquitardos no maciço. Em alguns trechos da escavação havia mais de um horizonte orgânico (Figura 6a), representando diferentes períodos de deposição do solo coluvionar. Em um trecho também foi possível observar a formação de um hidroduto em um tronco de árvore em decomposição imerso na massa coluvionar (Figura 6b). Lacerda (2007) afirma ser comum a presença de aquíferos suspensos em meio a horizontes húmicos em florestas tropicais, corroborando as observações de campo. Aliado à execução de trincheiras se buscou manter sempre o apoio passivo de uma massa de solo, mesmo que ja mobilizada, junto à escarpa da ruptura, até que uma solução de estabilização definitiva fosse implementada.



Figura 6. Horizonte húmico (esquerda) e canal de água formado em tronco de árvore (direita).

3 PROGRAMA DE INVESTIGAÇÃO E DIAGNÓSTICO

Paralelamente ao plano de contingência, para subsidiar informações de projeto foi definido um plano de investigação composto por sondagens mistas (necessária intercalação de sondagem SPT e rotativa devido ao grande número de blocos de rocha e matacães) e ensaios de laboratório (caracterização básica e cisalhamento direto). Como resultado das sondagens foi obtida recuperação muito baixa da camada de solo coluvionar a partir do amostrador *Raymond*. A Figura 7 mostra a posição das sondagens mistas e o modelo geológico elaborado a partir de seus resultados, ao lado de uma seção aproximadamente no eixo principal de movimentação, em que se nota uma camada de solo coluvionar sobreposta a solos residuais e rocha. Na base do talude avaliado se encontra o aterro da rodovia. As sondagens foram executadas em período sem precipitação, não tendo sido encontrado nível de água em vários furos, dentre os quais o mais superficial foi medido a 11,0 m (SM-04). Na sondagem SM-06, cujo furo fora posicionado a montante da escarpa deixada pela ruptura, o nível de água foi registrado a 15 m e, após conclusão da sondagem, foi instalado um medidor de nível de água que passou a ser acompanhado por medições periódicas, como já abordado anteriormente.

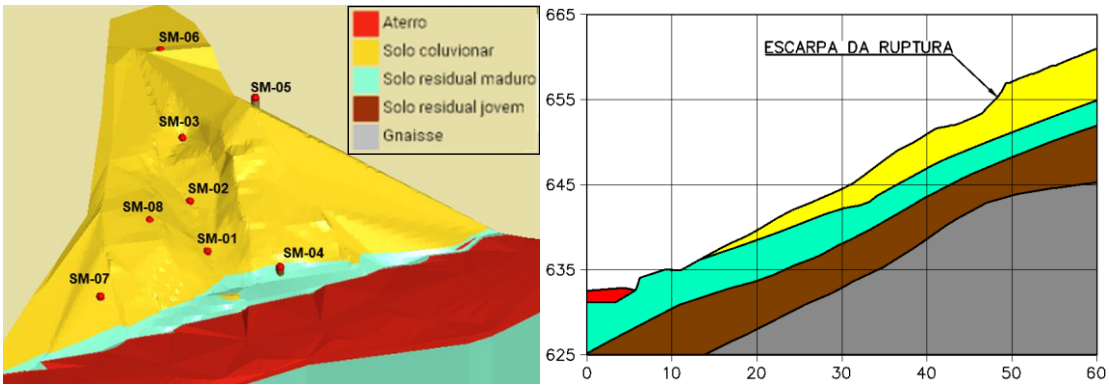


Figura 7. Posição das SMs sobre modelo geológico e seção geológica no eixo da movimentação principal.

A partir dos ensaios no material coluvionar foram obtidos os dados indicados na Tabela 1. Baseado na campanha de investigação e nos levantamentos topográficos do talude, foram realizadas retroanálises, como mostra a Figura 8, buscando inicialmente uma superfície de escorregamento que se mostrasse próxima à superfície topográfica correspondente ao levantamento após a primeira ruptura, calibrando os parâmetros de projeto. Também foram feitas análises que pudessem representar a geometria da segunda ruptura em que, variando-se o nível de água, se chegou ao nível crítico (de ruptura), corroborando a hipótese da presença de aquíferos suspensos (visto a baixa profundidade desse nível e as características hidráulicas dos materiais existentes), com o colúvio apresentando uma permeabilidade superior à do solo residual devido ao seu elevado índice de vazios e macroporos.

Tabela 1. Resultados de ensaios de laboratório do solo coluvionar.

Índices Físicos	γ_d (kN/m^3)		γ_s (kN/m^3)		e
	10,30		26,48		1,57
Limites Atterberg	LL (%)		LP (%)		IP (%)
	53		37		16
Granulometria	Argila (%)	Silte (%)	Areia fina (%)	Areia média (%)	Areia grossa (%)
	26	33	16	17	7
Cisalhamento Direto	c (kPa)		ϕ (°)		
	9		26		

γ_d – peso específico seco
γ_s – peso específico real dos grãos
e – índice de vazios
c – intercepto de coesão
ϕ – ângulo de atrito

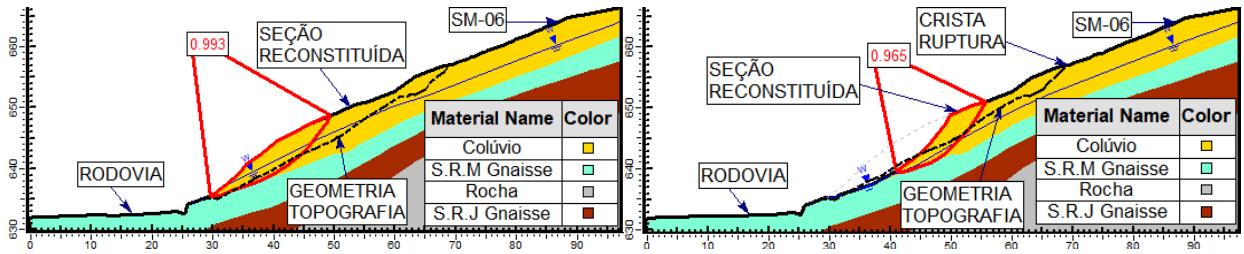


Figura 8. Retroanálises da 1ª (esquerda) e 2ª ruptura (direita).

Durante o acompanhamento executivo das trincheiras, foi feito monitoramento do indicador de nível de água instalado a montante da escarpa, com os dados representados pelo gráfico da Figura 9. As leituras foram feitas a partir do dia 11, onde o tempo estava nublado, mas, apesar de haver baixa precipitação em áreas próximas, não fora registrada chuva pela estação pluviométrica próxima, tendo havido redução de pouco mais de 10 cm no nível de água (N.A.). No dia seguinte, foi registrada chuva de 0,8 mm, acompanhada de maior redução no nível de água. Já no terceiro dia, houve precipitações intensas, com registro total diário de 18,6 mm e um aumento de quase 60 cm medido em menos de 6 horas (cerca de 10 cm/hora) durante o período de maior intensidade pluviométrica. Já no dia seguinte, onde a chuva foi de apenas 2,6 mm, o N.A. voltou a diminuir. Essas medidas demonstram a velocidade com que ocorrem variações no nível freático em encostas de serra, mesmo em períodos sem ocorrência de eventos extraordinários de chuva, trazendo dados pouco abordados na literatura técnica no sentido de mostrar como chuvas intensas podem gerar rápido aumento das poropressões nesses maciços, corroborando a hipótese assumida na retroanálise.

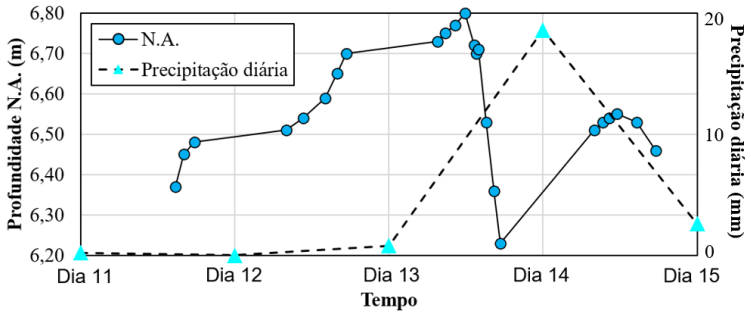


Figura 9. Precipitação registrada durante período de acompanhamento de obra.

Como solução em caráter permanente foi desenvolvido um projeto executivo contemplando soluções de solo grampeado com face em tela metálica de alta resistência combinada a um sistema de drenagem superficial e subsuperficial, além de um projeto de monitoramento. Esse conceito de solução foi escolhido pela concessionária em detrimento de proposições de terraplenagem devido ao baixo impacto na operação da rodovia, minimização do risco de acidentes de trânsito e menor tempo executivo, o que é particularmente importante considerando a característica de potencial retrogressão da ruptura.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da constatação de uma ruptura ocorrida em solo coluvionar a montante de uma rodovia, num trecho em meia encosta na Serra do Mar, foi dado início à investigação das causas e busca de soluções viáveis para mitigação emergencial do problema e de estabilização definitiva. Fatores como a dificuldade de acesso ao local por máquinas de maior porte e até mesmo escavadeiras, além de condições climáticas adversas (com precipitações intensas frequentes e sem regime de chuvas bem definido) e a retrogressão da ruptura em novos eventos de movimentação tornaram a estabilização da encosta um desafio complexo do ponto de vista técnico-executivo. Entendeu-se como fundamental a presença de ATO durante as ações de medidas emergências, garantindo o atendimento das premissas de medidas emergências, além de possibilidade de alterações/adaptações céleres em campo frente a problemas executivos observado durante as atividades. Diferentemente de eventos de rastejo, bastante comuns em solos coluvionares, os eventos relatados apresentam elevada velocidade e rupturas com características pouco dúcteis, sendo que nos mais recentes os marcos topográficos não foram capazes de captar movimentações com antecedência. Também foram observados horizontes de solo orgânico que afetavam a hidrogeologia local. Em caráter emergencial foi proposta a execução de drenagem subterrânea e superficial, sendo proposto a nível permanente a execução de solo grampeado e drenos horizontais profundos, minimizando o impacto sobre a região e proporcionando maior agilidade executiva, essencial para impedir a ocorrência de novas movimentações retrogressivas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FGS Geotecnia e a EPR Litoral Pioneiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Batista, E.F., Passini, L.B., Kormann, A.C.M. (2019) Methodologies of Economic Measurement and Vulnerability Assessment for Application in Landslide Risk Analysis in a Highway Domain Strip: A Case Study in the Serra Pelada Region (Brazil). Sustainability, vol. 11, 6130.

Cho, S.E., Lee, S.R. (2002) Evaluation of surficial stability for homogeneous slopes considering rainfall characteristics. *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*, 128 (9), pp. 756–763.

Deere, D.U., Patton, F.D. (1972) Slope stability in residual soils, *Proc. 4th Pan-American Conf. Soil Mechanics*, Puerto Rico, pp. 87-170.

Guerra, Antônio Teixeira (1993) *Dicionário Geológico Geomorfológico 8ª Edição*, Rio de Janeiro.

Hunt, R.E. (1986) *Geotechnical Engineering Analysis and Evaluation*. McGraw Hill Book Company.

Hunt, R.E. (2007) *Geologic Hazards. A Field Guide for Geotechnical Engineers*. CRC Press, Taylor and Francis Group.

Lacerda, W.A. (2004) The behavior of colluvial slopes in a tropical environment. *Landslides: evaluation and stabilization*, pp. 1315-1342.

Lacerda, W.A. (2007) Landslide initiation in saprolite and colluvium in southern Brazil: Field and laboratory observations. *Geomorphology*, 87, pp. 104-119.

Spiker, E.C., Gori, P. L. (2003) National Hazards Mitigation Strategy – A framework for Loss Reduction. Circular 1244, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia.