

Alberto Pio Fiori

**FUNDAMENTOS
DE MECÂNICA DOS
SOLOS E DAS ROCHAS**

aplicações na estabilidade de taludes

oficina de textos

Sumário

Propriedades físicas e mecânicas dos solos: Parte 1

1	PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS	13
1.1	Índices físicos do solo	14
1.2	Pesos específicos do solo	17
1.3	Relações entre os índices físicos do solo	20
1.4	Correlação dos índices físicos com a porosidade	23
1.5	Determinação da umidade, do peso específico e da porosidade do solo em laboratório	27
1.6	Exemplos de aplicação	28
2	LIMITES DE CONSISTÊNCIA E OUTRAS PROPRIEDADES DOS SOLOS	41
2.1	Limites de consistência	41
2.2	Determinação dos limites de consistência	42
2.3	Outros índices e propriedades dos solos	47
2.4	Perfis geotécnicos	57
2.5	Exemplos de aplicações	57

3	PRESSÕES ATUANTES NO SOLO	63
3.1	Pressão vertical devida ao peso de terra. Nível de terreno horizontal	63
3.2	Nível de terreno inclinado	64
3.3	Pressões de água no solo	65
3.4	Força de percolação	71
3.5	Areia movediça	74
3.6	Mecânica do entubamento (<i>Piping</i>)	83
3.7	Fenômenos capilares	87
3.8	Pressão lateral de um solo em repouso	96
3.9	Exemplos de aplicação	99
4	RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DOS SOLOS	105
4.1	Análise das tensões	105
4.2	O círculo de Mohr	125
4.3	Noções de atrito entre os sólidos	130
4.4	Exemplos de aplicação	140

Estabilidade de taludes em solos: Parte 2

5	SUPERFÍCIE DE RUPTURA PLANAR	151
5.1	Taludes de extensão ilimitada, sem percolação de água	153
5.2	Taludes de extensão ilimitada, com percolação de água paralelamente à vertente	156
5.3	Ângulo crítico de inclinação de uma vertente	162
5.4	Coesão do solo no plano de ruptura	163
5.5	Profundidade crítica de uma escavação	163
5.6	Inclinação crítica de uma vertente saturada, considerando a coesão do solo	164
5.7	Taludes de extensão ilimitada, com percolação de água - Caso geral	168
5.8	Taludes de extensão limitada	173
5.9	Superfície crítica de deslizamento	176
5.10	Altura crítica de um talude vertical com fendas de tração	181
5.11	Caso Geral. Talude com fendas de tração e sobrecarga	184
5.12	Exercícios	187

6	SUPERFÍCIE DE RUPTURA CURVA	191
6.1	Método sueco ou de fatias	191
6.2	Método de Bishop	192
6.3	Método de Janbu	197
6.4	Ábacos de Taylor para o cálculo da estabilidade de taludes	202
6.5	Ábacos de Bishop e Morgenstern	206
6.6	Exemplos de aplicação	219
7	MÉTODOS DE HOEK E STIMPSON	221
7.1	Método de Hoek	221
7.2	Método de Lopes para a determinação da estabilidade de taludes	244
7.3	Exemplos de aplicação	249
7.4	Método de Stimpson	253
7.5	Análise da probabilidade de escorregamentos	260
8	INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NA ESTABILIDADE DE TALUDES	267
8.1	Resistência do sistema solo-raiz	268
8.2	Medida da resistência à tensão das raízes	275
8.3	Peso das árvores	277
8.4	Força do vento	278
8.5	Análise da estabilidade	279
8.6	Efeito de cunha das raízes	288
8.7	Exercícios	288
9	INTENSIDADE DA CHUVA E ESCORREGAMENTOS	291
9.1	Processo precipitação-vazão	291
9.2	Hidrologia da vertente	297
9.3	Transmissividade do solo	298
9.4	Fluxo de água subsuperficial e o índice de umidade do solo numa vertente infinita	300
9.5	Deslizamento nas encostas	303
9.6	Intensidade crítica da chuva	304
9.7	Delimitação das zonas de saturação nas vertentes	306
9.8	Deslizamentos rasos devidos à zona de umidade provocada pela chuva ..	308

10 LIMIAR DO PROCESSO EROSIVO	313
10.1 Fatores de controle da velocidade de fluxo	313
10.2 Rugosidade da superfície de escoamento	315
10.3 Resistência ao fluxo	322
10.4 Escoamento superficial	323
10.5 Condições críticas para o início do processo de erosão	326
10.6 Erosão pelo escoamento superficial por saturação	327

Mecânica das Rochas: Parte 3

11 DESCONTINUIDADES EM MACIÇOS ROCHOSOS	333
11.1 Definição	334
11.2 Tipos de descontinuidades	335
11.3 Características das descontinuidades	339
11.4 Influência da interface solo-rocha no cisalhamento	358
11.5 Alteração de maciços rochosos	358
11.6 Efeito de alívio de tensão por erosão	362
11.7 Falhas e horizontes preferenciais de alteração	363
11.8 Análise das descontinuidades	365
12 RESISTÊNCIA DAS ROCHAS E O CRITÉRIO DE RUPTURA DE MOHR-COULOMB ..	369
12.1 Esforço e deformação	370
12.2 Esforço hidrostático	371
12.3 Critério de ruptura de Mohr-Coulomb	372
12.4 Efeito da pressão da água	374
12.5 Descontinuidades sem coesão ao longo do plano	379
12.6 Descontinuidade com coesão ao longo do plano	380
13 PERCOLAÇÃO DE ÁGUA EM MACIÇOS ROCHOSOS	383
13.1 Água subterrânea	383
13.2 Percolação	385
13.3 Fluxo através de rochas fraturadas	388
13.4 Grau de conectividade das descontinuidades	396
13.5 Método do paralelogramo	402
13.6 Fluxo da água em maciços fraturados	404

14 SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO DE MACIÇOS ROCHOSOS	409
14.1 Índice de qualidade da rocha	409
14.2 O IQR teórico (RQD - Rock Quality Designation)	413
14.3 Ensaio de compressão uniaxial	421
14.4 Ensaio de carga pontual	421
14.5 Ensaio com o martelo de Schmidt	424
14.6 Ensaio de durabilidade a úmido	428
14.7 Classificação dos maciços rochosos	431
14.8 Predição do nível de vibração em detonações	445

Estabilidade de taludes em rochas: Parte 4

15 ANÁLISE CINEMÁTICA DE TALUDES EM ROCHAS	453
15.1 Tratamento de dados estruturais	455
15.2 Escorregamento segundo estruturas planares	458
15.3 Deslizamento em cunha	463
15.4 Escorregamentos em vertentes multifacetadas	467
15.5 Tombamento de blocos	469
15.6 Mecanismos de escorregamentos em escavações	473
15.7 Escorregamentos de blocos em paredes de escavações	478
16 RUPTURA EM CUNHA	483
16.1 Análise da ruptura em cunha	483
16.2 Análise de ruptura em cunha, considerando-se a coesão e a pressão de água	487
16.3 Ábacos de estabilidade para atrito somente	491
16.4 Exercício	493
17 ANÁLISE DINÂMICA DA ESTABILIDADE DE TALUDES EM ROCHA	501
17.1 Representação do cone de atrito em projeção estereográfica	501
17.2 Condições para a movimentação de blocos	503
17.3 Análise dos esforços atuantes no plano potencial de deslocamento	504

18 ANÁLISE DA REMOVIBILIDADE DE BLOCOS	513
18.1 Tipos de blocos	515
18.2 Teorema de Shi da removibilidade de blocos	516
18.3 Elementos da teoria de blocos	517
18.4 Uso da projeção estereográfica na análise da removibilidade de blocos ..	519
18.5 Aplicação da teoria de blocos no estudo de aberturas subterrâneas	523
18.6 Aplicação da teoria de blocos no estudo da estabilidade de vertentes ...	527
18.7 Individualização dos blocos removíveis de uma superfície escavada	542
18.8 Probabilidade de remoção de um bloco	551
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	555