

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



XII SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ESTRUCTURAS Y
GEOTECNIA 2019

Estabilidade de Taludes Rochosos: Estudo de Caso nas Rodovias BR-304 e BR-226 no Nordeste Brasileiro

Rock Slope Stability: Case Study in BR-304 and BR-226 Highways in Brazilian Northeast

André Augusto Nóbrega Dantas¹, Paulo Leite Souza Júnior², Vinicius Alves Costa³, Bruma Morganna Mendonça de Souza⁴, Rafaella Fonseca da Costa⁵, Weber Anselmo dos Ramos Souza⁶, Lucas Fonseca Fernandes⁷

- 1- Instituto Federal de Goiás, Brasil. E-mail: eng.andreaugusto@yahoo.com.br;
- 2- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: pauloleitesjunior@yahoo.com.br;
- 3- Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil. E-mail: viniuzalves@hotmail.com;
- 4- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: bmorganna@gmail.com;
- 5- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: rafaellafonsecac@gmail.com;
- 6- Universidade de Brasília, Brasil. E-mail: weberars@hotmail.com;
- 7- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: lucasfonsecafernandes@hotmail.com.

Resumo:

- **Problemática:** Ao longo do percurso de uma estrada existem variações das condições geológicas, geotécnicas e topográficas. Consequentemente, são acarretadas alterações na seção-tipo, que afetam diretamente a estabilidade dos

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



taludes rochosos. Quando não analisados devidamente, podem apresentar manifestações patológicas durante a sua vida útil.

- **Objetivos:** Realizar um levantamento dos principais taludes de corte em rocha em trechos das rodovias BR-304 e BR-226 no estado do Rio Grande do Norte, localizado no Nordeste brasileiro, identificando os mais suscetíveis à ocorrência de movimentos de massa e suas possíveis causas.
- **Metodologia:** O estudo em campo foi efetivado a partir da avaliação de reproduções fotográficas, as quais apresentam evidências de taludes com deslizamentos de blocos e detritos rochosos na seção da rodovia, bem como taludes estabilidade e margem de distância de sua base até a pista de rolamento.
- **Resultados e discussão:** O principal problema identificado na rodovia BR-304 foi o grau de alteração das rochas, tendo como causa o período de exposição das mesmas às variações de temperatura, influência de raízes vegetais e outros agentes intempéricos. Na BR-226, foram identificados poucos desgastes nos taludes de corte em rocha, porém com alturas significativamente maiores, fator potencial de risco à segurança dos usuários.
- **Conclusões:** A estabilidade de um talude não está associada somente a fatores naturais, visto que a sua geometria afeta diretamente no comportamento mecânico da estrutura. Constatou-se que existe a necessidade de estudos específicos que avaliem as características geométricas adequadas para trechos de corte e taludes de maior altura.

Abstract:

- **Problematic:** *Along the path of a road there are several variations of geological, geotechnical and topographical conditions. Consequently, there are chances in roads cross sections, which directly affect stability in rock slopes. When not properly analyzed, these structures may present pathologies during their life span.*

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



- **Objective:** *To perform a study of the main cut rock slopes in stretches of BR-304 and BR-226 highways in the state of Rio Grande do Norte, located in the Brazilian Northeast, identifying the most susceptible ones to the occurrence of mass movements and their possible causes.*
- **Methods:** *The field study was carried out based on the assessment of photos, which present evidence of slopes with slides of blocks and rocky debris in highways, as well as slopes with proper stability and margin of distance from its base to the pavement.*
- **Results and discussion:** *The main problem identified in BR-304 was the significant alteration of rocks, due to the time of exposure to temperature variations, influence of plant roots and other weathering agents. In BR-226, a few erosions were identified in the slopes of cut in rock, but with significantly higher heights, a potential factor of risk to users' safety.*
- **Conclusions:** *The stability of a slope is not only associated with natural factors, since its geometry directly affects the structure's mechanical behavior. With this paper, it was possible to verify that there is a need for specific studies that evaluate the proper geometric characteristics for each stretch of rock cut in highways, as well as in slopes of greater height.*

Palavras Chave: Estabilidade de Taludes; Movimentos de Massas; Corte em Rocha; Taludes.

Keywords: Slope Stability; Mass Movements; Rock Cut; Slopes.

1. Introdução

1.1. Contexto inicial

A concepção e a execução do projeto de uma rodovia podem ser consideradas atividades de alto custo e complexidade. Este porte de obra comumente envolve a criação

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



de taludes, definidos como superficies inclinadas que, de acuerdo con Fiori (2015), limitam um maciço de terra, de rocha, ou dos dois materiais. Estas estruturas podem ser tanto naturais, ao compreender encostas e vertentes, como também resultantes da ação antrópica. Ainda de acordo com este autor, um talude se apresenta como uma massa de solo submetida a três campos de forças distintos, que compreendem o peso dos materiais, o escoamento da água e a resistência ao cisalhamento; logo, o estudo da sua estabilidade deve, necessariamente, levar em conta o equilíbrio entre essas forças. Desta forma, é de suma importância o conhecimento dos mecanismos de atuação de cada força, de modo a possibilitar o correto dimensionamento considerando as medidas preventivas e os escorregamentos.

Em virtude da sua vasta extensão e grande variabilidade geomorfológica e climática, o território brasileiro está propenso à ocorrência de diversos tipos de movimentos de massa, caracterizados pela movimentação de materiais terrosos e/ou rochosos. Este tipo de fenômeno é dividido entre escoamentos e escorregamentos, e a sua ocorrência acaba por atribuir maiores custos e dificuldades à implantação e manutenção de rodovias ao longo da extensão nacional. Os escorregamentos, ainda, são tidos como um dos fenômenos que mais causa prejuízos em todo o mundo (REGINATTO et al., 2017).

É cada vez mais frequente a ocupação de blocos rochosos nas pistas de rolamento de rodovias em trechos de taludes de corte em rocha. As rochas que antes estavam confinadas, com a construção da rodovia, ficam mais vulneráveis aos agentes intempéricos como a água, o vento, a temperatura e a vegetação. Estes atingem diretamente o talude e fragilizam-no, resultando então na sua instabilidade. A relevância da estabilidade de taludes rochosos deve ser, assim, considerada na segurança pública em rodovias. A instabilidade e o consequente rompimento destas estruturas ocorrem em virtude de fatores como condições adversas da geometria do talude, discontinuidades geológicas, materiais de baixa resistência, condições climáticas extremas, precipitações,

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



abalos sísmicos, além da ação antrópica ao promover cortes inapropriados de rochas. (BASAHÉL e MITRI, 2017, RAGHUVANSHI, 2017).

Portanto, ressalta-se assim a importância da fase de concepção de projetos de taludes nas rodovias nacionais. Esta fase inicial apresenta suma importância e deve prever corretamente a geometria dos elementos, de modo a estabelecer seções tipo compatíveis com os resultados dos estudos geotécnicos e geológicos preliminares. O conhecimento das propriedades da rocha, dos possíveis elementos estruturais existentes e a susceptibilidade das rochas aos agentes intempéricos, são fatores essenciais para estabelecer uma condição de segurança aos taludes de corte em rocha.

Este trabalho objetivou analisar sinais de instabilidade em alguns dos principais taludes de corte em rocha das rodovias BR-304 e BR-226, situadas na região Nordeste do território brasileiro. Verificou-se quais trechos estão mais vulneráveis ao evento de movimentos de massas, assim como as suas principais causas de ocorrência; o estudo de campo foi realizado a partir da inspeção visual com reproduções fotográficas, as quais apresentam evidências dos taludes existentes. Verificou-se a presença tanto de estruturas com sua segurança comprometida quanto de trechos dotados de estabilidade confiável e uma razoável margem da base do talude até a pista de rolamento.

1.2. Fundamentação teórica

Antas (2010) especifica que os taludes formam o contorno lateral do corpo da estrada. É primordial a estabilidade dos taludes para a segurança do tráfego, e por isso faz-se essencial um estudo geotécnico criterioso de estabilidade. Para o autor, os taludes formados a partir do corte em rocha merecem maior destaque ao considerar o quesito estabilidade. Estas estruturas podem ser abruptas e até mesmo verticais em variados casos, visto que variam de acordo com as propriedades das rochas existentes no local de análise. No entanto, não convém que estruturas de taludes sejam verticais em virtude da sensação de estreitamento causada ao usuário da rodovia. Chiossi (2013) expõe que, em

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



materiais rochosos, a análise dos taludes é concentrada em fatores como a posição das camadas, as fraturas, as eventuais falhas e o grau de alteração da rocha.

Os taludes muito elevados são normalmente compartimentados, a fim de reduzir os efeitos da erosão ocasionada pelo acúmulo gradual das águas das chuvas na parte inferior do talude, onde chegariam com grande velocidade, em virtude da ação da gravidade (ANTAS, 2010). Para Caputo (2012), o deslizamento está relacionado diretamente à ação do intemperismo, que fragiliza os taludes e os torna propensos à ruptura. De acordo com Chiossi (2013), os períodos chuvosos favorecem os deslizamentos/escorregamentos de solo e de rochas. Maciel Filho e Nummer (2011) definem movimentos de massa como o deslocamento em conjunto de solos e/ou de rochas. São classificados em rastejos, corridas, escorregamentos e quedas (de blocos e detritos). Diferem da erosão por este ser um fenômeno que ocorre grão a grão.

2. Metodologia

Este estudo foi fundamentado a partir de revisões bibliográficas e de análises observacionais das áreas de estudo mencionadas. Os trechos investigados foram definidos por meio de uma pré-visualização pelo Google Maps com auxílio de imagens por satélite e pelo Google Street View. Foi possível determinar os locais que apresentaram maior risco de queda de blocos rochosos e maior desgaste nos maciços devido aos agentes intempéricos da região do semiárido do estado do Rio Grande do Norte.

2.1. Área de estudo

Os objetos de estudo foram as rodovias BR-304 (em cor laranja) e BR-226 (em cor verde), cujos posicionamentos são apresentados na Figura 1. A BR-304 apresenta 422,3 km de extensão, e é definida como uma rodovia diagonal que liga Natal (capital do Rio grande do Norte) ao município de Russas, no estado do Ceará. A BR- 226, por sua vez, conta com 1674,6 km de extensão e é uma rodovia transversal que parte de Natal e atravessa os estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Maranhão, até chegar ao

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

município de Wanderlândia, no Tocantins. O trecho analisado da BR-304 (Figura 2) interliga os municípios de Angicos/RN e Itajá/RN, compreendendo uma distância linear de 28 km e 29 km de rodovia. Já na BR-226 (Figura 3), foi estudada a extensão compreendida entre os municípios de Frutuoso Gomes/RN e Antônio Martins/RN; apresenta uma distância linear de 11 km e 12 km de estrada.



Figura 1. Localización geográfica das rodovias federais BR-304 e BR-226 (A) no Nordeste brasileiro e (B) no estado do Rio Grande do Norte. Fonte: adaptado de Google Maps (2019).

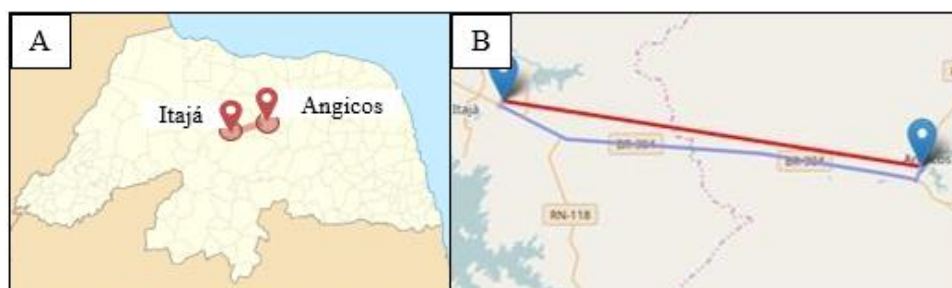


Figura 2. Trecho da BR-304, Angicos – Itajá. Fonte: adaptado de Google Maps (2019).



Figura 3. Trecho da BR-226, Frutuoso Gomes – Antônio Martins. Fonte: adaptado de Google Maps (2019).

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

Em relação à geologia, o trecho estudado da BR-304 apresentou seis formações geológicas diferentes. Destas formações, apresentadas na Figura 4, predominaram o basalto do Rio Ceará-Mirim e o complexo Caicó. Segundo Angelim (2006), O magmatismo básico do Rio Ceará-Mirim ocorre como diques descontínuos, ao longo da borda da Bacia Potiguar, intrudidos nas rochas do embasamento cristalino. Estes diques apresentam comprimentos métricos até cerca de 10 km de extensão, com direção preferencial E-W. Em uma análise apenas mineralógica, o basalto e o diabásio apresentam potencial de expansividade quando intemperizados, e isto pode gerar formação de fissuras e deslocamento de materiais apenas com a presença de água.

Segundo Souza e Sá (2006), o complexo Caicó é composto de ortognaisses tonalíticos com intercalações de anfibolitos, paragnaisses, rochas calcissilicáticas e metacalcários. De acordo com Angelim (2006), o Complexo Caicó indiviso é uma unidade de mapeamento aplicada às áreas onde se tem conhecimento da presença das unidades ortognaisses contendo lentes de metabásicas e paragnaisses, anfibolitos, quartzitos ferríferos, formações ferríferas e gnaisses bandados embora não individualizadas.

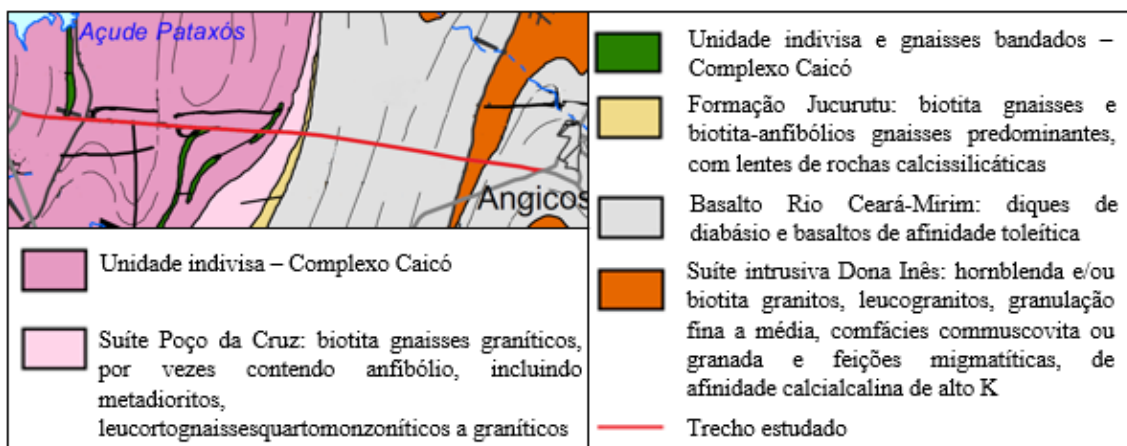


Figura 4. Formação geológica da parte BR-226 estudada. Fonte: adaptado de Angelim (2006).

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

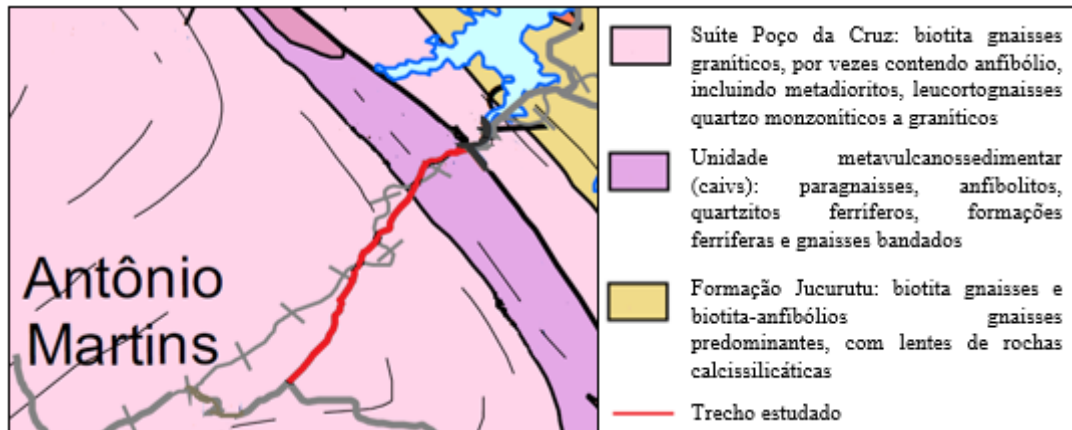


Figura 5. Formação geológica da parte da BR-304 estudada. Fonte: adaptado de Angelim (2006).

Ademais, a BR-226 ultrapassa três formações que são mostradas na Figura 5. As duas principais formações são: Suíte Poço da Cruz e unidade metavulcanossedimentar do complexo Caicó. Angelim (2006) cita que as rochas com a formação suíte poço da cruz são de composição quartzo monzonítica a granítica, leucocráticas, foliadas, de granulação grossa, contendo porfiroclastos róseos de microclina, imersos em matriz quartzo-feldspática, com biotita e anfibólio em variadas proporções e raramente muscovita.

2.2. Método de inspeção

A inspeção visual com reproduções fotográficas em campo ocorreu em pontos críticos das rodovias e objetivou verificar a situação dos taludes de rocha, para diagnosticar as consequências causadas. Assim, foi possível identificar os trechos com maior chance de queda de blocos, riscos ao tráfego e locais com necessidade de reparos.

3. Resultados e discussão

3.1. Análise da BR-304

Segundo Cunha et al. (1991), a ocorrência dos movimentos de massa em regiões tropicais está majoritariamente relacionada com a pluviosidade. No entanto, os autores ressaltam que o relevo, as características geológico-geotécnicas do local, a vegetação e a

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



ação antrópica são também fatores determinantes para o acontecimento desses fenômenos. Dentre as ações antrópicas citadas, tem-se a remoção da vegetação e a execução inadequada de cortes para construção de rodovias como importantes fatores de instabilidade das encostas. Em relação aos aterros, a falta ou a indicação equivocada de sistemas de drenagem afetam a sua estabilidade.

A partir da pesquisa observacional nas áreas de corte, constatou-se que a perda de estabilidade está associada à desintegração e decomposição das rochas pelos agentes intempéricos físico e químico, respectivamente, que provocam uma redução da resistência interna das rochas. A variação de temperatura, por sua vez, consiste no agente mais impactante, tendo em vista o clima semiárido da região estudada. Essa variação ocorre devido à intensa exposição da rocha ao sol, que causa o aumento da temperatura interna, seguida do resfriamento durante a noite. Portanto, é gerado um estado cíclico de expansão e retração; os minerais da rocha, conseqüentemente, sofrem dilatação e desenvolvem pressões internas de modo a resultar no faturamento da rocha.

Outro fator verificado foi a ação física dos vegetais (Figuras 6 e 7), já que havia a presença de vegetação sobre os taludes, e é caracterizada pela invasão de raízes ao longo de fendas presentes em algumas rochas. Na medida em que o vegetal cresce em contato com o maciço, suas raízes vão penetrando nas fraturas, provocando um alargamento forçado no espaço em que adentram. Em consequência disso, ocorre a desagregação da rocha.

A presença de vegetação de médio porte também pôde ser constatada em áreas de corte do trecho analisado da BR-304. Este fenômeno contribui de forma direta para o desprendimento de blocos rochosos por meio da ação física dos vegetais. Foi averiguado que grande parte das áreas de corte da BR-304 apresentam rochas com estrutura estratificada. Isto intensifica a invasão das raízes entre as camadas, dada a maior facilidade de crescimento nos espaços entre os estratos. A Figura 8 apresenta exemplos de estratificação, capturadas em áreas de corte da BR-304.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



Figura 6. Ação física dos vegetais (BR-304). Fonte: autores (2017).



Figura 7. Presença de vegetação nos maciços rochosos (BR-304). Fonte: autores (2017).



Figura 8. Estratificação presente em rocha (BR-304). Fonte: autores (2017).

As fraturas formadas, alargadas com o auxílio raízes, promovem o desprendimento dos blocos de rocha e propiciam a percolação da água nestes espaços; assim, criam-se condições para a aceleração de processos de decomposição química. Enquanto o intemperismo físico atua na desagregação das rochas, o químico causa a sua decomposição. Os agentes químicos (principalmente a água) alteram a composição mineralógica e alteram a estrutura rochosa, criando condições para que os taludes rochosos comecem a ser deteriorados. Esse fenômeno enfraquece gradativamente a rocha. Foi observado em campo que com o passar do tempo ela pode chegar a um grau de consistência considerado muito baixo.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

Todas as condições mencionadas anteriormente caracterizam a diminuição da capacidade de resistência dos maciços rochosos, causando o desprendimento de blocos e deslizamentos de detritos. Assim, a Figura 9 apresenta trechos da BR-304 onde foram observadas quedas de blocos rochosos. É possível, ainda, perceber que os blocos de rocha não atingiram a seção tipo da rodovia.



Figura 9. Trechos apresentando quedas de blocos (BR- 304). Fonte: autores (2017).

3.2. Análise da BR-226

Os cortes feitos em rocha na rodovia BR-226 são mais recentes do que os apresentados na rodovia anterior, sugerindo alterações menos intensas por parte de agentes intempéricos com o passar dos anos. No trecho analisado, verificou-se também a ocorrência de desprendimentos de blocos rochosos (Figura 10). A ausência de acostamentos adequados ao longo da via também pode ser qualificada como um fator de risco em relação ao desprendimento de blocos rochosos.

De acordo com Nunes, Guedes e Cardoso (2010), a estabilidade dos taludes está diretamente associada à altura deste, tendo em vista a relação com a energia potencial de uma massa de rocha e, portanto, quanto maior for a altura do talude maior será o risco envolvido na queda de blocos. Uma vez que o trecho de análise apresenta taludes mais elevados, considera-se maior a insegurança dos usuários da rodovia.

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



Figura 10. Bloco de rocha entre a vegetação (BR-226). Fonte: autores (2017).

A partir da visita em campo, também foi possível constatar a presença de taludes verticais. A Figura 11 ilustra um corte em rocha, relativamente alto e vertical; apesar de sua altura, ficou constatado que o seu grau de intemperismo é baixo e está localizado a uma distância segura da rodovia. Além disso, foram observados taludes com camadas orientadas em direção à plataforma da rodovia. Ao final da inspeção foi concluído que os taludes formados por corte em rocha na rodovia BR-226 apresentam menor risco aos condutores atualmente, pois estão mais estáveis que os apresentados na BR-304. Contudo, a longo prazo, se tornarão mais perigosos devido às suas grandes elevações e a sua suscetibilidade ao intemperismo com o passar do tempo.

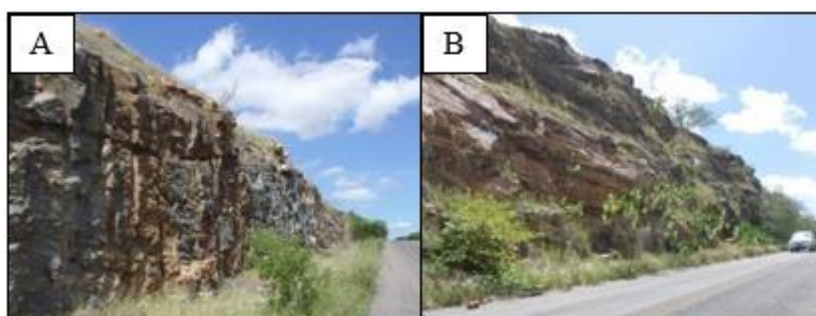


Figura 11. Taludes na BR-226 (A) vertical e (B) com camadas orientadas. Fonte: autores (2017).

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



4. Conclusões

A estabilidade de um talude não está associada somente a fatores naturais (agentes intempéricos e erosivos); existe também a influência causada por fatores geométricos (altura e inclinação), geológicos (textura, estrutura e composição mineralógica) e geotécnicos (grau de alteração, por exemplo) relacionados com as características das rochas e seu comportamento mecânico.

Na BR-304, onde predominam os taludes de menor altura, o principal problema identificado foi o grau de intemperismo das rochas, ocasionado pelo seu tempo de exposição. Foi também possível constatar que a vegetação também consiste em um fator agravante para o desprendimento de blocos, dado o crescimento de raízes nas fendas dos maciços. Contudo, não foi possível encontrar, no trecho estudado, blocos rochosos que conseguiram atingir a pista de rolamento. Quanto à BR-226, os problemas identificados variaram entre a grande altura dos taludes, a ausência de acostamento em determinados trechos e o deslizamento de blocos rochosos. Apesar de mais altos, alguns dos taludes da BR-226 apresentam uma área de segurança que separam o meio-fio e o talude, de modo a evitar problemas na pista de rolamento.

Os problemas mencionados são intensificados em virtude do clima local, caracterizado como seco e quente, com baixa incidência pluvial. Estas condições climáticas propiciam a amplitude térmica e intensificam a deterioração rochosa. Com este trabalho, constatou-se que existe a necessidade de estudos específicos que avaliem as características geométricas adequadas para cada trecho de corte. Estudos acerca da segurança no local também devem ser realizados em trechos que apresentem taludes de maior altura. Os trechos mais críticos, conseqüentemente, devem ter soluções compatíveis com o problema existente.

5. Referências bibliográficas

- 1- Angelim, L. A. D. A. (2006). Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte;

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



- 2- Antas, P. M., Vieira, A., Gonçalo, E. A., & Lopes, L. A. S. (2012). Estradas: projeto geométrico e de terraplenagem. *Rio de Janeiro*;
- 3- Basahel, H., & Mitri, H. (2017). Application of rock mass classification systems to rock slope stability assessment: A case study. *Journal of rock mechanics and geotechnical engineering*, 9(6), 993-1009;
- 4- Caputo, H. P. (2012). Mecânica dos solos e suas aplicações: mecânica das rochas, fundações, obras de terra. *Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos*;
- 5- Chiossi, N. (2013). Geologia de engenharia. *São Paulo*;
- 6- Cunha, M. A., Farah, F., Cerri, L. E. S., Gomes, L. A., Galves, M. L., Bitar, O. Y., & da SILVA, W. S. (1991). Ocupação de encostas. *IPT*;
- 7- Fiori, A. P. (2015). Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas. *Oficina de Textos*;
- 8- Google Maps (2019). Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em 20 de dezembro de 2018.
- 9- Maciel Filho, C. L. (2011). Introdução à geologia de engenharia. *Ed. da UFSM*;
- 10- Nunes, A., Guedes, P., & Cardoso, A. (2010). Análise de situações de instabilidade em taludes rochosos de escavação em meio rodoviário, aplicação ao trecho da EN 222 entre a régua e a ponte das bateiras;
- 11- Raghuvanshi, T. K. (2017). Plane failure in rock slopes—A review on stability analysis techniques. *Journal of King Saud University-Science*;
- 12- Reginatto, G. M. P., Bernardi, C., Grandó, Â., Martins, J. A., Cordeiro, R. F., dos Reis Higashi, R. A., ... & Maccarini, M. (2018). Estabilização de taludes rodoviários na SC-290 do trecho entre a divisa SC/RS e Praia Grande: estudo de caso. *Revista Técnico-Científica*, 1(11);
- 13- Souza, Z. S., de Sá, E. J., & Martin, H. (1996). Metagranitóides do complexo caicó, NE do Brasil: aspectos geoquímicos de um magmatismo cálcico-alcalino na transição arqueano-paleoproterozóico. *Boletim IG-USP. Publicação Especial*, (18), 55-57.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu