

ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES ROCHOSOS NO PORTO SUDESTE – RIO DE JANEIRO, BRASIL

ROCK SLOPE STABILIZATION IN PORTO SUDESTE – RIO DE JANEIRO, BRAZIL

Nunes, Anna Laura L. S.; *COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, alaura@coc.ufrj.br*
Rios, Marcelo G.; *GEOPHI ENGENHARIA, Rio de Janeiro, Brasil, marcelorios@geophi.com.br*
Sobral, Monique L.; *MACCAFERRI, Rio de Janeiro, Brasil, monique@maccaferri.com.br*
Pelizoni, Andrea B.; *MACCAFERRI, Rio de Janeiro, Brasil, andrea.pelizoni@maccaferri.com.br*

RESUMO

O trabalho apresenta a técnica empregada para a estabilização de taludes rochosos no Porto Sudeste, Ilha da Madeira, Bahia de Sepetiba, no Estado do Rio de Janeiro. Trata-se de um empreendimento de grande porte com a finalidade de estocar e transportar minério de ferro para um píer, com capacidade operacional de 100 milhões de toneladas de minério por ano. Para garantir a operação do Porto foi necessário estabilizar os taludes rochosos vizinhos às esteiras transportadoras, vias férreas e demais estruturas dos pátios de estocagem de minério. Este artigo apresenta a metodologia de caracterização dos taludes, as técnicas de estabilização adotadas e as etapas de dimensionamento e execução dos sistemas de estabilização para 3 setores distintos: Taludes do Emboque do túnel e Talude do Morro da Mariquita. O desenvolvimento do projeto de estabilização foi subsidiado por análises com programas numéricos específicos tais como DIPS, SWEDGE, ROCFALL e MACRO STUDIO, possibilitando a seleção da melhor solução de reforço e proteção com chumbadores e painéis e telas de alta resistência SteelGrid HR 50 PVC e DT 8x10.

ABSTRACT

This paper presents the technique employed for the stabilization of rocky slopes in the construction of Sudeste Port, at Madeira Island, in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro State. This is a large enterprise for the purpose of storing and transporting iron ore to a pier with 100 million tons of per year of operational capacity. To ensure the operation of the port it was necessary to stabilize the rock slope near the conveyor belts, railways and other structures in the ore storage yards. The paper reports on the methodology of slope characterization, adopted stabilization techniques and design steps for implementation of stabilization systems at three distinct slope sectors. The project development was carried out by numerical analyses with programs such as DIPS, SWEDGE, ROCFALL and MACRO STUDIO, enabling the optimization of the reinforcement and protection solutions with high strength anchors and metallic panels and meshes SteelGrid HR-50 PVC and DT 8x10.

1 - INTRODUÇÃO

A obra de referência é o Complexo Portuário Porto Sudeste, situado na Ilha da Madeira, Itaguaí, Estado do Rio de Janeiro. O Superporto Sudeste é um empreendimento dedicado à movimentação da produção de minério de ferro do Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais para o mar. Com área total de 60 hectares, permitirá a exportação de cerca de 100% da produção de minério de ferro da Unidade Serra Azul (MG) diretamente para a estrutura marítima com capacidade de receber navios do tipo capesize (21m de lâmina d'água).

A logística integrada deste empreendimento permitirá o transporte de minério de ferro extraído em Minas Gerais até o Porto Sudeste pela ferrovia da MRS Logística. A adoção do sistema de pera ferroviária possibilita o descarregamento dos vagões e manobra dos trens. Após ser descarregado, usando um sistema duplo de viradores de vagões, o minério de ferro é conduzido pelas correias transportadoras até os dois pátios de estocagem, Pátios 6 e 32. O Pátio 6 está localizado na parte interna da Pêra Ferroviária e o Pátio 32 na área da Pedreira Sepetiba. Dos pátios de estocagem, o minério será recuperado e seguirá por correias transportadoras até o píer, passando através de um túnel.

Toda a carga operada pelo Superporto Sudeste passa pelo corredor logístico, formado pelo túnel (uma estrutura inédita em portos de minério de ferro do Brasil) e pela correia transportadora. Na primeira fase o empreendimento terá capacidade operacional anual de 50 milhões de toneladas, e 100 milhões de toneladas por ano numa segunda fase.

O Porto Sudeste foi implantado em área muito complexa, apresentando desde taludes de solo e rocha a locais de solos moles. A região da intervenção apresentada nesta comunicação, composta por taludes rochosos, é dividida em dois setores denominados Morro da Mariquita e Área A1 (Figura 1):

i. Morro da Mariquita, vizinho ao Pátio de Armazenamento A6 e próximo à via da pera ferroviária do porto, com suave orientação NW-SE, com cota máxima aproximada em 45m (crista do paredão rochoso) e 200m de comprimento com forma levemente curvilínea;

ii. Área A1, correspondente ao anfiteatro de uma pedreira antiga, na qual foi executado o túnel que liga os pátios de armazenamento do lado do continente e as instalações finais no lado do mar. Constituída por 2 paredes, NW (parede do emboque do túnel) com direção NW-SE e cota máxima de 60m e 90m de comprimento e NE (perpendicular à parede do emboque do túnel) com direção NE-SW e cota máxima de 50m e 160m de comprimento.



(a) Localização do porto



(b) Locação das áreas A1 e Morro da Mariquita

Figura 1 - Imagem de satélite do Porto Sudeste com Área A1 e Morro da Mariquita

Os cortes realizados nos taludes resultaram em inclinação sub-vertical. Os taludes da Área A1 também apresentam bermas, com altura média de 20m e largura de cerca de 5m, originárias da antiga pedreira existente no local.

Os taludes rochosos da área apresentam condições geomecânicas desfavoráveis à estabilidade, em função do perfil de alteração dos maciços. Os graus de fraturamento e alteração dos taludes na Área A1 e Morro da Mariquita resultam na formação de blocos, lascas e cunhas de volumes diversos, provocando rupturas do tipo cunha e quedas de blocos, dirigidas à infraestrutura do Porto Sudeste, ocasionando danos às esteiras de minério, vias férreas e emboque de túnel.

2 - CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS DA ÁREA

2.1 - Avaliação das Condições Geológicas

As formações rochosas na região do Porto Sudeste, representadas pelos afloramentos (taludes rochosos), são formadas principalmente por:

i. Granito pertencente ao Batólito Serra dos Órgãos, rico em biotita (biotita-anfíbólio-granada granito), cor cinza claro a esbranquiçado, localmente amarronzado, por vezes apresentando textura gnáissica, porém com foliação descontínua quando presente, com xenólitos de biotita gnaiss;

ii. Granito do Complexo Ilha da Madeira, rico em ortoclásio (ortoclásio-granada granito), homogêneo a foliado, com grãos médios a grossos;

iii. Diabásio dos abundantes diques da Serra do Mar com direção preferencial NE-SW, coincidentes, portanto, com os principais lineamentos da região e que atingem espessuras métricas.

Os granitóides são duros e fraturados pelas mesmas estruturas geológicas (fraturas e falhas) ortogonais entre si e são ainda cortados pelos diques de diabásio, propiciando a formação e individualização de blocos rochosos.

A área de intervenção foi caracterizada pelo mapeamento que indicou a presença de estruturas geológicas que podem ser agrupadas em cinco famílias predominantes:

i. Família 1: Fraturas tectônicas inclinadas, perpendiculares a foliação, com superfícies rugosas e aberturas muito variáveis até a ordem centimétrica. Formam faixas de rocha muito fraturada na crista (Figura 2a);

- ii. Família 2: Fraturas tectônicas inclinadas com paredes planas e rugosas (Figura 2b);
- iii. Família 3: Fraturas tectônicas, paralelas a semiparalelas aos planos de falhas e aos diques de diabásio (Figura 2c). Estas fraturas também se repetem no interior dos diques;
- iv. Família 4: Fraturas tectônicas inclinadas, de sentido oposto à Família 2, com superfície plana e rugosa, com inclinação para fora do talude (Figura 2d);
- v. Família 5: Fraturas de alívio, paralelas à geometria do relevo, presentes nas linhas de crista ou como lascas dispostas verticalmente nos paredões rochosos.

Ainda há diversas fraturas causadas pelos efeitos das detonações realizadas na antiga pedreira da região e desmonte de rocha conforme projeto atual. Estas fraturas não seguem planos ordenados e formam blocos individualizados ao longo do talude. As fraturas mais importantes mapeadas nas duas áreas e suas orientações são apresentadas no Quadro 1.



(a) Família 1 de fraturas na crista da Área A1



(b) Família 2 de fraturas no Morro da Mariquita



(c) Família 3 de fraturas com dique na Mariquita



(a) Família 4 de fraturas perpendicular à Família 2

Figura 2 - Famílias de fraturas mapeadas nas Áreas A1 e Morro da Mariquita

Quadro 1 - Orientação das estruturas geológicas mapeadas no Morro da Mariquita e Área A1 NW e A1 NE

Área	Família	Orientação (Direção°/ Mergulho°)
Morro da Mariquita	1	201/35; 215/30; 206/25; 218/26; 222/28
	2	012/25; 312/32; 298/30; 344/05; 292/28; 310/27; 319/30; 300/26
	3	165/84; 164/88; 166/85
	4	089/28; 093/30; 084/30; 090/29; 095/30
Área A1 – Parede NW	1	235/30; 227/25; 238/27; 233/25
	2	318/22; 340/36; 105/29; 322/25; 320/33; 315/22
	3	182/89; 188/89; 185/88
Área A1 – Parede NE	1	141/36; 105/29
	2	016/21; 097/18; 071/25
	3	160/85; 167/88; 165/85
	4	340/36; 346/24

2.2 - Avaliação das Condições Geotécnicas

Os taludes rochosos do Morro da Mariquita, Área A1 NW e Área 1 NE apresentam maior alteração nas cotas elevadas e melhor qualidade à medida que as cotas diminuem. Os maciços apresentam, predominantemente no topo, juntas de alívio muito alteradas com condição favorável à individualização e desprendimento de blocos em direção à infraestrutura do Porto Sudeste.

A condição mais crítica se encontra na Área A1 NE com blocos completamente individualizados com volumes superiores a 1m³ e ângulos de mergulho orientados para o pátio das correias transportadoras de minério. Ressalte-se ainda que não há possibilidade de implantação de vala/trincheira de coleta de blocos nesta área, visto que a distância entre a parede rochosa e a correia é reduzida, podendo atingir somente 0,80m.

O maciço rochoso da antiga pedreira e maciço cortado a fogo para a implantação do empreendimento foram classificados no Sistema RMR (Bieniawski, 1989) em função da intensidade do fraturamento e das condições da massa intacta e das fraturas (espaçamento, abertura, alteração e material de preenchimento) pela empresa responsável pelo mapeamento (SEEL, 2015) em:

(i) Classe II: Maciço rochoso de boa qualidade, apresentando rocha sã, muito coerente e medianamente fraturada, com planos de fraturas rugosos, com aberturas inferiores a 1mm e com direção de mergulho predominantemente favoráveis a estabilidade. Predominantemente seca, é a zona mais abundante nos maciços e é a que apresenta melhores condições de estabilidade, apesar dos blocos instáveis devido às fraturas de alívio;

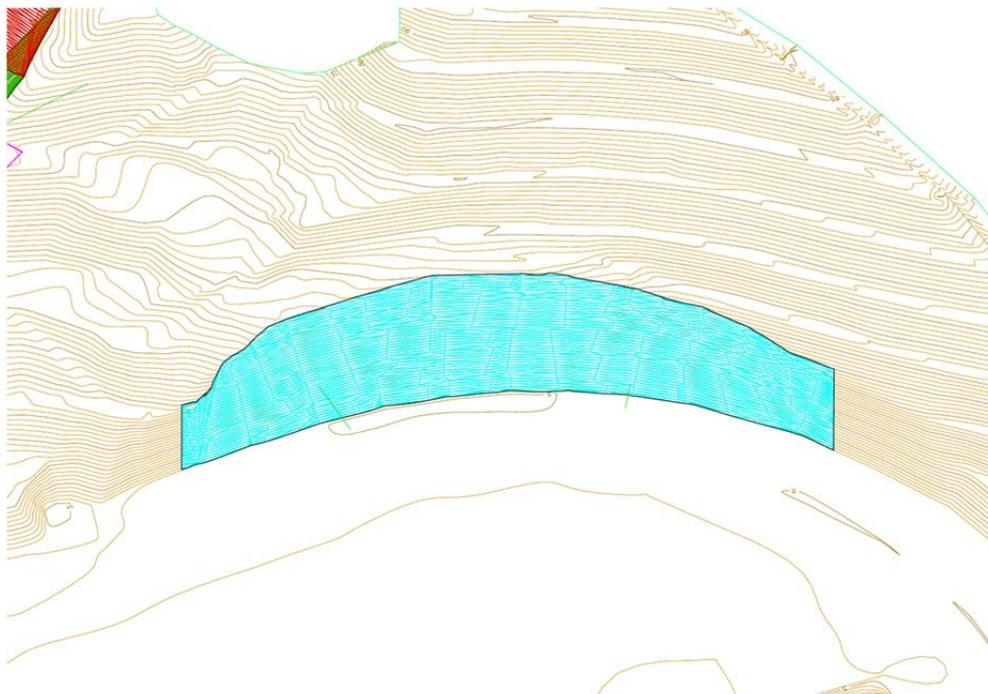
(ii) Classe IV: Maciço rochoso de qualidade ruim, muito fraturado, com planos de fraturas estriados a rugosos e localmente preenchidos, com aberturas superiores a 5mm, localizado principalmente nas cristas dos taludes. Esta zona apresenta direção de mergulho dos blocos moderadamente desfavorável à estabilidade, com grande quantidade de blocos individualizados, além da presença de água nas fraturas;

(iii) Classe V: Maciço rochoso de qualidade muito ruim, muito fraturada, com planos de fraturas estriados a rugosos e localmente preenchidos, com aberturas variadas, maiores que 5mm. No talude da Área A1, as fraturas são, por vezes, preenchidas por solo. Esta zona apresenta direção de mergulho dos blocos moderadamente desfavorável à estabilidade, com grande quantidade de blocos individualizados. Os maciços desta classe apresentam predomínio de grandes blocos, de ordem métrica e percolação de quantidade expressiva de água (condicionada à ocorrência de chuvas).

As Figuras 3 a 5 apresentam as zonas de Classes II a V, mapeadas nos maciços rochosos do Morro da Mariquita, Área A1 NW e Área A1 NE (Trechos inicial e final), respectivamente. Nesta classificação, a Empresa SEEL não considerou a ocorrência de Classe III e distinguiu 2 qualidades para a Classe IV e Classe V, as quais devem ser consideradas como categorias únicas, conforme caracterizado acima.

As principais instabilidades identificadas na área correspondem às rupturas do tipo cunha e planar, as quais constituem em potenciais quedas de blocos na direção da infraestrutura. As rupturas em cunha são

consideradas as mais críticas devido à individualização geométrica e ao volume do bloco formado e, portanto, são analisadas especificamente para a avaliação das instabilidades dos maciços.



(a) Topografia

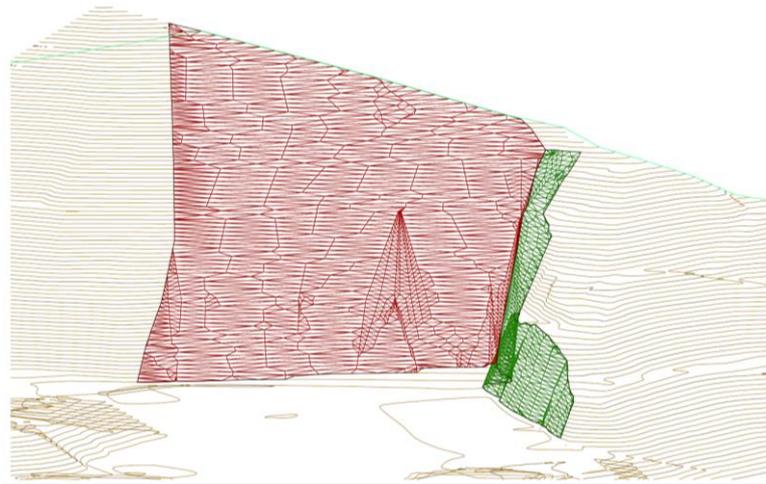


(b) Vista geral



(c) Classificação do Maciço

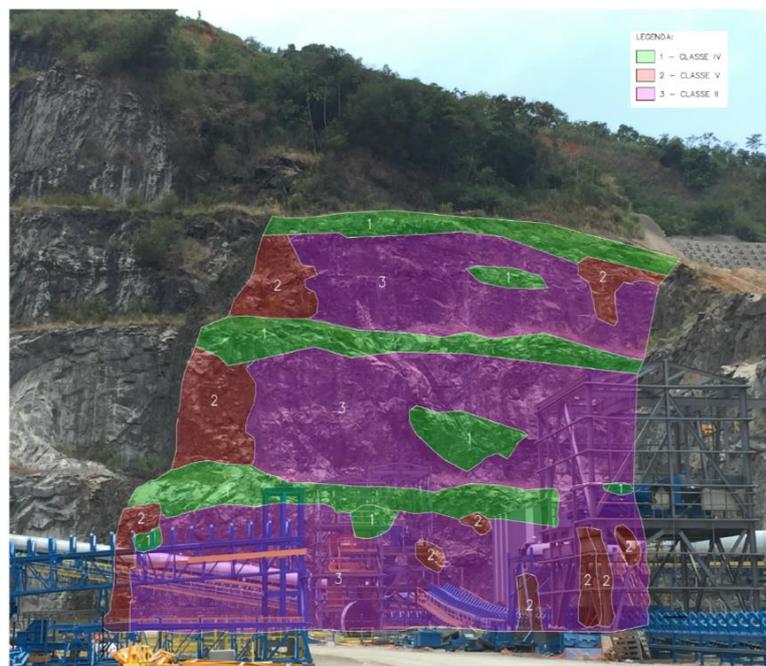
Figura 3 – Características geotécnicas do Morro da Mariquita



(a) Topografia



(b) Vista geral



(c) Classificação do Maciço

Figura 4 – Características geotécnicas da Área A1 NW



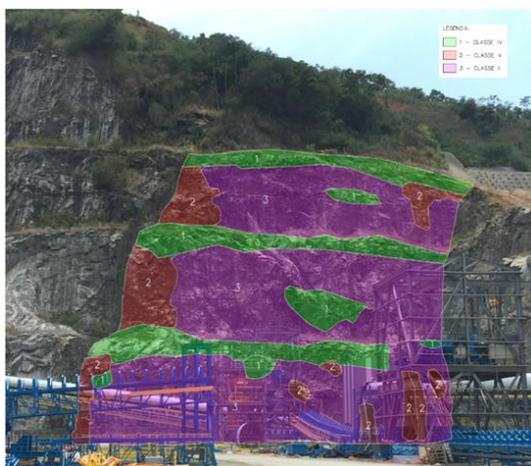
(a) Topografia



(b) Vista geral – Trecho inicial



(c) Vista geral - Trecho final



(d) Classificação do Maciço – Trecho inicial



(e) Classificação do Maciço – Trecho final

Figura 5 – Características geotécnicas da Área A1 NE – Trechos inicial e final

3 - ANÁLISES DA ESTABILIDADE DOS MACIÇOS ROCHOSOS

As análises de estabilidade dos maciços rochosos vizinhos à infraestrutura do Porto Sudeste no Morro da Mariquita e Área A1 foram realizadas considerando as estruturas geológicas mapeadas no campo e as condições geométricas dos taludes. O programa comercial DIPS (Rocscience Inc.) foi adotado para análise de projeção estereográfica das fraturas. Detectadas as fraturas críticas para a instabilização do talude, foram analisadas as condições de estabilidade para rupturas em cunha do maciço, por meio do programa comercial SWEDGE (Rocscience Inc.), considerando uma condição de saturação crítica, correspondente às fraturas totalmente preenchidas com água. As fraturas foram combinadas em par e analisadas para cada orientação de corte do talude do maciço rochoso.

3.1 - Morro da Mariquita

Em função da geometria levemente curva e extensão da área do Morro da Mariquita, foram consideradas 3 orientações de talude distintas, correspondentes aos trechos 000°, 020° e 355°. Os resultados das análises estereográficas são mostrados na Figura 6, onde são observadas as projeções das fraturas críticas (planos em verde) em relação às orientações dos taludes nos 3 trechos (planos em preto) e a concentração dos pólos das fraturas, com máxima igual a 24,1% (Método de Fisher). As projeções estereográficas permitem concluir que a formação de cunhas é predominante nas análises de estabilidade geométrica.

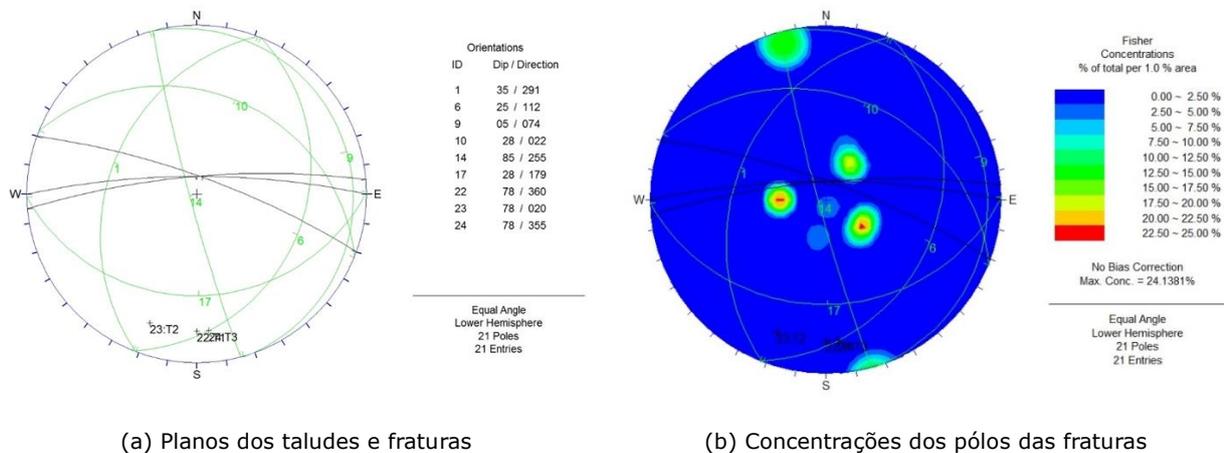


Figura 6 – Projeções estereográficas das fraturas e taludes - Morro da Mariquita

As análises de estabilidade das cunhas de ruptura potenciais do Morro da Mariquita foram realizadas considerando os parâmetros geométricos e as orientações dos taludes e as fraturas críticas, correspondentes às Juntas J1 a J6 (Quadro 2). Em função da impossibilidade de se realizar ensaios de resistência mecânica para uma melhor caracterização das paredes das fraturas, foram adotadas propriedades mecânicas reduzidas (coesão nula e ângulo de atrito igual a 30°), correspondendo, portanto, a um cenário pessimista que penaliza os parâmetros de resistência das fraturas do maciço rochoso.

Quadro 2 – Parâmetros geométricos e orientações dos taludes e fraturas – Morro da Mariquita

Parâmetros do Talude		Orientação das Juntas	
Orientação – Trecho 000°	78° / 000°	J1	35° / 291°
Orientação – Trecho 020°	78° / 020°	J2	25° / 112°
Orientação – Trecho 355°	78° / 355°	J3	05° / 074°
Altura	50 m	J4	28° / 022°
Inclinação de topo	5°	J5	85° / 255°
Largura de crista máxima	5 m	J6	28° / 179°

O Quadro 3 resume os principais resultados obtidos das análises realizadas respectivamente para os taludes nos trechos 000°, 020° e 355°. São consideradas as análises que formam cunhas, seus volumes e os respectivos fatores de segurança na condição mais crítica das juntas completamente preenchidas com água. Observa-se que a combinação das fraturas J1 - J4, J1 - J5 e J4 - J5 forma cunhas que interceptam o talude. Entretanto, todas as outras combinações de juntas não formam cunhas.

Quadro 3 – Resultados das análises de estabilidade de cunhas – Morro da Mariquita

Formação de Cunhas							Dimensões da cunha (m)
Trecho	000°	020°	355°	000°	020°	3535°	
Juntas	Peso (T)			Fator de Segurança			
J1 – J4	0,206	1,520	0,163	0,83	0,85	0,82	
J1 – J5	0,048	0,038	0,050	1,22	1,17	1,29	
J4 – J5	0,155	1,426	0,129	1,07	1,13	1,01	

3.2 - Área A1 NE

As estruturas geológicas mapeadas foram analisadas em relação à orientação do talude. Em função da geometria retilínea da Área A1 NE, foi considerada uma única orientação do talude igual a $80^{\circ}/126^{\circ}$ (*dip/dip direction*). A Figura 7 apresenta os resultados das análises estereográficas para o talude da Área A1 NE, com projeções das fraturas críticas (planos em verde) em relação à orientação do talude (plano em preto) e a concentração de pólos das fraturas com valor máximo igual a 28,5% (Método de Fisher). As projeções estereográficas permitem concluir que a formação de cunhas também é predominante nas análises de estabilidade geométrica do talude rochoso da Área A1 NE.

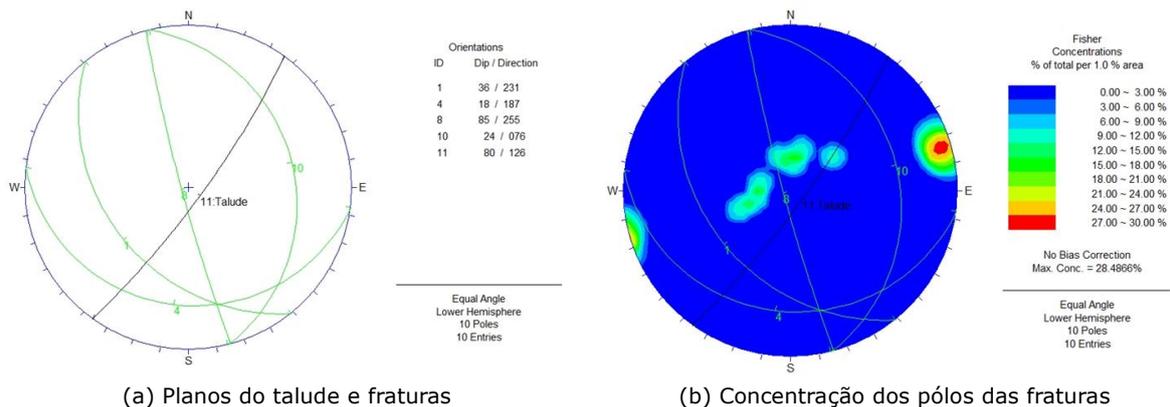


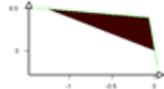
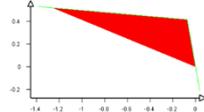
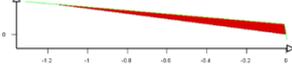
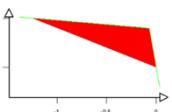
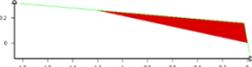
Figura 7 – Projeções estereográficas das fraturas e talude – Área A1 NE

As análises de estabilidade das cunhas de ruptura potenciais foram realizadas considerando os parâmetros geométricos e as orientações dos taludes e as fraturas críticas, correspondentes às Juntas J1 a J4 (Quadro 4) com parâmetros de resistência das fraturas do maciço rochoso reduzidos e iguais a coesão nula e ângulo de atrito de 30° , novamente privilegiando um cenário mais pessimista. O Quadro 5 apresenta os resultados das análises de estabilidade, indicando cunhas, seus volumes e os respectivos fatores de segurança na condição mais crítica de saturação completa das juntas. Foram identificadas a formação de 3 tipos de cunhas produzidas pela intersecção das juntas J1 e J4, J1 e J5 e J4 e J5.

Quadro 4 – Parâmetros geométricos e orientações dos taludes e fraturas – Área A1 NE

Parâmetros do Talude		Orientação das Juntas	
Orientação	80° / 126°	J1	36° / 231°
Altura	20 m	J2	18° / 187°
Inclinação de topo	5°	J3	85° / 255°
Largura de crista máxima	5 m	J4	24° / 076°

Quadro 5 – Resultados das análises de estabilidade de cunhas – Área A1 NE

Formação de Cunhas			Dimensões da cunha (m)
Juntas	Peso (T)	Fator de Segurança	
J1 - J2	0,148	0,68	
J1 - J3	0,106	1,09	
J1 - J4	0,006	1,05	
J2 - J3	0,255	0,64	
J2 - J4	0,079	0,86	

3.3 - Área A1 NW

As estruturas geológicas foram analisadas em relação a uma única orientação do talude igual a 80°/035° (*dip/dip direction*), devido à geometria retilínea da Área A1 NW. A Figura 8 apresenta os resultados das análises estereográficas com as projeções das fraturas críticas (planos em verde) em relação à orientação do talude (plano em preto) e as concentrações de pólos das fraturas com valor máximo igual a 29,2%.

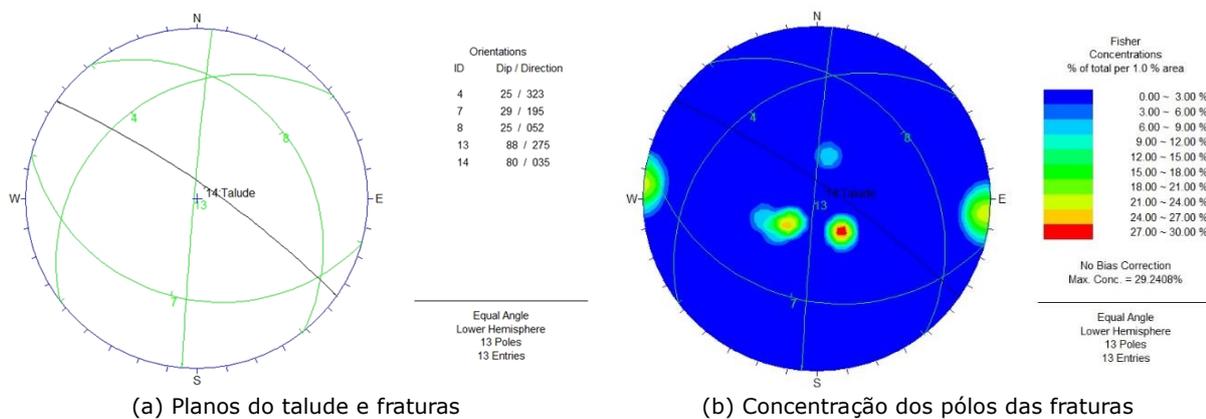


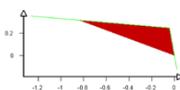
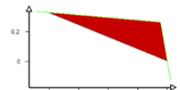
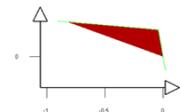
Figura 8 – Projeções estereográficas das fraturas e talude – Área A1 NW

As análises de estabilidade das cunhas de ruptura potenciais da Área A1 NW foram realizadas considerando os parâmetros geométricos e a orientação do talude e as orientações das fraturas críticas correspondentes às Juntas J1 a J4 (Quadro 6) com coesão nula e ângulo de atrito igual a 30°. O Quadro 7 resume os resultados obtidos, indicando as cunhas formadas, seus volumes e dimensões e fatores de segurança.

Quadro 6 – Parâmetros geométricos e orientações dos taludes e fraturas – Área A1 NW

Parâmetros do Talude		Orientação das Juntas	
Orientação	80° / 035°	J1	25° / 323°
Altura	20 m	J2	29° / 195°
Inclinação de topo	5°	J3	25° / 052°
Largura de crista máxima	5 m	J4	88° / 275°

Quadro 7 – Resultados das análises de estabilidade de cunhas – Área A1 NW

Formação de Cunhas			Dimensões da cunha (m)
Juntas	Peso (T)	Fator de Segurança	
J1 – J3	0,184	1,03	
J1 – J4	0,046	1,19	
J3 – J4	0,124	1,50	

4 - PROJETO DE ESTABILIZAÇÃO E PROTEÇÃO DOS MACIÇOS

O projeto de estabilização e proteção dos taludes do Morro da Mariquita e Área A1 consiste na instalação de painel SteelGrid HR 50 e malha metálica dupla torção, fabricadas pela MACCAFERRI. O projeto foi desenvolvido com o auxílio do programa MACRO Studio (MACCAFERRI). O dimensionamento das telas considerou a geometria e orientação dos taludes e das cunhas críticas com resistência ao arrancamento da ancoragem igual a 0,4MPa. A partir das análises com o MACRO Studio foram determinadas as características das telas ancoradas (Quadro 8). Ressalte-se que os fatores de segurança foram satisfatórios e iguais a 1,23 para a ancoragem e variaram de 2,52 a 3,12 para tela metálica em estado limite último e de 1,19 a 1,23 para tela em estado limite de serviço (GEOPHI, 2015).

Quadro 8 – Parâmetros do sistema de estabilização do Morro da Mariquita, Área A1 NE e Área A1 NW

Parâmetro	Morro da Mariquita - Área A1 NE - Área A1 NW	
Painel metálico	SteelGrid HR 50 PVC	DT 8x10 φ2,7mm
Placa de amarração	MACCAFERRI	MACCAFERRI
Barra de aço	500 MPa	500 MPa
Diâmetro da barra de aço	32 mm	25 mm
Diâmetro do furo mínimo	50 mm	50 mm
Comprimento da ancoragem mínimo	3,0m	0,9 m
Espaçamento horizontal entre ancoragens	3,0 m	3,0 m
Espaçamento vertical entre ancoragens	3,0 m	-
Inclinação da ancoragem com a horizontal	10°	10°

Desta forma, o projeto de estabilização e proteção do talude rochoso do Morro da Mariquita foi realizado com painel SteelGrid HR 50 instalado a partir da crista até 1/3 da altura do talude (presença de maciços Classes II, IV e V) e malha metálica DT nos 2/3 restantes da altura do talude (predomínio de maciço Classe II), conforme mostrado na Figura 9. Os projetos de estabilização e proteção dos taludes rochosos da Área A1 NE e Área A1 NW foram realizados com painel do tipo SteelGrid HR 50 instalado em toda a extensão dos taludes (Figura 10). Em todos os sistemas de estabilização foram utilizados espaçamentos vertical e horizontal iguais a 3,0m com inclinação da ancoragem com a horizontal de 10°, barra de 500MPa de tensão e diâmetro de 25 e 32mm para tela DT e SteelGrid, respectivamente.



(a) Telas SteelGrid e DT instaladas



(b) Detalhe da SteelGrid sobre bloco em balanço

Figura 9 – Estabilização com SteelGrid HR 50 e DT no Morro da Mariquita



(a) Tela SteelGrid na Área A1 NW



(b) Tela SteelGrid na Área A1 NE

Figura 10 – Estabilização com SteelGrid HR 50 nos taludes da Área A1 NE e Área A1 NW

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Empresa SEEL, responsável pelo mapeamento geológico-geotécnico e execução das obras de estabilização dos taludes do Porto Sudeste.

REFERÊNCIAS

- Bieniawski, Z.T. (1989). Engineering Rock Mass Classifications – A Complete Manual for Engineers and Geologists in Mining, Civil and Petroleum Engineering, John Wiley & Sons.
- GEOPI (2015). Projeto de Estabilização de Taludes Rochosos do Porto Sudeste - Mariquita e Área A1, Memória de Cálculo GPHI-PJ47-MC-415-03-000-R0, 78 p.
- SEEL (2015). Desenho: Levantamento topográfico – Planta – Porto Sudeste.
- SEEL (2015). Relatório de Levantamento Geológico-Geotécnico e Relatório Fotográfico - Taludes da Porção Norte do Morro da Mariquita. Ilha da Madeira – Itaguaí – Rio de Janeiro – RJ, 37 p.