

**ESTUDO DE CASO: PROJETO DE ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES  
RODOVIÁRIOS ÀS MARGENS DO RIO IGUAÇU EM UNIÃO DA VITÓRIA,  
PR**

Larissa Vieira <sup>1</sup>; José Antonio Urroz Lopes<sup>2</sup>

**Resumo** – É apresentado um resumo dos estudos e projetos desenvolvidos para estabilização de taludes no km 430 na rodovia estadual PRC-466, no município de União da Vitória, no Estado do Paraná. Foi elaborado um diagnóstico do local onde ocorreu a instabilidade, considerando a hidrografia da área, à margem Rio Iguaçu, bem como a geologia e a geomorfologia. A partir dos estudos realizados, foram identificados os mecanismos que desencadearam os processos de instabilização. A presença de siltitos botroidais desintegráveis na base do talude de corte causa a formação de lapas no arenito sobreposto, que acaba por colapsar em blocos. O talude de aterro, ainda que em equilíbrio, pode ser afetado pela ocorrência de enchentes. As soluções envolvem o retaludamento do talude de corte com proteção (concreto projetado sobre tela) dos siltitos, e a execução de gabiões para proteção do aterro, além de melhorias no sistema de drenagem.

**Palavras-Chave** – Taludes rodoviários; processos de instabilização; siltitos; arenitos.

---

<sup>1</sup> Eng., MSc., Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná, (41) 3304-8058, larissavieira@der.pr.gov.br

<sup>2</sup> Geól., MSc., Engemin Engenharia e Geologia Ltda. (41) 3668-1614, zelopes41@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta uma abordagem resumida sobre os estudos e projetos desenvolvidos com vistas à estabilização de taludes no km 430 na rodovia estadual PRC-466, no município de União da Vitória no Estado do Paraná.

Em 2018, a ocorrência de quedas de blocos rochosos do talude de corte no local do estudo levou o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná (DER/PR) a contratar a elaboração de Projeto Executivo de Engenharia para Estabilização do talude em questão. A empresa projetista desenvolveu estudos topográficos, geológicos, geotécnicos e hidrológicos com vistas à caracterização completa da localidade na qual o talude se encontra inserido. Tais estudos embasaram a elaboração do projeto executivo de engenharia.

## 2. FASE DE ESTUDOS

No âmbito dos estudos geológicos, foi realizado um diagnóstico do local onde ocorreu a instabilidade, considerando a hidrografia da área – particularmente o Rio Iguaçu, bem como a geologia, a geomorfologia, a ocupação antrópica e as modificações introduzidas por ela no meio natural. Observou-se, como aspecto geral, que a área na qual estão os municípios de União da Vitória (PR) e Porto União (SC) constitui-se em “*percée* obsequente” do Rio Iguaçu, ou seja, o local onde o rio “fura” a escarpa basáltica após sua trajetória que inicia na Serra do Mar, prosseguindo através das formações paleozoicas da Bacia do Paraná, para, finalmente, entrar nos domínios da Formação Serra Geral (FSG).

Na Figura 1 é possível observar que as porções centrais dos municípios de União da Vitória (PR) e Porto União (SC) ocupam o interior de um meandro do Rio Iguaçu que possui forma em “S” constituída por porções retilíneas ligadas por curvas locais, quando o usual dos meandros é serem constituídos por curvas reversas interligadas.

No local, ocorrem vastos depósitos de aluviões quaternários, constituídos basicamente por areias e argilas. Na Figura 1, as linhas amarelas representam os limites entre esses depósitos e os remanescentes das formações paleozoicas e mesozoicas: morros testemunhos e porções da escarpa de formações mais antigas - rochas sedimentares da Formação Rio do Rastro, tendo como limites transicionais a Formação Teresina na base e o membro Piramboia (Formação Botucatu) no topo.

No local específico do talude, há camadas de arenitos intercaladas com siltitos do Membro Morro Pelado, que se diferenciam do Membro Serrinha pelo crescimento em espessura e quantidade das camadas e pela mudança de cor cinza para roxa e avermelhada (Warren *et al.*, 2008). Alguns morros mais elevados e mais próximos da escarpa possuem em sua cobertura, restos de rochas basálticas da FSG. Na Figura 1, foram traçadas, em azul, nos afloramentos dessas rochas, as lineações tectônicas obtidas por interpretação.

A observação dos remanescentes paleo e mesozoicos e as lineações encontradas em seu interior, mostra que as orientações das lineações coincidem com as sucessivas direções tomadas pelo Rio Iguaçu no local, indicando que a forma dos meandros locais do rio não resulta da movimentação lateral por erosão e/ou assoreamento, que é usual em rios em estágio de senilidade, mas sim das movimentações tectônicas e estruturais (blocos soerguidos e rebaixados).

Na localidade do talude, observou-se a ocorrência, na margem direita, de rochas típicas do membro Morro Pelado: na base uma camada de siltitos botroidais arroxeados com aproximadamente um a dois metros de espessura e, na porção superior, camadas de arenitos finos, rosa claro e amarelados. Na margem esquerda, foram identificados aluviões quaternários do rio.



Figura 1. Imagem de satélite interpretada – o Rio Iguaçu e a região Central de União da Vitória (PR) e Porto União (SC) (Google Earth, 2019)

O talude de corte (Figura 2) mostra a presença de blocos e colunas, isolados por sistemas de diaclases subverticais abertas, além de inclinações subverticais e até mesmo negativas do talude. Estas últimas são geradas devido à presença da camada inferior constituída por siltitos arroxeados botroidais. Esse tipo de rocha costuma sofrer expansão e retração por molhagem e secagem, processos que resultam na geração de “botroides”, ou seja, desprendimento de pequenos fragmentos. Com o avanço desse processo, são geradas “lapas” na rocha arenítica que se sobrepõe aos siltitos e, com o passar do tempo, elas colapsam inteiras ou mais comumente sobre a forma de grandes blocos.



Figura 2. Talude negativo diaclasado – camada de siltitos na base e o arenito em lapa sobreposto, no km 430 da rodovia PRC-466

Também se observou que a região é caracterizada por uma curva convexa do rio, onde ocorre um estreitamento devido à rigidez das rochas. Apesar do estreitamento, em condições normais, o rio se encontra em equilíbrio. Contudo, tal equilíbrio pode ser quebrado em ocasiões excepcionais como grandes enchentes ou precipitações, como ocorrido em 2014, na qual observou-se a ruptura do talude da margem do rio. Tal ruptura pode ter sido provocada pela combinação de dois mecanismos: o aumento da energia erosiva gerada pela enchente e o efeito de rebaixamento de nível após a passagem da enchente.

### 3. FASE DE PROJETO

Nesta fase foram realizados oito furos de sondagem a percussão, que totalizaram aproximadamente 71 metros; quatro sondagens mistas, que resultaram em aproximadamente 29 metros de perfuração e três poços de inspeção, dos quais foram coletadas amostras deformadas para caracterização do material a ser utilizado na recomposição do pavimento.

As sondagens executadas mostraram que a pista atual se situa parcial ou totalmente sobre o material do aterro da rodovia. Tal material, de composição siltico argilosa, possui pequeno tamanho dos grãos e baixa coesão, sendo bastante vulnerável a processos erosivos hídricos causados pela correnteza do rio acima de seu nível normal (enchente). Por outro lado, possui baixa permeabilidade e, portanto, é vulnerável ao colapso por rebaixamento rápido do nível d'água.

Neste sentido, no intuito de promover maior estabilidade ao corte, a solução do projeto foi a adequação do traçado original, promovendo seu deslocamento em direção à encosta, adentrando o maciço rochoso em cerca de cinco metros na porção central do talude.

Considerando que as diaclases existentes são subverticais – o que afasta a possibilidade de rupturas planares e em cunha – decidiu-se pela utilização do Método das Cicatrizes desenvolvido por Lopes (1981), com o objetivo de estimar os parâmetros mínimos (coesão e ângulo de atrito) para garantir a estabilidade do talude. O resultado foi um segmento basal com 8,00 m de altura e inclinação de 5,7v:1h, seguindo-se uma banquetada de 1,50 m de largura e, após, 10,00 m de altura de talude com inclinação de 2,7v:1h ao qual se segue uma banquetada com 3,50 m de largura, para, finalmente, o talude tomar inclinação de 1,7 v:1h até o limite máximo existente no local. Além disso, foi prevista uma proteção dos siltitos basais com concreto projetado sobre tela, com implantação de drenos sub-horizontais.

Para o cálculo da estabilidade do talude de aterro e da encosta à margem do rio, também foi utilizado o Método das Cicatrizes, pelo qual se verificou que a inclinação atual é segura. Concluiu-se, portanto, que a instabilidade no talude do lado do rio ocorre por ocasião de grandes enchentes, e não devido à inclinação.

Deste modo, a solução do projeto foi a remoção da porção superficial do talude do atual aterro e substituição por material argiloso de baixa permeabilidade, devidamente compactado; bem como a proteção do talude com gabiões, revestidos com geotêxtil não tecido. Assim, pretende-se remover e reconstruir a porção do aterro afetada e criar uma barreira de proteção permeável, mas que retenha os finos do material do aterro existente, evitando a erosão interna e o colapso no caso de enchentes maiores.

Também foram previstas melhorias no sistema de drenagem superficial para evitar o desenvolvimento de processos erosivos superficiais, e a implantação de drenos sub-horizontais encravados no talude de aterro, para favorecer um rápido escoamento da água na ocasião da descida das enchentes.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O caso em estudo reforça a importância do conhecimento do contexto geológico-geotécnico no qual a região está inserida para embasar a solução do projeto de engenharia. Na fase de estudos, foram identificados os mecanismos que causaram a instabilidade nos taludes, para então, prever soluções de modo a evitar a ocorrência dos mesmos, buscando atingir uma situação de equilíbrio sem a necessidade de construir grandes estruturas.

#### **REFERÊNCIAS**

- GOOGLE EARTH (2019). *Google Earth Website*. Disponível em: <<https://earth.google.com>>. Acesso em: 01 de jun. de 2019.
- LOPES, J. A. U. (1981). *Algumas Considerações Sobre a Estabilidade de Taludes em Solos Residuais e Rochas Sedimentares Subhorizontais*. In: CBGE (CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E ENGENHARIA), 3th, 1981, Itapema-SC. Itapema: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, v.3, p. 167-186.
- WARREN L.V. *et al* (2008). *Evolução sedimentar da Formação Rio do Rasto (Permo-Triássico da Bacia do Paraná) na porção centro sul do Estado de Santa Catarina, Brasil*. Revista Brasileira de Geociências. 38. 213-227.