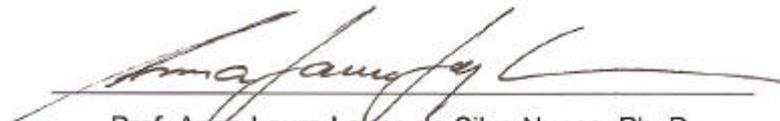


SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO GEOMECÂNICA APLICADOS AOS TALUDES
ROCHOSOS DA UHE BATALHA

Aline Lopes Malafaia

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS
PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM
ENGENHARIA CIVIL.

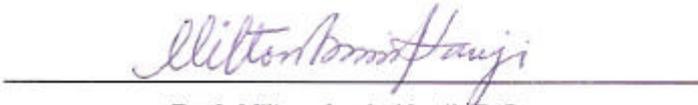
Aprovada por:



Prof. Anna Laura Lopes da Silva Nunes, Ph. D.



Prof. Alberto Sampaio Ferraz Jardim Sayão, Ph. D.



Prof. Milton Assis Kanji, D.Sc.



Prof. Willy Alvarenga Lacerda, Ph. D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

JUNHO DE 2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MALAFAIA, ALINE LOPES

Sistemas de Classificação Geomecânica
Aplicados aos Maciços Rochosos da UHE
Batalha [Rio de Janeiro] 2007

XX, 270 p, 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc.,
Engenharia Civil, 2007)

Dissertação – Universidade Federal do Rio
de Janeiro, COPPE

1. Classificação de Maciços Rochosos
2. Filito

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

À memória do meu pai
– *Jader Malafaia* –
que, eu sei, muito se alegraria
com este passo;

À memória do meu irmão
– *Jader Charles Malafaia* –
meu primeiro e eterno modelo
de engenheiro competente e dedicado.

AGRADECIMENTOS

À PCE Engenharia, projetista do empreendimento; pelo fornecimento de dados para a pesquisa, por permitir a conciliação trabalho-estudo, além da experiência que me tem possibilitado adquirir.

Ao chefe e amigo, engenheiro José Eduardo Moreira, por todos os ensinamentos, por seu incentivo, desde os primeiros planos de ingresso no mestrado, e por seu exemplo profissional.

Aos colegas do Departamento de Geotecnia da PCE, por me acompanharem nesse desafio.

A FURNAS Centrais Elétricas S.A., proprietária do empreendimento; especialmente ao Departamento de Engenharia Civil (DEC), pela autorização quanto ao uso dos dados, e ao Laboratório de Goiânia (geólogo Devonzir e equipe), pela forma tão prestativa com que me receberam para a análise dos testemunhos de sondagem.

À professora Anna Laura L. S. Nunes, pela competência e dedicação (maiores que sua responsabilidade) na orientação da pesquisa, pela sabedoria com que me ensinou a analisar e concluir, por meus próprios passos, além da amizade desenvolvida.

Aos professores Alberto Sayão, Milton Kanji e Willy Lacerda, por me darem a honra de tê-los como banca avaliadora.

À minha querida mãe e ao meu “pai do coração”, pelo contínuo incentivo, apoio e ajuda prática.

À minha família e amigos, que quase se tornaram geotécnicos junto comigo.

Enfim, ao criador das rochas, o meu criador, o meu Deus, que me deu todas as oportunidades e me capacitou para que fossem devidamente aproveitadas.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ESTUDO DE SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO
DOS MACIÇOS ROCHOSOS DA UHE BATALHA

Aline Lopes Malafaia

Junho/2007

Orientador: Anna Laura Lopes da Silva Nunes

Programa: Engenharia Civil

A classificação de maciços rochosos com vistas ao projeto de escavações é uma prática usual. No entanto, limitações impostas pelo contexto geológico e geométrico podem dificultar ou mesmo restringir a utilização de sistemas de classificação correntes tais como o RMR, Q e GSI. A presente pesquisa estudou 17 taludes escavados em material rochoso, caracterizado pela intercalação de filitos e quartzitos. Foi desenvolvido sistema de classificação específico para as condições da UHE Batalha. Além da classificação por esse sistema, os taludes foram também classificados por sistemas RMR e SMR. Essas classificações foram comparadas entre si e a aplicabilidade de cada uma às características geológicas locais foi também avaliada.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Sciences (M. Sc.)

ROCK MASS CLASSIFICATION STUDIES
FOR THE BATALHA HYDRO-POWER PROJECT

Aline Lopes Malafaia

June/2007

Advisor: Anna Laura Lopes da Silva Nunes

Department: Civil Engineering

It is an usual tool the use of rock mass classification aiming the excavation design. However, geology and geometrical limitations may difficult or even restrict the use of usual classification systems such as RMR, Q and GSI. This research had studied 17 slopes, excavated in a rock mass characterized by interchanging of phillite and quartzite. A classification system was developed specifically to the Batalha Dam conditions. Moreover this classification, the slopes were also classified using traditional systems. The different classifications were compared and its applicability was evaluated.

Sumário

Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Motivação e Importância da Pesquisa.....	1
1.2. Objetivos da Pesquisa	2
1.3. Metodologia da Pesquisa	2
Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica	4
2.1. Sistemas de Classificação de Maciços Rochosos	4
2.2. Histórico.....	6
2.3. Sistemas Correntes de Classificação.....	7
2.3.1. Terzaghi (1946).....	8
2.3.2. Lauffer (1958)	9
2.3.3. Wickham et al. (1972)	11
2.3.4. RMR.....	15
2.3.5. RMR para Minas	19
2.3.6. SMR.....	20
2.3.7. RMi	22
2.3.8. Q-System	25
2.3.9. GSI.....	25
2.4. Experiências Anteriores em Classificações Específicas.....	27
2.4.1. Talude Naturais.....	27
2.4.2. Escavações em Rocha (a céu aberto ou subterrâneas)	29
2.4.3. Proposições Conceituais.....	31
2.5. Aspectos Relativos à Geologia.....	32
2.5.1. Taludes em Maciços de Geologia Complexa	33
2.5.2. Taludes em Filito.....	37
2.6. Considerações Finais.....	39
Capítulo 3 – Área de Estudo	41
3.1. Descrição Geral do Empreendimento.....	42
3.2. Geologia Estrutural Regional e Local	43
3.3. Morfologia	45
3.4. Litologia	46

3.5. Descontinuidades.....	47
3.6. Alterabilidade	50
3.7. Considerações Gerais Sobre o Maciço Batalha	53
3.8. Investigações e Projeto das Escavações a Céu Aberto	55
3.9. Metodologia da Pesquisa	59
3.10. Considerações Finais.....	59
Capítulo 4 – Sistema de Classificação Específico.....	61
4.1. Necessidades e Dificuldades Iniciais.....	61
4.2. Base de Dados	62
4.3. Critérios de Classificação.....	63
4.3.1. Características Geomecânicas.....	63
4.3.2. Litologia.....	69
4.3.3. Foliação	72
4.4. Estrutura do Sistema de Classificação Batalha	75
4.5. Modelo Simplificado	75
4.6. Resultados	77
4.7. Considerações Finais.....	78
Capítulo 5 – Sistemas Correntes de Classificação.....	79
5.1. Justificativa	79
5.2. Seleção.....	80
5.3. RMR (<i>Rock Mass Rating</i>).....	83
5.3.1. Análise de Sondagens	84
5.3.2. Resistência à Compressão Simples da Rocha	90
5.3.3. Presença de Água no Talude.....	93
5.3.4. Resultados	94
5.4. SMR (<i>Slope Mass Rating</i>).....	95
5.4.1. RMR básico	96
5.4.2. Análise Estereográfica	96
5.4.3. Fatores Redutores	100
5.4.4. Resultados	101
5.5. Considerações Finais.....	102
Capítulo 6 – Comparativo de Classificações	103
6.1. Uniformização	103
6.1.1. Parâmetro A.....	104

6.1.2. Descontinuidades (Parâmetro F e Fatores F1, F2 e F3).....	104
6.1.3. Parâmetros B e C.....	105
6.1.4. Parâmetro D.....	105
6.1.5. Parâmetro E.....	106
6.1.6. Resultados	106
6.2. Comparação	108
6.3. Análise das Comparações	116
6.3.1. Correlação entre os sistemas correntes e a geologia em questão.....	116
6.3.2. Correlação entre os Sistema de Classificação Batalha e a geologia em questão.....	117
6.3.3. Correlação entre os Sistema de Classificação Batalha e os sistemas RMR e SMR.....	118
6.3.4. Conclusão Genérica.....	119
6.4. Considerações Finais.....	119
Capítulo 7 – Conclusões e Sugestões.....	121
7.1. Conclusões	121
7.2. Sugestões para Pesquisas Futuras.....	122
Referências Bibliográficas	124
ANEXO I - Desenhos de Arranjo e Localização de Sondagens e Seções	
ANEXO II - Principais Investigações Geológico-Geotécnicas	
ANEXO III - Resultado da Classificação Batalha	
ANEXO IV - Projeções Estereográficas	
ANEXO V - Classificações Correntes (cc) – Resumo de Resultados	
ANEXO VI - Classificação Batalha (bxc) – Resumo de Resultados	
ANEXO VII - Comparativo de Classificações – Resumo e Conclusões	

Índice de Figuras

Núm.	FIGURAS	Pág.
CAPÍTULO 2		
2.1	Diagrama simplificado do carregamento rochoso sobre o túnel, estimado por Terzaghi (Bieniawski, 1984).	09
2.2	Correlação entre tempo de estabilidade do maciço (t) e <i>span</i> (l) da escavação (Ojima, 1981; adaptado de Lauffer, 1958).	11
2.3	Curva para ajuste do conceito RSR à utilização de tuneladoras (adaptado de Wickham et al., 1972).	13
2.4	Curvas típicas para dimensionamento de suporte em túneis de 6m de diâmetro (Wickham et al., 1972).	15
2.5	Croqui esquemático de túneis interligados (Kendorski et al., 1983).	20
2.6	Características das descontinuidades do Sistema Rmi (Palmström, 1996a).	24
2.7	Correlação entre os parâmetros JP, Vb e jC do Sistema Rmi (Palmström, 1996a).	24
2.8	Ábaco para a atribuição da nota de classificação GSI (Hoek, 1998).	26
2.9	Influência da direção do furo de sondagem na determinação do RQD (Hack, 2002).	29
2.10	Aparência de testemunhos da rocha molássica (a) imediatamente após a perfuração; e (b) cerca de 6 meses após a sua estocagem (Hoek e Marinos, 2005).	34
2.11	Momento pré-ruptura da escavação da UHE Itapebi, com destaque para a camada biotita-xisto/anfibolito (Kanji, 2006).	36

Núm.	FIGURAS	Pág.
2.12	Variâncias de parâmetros no deslizamento de <i>Green Creek</i> (adaptado de Alonso 1976).	38
CAPÍTULO 3		
3.1	Localização geográfica do Projeto Batalha.	41
3.2	Mapa geológico siimplificado, mostrando a Faixa Brasília (Rostirolla <i>et al.</i> , 2002).	44
3.3	Predominância de quartzito no trecho de amostragem integral da SM-310.	46
3.4	Presença dominante de filito grafitoso na sondagem SM-111.	47
3.5	Alternância de filitos, filitos grafitosos e quartzitos em trecho da sondagem SM-301.	48
3.6	Estereograma da atitude dos sistemas de foliação mais representativos da ombreira esquerda (projeções em vermelho) e a concentração de 43 pólos mapeados na região.	48
3.7	Variação dos ângulos de mergulho da foliação em trecho de 30cm de sondagem.	49
3.8	Sistema de fraturamento da área: (a) Afloramento com alto grau de fraturamento; (b) Área com dois padrões de fraturamento principais e dois secundários, todos subverticais.	50
3.9	Fratuza rugosa e oxidada, discordante da foliação.	51
3.10	Dobras típicas da área: (a) milimétricas, observadas em testemunhos de sondagem; (b) métricas, em floramentos.	52
3.11	Alteração do filito, com RQD entre 90 e 100 que, depois de saturado, esfarela-se ao simples toque.	53

Núm.	FIGURAS	Pág.
3.12	Filitos alterados devido à ação da água na margem esquerda, a jusante do eixo do barramento.	53
3.13	Ocorrência do filito cinza escuro em forma lenticular: as duas indicações de filito cinza escuro, concordantes com a foliação, na figura da esquerda, desaparecem na face interna do testemunho fraturado da figura da direita.	54
3.14	Testemunhos de sondagem indicam a possibilidade de rupturas planares (a) e em cunha (b).	54
3.15	Detalhes dos testemunhos das sondagens SM-301, SM 302, SM-306 e SR-310, indicando dobras em olho, veios de quartzo recristalizado, veios discordantes da foliação e faixas catacladasas.	55
3.16	Fluxograma ilustrativo da metodologia da pesquisa.	60

CAPÍTULO 4

4.1	Detalhe dos testemunhos da SR-13 (0,0 a 12,0m).	64
4.2	Detalhe dos testemunhos da SR-13 (0,0 a 12,0m).	64
4.3	Detalhe dos testemunhos da SR-13 (24,4 a 32,0m).	65
4.4	Detalhe dos testemunhos da SR-13 (32,0 a 39,3).	65
4.5	Detalhe dos testemunhos da SR-13 (39,3 a 47,6m).	66
4.6	Detalhe dos testemunhos da SR-13 (47,6 a 50,0m)	66
4.7	Esboço da seção do DVm – Talude II, com a classificação por tipo de material em cada sondagem da região.	70
4.8	Fratura do testemunho ao longo da foliação, no contato entre litologias.	71
4.9	Trecho em filito grafitoso, praticamente contínuo, com poucas fraturas ao longo da foliação.	72

Núm.	FIGURAS	Pág.
4.10	Projeção estereográfica esquemática indicativa da classificação quanto à condição da litologia.	74
4.11	Projeção estereográfica das foliações identificadas nos trechos de amostragem integral da SM-301 (em azul) e do talude (em vermelho), em duas declividades diferentes.	75
4.12	Modelo simplificado do DVm – Talude II.	77

CAPÍTULO 5

5.1	Observa-se a foliação finíssima (submilimétrica) e algumas das fraturas mostradas na fotografia que podem ter sido induzidas mecanicamente; especialmente as indicadas com setas.	81
5.2	Exemplo de análise de duas sondagens, para a inferência do “Talude Composto” (TA – Talude II).	85
5.3	sondagem SM-301, com a divisão em diferentes trechos de características geomecânicas semelhantes.	88
5.4	Projeção estereográfica das foliações identificadas nos trechos de amostragem integral da SM-301 (em azul) e do talude (em vermelho), em duas declividades diferentes.	90
5.5	Rosetas de fraturas e foliações mapeadas na região do Vertedouro – montante.	97
5.6	Projeção estereográfica das descontinuidades do talude DVm – Talude II (em azul), destacando-se a descontinuidade crítica (em azul escuro).	98
5.7	Estereograma-resumo das descontinuidades mapeadas em superfície na região do Talude I do Vertedouro.	99

Núm.	FIGURAS	Pág.
5.8	Convenção da classificação das descontinuidades quanto à sua condição (variando de “muito desfavorável” a “muito favorável”), em relação à face do talude.	101

CAPÍTULO 6

6.1	Fluxograma ilustrativo do processo completo de análise dos sistemas de classificação.	107
-----	--	-----

Índice de Tabelas

Núm.	TABELAS	Pág.
CAPÍTULO 2		
2.1	Classificação de Terzaghi modificada por Deere (1970)	10
2.2	Sistema de Classificação RMR (Bieniawski, 1993)	17
2.2	(continuação) – Sistema de Classificação RMR (Bieniawski, 1993)	18
CAPÍTULO 3		
3.1	Investigações de campo e laboratório para conhecimento geológico-geotécnico do Maciço Batalha	57
3.2	Resumo dos resultados dos ensaios de compressão uniaxial (corpos de prova na condição natural)	57
3.3	Resumo dos resultados dos ensaios de compressão uniaxial (corpos de prova na condição saturada)	59
CAPÍTULO 4		
4.1	Descrição dos materiais da Classificação Batalha	68
4.2	Resumo da Classificação Batalha, por características geomecânicas do material	68
4.3	Estrutura da Classificação Batalha	76
CAPÍTULO 5		
5.1	Correlação entre RQD e Espaçamento entre Fraturas	88
5.2	Parâmetros B e C da Classificação RMR (talude DVm – Talude II)	89
5.3	Resumo de Ensaios de Compressão Simples, com Predominância Litológica	92
5.4	Litologia predominante e respectivos faixa de UCS e parâmetro A para a Classificação RMR para o talude	93

Núm.	TABELAS	Pág.
	DVm – Talude II	
5.5	Critérios para a consideração da presença de água no maciço.	94
5.6	Resultado final da Classificação RMR para o DVm – Talude II	95
5.7	Informações das descontinuidades mapeadas em superfície, na região do Talude I do Vertedouro, e resumo com descontinuidades representativas	99

CAPÍTULO 6

6.1	Correlação convencional entre os tipos geomecânicos de material e os parâmetros B e C da Classificação RMR	105
6.2	Resultado final da Classificação RMR (bxc) para o DVm – Talude II	108
6.3	Resultado final da Classificação SMR (bxc) para o DVm – Talude II	108
6.4	Resumo de classes de maciço do DVm – Talude II	109
6.5	Comparação entre sistemas de classificação para o DVm – Talude II	111
6.5	(cont.) – Comparação entre sistemas de classificação para o DVm – Talude II	112
6.5	(cont.) – Comparação entre sistemas de classificação para o DVm – Talude II	113
6.5	(cont.) – Comparação entre sistemas de classificação para o DVm – Talude II	114
6.5	(cont.) – Comparação entre sistemas de classificação para o DVm – Talude II	115

Lista de Símbolos e Nomenclatura

Ab – fator de ajuste quanto ao dano proveniente da escavação a fogo, que varia de 0,8 a 1,0, na nota RMR para minas;

Ai – grau de alteração da rocha, variando de A1 (rocha sã) a A4 (rocha totalmente alterada);

Ao – fator de ajuste quanto à orientação das fraturas, variando de 0,7 a 1,0, na nota MBR;

As – fator de ajuste quanto às tensões *in situ* e a capacidade de variação dessas tensões com a escavação, podendo variar de 0,6 a 1,2, na nota RMR para minas;

(bxc) – correspondente à etapa à uniformização da Classificação Batalha, quando as classificações correntes foram aplicadas sobre o resultado dessa classificação;

(cc) – correspondentes à etapa de classificações correntes, quando estas foram aplicadas diretamente sobre os dados de sondagens;

c – parâmetro geotécnico indicativo da coesão (ou intercepto);

CF – taludes na região da Casa de Força;

Ci – grau de coerência, variando de C1 (muito coerente) a C4 (incoerente);

cp. ou CP – corpo de prova, utilizado em ensaios laboratoriais;

DC – fator de ajuste quanto à distância ao eixo do túnel, que pode variar de 0,8 a 1,2, na nota MBR;

DVj – taludes do Canal de Restituição de desvio;

DVm – taludes do Canal de Aproximação de desvio;

(f) – foliação desfavorável à estabilidade da escavação;

F – Filito;

F/Q – alternância de filito com quartzito, com predominância de filito;

F1 – fator relativo ao paralelismo entre a fratura e o talude, da nota SMR;

F2 – fator relativo ao mergulho da fratura, da nota SMR;

F3 – fator relativo à condição da fratura em relação à face do talude, da nota SMR;

F4 – fator relativo à perturbação gerada pelo método de escavação, da nota SMR;

Fg – Filito grafitoso;

Fi – grau de fraturamento, variando de F1 (maciça) a F5 (extremamente fraturada);

Fol – foliação;

Fr – fratura;

GSI – nota classificatória de maciços rochosos (*Geological strength Index*) proposta por Hoek (1989);

HW – nomenclatura do revestimento de sondagem com diâmetro externo 114,5 mm e diâmetro interno 101,4 mm;

HX – nomenclatura do revestimento de sondagem com diâmetro externo 114,5 mm e diâmetro interno 104,6 mm;

jA – componente de jC relativa à alteração dessa superfície;

Ja – parâmetro referente à alteração das paredes das fraturas;

jC – fator relativo à condição de junta (do ponto de vista geométrico e quanto às condições de superfície);

jL – componente de jC relativa à persistência da junta;

Jn – parâmetro referente ao número de famílias de fraturas;

JP – parâmetro de junta, componente da nota RMi;

jR – componente de jC relativa à rugosidade da superfície da junta;

Jr – parâmetro referente à rugosidade das fraturas;

Jw – parâmetro referente à vazão pelas fraturas;

l – *span* do túnel;

(m) – foliação favorável à estabilidade da escavação;

Material tipo 1 – solos e rochas A4, C4 e F4/5;

Material tipo 2 – rochas A2/3, C2/3 e F3/4;

Material tipo 3 – rochas A1/2, C1/2 e F2/3;

MBR – *Modified Basic RMR* (Kendorski, 1983);

ms – mapeamento superficial (sigla utilizada para designar descontinuidades identificadas dessa forma);

MW – Megawatt, unidade de medida de potência de energia;

NA – Nível d'Água;

NW – nomenclatura do revestimento de sondagem com diâmetro externo 89,1 mm e diâmetro interno 76,4 mm;

NX – nomenclatura do revestimento de sondagem com diâmetro externo 89,1 mm e diâmetro interno 80,8 mm;

PS – fator de ajuste quanto ao tamanho do bloco ou painel, variando de 1,0 a 1,3, na nota MBR;

Q – nota classificatória para designar a qualidade de maciços rochosos para túneis (Barton, 1974);

Q – quartzito;

Q/F - alternância de quartzito com filito, com predominância de quartzito;

R_{Mi} – *Rock Mass Index* (Palmström, 1975);

RMR – *Rock Mass Rating* (Bieniawski, 1973)

RMR_{básico} – nota RMR antes da aplicação do ajuste quanto às descontinuidades;

RQD – *Rock Quality Designation*;

RSR – *Rock Structure Rating* (Wickham et al., 1972)

S – fator de ajuste quanto à ocorrência das principais falhas do maciço, que

SM – sondagem mista;

SMR – *Slope Mass Rating* (Romana, 1993);

Spam – máximo vão livre;

SR – sondagem rotativa;

SRF – parâmetro referente ao estado de tensões do maciço (*Stress Reduction Factor*);

SRI – sondagem rotativa integral;

Stand-up time – tempo de permanência da escavação, sem aplicação de suporte;

t – tempo;

TA – taludes na região da Tomada d'Água;

TBM – Tunneladora (*Tunelling Boring Machine*);

UCS – Resistência à compressão simples da rocha (*Uniaxial Compressive Strength*);

UHE – Usina Hidrelétrica;

un. – unidade;

Vb – volume típico do bloco de rocha circundado pelas discontinuidades (ou volume do bloco);

VT – taludes na região do Vertedouro;

W – peso de rocha (carregamento)

ϕ – parâmetro geotécnico indicativo do ângulo de atrito;

Capítulo I

INTRODUÇÃO

1.1. Motivação e Importância da Pesquisa

O desafio de um projeto real, com limitadores reais e a necessidade de segurança também real, despertou especial interesse. A busca pela compreensão mais profunda da geologia estrutural e sua gênese marcou o início do Projeto da UHE Batalha. Frente às dificuldades geológicas encontradas, a cada ganho de conhecimento, identificava-se a necessidade ainda maior de mais estudos, mais discussões e mais pesquisas.

Foi nesse ambiente desafiador e, inicialmente, cheio de incógnitas que nasceu a idéia da pesquisa. Para o próprio desenvolvimento dos projetos Básico e Executivo fazia-se necessária a utilização de alguma ferramenta que possibilitasse a modelagem das escavações a céu aberto, com vistas ao dimensionamento geométrico e de tratamento.

Por questões inerentes ao projeto da UHE Batalha, decidiu-se pelo dimensionamento a partir de um sistema classificatório específico. Foi identificada, então, a oportunidade de se analisar a coerência do sistema proposto, concedendo maior confiabilidade ao projeto propriamente dito, e compartilhar os resultados com as sociedades acadêmica e técnica, enriquecendo os estudos e a prática de emprego de sistemas de classificação em casos complexos, pouco registrados.

A classificação de maciços rochosos é uma ferramenta utilizada sempre com objetivos finais de aplicação prática. Reduzir seu caráter empírico, motivo de muita discussão quanto à confiabilidade dessa ferramenta, é objetivo constante. Entende-se que ao acrescentar a experiência do Projeto Batalha, será aumentado o universo de casos estudados, contribuindo-se assim para um melhor embasamento na decisão (ou não) por sistemas de classificação como ferramenta de estudo de taludes.

A maior discussão, no entanto, deve-se à utilização indevida, ou inadequada, de determinados sistemas de classificação. Quanto a esta questão, entende-se que a presente pesquisa também oferece contribuição. Uma vez que analisa a aplicação tanto de sistemas correntes quanto de um sistema específico, os estudos fornecerão subsídios para a avaliação daquilo que vem sendo praticado. Poderá ser avaliada a prática de aplicação, quanto a condições geológicas menos comuns, de alguns sistemas classificatórios correntemente utilizados. E poderá ainda ser avaliada a ênfase a ser dada quando da decisão pelo desenvolvimento de sistemas específicos.

Enfim, entende-se que a pesquisa a ser descrita nos próximos capítulos redundará em benefícios presentes e futuros, para acadêmicos e práticos, para o projeto em questão e para futuros projetos.

1.2. Objetivos da Pesquisa

Dois objetivos nortearam a pesquisa, em todo o tempo:

- A aferição do sistema de classificação desenvolvido especificamente para o Projeto da UHE Batalha;
- O estudo da aplicabilidade de algumas classificações correntes às condições do Projeto em questão.

Cumpridos esses objetivos principais, ainda se pôde vislumbrar outras contribuições, que passaram também a ser objetivos secundários:

- Determinar o enfoque mais adequado a ser dado, em casos de geologia semelhante à do Projeto da UHE Batalha;
- Entender melhor o comportamento das classificações correntes frente às características geológicas do referido Projeto.

1.3. Metodologia da Pesquisa

Em linhas gerais, a pesquisa consistiu na classificação de cada um dos taludes das escavações necessárias à implantação da UHE Batalha, utilizando-se sistemas de classificação de maciços rochosos, e a posterior análise do conjunto de resultados dessa classificação.

A pesquisa foi iniciada pelo estudo do contexto geológico em que está inserido o projeto. O Capítulo 3 apresenta esse estudo que possibilitou conclusões quanto às características geo-estruturais, geotécnicas e geomecânicas do maciço rochoso em questão.

Com base na fase inicial, foi desenvolvida a segunda etapa da pesquisa que correspondeu ao desenvolvimento de um sistema de classificação específico para o maciço rochoso estudado. Isso resultou no Sistema de Classificação Batalha, cuja justificativa e metodologia encontram-se descritas no Capítulo 4.

O Capítulo 5 apresenta a terceira etapa da pesquisa que consistiu na classificação do mesmo maciço por meio de sistemas de utilização corrente. De tal etapa constaram o estudo dos diversos sistemas de classificação aplicáveis à situação, o processo de tomada de decisão pelos sistemas a serem utilizados e a aplicação, propriamente dita, dos sistemas RMR e SMR selecionados ao maciço estudado.

O Capítulo 6 apresenta finalmente a etapa comparativa entre os sistemas de classificação. A etapa comparativa incluiu todos os passos necessários para a comparação entre os diferentes sistemas classificatórios. Além da comparação, este Capítulo também incluiu a análise da comparação e conclusões específicas, relativas a cada sistema estudado.

As conclusões finais da pesquisa resultantes dessa análise são apresentadas, juntamente com as sugestões para futuras pesquisas, no Capítulo 7.

Finalmente, são apresentados sete anexos:

- Anexo I – Desenhos de Arranjo e Localização de Sondagens e Seções;
- Anexo II – Investigações Geológico-Geotécnicas: Sondagens e Ensaios de Laboratório;
- Anexo III – Projeções Estereográficas;
- Anexo IV – Resultados da Classificação Batalha;
- Anexo V – Memória das Classificações RMR(cc) e SMR(cc);
- Anexo VI – Memória das Classificações RMR(bxc) e SMR(bxc);
- Anexo VII – Memória do Comparativo de Classificações.

Capítulo 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desenvolvimento desta pesquisa exigiu o estudo do estado da arte do tema abordado. Com esse intuito, foram pesquisados os trabalhos básicos referentes ao tema “Classificações de Maciços Rochosos” e trabalhos descritivos das experiências adquiridas no decorrer dos anos.

Este capítulo apresenta a compilação das informações adquiridas em tal pesquisa. São relatados os princípios básicos dos sistemas de classificação de maciços rochosos, com a apresentação dos principais sistemas propostos e correntemente utilizados. Também é abordado o desenvolvimento de sistemas específicos de classificação, expondo-se algumas das principais experiências relatadas na literatura.

Por fim, são apresentadas experiências registradas na bibliografia técnica de estudos em geologia de características complexas. Quanto a esses casos, são destacados, especialmente, os trabalhos em filitos – tipo litológico predominante na área de estudo da presente pesquisa.

2.1 Sistemas de classificação de maciços rochosos

Maciços rochosos podem ser definidos por um conjunto não homogêneo de materiais, compostos por fragmentos e blocos de dimensões e formas diversificadas. A isso, acrescenta-se a grande diversidade, quanto à rocha intacta e quanto às descontinuidades ocorrentes no maciço (Palmstrom, 1996). Diante dessa realidade, surge a principal dificuldade para a avaliação do maciço exclusivamente por meio de ensaios laboratoriais, correspondente ao fator de escala (Montoya, 2002).

A solução prática encontrada para a atribuição de parâmetros e a modelagem do maciço rochoso, frente à heterogeneidade característica, têm sido os sistemas empíricos de classificação, com ênfase observacional. A técnica de se classificar maciços rochosos como parte do processo de avaliação de sua estabilidade é uma

prática corrente desde a primeira proposição de um sistema “universal” (Terzaghi, 1946).

O princípio básico da classificação de maciços em rocha é o estabelecimento dos parâmetros relevantes e a atribuição de um número e um peso que revelem seu grau de importância (Hack, 2002). Por meio de equações de origem empírica, parâmetros, números e pesos definem uma nota final a determinada área do maciço. Assim, é possível reunir, num mesmo grupo, as diversas áreas do maciço que possuem características semelhantes. Costuma-se fazer também correlações entre cada grupo (ou faixa de notas) e o nível de estabilidade da escavação, o tratamento necessário ou ainda o *stand-up time*, no caso de escavações subterrâneas.

A caracterização de cada um desses grupos é feita por um conjunto de parâmetros, pré-estabelecidos, de diferentes implicações sobre o maciço. Vale, no entanto, destacar que o que realmente descreve o maciço rochoso é o conjunto de parâmetros; não os parâmetros isoladamente (Bieniawski, 1984).

As características, ou parâmetros, usadas como referência para tal agrupamento variam de acordo com o objetivo final da análise. Elas podem ser de ordem geoestrutural, litológica, geomecânica, ou ainda outras, menos usuais.

Bieniawski (1993) sugere que a classificação de maciços rochosos constitui-se na espinha dorsal do processo de análise de escavações em rocha, incluindo tanto seu dimensionamento geométrico quanto seu sistema de tratamento. Sua grande utilidade e objetividade devem-se ao seu caráter empírico, que é resultado da aplicação de experiências adquiridas em projetos anteriores (Bieniawski, 1984).

Na prática usual de projetos de escavações em rocha, sejam elas a céu aberto ou subterrâneas, a classificação de maciços é amplamente utilizada como base para a análise de casos complexos. A constante atualização de sistemas classificatórios, pelo acréscimo de novas experiências à compilação inicial, oferece segurança para a sua utilização em casos semelhantes.

Bieniawski (1993) discorre sobre o tema classificação de maciços rochosos, apresentando como objetivos: (i) a identificação dos principais parâmetros inerentes ao comportamento da massa rochosa; (ii) a distinção de um mesmo maciço em diferentes setores, de qualidade variável; (iii) o fornecimento de dados básicos para a

identificação das características de cada classe em que for dividido o maciço rochoso; (iv) a possibilidade de dedução de parâmetros, quantitativos, para o projeto propriamente dito; (v) a estimativa de sistemas de suporte para túneis e taludes; (vi) a formação de uma linguagem comum entre equipes de geologia e engenharia; (vii) a correlação entre a experiência adquirida em casos anteriormente estudados com outros, futuros.

Já Ojima (1982) é mais sucinto ao agrupar os sistemas classificatórios em dois grandes grupos. Os dois grupos diferem entre si quanto a seus objetivos. Há (i) os sistemas que visam à uniformização da linguagem a ser utilizada entre equipes técnicas, focando-se apenas nas propriedades intrínsecas do meio rochoso e (ii) os sistemas que visam à previsão do comportamento da massa rochosa, diante de solicitações e reações características.

O conjunto de parâmetros observados para a caracterização de maciços rochosos foi crescendo à medida que as necessidades foram sendo modificadas. E tais modificações advêm dos novos objetivos, novas preocupações e novas tecnologias com que as obras são levadas a cargo, com o passar do tempo.

2.2 Histórico

Inicialmente, os maciços rochosos eram caracterizados por meio de mapas geológicos, que se restringiam a descrições litológicas e algumas outras características, exclusivamente, geológicas. À medida que a interação entre geologia e engenharia intensificou-se, começou a haver uma demanda maior de informações. Passou-se a um enfoque geotécnico, sendo necessária a caracterização geotécnica dos maciços (Hack, 2002).

Além disso, começou a haver certo incentivo para que já fosse associada a caracterização do maciço rochoso ao sistema de suporte necessário à sua estabilidade. Essa associação – descrição e suporte – define um “sistema de classificação de maciços rochosos” (Hack, 2002).

Observa-se que a referência ao suporte não é exclusiva a um sistema de tratamento a ser aplicado. Refere-se à possibilidade de enquadramento dos maciços rochosos em faixas de similaridade, seja de tratamento ou simplesmente de características.

O primeiro sistema de classificação, de ordem prática, introduzido foi o *Rock Load Classification* de Terzaghi, em 1946. Foi muito utilizado, especialmente nos Estados Unidos, para a aplicação em túneis. Posteriormente, em 1958, Lauffer avançou um grande passo na classificação aplicada a túneis, quando introduziu o conceito de *stand-up time*. Sua proposição baseou-se nos trabalhos de Stini (1950). Em 1960, Deere apresentou o *Rock Quality Designation* (RQD), um método simples e prático para a descrição da qualidade do maciço rochoso amostrado em testemunhos de sondagens (Bieniawski, 1984).

O primeiro sistema a levar em conta o grau de importância de cada parâmetro de classificação foi o *Rock Structure Rating* (RSR). Esse sistema foi desenvolvido por Wickham et al. (1972, 1974).

Importante evolução na classificação de maciços rochosos para a execução de túneis foi o desenvolvimento de sistemas que fornecem dados que possibilitam a seleção de suportes de tecnologia mais recente (concreto projetado e chumbadores). Dois sistemas introduziram esse tipo de ferramenta: o *Rock Mass Rating* (RMR), proposto por Bieniawski em 1973, e o sistema Q, apresentado por Barton et al. em 1974. Ambos os sistemas objetivam a classificação geomecânica do maciço (Bieniawski, 1984).

Estudos posteriores propuseram, de modo geral, a extensão dos antigos sistemas a novas realidades e a revisão das equações empíricas (pelo registro de diversos novos casos em que foram aplicados os sistemas anteriores). Destacam-se a extensão da aplicação do RMR a minas a céu aberto, proposta por Laubscher (1975), e a proposição do SMR correspondente ao ajuste do RMR à realidade de fraturas ocorrentes em talude, por Romana (1985).

2.3 Sistemas Correntes de Classificação

Com o acúmulo de experiências e com o desenvolvimento de estudos mais recentes – em termos de técnicas, tecnologia, geologia e outros fatores interferentes na classificação de maciços, novos sistemas têm sido propostos. A literatura técnica revela a grande diversidade de classificações hoje existentes. Cada uma delas tem suas peculiaridades e diferenciam-se entre si pela gama de critérios adotados (Ojima, 1982).

Apesar de toda essa variedade, vale o estudo de alguns sistemas classificatórios básicos, correntemente utilizados pela sociedade técnica mundial.

2.3.1 Terzaghi (1946)

Numa época em que o sistema de suporte mais comum para a escavação de túneis era o conjunto de cambotas metálicas, Terzaghi propôs o primeiro método de classificação, com linguagem uniformizada, para maciços rochosos. Por meio dessa classificação é possível a avaliação do carregamento gerado pelo maciço e a definição do sistema de suporte com cambotas metálicas (Bieniawski, 1984).

O conceito da Classificação de Terzaghi é de que as feições geológicas adversas, e a intensidade com que acontecem no maciço, sobrepujam à litologia, quando o enfoque é geotécnico. Com essa visão, identificou nove diferentes condições de rochas componentes do maciço rochoso: rocha dura e intacta, rocha dura estratificada ou xistosa, rocha maciça moderadamente fraturada, rocha moderadamente compartimentada, rocha muito compartimentada, rocha completamente esmagada, mas quimicamente intacta, rocha pouco expansiva, de profundidade média, rocha pouco expansiva, de profundidade elevada, rocha expansiva (Ojima, 1982).

Cada condição de rocha associada a diferentes relações entre a largura B e a altura H_t do túnel (Figura 2.1), define uma classe de maciço. As classes de maciço são correlacionadas com a solicitação (função de H_p e B_i) gerada pelo maciço e a estimativa do suporte necessário à estabilidade da escavação.

A aplicação do *Rock Load Classification* de Terzaghi restringe-se a escavações subterrâneas e propõe apenas cambotas metálicas como suporte. Não se refere, portanto, às técnicas mais modernas e usuais de suporte tais como o concreto projetado e chumbadores (Ojima, 1982; Bieniawski, 1984). A principal crítica ao sistema é sua subjetividade na classificação, dependendo excessivamente da experiência prática acumulada por quem aplica a classificação. Na tentativa de reduzir a dependência do julgamento do profissional que classifica o maciço, vários autores têm estabelecido correlações numéricas para as faixas descritas qualitativamente por Terzaghi (Tzamos e Sofiano, 2007).

A modificação desse sistema, proposta por Deere (1970), acrescenta um parâmetro que leva em conta as descontinuidades ocorrentes no maciço. Esse parâmetro pode

ser ou o “espaçamento entre fraturas” ou o RQD (*Rock Quality Designation*). Tal modificação implicou na revisão dos sistemas de suporte propostos e no aumento das classes de maciço de nove para dez. A Tabela 2.1 mostra o resultado final da modificação proposta por Deere.

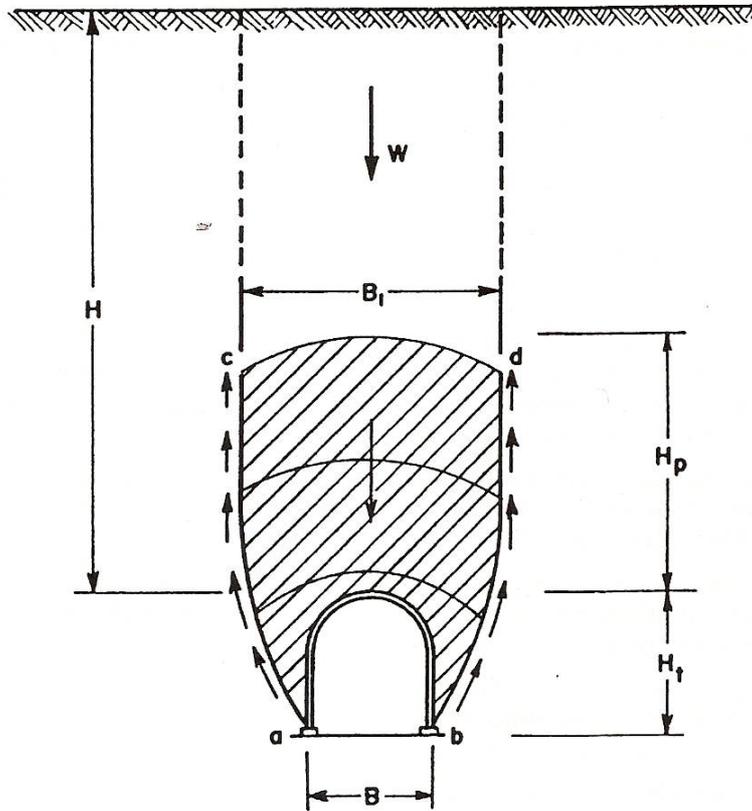


Figura 2.1 – Diagrama simplificado do carregamento rochoso sobre o túnel, estimado por Terzaghi (Bieniawski, 1984).

2.3.2 Lauffer (1958)

O sistema de classificação apresentado por Lauffer aplica-se exclusivamente a túneis. Sua proposição baseou-se nos estudos de Stini (1950), que destacavam a importância dos aspectos geo-estruturais negativos no maciço rochoso. Mais adiante, em 1958, Lauffer acrescentou o conceito do *stand-up time* (Bieniawski, 1984).

Tabela 2.1 – Classificação de Terzaghi modificada por Deere (1970)

Espaçamento das fraturas (cm)	ROD (%)	Condição da Rocha	Carregamento H_p		Comentários
			Inicial	Final	
50	98	Dura / Intacta	0	0	Generally no side pressure. Erratic load changes from point to point. Aplicar de revestimento somente se ocorrerem lascas ou estouros. É freqüente a ocorrência de lascas. Se ocorrer camada inclinada: pressões laterais e lascas.
		Dura Estratificada ou xistosa	0	0.25B	
	95	Maciça, moderadamente fraturada	0	0.5B	
			0	0.25B to 0.35C	
20	75	Moderadamente fragmentada e desgastada	0	0.25B to 0.35C	Pressão lateral muito baixa ou nula
	50	Muito fragmentada, desgastada e desagregada	0 to 0.6C	0.35C to 1.1C	
5	25	Totalmente despedaçada		1.1C	Considerável pressão lateral. Se houver nível d'água, usar sistema de suporte continuamente.
	10	Cascalho / areia			
2	2		Cascalho / areia	0.54C to 1.2C	0.62C to 1.38C
		0.94C to 1.2C		1.08C to 1.38C	
Weak and coherent		Esmagada, a profundidade média		1.1C to 2.1C	Alta pressão lateral; é necessário sistema de suporte continuamente.
		Esmagada, a grande profundidade		2.1C to 4.5C	
		Expansiva		> 76m	Usar suporte de forma circular. Em casos extremos, utilizar suporte tracionado.

Notas:

1. Para rochas classificadas como 4, 5, 6 ou 7, quando acima do nível d'água, deve-se reduzir o carregamento em 50%.
2. B é a largura do túnel, $C = B + H_t$ = largura + altura do túnel.
3. γ é a densidade média.

A conclusão de Lauffer é de que o tempo em que a escavação se mantém estável, sem a utilização de suporte, (*stand-up time*) relaciona-se com as classes de rocha por ele definidas (Ojima, 1982).

Em seguida, outros autores acrescentaram modificações à proposição inicial de Lauffer. Entre eles, destaca-se Pacher (1974). O resultado dessa soma de conclusões é o conceito de que o *stand-up time* é inversamente proporcional ao *span*, largura livre máxima da seção do túnel. A Figura 2.2 ilustra essa correlação.

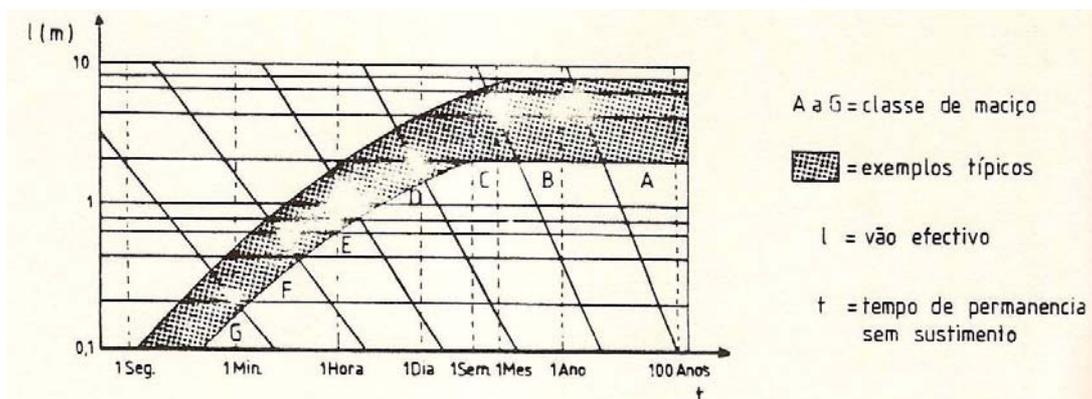


Figura 2.2 – Correlação entre tempo de estabilidade do maciço (t) e *span* (l) da escavação (Ojima, 1982; adaptado de Lauffer, 1958).

Foram ainda identificados outros fatores influentes na estabilidade do maciço. Os fatores destacados, além do *stand-up time*, são (Ojima, 1982):

- (i) a orientação do eixo do túnel em relação a planos relevantes à geomecânica do maciço (de estratificação ou de fraturamento);
- (ii) a forma da seção transversal do túnel;
- (iii) o método de escavação utilizado;
- (iv) o sistema de suporte a ser aplicado.

A introdução do *stand-up time* foi a mais importante contribuição de Lauffer. Esse conceito é correntemente utilizado no projeto e execução de escavações subterrâneas atualmente.

2.3.3 Wickham et al. (1972)

Wickham et al. (1972) introduziram o conceito de pesos relativos para os diferentes parâmetros com a proposição do *Rock Structure Rating* (RSR), atualizado em 1974.

Com esse conceito, passou-se a atribuir diferentes graus de importância a diferentes parâmetros, conforme as características do maciço em estudo (Bieniawski, 1984). Por fim, essa ponderação de parâmetros visa à definição do revestimento necessário a túneis, em sua fase construtiva (Ojima, 1982). O banco de dados para possibilitar essa definição foi a análise de 53 projetos de túneis. Considerando-se as variações geológicas ao longo desses túneis, foi analisado um total de 190 seções típicas e os respectivos sistemas de suporte aplicados (Bieniawski, 1984).

Segundo Bieniawski (1984), de maneira geral, o RSR considera duas grandes categorias de parâmetros que interferem no comportamento do maciço rochoso onde o túnel é escavado: os parâmetros de ordem geológica e os parâmetros de ordem construtiva. A nota classificatória final é obtida pela soma de três parâmetros (Ojima, 1982):

- (i) Parâmetro A – que refere-se ao tipo e estrutura da rocha;
- (ii) Parâmetro B – que refere-se à orientação tanto das descontinuidades como da escavação do túnel;
- (iii) Parâmetro C – que refere-se às condições hidro-geológicas (em termos de vazão e condições da material das paredes).

A nota ($RSR = A + B + C$) denota a qualidade do maciço rochoso e sua necessidade de suporte. Bieniawski (1984) destaca que foi ainda estudado o ajuste quanto à necessidade de suporte para os túneis escavados com tuneladoras (TBM), em lugar do tradicional *drill and blast* (escavação a fogo). A redução decorrente desse ajuste pode ser observada na Figura 2.3. Nela se apresenta a curva de variação, em função do diâmetro do túnel, do fator redutor por que deve ser dividida a nota RSR real para a obtenção da nota RSR específica para esse tipo de escavação.

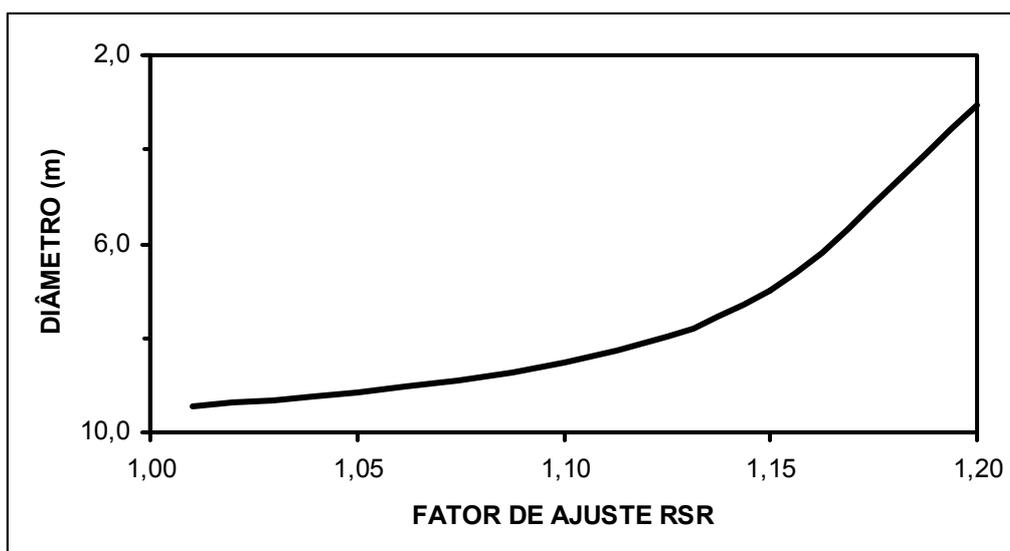


Figura 2.3 – Curva para ajuste do conceito RSR à utilização de tuneladoras (adaptado de Wickham et al., 1972).

Nos estudos para a previsão da necessidade de suporte, das 190 seções típicas analisadas, quase 90% teve sistemas de cambotas metálicas como suporte. Das seções restantes, 26 não necessitaram de suporte e apenas 17 receberam chumbadores e/ou concreto projetado como sistema de suporte. Isso evidencia que o sistema RSR de classificação foi basicamente desenvolvido para sistemas de suporte em cambotas metálicas (Bieniawski, 1984).

No entanto, Bieniawski (1984) descreve que foram extrapoladas equações também para a definição de sistemas de suporte que utilizem chumbadores e concreto projetado. Para um primeiro caso, considerou-se que os chumbadores trabalham somente tensionados e calculou-se o carregamento de rocha suportado por túneis com esse sistema de suporte. Chegou-se, então, à relação entre espaçamento e carregamento para chumbadores de 25mm:

$$\text{espaçamento} = \frac{350}{W} \quad \text{Eq. 2.1}$$

Onde: *espaçamento* é expresso em metros (m);

W = carregamento de rocha (kPa)

Para um segundo caso, não foi encontrada correlação entre as condições geológicas e as solicitações de resistência sobre o concreto projetado. Bieniawski sugeriu, então, a seguinte relação empírica:

$$t = 25,4 + 423,3 \cdot W \quad \text{Eq. 2.2}$$

ou

$$t = 0,56 \cdot D \cdot (65 - RSR) \quad \text{Eq. 2.3}$$

Onde: t = espessura do concreto projetado (mm);

W = carregamento de rocha (kPa);

D = diâmetro do túnel (m).

Por fim, a partir das equações, relativas a técnicas mais modernas de suporte, e das conclusões, relativas ao sistema de suporte com cambotas metálicas, foram elaborados gráficos típicos para túneis de 3, 6, 7 e 10m de diâmetro. A Figura 2.4 exemplifica esses gráficos para o caso de túnel de 6m de diâmetro.

O principal destaque desse sistema é a introdução de uma classificação quantitativa; diferente das avaliações qualitativas que vinham sendo propostas. Isso a torna menos subjetiva que as demais. Além disso, o fato de incorporar vários parâmetros diferentes confere-lhe maior abrangência, quanto à avaliação (Bieniawski, 1984).

Diante de todo o enfoque dado pela Classificação RSR, fica clara sua aplicabilidade exclusiva a túneis. Sendo também considerada, pela sociedade técnica de modo geral, confiável em se tratando de sistemas de suporte com cambotas metálicas; e deficiente quando se trata de suporte de túneis com técnicas mais modernas. Assim como Terzaghi e Lauffer, este sistema de classificação é criticado por sua subjetividade (Ojima, 1982).

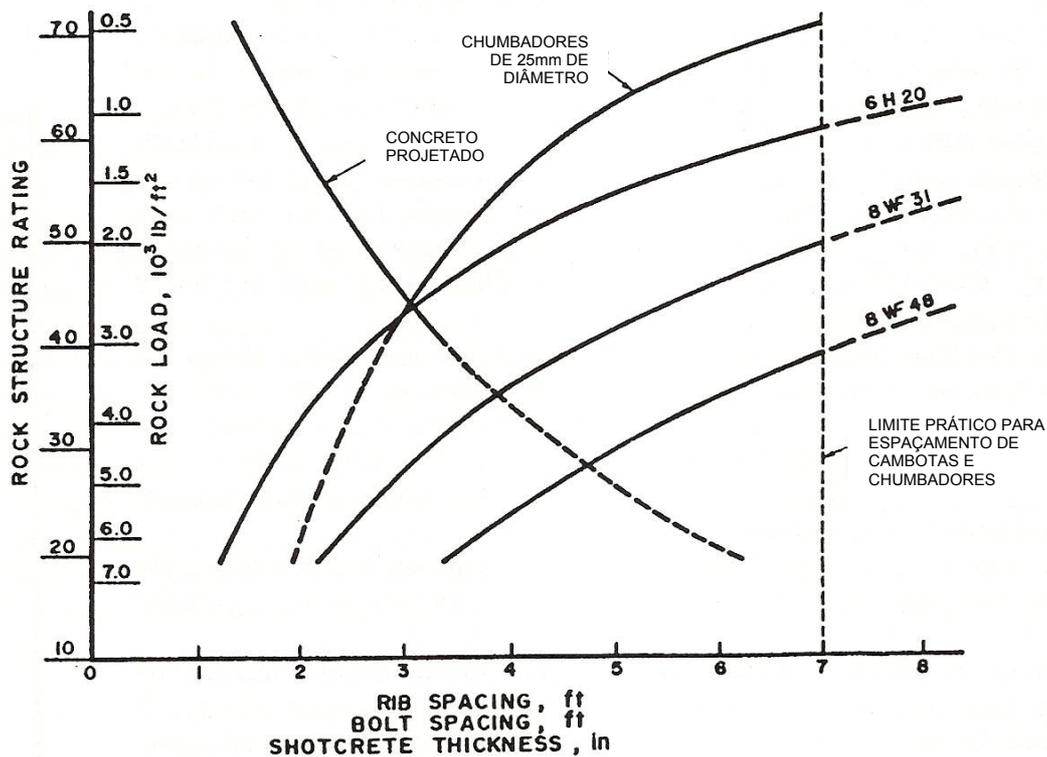


Figura 2.4 – Curvas típicas para dimensionamento de suporte em túnel de 6m de diâmetro (Wickham et al., 1972).

2.3.4 RMR

O *Rock Mass Rating* (RMR), proposto por Bieniawski (1973), introduziu um enfoque bastante específico da engenharia, de caráter geomecânico, à classificação de maciços rochosos. O sistema considera seis parâmetros básicos:

- (i) A = resistência à compressão uniaxial da rocha intacta (UCS);
- (ii) B = qualidade da rocha, expressa pelo RQD;
- (iii) C = espaçamento entre descontinuidades;
- (iv) D = condição de superfície das descontinuidades;
- (v) E = condições de água no maciço;
- (vi) F = orientação das descontinuidades.

Bieniawski (1984) destaca que tais parâmetros podem ser adquiridos tanto no campo quanto pela observação de sondagens (descrições e testemunhos). Para a aplicação dos parâmetros que formarão a nota RMR, é necessário que primeiramente o maciço seja subdividido em zonas mais ou menos uniformes, em termos geológico-estruturais. Então, cada parâmetro (de A a F) será atribuído a cada uma dessas regiões, resultando numa nota RMR por região.

Cada um dos parâmetros de A a E são distribuídos em cinco faixas de valores. Essas faixas correspondem a notas parciais, para cada parâmetro. No entanto, a atribuição de notas a cada uma das faixas de valores já considera, implicitamente, a ponderação dos parâmetros de diferente importância para a geomecânica do maciço. A soma desses cinco parâmetros (A+B+C+D+E) equivale ao chamado RMR básico, que corresponde à qualidade do maciço propriamente dito (Bieniawski, 1984).

$$RMR_{básico} = A + B + C + D + E \quad \text{Eq. 2.4}$$

Após a identificação do maciço, é então considerada a influência das descontinuidades na estabilidade da escavação. É avaliada sua condição, que varia de muito desfavorável a muito favorável. Observa-se que a atribuição do parâmetro F não é quantitativa, mas qualitativa, diferentemente dos parâmetros anteriores.

A nota RMR final constitui-se da simples soma de cada um dos parâmetros citados incluindo-se o ajuste relativo à orientação da descontinuidade:

$$RMR = RMR_{básico} + F \quad \text{Eq. 2.5}$$

A nota RMR final pode então ser enquadrada em uma das cinco classes geomecânicas, cada uma abrangendo uma faixa de vinte pontos.

Há, no entanto, sérias críticas aos valores impostos para o ajuste correspondente ao fator F (relativo à orientação das descontinuidades). Muitos autores (Romana, 1993; Steffen, 1976; Hack, 2002) consideram que tais valores penalizam em excesso a nota final, quando aplicada a taludes.

A Tabela 2.2 ilustra a composição da nota RMR final, bem como as faixas correspondentes a cada classe geomecânica.

A partir da nota RMR final, são propostas correlações para a determinação do suporte necessário à estabilidade, em casos específicos de engenharia. Unal (1983), por exemplo, propôs o cálculo da resistência de suporte necessária para dada nota RMR, em túneis.

Tabela 2.2 – Sistema de Classificação RMR (Bieniawski, 1993)

A. Parâmetros de classificação e respectivas notas

PARÂMETROS			FAIXA DE VALORES						
1	Resistência da rocha intacta	Resistência determinada no <i>Point Load Test</i>	> 10 MPa	4 - 10 MPa	2 - 4 MPa	1 - 2 MPa	Para essa faixa, prefere-se ensaio de compressão simples.		
		Resistência determinada no ensaio de compressão simples	> 250 MPa	100 - 250 MPa	50 - 100 MPa	25 - 50 MPa	5 - 25 MPa	1 - 5 MPa	< 1 MPa
	Nota	15	12	7	4	2	1	0	
2	RQD		90% - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	< 25%		
	Nota		20	17	13	8	3		
3	Espaçamento entre descontinuidades		> 2 m	0,6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	Nota		20	15	10	8	5		
4	Condições da descontinuidade		superfície muito rugosa descontínua não aberta superfície sã	superfície levemente rugosa abertura < 1 mm superfície levemente alterada	superfície levemente rugosa abertura < 1 mm superfície muito alterada	superfície espelhada ou irregularidades < 5mm ou abertura de 1 a 5 mm contínua	irregularidades > 5mm ou abertura > 5 mm contínua		
	Nota		30	25	20	10	0		
5	Presença de água	Fluxo afluyente em 10 m de túnel	nenhum	< 10 litros / min	10 - 25 litros / min	25 - 125 litros / min	> 125		
		pressão de água na junta principal maior	0	0,0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5		
		Condições Gerais	totalmente seco	levemente úmido	úmido	gotejando	com fluxo contínuo		
	Nota		15	10	7	4	0		

Tabela 2.2 (continuação) – Sistema de Classificação RMR (Bieniawski, 1993)

B. Ajuste de notas quanto à orientação das descontinuidades

Direção e Direção de Mergulho		Muito Favorável	Favorável	Regular	Desfavorável	Muito Desfavorável
Notas	Túneis	0	-2	-5	-10	-12
	Fundações	0	-2	-7	-15	-25
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60

C. Classificação dos maciços rochosos (conforme nota final)

Nota	100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20
Classe	I	II	III	IV	V
Descrição	rocha de excelente qualidade	rocha de boa qualidade	rocha regular	rocha fraca	rocha muito fraca

D. Características das classes de maciços rochosos

Classe	I	II	III	IV	V
<i>Stand-Up-Time</i>	10 anos (para 15m de spam)	6 meses (para 8m de spam)	1 semana (para 5m de spam)	10 horas (para 2,5m de spam)	30 min (para 1m de spam)
Coesão	> 400 kPa	300 - 400 kPa	200 - 300 kPa	100 - 200 kPa	< 100 kPa
Ângulo de Atrito	> 45°	35° - 45°	25° - 35°	15° - 25°	< 15°

A classificação RMR pode ser aplicada a túneis, taludes e fundações. Segundo Bieniawski (1984), para os casos gerais de engenharia (túneis de pequena cobertura e escavações a céu aberto), o ajuste por meio do parâmetro F satisfaz às necessidades de projeto. Para minas subterrâneas e túneis profundos, outros fatores devem ser considerados nesse ajuste.

2.3.5 RMR para Minas

O Sistema RMR já vinha sendo aplicado à engenharia de minas. Destacam-se Laubscher e Taylor (1976) que usaram o sistema para a estimativa do volume de minério de asbesto a ser escavado, e Ferguson (1979) que aplicou a classificação a minas subterrâneas.

Devido às peculiaridades das atividades de escavação em minas, observou-se a necessidade de ajustes à equação original da Classificação RMR (Eq. 2.5). Um exemplo simples é o acréscimo de parâmetro relativo às tensões *in situ*, uma vez que as minas subterrâneas costumam apresentar espessa cobertura, consideravelmente maior que os casos comuns de engenharia.

Citada por Bieniawski (1993), a proposta de Laubscher (1977) é de se multiplicar a nota RMR final pelo produto de três outros fatores, muito influentes nos casos de escavações subterrâneas profundas. São eles:

- (i) A_b – fator de ajuste quanto ao dano proveniente da escavação a fogo, que varia de 0,8 a 1,0;
- (ii) A_s – fator de ajuste quanto às tensões *in situ* e a capacidade de variação dessas tensões com a escavação, podendo variar de 0,6 a 1,2;
- (iii) S – fator de ajuste quanto à ocorrência das principais falhas do maciço, que pode variar de 0,7 a 1,0.

Dessa forma, chega-se à seguinte equação, para adequação do RMR original às escavações subterrâneas profundas, em minas:

$$RMR_{\min as} = RMR \cdot A_b \cdot A_s \cdot S$$

Eq. 2.6

Sendo que o produto $A_b \cdot A_s \cdot S$ tem valor máximo de 0,5.

Posteriormente, Kendorski et al. (1983) ampliaram ainda mais a abrangência do Sistema RMR. Para minas subterrâneas formadas por túneis interligados (Figura 2.5), os autores acrescentaram outros fatores de ajuste:

- (i) A_o – fator de ajuste quanto à orientação das fraturas, variando de 0,7 a 1,0;
- (ii) DC – fator de ajuste quanto à distância ao eixo do túnel, que pode variar de 0,8 a 1,2;
- (iii) PS – fator de ajuste quanto ao tamanho do bloco ou painel, variando de 1,0 a 1,3.

O ajuste proposto por Kendorski é denominado *Modified Basic RMR* (MBR).

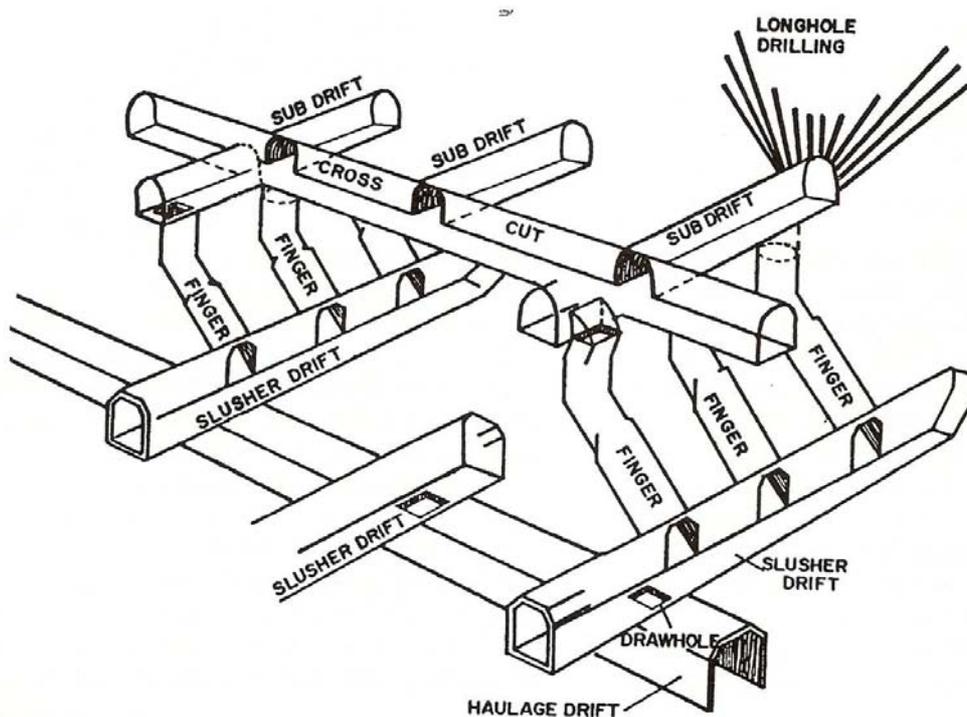


Figura 2.5 – Croqui esquemático de túneis interligados (Kendorski et al., 1983).

2.3.6 SMR

Observa-se que o RMR, originalmente, tinha forte ênfase na utilização em túneis. Ao longo dos anos, foram sendo acrescentadas correlações para aplicações mais específicas. Bieniawski e Orr (1976), complementados por Serafim e Pereira (1983),

correlacionaram a nota RMR com o módulo de deformação *in situ*, adequando a aplicação do sistema a fundações. Kendorski et al. (1983), como visto no item anterior, adaptaram o sistema à classificação de minas e túneis profundos.

Romana (1993) cita Steffen (1976) que estudou 35 taludes, dos quais 20 colapsados, cujos parâmetros de resistência foram determinados a partir da Classificação RMR e que tiveram sua estabilidade avaliada com a utilização dos ábacos de Hoek. A conclusão desse estudo sugere que o dimensionamento por meio de classificações, somente, tem caráter muito restrito.

Romana (1993) aponta como a provável justificativa para tal discordância entre estimativa e realidade a adoção de valores “extremamente altos” a serem reduzidos do RMR básico, para ajuste quanto a descontinuidades. Ele indica que tais valores acabam por tornar estudos cuidadosos de avaliação e classificação do maciço em trabalhos complexos e sem quaisquer regras bem definidas. Esse autor ainda destaca que não há qualquer referência de Bieniawski (1984) quanto à aplicação do sistema RMR a taludes.

Após destacar tais casos, Romana (1993) afirma que qualquer sistema de classificação deve considerar os seguintes fatores:

- (i) A caracterização global do maciço (incluindo frequência e condições de descontinuidades e presença de água);
- (ii) A diferença entre a direção da face do talude e a direção do principal sistema de descontinuidades;
- (iii) A diferença entre o mergulho da fratura e o mergulho da face do talude, que vai definir a possibilidade de interseção entre esses planos no trecho de talude exposto;
- (iv) A relação entre o mergulho da fratura e valores comuns de ângulo de atrito de fraturas;
- (v) A relação entre a tensão tangencial, ao longo da fratura, e o ângulo de atrito dela.

Destaca-se que o item (iv) refere-se aos casos de ruptura planar ou em cunha; o item (v) aplica-se aos casos de tombamento.

Com essa visão, Romana (1993) propôs o *Slope Mass Rating* (SMR). Sua proposta é a obtenção de uma nota SMR, a partir da nota $RMR_{básico}$, (Eq. 2.4), pela soma de um fator dependente da relação entre fratura e talude, e de outro fator, referente ao método de escavação, conforme a equação:

$$SMR = RMR_{básico} + (F1 \cdot F2 \cdot F3) + F4 \quad \text{Eq. 2.7}$$

Onde: F1 – fator relativo ao paralelismo entre a fratura e o talude;

F2 – fator relativo ao mergulho da fratura;

F3 – fator relativo à condição da fratura em relação à face do talude;

F4 – fator relativo à perturbação gerada pelo método de escavação.

Com isso, busca-se classificar o maciço com uma nota que retrate melhor a realidade da escavação, considerando não só o maciço, como também a geometria do talude.

Aponta-se, porém, o que pode constituir-se numa deficiência do sistema: No SMR, o fator F2 é calculado por meio de uma equação definida empiricamente, com base em ângulos de atrito de ocorrência freqüente. Assim, a classificação SMR tende a ser arrojada no caso de materiais cujo ângulo de atrito é inferior aos valores comumente encontrados.

É interessante destacar que Romana (1993) ainda enfatiza que, no caso de rochas muito alteráveis, deve-se aplicar a classificação a curto e longo prazo. O mesmo enfoque é feito por Hack (2002), porém de forma mais incisiva, na proposição do sistema *Slope Stability Probability Classification* (SSPC).

2.3.7 RMi

Palmström (1996a) confirma a afirmação de Hoek (1986) de que, por mais sofisticada que seja uma análise, ela pode se tornar sem qualquer utilidade ou significância, caso sua base geológica seja imprecisa ou inadequadamente descrita. Diante disso, Palmström identifica a necessidade do aperfeiçoamento das metodologias e da criação de instruções práticas, de modo que as classificações de maciços rochosos sejam baseadas em dados observacionais quantificados de maneira clara.

O RMI (*Rock Mass Index*) de Palmström, proposto em 1975, apresenta-se com o objetivo de satisfazer a demanda identificada. O sistema propõe-se a caracterizar o maciço rochoso quanto à sua resistência, considerando o conjunto formado por rocha “intacta” e descontinuidades. Dessa forma, a resistência do maciço é composta por duas notas: resistência à compressão uniaxial da rocha intacta (UCS) e parâmetro de junta (JP) da seguinte forma:

$$RMI = UCS \cdot JP$$

Eq. 2.8

O Parâmetro de Junta (JP) atua como um fator redutor da resistência da rocha intacta, aqui representada por sua resistência à compressão simples. Essa redução é explicada pela intercepção da rocha intacta pelas descontinuidades.

O parâmetro redutor JP é composto pela combinação do volume típico do bloco de rocha circundado pelas descontinuidades (ou volume do bloco, V_b) com o fator de junta (j_C). Percebe-se, portanto, a consideração das descontinuidades, tanto do ponto de vista geométrico como também quanto às suas condições de superfície.

Buscou-se calibrar a relação entre V_b e j_C através de ensaios. Há, evidentemente, consideráveis dificuldades para a execução de ensaios na mesma escala das obras de engenharia. Por esse motivo, a calibração foi baseada em apenas oito ensaios de grandes dimensões e uma retro-análise.

Por sua vez, o fator que expressa as condições de superfície da descontinuidade resulta da correlação entre as três características de descontinuidades mais influentes na cinemática do maciço (Figura 2.6): a rugosidade da superfície da junta (j_R), a alteração dessa superfície (j_A) e a persistência da junta (j_L). Diferentemente das demais, esta última característica é inserida apenas no sistema RMI, com o objetivo de simular o “efeito de escala” decorrente da existência das descontinuidades.

Os parâmetros j_A , j_R e j_L foram tabelados, de maneira a se calcular o Fator de Junta (j_C). Para a relação entre JP, V_b e j_C , foi desenvolvido o ábaco da Figura 2.7.

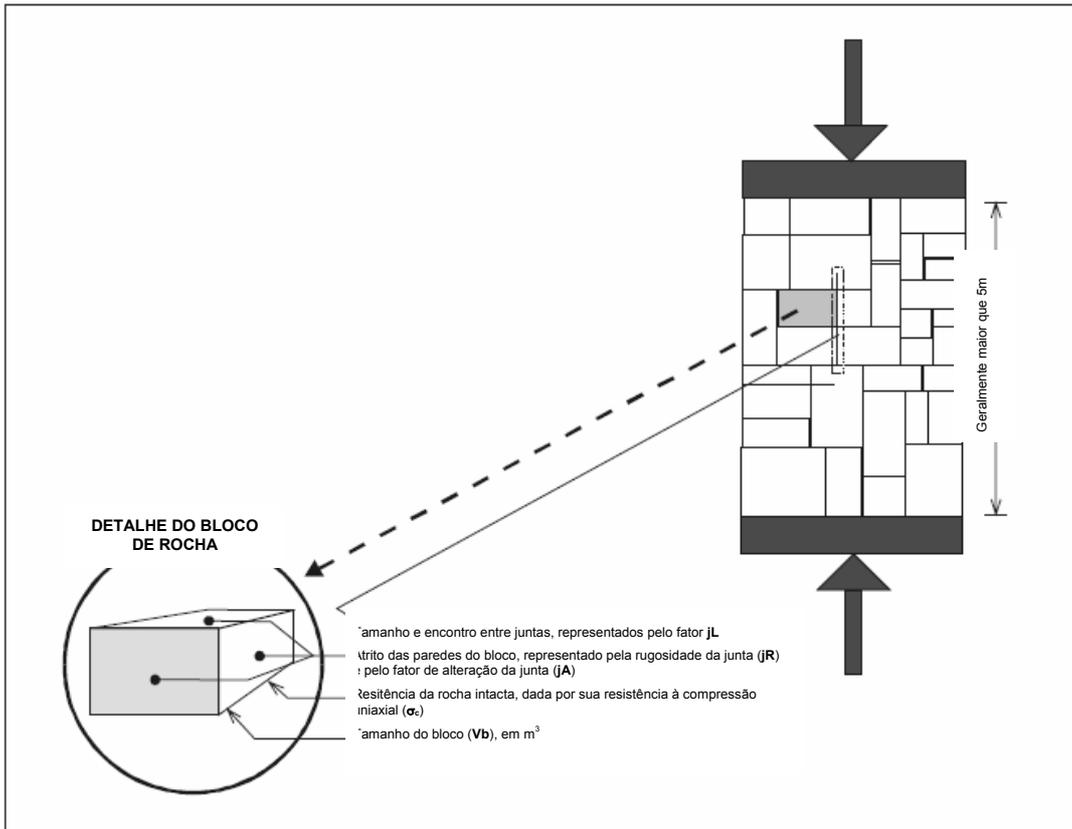


Figura 2.6 – Características das discontinuidades do Sistema RMi (Palmström, 1996a).

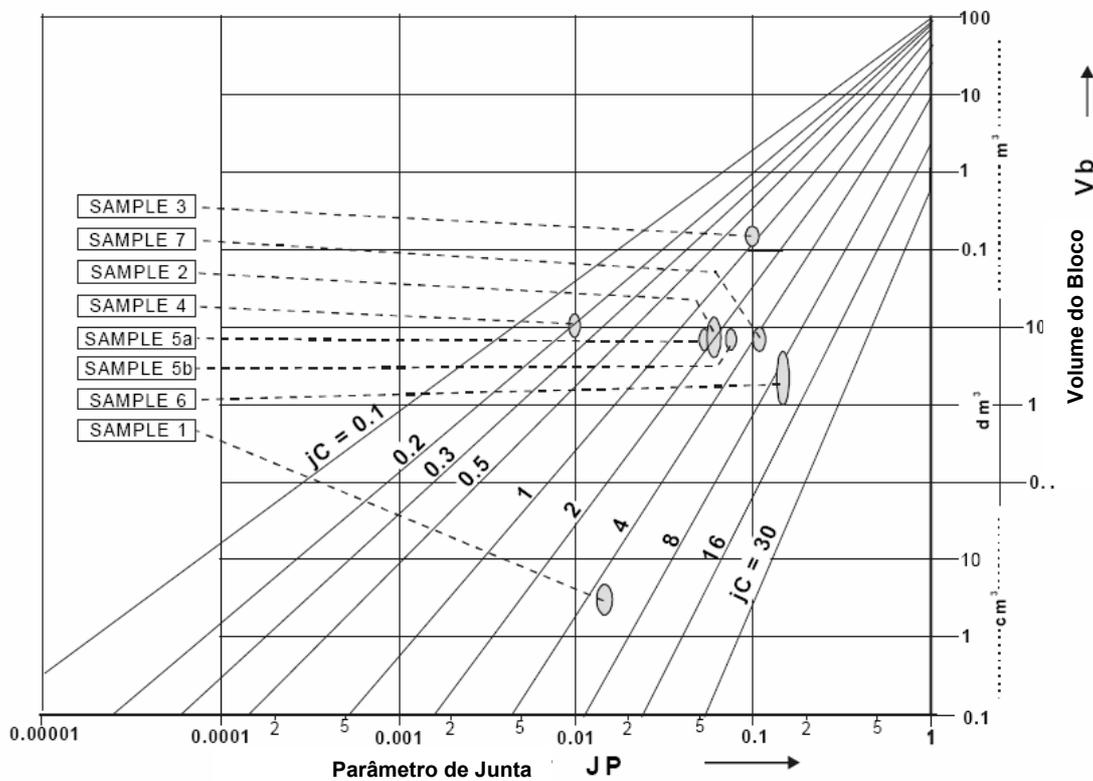


Figura 2.7 – Correlação entre os parâmetros JP, Vb e jC do Sistema RMi (Palmström, 1996a).

O sistema RMI é aplicável tanto a túneis quanto a escavações a céu aberto. Palmström (1996b) propõe ainda outras aplicações, em que a metodologia é usada como ferramenta para a determinação de aspectos relativos a outras classificações ou contextos.

2.3.8 Q-System

O sistema Q classifica, exclusivamente, túneis com vistas à definição de um sistema de suporte para o trecho representado pela seção estudada. Proposto por Barton et al. (1974), ele utiliza seis parâmetros para a composição de uma nota final, denominada Q (por indicar a qualidade do maciço). Esses parâmetros são:

- (i) J_w – Parâmetro referente à vazão pelas fraturas;
- (ii) SRF (*Stress Reduction Factor*) – Parâmetro referente ao estado de tensões do maciço.
- (iii) RQD – *Rock Quality Designation*;
- (iv) J_n – Parâmetro referente ao número de famílias de fraturas;
- (v) J_r – Parâmetro referente à rugosidade das fraturas;
- (vi) J_a – Parâmetro referente à alteração das paredes das fraturas;

Os parâmetros considerados correlacionam-se da seguinte forma, para a composição da nota Q:

$$Q = \left(\frac{RQD}{J_n} \right) \cdot \left(\frac{J_r}{J_a} \right) \cdot \left(\frac{J_w}{SRF} \right) \quad \text{Eq. 2.9}$$

De acordo com a nota Q, que varia de 0,001 a 1000, o maciço (ou região dele) é enquadrado numa das nove classes geomecânicas definidas por Barton et al. (1974). Numa segunda etapa, pode-se estimar o sistema de suporte a ser aplicado, dentre as 39 categorias por ele definidas.

2.3.9 GSI

O sistema de classificação GSI foi desenvolvido por Hoek e Brown, começando pela proposição do Critério de Ruptura de Hoek e Brown, em 1980. A apresentação do critério surgiu com a necessidade de apresentação de dados de referência para o

projeto de túneis, no livro *Underground Excavation*, publicado nessa época (Hoek e Marinos, 2006).

A idéia era a expressão, numérica e adimensional, da resistência do maciço rochoso, que pudesse ser cotado através das suas características geológicas visuais. Essa foi a grande contribuição do sistema – uma descrição quantitativa, baseada em informações observacionais. Hoek e Brown consideraram como imprescindível a aplicação prática do sistema que, segundo eles, estaria vinculada a dados geológicos observados no campo (Hoek e Marinos, 2006).

Diante da observação de que os critérios, na época, correntes não eram aplicáveis a rochas brandas ou muito fraturadas / alteradas, Hoek propôs o Sistema de Classificação GSI (*Geological Strength Index*) em 1995 (Figura 2.8).

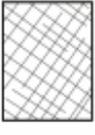
	CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE				
	MUITO BOA	BOA	REGULAR	FRACA	MUITO FRACA
ESTRUTURA	Diminuição da qualidade da superfície →				
 ROCHA INTACTA OU MACIÇA – amostras de rocha intacta ou rocha <i>in situ</i> maciça, com descontinuidades muito espaçadas	90			N/A	N/A
 EM BLOCOS – massa rochosa constituída por blocos de forma cúbica, decorrente do encontro de três famílias de descontinuidades, bem imbricada e não perturbada	80	70			
 EM MUITOS BLOCOS – massa de blocos multifacetados e angulosos, decorrente do encontro de quatro ou mais famílias de descontinuidades, imbricada e parcialmente perturbada		60	50		
 EM BLOCOS / PERTURBADA / DESCONTÍNUA – estrutura dobrada, com blocos angulosos decorrentes da interseção de muitas famílias de descontinuidades. Com acamamento ou xistosidade.			40	30	
 DESINTEGRADA – massa rochosa fracamente imbricada, intensamente quebrada, com mistura de blocos angulosos e blocos arredondados				20	
 LAMINADA / CISALHADA – ausência de blocos devido ao apertado espaçamento entre planos de xistosidade fraca ou planos de cisalhamento	N/A	N/A			10

Figura 2.8 – Ábaco para a atribuição da nota de classificação GSI (Hoek, 1998).

Originalmente desenvolvido para escavações subterrâneas, o GSI foi posteriormente aplicado em amostras de escavações a céu aberto. Os ajustes necessários foram feitos, de modo que atualmente o sistema é aplicado a ambos os casos.

O sistema GSI consiste apenas na correlação de duas descrições – a descrição das condições de superfície das fraturas e a condição de embricamento dos blocos. A primeira das descrições – condição de superfície – varia de “muito boa a muito pobre”, envolvendo as condições de rugosidade e alteração de juntas.

A segunda descrição – condição de imbricamento dos blocos – teve origem na observação da geomecânica do maciço que varia de intacto (maciço) a desintegrado ou laminado. São estabelecidas seis categorias para o imbricamento no maciço, cuja avaliação é visual.

2.4 Experiências Anteriores em Classificações Específicas

Muitas vezes, as características geo-estruturais são menos comuns e isso solicita estudos específicos para a classificação do maciço. Outras questões podem ainda ser responsáveis por tal decisão; a limitação de dados é um caso comum. Ainda, o vislumbre de condições que vão de encontro às deficiências observadas em determinadas classificações (Ojima 1982) acabam por exigir sistemas exclusivos.

Seja qual for a justificativa, a escolha dos critérios a serem utilizados será governada pelos objetivos da classificação, pela natureza e pela fase da obra, além de ser fortemente influenciada pelas características geológicas do maciço (Ojima, 1982).

2.4.1. Taludes Naturais

Classificações específicas são muito utilizadas no mapeamento de risco de encostas naturais. Essa divisão em classes de mesmo grau de risco são, em geral, avaliadas em âmbito regional.

Por exemplo, Gulla et al. (2004) descrevem o procedimento utilizado para a análise do potencial de instabilidade da região da Calábria, ao sul da Itália. Foi considerada a relevância do fator “alteração” na instabilidade dessas encostas. Por isso, pela análise

de fotos aéreas, foram identificados os afloramentos rochosos, áreas naturalmente suscetíveis à ação do intemperismo.

Num segundo passo, as áreas selecionadas foram estudadas em escala 1:50.000, quando foram classificadas em três grandes classes: A) rochas de comportamento tipo-solo, B) rochas frágeis e C) rochas duras.

Por fim, numa análise de detalhe (escala 1:10.000), sub-áreas foram estudadas juntamente com a ampliação da classificação para seis classes de grau de alteração. Isso permitiu o esboço de perfis de alteração. As conclusões finais decorreram de estudos estatísticos sobre o conjunto dos resultados encontrados nas sub-áreas.

Mesmo em se tratando de taludes naturais, uma classificação pode ser desenvolvida especificamente para fundamentar decisões tomadas diante de instabilidades de diferentes características. Um exemplo relevante é o apresentado por Remondo et al. (2004). Os autores estudaram os deslizamentos caracteristicamente rasos, ao noroeste da Espanha, onde as altitudes chegam a 755m. A região é marcada pela ocorrência de chuvas intensas (maiores que 50 mm/dia). A geologia local é composta basicamente por rochas sedimentares como calcários, arenitos e argilitos.

A “classificação” baseou-se na interpretação de fotos aéreas dos 12 anos anteriores, onde foram identificados os deslizamentos que ocorreram nesse período. A cada uma dessas ocorrências, foram associadas características físicas como morfologia, localização, fator desencadeador e conseqüências. Com isso, foi elaborado um mapa de risco da região e um mapa de vulnerabilidade baseado na análise das perdas financeiras.

Associando-se os mapas de risco (físico) e de vulnerabilidade, obteve-se um mapa de risco (de perdas físicas e econômicas) para cada elemento considerado (vias, plantações e populações). Esse resultado possibilitou, então, a seleção das medidas a serem tomadas: controle, mitigação ou apenas manutenção.

Muitos outros exemplos são apresentados na literatura. Vale, ao menos, mencionar os estudos que vêm sendo feitos na Serra de Ouro Preto (MG, Brasil), que resultaram na proposição de índices de correção para o RQD, quando este sistema se mostra incompatível com as observações geológicas de campo. O RQI (*Rock Quality Index*)

aplica-se a encostas em rocha e, segundo Zenóbio e Zuquette (2004), mostrou-se mais adequado à região do que o RMI de Palmström.

2.4.2. Escavações em Rocha (a céu aberto ou subterrâneas)

Uma vez aberta a escavação, é possível a observação do maciço com mais detalhes, seja a abóbada e as paredes de uma caverna, seja a face de um talude. Por esse motivo, classificações específicas são pouco aplicadas a túneis e taludes. A tendência é a aplicação dos sistemas empíricos em utilização atualmente.

Alguns autores, porém, têm se dedicado a criticar essa prática (Hack, 2002; Ojima 1982). A razão para isso é o risco da atribuição, impensada, de parâmetros não condizentes com a realidade geológica.

Hack (2002) expõe ainda sua preocupação com determinados parâmetros, pré-estabelecidos, em que pequenos detalhes podem resultar em grandes diferenças, conforme o profissional que classifica o maciço. Um exemplo simples é o RQD. No caso de planos de fratura paralelos, o valor do RQD pode chegar a variar de 0 a 100%, conforme a retirada da amostra (Figura 2.9). O autor comenta ainda sobre diversos outros parâmetros que, apesar de quantitativos, podem ser interpretados de diferentes formas, conduzindo a notas finais inconsistentes. Foi com essa visão que Hack (2002) propôs o *Slope Stability Probability Classification (SSPC)*.

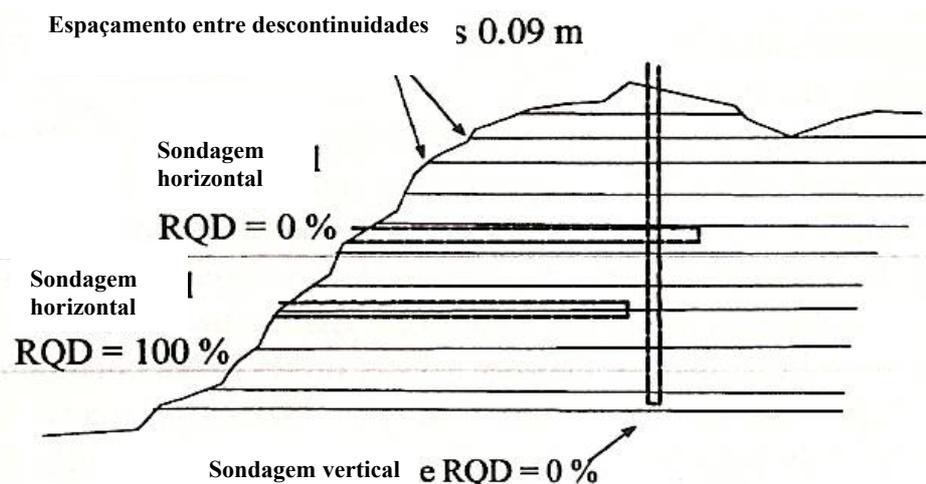


Figura 2.9 – Influência da localização do furo de sondagem na determinação do RQD (Hack, 2002).

Por sua vez, Ojima (1982) propõe não um sistema, mas uma metodologia para a criação de sistemas classificatórios. Um dos exemplos por ele apresentados é o caso do maciço de filito atravessado pelo Túnel Adutor Sado-Morgavél, por um túnel, em Portugal (Ojima, 1982). Devido às as peculiaridades do maciço e da obra, bem como os objetivos visados, não foi possível a utilização das classificações existentes e tornou-se necessário o estabelecimento de uma classificação específica.

Primeiramente, foram estabelecidos os objetivos de se classificar o maciço: identificação do tipo de suporte de 1ª fase, fornecimento de elementos para o projeto do revestimento definitivo e identificação da tecnologia de perfuração mais aplicável ao caso.

Então, foi caracterizado o maciço, cujas características foram lançadas num mapeamento geotécnico, constando: tipo litológico, grau alteração, espessura de camadas, grau de fraturamento, famílias de fraturas, condições de ressurgência d água, instabilidades e outras estruturas geológicas. Diante da caracterização do maciço, foi possível a seleção dos critérios para o agrupamento em classes.

Por caracterizar-se por litologia única, com zonas tectonicamente muito perturbadas (demonstrando esmagamento) e muito alterada, os critérios adotados consideraram os seguintes parâmetros:

- (i) Grau de alteração (W);
- (ii) Grau de fraturamento (J);
- (iii) Sensibilidade à água: sensível (s) ou insensível (i);
- (iv) Número de famílias de fraturas (n).

Os parâmetros foram analisados na ordem apresentada, pois a classificação adotada tem caráter eliminatório, o que faz dela uma solução extremamente prática e objetiva. Pela avaliação dos parâmetros, o maciço foi dividido em setores pertencentes a uma das três classes estabelecidas: I, II ou III.

2.4.3. Proposições Conceituais

Apesar de os exemplos registrados na literatura serem escassos e mais voltados para os casos de taludes naturais, o tema “Classificações Específicas” tem sido abordado, por alguns autores, de forma conceitual. O intento é criar a cultura de análise crítica das condições geológicas e de projeto para que a aplicação de um sistema classificatório seja feita adequadamente.

Visando à modelagem do problema, Giani (1988) aponta os principais passos na caracterização de um maciço:

- (i) Definição da forma como o maciço é sub-dividido volumetricamente;
- (ii) Determinação do(s) potencial(is) mecanismo(s) de intabilidade cinemática do maciço;
- (iii) Divisão do maciço rochoso em “setores de projeto”, onde os passos anteriores sejam aplicados por igual.

Ojima (1982) também enfatiza a necessidade do conhecimento dos fatores intervenientes no comportamento da massa rochosa e acrescenta que tais fatores são dependentes dos seguintes parâmetros:

- (i) Características físicas e mecânicas do maciço (descontinuidades e propriedades da rocha);
- (ii) Estado de tensão inicial;
- (iii) Características hidrogeológicas das formações;
- (iv) Método construtivo;
- (v) Dimensões da obra.

Enfim, Ojima (1982) refere-se à “Filosofia do Projeto” – que consiste em objetivos, peculiaridades do maciço, tecnologias disponíveis, restrições (físicas, políticas, comerciais) e outras questões – como referência geral para o desenvolvimento de um sistema de classificação específico.

Outras observações práticas de Ojima (1982):

- (i) Quanto à quantidade de critérios – deve ser minimizada mediante a seleção de características independentes e condicionadoras do comportamento do maciço em relação à obra;
- (ii) Quanto ao número de classes a serem estabelecidas – dependerá das condições existentes em cada situação. Poucas classes redundam em soluções caras (para casos localizados no limite inferior de determinada classe). Muitas classes implicam em falta de praticidade para a execução.

Cada projeto apresentará diferentes fatores relevantes, diferentes fatores físicos e geológicos que exercerão influência na estabilidade da escavação. Um exemplo nada corriqueiro é o caso apresentado por Gunzburger et al. (2005). Em seus estudos nos *Rochers de Valabre*, nos Alpes Franceses, os autores identificaram a variação de temperatura como um fator fortemente interveniente no comportamento do maciço.

Apesar de não haver a proposição de um sistema classificatório propriamente dito, a inserção desse fator na modelagem dos taludes já evidencia a necessidade de considerá-lo caso a região fosse classificada. Certamente, numa análise usual do maciço esse fator não seria detectado. Destaca-se, então, a necessidade de análise crítica antes da aplicação de qualquer que seja o sistema de classificação do maciço.

Finalmente, ressalta-se o aspecto indicado por Ojima (1982) referente à seleção de uma classificação universal. De fato, o que deve ter certo caráter universal é a metodologia que permita elaborar uma classificação adequada para um conjunto de situações.

2.5 Aspectos Relativos à Geologia

Ojima (1982) destaca o fato de que a usual análise por comparação a classificações tidas por universais, na realidade, trata da extrapolação de sistemas desenvolvidos para um fim e uma condição específicos. Essa prática, apesar de corrente, tem validade discutível, quando não estudadas e correlacionadas suficientemente as condições de um e de outro caso.

Quando se fala de condições de cada caso estudado, refere-se principalmente, mas não exclusivamente, às suas condições geológicas. A geologia, seja com enfoque geomecânico, seja geo-hidrológico, seja geotécnico, tem sempre destaque dentre os fatores responsáveis pela estabilidade dos maciços rochosos. A influência da geologia na estabilidade de maciços rochosos já é, há tempos, bastante conhecida e estudada (Kanji 1974).

Por esse motivo, destacam-se condições geológicas menos corriqueiras nas escavações de engenharia e minas. A experiência adquirida nesses casos são sempre contribuições positivas à análise de realidades geologicamente complexas. Semenza e Ghirotti (2000) mostram, com respeito aos escorregamentos no reservatório de Vajon, que o interesse e o estudo de rupturas antigas é sempre necessário e importante.

2.5.1 Taludes em Maciços de Geologia Complexa

Hoek et al. (2005) descrevem sua experiência com rochas sedimentares não perturbadas tectonicamente, porém muito variadas litologicamente. Na descrição das condições geológicas da formação molássica a noroeste da Grécia, é detectada a complexidade do maciço, apesar de tratar-se de rocha sedimentar, geralmente considerada de simples tratamento, em termos de engenharia.

A proposição de Hoek et al (2005) é o uso da Classificação GSI para a penalização dos parâmetros da rocha intacta, em se tratando de material com acamamento e descontinuidades proeminentes. Destaca-se ainda a necessidade de se distinguir materiais “confinados” e “não confinados”, por tratar-se de maciço rochoso extremamente alterável em contato com a atmosfera (Figura 2.10).

Muitos outros fatores podem ser responsáveis pela geomecânica de um maciço rochoso. No entanto, o que se tem mostrado um excelente indicador para a inferência do comportamento de estruturas geológicas complexas é a morfologia e o histórico geológico do maciço.



(a)



(b)

Figura 2.10 – Aparência de testemunhos da rocha molássica (a) imediatamente após a perfuração; e (b) cerca de 6 meses após a sua estocagem (Hoek e Marinos, 2005).

Semenza e Ghirotti (2000) indicam os alertas dados pela morfologia local, no caso do escorregamento de Vajon. Em região de calcáreo, de datação jurássica, com suave mergulho direcionado para leste (jusante), acredita-se que a ruptura tenha sido desencadeada pelo conjunto “litologia + estrutura + hidro-geologia”. Esse conjunto poderia ser observado caso a gênese da geologia local fosse estudada em detalhes.

Outro acidente conhecido e muito discutido ocorreu durante a construção da UHE Itapebi. Esse caso também evidencia a necessidade de cuidados além dos usuais quando se trabalha em ambientes geológicos complexos. O maciço de implantação da usina consiste em granito-gnaiss pouco alterado a são, intercalado por lentes sub-horizontais de biotita-xisto/anfibolito muito alteradas (Albertoni et al., 2003 e Nieble, 2006).

A retro-análise após a ruptura da escavação da parede direita do Vertedouro indicou um ângulo de atrito extremamente baixo e igual a 12° , correspondente ao ângulo de atrito residual do material. Concluiu-se, portanto, que movimentos tectônicos anteriores resultaram no pré-cisalhamento das camadas biotita-xisto/anfibolito (Kanji, 2006).

A Figura 2.11 mostra o momento da ruptura, nas escavações da UHE Itapebi, tendo em evidência a camada de biotita-xisto/anfibolito muito alterada, responsável pelo deslizamento.

Também enfatizando a influência das descontinuidades, Bowden e Curran (1984) simularam o cisalhamento de juntas de xistos, em laboratório, visando o estudo do seu comportamento. Os autores destacaram a reorganização do estado de tensões quando este é alterado por escavações ou novos carregamentos. Investigaram também a ocorrência de *creep* (deformação de longo prazo) em xistos ao longo das descontinuidades e no próprio material intacto, também estudada por Quigley et al. (1978), Lee e Klym (1978) e Bowden (1982). Além disso, objetivavam o fornecimento de dados de entrada mais realísticos para as análises numéricas de simulação do comportamento de maciços rochosos formados por xistos.

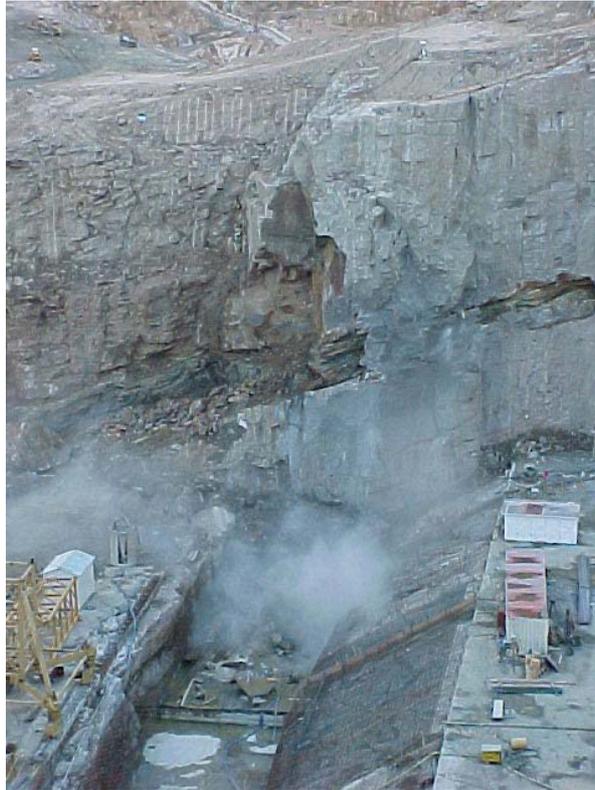


Figura 2.11 – Momento pré-ruptura da escavação da UHE Itapebi, com destaque para a camada biotita-xisto/anfibolito (Kanji, 2006).

Através de ensaios de grandes dimensões, em equipamento de cisalhamento com reversão, foram ensaiadas amostras moldadas em laboratório. Da série de ensaios para estudo do *creep* normal à junta, concluiu-se que a componente responsável pela deformação plástica é praticamente inexistente. Dos ensaios que estudaram o *creep* no plano da junta, concluiu-se que essa deformação não é linearmente proporcional à razão entre tensões cisalhantes aplicadas e de pico.

Ressalta-se ainda que ênfase especial deve ser dada ao ambiente geológico da pesquisa e, por esse motivo, a referência ao trabalho de Salcedo (2004) é indispensável.

Ao expor seu estudo sobre as rupturas planares nas montanhas da *Cordillera Central* da Venezuela, Salcedo (2004) destaca a necessidade do estudo cuidadoso e da correta caracterização geológica de ambientes formados por rochas metamórficas de origem sedimentar (rochas meta-sedimentares). O autor destaca ainda que, especialmente quando se trata de rochas meta-sedimentares de baixo grau, o acamamento original da rocha-mãe sedimentar é mantido, o que causa erros na interpretação geológico-geotécnica pela confusão entre foliação e acamamento. Tais erros podem resultar, inclusive, em tomadas de decisão de engenharia inadequadas.

A região estudada por Salcedo (2004) foi submetida à sobreposição de, no mínimo, três fases de dobramentos. Esse processo ocorreu sobre material previamente dobrado, resultando em características geométricas extremamente complexas. As observações e análises da geomecânica do maciço levaram à identificação da litologia (variedade de xistos quartzo-micáceos, xistos quartzo-calcáreos, filitos quartzo-micáceos e lentes de mármore) responsável pelas rupturas planares ocorrentes no local. A partir dessa constatação, foram realizados ensaios de cisalhamento direto em campo de 29 amostras, ao longo de sua foliação (Hoek e Bray, 1974), chegando a conclusões bastante diferentes do comumente esperado para os demais tipos de rocha.

Salcedo (2004) ainda destaca que a análise de rochas meta-sedimentares deve ser associada ao contexto histórico de sua gênese, uma vez que as propriedades de resistência ao longo da foliação apresentam ampla faixa de variação. Tal variação é justificada pelo processo genético a que foi submetido o maciço.

2.5.2 Taludes em Filitos

Gulla et al. (2004) reconhecem que os processos de caracterização do maciço ainda não estão convenientemente adaptados e desenvolvidos para certos tipos litológicos, tais como as rochas xistosas e estratificadas. Na região por eles estudada, há a ocorrência de rochas sedimentares, metamórficas de baixo grau (filitos e micaxistos), metamórficas de alto grau (gnaisses e biotita-xisto) e ígneas plutônicas (granitos e granodioritos).

Soares et al. (2006) destacam a variabilidade que ocorre nos parâmetros considerados em análises de estabilidade de maciços rochosos. Normalmente essa variação espacial não é considerada, ou detectada, nas análises de estabilidade convencionais (Genevois, 1991), da fase de projeto. Os autores ilustram essa realidade com o deslizamento de *Green Creek* (Figura 2.12), no Canadá, em que se verificou grandes variações dos parâmetros considerados nas análises de projeto. Observa-se quantidade bem mais significativa de parâmetros realmente atuantes na estabilidade da escavação do que aqueles considerados na fase de projeto. Além disso, nesta fase, foi desprezada a variância de parâmetros cuja heterogeneidade é muito mais intensa.

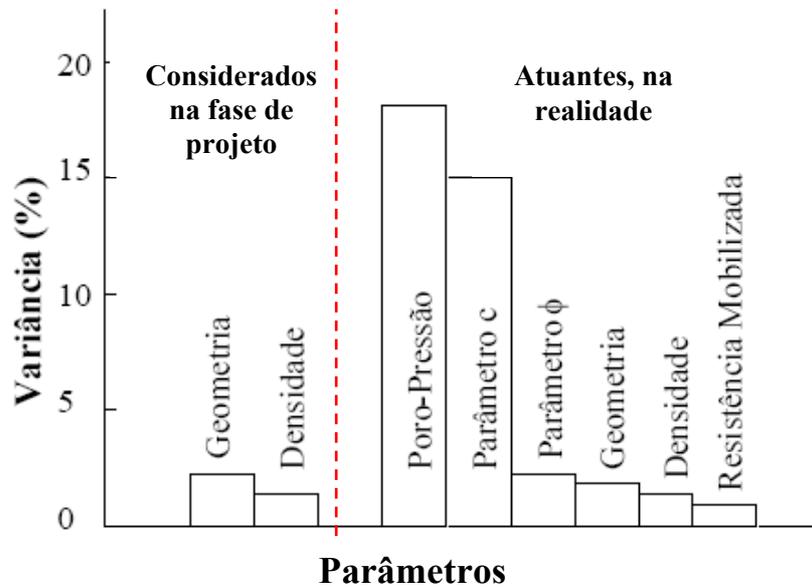


Figura 2.12 – Variação, no espaço, de parâmetros influentes na estabilidade de taludes – o caso de *Green Creek* (adaptado de Alonso 1976).

Com essa visão, foram desenvolvidos estudos em amostras indeformadas de filito dolomítico do Quadrilátero Ferrífero. Esse material é caracterizado por foliação proeminente e anisotropia intensa. Além disso, o alto grau de alterabilidade, em contato com a atmosfera, faz com que materiais classificados como são sejam identificados como muito a extremamente alterados, em poucos meses.

Soares et al. (2006) realizaram análises probabilísticas e determinísticas sobre os dados colhidos dessas amostras. Os resultados, com grande dispersão, confirmaram a heterogeneidade do maciço. Percebeu-se que tal dispersão deve-se à existência de diferentes tipos de materiais amostrados. Assim, foi possível a identificação da tendência de resultados referentes a cada um desses tipos. Com base na observação desses resultados, Soares et al. (2006) ressaltam a importância de se conjugar análises probabilísticas e determinísticas para o desenvolvimento do senso crítico com respeito ao material tratado.

Assim como Gulla et al. (2004), Salcedo (2004) também identificou o fato de a maioria dos escorregamentos na *Cordillera Central* da Venezuela serem controlados pela orientação da foliação do filito alterado. Por esse motivo os ensaios de cisalhamento direto por ele desenvolvidos foram todos em amostras de filito alterado, com foliação aberta e com foliação fechada, retiradas das regiões onde ocorreram

escorregamentos. As conclusões e o mecanismo de ruptura por ele propostos são de grande relevância para o estudo de rupturas em filitos.

A significativa redução do ângulo de atrito de pico da foliação, de cerca de 29° para 12° (residual) foi justificada pela destruição da rugosidade em degraus dos planos entre-foliações do material. Na opinião de Salcedo (2004), isso se deve à ruptura por tração em alguns pontos, durante o cisalhamento, devido ao elevado grau de alteração do material e à estrutura foliada.

A freqüente recorrência de escorregamentos levou Parizzi et al. (2004) a estudarem os mecanismos condicionantes da estabilidade do Talude Ponteio, em Belo Horizonte (MG). Estruturalmente, a geologia do maciço é caracterizada pela intercalação de filitos e quartzitos, da Formação Cercadinho. Esse estudo envolveu a interpretação de fotos aéreas, inspeção geológica de campo, levantamento topográfico, classificação do maciço rochoso, ensaios de campo e laboratório e a observação diária do talude durante duas estações chuvosas.

Das inspeções de campo, detectaram-se dois mecanismos principais de ruptura: um no maciço rochoso – em cunha, planar e por tombamento, e outro no depósito de tálus, onde ocorre fluxo de detritos. Com foco no trecho rochoso do maciço, destaca-se a análise dos mecanismos em rocha, para cada um dos tipos de ruptura desencadeados. Parizzi et al. (2004) concluíram que, quando da saturação do maciço, é atingida a situação de ruptura. Mais uma vez, constata-se a morfologia, a hidrogeologia e o histórico do maciço (e do talude) como os principais fatores condicionantes da estabilidade de taludes em filitos.

2.6 Considerações Finais

Ao serem citados alguns sistemas de classificação atualmente existentes, observa-se que são mais freqüentes as classificações para utilização em escavações subterrâneas. Isso se deve ao fato de os túneis terem, de maneira geral, apenas três grandes casos de instabilidade – convergência da seção transversal, queda de blocos, lascas ou cunhas e levantamento de fundo.

Os fatores intervenientes na estabilidade de escavações a céu aberto são mais complexos e, muitas vezes, o grau de influência de cada um é de difícil identificação.

Condições geológicas menos comuns, de pouca experiência registrada, ressaltam ainda mais essa complexidade.

Por isso, a autora desta pesquisa, como muitos outros, discordarem da afirmativa de Bieniawski de que o sistema RMR satisfaz aos casos de engenharia. A classificação de taludes em ambientes geológicos adversos explica a opção, de alguns projetistas e executores, pelo desenvolvimento de sistemas exclusivos às condições encontradas.

A análise preliminar das condições geo-estruturais para a identificação dos principais fatores intervenientes na geomecânica do maciço é, no entanto, mantida como imprescindível.

Serão sempre válidas as tentativas de novas proposições e de estudos de casos específicos. O compartilhamento de experiências é o caminho para o aprofundamento do conhecimento da mecânica envolvida no conjunto de características geológicas, geométricas, hidrogeológicas, geo-estruturais e morfológicas.

Capítulo 3

ÁREA DE ESTUDO

Os estudos aqui descritos foram iniciados durante a elaboração do Projeto Básico da Usina Hidrelétrica (UHE) Batalha – uma usina hidrelétrica a ser implantada no centro-oeste brasileiro. Aos estudos de dimensionamento empenhados nessa fase e na fase do Projeto Executivo, foram acrescentados os estudos de ordem acadêmica correspondentes à utilização de novas classificações, além dos comparativos, análises e conclusões quanto à aplicabilidade e eficiência de cada uma das classificações adotadas. Portanto, todos os estudos referem-se ao Projeto Batalha e às características do local de sua implantação.

A Figura 3.1 ilustra a localização geográfica do empreendimento.

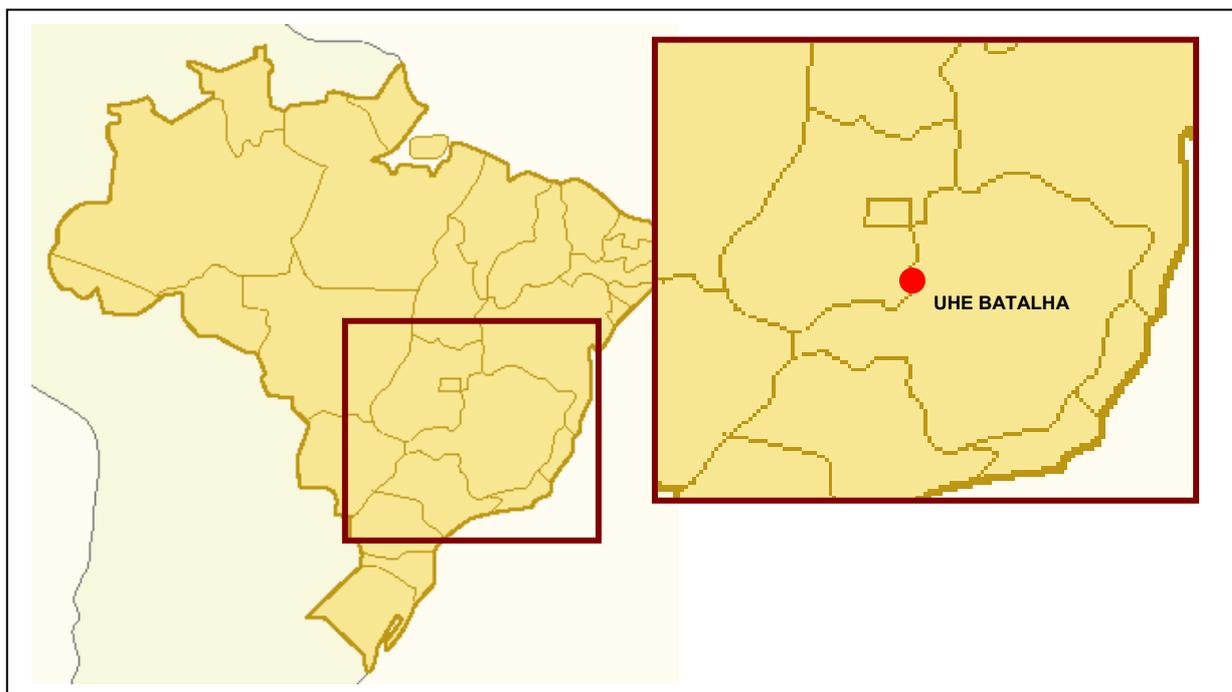


Figura 3.1 – Localização geográfica do Projeto Batalha.

No presente capítulo são descritos os principais aspectos do Projeto Batalha e das características locais que influenciaram a tomada de decisões e definiram a base da presente pesquisa.

3.1. Descrição Geral do Empreendimento

A UHE Batalha, atualmente em fase de Projeto Executivo, será implantada no rio São Marcos – divisa entre os estados brasileiros de Goiás e Minas Gerais. Com o barramento do rio e a construção de Estrutura Vertente e Circuito de Geração, pretende-se acrescentar cerca de 80 MW à malha energética brasileira.

A barragem, zonada, tem núcleo em material argiloso e espaldares em random, chegando a 50m de altura em sua seção mais alta. O material de núcleo será obtido em área de empréstimo; o random dos espaldares será composto pelos diferentes materiais provenientes das escavações obrigatórias para a implantação das estruturas e canais.

O Vertedouro, controlado por comportas e calha em salto esqui, será todo em concreto, tendo, a jusante, a escavação de uma fossa piloto. A fossa piloto servirá para controle da erosão que sofrerá essa região, devido à energia da água que parte do salto esqui. Sua implantação exigirá a escavação de talude de mais de 45m de altura.

O Circuito de Geração será composto por Canal de Aproximação à Tomada d'Água de Adução, estrutura de Tomada d'Água, Túnel de Adução, Casa de Força e Canal de Fuga. Para isso serão necessárias escavações a céu aberto de grande porte, no caso da Casa de Força atingindo 70m de altura escavações subterrâneas para o túnel, com cerca de 148m de comprimento e vão livre (*spam*) de 8,20m.

De forma a possibilitar o aterro da Barragem no leito do rio, será necessária a construção de um Circuito de Desvio do Rio. Tal circuito será formado por Canal de Aproximação à Tomada d'Água de Desvio, Túnel de Desvio e Canal de Restituição de Desvio. Obviamente, o fundo desses canais deverá estar em elevação próxima à do leito do rio, o que implicará em taludes de até 60m de altura. Além disso, para o Túnel de Desvio, será necessária a escavação subterrânea de comprimento 226m em seção com *spam* de 7,30m.

Às grandes escavações a céu aberto, soma-se o fator espaço. Por questões geológicas e logísticas da obra, o local selecionado para a implantação de todas as

estruturas de concreto foi a ombreira esquerda. Portanto, tem-se um espaço limitado para a construção dos circuitos de desvio e adução e do Vertedouro.

Isso acaba por resultar num arranjo geral das obras bastante compacto, implicando em grande interferência entre escavações de estruturas e circuitos distintos. O Anexo I apresenta o arranjo geral da UHE Batalha e o arranjo geral das escavações na ombreira esquerda. Com esses desenhos, é possível observar a complexidade geométrica das escavações estudadas.

O estudo e o dimensionamento dos taludes de escavação tornam-se ainda mais difíceis frente à complexidade geológica da região.

3.2. Geologia Estrutural Regional e Local

A região de estudo está localizada na unidade geomorfológica do Planalto Central Goiano, especificamente nas subunidades Superfícies Aplainadas e Planalto Tocantins–Paranaíba. Essa unidade geomorfológica está inserida no domínio dos Planaltos de Estruturas Dobradas, em que as feições de relevo são resultantes da exumação de estruturas dobradas no decorrer de vários ciclos tectônicos. Essa gênese explica as particularidades do relevo regional.

A subunidade Superfícies Aplainadas é caracterizada por um modelado suave, do tipo tabular, com formas muito amplas, de topos aplainados – as “chapadas”. Na área dos estudos, ela ocupa ambas as margens do rio São Marcos. Essa subunidade se desenvolve sobre rochas pré-cambrianas, especialmente sobre filitos e quartzitos. Devido à maior resistência do quartzitos, em relação aos filitos, são apresentadas vertentes íngremes, de perfil convexo, resultantes da erosão dos filitos, interrompida quando atingidos os quartzitos.

O rio São Marcos forma, no local do barramento, um vale fechado com a margem esquerda em talude subvertical, onde predominam rochas quartzíticas sobre filíticas.

Essa região situa-se na Província Estrutural do Tocantins, posicionada entre os crátons do São Francisco e Amazônico e é constituída por terrenos de diversas idades (Figura 3.2).

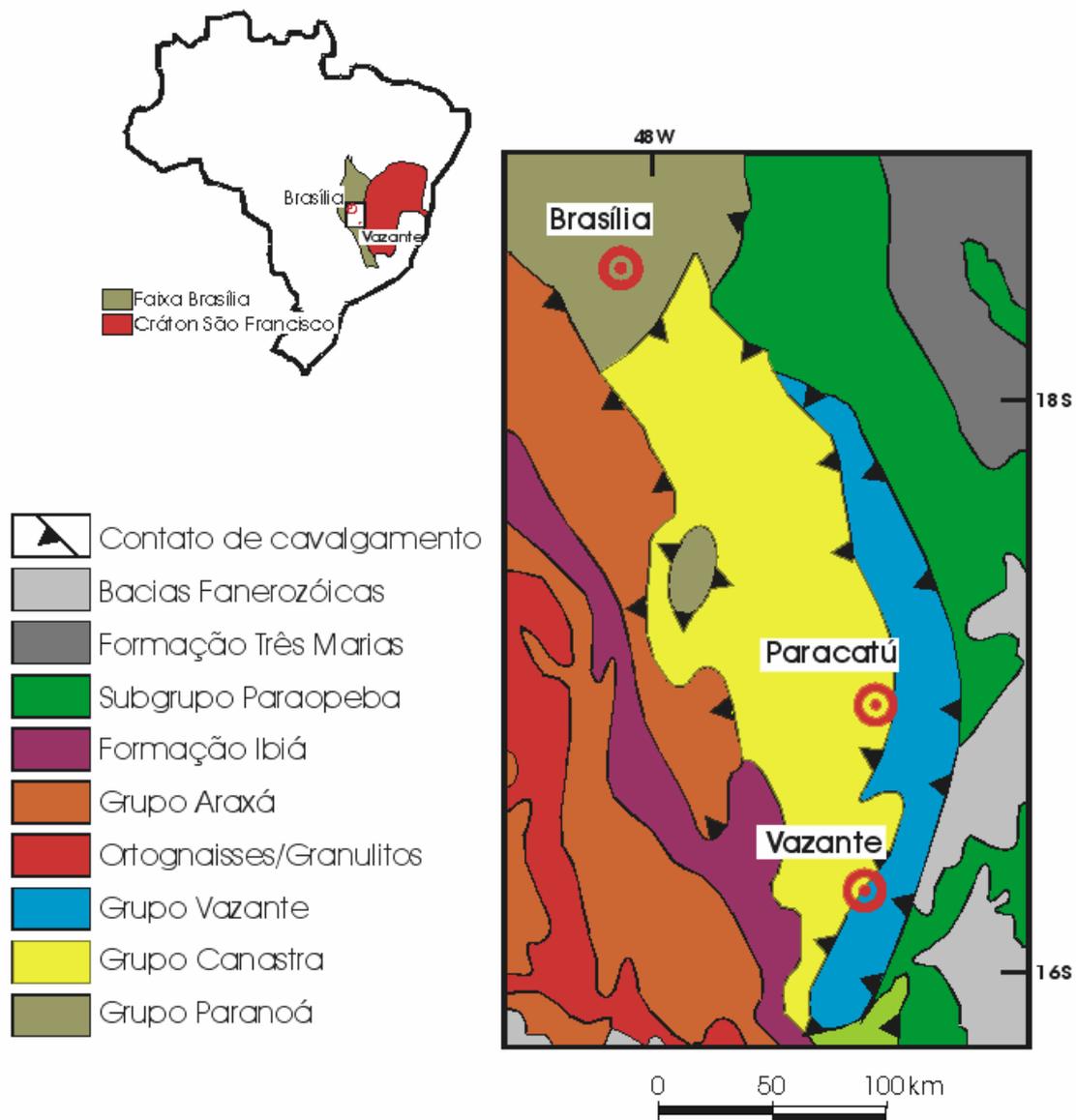


Figura 3.2 – Mapa geológico simplificado, mostrando a Faixa Brasília (Rostirolla *et al.*, 2002).

A área do empreendimento está inserida na faixa de Dobramentos Brasileiros (450 a 700 milhões de anos), representada por um cinturão móvel, depositado e deformado na margem oeste do Cráton do São Francisco.

Essa faixa é definida como um extenso sistema de dobramentos, com direções que, em conjunto, descrevem um grande arco adaptando-se à borda ocidental do Cráton de São Francisco. Seus principais lineamentos se dirigem preferencialmente para N-NW e suas principais feições regionais consistem num conjunto de falhas de empurrão com direção aproximada NW, de baixo ângulo.

Essa faixa sofreu inversão tectônica com deformação progressiva. Assim, as características metamórficas, estruturais e estratigráficas registram as sucessivas etapas dessa inversão.

Na região da UHE Batalha, a falha de empurrão do sistema Minas-Goiás limita, por contato tectônico, as rochas do Grupo Canastra e do Grupo Bambuí (Subgrupo Paraopeba). Fica assim definido um sistema de cavalgamentos, cuja organização estrutural é complexa.

Os tipos estruturais identificados nas rochas na região da UHE Batalha foram originados num processo progressivo, inicialmente dúctil e, a partir daí, cada vez mais frágil. Dessa fase frágil do processo, decorre o aparecimento das famílias de juntas. De todo esse histórico de complexo tectonismo, resultam as mais variadas direções e mergulhos das camadas litológicas e dobras.

Na área de implantação da UHE Batalha ocorrem, basicamente, formações geológicas pré-cambrianas (Grupo Canastra, Grupo Bambuí - Subgrupo Paraopeba e pela Formação Três Marias). A litologia destas unidades é constituída por rochas de baixo e médio grau de metamorfismo, tais como: quartzitos, filitos, filitos grafitosos, arcósios, metassiltitos e arenitos feldspáticos.

3.3. Morfologia

O eixo da barragem situa-se numa curva estrangulada do rio São Marcos. Nessa região o vale é caracterizado pela assimetria, oriunda das diferentes composições litológicas das ombreiras.

A ombreira esquerda forma, à margem do rio, um paredão, com cerca de 50° de inclinação, de rocha predominantemente quartzítica. A Figura 3.3 apresenta um trecho de amostragem integral da SM-310, localizada na ombreira esquerda, junto ao paredão rochoso. É nítida a predominância de quartzito no trecho, que pode ser considerado representativo da sondagem como um todo. Já na ombreira direita, predominam os filitos com espessas coberturas de solo, resultando numa topografia suave, de cerca de 10°.



Figura 3.3 – Predominância de quartzito no trecho de amostragem integral da SM-310.

Destaca-se, no entanto, a intensa ocorrência de filitos e filitos grafitosos. A Figura 3.4 mostra um trecho de testemunho da sondagem SM-111, localizada na ombreira esquerda, a jusante do eixo, na região do canal de restituição do Vertedouro. Fica clara a predominância de filito grafitoso nesse trecho, representativo da sondagem.

3.4. Litologia

A composição litológica local, relacionada ao Grupo Canastra, é caracterizada por alternâncias, milimétricas a sub-métricas, de lentes de filito, filito grafitoso e quartzito. Dessa forma, os principais tipos litológicos ocorrentes no maciço de implantação da UHE Batalha decorrem da interpenetração entre essas litologias.

Essas interpenetrações, quando de espessura milimétrica a centimétrica, compõem alternâncias de características diferentes das ocorrências contínuas de mesma litologia. Portanto, vale diferencia-las dessas. Tem-se, então, os seguintes materiais ocorrentes no Maciço Batalha – como será chamado, a partir de agora, o maciço rochoso de implantação do Projeto:

- Filito (F);
- Filito Grafitoso (Fg);

- Quartzito (Q);
- Alternâncias de filito e quartzito, com predominância de filito (F/Q);
- Alternâncias de quartzito e filito, com predominância de quartzito (Q/F).



Figura 3.4 – Presença dominante de filito grafitoso na sondagem SM-111.

Vale registrar que, quando são citadas “alternâncias” de litologias, refere-se às alternâncias finas (de espessura milimétrica a centimétrica). A Figura 3.5 ilustra um exemplo de alternância de filitos, filitos grafitosos e quartzitos.

3.5. Descontinuidades

Apesar de haver um sistema principal de foliação, com mergulho orientado para NW/SW (Figura 3.6), a intensa ocorrência de dobras e interpenetrações de diferentes litologias – desde microscópicas, detectadas em lâminas petrográficas, até aquelas de ordem decamétricas – resulta na diversidade de orientação de foliação, em âmbito local. Apenas a título de exemplo, mostra-se na Figura 3.7 um trecho de cerca de 30cm de sondagem onde ocorre variação de mergulho da foliação. Observa-se que o veio de quartzo recristalizado interferiu no filito adjacente, girando o ângulo de mergulho de sua foliação em cerca de 20°.



Figura 3.5 – Alternância de filitos, filitos grafitosos e quartzitos em trecho da sondagem SM-301.

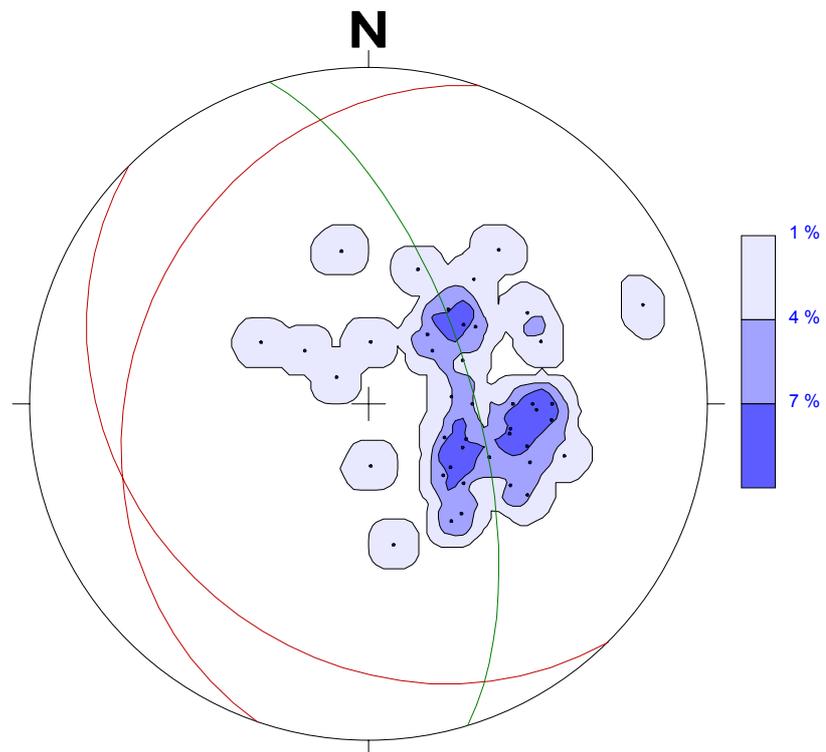


Figura 3.6 – Estereograma da atitude dos sistemas de foliação mais representativos da ombreira esquerda (projeções em vermelho) e a concentração de 43 pólos mapeados na região.

Quanto ao sistema de fraturamento, observa-se grande quantidade de famílias sub-verticais, em diversas direções (Figura 3.8). As fraturas possuem persistência variando de decimétrica a alguns metros. No entanto, a recorrência de famílias ao longo da profundidade de disposição espacial é possível e imprevisível.



Figura 3.7 – Variação dos ângulos de mergulho da foliação em trecho de 30cm de sondagem.

De maneira geral, as discontinuidades, sejam elas fraturas ou decorrentes da anisotropia do material (foliação), são levemente rugosas e oxidadas (Figura 3.9) pelo contato com o NA do maciço. A rugosidade das discontinuidades ocorrentes pela foliação é fruto das microdobras existentes em toda a região, ilustradas na Figura 3.10. Nas fraturas subverticais, muito mais frequentes nos quartzitos, a rugosidade é função da própria composição granular da rocha.



Figura 3.8 – Sistema de fraturamento da área: (a) Afloramento com alto grau de fraturamento; (b) Área com dois padrões de fraturamento principais e dois secundários, todos subverticais.

3.6. Alterabilidade

A alteração do material componente do maciço não ocorre uniformemente, mas acompanha a anisotropia conferida ao maciço pela foliação. A diferença de alterabilidade entre o filito e o quartzito também contribui para a grande variação do grau de alteração, mesmo em profundidade. Essa característica leva à conclusão sobre a existência de bolsões de material de baixa resistência em meio a materiais

mais resistentes, que também poderão se comportar como discontinuidades do maciço.



Figura 3.9 – Fratura rugosa e oxidada, discordante da foliação.

Observou-se ainda a significativa redução de consistência do filito quando em contato com água. Testemunhos de sondagem que sofreram, em cerca de cinco meses, o efeito do contato com água de chuva, mostraram-se com consistência reduzida e abertura de novas discontinuidades, pela foliação. Isso pode ser observado na Figura 3.11, que indica um trecho da sondagem SM-302 que sofreu esse efeito, resultando na pulverização do trecho de testemunho.



(a)



(b)

Figura 3.10 – Dobras típicas da área: (a) milimétricas, observadas em testemunhos de sondagem; (b) métricas, em afloramentos.

Mesmo em campo, essa realidade é observada junto à margem do rio, numa ocorrência de filito alterado, que vem sofrendo erosão pela baixa resistência, em contato com a água (Figura 3.12).



Figura 3.11 – Alteração do filito, com RQD entre 90 e 100 que, depois de saturado, esfarela-se ao simples toque.



Figura 3.12 – Filitos alterados devido à ação da água na margem esquerda, a jusante do eixo do barramento.

3.7. Considerações Gerais Sobre o Maciço Batalha

Diante de todas as características descritas, desde a gênese do maciço em intenso tectonismo, a composição litológica, a ocorrência lenticular da litologia (Figura 3.13), as discontinuidades e as diferentes alterabilidades dos materiais, o Maciço Batalha apresenta-se como um cenário geológico complexo e de algumas incertezas.

Nesse maciço podem ocorrer rupturas planares, junto ao contato entre diferentes litologias (Figura 3.14a), rupturas em cunha formada pelo encontro de duas discontinuidades (Figura 3.13b) e ainda rupturas circulares ou poligonais, pelos materiais de alto grau de alteração e fraturamento.



(a)

(b)

Figura 3.13 – Ocorrência do filito cinza escuro em forma lenticular: as duas indicações de filito cinza escuro, concordantes com a foliação (a), desaparecem na face interna do testemunho fraturado (b).

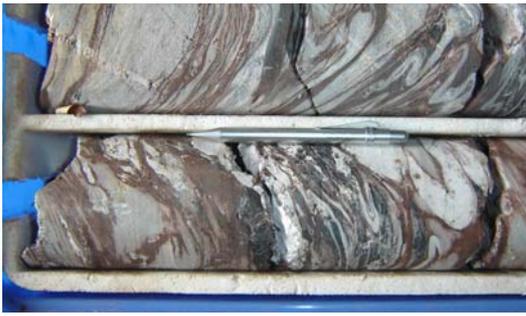


(a)

(b)

Figura 3.14 – Testemunhos de sondagem indicam a possibilidade de rupturas planares (a) e em cunha (b).

Tal complexidade é nítida ao se observar os diversos testemunhos de sondagem (Figura 3.15).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 3.15 – Detalhes dos testemunhos das sondagens SM-301, SM-302, SM-306 e SR-310, indicando dobras em olho, veios de quartzo recristalizado, veios discordantes da foliação e faixas cataclasadas.

3.8. Investigações e Projeto das Escavações a Céu Aberto

Devido à existência de um maciço a montante estruturado por veios de quartzito, entendeu-se a ombreira esquerda como o local mais adequado à implantação das obras, restando à ombreira direita apenas o fechamento da barragem. Sendo assim, numa área de 0,09km² serão instaladas todas as estruturas de concreto e respectivos canais e túneis da UHE, compondo um arranjo geral das obras bastante compacto e de grande interferência entre escavações distintas.

Esse fato, associado à complexidade geológica da região, desperta especial preocupação e o reconhecimento das escavações a céu aberto como de grande responsabilidade.

A implantação das estruturas e canais força a escavação de taludes de mais de 40m, em sua maior parte em rocha. Os grandes paredões de rocha exposta, resultantes dessas escavações necessitam de garantia de estabilidade provisória e/ou definitiva, conforme sua aplicação, e estarão sujeitos a diversos casos de carregamento.

Para a definição da combinação geometria-tratamento mais adequada a cada talude, foi necessária primeiramente a formulação do modelo geológico-geotécnico. Estudos sobre esse modelo possibilitaram a análise de estabilidade e o dimensionamento das escavações.

Devido à responsabilidade envolvida no dimensionamento das escavações, bem como às incertezas geológicas, a área foi intensamente investigada. A Tabela 3.1 resume as investigações realizadas. Foram executadas cerca de 47 sondagens, inclusive com amostragem integral; foram abertas trincheiras rasas e poços de inspeção e percorridos os caminhamentos dos eixos de estruturas, túneis e canais. Ensaios de laboratório de compressão uniaxial, compressão diametral e triaxiais, também foram executados ao longo das etapas de Projeto Básico e Projeto Executivo.

Todo esse conhecimento serviu de base para a formulação do modelo e da metodologia de dimensionamento dos taludes da UHE Batalha.

Apresenta-se também a seguir um resumo dos resultados dos ensaios de compressão simples em laboratório. Os ensaios de cisalhamento direto não foram utilizados devido ao alto grau de dispersão dos resultados, motivo pelo qual foi solicitada a extensão posterior dessa campanha.

Tabela 3.1 – Investigações de campo e laboratório para reconhecimento geológico-geotécnico do Maciço Batalha.

Tipo/Local		Quantidade			
		Ombreira Esquerda	Ombreira Direita	Leito do Rio	Total
Investigações de Campo	Poços de investigação em solo (m)	12	6	-	18
	Trincheiras de investigação (m)	150	-	-	150
	Sondagens Mistas/Rotativas (m)	1.791	305	67	2.163
	Amostragem Integral (m)	201	-	-	201
	Sondagens à percussão (m)	5	8	-	13
Ensaio de Laboratório	Compressão Simples (un.)	20	-	-	20
	Cisalhamento Direto (cp.)	6	-	-	6

Tabela 3.2 – Resumo dos resultados dos ensaios de compressão uniaxial (corpos de prova na condição natural).

Furo	Profundidade	Relação h/D	Ruptura	
			Resistência à compressão (MPa)	Deformação específica ($\mu\text{m/m}$)
SM-302	21,40 a 21,70	-	CP danificado	-
	22,50 a 22,80	2,30	1,47	3751
	35,70 a 36,00	2,27	4,04	10076
SR-10	33,40 a 33,60	2,17	92,81	2368

Furo	Profundidade	Relação h/D	Ruptura	
			Resistência à compressão (MPa)	Deformação específica (µm/m)
SM-116	29,54 a 29,70	2,37	3,79	6644
SM-113	13,30 a 13,48	2,35	3,25	4686
	13,48 a 13,66	2,30	7,04	3079
	21,13 a 21,36	2,46	1,33	2644
	22,00 a 22,19	2,46	6,46	5450
	25,37 a 25,55	2,46	2,87	8399
	28,04 a 28,18	2,45	20,67	8965
SM-301	14,50 a 14,90	2,32	2,15	4970
	24,22 a 24,40	2,11	1,78	3969
SM-305	17,15 a 17,55	2,33	0,69	4242
	29,25 a 29,55	-	CP danificado	-
	28,80 a 29,00	-	CP danificado	-
SM-309	12,38 a 12,58	2,13	2,91	10594
	12,38 a 12,58	-	Danificado na preparação	-
	14,14 a 14,40	2,17	2,80	10860
SM-105	06,17 a 06,43	2,27	20,05	25923

Furo	Profundidade	Relação h/D	Ruptura	
			Resistência à compressão (MPa)	Deformação específica (µm/m)
	11,03 a 11,21	2,13	104,71	3151
SR-307	27,43 a 27,56	2,03	6,56	6222

Tabela 3.3 – Resumo dos resultados dos ensaios de compressão uniaxial (corpos de prova na condição saturada).

Furo	Profundidade	Relação h/D	Ruptura	
			Resistência à compressão (MPa)	Deformação específica (µm/m)
SM-204	39,88 a 40,00	2,18	12,52	4787
SM-305	24,50 a 24,75	2,40	7,97	7194

3.9. Metodologia da Pesquisa

Identificada a realidade geológica da área de estudo, considerou-se estarem maturados os conceitos básicos necessários para o desenvolvimento da pesquisa. A partir de então, foram percorridas as etapas que envolvem análises de engenharia, conforme ilustrado na Figura 3.16.

3.10. Considerações Finais

A área estudada apresenta elevada complexidade geológica devido ao seu histórico de formação, com recorrentes eventos tectônicos. Em decorrência desses eventos, têm-se dobras, faixas catacladasas, e alternâncias de diferentes litologias, com diferentes resistências. Essa zona perturbada também apresenta intenso fraturamento, tanto pela foliação proeminente quanto pelas fraturas subverticais discordantes desta.

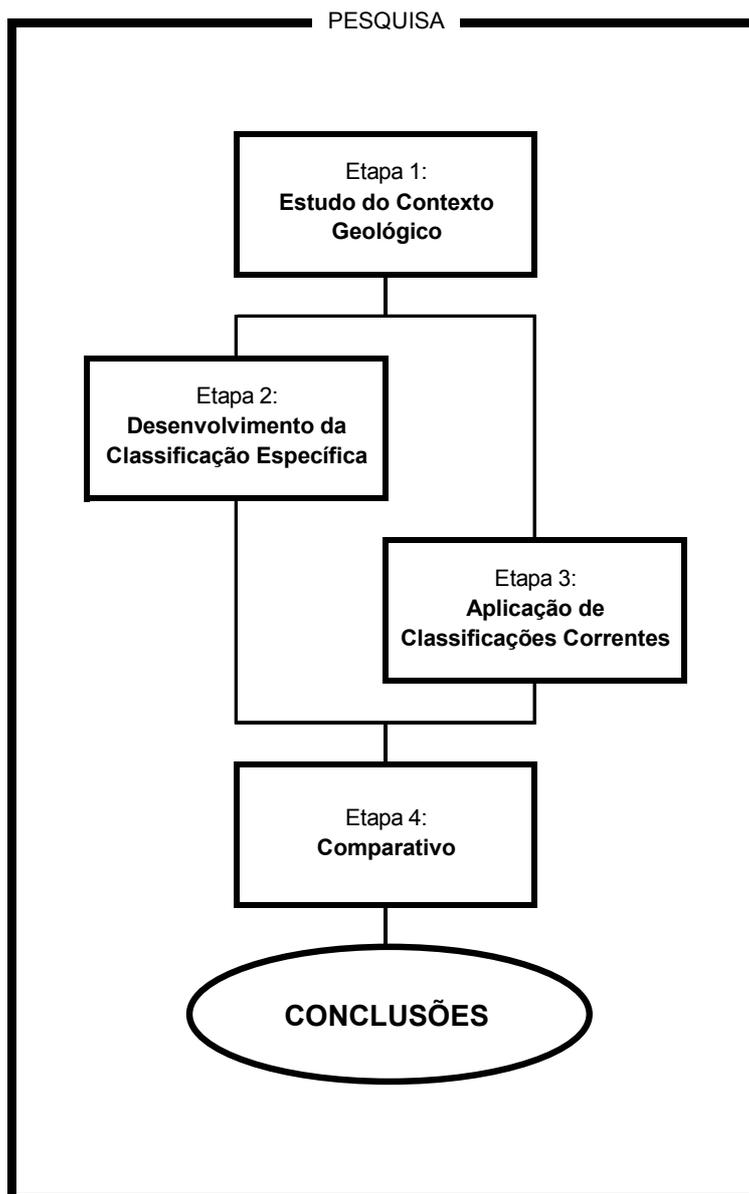


Figura 3.16 – Fluxograma ilustrativo da metodologia da pesquisa.

A mesma área, em termos de projeto, apresenta complexa geometria de taludes, com interferências entre escavações, devido ao arranjo compacto, adotado em projeto como a solução mais viável ao empreendimento.

Esses dois fatores associados justificam a intensa investigação do local e os especiais cuidados tomados na fase de dimensionamento dos taludes em rocha.

Capítulo 4

SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO ESPECÍFICO

Diante dos impasses gerados pela combinação “complexidade geológica da região e complexidade geométrica do arranjo de escavação”, foram tomados cuidados especiais nas considerações-base para o dimensionamento das escavações a céu aberto. Para tanto, foi desenvolvido um sistema de classificação do maciço, específico para as condições locais – a partir deste ponto, denominado “Sistema de Classificação Batalha”.

A seguir, são apresentadas detalhadamente as justificativas para essa tomada de decisão. Também são descritos o desenvolvimento e os critérios básicos do Sistema de Classificação Batalha. Por fim, são indicados os resultados obtidos para cada um dos taludes de escavação localizados na ombreira esquerda da UHE Batalha.

4.1. Necessidades e Dificuldades Iniciais

As escavações para a implantação do Circuito de Geração, Circuito de Desvio e Vertedouro, todas concentradas na ombreira esquerda do sítio, acabam por serem sobrepostas umas às outras, causando grandes interferências entre elas. Isso gerou especial preocupação quanto ao dimensionamento do binômio “escavação-tratamento”, uma vez que a instabilidade de um talude pode implicar na instabilidade de outro, a ele adjacente.

A variedade litológica no local, a intensa alternância entre litologias e, principalmente, a disposição lenticular (e não em camadas contínuas) desses materiais dificultam a interpretação de sondagens e caracterizam ainda a complexidade da modelagem do maciço.

Durante a fase de Projeto Básico, era necessária a estimativa de quantitativos (escavação e tratamento) com estreita faixa de incerteza. Isso eliminava soluções genéricas. Por outro lado, por mais tempo que fosse disponibilizado, a análise

individual do modelo geológico exato de cada talude não seria possível, uma vez que envolveria tempo muito extenso e custos altos.

No entanto, o estudo de cada área de escavação continuava a se mostrar indispensável, frente à diversidade estrutural da área. Buscou-se, então, a simplificação do modelo a ser analisado, em lugar da simplificação da quantidade de áreas estudadas.

Isso significa dizer que os estudos enfocaram as principais características do maciço. Buscou-se uma solução de classificação e modelagem do Maciço Batalha de forma tal forma que, ainda que as considerações não se confirmem com exatidão quando da abertura das escavações, o projeto não sofra grandes alterações em termos de quantidades, estimadas em curto espaço de tempo. Isso solicita a simplificação do modelo e a análise da geomecânica global do maciço em questão.

Para a simplificação do modelo, buscou-se conhecer as características gerais do maciço – fraturamento, foliação, litologias, tipos de alternâncias litológicas, resistência da rocha intacta, entre outras. A partir dessas características, foram destacadas aquelas que governariam o comportamento do maciço depois de escavado.

Com a identificação das informações geológicas imprescindíveis à determinação do comportamento do maciço, foi possível agrupá-las de modo a se classificar geomecanicamente a massa rochosa em estudo. Assim, foi tirado o foco específico na geologia, para que se tivesse um enfoque geomecânico, que melhor atenderia à demanda da engenharia geotécnica do Projeto.

4.2. Base de Dados

Para o desenvolvimento da Classificação Batalha, inicialmente foram analisados todos os dados geológico-geotécnicos disponíveis. Em função da complexidade do contexto geológico, desde os Estudos de Viabilidade, foram levadas a cargo diversas investigações de campo e laboratório. Elas estão listadas na Tabela 3.1 do Capítulo 3.

Todas as informações decorrentes dessas investigações compõem a base de dados geológico-geotécnicos do Maciço Batalha. A análise desse banco de dados, com enfoque do ponto de vista de engenharia, possibilitou a seleção dos parâmetros

realmente relevantes no dimensionamento das escavações a céu aberto para a implantação da usina.

Um detalhe relevante é o fato de se trabalhar com as sondagens de amostragem integral, ainda que não localizadas na área em estudo. Quando se analisava talude com sondagens integrais em suas adjacências, estas serviram de balizadores para a identificação dos trechos de grande ocorrência de fraturas induzidas nas sondagens propriamente relativas àquela área.

4.3. Critérios de Classificação

Basicamente, a seleção dos parâmetros relevantes ao projeto de taludes foi feita simultaneamente ao estabelecimento de critérios para a classificação do maciço. Essas duas ações estão intimamente ligadas, uma vez que os critérios estabelecidos na classificação definem que tipo de parâmetro deverá ser selecionado. Por outro lado, a identificação de determinado parâmetro como relevante para o dimensionamento indica que tipo de critério deve ser considerado nesse processo.

Dessa forma, os parâmetros selecionados para a classificação do Maciço Batalha são:

- (i) Características geomecânicas correspondentes aos graus de alteração, coerência e fraturamento;
- (ii) Litologia;
- (iii) Foliação.

São então relacionados a seguir os parâmetros selecionados e os critérios adotados, já incorporados à justificativa de sua seleção e adoção, respectivamente.

4.3.1. Características Geomecânicas

Com a observação dos testemunhos de sondagem, identificou-se a existência de trechos de material bastante distintos geomecanicamente. Ilustra-se tal realidade com as fotografias dos testemunhos da sondagem SR-13 (Figuras 4.1 a 4.6). Ali, bem como nas demais sondagens, notam-se três grupos de materiais geomecanicamente diferentes:

- 1) Materiais com características de solo, granulares de pequeno diâmetro (de 0,00 a 5,00m e 21,00 a 22,50m de profundidade);
- 2) Materiais rochosos de alto grau de fraturamento, indicado nas sondagens por blocos semelhantes a pedra britada ou pequenas pastilhas (trechos de profundidades 5,00 a 7,00m; 13,13 a 14,50m; 20,50 a 21,00m; 30,78 a 31,55m; 33,11 a 34,50m; e outros);
- 3) Materiais rochosos menos fraturados, identificados nas sondagens por testemunhos cilíndricos contínuos (às profundidades 8,50 a 10,80m; 22,50 a 24,00m; 24,50 a 28,00m; 34,70 a 36,00m; 36,30 a 39,00m; abaixo da profundidade 42,00m).



Figura 4.1 – Detalhe dos testemunhos da SR-13 (0,0 a 12,0m)



Figura 4.2 – Detalhe dos testemunhos da SR-13 (12,0 a 24,4)



Figura 4.3 – Detalhe dos testemunhos da SR-13 (24,4 a 32,0m)

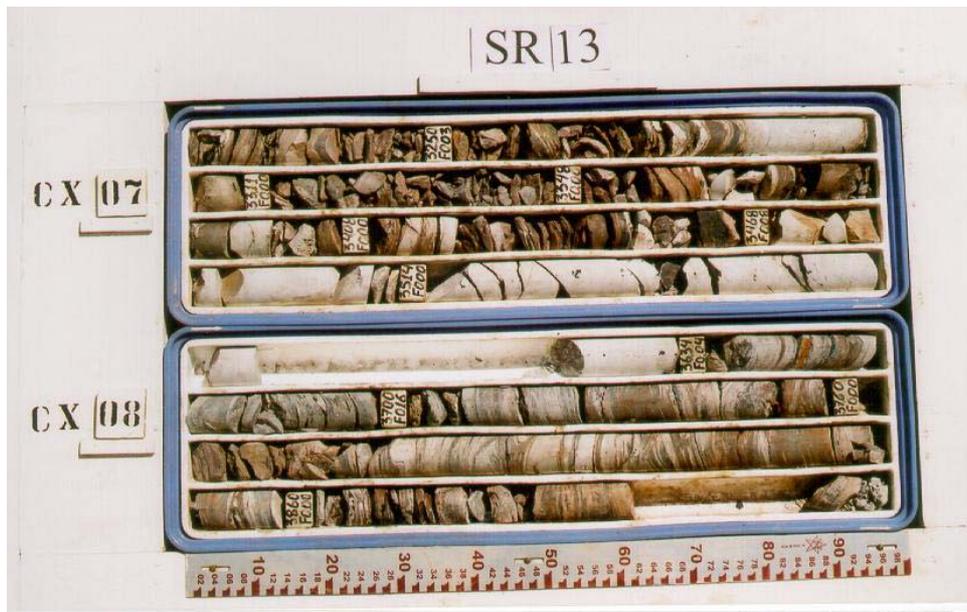


Figura 4.4 – Detalhe dos testemunhos da SR-13 (32,0 a 39,3m)



Figura 4.5 – Detalhe dos testemunhos da SR-13 (39,3 a 47,6m)

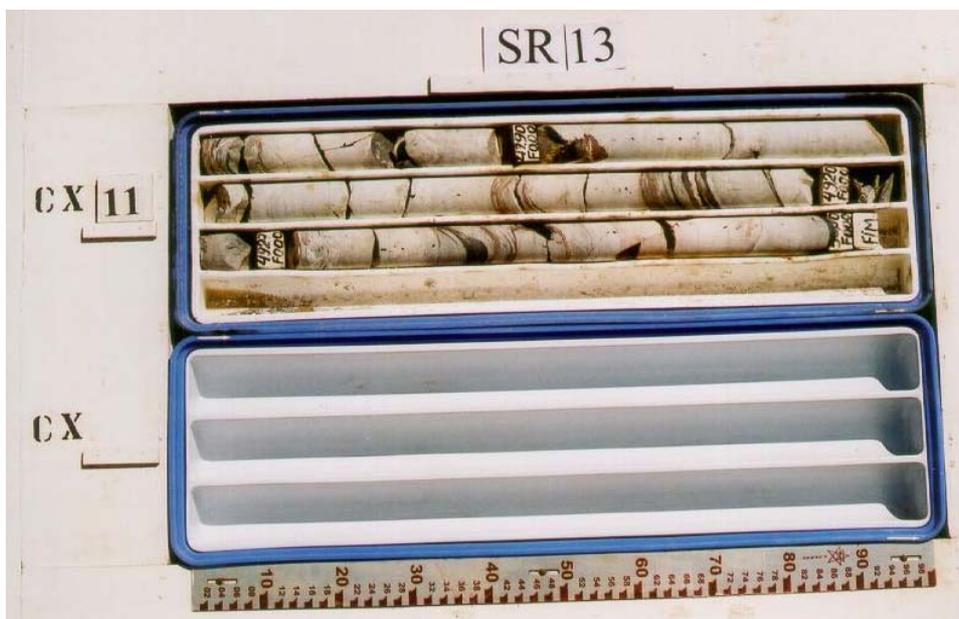


Figura 4.6 – Detalhe dos testemunhos da SR-13 (47,6 a 50,0m)

Dessa forma, concluiu-se a existência de três comportamentos bastante distintos do Maciço Batalha: (i) comportamento de solo; (ii) comportamento de rocha muito fraturada; e (iii) comportamento de rocha íntegra com descontinuidades.

Foram, então, analisadas as sondagens, observando-se a descrição físico-química do material; especialmente seus parâmetros geomecânicos, tais como: alteração, coerência e fraturamento. Comparando-se os diferentes trechos geomecânicos à sua respectiva descrição nas sondagens, notou-se correlação, geralmente constante.

Obteve-se assim a correlação entre esses parâmetros e o agrupamento geomecânico.

Os trechos identificados como materiais com características de solo (material tipo 1) englobam materiais descritos como solo e rocha totalmente alterada (A4), incoerente (C4), muito a extremamente fraturada (F4/F5). Nota-se que o elevado grau de alteração, a desagregação granular da rocha e o fraturamento intenso, conferem ao material granulometria equivalente à de solo. Dessa forma, decidiu-se agrupar ambos (solo e rocha A4, C4, F4/5) num único grupo cuja ruptura de talude se daria por meio de superfícies de ruptura características de solo, como as circulares ou círculo-planares. Estas últimas ocorreriam no caso de a superfície circular encontrar lente de resistência significativamente inferior à da massa circundante, remanescente da anisotropia da rocha de origem do solo.

Os materiais identificados pela aparência de pastilhas ou pedra britada (material tipo 2) são, em geral, facilmente associados a trechos classificados como rochas medianamente a muito alteradas (A2/3), medianamente a pouco coerentes (C2/3) e pouco a medianamente fraturadas (F3/4). Observa-se então que o fato de a rocha estar menos alterada possibilita que o fraturamento, ainda que elevado, não desagregue o material ao nível do grão. As rochas com tais parâmetros geomecânicos (A2/3, C2/3, F3/4) foram separadas num outro grupo. Para esse grupo, prevê-se rupturas de taludes ocorrendo de forma global (em toda a massa), através de superfícies poligonais côncavas, semelhantes às circulares.

Por fim, os materiais cujos testemunhos mostram-se cilindros contínuos (material tipo 3) foram associados a trechos classificados como rocha sã a medianamente alterada (A1/2), muito coerente a medianamente coerente (C1/2) e pouco a medianamente fraturada (F2/3). É simples perceber que a resistência das discontinuidades é consideravelmente inferior à resistência da rocha intacta. Neste caso, em que as discontinuidades são mais esparsas, o comportamento do maciço será governado, predominantemente, por elas. Assim, esse material (A1/2, C1/2, F2/3) ficou caracterizado como o terceiro grupo, com possíveis rupturas planares ou compostas por planos que se interceptam.

As tabelas 4.1 e 4.2 resumem a descrição e os parâmetros geomecânicos de cada material resultante da Classificação Batalha.

Tabela 4.1 – Descrição dos materiais da Classificação Batalha

Material	DESCRIÇÃO / COMPORTAMENTO
1	Agrupa solos coluvionares e residuais maduros / jovens, e rochas com grau de alteração/fraturamento elevado (A4, C4 e F4/5); tem, para efeitos práticos, o comportamento de material que pode ser escavado com lâmina de trator e retro-escavadeira, com eventual uso de dente escarificador.
2	Agrupa rochas medianamente a muito alteradas e medianamente a muito fraturadas (A2/3, C2/3 e F3/4); tem, para efeitos práticos, o comportamento de material que pode ser escavado com auxílio de dente escarificador e eventuais fogachos.
3	Agrupa rochas medianamente alteradas a sãs, pouco a medianamente fraturadas (A1/2, C1/2 e F2/3); tem, para efeitos práticos, o comportamento de maciço rochoso, no qual se considera também a geometria das descontinuidades existentes (falhas, fraturas, foliação), podendo ser escavado a fogo.

Tabela 4.2 – Resumo da Classificação Batalha, por características geomecânicas do material

Material	Características		
	Alteração	Coerência	Fraturamento
1	A4	C4	F4 F5
2	A2 A3	C2 C3	F3 F4
3	A1 A2	C1 C2	F2 F3

Onde: Ai é o grau de alteração da rocha, variando de A1 (rocha sã) a A4 (rocha totalmente alterada);

Ci é o grau de coerência, variando de C1 (muito coerente) a C4 (incoerente);

Fi é grau de fraturamento, variando de F1 (maciça) a F5 (extremamente fraturada).

Vale destacar que em nenhum grupo apareceu o parâmetro F1, correspondente à rocha maciça. Isso se deve às características do maciço local que – foliado, formado por intensas alternâncias litológicas e tectonicamente perturbado – não apresenta testemunhos de sondagem classificados de tal forma. Eventuais ocorrências desse material, obviamente, são englobadas no terceiro grupo.

Ressalta-se que a divisão dos testemunhos de sondagem em trechos de materiais 1, 2 ou 3 levou em consideração a desagregação de material gerada pelo processo mecânico de perfuração rotativa. Para que tal piora na qualidade do material fosse

desconsiderada, a classificação por tipo de material foi feita, sempre que possível, comparando-se com os testemunhos integrais próximos à sondagem e à seção do talude em estudo.

Foram atribuídos parâmetros relacionados à geomecânica a cada trecho de cada sondagem. No caso de taludes representados por seções compostas por mais de uma sondagem, foi estudada a interpolação entre elas, nunca esquecendo da ocorrência lenticular dos tipos materiais.

O talude frontal do Canal de Aproximação do Desvio (chamado DVm – Talude II) é composto pelas sondagens SM-301, SM-204 e SR-13. Cada uma delas foi classificada quanto ao parâmetro “geomecânica”, o que serviu de base para a inferência da seção representativa do talude. A Figura 4.7 mostra o esboço da seção, decorrente dessa classificação por tipo de material.

4.3.2. Litologia

Diante da grande variedade litológica do maciço, entendeu-se ser importante tomar em consideração também a resistência da rocha intacta. No caso dos materiais 1 e 2, essa característica vai influenciar diretamente na resistência global do maciço, ao longo da superfície de ruptura. Isso porque, por inúmeras vezes, essa superfície intercepta a rocha “intacta” (o bloco de rocha remanescente). No caso do material 3, a diferença entre resistência da rocha intacta e resistência das descontinuidades mostra o quão governado pelas descontinuidades será o comportamento da massa rochosa.

Uma vez que a alternância entre litologias é intensa e com espessura variando de milimétrica a métrica, torna-se um tanto complexa a modelagem, individualizada, das lentes de diferentes tipos litológicos. Para fins de engenharia, o que é realmente relevante é a litologia (ou composição de litologias) predominante. Portanto, buscando a simplificação do modelo a ser analisado, os materiais do Maciço Batalha foram também classificados quanto à predominância litológica ocorrente em cada área.

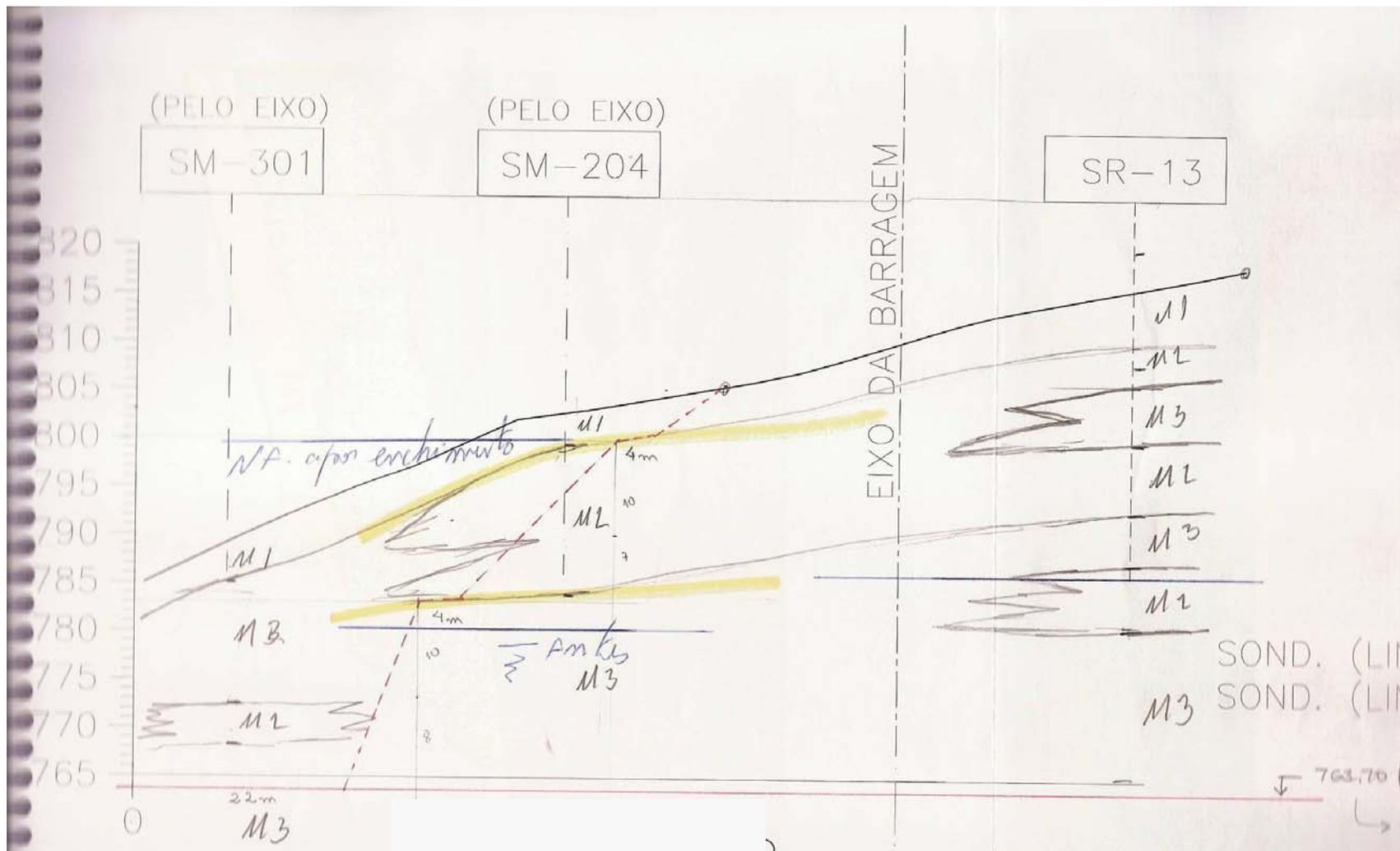


Figura 4.7 – Esboço da seção do DVm – Talude II, com a classificação por tipo de material em cada sondagem da região

Vale lembrar as três litologias predominantes – filito grafitoso (Fg), filito (F) e quartzito (Q), além da alternâncias (milimétricas a centimétricas) entre filito e quartzito, podendo ter predominância daquele (F/Q) ou deste (Q/F). Sabe-se que, de maneira geral, os filitos, e especialmente os filitos grafitosos, são menos resistentes que os quartzitos, principalmente quanto à resistência ao cisalhamento, uma vez que os primeiros possuem foliação mais pronunciada que os segundos. No entanto, nota-se ser escassa a ocorrência de quartzitos puros. De maneira geral, eles aparecem sempre com intercalações de filitos (F/Q ou Q/F).

Ainda assim, os ensaios de laboratório (Capítulo 3, tabelas resumidas 3.1 e 3.2, e Anexo II) indicam haver considerável diferença de resistência entre os filitos puros e as intercalações de quartzito e filito (Q/F ou F/Q). Percebe-se que os contatos quartzito-filito, caracterizados por significativa diferença de resistência e deformabilidade, acabam por facilitar a ruptura, por cisalhamento, ao longo dessa descontinuidade (Figura 4.8). Já a foliação dos filitos, apesar de intensa, aparece geralmente fechada (Figura 4.9), o que acaba por aumentar a resistência ao cisalhamento, ao longo dessa outra descontinuidade.



Figura 4.8 – Fratura do testemunho ao longo da foliação, no contato entre litologias.

No caso do talude DVm – Talude II, escolhido como exemplo e correspondente ao talude frontal do Canal de Aproximação do Desvio, as mesmas sondagens (SM-301,

SM-204 e SR-13) que serviram para a definição do primeiro parâmetro – “geomecânica”, indicam que a litologia predominante no material 2 é Fg/Q e no material 3, F/Fg.

4.3.3. Foliação

A foliação é outra característica da formação rochosa de Batalha muito pronunciada nesse maciço. Por se tratarem de rochas metamórficas, os filitos e quartzitos apresentam foliação perceptível a olho nu. Essa foliação, característica da anisotropia do material, por definição constitui-se numa descontinuidade e, quando aberta, numa fratura.



Figura 4.9 – Trecho em filito grafitoso, praticamente contínuo, com poucas fraturas ao longo da foliação.

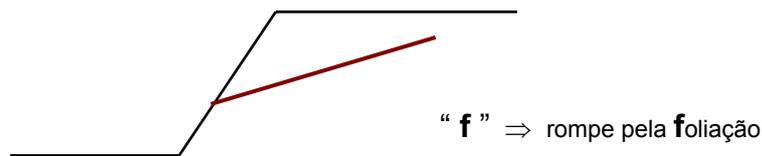
O mergulho médio da foliação no Maciço Batalha varia entre 10° e 40° . O limite superior dessa faixa, podendo constituir-se em ângulo mais alto que o ângulo de atrito da descontinuidade, pode desencadear a instabilidade de uma escavação. Logicamente, tal instabilidade somente ocorrerá caso a direção desse mergulho seja desfavorável à face do talude escavado. Destaca-se então mais um fator a ser considerado na classificação Batalha – a direção de mergulho da foliação.

Mais uma vez uma simplificação faz-se necessária. Devido à faixa de variação, considerou-se não o ângulo de mergulho em si, mas sua condição em relação à face do talude, adotada como favorável ou desfavorável à estabilidade.

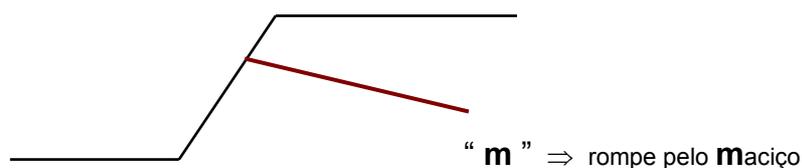
Quando a foliação apresenta-se desfavorável à superfície escavada, é simples de se identificar que ocorrerá ruptura planar por essa descontinuidade. Quando a foliação apresenta-se favorável ao talude, a superfície de ruptura deverá romper o material transversalmente à foliação, ou seja, na direção de maior resistência dessa rocha anisotrópica.

Dessa forma, foram estabelecidas duas possíveis classificações relativas à condição da foliação:

- “f”, no caso de foliação desfavorável, quando os parâmetros da litologia (ou composição de litologias) deverão ser reduzidos aos parâmetros da foliação correspondente;



- “m”, no caso de foliação favorável, quando os parâmetros da litologia (ou composição) permanecerão os do próprio material, na direção de maior resistência.



A Figura 4.10 apresenta um esquema de projeção estereográfica onde, para um dado talude, são indicados os setores angulares onde estarão localizadas as direções de mergulho de descontinuidades “favoráveis” ou “desfavoráveis”.

Como o maciço caracteriza-se por intensa perturbação tectônica, apresentando dobramento da foliação em diversas escalas, ocorre grande variação da direção de mergulho num mesmo talude. Para solucionar essa diversidade, possibilitando a

classificação quanto à foliação, recorreu-se à projeção estereográfica para a definição da foliação principal ocorrente na seção em estudo.

Nos casos em que a seção era composta por, ao menos uma, sondagem de amostragem integral, as medidas de orientação de foliação eram oriundas dessa fonte de informações (em profundidade). Caso contrário, foram utilizadas as medidas de foliação mapeadas em superfície. Observando-se o mapa de concentração de pólos foram então identificadas as foliações principais. Este segundo processo é descrito mais detalhadamente e exemplificado no item 5.4.2, do Capítulo 5.

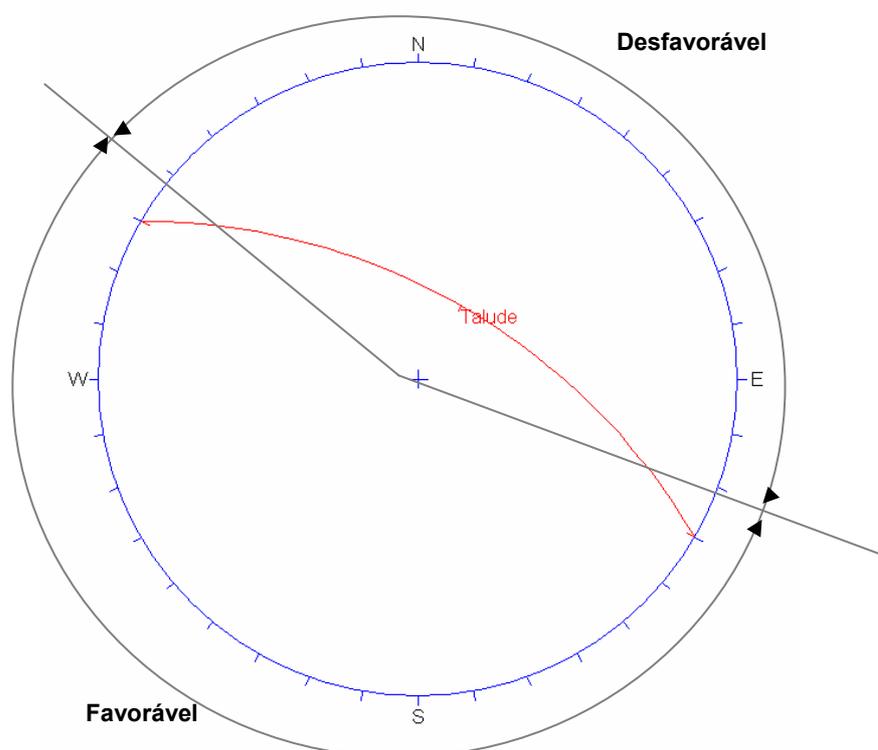


Figura 4.10 – Projeção estereográfica esquemática indicativa da classificação quanto à condição da litologia.

Considerando o talude que vem sendo adotado como exemplo, o DVm – Talude II, foram plotadas no estereograma as foliações indicadas pelos trechos integrais da sondagem SM-301. São elas:

- Fol SM-301 (2), de orientação 315/40;
- Fol SM-301 (2), de orientação 235/38.

Essas discontinuidades, em relação à orientação do talude, mostram-se favoráveis à estabilidade da escavação, conforme observado na Figura 4.11.

4.4. Estrutura do Sistema de Classificação Batalha

Selecionados os parâmetros e definidos os critérios, pode-se montar a estrutura de classificação dos taludes da UHE Batalha. Essa estrutura explicita todos os critérios e as alternativas de classificação possíveis. Por fim, juntando-se as informações da classificação de cada um dos critérios, obtém-se a Classificação Batalha, propriamente dita. A Tabela 4.3 ilustra essa estrutura. Nessa tabela, as alternâncias entre filitos e filitos grafitosos foram consideradas F ou Fg, conforme a predominância ocorrente; i.e. F/Fg foi classificado como F e Fg/F, classificado como Fg).

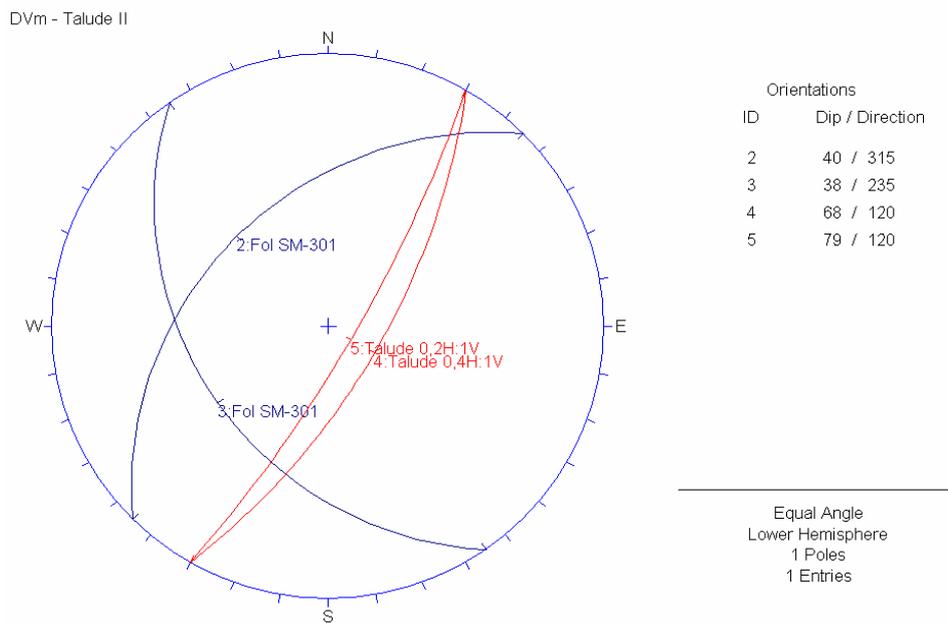


Figura 4.11 – Projeção estereográfica das foliações identificadas nos trechos de amostragem integral da SM-301 (em azul) e do talude (em vermelho), em duas declividades diferentes.

Utilizando esses conceitos, o DVm – Talude II recebeu duas classificações sendo **2Fg/Q(m)**, isto é material 2 com predominância de filito grafitoso e quartzito com foliação favorável, na parte superior (entre a el. 804,00 e a el. 771,00), e **3 F(m)**, isto é material 3 com predominância de filito com foliação avorável na parte inferior (entre a el. 771,00 e a el. 750,00).

4.5. Modelo Simplificado

Para cada talude do projeto, foi estabelecido um modelo simplificado da seção típica do maciço. A denominação “modelo simplificado” intenta retratar o enfoque objetivo da classificação Batalha.

Vale lembrar que o foco foi fixado no comportamento geomecânico do maciço, como um todo, o que remonta a todas as simplificações impostas quando do estabelecimento dos critérios de classificação.

Tabela 4.3 – Estrutura da Classificação Batalha

Parâmetros			Classificação Batalha
Características Geomecânicas	Litologia	Foliação	
1	-	-	1
2	Fg	f	2Fg(f)
		m	2Fg(m)
	F	f	2F(f)
		m	2F(m)
	Q	f	2Q(f)
		m	2Q(m)
	F/Q	f	2F/Q(f)
		m	2F/Q(m)
Q/F	f	2Q/F(f)	
	m	2Q/F(m)	
3	Fg	f	3Fg(f)
		m	3Fg(m)
	F	f	3F(f)
		m	3F(m)
	Q	f	3Q(f)
		m	3Q(m)
	F/Q	f	3F/Q(f)
		m	3F/Q(m)
Q/F	f	3Q/F(f)	
	m	3Q/F(m)	

Legenda

Quanto às características geomecânicas: 1 – solo; 2 – material rochoso muito fraturado / muito alterado; 3 – material rochoso pouco fraturado / pouco alterado.

Quanto à litologia: Fg – filito grafitoso; F – filito; Q – quartzito; F/Q – alternâncias de filito e quartzito, com predominância de filito; Q/F – alternâncias de quartzito e filito, com predominância de quartzito.

Quanto à foliação: f – foliação desfavorável à estabilidade; m – foliação favorável à estabilidade.

Portanto, o modelo simplificado não ilustra a geologia propriamente dita, mas sim as regiões onde ocorre cada tipo de material, conforme sua classificação. Com base nos

testemunhos e perfis de sondagens, observa-se que, em muitos casos, ocorre intensa alternância dessas regiões, mesmo em profundidade. Nesses casos, buscou-se uma simplificação ainda maior de forma a se reduzir o número de regiões a serem classificadas, considerando-se as condições dominantes sobre o comportamento global do talude.

O modelo simplificado, ainda, não ilustra a orientação da foliação, nem seu ângulo de mergulho; tal modelo explicita apenas a condição dessa foliação em relação à superfície escavada.

Enfim, o modelo simplificado delimita o talude em áreas de mesmas características, de acordo com a Classificação Batalha.

Como exemplo, pode-se observar a Figura 4.12, que mostra o modelo simplificado do talude frontal do Canal de Aproximação de Desvio (DVM – Talude II).

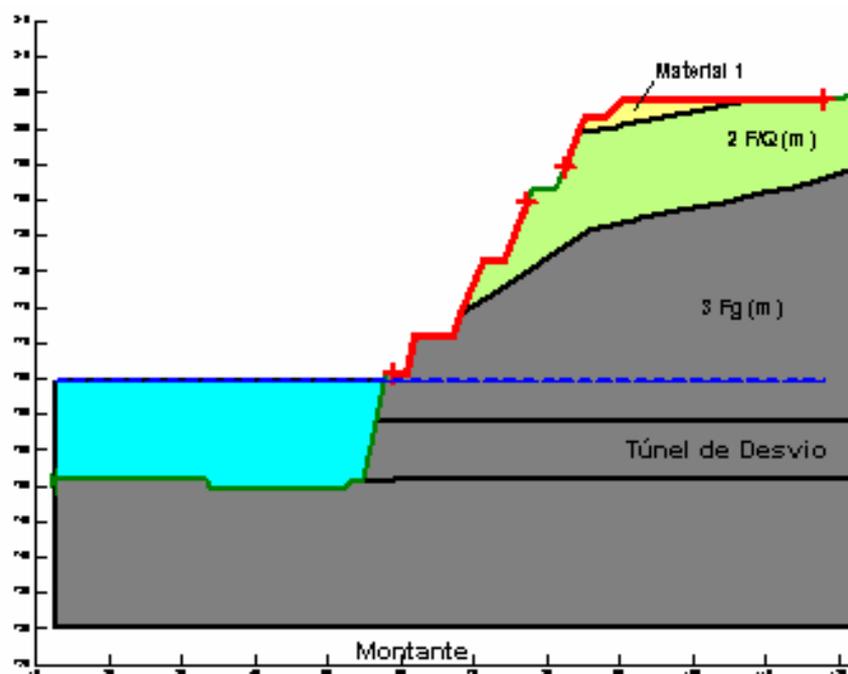


Figura 4.12 – Modelo simplificado do DVM – Talude II.

4.6. Resultados

O resultado decorrente da aplicação do sistema de classificação Batalha ao maciço a ser escavado para a implantação do Projeto, é o próprio modelo simplificado. Para

cada talude estudado, foi esboçado o modelo simplificado, definindo os trechos do talude que receberão diferentes classificações por meio desse sistema.

O modelo simplificado de cada um dos 17 taludes estudados encontra-se no Anexo IV.

4.7. Considerações Finais

As necessidades e limitações específicas, impostas pela geologia local do projeto, exigiram o desenvolvimento de um sistema de classificação individualizado, visando a adequada modelagem do maciço para efeito de dimensionamento das escavações a céu aberto.

Para o desenvolvimento desse sistema classificatório, foram destacados os parâmetros mais relevantes no comportamento do maciço. São eles: os graus de alteração, coerência e fraturamento, a litologia predominante e a direção de mergulho da foliação.

Classificados os diferentes trechos das sondagens próximas a determinado talude, foi estabelecido o modelo simplificado dele. Tal modelo servirá, então, de base para as análises a serem desenvolvidas para a definição de geometria e tratamento dessa escavação.

Capítulo 5

SISTEMAS CORRENTES DE CLASSIFICAÇÃO

O Maciço Batalha, além de receber classificação por meio do sistema desenvolvido especificamente para ele, foi ainda classificado por sistemas de uso corrente na sociedade técnica mundial. Tal etapa do trabalho visou tanto à verificação e aferição do sistema desenvolvido (“Classificação Batalha”), quanto ao estudo da aplicabilidade dos sistemas de classificação selecionados aos taludes de Batalha.

5.1. Justificativa

Ao se desenvolver o Sistema de Classificação Batalha, foram consideradas as condições específicas da geologia local. Mostra-se importante, no entanto, verificar e aferir tal sistema. A comparação dessa classificação com outras comumente utilizadas possibilitou que fossem avaliados os parâmetros considerados em cada caso (Classificação Batalha e classificações correntes), bem como sua relevância frente às necessidades e realidades do Projeto.

Mostra-se ainda extremamente válido o estudo da aplicabilidade dos sistemas de classificação correntemente utilizados aos taludes de Batalha. A maioria desses sistemas é consagrada mundialmente, respaldada pelo relato de sua aplicação a grande número de casos reais. No entanto, nota-se certa deficiência quanto à variedade geológica desses casos.

De maneira geral, são registrados muitos casos de classificação de taludes em rochas ígneas ou sedimentares (Romana, 1993). São muito escassos os casos de classificação de taludes em rochas de baixo grau de metamorfismo, com foliação proeminente, escavados em locais intensamente afetados pelo tectonismo.

Especialmente, por ser caracterizada por dobras e micro-dobras, alto grau de fraturamento, faixas catacladasas e outras perturbações tectônicas, além da variedade litológica e, conseqüentemente, de resistência, entende-se que a área de estudo

constitui-se em excelente universo de amostragem para a análise da aplicabilidade dos sistemas correntes em maciços rochosos com características tão peculiares.

Pode ainda haver outro aspecto responsável pelo descarte de classificações correntemente utilizadas, tal como o referente aos critérios a serem considerados. Alguns sistemas classificatórios podem considerar parâmetros pouco ou nada influentes na geomecânica do talude ou ainda não considerar um dos importantes critérios influentes no comportamento do maciço em estudo. Tanto um caso como o outro podem causar grandes discrepâncias na classificação resultante.

Portanto, esta etapa do estudo visa também avaliar a validade e relevância dos critérios considerados nos sistemas de classificação selecionados, frente à realidade geológico-geotécnica da área de estudo.

5.2. Seleção

Constata-se grande evolução no que diz respeito ao aperfeiçoamento e à adequação das metodologias de classificação de maciços rochosos. Diante disso, são muitas as alternativas de sistemas de classificação.

A seleção dos sistemas a serem aplicados ao Maciço Batalha foi, portanto, o primeiro passo dessa etapa de classificação com sistemas de utilização consagrada. Para tal, foram estudados os principais sistemas de classificação de escavações a céu aberto – RQD, *Rock Quality Designation* (Deere, 1964), RMR, *Rock Mass Rating* (Bieniawski, 1973), SMR, *Slope Mass Rating* (Romana, 1985), RMI, *Rock Mass Index* (Palmstrom, 1996), GSI, *Geological Strength Index* (Hoek, 1994).

Entende-se que o RQD é classificação bastante vulnerável para as condições geológicas em estudo. Por se tratar de rochas intensamente foliadas e com alternâncias litológicas desde a ordem de milímetros, é muito propício o aparecimento de descontinuidades induzidas pelo processo mecânico de retirada do testemunho de sondagem (Figura 5.1). O diâmetro da perfuração afeta grandemente o aparecimento de fraturas induzidas. As sondagens analisadas para a classificação dos maciços de Batalha apresentam-se em diferentes diâmetros, como por exemplo a série SR (1985), perfurada em diâmetro HX (testemunho com 104,6 mm), a série 100 (2002), em diâmetro NX (testemunho 80,8 mm) e NW (testemunho 76,4 mm), a série 300 (2006), em HW (testemunho 101,4 mm). Além disso, a recomendação da *International Society*

on *Rock Mechanics* (ISRM) quanto à utilização de barrilete duplo, nem sempre é atendida na prática corrente.



Figura 5.1 – Observa-se a foliação finíssima (submilimétrica) e algumas das fraturas mostradas na fotografia que podem ter sido induzidas mecanicamente; especialmente as indicadas com setas.

Diante de tantos limitadores, a classificação RQD foi eliminada, entendendo-se ser aceitável apenas a sua utilização como parâmetro parcial em outros sistemas classificatórios. Ressalta-se que, quando utilizado como parâmetro parcial, o RQD é considerado em faixas e as pequenas variações desse parâmetro interferem em apenas cerca de 5 pontos na nota final, não chegando a implicar em alteração da classe do maciço.

Por sua vez, o Sistema RMI considera três aspectos distintos: rocha intacta, condição das descontinuidade e fator de escala. Entretanto, o sistema RMI mostrou-se pouco prático em relação à realidade do maciço de Batalha. Este sistema necessita de parâmetros geométricos que são facilmente obtidos quando da observação da escavação propriamente dita, o que dificulta a sua utilização na fase de Projeto Básico.

O fato de ainda não se ter escavações abertas para um levantamento mais preciso dos parâmetros necessários à classificação RMI exigiria estimativas muito subjetivas

para o emprego desse sistema. Por tanto, decidiu-se por sua não utilização na presente pesquisa.

O sistema de classificação GSI tem se mostrado bastante prático e eficiente, especialmente em se tratando de rochas brandas. Em outras etapas do Projeto Batalha, chegou a ser utilizado como ferramenta para a estimativa preliminar de parâmetros de resistência. No entanto, para a classificação dos taludes, não é indicado por trabalhar baseado na observação de maciço exposto, o que, mais uma vez, implicaria em acentuada subjetividade das estimativas. A única superfície rochosa exposta na época deste estudo, de dimensões da ordem das futuras escavações, é o paredão rochoso da ombreira esquerda do rio São Marcos, na região de implantação do empreendimento. Observando-se a morfologia local, é fácil concluir que esse corresponde ao melhor material do maciço, remanescente da erosão pelo rio, que formou o seu leito. Portanto, esse paredão não seria a superfície exposta indicada para a estimativa dos parâmetros de formação da nota GSI.

Assim, o sistema GSI, foi descartado por necessitar de informações a serem obtidas quando abertas as escavações.

O SMR mostrou-se inicialmente como um sistema adequado às condições de projeto, pois seus parâmetros podem ser estimados a partir das campanhas de investigação de campo e laboratório disponíveis.

Destaca-se ainda a disponibilidade de diversas sondagens, localizadas em quase todas as escavações projetadas, com trechos de amostragem integral orientada. A informação fornecida por essas investigações garante segurança na utilização do sistema SMR, que trabalha com a orientação das descontinuidades ocorrentes no maciço em questão. O fato de o sistema SMR considerar também a geometria do talude de projeto constitui-se numa vantagem sobre os demais sistemas de classificação.

Entretanto, Romana (1985) reporta que esse sistema não tem se mostrado representativo para o caso de taludes cujo comportamento é governado pelas descontinuidades. Além disso, como afirmado por Hoek e Marinos (2006), o sistema RMR torna-se de difícil aplicação quando trata de rochas brandas. Essas duas realidades tornam-no pouco aplicável ao Maciço Batalha, uma vez que os materiais componentes deste maciço terão comportamento governado pelas descontinuidades,

especialmente pela foliação e pelo contato litológico, ou se comportarão como rochas brandas.

No entanto, o sistema RMR também foi selecionado para utilização nesta etapa de classificação com sistemas correntes. Isso se deve tanto ao fato de o principal sistema selecionado – o SMR – exigir o cálculo da nota RMR básica, quanto à existência de zonas de material em que as descontinuidades não exercem significativa influência sobre o comportamento (materiais 1 e 2, descritos no Capítulo 4).

Por fim, vale destacar que se considera o sistema SSPC, *Slope Stability Probability Classification*, (Hack, 2002) como de adequada aplicabilidade à realidade do Projeto Batalha. Porém, o fato de seu dado de saída ser um percentual associado à probabilidade de colapso do talude torna complexa a comparação desse valor com o sistema de classificação Batalha, cujo resultado é uma espécie de descrição geomecânica (qualitativa) do material. Por esse motivo, o sistema SSPC não foi utilizado no presente trabalho.

Obteve-se, por fim, dois sistemas classificatórios selecionados – o RMR (*Rock Mass Rating*) e o SMR (*Slope Mass Rating*). Ambos fornecem dados de saída em forma de notas, quantificáveis, o que facilita sua comparação.

5.3. RMR (*Rock Mass Rating*)

A classificação com o sistema RMR foi feita pela observação de cada um dos parâmetros propostos por Bieniawski, com base em sondagens e mapeamento de campo, próximos à região do talude. Por definição, a nota RMR é composta da seguinte forma:

RMR = (Σ parâmetros de classificação) + Fator de ajuste quanto a direção e mergulho de descontinuidades

$$= (A + B + C + D + E) + F$$

$$= \text{RMR}_{\text{básico}} + F$$

(Eq. 5.1)

Onde: A – parâmetro relativo à compressão uniaxial da rocha intacta, em MPa;

B – parâmetro relativo à faixa do RQD, em %;

C – parâmetro relativo à faixa de espaçamento entre fraturas;

D – parâmetro relativo à condição da descontinuidade;

E – parâmetro relativo à presença de água no maciço;

F – parâmetro de ajuste quanto à orientação das descontinuidades.

A nota RMR não foi atribuída ao maciço, como um todo, mas a cada trecho de diferentes características geomecânicas. Identificadas as perfurações mais representativas do maciço a ser escavado, em cada área, os testemunhos foram analisados de maneira a se identificar cada um desses trechos. Assim, cada trecho de sondagem foi considerado também como um trecho de maciço, de tal forma que a nota RMR atribuída à sondagem (ou conjunto delas) foi associada ao maciço propriamente dito.

Importa ressaltar que, no caso de existência de mais de uma sondagem relevante para o estudo de determinado talude, foi esboçado o perfil geológico-geotécnico considerando a posição de cada sondagem em relação à geometria final esperada para cada talude. A Figura 5.2 mostra um exemplo deste tipo de análise onde se identifica dos trechos de cada sondagem que serão expostos pela escavação, obtendo-se o que foi chamado “talude composto”.

Para a projeção de sondagens, não foi considerado o mergulho da foliação. A foliação principal observada no sítio apresenta mergulho sub-horizontal e as faces dos taludes não possuem direção perfeitamente paralela a essa foliação. Assim sendo, sua representação em mergulho aparente seria muito próxima a zero (0°), tornando-se desnecessária a projeção desse ângulo.

5.3.1. Análise de Sondagens

Cada log de sondagem foi analisado individualmente quanto à classificação RQD e à predominância litológica. Assim, foram determinados os diferentes trechos a serem analisados e cotados com a nota RMR. Ainda das sondagens, vieram os parâmetros “espaçamento entre descontinuidades”, “condição das descontinuidades” e “orientação das descontinuidades”.

O RQD (parâmetro B da Equação 5.1) foi obtido diretamente da sondagem e confrontado tanto com as fotografias dos testemunhos quanto, em alguns casos, com os próprios testemunhos de sondagem.

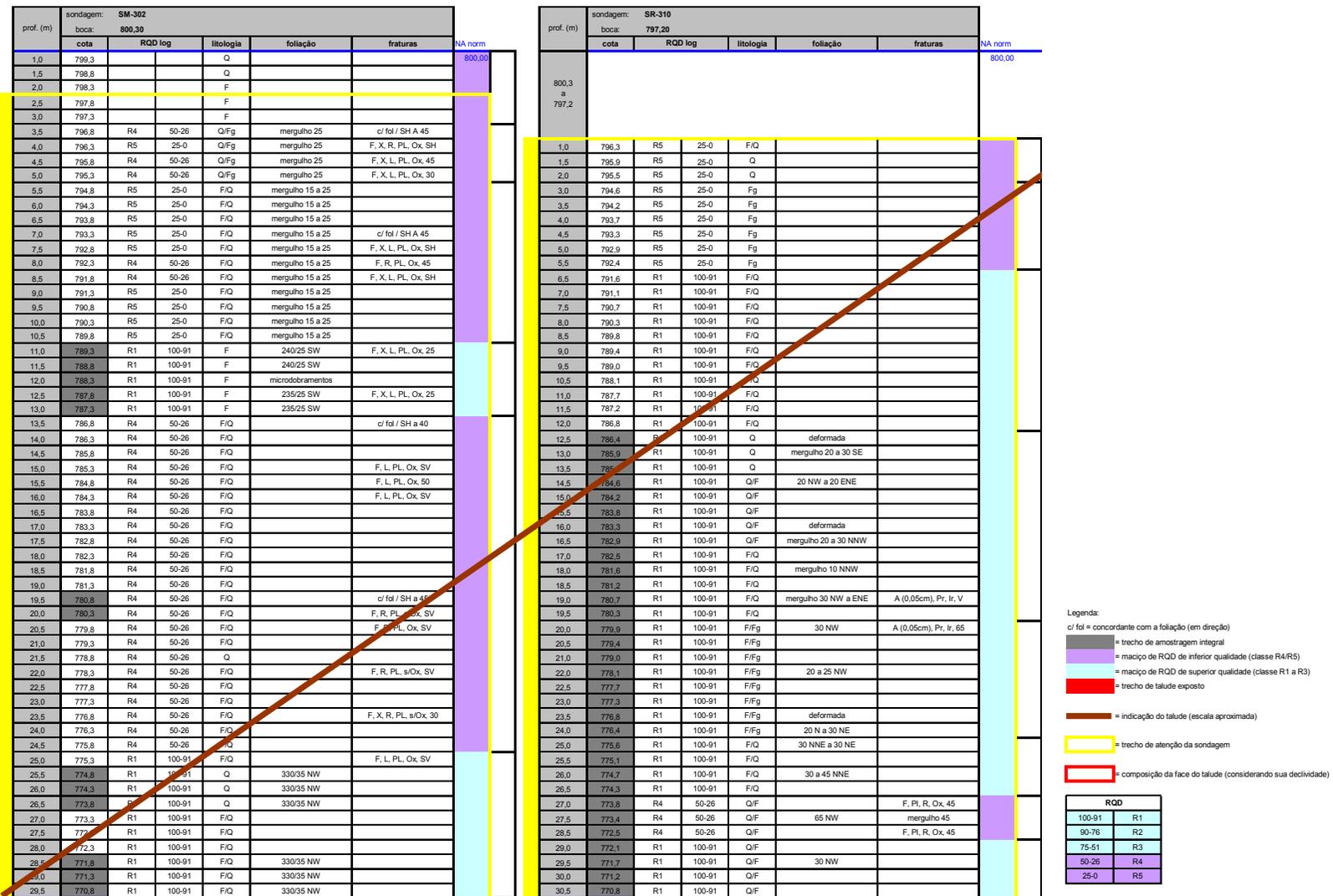


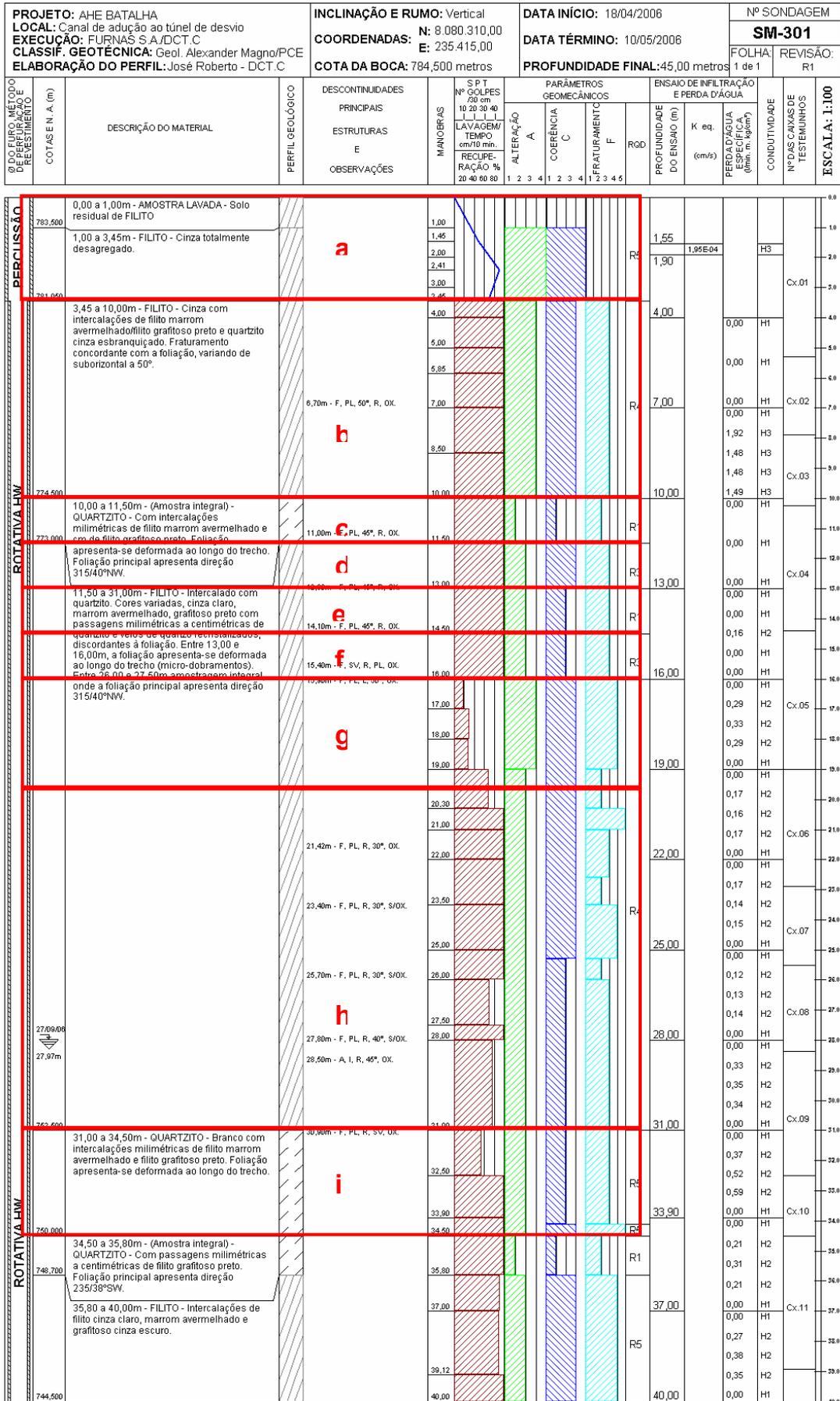
Figura 5.2 – Exemplo de análise de duas sondagens, com faixa inclinada para a inferência do “Talude Composto” (TA – Talude II)

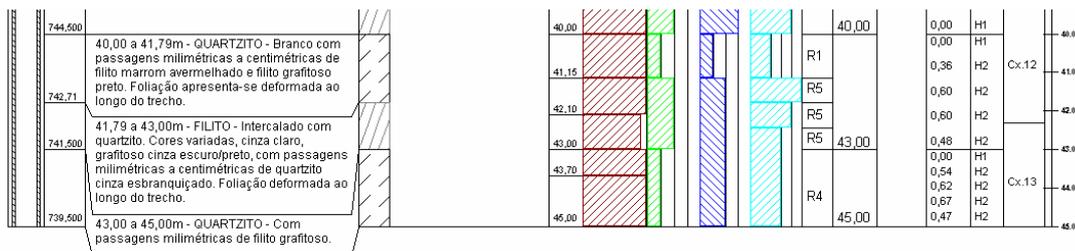
Como já comentado, o material rochoso em estudo mostra-se propício à ocorrência de fraturas originadas, mecanicamente, pelo manuseio do equipamento amostrador. No entanto, uma vez que a classificação RQD indicada nos logs foi feita a partir da observação, direta, dos testemunhos, considera-se pouco recorrente o erro da contagem de fraturas induzidas nesse índice. Além disso, as sondagens da série 200, que se mostra com grau de fraturamento significativamente mais elevado que as demais séries (indicando alta incidência de fraturas originadas mecanicamente), não foram utilizadas.

No caso do talude-exemplo que vem sendo utilizado, DVm – Talude II, há duas sondagens próximas: a SM-301 e a SM-204. Tendo sido esta última descartada pelo motivo anteriormente apresentado, trabalhou-se apenas com a SM-301 como representativa do maciço. Considerando o registro da divisão em trechos de diferentes características geomecânicas, como indicado na Figura 5.3.

Nesse caso (DVm – Talude II) a boca da SM-301 está em elevação (el. 784,50) mais baixa que a crista do talude (el. 804,00). Por não haver outra sondagem próxima a ser aproveitada, considerou-se o trecho entre as elevações 784,50 e 804,00 de mesma características que o talude I da Tomada d'Água (TA – Talude I). Em outros taludes, em que o mesmo ocorre, sempre que possível, procedeu-se da mesma maneira.

Com o RQD do trecho, foi também possível estimar a faixa de espaçamento entre fraturas, mais um parâmetro para a composição da nota RMR (parâmetro C da Equação 5.1). De maneira geral, considerou-se a seguinte correlação entre RQD e espaçamento:





OBSERVAÇÕES:

GRAU	DENOMINAÇÃO	ALTERAÇÃO	DESCONTINUIDADES				
A1	ROCHA SÃ	- SÃ OU PRATICAMENTE SÃ; - ALTERAÇÃO MINERALÓGICA NULA OU INCIPIENTE; - COR ORIGINAL INTACTA.	FRATURA A – ABERTA F – FECHADA P – PREENCHIDA	ASPEREZA E – ESPELHADA L – LISA R – RUGOSA B – BIOTÍCA			
A2	ROCHA MEDIANAMENTE ALTERADA	- ALTERAÇÃO MINERALÓGICA PERCEPTÍVEL; - CORES ESMAÇADAS E PEQUENAS TRANSFORMAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS.					
A3	ROCHA MUITO ALTERADA	- ALTERAÇÃO MINERALÓGICA ACENTUADA; - CORES PARCIALMENTE MODIFICADAS E INTENSAS TRANSFORMAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS.	ORIENTAÇÃO H – HORIZONTAL SH – SUBHORIZONTAL SV – SUBVERTICAL V – VERTICAL S9° – COM ANG. INDICADO X – NA XISTOSIDADE XT – CORTANDO A XIST.	ALTERAÇÃO FO – COM FILME DE OXIDAÇÃO O – OXIDADA Xmm – ESPESSURA DE ALTERAÇÃO Ar – COM ARGILA Ca – COM CAULIM			
A4	ROCHA TOTALMENTE ALTERADA	- ALTERAÇÃO MINERALÓGICA PRATICAMENTE COMPLETA; - CORES TOTALMENTE MODIFICADAS E TRANSFORMAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS COMPLETAS, EXCETO NOS MINERAIS RESISTENTES.					
GRAU	DENOMINAÇÃO	COERÊNCIA	REGULARIDADE	DISTÂNCIA ENTRE AS FRATURAS = df			
C1	MUITO COERENTE	- QUEBRA COM DIFICULDADE AO GOLPE DO MARTELO FORMANDO POUCOS FRAGMENTOS COM BORDAS CORTANTES; - SUPERFÍCIE DIFÍCIL OU LEVEMENTE RISCÁVEL POR LÂMINA DE AÇO; - CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS ELEVADAS.	P – PLANA I – IRREGULAR C – CURVA	RQD = $\frac{\text{Soma amostras de rocha A1/A2} \times 10\text{cm}}{\text{Comprimento do trecho}} = \%$			
C2	MODERADAMENTE COERENTE	- QUEBRA FACILMENTE AO GOLPE DO MARTELO EM VÁRIOS FRAGMENTOS; - AS BORDAS PODEM SER QUEBRADAS PELA PRESSÃO DOS DEDOS; - ALÂMINA DE AÇO PROVOCA UM SULCO POUCO ACENTUADO NA SUPERFÍCIE DO FRAGMENTO; - CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS BOAS.					
C3	POUCO COERENTE	- ESFARELA AO GOLPE DO MARTELO; - ALÂMINA DE AÇO PRODUZ SULCOS PROFUNDOS NA SUPERFÍCIE DO FRAGMENTO; - PODE SER QUEBRADO MANUALMENTE; - CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS BAIKAS.	QUALIDADE DA ROCHA				
C4	INCOERENTE	- DESAGREGA E ESFARELA COM A PRESSÃO DIGITAL; - PODE SER CORTADO POR LÂMINA DE AÇO; - FRÁVEL; - CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS MUITO BAIKAS.	R1	100-91	EXCELENTE		
			R2	90-76	BOA		
			R3	75-51	REGULAR		
			R4	50-26	MÁ		
			R5	25-0	PÉSSIMA		
GRAU DE FRATURAMENTO				CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA			
GRAU	DENOMINAÇÃO	FRATURAMENTO N° DE FRATURAS POR METRO	ESPAÇAMENTO ENTRE FRATURAS	GRAU	DENOMINAÇÃO	PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	PERMEAB. EQUIVAL. (cm/s)
F1	MACIÇA	0 a 1	≥ 1m	H1	MUITO BAIKA	MENOR QUE 0.1 l/mim m.kg/cm ²	K < 10 ⁻⁹
F2	POUCO FRATURADA	2 a 5	< 1m a 0.20m	H2	BAIKA	DE 0.1 a 1.0 l/mim m.kg/cm ²	10 ⁻⁹ < K < 10 ⁻⁸
F3	MEDIANAMENTE FRATURADA	6 a 10	< 0.20m a 0.10m	H3	MÉDIA	DE 1.0 a 5.0 l/mim m.kg/cm ²	10 ⁻⁸ < K < 5.10 ⁻⁸
F4	MUITO FRATURADA	11 a 20	< 0.10m a 0.05m	H4	ALTA	DE 5.0 a 10.0 l/mim m.kg/cm ²	5.10 ⁻⁸ < K < 10 ⁻⁷
F5	EXTREMAMENTE FRATURADA	EM FRAGMENTOS	< 0.05m	H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 10.0 l/mim m.kg/cm ²	10 ⁻⁷ < K

Figura 5.3 – Sondagem SM-301 com a divisão em diferentes trechos de características geomecânicas semelhantes.

Tabela 5.1 – Correlação entre RQD e Espaçamento entre Fraturas

RQD	espaçamento
R1	0,6 a 2m
R2	200 a 600mm
R3	200 a 600mm
R4	60 a 200mm
R5	< 60mm

Por se tratar de material de foliação intensa, mesmo nos trechos de RQD > 75% (R1), não se considerou o espaçamento maior que 2m, que equivale a 20 pontos para o parâmetro C. Observou-se, pelos testemunhos de sondagem, que não ocorrem fraturas distantes mais de 1m entre si, confirmando a correlação utilizada como adequada à realidade geológica local.

Tem-se, então os seguintes valores para os parâmetros B e C, em cada trecho:

Tabela 5.2 – Parâmetros B e C da Classificação RMR (talude DVm – Talude II)

Trecho	RQD	B	C
a	R5	3	5
b	R4	17	8
c	R1	20	15
d	R3	13	10
e	R1	20	15
f	R3	13	10
g	R4	17	8
h	R4	17	8
i	R5	3	5

A observação das sondagens também possibilitou a definição do parâmetro “condição das descontinuidades” (parâmetro D da Equação 5.1). Foi utilizada a classificação das descontinuidades quanto a abertura, regularidade, aspereza e alteração. Quando da ocorrência de variação dos casos de classificação das descontinuidades, utilizou-se aquela que se mostrou mais freqüente ao longo do trecho correspondente à escavação em estudo. Quando a junta de maior freqüência não era claramente identificada, trabalhou-se com as características que conduziam à pior nota de classificação RMR.

Por fim, quanto ao parâmetro “orientação das descontinuidades” (parâmetro E da Equação 5.1) foi avaliada a relação entre as direções de mergulho da foliação e da face do talude. A direção de mergulho da foliação é informação retirada diretamente das sondagens, quando estas apresentavam trecho de amostragem integral orientado. Quando isso não ocorria nas sondagens observadas, foram utilizadas as descontinuidades mapeadas superficialmente em campo.

Ao longo da SM-301, referência para o talude DVm – Talude II, predominam fraturas com a seguinte descrição: fechadas (F), planares (PI), rugosas (R) e oxidadas (Ox), oferecendo, portanto, a nota 25 ao parâmetro D.

Na mesma sondagem, foram recuperados integralmente, e com orientação, três trechos de aproximadamente 1,5m. Ainda que nem todos esses trechos estejam situados à profundidade de interesse para o dimensionamento do DVm – Talude II, todas as medidas de orientação de foliação neles determinadas foram utilizadas na análise para a definição do parâmetro F. São elas 315/40 e 235/38.

Como já observado na projeção estereográfica apresentada na Figura 4.11 e detalhada na Figura 5.4, conclui-se tratar-se, a mais desfavorável delas, ainda assim, favorável à estabilidade da escavação. Isso possibilita a atribuição de -5 pontos ao parâmetro F.

5.3.2. Resistência à Compressão Simples da Rocha Intacta

De cada trecho, foi identificada a litologia predominante, de acordo com a descrição exibida nos boletins de sondagem. É importante relembrar que o Maciço Batalha é caracterizado por alternâncias, milimétricas a métricas, de litologias. Isso justifica o termo “predominância”, já que, dificilmente, serão identificadas ocorrências contínuas de uma única litologia.

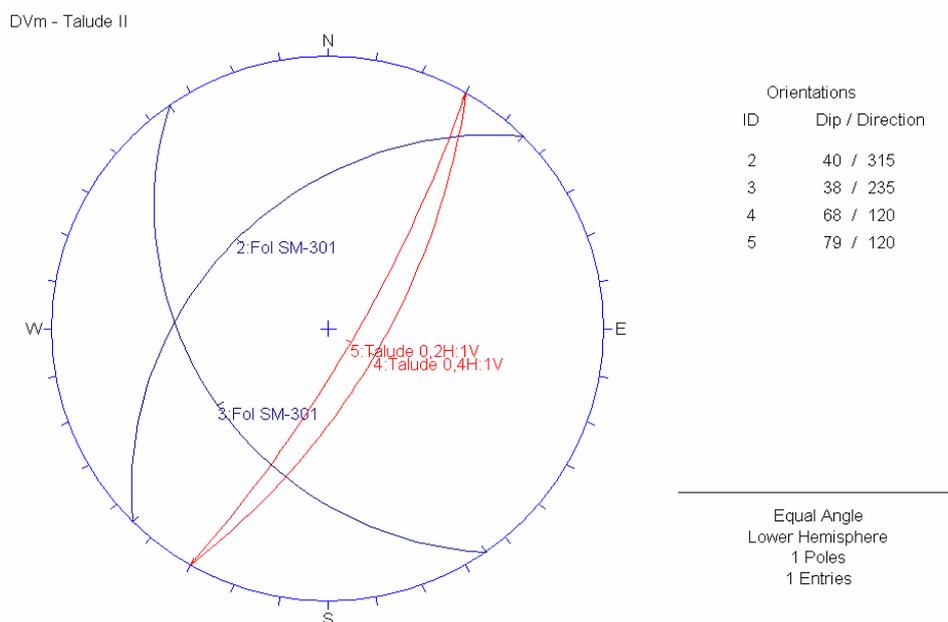


Figura 5.4 – Projeção estereográfica das foliações identificadas nos trechos de amostragem integral da SM-301 (em azul) e do talude (em vermelho), em duas declividades diferentes.

A resistência da rocha intacta (parâmetro A da Equação 5.1) utilizada foi baseada nos resultados de ensaios de laboratório, especialmente, os ensaios de compressão uniaxial (ou compressão simples). Essa campanha de ensaios oferece maior confiabilidade uma vez que foi acompanhada por equipe de geotécnicos (da projetista e do proprietário do projeto), além de os corpos de prova (CP) ensaiados terem sido cuidadosamente selecionados, dos testemunhos de sondagem, por essa equipe.

A análise das curvas tensão x deformação até a ruptura dos corpos de prova indica comportamentos anômalos em alguns dos ensaios executados. No entanto, nota-se coerência no conjunto de ensaios, para cada CP, por litologia predominante (Anexo II).

Quanto aos ensaios de compressão simples, vale a pena citar uma ressalva feita por Hack (2002) a esse respeito: “As amostras utilizadas nos ensaios de compressão uniaxial possuem, freqüentemente, cerca de 10cm de altura. Se o espaçamento entre descontinuidades for inferior a 10cm, o corpo de prova pode conter descontinuidades.”.

Essa ressalva é bastante aplicável ao Maciço Batalha, uma vez que a foliação e o contato litológico são descontinuidades. Mesmo não sendo sempre fraturas, o fato de se constituírem em planos mais frágeis da rocha anisotrópica torna-os potenciais planos de fratura. Portanto, em Batalha, o corpo de prova possui estas descontinuidades e rompe por um desses planos mais fracos, o que foi confirmado pelos resultados dos ensaios, onde se observa que a ruptura dá, sempre, ou pela foliação ou pelos contatos litológicos.

Dessa forma, nos corpos de prova de intensa alternância de litologias (Q/F, F/Q), a resistência é reduzida pela presença de maior número de contatos (ou ‘potenciais fraturas’). Já nos casos em que foram ensaiadas amostras quase puras de filito (F ou Fg), concluiu-se que a resistência é maior que no primeiro caso. Isso pode ser observado na Tabela 5.3, que registra os resultados dos ensaios cujas curvas são apresentadas no Anexo II.

Tabela 5.3 – Resumo de Ensaios de Compressão Simples, com Predominância Litológica

Amostra	Furo	Litologia Predominante	UCS (MPa)
4.0242.06	SM-302	Q/F	CP danificado
4.0243.06		Q/F	1,47
4.0244.06		Q/F	4,04
4.0245.06	SR-10	Q	92,81
4.0246.06		F/Q	3,79
4.0247.06	SM-116	Q/F	3,25
4.0248.06	SM-113	Q/F	7,04
4.0249.06		F/Q	1,33
4.0250.06		F/Q	6,46
4.0251.06		F/Q	2,87
4.0252.06		F	20,67
4.0253.06	SM-301	Q/F	2,15
4.0254.06		F/Q	1,78
4.0255.06	SM-305	F/Q	0,69
4.0256.06		F/Q	CP danificado
4.0257.06		F/Q	CP danificado
4.0258.06	SM-309	F/Q	2,91
4.0259.06		F/Q	Danificado na preparação
4.0260.06		F/Q	2,80
4.0261.06	SM-105	Q	20,05
4.0262.06		Q	104,71
4.0263.06	SM-307	F	6,56

Como já justificado, apesar de o parâmetro em questão referir-se à rocha intacta, é totalmente plausível a consideração dos resultados descritos anteriormente. Nos raros casos em que a ruptura se der na direção normal à foliação (casos classificados com “m” pelo Sistema Batalha), a resistência ao cisalhamento será de maior valor que no outro caso. Portanto, considerar os resultados referentes à foliação é adequadamente a favor da segurança.

A Tabela 5.2 apresenta para o talude DVm – Talude II, de acordo com a SM-301, a distribuição litológica, faixa de resistência à compressão uniaxial (UCS) e respectiva pontuação para o parâmetro A, para cada trecho.

Tabela 5.4 – Litologia, resistência à compressão uniaxial e parâmetro A do talude DVm – Talude II

Trecho	Litologia predominante	UCS (MPa)	A
a	F	6,56 a 20,67	2
b	F	6,56 a 20,67	2
c	Q/F	0,69 a 6,46	1
d	F/Q	0,69 a 6,46	1
e	F/Q	0,69 a 6,46	1
f	F/Q	0,69 a 6,46	1
g	F/Q	0,69 a 6,46	1
h	F/Q	0,69 a 6,46	1
i	Q/F	0,69 a 6,46	1

5.3.3. Presença de Água no Talude

A presença de água no maciço foi considerada em relação ao nível d'água (NA) de acordo com as seguintes condições:

- A. No caso dos taludes dos canais de aproximação e restituição do desvio, foi referência para a avaliação da presença de água no maciço o NA de desvio de montante (el. 764,70) e de jusante (el. 763,20), respectivamente;

- B. No caso dos taludes da Casa de Força e dos taludes de jusante do Vertedouro, que não terão qualquer trecho submerso, foi determinado um NA do maciço, baseado na própria sondagem e levando-se em conta a rede de fluxo a ser estabelecida quando da operação do reservatório, posterior ao tamponamento do túnel de desvio. Ressalta-se que esse túnel funcionará como um grande dreno instalado no maciço, rebaixando o NA dos taludes próximos a ele;
- C. Nos demais casos, a presença de água no maciço foi baseada no NA máximo operacional do reservatório (el. 800,00).

A associação desses casos à pontuação do parâmetro A, da Classificação RMR, obedeceu aos critérios listados na Tabela 5.5.

Esses critérios foram admitidos para que a classificação do talude considere o maciço em suas condições em longo prazo.

Com respeito ao talude-exemplo (DVm – Talude II), nota-se que os trechos de **a a g** posicionam-se acima do NA_{desvio} , o que lhes confere 10 pontos na Classificação RMR. Já os trechos **h e i**, são pontuados com 7, por estarem abaixo do NA_{desvio} .

Tabela 5.5 – Critérios para a consideração da presença de água no maciço.

Caso	Condição em relação ao NA		Parâmetro A	
A	Acima do NA_{desvio}		Levemente úmido	10
	Abaixo do NA_{desvio}		Úmido	7
B	Acima do $NA_{maciço}$		Levemente úmido	10
	Abaixo do $NA_{maciço}$		Gotejando	4
C	Acima do $NA_{máx\ op}$		Levemente úmido	10
	Abaixo do $NA_{máx\ op}$	Acima do $NA_{mín\ op}$	Gotejando	4
		Abaixo do $NA_{mín\ op}$	Úmido	7

5.3.4. Resultados

Como resultado do conjunto formado por esses parâmetros, obteve-se a nota RMR (básica e final) de cada trecho de sondagem. Com a nota RMR final, definiu-se a classe a que pertence o respectivo trecho do maciço.

A Tabela 5.6 ilustra as notas RMR para o DVm – Talude II.

Tabela 5.6 – Resultado final da Classificação RMR para o DVm – Talude II.

Trecho	A	B	C	D	E	RMR _{básico}	F	RMR
804 a 784,8	Trecho a ser extrapolado da classificação do talude I da Tomada d'Água (TA - Talude I), nas mesmas elevações.							
a	2	3	5	25	10	45	-5	40
b	2	8	8	25	10	53	-5	48
c	1	20	15	25	10	71	-5	66
d	1	13	10	25	10	59	-5	54
e	1	20	15	25	10	71	-5	66
f	1	13	10	25	10	59	-5	54
g	1	8	8	25	10	52	-5	47
h	1	8	8	25	7	49	-5	44
i	1	3	5	25	7	41	-5	36

Os resultados de cada trecho de sondagem, com a definição da nota RMR de cada talude analisado, são apresentados no Anexo V.

5.4. SMR (*Slope Mass Rating*)

De acordo com a própria proposição do método, a nota SMR foi atribuída aplicando-se fatores redutores à nota RMR básica (RMR_{básico}). Esses fatores redutores consideram a orientação das descontinuidades ocorrentes no trecho e a orientação da face do talude da seguinte forma:

$$\text{SMR} = \text{RMR}_{\text{básico}} + (F1 \cdot F2 \cdot F3) + F4 \quad (\text{Eq. 5.2})$$

Onde: RMR_{básico} – nota RMR correspondente à da soma dos parâmetros A, B, C, D e E;

F1 – fator relativo ao paralelismo entre a fratura e o talude;

F2 – fator relativo ao mergulho da fratura;

F3 – fator relativo à condição da fratura em relação à face do talude;

F4 – fator relativo à perturbação gerada pelo método de escavação.

A aplicação dos fatores F1, F2, F3 e F4 ao RMR_{básico} justifica-se pelo fato de o sistema SMR considerar as descontinuidades de forma mais detalhada, enquanto que no sistema RMR utiliza-se apenas um fator genérico, que não considera a orientação do talude.

A seguir são descritas as considerações feitas e o procedimento utilizado para a definição dos fatores redutores do sistema SMR e, conseqüentemente, da nota SMR.

5.4.1. $RMR_{\text{básico}}$

Para o $RMR_{\text{básico}}$, foi considerada exatamente a mesma nota calculada no procedimento para a classificação RMR, descrito no item 5.3 anterior. As considerações feitas para a definição dos parâmetros A, B, C, D e E foram rigorosamente iguais àquelas ali descritas.

As notas $RMR_{\text{básico}}$ do talude-exemplo DVm – Talude II já foram listadas juntamente com os resultados daquele sistema de classificação. Essas notas podem ser observadas na Tabela 5.6.

5.4.2. Análise Estereográfica

Os fatores redutores, sempre relativos às descontinuidades e à face do talude, foram calculados com base em análise estereográfica do conjunto de descontinuidades identificadas e atribuídas ao maciço.

No caso de taludes cujas informações foram obtidas das sondagens com trechos de amostragem integral, o conjunto de descontinuidades foi identificado através da descrição desses trechos. Tanto foliações quanto fraturas tiveram sua orientação definida nos trechos integrais, e orientados, dos testemunhos.

Quando os taludes não dispunham de sondagens com trechos integrais em suas proximidades, analisou-se o conjunto de descontinuidades mapeadas em superfície.

Os dados de superfície resultam da coleta de dados em diversas campanhas de mapeamento de campo (1985, 2000, 2002 e 2006). Por isso, elas se apresentavam em grande quantidade e com orientações repetitivas. A fim de se reduzir esse conjunto, foram identificadas as descontinuidades representativas da área por meio da análise de rosetas de direção de mergulho (Figura 5.5). Assim, chegou-se a um conjunto reduzido de foliações e de fraturas, que adequadamente representam as ocorrências locais. Este último é que foi o conjunto utilizado na análise estereográfica para definição dos parâmetros parciais na classificação SMR, no caso de taludes sem informações advindas de sondagens com amostragem integral.

Para isso, partiu-se do pressuposto de que, no primeiro caso, as descontinuidades ocorrentes nas sondagens de referência são representativas do maciço em estudo e, no segundo caso, de que as descontinuidades mapeadas em superfície se repetem em profundidade nesse maciço.

Destaca-se que o termo descontinuidades trata tanto de foliações quanto de fraturas. Sendo que todas elas foram utilizadas somente quando da disponibilidade de informações completas quanto à sua orientação.

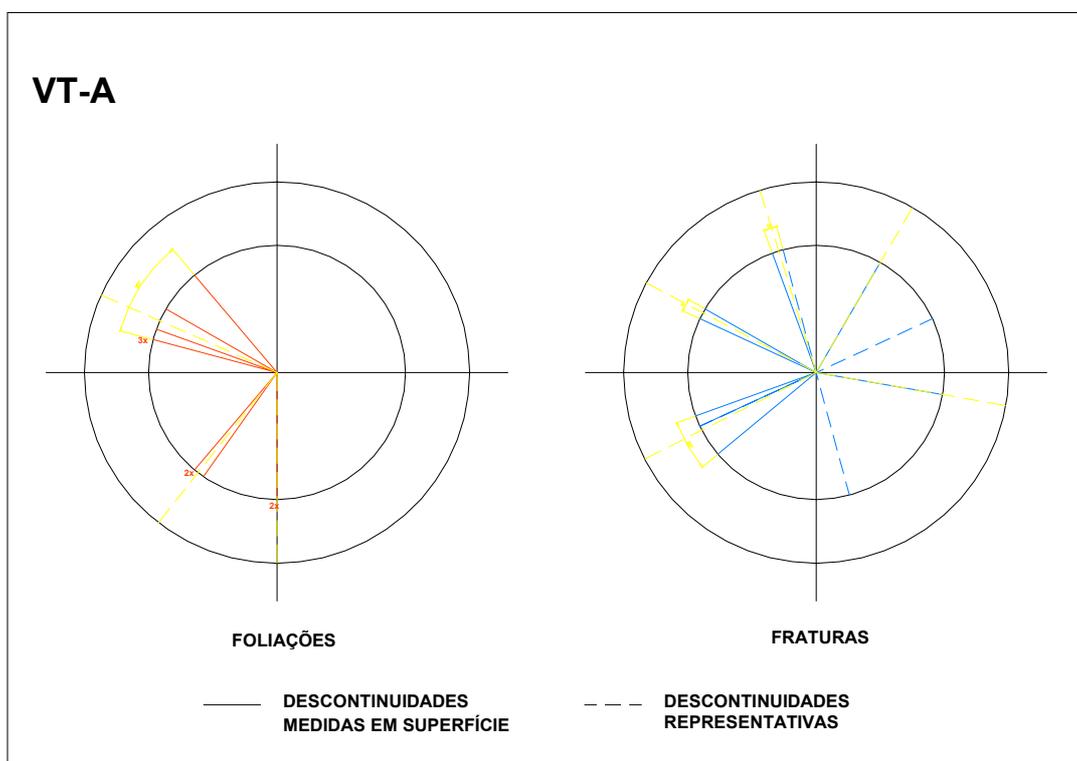


Figura 5.5 – Rosetas de fraturas e foliações mapeadas na região do Vertedouro – montante.

Aquele conjunto de descontinuidades foi projetado estereograficamente para a visualização espacial dessas informações. A projeção desse conjunto, juntamente com a projeção do talude, possibilitou a identificação das descontinuidades críticas para a estabilidade da escavação. Estas foram então selecionadas para o estudo específico de sua orientação, em relação à face do talude. O resultado desse estudo foi a definição do valor de cada um dos fatores para a classificação SMR.

O estereograma das discontinuidades associadas ao DVm – Talude II é apresentado, novamente, destacando-se a discontinuidade crítica para a estabilidade da escavação.

A Tabela 5.7 indica, como exemplo complementar, um conjunto completo de fraturas e foliações mapeadas em superfície e, também, o conjunto reduzido das discontinuidades representativas da área, determinado pela roseta da Figura 5.5. Por fim, a Figura 5.6 ilustra o “estereograma-resumo”, que ilustra apenas o talude e as discontinuidades selecionadas como críticas.

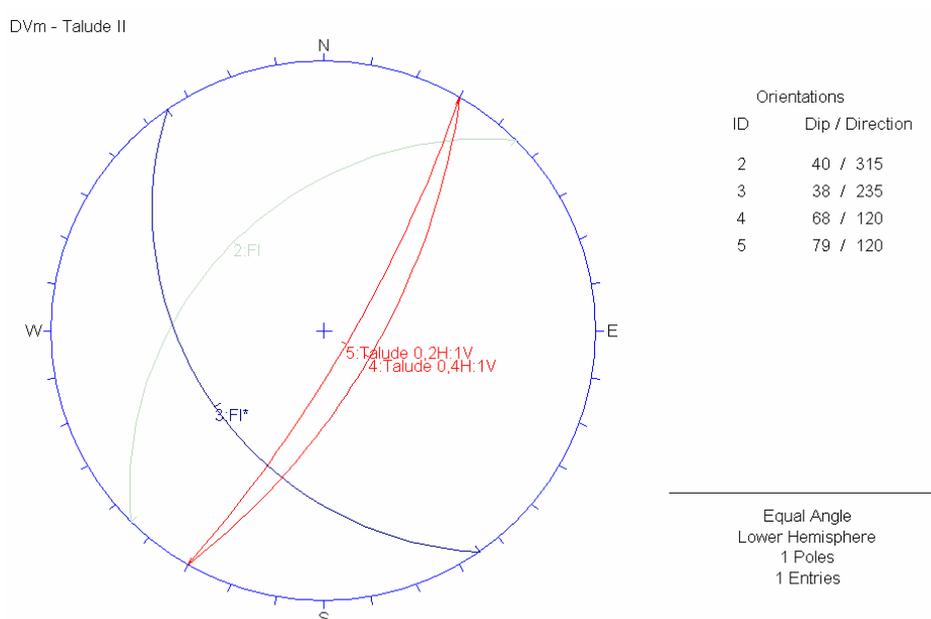
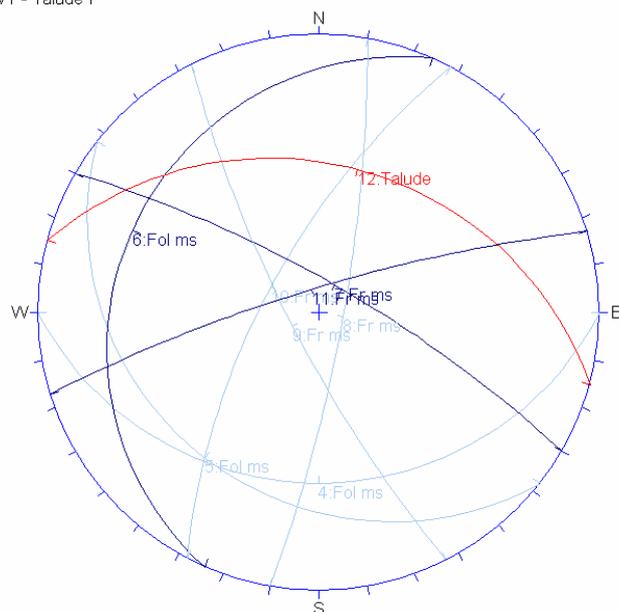


Figura 5.6 – Projeção estereográfica das discontinuidades do talude DVm – Talude II (em azul), destacando-se a discontinuidade crítica (em azul escuro).

É explícita a preferência pelos dados advindos das sondagens integrais. Isso se deve à maior segurança quanto à ocorrência, em profundidade, de juntas identificadas em profundidade. Ao contrário, as medidas de superfície estão sujeitas a significativas mudanças de comportamento geométrico entre essa elevação e a profundidade da escavação.

VT - Talude I



Orientations	
ID	Dip / Direction
4	27 / 180
5	23 / 218
6	18 / 294
7	77 / 030
8	80 / 100
9	78 / 243
10	68 / 298
11	80 / 343
12	34 / 015

Equal Angle
Lower Hemisphere
1 Poles
1 Entries

Origem dos Dados: Mapeamento de Superfície

Figura 5.7 – Estereograma-resumo das discontinuidades mapeadas em superfície na região do Talude I do Vertedouro.

Tabela 5.7 – Características das discontinuidades mapeadas em superfície na região do Talude I do Vertedouro.

RESUMO

PONTO	E (m)	N (m)	Estrutura	Direção do mergulho	Mergulho	dip dir	dip
51	235.300	8.080.270	Foliação	180	25	180	27
53	235.317	8.080.280	Foliação	180	28		
140	235.280	8.080.220	Foliação	215	20	218	23
143	235.327	8.080.220	Foliação	220	20		
21	235.335	8.080.250	Foliação	220	30		
30	235.390	8.080.250	Foliação	285	20	294	18
151	235.393	8.080.250	Foliação	285	5		
154	235.425	8.080.236	Foliação	285	15		
17	235.318	8.080.250	Foliação	290	20		
139	235.300	8.080.246	Foliação	300	15		
135	235.394	8.080.217	Foliação	320	35		
152	235.393	8.080.250	Fratura	30	77	30	77
153	235.393	8.080.250	Fratura	100	80	100	80
145	235.327	8.080.220	Fratura	230	65	243	78
142	235.280	8.080.220	Fratura	245	82		
150	235.392	8.080.222	Fratura	245	90		
55	235.317	8.080.280	Fratura	250	75	298	68
149	235.392	8.080.222	Fratura	295	70		
141	235.280	8.080.220	Fratura	300	65		
144	235.327	8.080.220	Fratura	340	70	343	80
54	235.317	8.080.280	Fratura	345	90		

5.4.3. Fatores Redutores

De posse do estereograma-resumo, foi possível a identificação da direção da junta, de sua relação com a direção do talude e de seu ângulo de mergulho. Com essas informações, calcularam-se os fatores F1, F2, F3 e F4 para a classificação SMR.

O fator F1 leva em conta o mínimo ângulo entre as direções da face do talude e da descontinuidade. Tal consideração é norteadada pela Equação 5.3, estabelecida empiricamente, de maneira a expressar que, quanto mais próximas ao paralelismo, mais desfavorável será a condição de estabilidade:

$$F1 = (1 - \sin A)^2 \quad \text{(Eq. 5.3)}$$

O fator F2 relaciona-se com o ângulo de mergulho da descontinuidade em questão, de tal forma que, quanto maior o mergulho da junta, maior será F3 e pior a condição de estabilidade. Essa relação está expressa pela Eq. 5.4, também determinada empiricamente:

$$F2 = \text{tg}^2 \beta_1 \quad \text{(Eq. 5.4)}$$

Já o fator redutor F3, não é quantitativo. Ele avalia, qualitativamente, a relação entre os mergulhos da face do talude e da descontinuidade. Por se tratar de uma avaliação qualitativa, foi necessário convencionar-se a forma de classificação desse fator, visando à uniformização da classificação dos 17 taludes estudados no Maciço Batalha.

Essa convenção correlaciona-se com o ângulo entre direções de mergulho da descontinuidade da face do talude. O ângulo de mergulho também é levado em consideração nessa uniformização. Em se tratando de taludes de inclinação menor que 60°, o fator F3 é aumentado em um nível quando a descontinuidade analisada apresenta mergulho igual ou superior a esse valor. Dessa forma, a nota SMR é melhorada para os casos em que há grande probabilidade de a descontinuidade não interceptar a face escavada.

A convenção quanto à relação entre ângulos de mergulho é apresentada na Figura 5.8, onde um talude qualquer é indicado em vermelho e são apresentados dois

exemplos de descontinuidades para cada uma dessas convenções, em diferentes pares de cores.

Vale ressaltar que, em muitos taludes, foram identificadas mais de uma descontinuidade crítica. Nesses casos, calculou-se uma nota SMR para cada descontinuidade selecionada, partindo-se da premissa de que aquela descontinuidade ocorre no trecho em estudo. Tal suposição pode parecer conservadora. Porém, é coerente frente à complexidade geológica da área, com intensas dobras e inversão localizada de mergulhos da foliação.

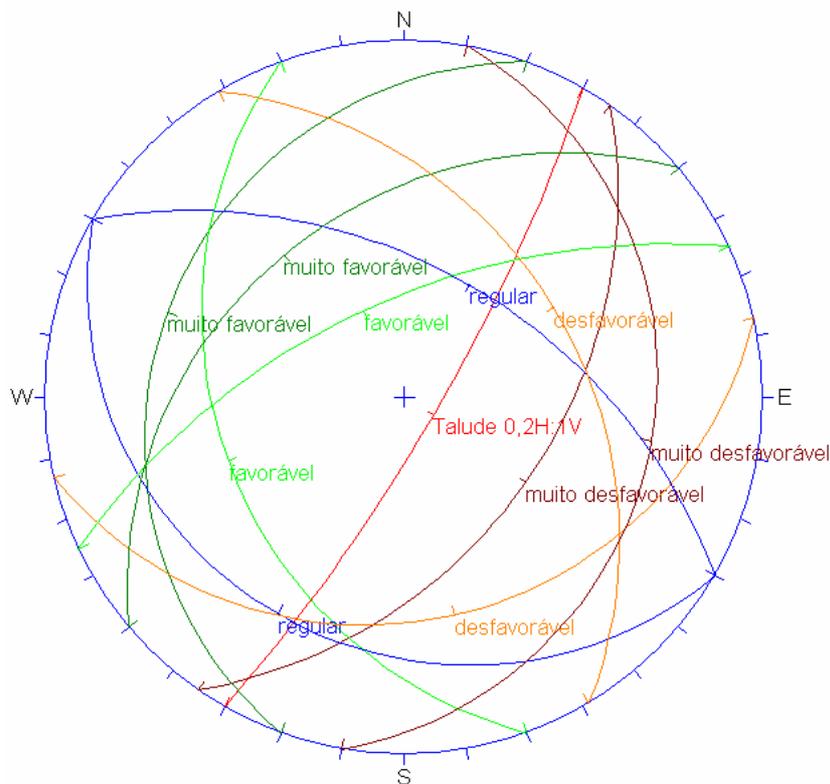


Figura 5.8 – Convenção da classificação das descontinuidades quanto à sua condição (variando de “muito desfavorável” a “muito favorável”) em relação à face do talude.

5.4.4. Resultados

Assim como na classificação RMR, obteve-se, para cada talude, notas SMR para os trechos de diferentes características geomecânicas. Comparando-se as notas obtidas com as faixas definidas para cada classe de maciço, foi identificada a classe a que pertence cada trecho classificado.

As notas atribuídas a cada trecho de talude são apresentados no Anexo V.

5.5. Considerações Finais

A classificação dos mesmos taludes já classificados com o sistema Batalha, por meio de sistemas de uso corrente, possibilitou a aferição deste e a avaliação daqueles. Além disso, o fato de se aplicar, aos mesmos dados, sistemas correlatos – RMR e SMS – possibilitou também o estudo da correlação entre esses dois sistemas.

Nas análises foram levadas em consideração as limitações impostas pela geologia local e pelo nível de conhecimento do maciço estudado. Tanto na escolha dos sistemas classificatórios a serem aplicados, quanto na definição dos parâmetros parciais componentes dessa classificação, essas limitações foram aspecto preponderante nas tomadas de decisão.

O resultado destes estudos permitiram, portanto, que os taludes fossem classificados por meio de três sistemas distintos – Batalha, RMR e SMR.

Capítulo 6

COMPARATIVO DE CLASSIFICAÇÕES

A verificação e aferição do Sistema de Classificação Batalha, bem como a avaliação quanto à aplicabilidade dos sistemas RMR e SMR aos maciços do sítio da barragem, somente serão possíveis por meio da comparação entre os três sistemas. De posse dos 17 taludes – foco do estudo, já classificados pelas três metodologias, tal comparação começa a tornar-se factível.

Este capítulo trata de todo o processo comparativo entre as classificações aplicadas. Desde os passos necessários à adequação de cada classificação a um formato comparativo até a comparação propriamente dita, cada fase é justificada e explicada a seguir. Também são apresentadas as análises e conclusões dessa comparação.

6.1. Uniformização

A diferença entre a linguagem de resultados do Sistema de Classificação Batalha e a linguagem dos outros dois sistemas constitui-se numa dificuldade básica para a comparação. O Sistema Batalha expressa características físicas e litológicas do maciço, ou seja, fornece resultado exclusivamente qualitativo. Os sistemas RMR e SMR expressa a faixa qualitativa a que pertence o maciço (ou trecho dele), através de notas quantitativas.

Para que tal barreira seja suplantada, entendeu-se ser necessária uma espécie de “tradução” da linguagem de *out put* do sistema Batalha para a linguagem de *out put* dos sistemas RMR e SMR. Isso foi feito através da atribuição de notas RMR e SMR aos taludes já classificados pelo sistema Batalha. Assim, são comparados números, associados a cada um dos sistemas classificatórios utilizados.

Vale lembrar a composição da nota classificatória de cada um dos sistemas correntes utilizados, já indicada no capítulo 5 através das equações 5.1 e 5.2.

Para cada uma dessas notas (A, B, C, D, E e F) e fatores (F1, F2, F3 e F4), foi estabelecida uma correlação entre as informações decorrentes da Classificação Batalha, tanto de tipo de material (1, 2 ou 3), quanto de litologia (Fg, F, Q, F/Q ou Q/F) e ainda de condição de orientação da foliação principal (f ou m).

6.1.1. Parâmetro A

O parâmetro A, relativo à resistência à compressão uniaxial (UCS), foi baseado nos resultados de ensaios laboratoriais, de acordo com a predominância litológica indicada pela Classificação Batalha.

Destaca-se que a Classificação Batalha, inclusive numa fase posterior do Projeto utiliza os mesmos ensaios como base de dados. Dessa forma, o fato de o parâmetro UCS ser adquirido a partir dos dados de investigações de laboratório não contraria o conceito de “tradução” de linguagens, havendo sido considerado no processo de dimensionamento das escavações no Maciço Batalha.

As faixas de pontuação, correlacionadas com os tipos litológicos, são as mesmas que as utilizadas nas etapas anteriores de classificação, já que a base de dados – os ensaios de laboratório – é a mesma em todos os casos. No entanto, pode haver pequenas variações quanto à determinação da litologia predominante. Especialmente por visar a um enfoque global, agrupando trechos de menor espessura, a predominância identificada na Classificação Batalha pode diferir daquela identificada na análise trecho a trecho das demais classificações aplicadas.

6.1.2. Descontinuidades (Parâmetro F e Fatores F1, F2 e F3)

Quanto às descontinuidades, a fonte de dados foram as próprias projeções estereográficas construídas durante o processo de classificação pelo Sistema Batalha e pelos sistemas correntes.

Elas foram formadas pelo conjunto de descontinuidades mapeadas em superfície, no campo, ou pelas descontinuidades identificadas nos testemunhos de sondagem integrais, quando disponíveis. A construção desses estereogramas para a análise das descontinuidades existentes no maciço já foi descrita anteriormente com mais detalhes no item 4.3.3, do capítulo 4.

6.1.3. Parâmetros B e C

Para que a atribuição dos parâmetros B e C, relativos ao RQD e ao espaçamento entre descontinuidades, fosse sempre uniforme e houvesse compatibilidade entre diferentes taludes, foi necessária a criação de um sistema de convenções relacionando as características descritas pela classificação Batalha e tais parâmetros.

Os parâmetros B e C, componentes da nota RMR, foram correlacionados com o grau de fraturamento característico do trecho. O grau de fraturamento, no entanto, se caracteriza por ampla faixa de variação, de difícil correlação direta com o espaçamento entre juntas e com o RQD. Por isso também foi levada em conta a predominância litológica. Tal correlação entre grau de fraturamento, RQD e espaçamento entre juntas obedeceu ao critério descrito na Tabela 6.1.

Ressalta-se que esses parâmetros correspondem às características mais suscetíveis a variações entre o Sistema Batalha e os sistemas RMR e SMR. A grande diferença entre classificações, quando houver, será gerada pelas diferentes formas de se considerar tais parâmetros durante a pontuação dos trechos de sondagem estudados.

Tabela 6.1 – Correlação convencionada entre os tipos geomecânicos de material e os parâmetros B e C da Classificação RMR

Material	Grau de Fraturamento	Por definição:		Predominância litológica	Parâmetros B e C	
		Fraturas por metro	Espaçamento entre fraturas		B	C
1	F4/5	-	-		< 25	< 60mm
2	F3/4	6 a 20	0,20m a 0,05m	F; Fg; F/Q	RQD 25 a 50	60 a 200mm
				Q; Q/F	< 25	60 a 200mm
3	F2/3	2 a 10	1,0m a 0,1m	F; Fg; F/Q	RQD 50 a 75	200 a 600mm
				Q; Q/F	RQD 25 a 50	200 a 600mm

6.1.4. Parâmetro D

O Parâmetro D relativo à condição das descontinuidades, de maneira geral, foi classificado da mesma forma que na Classificação RMR (item 5.3, do Capítulo 5). Ele foi estabelecido com base nas fraturas descritas nas sondagens através das seguintes características:

- (i) quanto à fratura, aberta (A), fechada (F) ou preenchida (Pr);
- (ii) quanto à regularidade, plana (PI), irregular (Ir) ou curva (C);
- (iii) quanto à aspereza, espelhada (E), lisa (L), rugosa (R) ou biotítica (Biot.);
- (iv) quanto à alteração, oxidada (Ox) ou sem oxidação (s/Ox).

O conjunto dessas características possibilitou o enquadramento do(s) sistema(s) de fraturas ocorrente(s) em uma das faixas de características do parâmetro D, estabelecidas pelo Sistema de Classificação RMR. Quando havia significativa variação dessas características ou essas características correspondiam a mais de uma faixa, atribuíam-se o parâmetro D à faixa mais conservadora.

6.1.5. Parâmetro E

A presença de água, expressa pelo parâmetro E, foi analisada da mesma forma que nas classificações correntes. Foi levada em conta a condição de nível d'água na principal fase de operação do talude, tendo sempre em mente a hidrogeologia local, posterior à instalação das obras. Os critérios específicos dessa consideração são descritos no item 5.3.3, Capítulo 5.

Vale destacar que a Classificação Batalha, originalmente, não considera a presença de água. No Capítulo 4, observa-se que esse parâmetro não consta do conjunto de características selecionadas no desenvolvimento desse sistema. Isso é justificado pelo fato de a Classificação Batalha estar diretamente ligada à análise de estabilidade de talude, na qual se considera o NA de operação do talude, e a possível ocorrência de piezometria.

Portanto, o parâmetro E foi cotado conforme estas condições de forma a possibilitar a comparação dos resultados dos diferentes sistemas classificatórios.

6.1.6. Resultados

O resultado da uniformização foi um novo conjunto de notas RMR e SMR para os taludes anteriormente classificados pelo Sistema Batalha. Portanto, se dispõe de dois conjuntos de notas RMR e SMS. Para facilitar a referência a cada um deles, foi estabelecida a seguinte nomenclatura:

- Notas correspondentes à etapa de classificações correntes: **(cc)**, gerando as notas RMR (cc) e SMR (cc);
- Notas correspondentes à uniformização da Classificação Batalha às classificações correntes: **(bxc)**, gerando as notas RMR (bxc) e SMR (bxc).

A Figura 6.1 esquematiza o fluxograma do processo de comparação. Nela é explicitado que a efetiva comparação ocorrerá entre notas do tipo (cc) e (bxc), o que possibilita a comparação de resultados quantitativos, de ambos os lados.

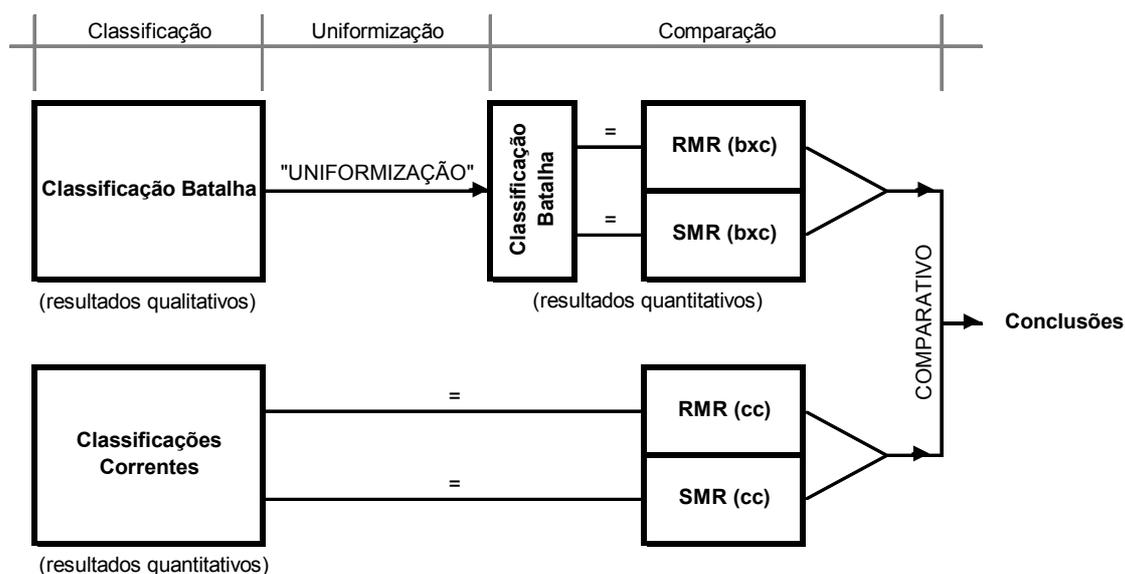


Figura 6.1 – Fluxograma ilustrativo do processo completo de análise dos sistemas de classificação.

Seguindo todos os critérios da uniformização de resultados, o talude que vem sendo apresentado como exemplo, o DVm – Talude II, teve sua classificação pelo Sistema Batalha classificada pelos sistemas RMR e SMR.

A sub-divisão do DVm – Talude II, em “superior” e “inferior”, foi mantida. O primeiro, cuja Classificação Batalha resultou em “2 Fg; F/Q” foi classificado com 41 pontos, de nota RMR, e com 46 pontos, de nota SMR. Já o segundo, foi classificado com nota RMR = 51 e nota SMR = 56.

As notas dos parâmetros componentes dessas notas finais RMR e SMR são indicadas nas Tabelas 6.2 e 6.3, respectivamente.

A memória de cálculo dos resultados apresentados nas Tabelas 6.2 e 6.3, bem como as classificações RMR(bxc) e SMR(bxc) de todos os demais taludes, são apresentadas no Anexo VI.

Tabela 6.2 – Resultado final da Classificação RMR (bxc) para o DVm – Talude II

Trecho	A	B	C	D	E	RMR _{básico}	F	RMR
Superior	1	8	8	25	4	46	-5	41
Inferior	1	13	10	25	7	56	-5	51

Tabela 6.3 – Resultado final da Classificação SMR (bxc) para o DVm – Talude II

Trecho	RMR _{básico}	Descontinuidade	F1	F2	F3	F4	SMR
Superior	46	Fol SM-301 (2)	0,55	0,70	0	0	46,0
		Fol SM-301 (3)	0,01	0,66	-5	0	46,0
Inferior	56	Fol SM-301 (2)	0,55	0,70	0	0	56,0
		Fol SM-301 (3)	0,01	0,61	-5	0	56,0

Obs. As descontinuidades estudadas são as mesmas indicadas em projeção estereográfica nas Figuras 4.11 e 5.3.

6.2. Comparação

De posse dos dois conjuntos de classificações, todas elas quantitativas, foi possível montar uma tabela comparativa. Essa tabela indica o perfil do “Talude Composto”, elaborado conforme descrito no item 5.3, através da Classificação Batalha, classificações correntes – RMR (cc) e SMS (cc) – e classificações corrente sobre a Classificação Batalha – RMR (bxc) e SMR (bxc).

A Tabela 6.4 comparativa facilitou a análise das diferenças, ou semelhanças, entre cada classificação, levando-se em conta ainda a profundidade de cada classificação. Foi possível também a comparação entre a subdivisão gerada pelos dois sistemas principais – Batalha e correntes.

Quanto à subdivisão característica de cada sistema, vale lembrar a diferença de enfoque de cada um deles. A Classificação Batalha analisa o talude globalmente, agrupando trechos de menor espessura e influência na geomecânica do maciço. Já as classificações correntes adotadas, analisam de forma localizada, trecho a trecho do

talude, desconsiderando possíveis efeitos de intercalações ou camadas finas na estabilidade global da escavação.

Tabela 6.4 – Resumo de classes de maciço do DVm – Talude II

		Classe de Maciço			
		RMR		SMR	
		(bxc)	(cc)	(bxc)	(cc)
Trecho do Talude	(TA) Talude Médio	IV	IV	III	III
			IV		III
			IV		III
	(TA) Talude Inferior	IV	IV*	II*	III
			IV		III
	Talude Superior	III	IV	III	III
			III		III
	Talude Inferior	III	II**	III	II**
			III		III
			II**		II**
			III		III
			III		III
III			III		
		IV*		III	

Portanto, na etapa comparativa não se avaliou simplesmente um sistema de classificação em relação ao outro. Foi avaliado também o enfoque dado por cada um deles.

A Tabela 6.5 apresenta portanto a comparação realizada para o DVm – Talude II. Nota-se a compilação de todos os resultados já expostos anteriormente; agora, comparados entre si, em relação à profundidade de cada ocorrência.

As análises da Tabela 6.4 consistiram em, basicamente, três avaliações:

- (i) A avaliação da variação entre notas RMR e SMR, tanto (cc) quanto (bxc);
- (ii) A avaliação da variação entre notas (cc) e (bxc), tanto RMR quanto SMR;
- (iii) A avaliação da classificação do maciço frente a seu comportamento global, confirmando ou não a eficiência do enfoque utilizado.

Da Tabela 6.4, pode-se observar uma variação entre notas RMR e SMR constante ao longo da altura do talude. No trecho extrapolado do Talude I da Tomada d'Água, a diferença (SMR-RMR) é de 32 pontos, no caso das classificações correntes (cc), e de

25 pontos, no caso da Classificação Batalha (bxc). Isso equivale à elevação em uma classe para a Classificação SMR.

No trecho baseado diretamente na sondagem SM-301, essa diferença é menor: cinco pontos a mais, na nota SMR. Essa variação ocorre tanto em (cc), quanto em (bxc). Assim, a classe do maciço é a mesma, seja pelo Sistema RMR, seja pelo Sistema SMR.

A variação da diferença entre as notas RMR e SMR pode ser explicada pelo fato de se ter extrapolado o trecho superior do talude. A observação do contexto geológico indica que não há grandes problemas nessa consideração. No entanto, tal artifício traz as descontinuidades determinadas na região da Tomada d'Água, de condição regular, para a região da Tomada de Desvio, onde as descontinuidades apresentam condição favorável. Dessa forma, a nota RMR do trecho extrapolado é mais penalizada pela orientação das descontinuidades do que nos trechos seguintes.

No mesmo talude (Tabela 6.5), nota-se compatibilidade entre a Classificação Batalha (bxc) e as classificações correntes (cc). As médias ponderadas visualmente, considerando-se a espessura e a qualidade do material, apresentam-se na mesma faixa de variação. Quanto à classe do maciço, essa compatibilidade é ainda mais evidente. O resumo indicado na Tabela 6.4 evidencia isso.

Mesmo as aparentes discordâncias da Tabela 6.4, são explicadas:

- As classificações marcadas com * correspondem a notas muito próximas do limite entre classes. Essa variação está dentro da faixa de imprecisão do processo.
- As classificações marcadas com ** correspondem a ocorrências de material de características muito diferentes do contexto global e com espessura desprezível diante da altura total do talude. Tais ocorrências podem ser desconsideradas ou, ao menos, receberem fator de ponderação leve.

Por fim, observa-se na tabela comparativa do DVm – Talude II (Tabela 6.5) que o enfoque global, característico da Classificação batalha, representa com integridade o maciço. O resumo da Tabela 6.4 também evidencia essa representatividade.

Tabela 6.5 – Comparação entre sistemas de classificação para o DVm – Talude II

Estrutura:	DESVIO DO RIO MONTANTE
Talude:	Talude II (120/68, 79)

sondagem: SM-301 + (TA - talude I)				
boca: 784,50				
cota	RQD log	litologia	foliação	fraturas
804,0	R2	90-76	F/Q	
803,5	R2	90-76	F/Q	
803,0	R2	90-76	F/Q	
802,5	R3	75-51	F/Q	
802,0	R3	75-51	F/Q	dobramentos N 320/35 SW (230/35)
801,5	R3	75-51	F/Q	
801,0	R3	75-51	F/Q	dobramentos N 005/30 W (275/30)
800,5	R3	75-51	F/Q	
800,0	R3	75-51	F/Q	
799,5	R3	75-51	F/Q	
799,0	R3	75-51	F/Q	
798,5	R3	75-51	F/Q	
798,0	R3	75-51	F/Q	
797,5	R3	75-51	F/Q	
797,0	R3	75-51	F/Q	
796,5	R3	75-51	F/Q	
796,0	R2	90-76	F/Q	
795,5	R2	90-76	F/Q	
795,0	R2	90-76	F/Q	
794,5	R2	90-76	F/Q	

talude 1H:1V
talude 0,4H:1V

Batalha	RMR (Batalha)	SMR (Batalha)	RMR	SMR
			(TA) c	(TA) c
			34 (IV)	59 (III)
			(TA) d	(TA) d
			28 (IV)	53 (III)
3 F/Q	28 (IV)	60,1 (III)	(TA) e	(TA) e
			32 (IV)	57 (III)

lado do talude I da TA

Conclui-se, portanto, que o talude se comportará, globalmente, como maciço classe III. A essa conclusão se chega tanto pela Classificação Batalha, quanto pelas classificações correntes.

O mesmo processo de análise foi repetido para cada um dos 17 taludes de escavação para a implantação da UHE Batalha. O Anexo VIII apresenta as tabelas comparativas de todos os taludes analisados nessa pesquisa.

6.3. Análise das Comparações

O conjunto de comparações, para cada talude, se constituiu então num amplo universo representativo do Maciço Batalha. A análise desse conjunto conduz às conclusões gerais quanto ao “Estudo de Sistemas de Classificação para o Maciço Rochoso da UHE Batalha”.

O fato de a pesquisa tratar da comparação de diferentes classificações – nova e correntes – possibilitou conclusões quanto a diversos aspectos. Através da análise do conjunto de comparações, são observadas as ocorrências relativas à classificação específica de Batalha, às classificações correntes e às características geológico-geomecânicas do maciço estudado. Foram observadas, essencialmente, as correlações entre esses aspectos.

6.3.1. Correlação entre os Sistemas Correntes e a Geologia em Questão

É comum o questionamento da aplicabilidade dos sistemas classificatórios RMR e SMR a características geológicas diferentes daquelas que os originaram. Por se tratarem de sistemas de origem empírica e, usualmente, aplicados a rochas duras, de formação ígnea, sua utilização em maciços de rochas brandas é tida como uma incógnita. Quanto a esse aspecto, as análises realizadas levam às seguintes conclusões:

- (i) A Classificação SMR mostra-se mais adequada do que a Classificação RMR para maciços com foliação proeminente, em que as descontinuidades (principalmente a própria foliação) são espaçadas de ordem sub-milimétrica e as fraturas são freqüentes e facilmente induzidas;

- (ii) Quando o maciço compõe-se de material íntegro interceptado por fraturas, a Classificação SMR também se mostra mais aplicável do que a Classificação RMR;
- (iii) Não há diferença quanto à aplicabilidade dos sistemas RMR ou SMR quando se trata de maciço extremamente alterado e fraturado, com aspecto desagregado.

Observa-se, então, que a geomecânica do material classificado define o melhor sistema a ser aplicado. Distinguem-se dois casos distintos, e extremos: aqueles em que o comportamento do maciço é governado pelas descontinuidades e aqueles em que o comportamento do maciço é governado pelo próprio material, de baixa qualidade.

Com respeito à Classificação SMR, destaca-se ainda que sua principal característica (a comparação entre fratura e face do talude) possibilita a avaliação do efeito da geometria na estabilidade final da escavação. Com isso, é possível, em muitos casos, classificar o maciço simultaneamente à previsão de soluções estabilizadoras.

6.3.2. Correlação entre o Sistema de Classificação Batalha e a Geologia em Questão

O desenvolvimento da Classificação Batalha visou, justamente, atender às necessidades geradas pela complexidade geológica e pela diversidade litológica do local de implantação do Projeto. Essas duas características tornam o Maciço Batalha bastante peculiar e exigem um sistema de classificação tal que retrate, de forma objetiva, os aspectos de maior influência na estabilidade da escavação. Com o atendimento dessa demanda, seria então possível a proposição de soluções.

Ao fim dos estudos, foram obtidas as seguintes conclusões:

- (i) O Sistema de Classificação Batalha mostrou-se aplicável às características geológica e geometricamente complexas do maciço e do Projeto, possibilitando a previsão do comportamento geomecânico da escavação;
- (ii) O Sistema de Classificação Batalha mostrou-se aplicável tanto a regiões do maciço caracterizadas por materiais íntegros, quanto por materiais desagregados;

- (iii) O enfoque básico aplicado pela Classificação Batalha, que analisa globalmente o maciço, adaptou-se adequadamente às variações geomecânicas resultantes da diversidade litológica e da ausência de uma frente de alteração definida.

As diferenças entre o Sistema Batalha e as classificações RMR e SMR, utilizadas na pesquisa, encontram-se dentro de níveis aceitáveis. A existência de uma faixa de diferenças aceitáveis decorre da subjetividade dos dados de entrada e do empirismo da origem de cada uma dessas classificações.

Devido à intensa diversidade geológica, no mesmo maciço, a variação das características geológico-geotécnicas é comum, ao longo de um mesmo perfil de escavação. Exatamente por contornar a incerteza gerada por essa realidade, é que a visão geomecânica global do Sistema de Classificação Batalha mostrou-se tão adequada.

6.3.3. Correlação entre o Sistema de Classificação Batalha e os Sistemas RMR e SMR

O foco desta seção é restrito à correlação entre os três sistemas estudados, frente às características geológicas do Maciço Batalha.

Com referência ao maciço estudado, observou-se:

- (i) A Classificação Batalha possibilitou a identificação adequada da geomecânica do maciço, de maneira objetiva e sucinta, como era requerido pelo desenvolvimento dos projetos Básico e Executivo;
- (ii) A aplicação dos sistemas RMR ou SMR, com vistas ao dimensionamento das escavações, demanda tempo mais extenso, podendo ainda não identificar as necessidades de estabilidade do maciço global;
- (iii) No caso da geologia em questão (rochas brandas, de foliação fina e proeminente, que sofreram intensas perturbações tectônicas) a classificação do maciço com enfoque global, como é o da Classificação Batalha, é mais adequado;

- (iv) A utilização do RQD, mesmo que como parâmetro parcial, pode penalizar a classificação do maciço quando este se caracteriza por forte anisotropia de resistência;
- (v) O dimensionamento de geometria e tratamento feito por meio da Classificação Batalha aceita, numa faixa mais larga que nos sistemas correntes, a ocorrência de diferenças entre características geológicas reais e inferidas em projeto;
- (vi) A classificação do Maciço Batalha através dos sistemas RMR e SMR permite a universalidade de nomenclaturas entre as diversas equipes de campo e escritório.

6.3.4. Conclusão Genérica

Enfim, ao se analisar a estrutura geológica do maciço a ser escavado, deve-se avaliar os principais fatores intervenientes na estabilidade (ou instabilidade) do talude final. A forma como trabalharão os materiais componentes do maciço definirá o melhor enfoque a ser aplicado e, conseqüentemente, o melhor sistema para a classificação das escavações. Sob esse aspecto, destaca-se ainda mais uma conclusão, relativa à Classificação Batalha:

- (i) O sistema de classificação desenvolvido especificamente para o estudo do Maciço Batalha confirmou a pertinência, também a escavações a céu aberto, das sugestões feitas por Ojima (1981) para a classificação de casos de túneis:
 - O critério de classificação deve ser específico;
 - O critério de classificação deve acusar diferentes níveis de classificação;
 - O critério de classificação deve ter simplicidade operacional.

6.4. Considerações Finais

Este capítulo apresentou a relação e comparação de todas as análises componentes da pesquisa. O objetivo foi analisar a validade do Sistema de Classificação Batalha, a aplicabilidade dos sistemas correntes e a importância do enfoque a ser dado, frente aos limitadores geológicos e geométricos do Projeto.

A uniformização da linguagem dos resultados da Classificação Batalha aos resultados quantitativos das classificações RMR e SMR constitui-se em uma alternativa adequada para assegurar a confiabilidade das comparações entre os sistemas de classificação.

As tabelas comparativas, contendo o resultado de todas as classificações aplicadas, possibilitaram a análise, comparando-se números, classes e tipos de abordagem. Como todo o processo de análise (classificação, uniformização e comparação) foi aplicado a cada um dos 17 taludes do Projeto, têm-se conclusões específicas para cada um desses casos.

Conclusões gerais são bastante factíveis uma vez que o processo de análise foi aplicado a um universo extenso e variado, dentro das peculiaridades da geologia local. Assim, a análise do conjunto das conclusões específicas fornece subsídios para a extrapolação a outros maciços, distintos de Batalha.

Capítulo 7

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Para aplicação prática futura, não bastam conclusões específicas, referentes a cada caso. É necessário analisar o conjunto dessas conclusões, observá-las “de longe” e perceber a tendência geral. Essa tendência, sim, significará uma contribuição técnica relevante, não permitindo que o estudo fique restrito aos casos analisados.

O Projeto Batalha constitui-se num farto conjunto de resultados para a análise de tendências. No entanto, esse conjunto não esgota o tema e está aberto a novas futuras contribuições. Em prol do aperfeiçoamento técnico e da eficiência das soluções adotadas na prática de projeto, sempre será importante a ampliação do conjunto analisado.

Por esse motivo, são apresentadas a seguir as conclusões gerais e as sugestões de futuros estudos, que venham a contribuir para a ampliação e consolidação de tais conclusões.

7.1. Conclusões

Sobre a correlação entre os sistemas correntes e a geologia em questão, concluiu-se:

- (iv) Para os casos de geologia com foliação proeminente e maciço governado pelas descontinuidades, o Sistema SMR mostra-se mais adequado do que o RMR;
- (v) Nos casos em que o maciço se apresenta com aspecto desagregado, não há diferença quanto à aplicabilidade dos sistemas RMR ou SMR.

Quanto à correlação entre o Sistema de Classificação Batalha e a geologia estudada, pôde-se concluir:

- (iv) O Sistema de Classificação Batalha é aplicável às características do Maciço Batalha por adequar-se tanto a maciços íntegros, quanto a maciços compostos por materiais desagregados;
- (v) O enfoque na análise global do maciço adaptou-se adequadamente às variações geomecânicas características do Maciço Batalha.

Ao correlacionar-se os sistemas de classificação Batalha, RMR e SMR, concluiu-se:

- (vii) Diante de contexto geológico complexo, a classificação do maciço com enfoque global, utilizando-se qualquer dos três sistemas classificatórios, é mais aplicável;
- (viii) A Classificação Batalha caracterizou-se pela análise objetiva e sucinta do maciço, diferentemente dos sistemas RMR e SMR, que demandam um tempo mais extenso para a análise global;
- (ix) O dimensionamento de geometria e tratamento feito por meio da Classificação Batalha é flexível quanto às diferenças entre características geológicas reais e inferidas em projeto;
- (x) Em material propenso ao aparecimento de fraturas mecânicas, a utilização do RQD pode acarretar a penalização excessiva do maciço;

7.2. Sugestões para Pesquisas Futuras

A contribuição prática desse trabalho será sempre enriquecida com a ampliação dos estudos aqui relatados – tanto aqueles que caminharão na mesma linha percorrida, quanto aqueles que enfatizarão suas variações e derivações. Mais pesquisas e mais registros de experiências aumentarão a segurança para se flexibilizar a classificação de maciços rochosos, atendendo-se às reais características da geologia local.

Com base nos pontos em que o aprofundamento é necessário, detectados durante o desenvolvimento dos atuais estudos, algumas sugestões de pesquisas futuras são apresentadas a seguir.

- (i) Prosseguimento da comparação entre as três classificações aqui apresentadas, levando-se em conta o dimensionamento final dos taludes, incluindo o sistema de tratamento a ser aplicado em cada caso.

- (ii) Desenvolvimento de novos sistemas específicos de classificação, e posterior comparação com sistemas correntes, em outros tipos geológicos caracteristicamente complexos.

- (iii) Comparação de outros sistemas específicos de classificação com os sistemas correntes RMI e SSPC, quando se tiver disponíveis dados que forneçam informação suficiente para a definição dos parâmetros componentes desses sistemas.

Referências Bibliográficas

- ALBERTONI, S. C., MORAES, R. B., PEREIRA, R. F., 2003, “UHE Itapebi – tratamentos especiais das fundações”. In: *XXV Seminário Nacional de Grandes Barragens*, pp. 502-519, Salvador.
- BARTON, N., LIEN, R., LUNDE, J., 1974, “Engineering classification of rock masses for the design of tunnels support”, *Rock Mechanics*, v. 6, n. 4, pp. 183-236.
- BIENIAWSKI, Z. T., 1973, “Engineering classification of jointed rock masses”. *Transactions, South-African Institution of Civil Engineering*, v. 15, n.12, pp. 335-344, South Africa.
- BIENIAWSKI, Z. T., ORR, C. M., 1976, “Rapid site appraisal for dam foundations by Geomechanics Classification”. In: *Proc. 12th Int. Congr. Large Dams*, Q46, R32, pp. 483-501, ICOLD, Mexico.
- BIENIAWSKI, Z. T., 1984, *Rock Mechanics Design in Mining and Tunneling*, 1 ed. Rotterdam, A. A. Balkema.
- BIENIAWSKI, Z. T., 1993, “Classification of Rock Masses for Engineering: The RMR System and Future Trends”. In: *Comprehensive Rock Engineering – Principles, Practice & Projects*, v. 3, pp. 553-573, Pergamon Press.
- BOWDEN, R. K., CURRAN, J. H., 1984, “Time-Dependent Behaviour of Joints in Shale”. In: *Rock Mechanics in Productivity and Protection – 25th Symposium on Rock Mechanics*, pp. 320-327, Illinois.
- BOWDEN, R. K., 1982, *Creep Behaviour of Joints in Shale*. B. A. Sc. Thesis, University of Toronto

- DEERE, D. U., 1964, "Technical Description of Rock Cores for Engineering Purposes". In: *Rock Mechanics and Engineering Geology*, v. 1, n. 1, pp. 17-22.
- DEERE, D. U., et al., 1970, *Design of túnel support systems*, In: Highway Research Record, n. 339, pp. 26-33.
- FERGUSON, G.A., 1979, "Optimization of Block Caving with a Complex Environment". *Mining Magazine*, v. 140, pp.126-139.
- GENEVOIS, B. B. P., 1991, "Efeito da Variabilidade Espacial dos Parâmetros do Solo na Capacidade de Carga de uma Fundação Superficial". *Revista Solos e Rochas*, São Paulo, v. 14, n. 1, pp. 45-52.
- GIANI, G. P., 1992, *Rock Slope Stability Analysis*, A. A. Balkema Publishers, Rotterdam.
- GULLÀ, G., BORRELI, L., GRECO, R., 2004, "Weathering of Rock-Mass as Possible Characterizing Factor of Predisposition to Slope Instabilities". In: *Landslides: Evaluation and Stabilization* , v.1, pp. 103-108, Taylor and Francis Group, London.
- GRIMSTAD, E., BARTON, N., 1993, "Updating the Q-System for NMT". In: *Proc. int. symp. on sprayed concrete - modern use of wet mix sprayed concrete for underground support*, Fagernes, pp. 46-66, Oslo: Norwegian Concrete Assn.
- GUNZBURGER, Y., MERRIEN-SOUKATCHOFFA, V., GUGLIELMI, Y., 2005, "Influence of daily surface temperature fluctuations on rock slope stability: case study of the Rochers de Valabres slope (France)". In: *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences*, v. 42, pp. 331–349
- HACK, R., 2002, "An Evaluation of Slope Stability Classification". In: *ISRM Eurock*, Portugal.
- Hoek, 1986 Hoek E.(1986): Practical rock mechanics - development over the past 25 years Keynote address delivered 24.2.1986

- HOEK, E., BRAY, J., 1974, "Rock Slope Engineering". *Institution of Mining and Metallurgy*, London.
- HOEK, E., MARINOS, P., BENISSI, M., 1998, "Applicability of the Geological Strength Index (GSI) classification for very weak and sheared rock masses. The case of the Athens Schist Formation". In: *Bull. Engg. Geol. Env.*, pp. 151-160.
- HOEK, E., BROWN, E.T., 1980, "Empirical strength criterion for rock masses". In: *J. Geotech. Engng Div., ASCE* **106**(GT9), pp.1013-1035.
- HOEK, E., MARINOS, P., 2006, *A brief history of the development of the Hoek-Brown failure criterion*.
- HOEK, E., KAISER, P.K., BAWDEN. W.F., 1995, *Support of underground excavations in hard rock*, Rotterdam: Balkema.
- HOEK, E., MARINOS, P.G., MARINOS, V.P., 2005, "Characterisation and engineering properties of tectonically undisturbed but lithologically varied sedimentary rock masses". In: *International Journal on Rock Mechanics and Mining Science*, n. 42, pp. 277-285.
- HUDSON, J.A., FENG, X.T., 2007, "Updated flowcharts for rock mechanics modelling and rock engineering design". In: *International Journal on Rock Mechanics and Mining Science*, n. 44, pp. 174-195.
- KANJI, M. A., 1974, "Condicionamentos Geologicos na Estabilidade de Taludes". In: *5o. Congr. Bras. Mec. Solos Eng. Fund.*, ABMS, v.4, pp.332-341, S. Paulo - SP.
- KANJI, M. A., 2006, "Estabilidade de Taludes Rochosos em Obras Civis". In: *Anais do IV Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas*, v. de Palestras, pp. 85-99, Curitiba – PR.
- KENDORSKI, F. S. et al., 1983, "Rock mass classification for block caving mine drift support". In: *Proc., 15th Int. Congr. Rock Mech.*, pp. B101-113, ISRM, Melbourne.

- LAUBSCHER, D. H., 1975, "Class distinction in rock masses". In: *Coal, Gold and Base Minerals of S. Africa*, v. 23, n. 6, pp. 37-50, South Africa.
- LAUBSCHER, D. H., TAYLOR, H. W., 1975, "The Importance of Geomechanics Classification of Jointed Rock masses in Mining Operations". In: *Exploration for Rock Engineering*, v. 1, pp. 119-128, Rotterdam.
- LAUBSCHER, D. H., 1977, "Geomechanics classification of jointed Rock Masses – Mining applications". In: *Trans. Inst. Min. Metal.*, A1-A7.
- LAUFFER, H., 1958, "Gebirgsklassifizierung für den Stollenbau". In: *Geologie und Bauwesen*, v. 24, n. 1, pp. 46-51.
- LEE, C. F., KYLM, T. W., 1978, "Determination of Rock Squeeze potential for Underground Power Projects". In: *Rock Mechanics Supplement*, n. 6, pp. 25-43, Springer-Verlag.
- NIEBLE, C. M., 2006, "Riscos Geológico-Geotécnicos na Construção de Hidrelétricas – o caso de Câmara, Itapebi e usinas no sul do Brasil". *GEOSUL*.
- OJIMA, L. M., 1982, "Metodologia de Classificação de Maciços Rochosos Aplicável a Túneis". In: *Síntese de teses de Pós-Graduação*, ABGE, n. 1.
- PACHER, F., RABCEWICZ, L., GOLSER, J., 1974, "Zur derzeitigen Stand der Gebirgsklassifizierung in Stollen- und Tunnelbau". *Proceedings, XXII Geomechanics Colloquium*, pp. 51-58, Salzburg.
- PALMSTRÖM, A., 1996a, "Characterizing rock masses by the R_{Mi} for use in practical rock engineering – Part 1: The development of the Rock Mass index (R_{Mi})". In: *Journal of the Tunneling and Underground Space Technology*, v. 11, n. 2, pp. 175-188.
- PALMSTRÖM, A., 1996b, "Characterizing rock masses by the R_{Mi} for use in practical rock engineering – Part 2: Some practical applications of the Rock Mass index (R_{Mi})". In: *Journal of the Tunneling and Underground Space Technology*, v. 11, n. 3, pp. 287-303.

- PARIZZI, M. G. et al., 2004, "Processos e mecanismos de escorregamentos em filitos alterados e tálus: o estudo do Talude Ponteio, Belo Horizonte, Brasil". In: *Solos e Rochas*, v. 27, n. 1.
- QUIGLEY, R. M., TOMPSOM, C. D., FEDORKIW, J. P., 1978, "A Pictorial Case History of Lateral Rock Creep in an Open Cut into the Niagara Escarpment at Hamilton, Ontario". In: *Canadian Geotechnical Journal*, v. 15, pp.128-133.
- REMONDO, J., BONACHIA, J., CENDRERO, A., 2004, "Probabilistic landslide hazard and risk mapping on the basis of occurrence and damages in the recent past". In: *Landslides: Evaluation and Stabilization*, pp. 125-130, Taylor& Francis Group, London.
- ROMANA, M., 1985, "New adjustment ratings for applications of Bieniawski classification to slopes". In: *Proc. Int. Symp. on the Role of Rock Mech.*, pp. 49-53.
- ROMANA, M., 1993, "A Geomechanical Classification for Slopes: Slope Mass Rating". In: *Comprehensive Rock Engineering – Principles, Practice & Projects*. V. 3., pp. 575-600, Pergamon Press.
- SALCEDO, D. A., 2004, "Considerations about failure mechanics of weathered foliation surfaces". In: *Landslides: Evaluation and Stabilization*, pp. 897-903, Taylor& Francis Group, London.
- SEMENZA, E., GHIROTTI, M., 2000, "History of the 1963 Vaion slide: the importance of geological factors". In: *Bull Eng Env*, pp. 87-97.
- SERAFIM, J. L., PEREIRA, J. P., 1983, "Considerations on the Geomechanics Classification of Bieniawski". In: *Proc. Int. Symp. Eng. Geo. And Underground Construction*, Lisbon, v. 1, pp. II 31-II 42.
- SOARES, E. P., et al., 2006, "Análises Probabilística e Determinística de Estabilidade de Taludes em Filito Dolomítico do Quadrilátero Ferrífero". In: *Anais do IV Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas*, Curitiba – PR.

- STEFFEN, O. K. H., 1976, "Research and development needs in data collection for rock engineering". In: *Proc. Int. Symp. Exploration for Eng.*, v. 2, pp. 95-104, Balkema, Rotterdam.
- STINI, I., 1950, "Tunnelbaungeologie". Springer-Verlag, Vienna.
- TERZAGHI, K., 1946, "Rock Defects and Loads on Tunnel Support". In: *Rock Tunneling with Steel Support*, pp. 15-99, Commercial Shearing Co., Youngstown, Ohio.
- TZAMOS E SOFIANOS, 2007 International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences A correlation of four rock mass classification systems through their fabric indices S. Tzamosa,_, A.I. Sofianosb alnstitute of Geology and Mineral Exploration , Mesoghion 70, 115 27 Athens, Greece bNational Technical University of Athens, 157 80 Zografou, Greece.
- UNAL, E., 1983, "Design Guidelines and Roof Control Standards for Coal Mine Roofs", Ph.D. Thesis, The Pennsylvania State University.
- WICKHAM, G. E., TIEDEMANN, H. R., SKINNER, E. H., 1972, "Support Determination Based on Geologic Predictions". In: *Proceedings, Rapid Excavation and Tunneling Conference*, AIME, pp. 43-64, New York.
- WICKHAM, G. E., TIEDEMANN, H. R., SKINNER, E. H., 1974, "Ground Support Prediction Model – RSR Concept". In: *Proceedings, Rapid Excavation and Tunneling Conference*, AIME, pp. 691-707, New York.
- ZENÓBIO, A. A., ZUQUETTE, L. V., 2004, "RQI ("Rock Quality Index"): proposal for the correction of RQD parameter for natural rock slopes – Serra de Ouro Preto (Minas Gerais, Brazil)". In: *Landslides: Evaluation and Stabilization*, pp. 817-820, Taylor& Francis Group, London.

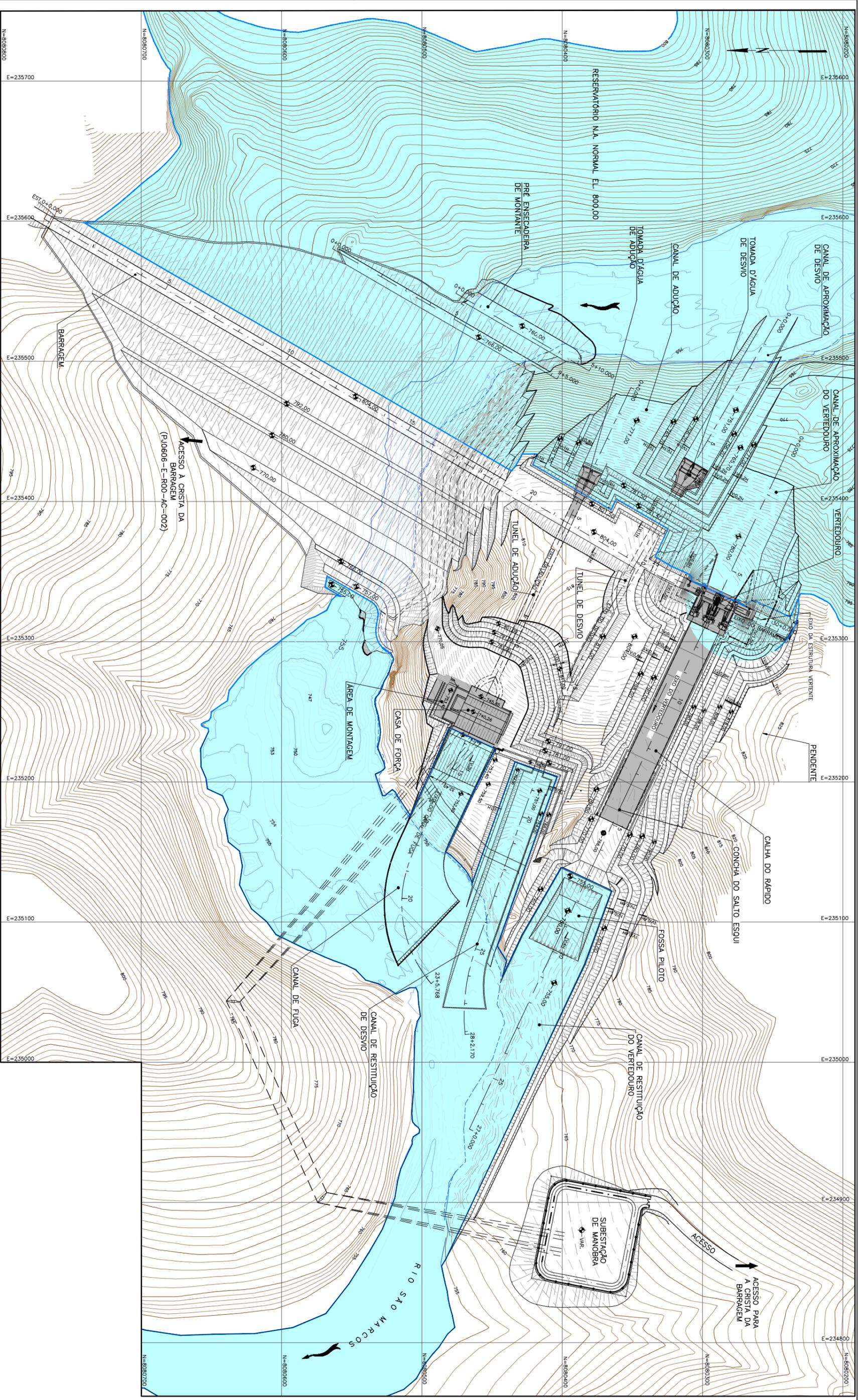
ROSTIROLLA, S. P. et al., 2000, “Análise estrutural da mina de Vazante e adjacências: geometria, cinemática e implicações para o fluxo hidrogeológico”. *Projeto de cooperação técnico-científica entre a Universidade Federal do Paraná e a Companhia Mineira de Metais*, Universidade Federal do Paraná, Relatório Interno.

Documentos componentes dos Estudos de Viabilidade do AHE Paulistas (posteriormente, renomeado para UHE Batalha), PCE Engenharia Ltda., 2004.

Documentos componentes do Projeto Básico da UHE Batalha, PCE Engenharia Ltda., 2006.

Documentos componentes do Projeto Executivo da UHE Batalha, PCE Engenharia Ltda., estudados e emitidos até a presente data - 2007.

Anexo I
Desenhos de Arranjo
e Locação de Sondagens e Seções



NOTAS:
1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.

USADO COM PERMISSÃO:
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
- PCE LTDA.

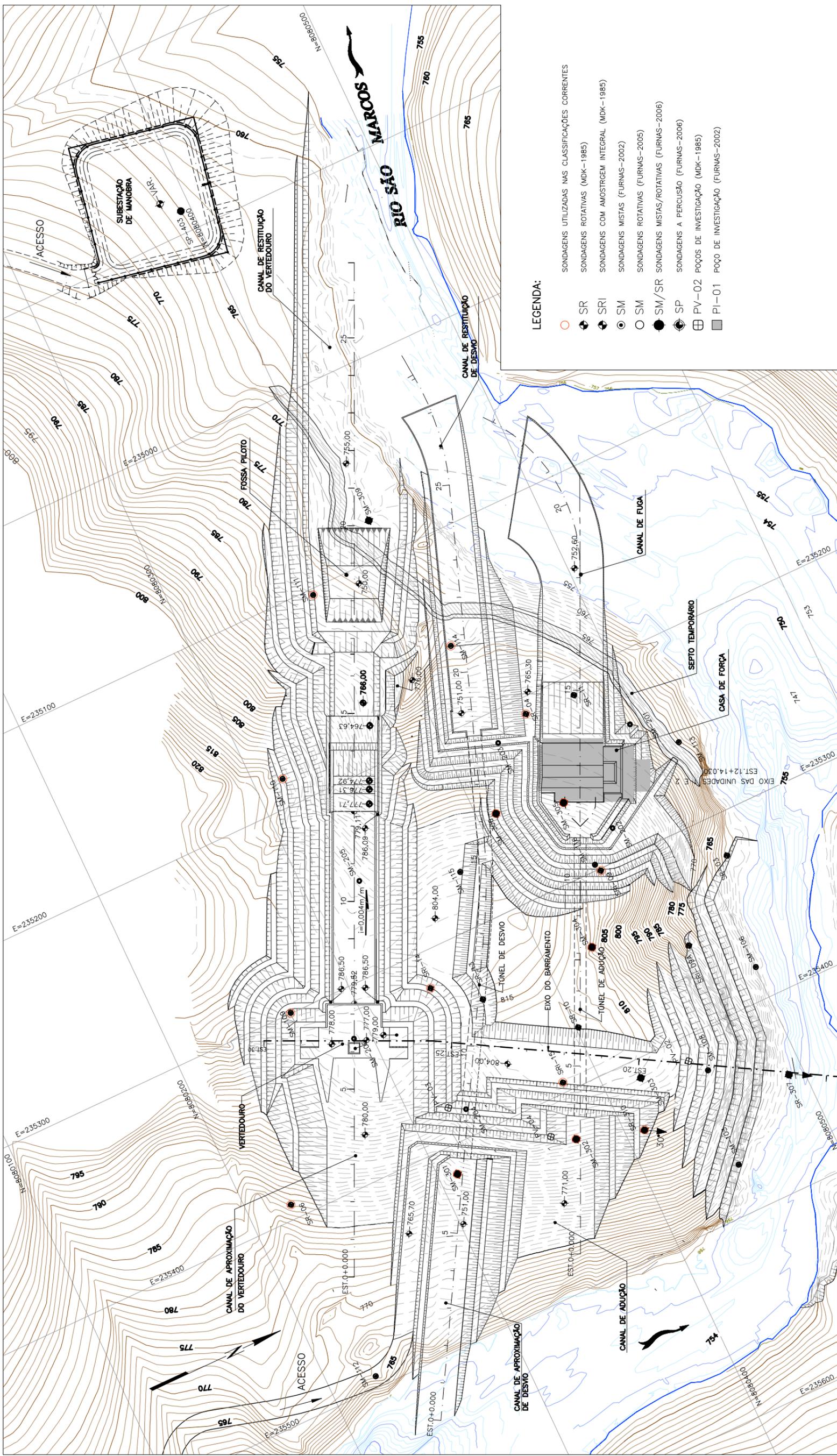


COPE / UFRU - PEO - DISERTIZAÇÃO DE MESTRANDO - ALINE LOPES MALFAVA

ANEXO I - FL. 01

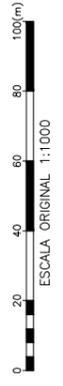
UHE BATALHA
ARRANJO GERAL
PLANTA

DATA:
JUN / 2007



LEGENDA:

- SONDAGENS UTILIZADAS NAS CLASSIFICAÇÕES CORRENTES
- SR SONDAGENS ROTATIVAS (MDK-1985)
- SRI SONDAGENS COM AMOSTRAGEM INTEGRAL (MDK-1985)
- SM SONDAGENS MISTAS (FURNAS-2002)
- SM SONDAGENS ROTATIVAS (FURNAS-2005)
- SM/SR SONDAGENS MISTAS/ROTATIVAS (FURNAS-2006)
- SP SONDAGENS A PERCUSSÃO (FURNAS-2006)
- PV-02 POÇOS DE INVESTIGAÇÃO (MDK-1985)
- PI-01 POÇO DE INVESTIGAÇÃO (FURNAS-2002)



NOTAS:
 1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVACIONES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.
 2 - ESTE DESENHO APRESENTA APENAS A LOCALIZAÇÃO RELATIVA DAS SONDAGENS; PARA GEOMETRIA DA ESCAVAÇÃO, VER DES. ANEXO I - FL. 03; PARA COORDENADAS DAS SONDAGENS, OBSERVAR OS RESPECTIVOS PERFIS.

USADO COM PERMISSÃO:
 - FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
 - PCE LTDA.

Anexo II
Principais Investigações
Geológico-Geotécnicas

Sondagens Utilizadas nos Estudos

LOCAL: AHE-PAULISTA - M.E.		INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL		DATA INÍCIO: 15/10/1985		Nº SONDAEM	
EXECUTADA POR: FURNAS		COORDENADAS N: 8.080.417.588 E: 235.301.068		DATA TÉRMINO: 13/11/1985		SRI-09	
COTA DA BOCA: 806.539		PARÂMETROS GEOMÉTRICOS		DIMENSÃO DE INFILTRAÇÃO E PERDA D'ÁGUA		FOLHA: 1/1	
		R.A.D.		CONDUTIVIDADE			
COVAS E N. A. (m)		R.A.D.		K eq. (cm/s)		PERDA D'ÁGUA ESPECÍFICA	
DESCRIÇÃO DO MATERIAL		R.A.D.		I/mín. m		m/m. m. kg/cm²	
DESCONTINUIDADES PRINCIPAIS ESTRUTURAS E OBSERVAÇÕES		R.A.D.		MIN. N. 1.0 10 100		H. 2 4 8 16	
PERFIL GEOLÓGICO		R.A.D.		R.A.D.		R.A.D.	
GRAU DE FRATURAMENTO		R.A.D.		R.A.D.		R.A.D.	
GRAU DE FRATURAMENTO		R.A.D.		R.A.D.		R.A.D.	
A1	ROCHA SA						
A2	ROCHA POUCO ALTERADA						
A3	ROCHA ALTERADA						
A4	ROCHA TOTALMENTE ALTERADA						
C1	MUITO COERENTE						
C2	COERENTE						
C3	POUCO COERENTE						
C4	INCOERENTE						
F1	MUITO POCO PERMEAVEL						
F2	POUCO PERMEAVEL						
F3	MODERADAMENTE PERMEAVEL						
F4	MUITO PERMEAVEL						
F5	EXTREMAMENTE PERMEAVEL						

OBSERVAÇÕES:

- 1) Não foram executadas E.P.A. neste furo.
- 2) Classificação da alteração, coerenção, fraturamento e ROD, executadas por FURNAS (geólogo Eusebio).
- 3) A partir de 10,0m até o final do furo amostragem integral.

Legend for alteration and fracture symbols.

Leitura do nível d'água

Data	Preço	Furo	Nível	Água
17/10/85	17.00	17.00	17.00	17.00
20/10/85	17.00	17.00	17.00	17.00
21/10/85	17.00	17.00	17.00	17.00
23/10/85	17.00	17.00	17.00	17.00
24/10/85	17.00	17.00	17.00	17.00
27/10/85	17.00	17.00	17.00	17.00
28/10/85	17.00	17.00	17.00	17.00
29/10/85	17.00	17.00	17.00	17.00
30/10/85	17.00	17.00	17.00	17.00
31/10/85	17.00	17.00	17.00	17.00
01/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
02/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
03/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
04/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
05/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
06/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
07/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
08/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
09/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
10/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
11/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
12/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
13/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
14/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
15/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
16/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
17/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
18/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
19/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
20/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
21/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
22/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
23/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
24/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
25/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
26/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
27/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
28/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
29/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
30/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00
31/11/85	17.00	17.00	17.00	17.00

GRAU	DENOMINAÇÃO	ALTERAÇÃO	DESCONTINUIDADES	ASPEZURA	ORIENTAÇÃO	REGULARIDADE	GRAU	DENOMINAÇÃO	CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA
A1	ROCHA SA	SA DA FOLHA DA NULA OU INCORTE	A-BERTA	E-ESPELHADA	50°-COM ANG. INDICADO	PI-PLANA	R1	100-91	EXCELENTE
A2	ROCHA POUCO ALTERADA	ALTERAÇÃO MINERALÓGICA PERIFÉRICA	F-FECHADA	L-LISA	XI-NA XISTOSIDADE	Ir-IRREGULAR	R2	90-76	BOA
A3	ROCHA ALTERADA	COERÊNCIA E PRESSÃO TRANSFORMAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS	LI-PREENCHIDA	R-RUGOSA	XF-CORTANDO A XST.	C-CURVA	R3	75-51	REGULAR
A4	ROCHA TOTALMENTE ALTERADA	ALTERAÇÃO MINERALÓGICA PROFUNDAMENTE COMPLEXA	SI-SUB-HORIZONTAL	Ox-OXIDADO			R4	50-26	MA
C1	MUITO COERENTE	COERÊNCIA	SI-SUB-VERTICAL	S/Ox-SEM ORIENTAÇÃO			R5	25-0	PISSIMA
C2	COERENTE	COERÊNCIA	Y-VERTICAL	mm-espessura de alteração					
C3	POUCO COERENTE	COERÊNCIA							
C4	INCOERENTE	COERÊNCIA							
F1	MUITO POCO PERMEAVEL	GRAU DE FRATURAMENTO							
F2	POUCO PERMEAVEL	GRAU DE FRATURAMENTO							
F3	MODERADAMENTE PERMEAVEL	GRAU DE FRATURAMENTO							
F4	MUITO PERMEAVEL	GRAU DE FRATURAMENTO							
F5	EXTREMAMENTE PERMEAVEL	GRAU DE FRATURAMENTO							

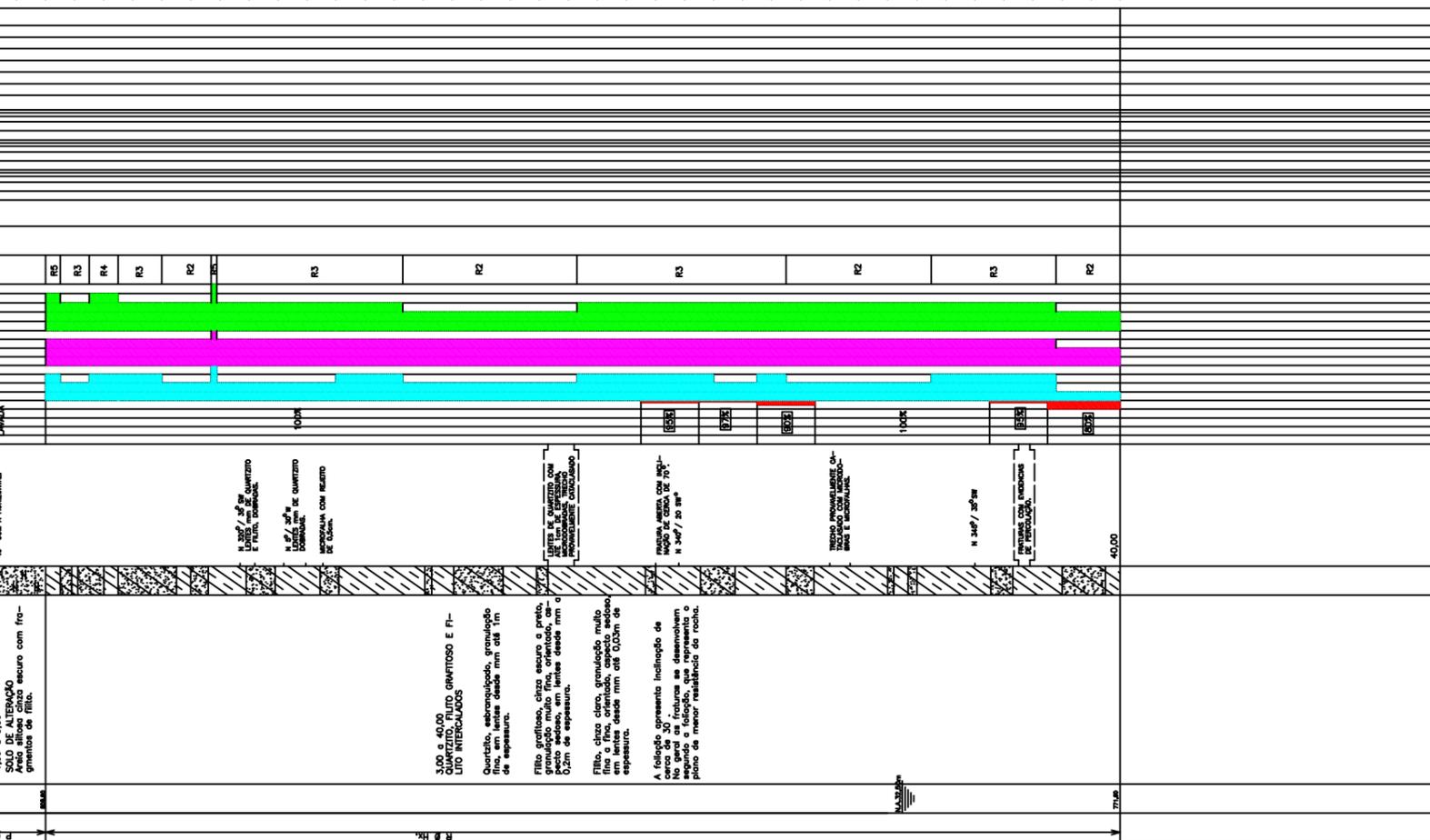
GRAU	DENOMINAÇÃO	ALTERAÇÃO	CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA
H1	MUITO BAIXA	PERDA DE 0.1 /min m kg/cm²	K < 10 ⁻⁴
H2	BAIXA	DE 0.1 a 1.0 /min m kg/cm²	10 ⁻⁴ < K < 10 ⁻³
H3	MÉDIA	DE 1.0 a 10.0 /min m kg/cm²	10 ⁻³ < K < 10 ⁻²
H4	ALTA	DE 10.0 a 100.0 /min m kg/cm²	10 ⁻² < K < 10 ⁻¹
H5	MUITO ALTA	MAIOR QUE 100.0 /min m kg/cm²	10 ⁻¹ < K < 10 ⁰

LOCAL: ABE-PAULISTA - M.E.
 EXECUTADA POR: FLURNAS
 COTA DA BOCA: 811.50

INCLINAÇÃO E RUMO: VERTICAL
 COORDENADAS N: 8.080.381.343
 E: 226.594.674

DATA INICIO: 13/11/1985
 DATA TERMINO: 09/12/1985
 CLASSIFICADA POR: FLURNAS

Nº SONDAEM: SRI-15
 FOLHA: 1/1



LEITURAS DO NÍVEL D'ÁGUA

Data	Prof. do Furo	Nível d'Água
18/11/85	8.00	28.50m
18/11/85	3.00m	27.50m
18/11/85	5.00m	27.50m
18/11/85	7.00m	27.50m
18/11/85	11.00m	27.50m
22/11/85	13.00m	27.50m
22/11/85	13.00m	27.50m
24/11/85	15.00m	27.50m
27/11/85	15.00m	27.50m
27/11/85	18.00m	27.50m
27/11/85	21.00m	27.50m
28/11/85	23.00m	27.50m

OBSERVAÇÕES:

- Classificação de alteração, científica, fundamentada e baseada em testes realizados por FURNAS (Código Euzébio), com base nos dados dos testemunhos de sondagem.
- Não foram realizados testes de resistência.
- Analisagem integral a partir de 3,50m até o fim do furo.

Predomínio de filito e filito grafitoso
 Predomínio de quartzito

GRAU	DESCRIÇÃO	ALTERAÇÃO	DESCONTINUIDADES
A1	ROCHA S1	SE OU PARCIALMENTE S1	FRATURA
A2	ROCHA POUCO ALTERADA	ALTERAÇÃO MESOCALOR PERIFÉRICA	F-FECHADA
A3	ROCHA ALTERADA	CORES ESCURECIDAS E PRESENÇA DE TRANSFORMAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS	L-PREDEFINIDA
A4	ROCHA TOTALMENTE ALTERADA	ALTERAÇÃO MESOCALOR PROFUNDA E INTENSAS TRANSFORMAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS	H-HORIZONTAL
			SH-SUB-HORIZONTAL
			SV-SUB-VERTICAL
			V-VERTICAL
			5P-COM ANG. INDICADO
			XI-HA XISTOSEIDADE
			XII-CORTANDO A XIST.
			PI-PLANA
			I-IRREGULAR
			C-CURVA
			RO-3.05 AMOSTRAS DE ROCHA A1/A2 > 10cm x 8
			QUALIDADE DA ROCHA
			EXCELENTE
			BOA
			REGULAR
			MA
			PESSIMA
			DISTÂNCIA ENTRE FRATURAS = dF
			RO-3.05 AMOSTRAS DE ROCHA A1/A2 > 10cm x 8
			QUALIDADE DA ROCHA
			EXCELENTE
			BOA
			REGULAR
			MA
			PESSIMA

GRAU	DESCRIÇÃO	ALTERAÇÃO	DESCONTINUIDADES
C1	MUITO COERENTE	COERÊNCIA	FRATURA
C2	COERENTE	COERÊNCIA	F-FECHADA
C3	POUCO COERENTE	COERÊNCIA	L-PREDEFINIDA
C4	INCOERENTE	COERÊNCIA	H-HORIZONTAL
			SH-SUB-HORIZONTAL
			SV-SUB-VERTICAL
			V-VERTICAL
			5P-COM ANG. INDICADO
			XI-HA XISTOSEIDADE
			XII-CORTANDO A XIST.
			PI-PLANA
			I-IRREGULAR
			C-CURVA
			RO-3.05 AMOSTRAS DE ROCHA A1/A2 > 10cm x 8
			QUALIDADE DA ROCHA
			EXCELENTE
			BOA
			REGULAR
			MA
			PESSIMA

APROFUNDAMENTO INVESTIGAÇÕES PALIÁTICAS

Nº DA SONDAEM: SRI-15

INSTITUTO DE VIABILIDADE - RIO SÃO MARCOS

DEC-T-AHIA-122-012

Resultado dos Ensaio de
Compressão Simples em Laboratório

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

1. Compressão Uniaxial

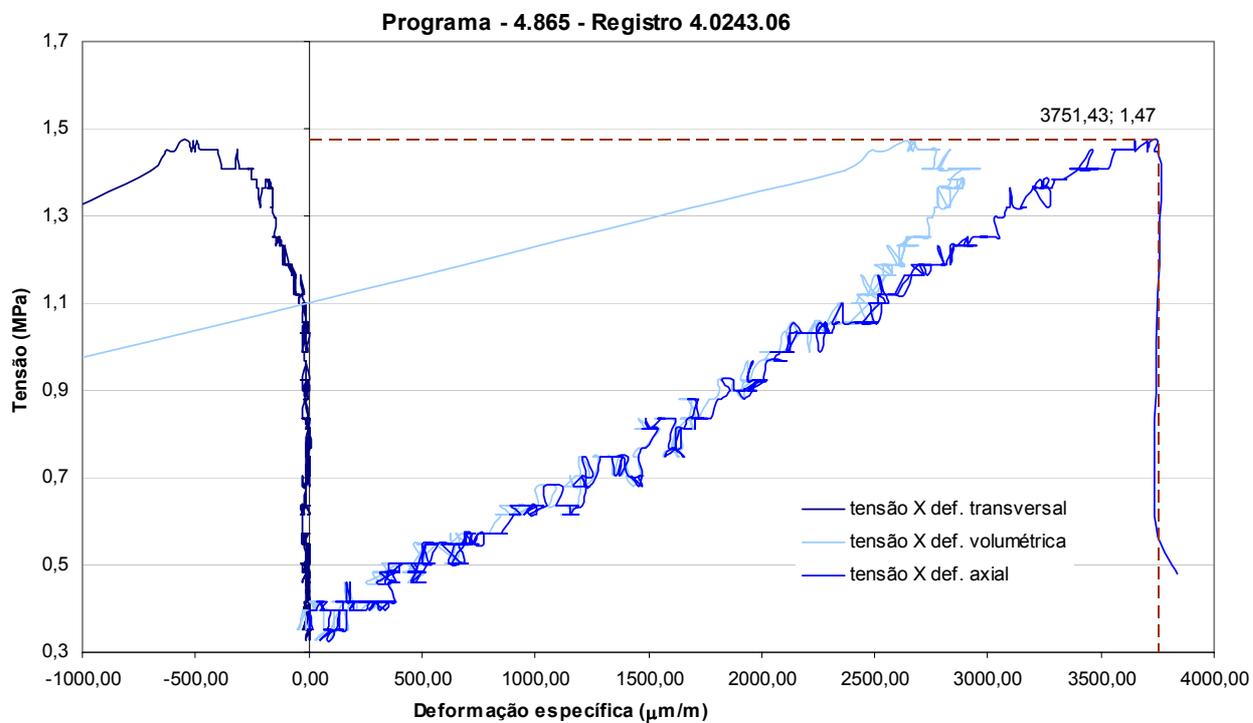
1.1. Resultados dos ensaios de compressão uniaxial em corpos de prova na condição saturada.

REGISTRO Nº	FURO	PROFUNDIDADE	Relação h/φ	RUPTURA	
				RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)	DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA (μm/m)
4.0242.06	SM-302	21,40 a 21,70	-	CP danificado	-
4.0243.06		22,50 a 22,80	2,30	1,47	3751
4.0244.06		35,70 a 36,00	2,27	4,04	10076
4.0245.06	SR-10	33,40 a 33,60	2,17	92,81	2368
4.0246.06	SM-116	29,54 a 29,70	2,37	3,79	6644
4.0247.06	SM-113	13,30 a 13,48	2,35	3,25	4686
4.0248.06		13,48 a 13,66	2,30	7,04	3079
4.0249.06		21,13 a 21,36	2,46	1,33	2644
4.0250.06		22,00 a 22,19	2,46	6,46	5450
4.0251.06		25,37 a 25,55	2,46	2,87	8399
4.0252.06		28,04 a 28,18	2,45	20,67	8965
4.0253.06	SM-301	14,50 a 14,90	2,32	2,15	4970
4.0254.06		24,22 a 24,40	2,11	1,78	3969
4.0255.06	SM-305	17,15 a 17,55	2,33	0,69	4242
4.0256.06		29,25 a 29,55	-	CP danificado	-
4.0257.06		28,80 a 29,00	-	CP danificado	-
4.0258.06	SM-309	12,38 a 12,58	2,13	2,91	10594
4.0259.06		12,38 a 12,58	-	Danificado na preparação	-
4.0260.06		14,14 a 14,40	2,17	2,80	10860
4.0261.06	SM-105	06,17 a 06,43	2,27	20,05	25923
4.0262.06		11,03 a 11,21	2,13	104,71	3151
4.0263.06	SR-307	27,43 a 27,56	2,03	6,56	6222

1.2. Resultados dos ensaios de compressão uniaxial em corpos de prova de filito na condição natural.

REGISTRO Nº	FURO	PROFUNDIDADE	Relação h/φ	RUPTURA	
				RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)	DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA (μm/m)
4.0001.07	SM-204	39,88 a 40,00	2,18	12,52	4787
4.0002.07	SM-305	24,50 a 24,75	2,40	7,97	7194

Gráfico 1-1 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0243.06



Fotos do corpo de prova

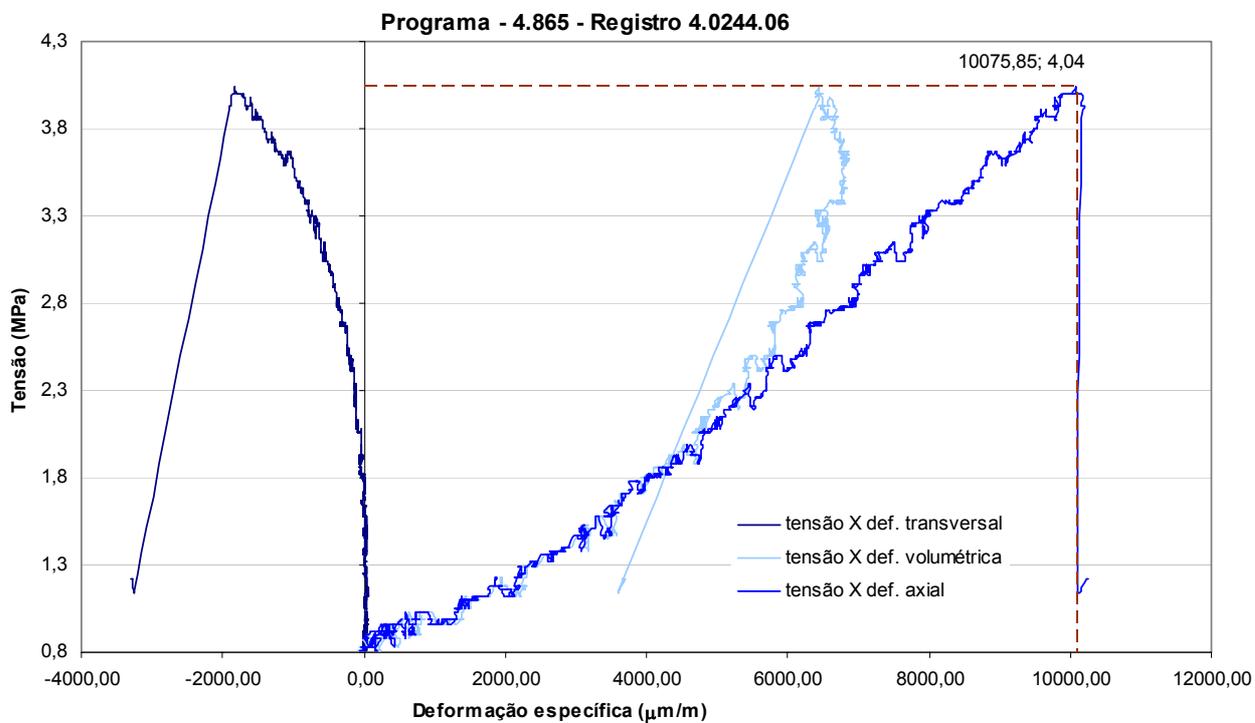
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-2 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0244.06



Fotos do corpo de prova

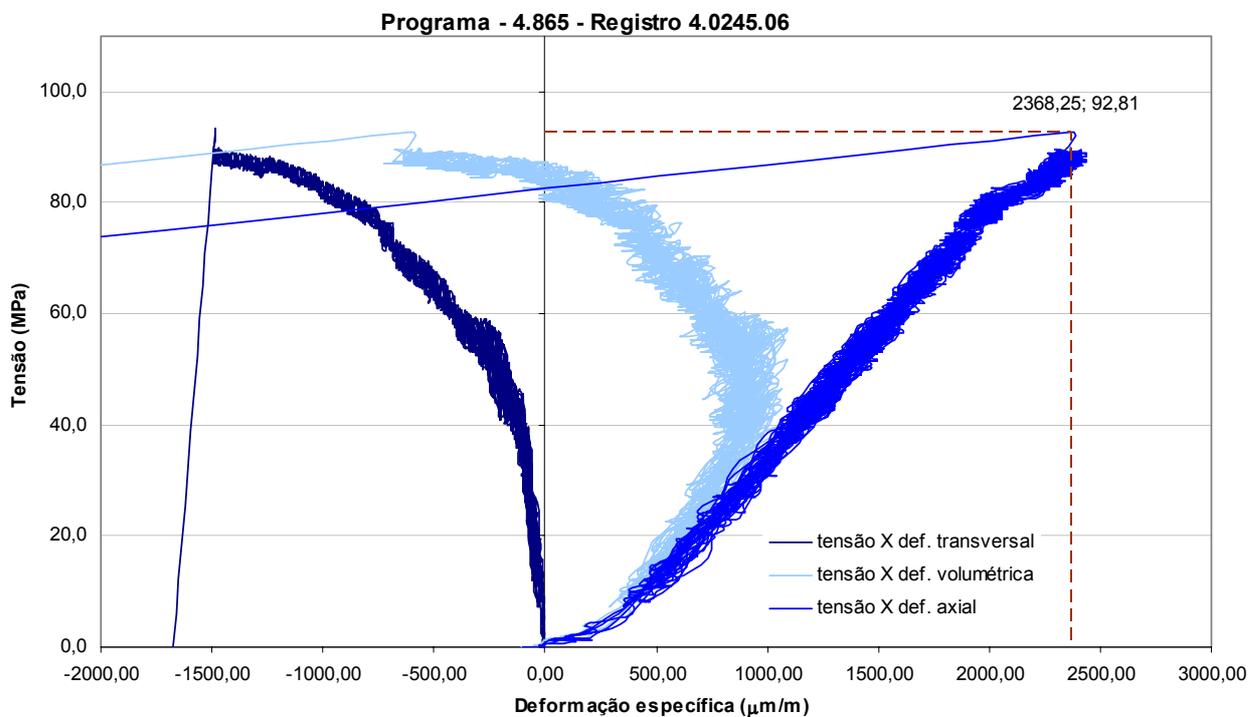
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-3 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0245.06



Fotos do corpo de prova

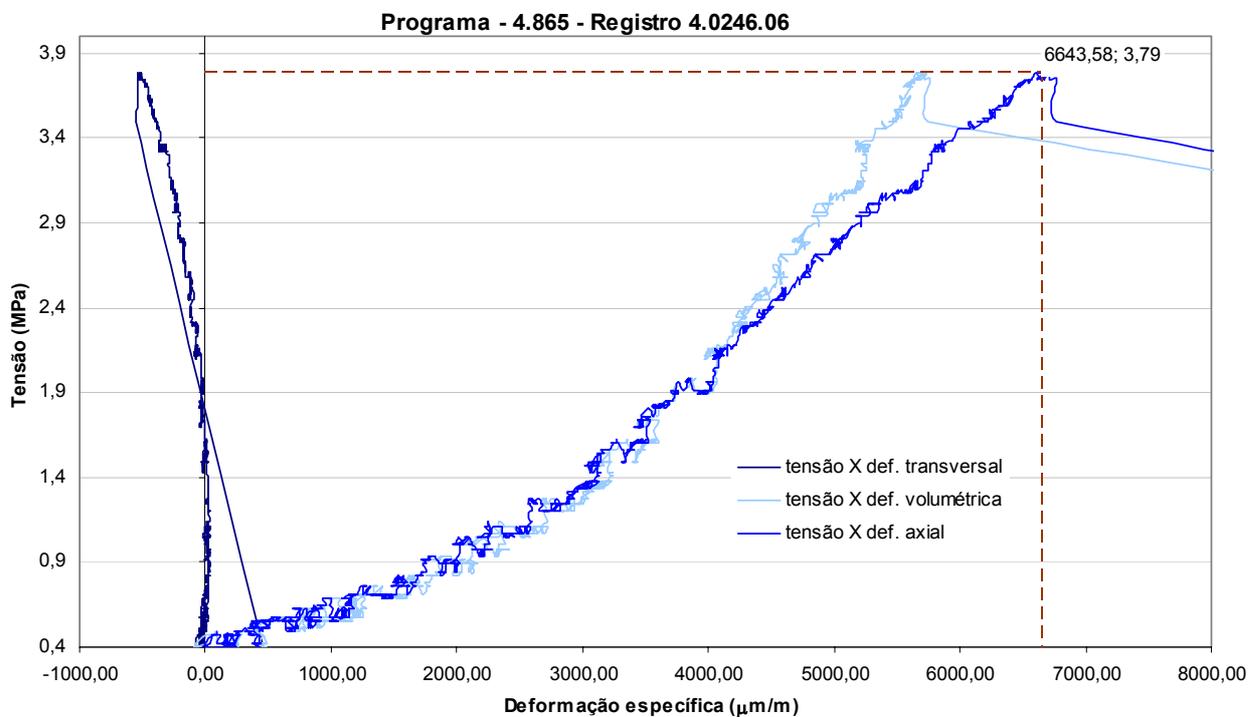
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-4 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0246.06



Fotos do corpo de prova

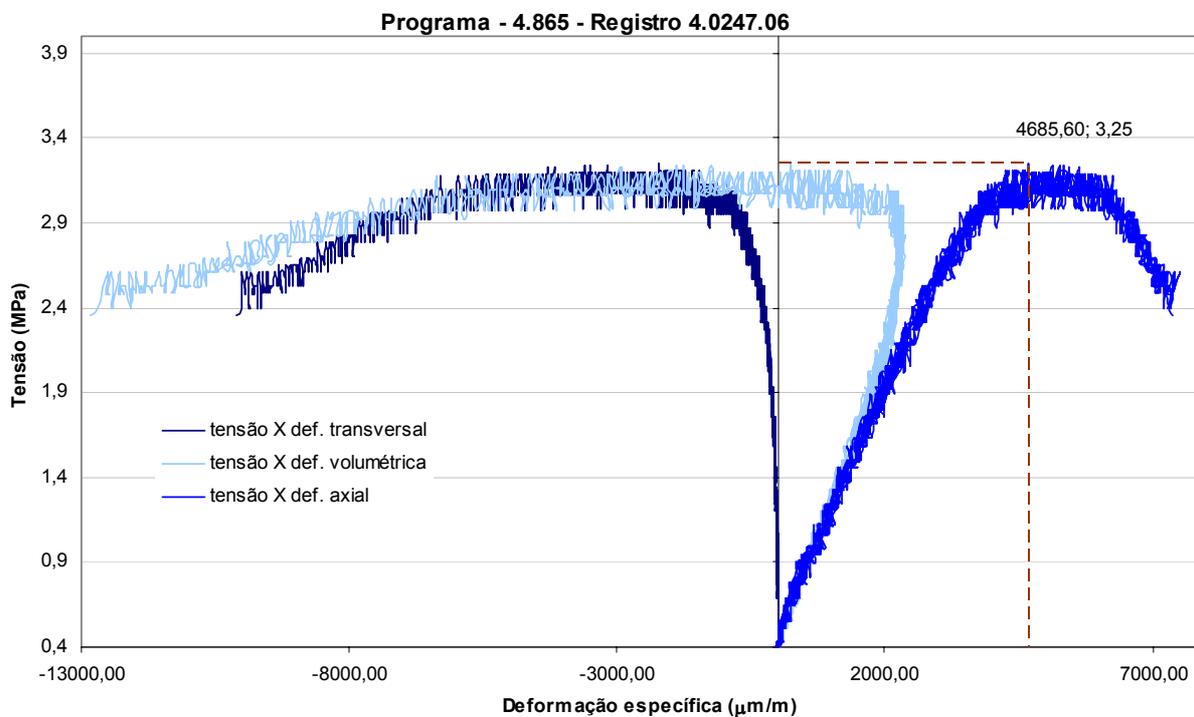
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-5 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0247.06



Fotos do corpo de prova

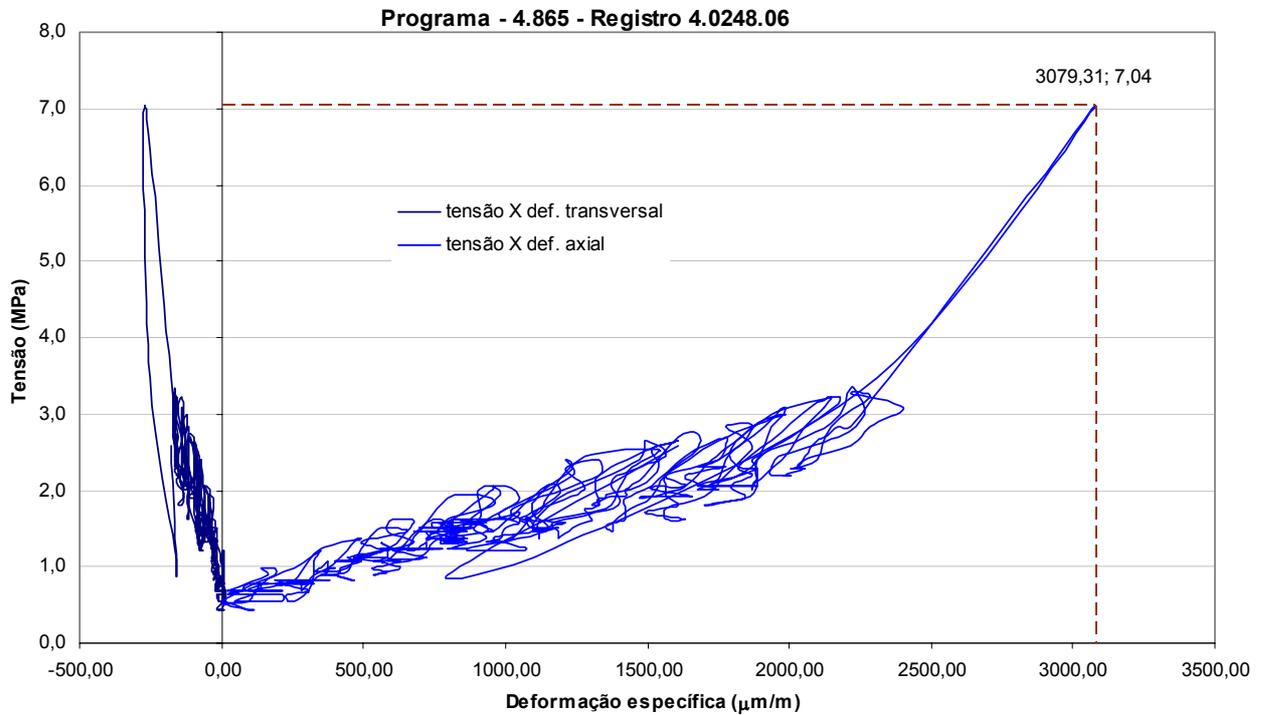
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-6 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0248.06



Fotos do corpo de prova

Antes do ensaio

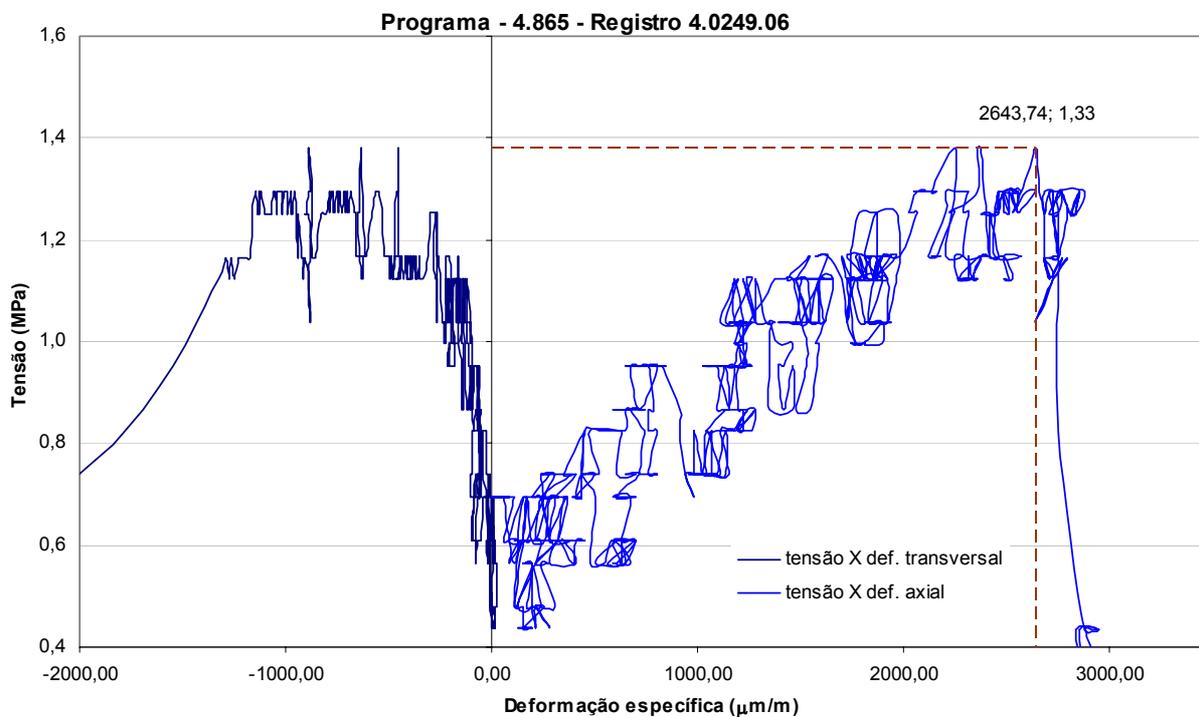


Depois do ensaio



* A curva Tensão X Deformação não permite sua utilização para a obtenção das constantes elásticas, devido à heterogeneidade do corpo de prova e ou a localização da superfície de ruptura.

Gráfico 1-7 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0249.06



Fotos do corpo de prova

Antes do ensaio

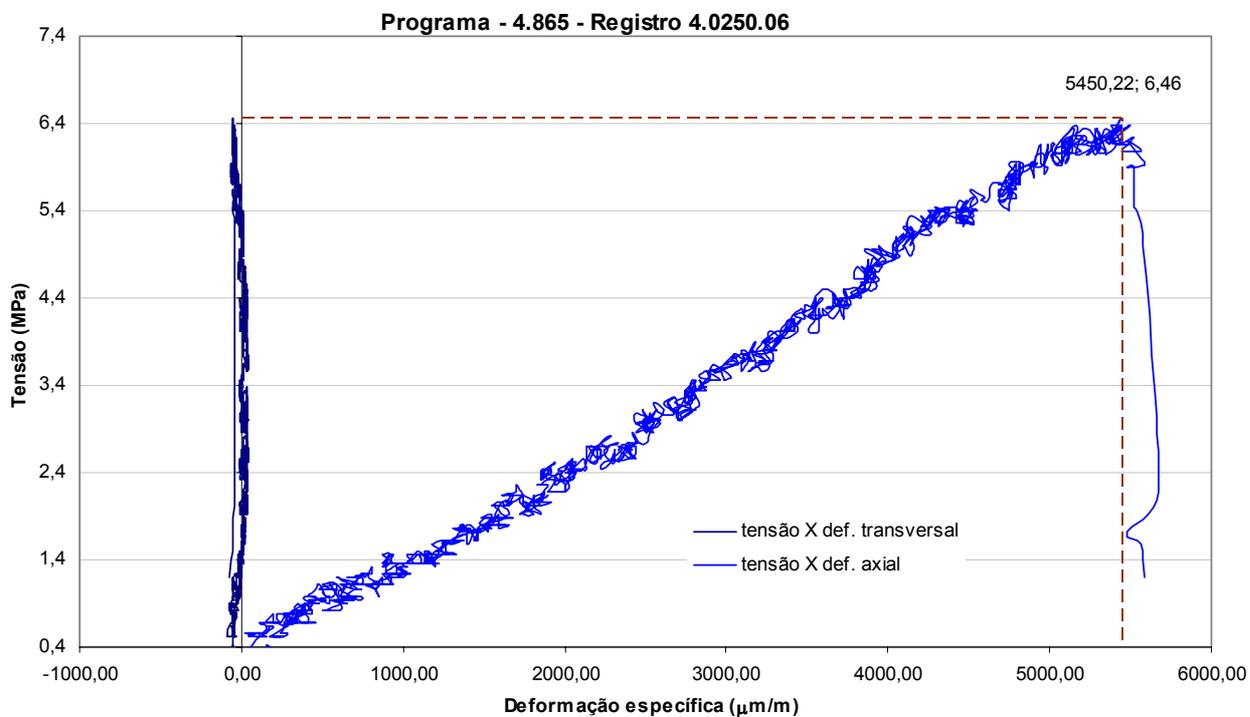


Depois do ensaio



* A curva Tensão X Deformação não permite sua utilização para a obtenção das constantes elásticas, devido à heterogeneidade do corpo de prova e ou a localização da superfície de ruptura.

Gráfico 1-8 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0250.06



Fotos do corpo de prova

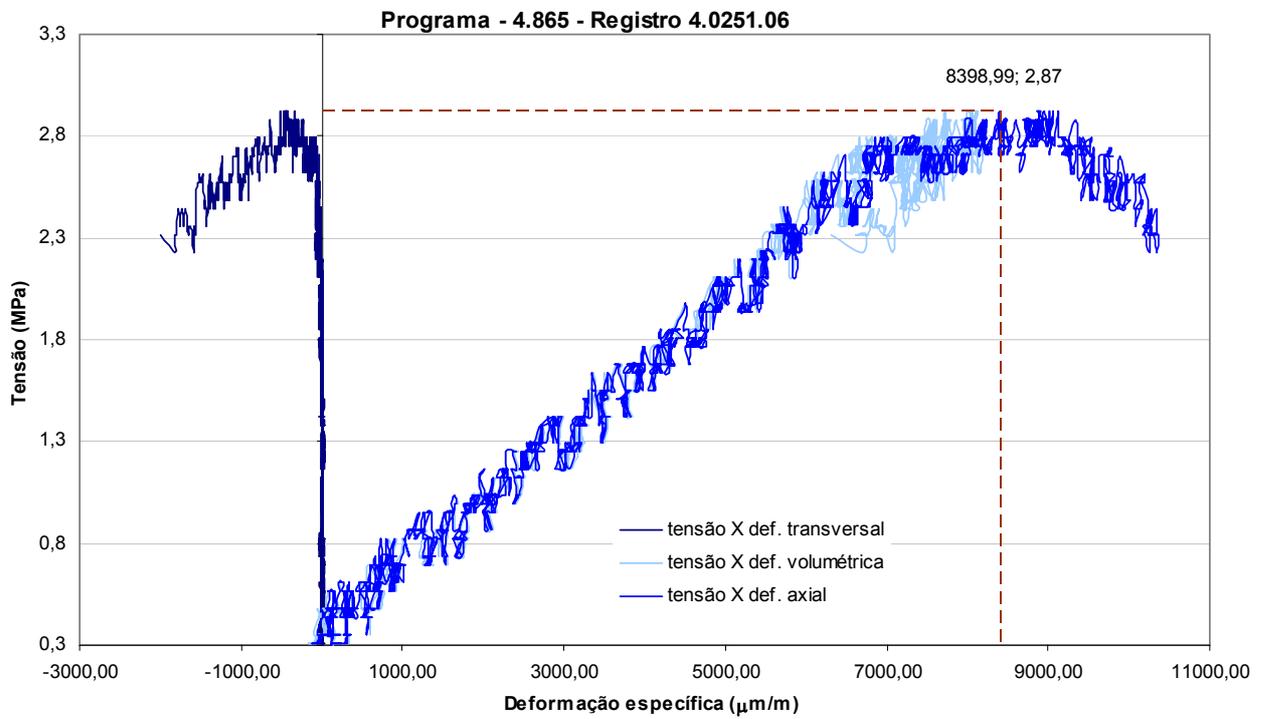
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-9 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0251.06



Fotos do corpo de prova

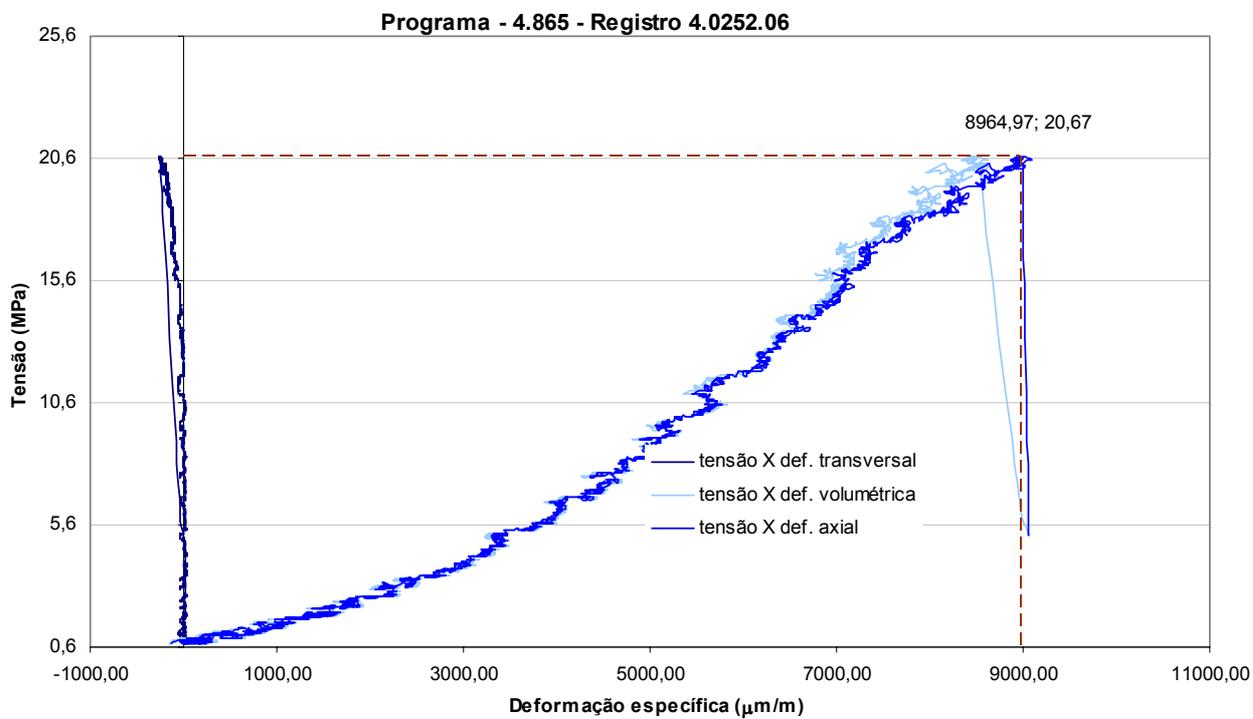
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-10 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0252.06



Fotos do corpo de prova

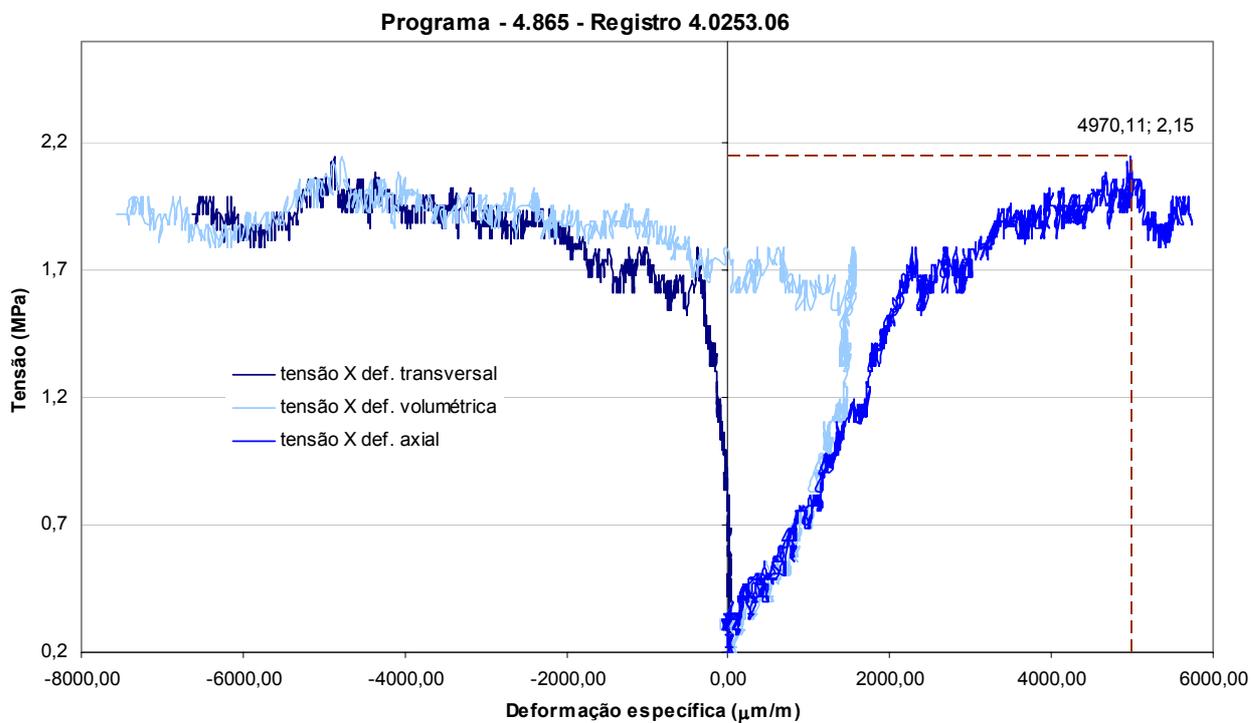
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-11 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0253.06



Fotos do corpo de prova

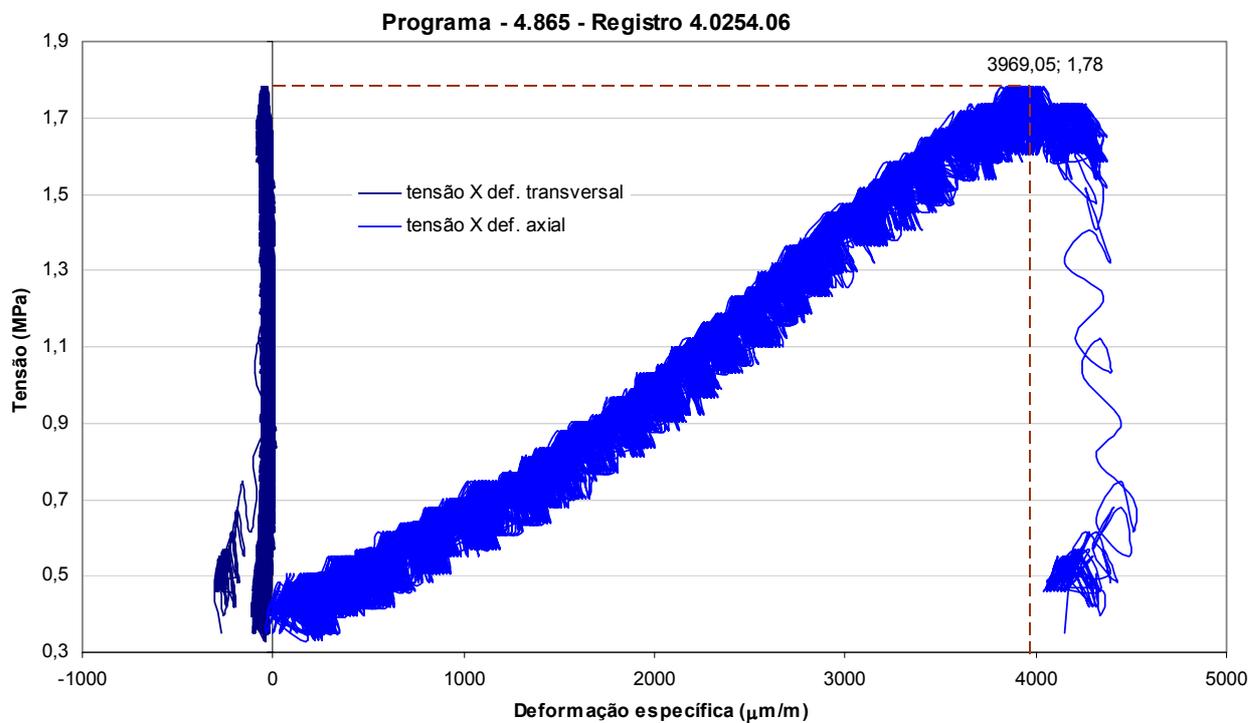
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-12 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0254.06



Fotos do corpo de prova

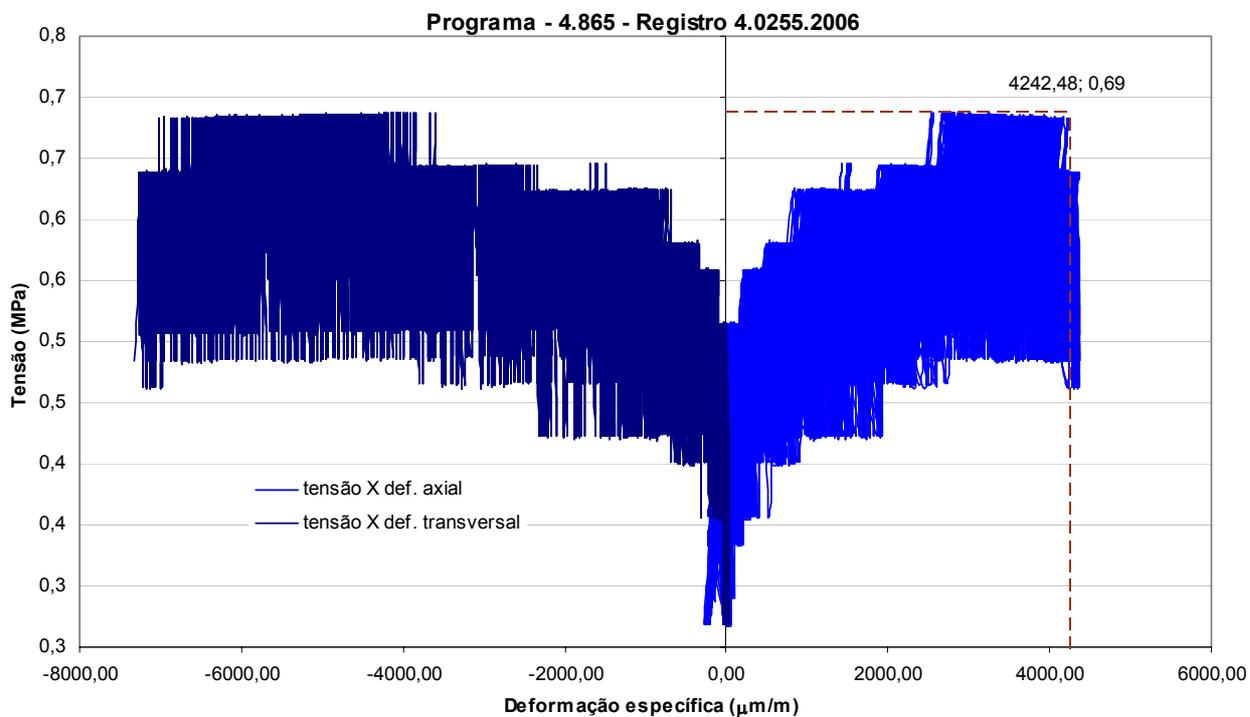
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-13 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0255.06



Fotos do corpo de prova

Antes do ensaio

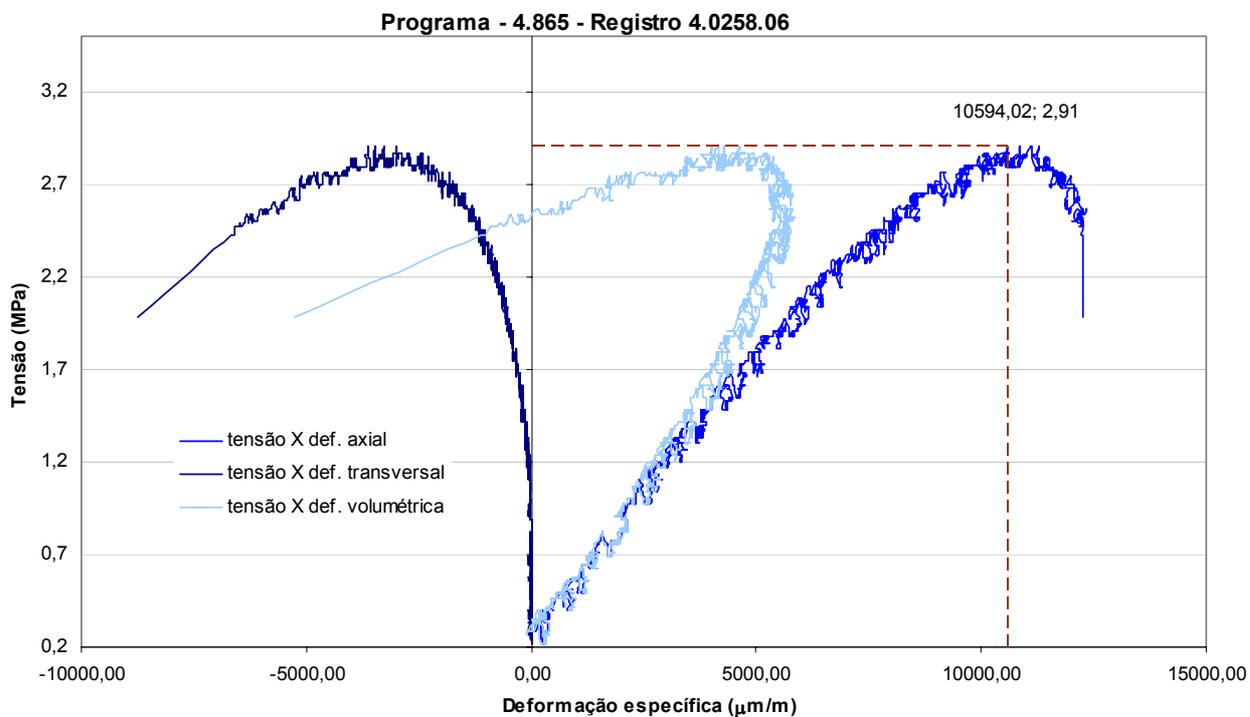


Depois do ensaio



* A curva Tensão X Deformação não permite sua utilização para a obtenção das constantes elásticas, devido à heterogeneidade do corpo de prova e ou a localização da superfície de ruptura.

Gráfico 1-14 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0258.06



Fotos do corpo de prova

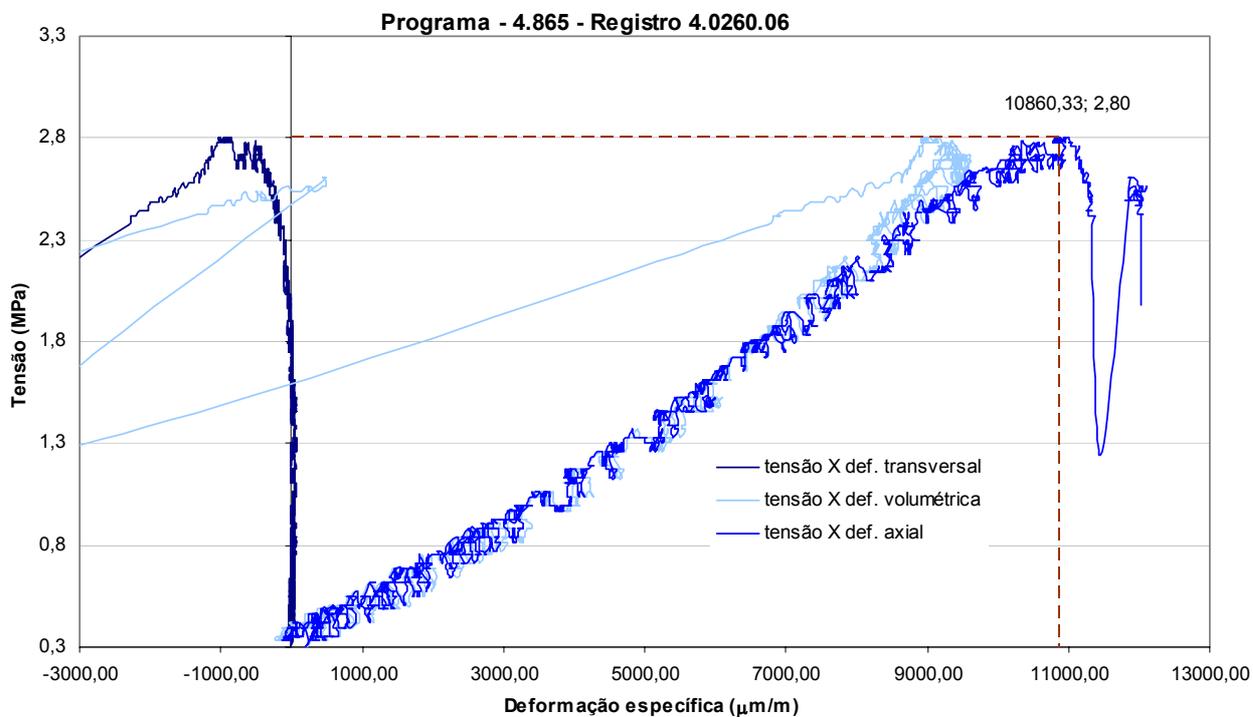
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-15 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0260.06



Fotos do corpo de prova

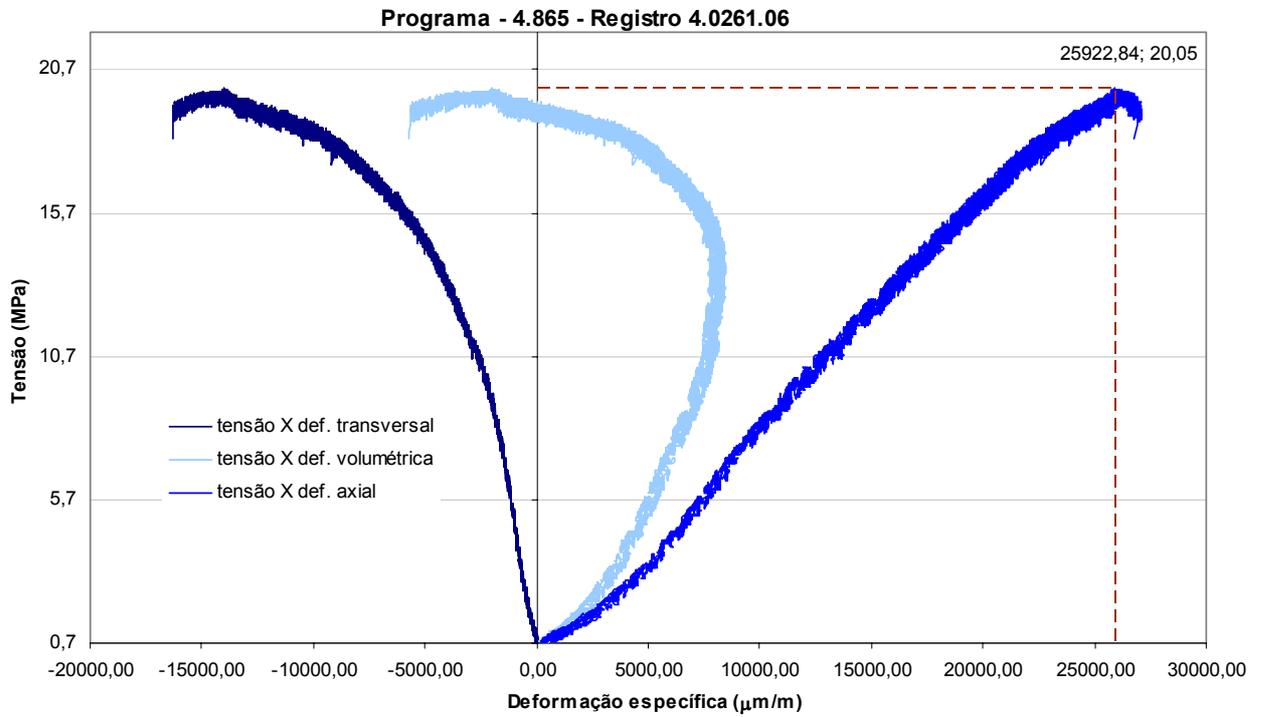
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-16 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0261.06



Fotos do corpo de prova

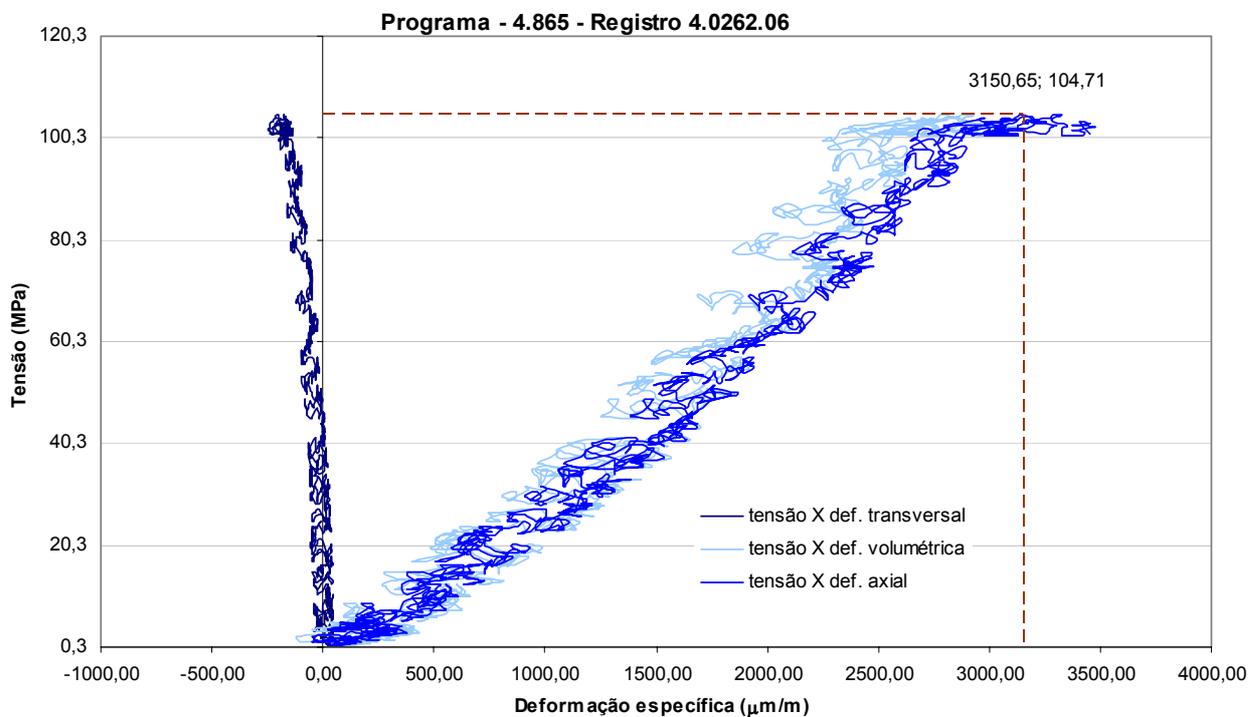
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-17 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0262.06



Fotos do corpo de prova

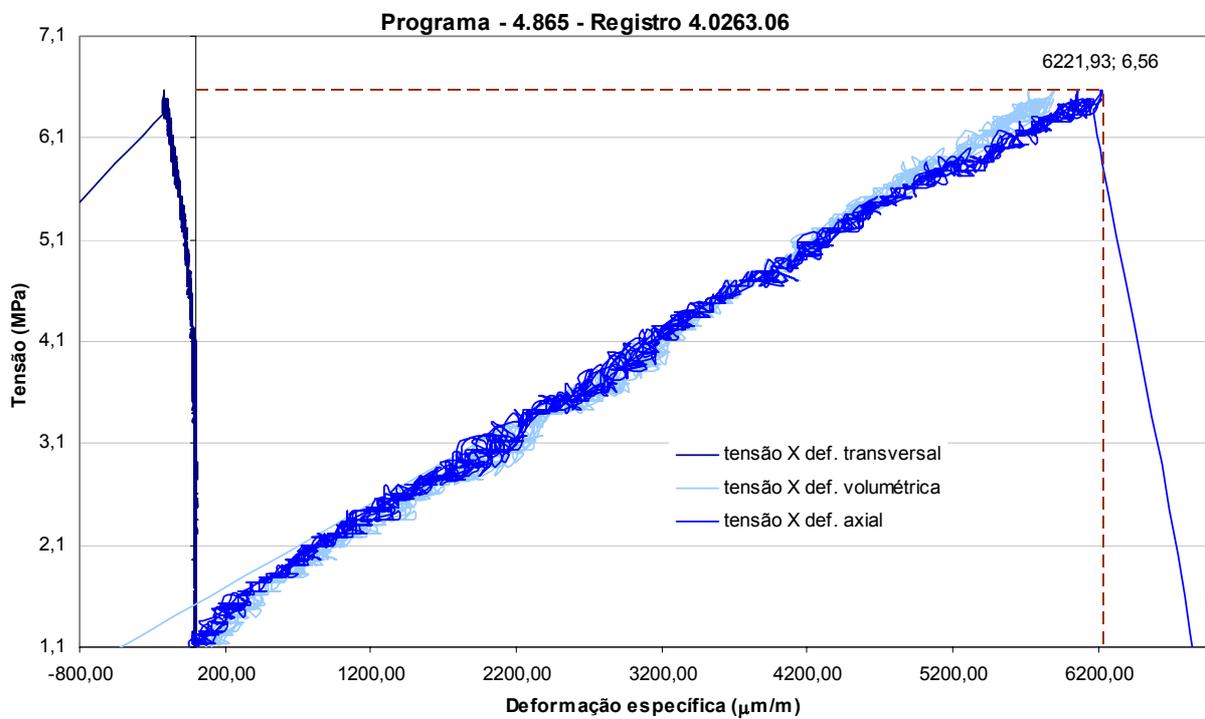
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-18 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0263.06



Fotos do corpo de prova

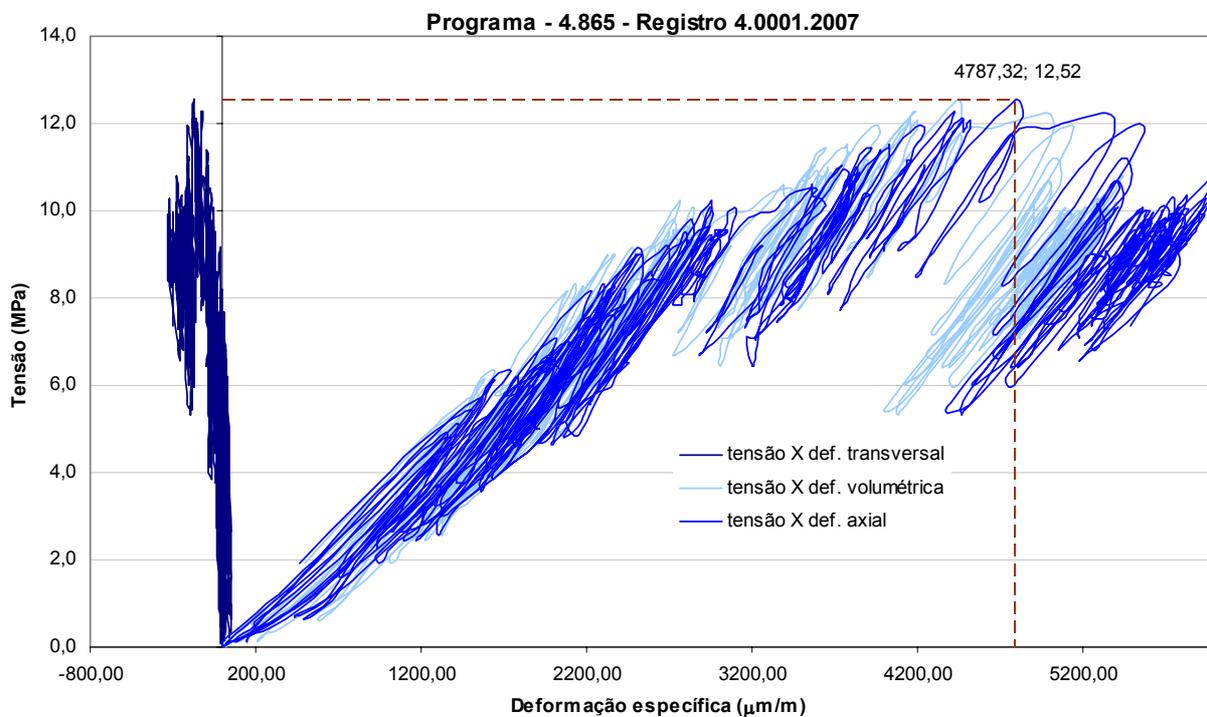
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-19 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0001.07



Fotos do corpo de prova

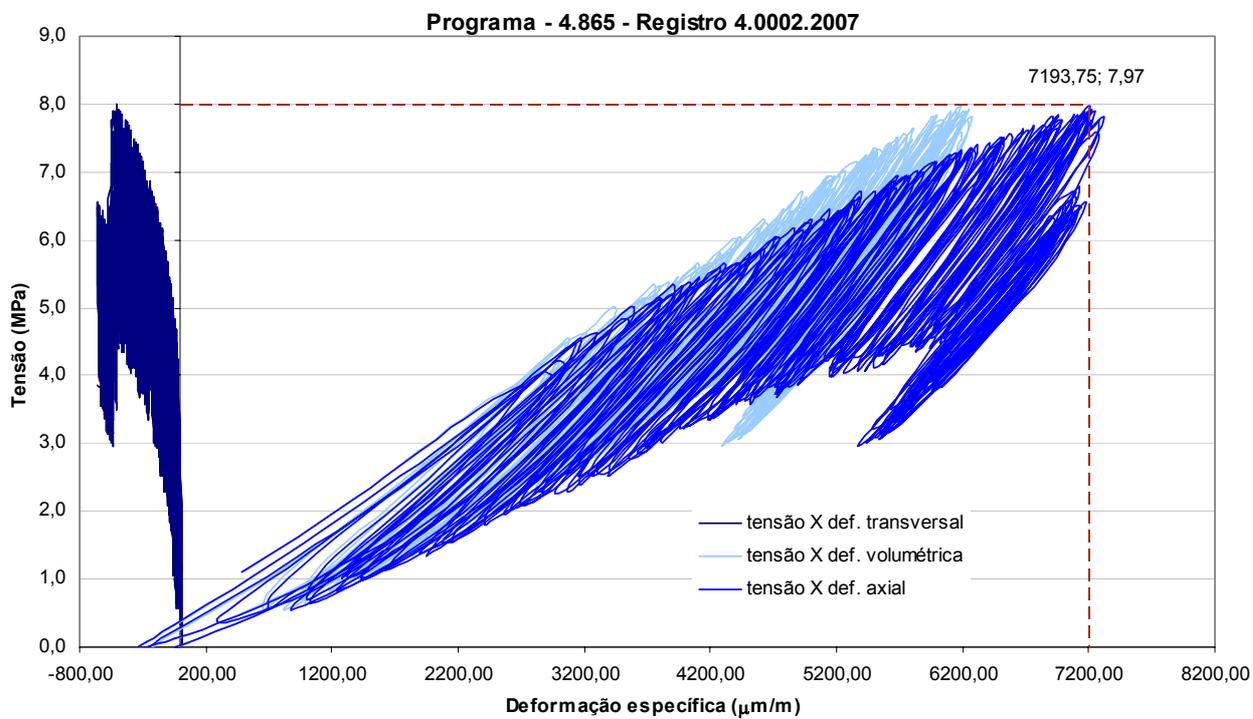
Antes do ensaio



Depois do ensaio



Gráfico 1-20 – Tensão Uniaxial x Deformação Específica - Registro 4.0002.07



Fotos do corpo de prova

Antes do ensaio



Depois do ensaio



2. Compressão Diametral

Os resultados dos ensaios tração por compressão diametral encontram-se na Tabela 2. Não foi possível definir um plano específico de aplicação da carga (paralelo ou perpendicular) aos planos de orientação da xistosidade.

Tabela 2. Resultados dos ensaios de compressão diametral

Litologia	Registro nº	Furo	Profundidade (m)	Espessura (mm)	Diâmetro (mm)	Força (kN)	Resistência à Tração (MPa)
Filito	4.0003.07-a	SM-302	17,16 a 17,35	36,9	74,21	21,70	5,05*
	4.0003.07-b			40,97	73,83	41,70	8,78*
	4.0004.07-a		29,19 a 29,50	42,61	76,06	20,8	4,09*
	4.0004.07-b			39,97	76,11	45,70	9,56*
	4.0005.07		33,70 a 33,98	37,56	76,11	31,90	7,10*
	4.0006.07-a	SM-116	7,29 a 7,44	34,71	76,05	21,55	5,20*
	4.0006.07-b			39,95	76,05	23,19	4,86*
	4.0007.07-a		38,77 a 38,89	41,84	74,19	44,2	9,07*
	4.0007.07-b			40,74	74,41	21,18	4,45*
	4.0008.07			46,56 a 46,71	44,57	75,45	20,6

Filito Grafitoso	4.0009.07	SR-10	24,50 a 24,65	29,48	57,02	21,7	8,22
	4.0010.07-a	SM-113	30,47 a 30,60	32,69	54,54	21,18	7,56*
	4.0010.07-b			27,32	54,54	44,2	18,89*
	4.0010.07-c			29,84	54,51	41,70	16,32*
	4.0011.07-a	SM-309	14,54 a 14,72	39,86	75,91	23,19	4,88
	4.0011.07-b			45,6	75,76	21,55	3,97
	4.0012.07-a	SR-307	33,30 a 33,45	32,32	53,38	20,6	7,60
	4.0012.07-b			30,39	53,36	20,8	8,17*
	4.0249.06	SM-113	21,13 a 21,36	29,48	54,54	45,70	18,10
	4.0260.06	SM-309	14,14 a 14,40	42,29	75,80	31,90	6,34*

Quartzito	4.0013.07	SM-105	11,25 a 11,45	30,23	54,47	41,70	16,12
	4.0014.07-a	SM-108	14,70 a 15,00	36,05	75,78	20,6	4,80*
	4.0014.07-b			39,41	75,78	20,8	4,43*
	4.0015.06-a	SR-307	2,50 a 2,65	41,76	74,88	45,70	9,30
	4.0015.07-b			42,28	74,70	31,90	6,43
	4.0015.07-c			41,13	74,7	21,7	4,50
	4.0016.07-a	SM-108	15,81 a 16,20	30,23	75,78	23,19	6,44
	4.0016.07-b			37,29	75,77	21,55	4,86
	4.0016.07-c			37,29	75,77	21,18	4,77
	4.0016.07-d			36,05	75,77	44,2	10,30

* Corpos de prova que tiveram ruptura em placas, fator influenciado pela xistosidade estar disposta perpendicularmente ao eixo do testemunho. Os valores apresentados não podem ser considerados como resistência à tração indireta.

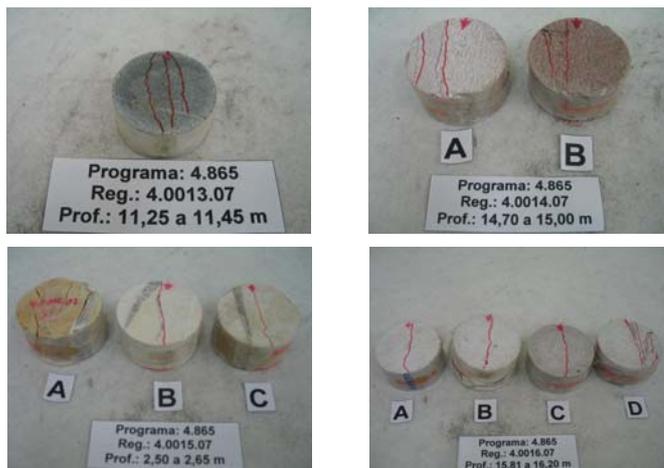
Filito – amostras ensaiadas



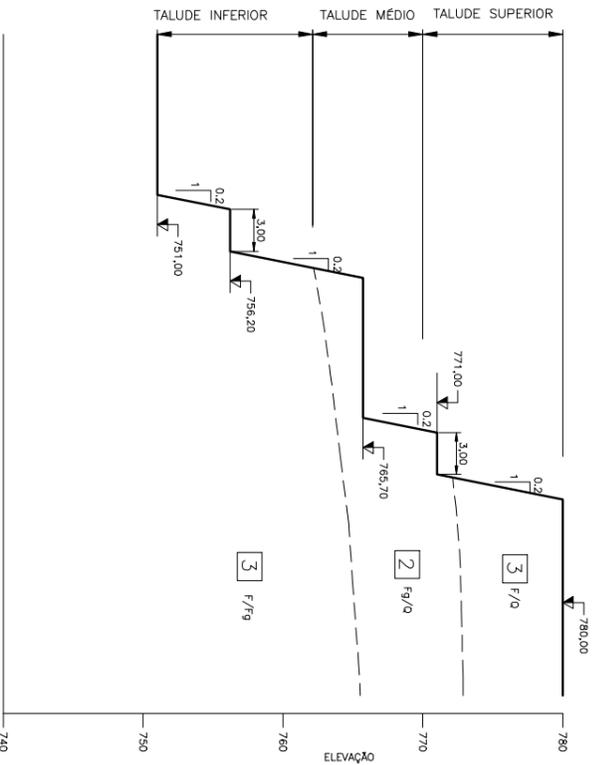
Filito Grafitoso – amostras ensaiadas



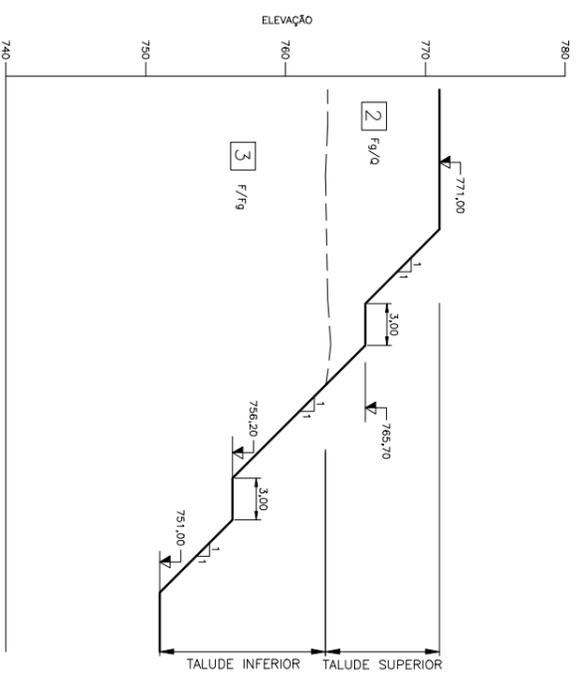
Quartzito – amostras ensaiadas



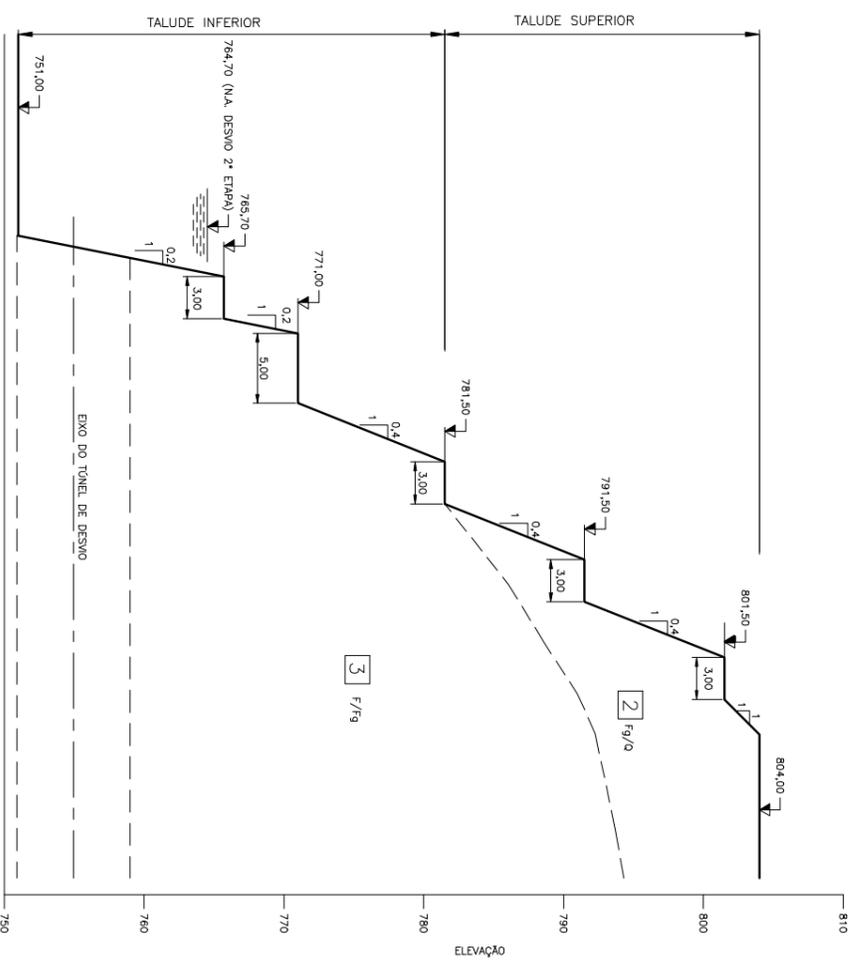
Anexo III
Resultado da Classificação Batalha



SEÇÃO Dvm - I
ESC.: 1:500



SEÇÃO Dvm - III
ESC.: 1:500



SEÇÃO Dvm - II
ESC.: 1:500

LEGENDA:

TIPO DE MATERIAL

1	AGRUPO SOLOS COLUVIONARES, RESÍDUOS, MARGENS/LOJENS E ROCHAS CUIDO GRAU DE ALTERAÇÃO PRÁTICO A MUITO GRAU (A4, C4, F4/3, F4/2) EM PARÊNTESIS PRÁTICO, O COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM AUXÍLIO DE EVENTUAL USO DE DENTE ESCARIFICADOR.
2	AGRUPO ROCHAS MEDIANAMENTE A MUITO ALTERADAS E MEDIANAMENTE A MUITO FRATURADAS (A2/3, C2/3, F3/4); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR E EVENTUAIS FOGAÇOS.
3	AGRUPO ROCHAS MEDIANAMENTE ALTERADAS A SAS, POUCO A MEDIANAMENTE FRATURADAS (A1/2, C1/2, F2/3); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MACIÇO ROCHOSO, NO QUAL SE CONSIDERA TAMBÉM A GEOMETRIA DAS DESCONTINUIDADES EXISTENTES (FALHAS, FRATURAS E FOLHAÇÃO), PODENDO SER ESCAVADO A FOGO E, EVENTUALMENTE, COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR.

LITOLOGIA

- Fg/q - ALTERNÂNCIA DE FILITO GRAFITOSO E QUARTZITO, COM PREDOMINÂNCIA DE FILITO GRAFITOSO
- F/q - ALTERNÂNCIA DE FILITO E QUARTZITO, COM PREDOMINÂNCIA DE QUARTZITO.
- F/Fg - ALTERNÂNCIA DE FILITO E FILITO GRAFITOSO, COM PREDOMINÂNCIA DE FILITO GRAFITOSO.

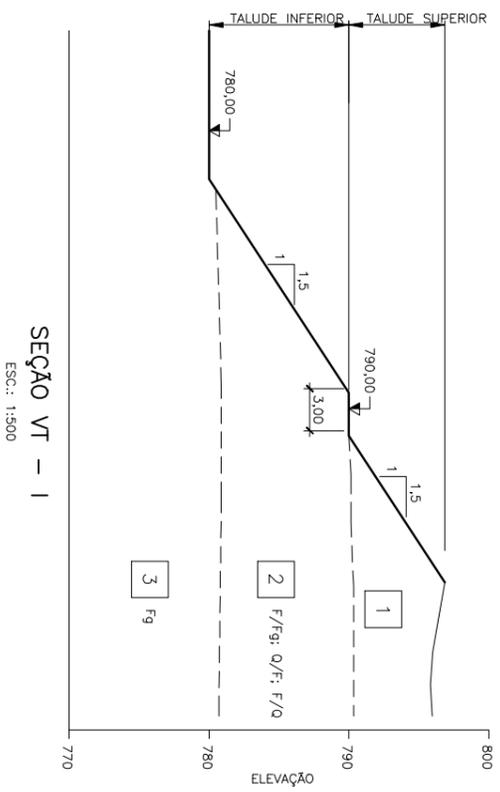


USADO COM PERMISSÃO:
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
- PCE LTDA.

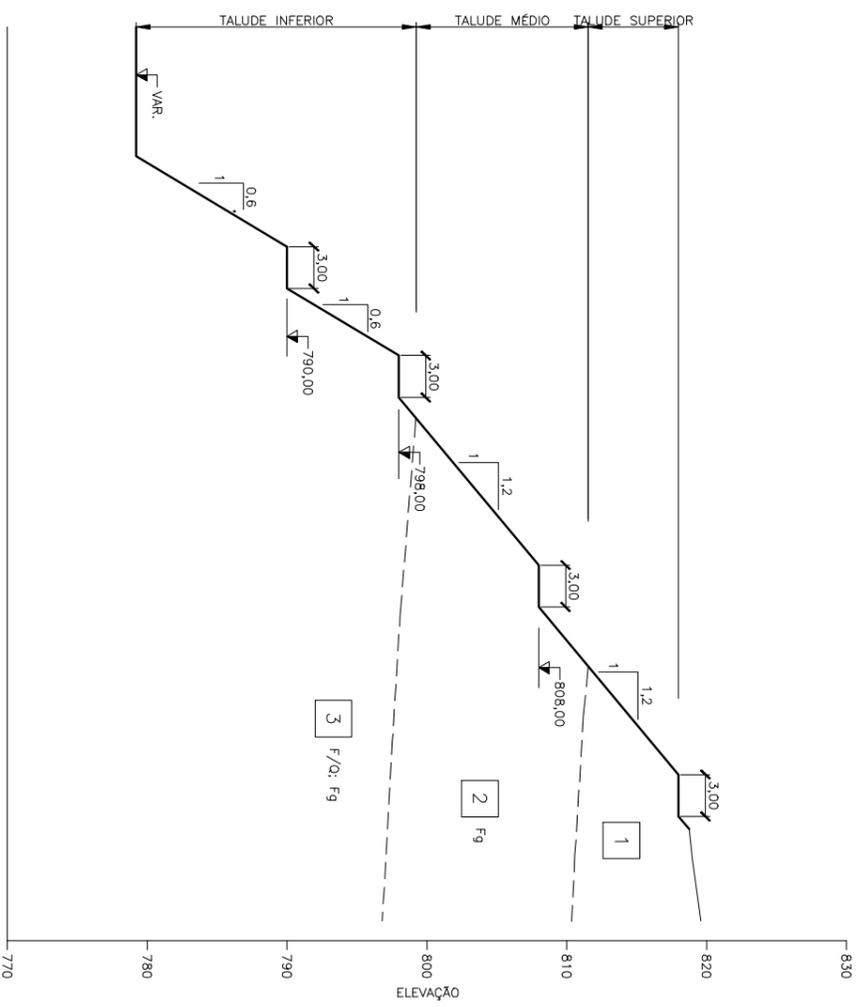
NOTAS:
1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.
2 - PARA LOCAÇÃO DE SEÇÕES, VER DES. ANEXO I - FL. 03.

ANEXO III - FL. 01

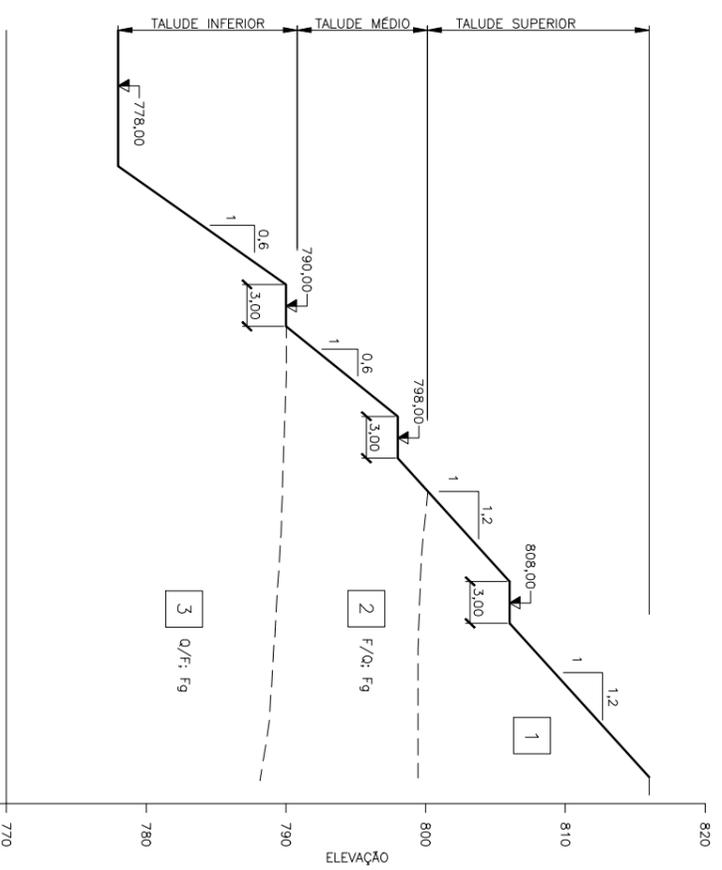
CORPE / UFRJ - PCE - DIBENTIFICAÇÃO DE NEBTRUDO - ALINE LOPES MULLANA	
UHE BATALHA	
DESVIO DO RIO - MONTANTE	
SEÇÕES COM CLASSIFICAÇÃO BATALHA	
DATA:	JUN / 2007



SEÇÃO VT - I
ESC.: 1:500



SEÇÃO VT - III
ESC.: 1:500



SEÇÃO VT - II
ESC.: 1:500

LEGENDA:

TIPO DE MATERIAL

1	AGRUPA SOLOS COLUVIONARES, RESÍDUOS, MADUROS/JOVENS E ROCHAS CUJO GRAU DE ALTERAÇÃO E FRATURAMENTO SÃO ELEVADOS (A4, C4, F4/S); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM LÂMINA DE TRAIADOR E RETRO, COM EVENTUAL USO DE DENTE ESCARIFICADOR.
2	AGRUPA ROCHAS MEDIANAMENTE A MUITO ALTERADAS E MEDIANAMENTE A MUITO FRATURADAS (A2/3, C2/3, F3/4); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR E EVENTUAIS FOGAÇOS.
3	AGRUPA ROCHAS MEDIANAMENTE ALTERADAS A SÁS, POUCO A MEDIANAMENTE FRATURADAS (A1/2, C1/2, F2/3); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MACIÇO ROCHOSO, NO QUAL SE CONSIDERA TAMBÉM A GEOMETRIA DAS DESCONTINUIDADES EXISTENTES (FALHAS, FRATURAS E FOLHAÇÃO), PODENDO SER ESCAVADO A FOGO E, EVENTUALMENTE, COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR.

LITOLOGIA

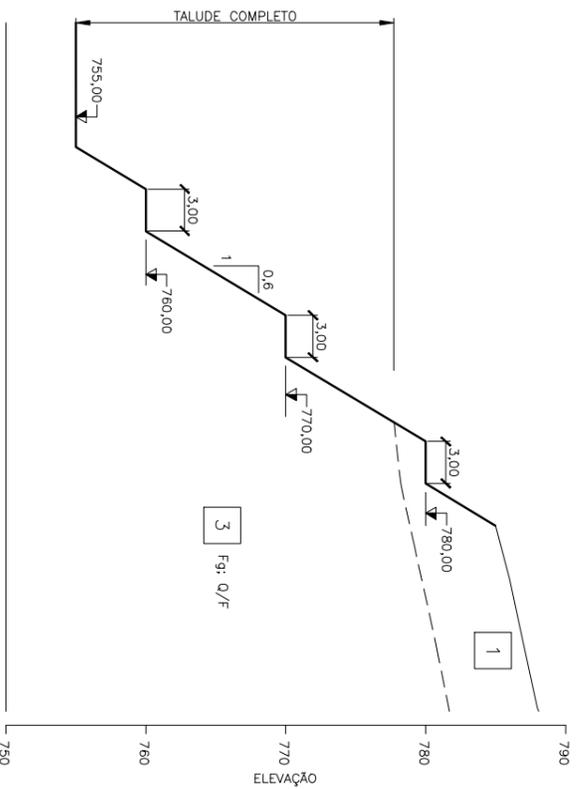
- Fg - FILITO GRAFITOSO.
- F/q - ALTERNÂNCIA DE FILITO E QUARTIZITO, COM PREDOMINÂNCIA DE FILITO.
- F/Fg - ALTERNÂNCIA DE FILITO E FILITO GRAFITOSO, COM PREDOMINÂNCIA DE FILITO GRAFITOSO.
- Q/F - ALTERNÂNCIA DE QUARTIZITO E FILITO, COM PREDOMINÂNCIA DE QUARTIZITO.



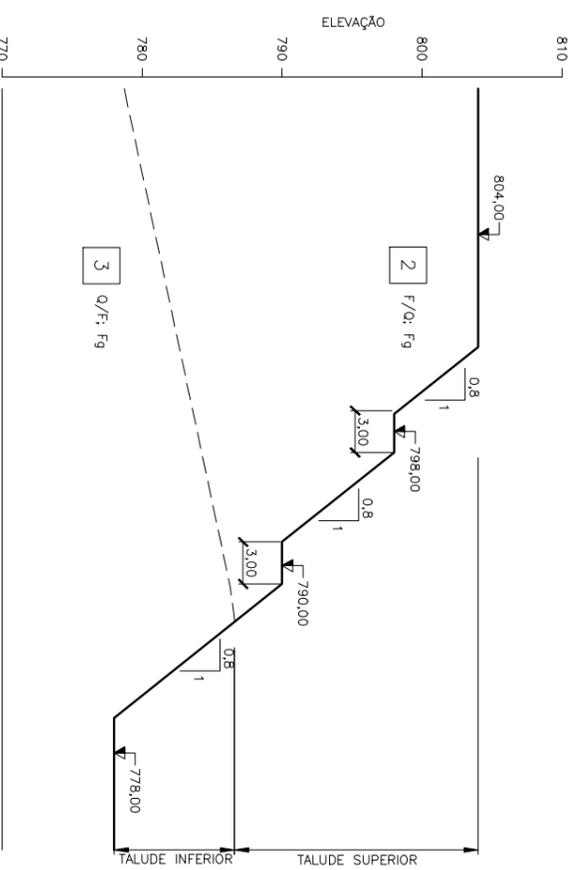
USADO COM PERMISSÃO:
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
- PCE LTDA.

NOTAS:
1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.
2 - PARA LOCAÇÃO DE SEÇÕES, VER DES. ANEXO I - FL. 03.

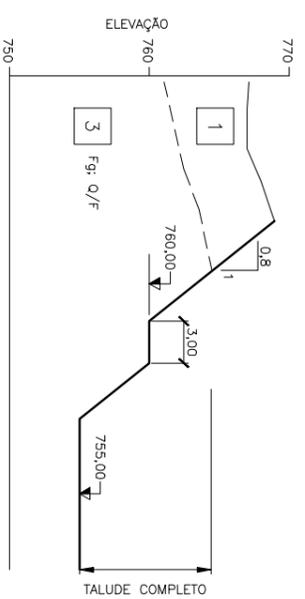
COPEPE / UFRJ - PCE - DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - ALINE LOPES INULFIMA	
ANEXO III - FL. 03	
UHE BATALHA VERTEDOURO	DATA:
SEÇÕES COM CLASSIFICAÇÃO BATALHA	JUN / 2007



SEÇÃO VT - IV
ESC.: 1:500



SEÇÃO VT - V
ESC.: 1:500



SEÇÃO VT - VI
ESC.: 1:500

TIPO DE MATERIAL	LEGENDA:
1	AGRUPA SOLOS COLLUVIONARES, RESÍDUOS, MADUROS/JOVENS E ROCHAS CUIO GRAU DE ALTERAÇÃO E FRATURAMENTO SÃO ELEVDOS (A4, C4, F4/S); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM LAMINA DE TRATOR E RETRO, COM EVENTUAL USO DE DENTE ESCARIFICADOR.
2	AGRUPA ROCHAS MEDIANAMENTE ALTERADAS E MEDIANAMENTE A MUITO FRATURADAS (A2/3, C2/3, F3/4); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR E EVENTUAIS FOGAÇOS.
3	AGRUPA ROCHAS MEDIANAMENTE ALTERADAS A S/S, POUCO A MEDIANAMENTE FRATURADAS (A1/2, C1/2, F2/3); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, TAMBÉM A COMPORTAMENTO DE MUITO ROCHOSO, PARA QUAL CONSIDERA, TAMBÉM A COMPORTAMENTO DE ESCALOS EXISTENTES (FALHAS, FRATURAS E FOLHÃO), PODENDO SER ESCAVADO A FOGO E, EVENTUALMENTE, COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR.

LITOLOGIA

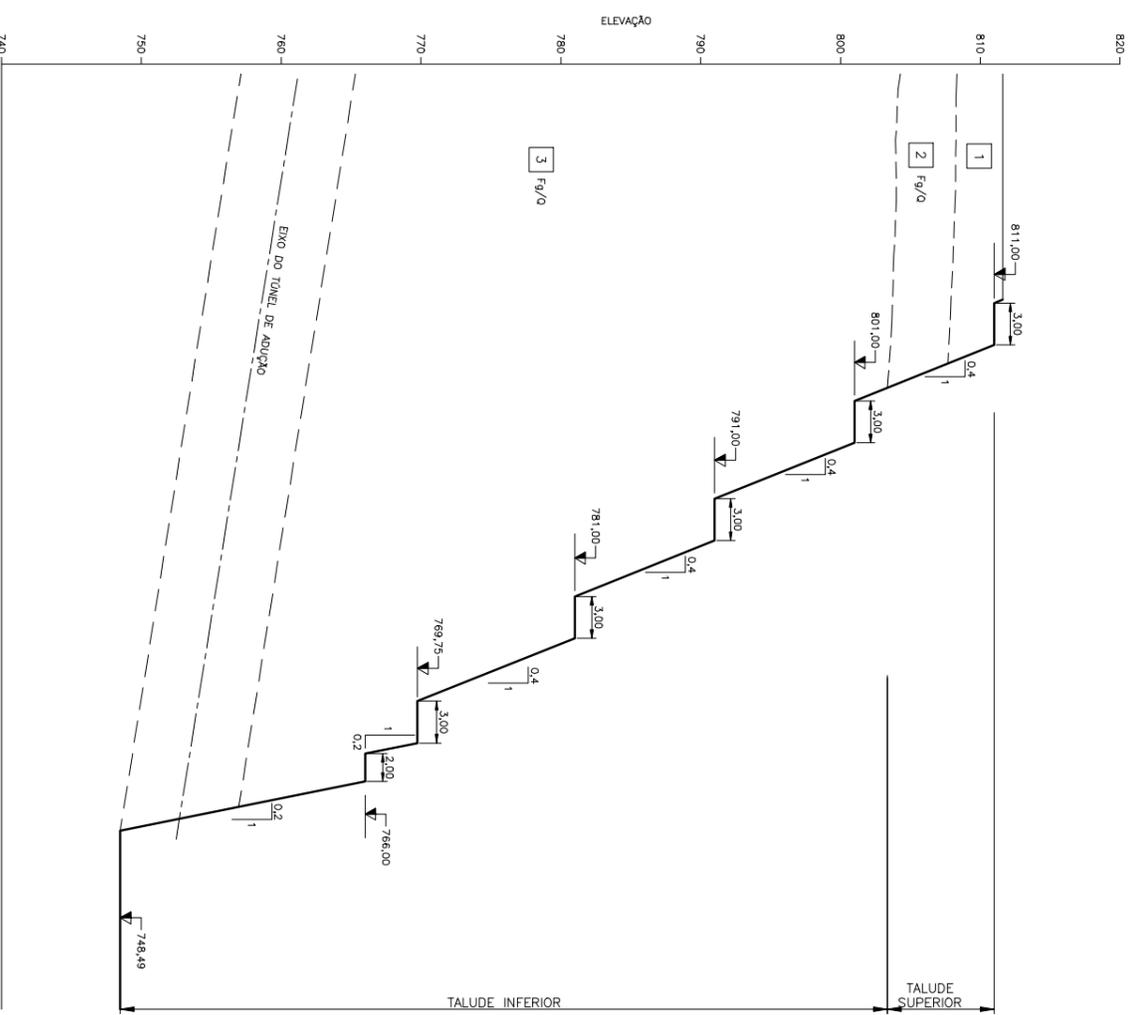
- Fg - FILITO GRAFTOSO.
- F/q - ALTERNANCA DE FILITO E QUARTZITO, COM PREDOMINANCIA DE FILITO.
- q/f - ALTERNANCA DE FILITO E QUARTZITO, COM PREDOMINANCIA DE QUARTZITO.



USADO COM PERMISSÃO:
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
- PCE LTDA.

NOTAS:
1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.
2 - PARA LOCAÇÃO DE SEÇÕES, VER DES. ANEXO I - FL. 03.

COPE / UFRJ - PCE - DIBENTÇÃO DE MESTRO - ALINE LOPES MULLANA	
ANEXO III - FL. 04	
UHE BATALHA VERTEDOURO	DATA:
SEÇÕES COM CLASSIFICAÇÃO BATALHA	JUN / 2007



SEÇÃO CF - 1
ESC.: 1:500

USADO COM PERMISSÃO:
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
- PCE LTDA.

NOTAS:
1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.
2 - PARA LOCAÇÃO DE SEÇÕES, VER DES. ANEXO I - FL. 03.

LEGENDA:
TIPO DE MATERIAL

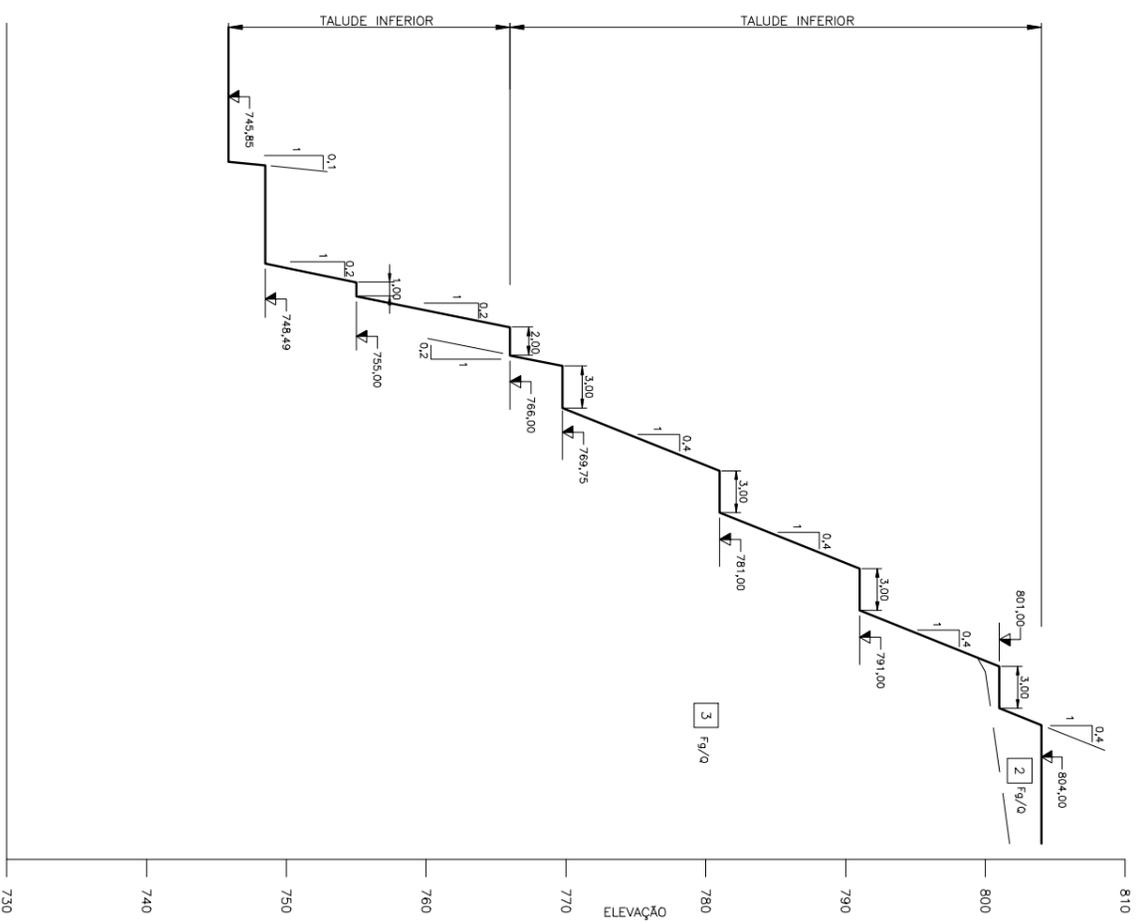
1	AGRUPA SOLOS COLLUVIONARES, RESÍDUOS, MADUROS/JOVENS E ROCHAS CUJO GRAU DE ALTERAÇÃO E FRATURAMENTO SÃO ELEVADOS (A4, C4, F4/9); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM LÂMINA DE TRATOR E RETIRO, COM EVENTUAL USO DE DENTE ESCARIFICADOR.
2	AGRUPA ROCHAS MEDIANAMENTE A MUITO ALTERADAS E MEDIANAMENTE A MUITO FRATURADAS (A2/3, C2/3, F3/4); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR E EVENTUAS FOGAÇOS.
3	AGRUPA ROCHAS MEDIANAMENTE ALTERADAS A SÁS, POUCO A MEDIANAMENTE FRATURADAS (A1/2, C1/2, F2/3); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MACIO FOGAÇO. NO QUAL SE CONSIDERA TAMBÉM A GEOMETRIA DAS DESCONTINUIDADES EXISTENTES (FALHAS, FRATURAS E FOLIAÇÃO) PODENDO SER ESCAVADO A FOGO E, EVENTUALMENTE, COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR.

LITOLOGIA

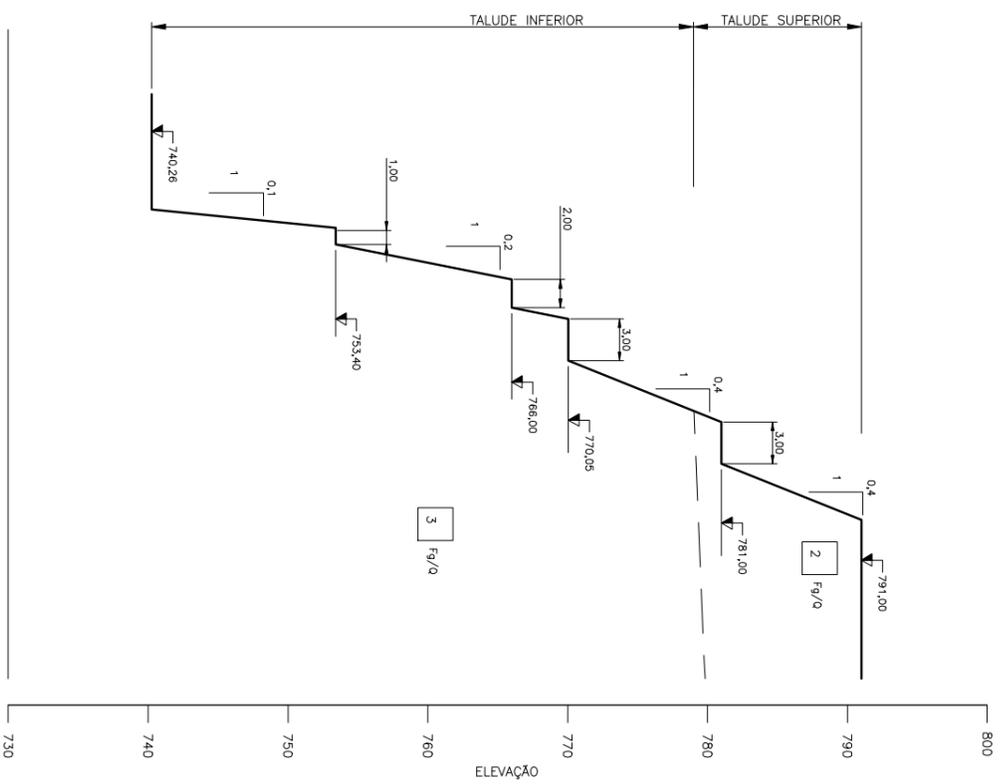
Fg/Q - ALTERNÂNCIA DE FILITO GRAFITOSO E QUARTIZITO, COM PREDOMINÂNCIA DE FILITO GRAFITOSO



COPEL / UFRJ - PCE - DIBENTÇÃO DE MESTRADO - ALINE LOPES MULLANA	
ANEXO III - FL. 05	
UHE BATALHA CASA DE FORÇA	DATA:
SEÇÕES COM CLASSIFICAÇÃO BATALHA	JUN / 2007



SEÇÃO CF - II
ESC.:1:500



SEÇÃO CF - III
ESC.:1:500

NOTAS:
1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.
2 - PARA LOCAÇÃO DE SEÇÕES, VER DES. ANEXO I - FL. 03.

USADO COM PERMISSÃO:
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
- PCE LTDA.

LEGENDA:	
TIPO DE MATERIAL	
1	AGRUPA SOLOS COLLUVIONARES, RESÍDUOS, MADUROS/JOVENS E ROCHAS CUIO GRAU DE ALTERAÇÃO E FRATURAMENTO SÃO ELEVADOS (A4, C4, F4/S); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM LAMINA DE TRATOR E RETRO, COM EVENTUAL USO DE DENTE ESCARIFICADOR.
2	AGRUPA ROCHAS MEDIANAMENTE ALTERADAS E MEDIANAMENTE A MUITO FRATURADAS (A2/3, C2/3, F3/4); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR E EVENTUAIS FOGAÇOS.
3	AGRUPA ROCHAS MEDIANAMENTE ALTERADAS A S/S, POUCO A MEDIANAMENTE FRATURADAS (A1/2, C1/2, F2/3); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, TAMBÉM A COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR, SENDO SER ESCAVADO A FOGO E, EVENTUALMENTE, COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR.

LITOLÓGIA

Fg/Q - ALTERNÂNCIA DE FILITO GRAFTOSO E QUARTIZITO, COM PREDOMINÂNCIA DE FILITO GRAFTOSO



COPEPE / UFRJ - PCE - DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - ALINE LOPES MULLER

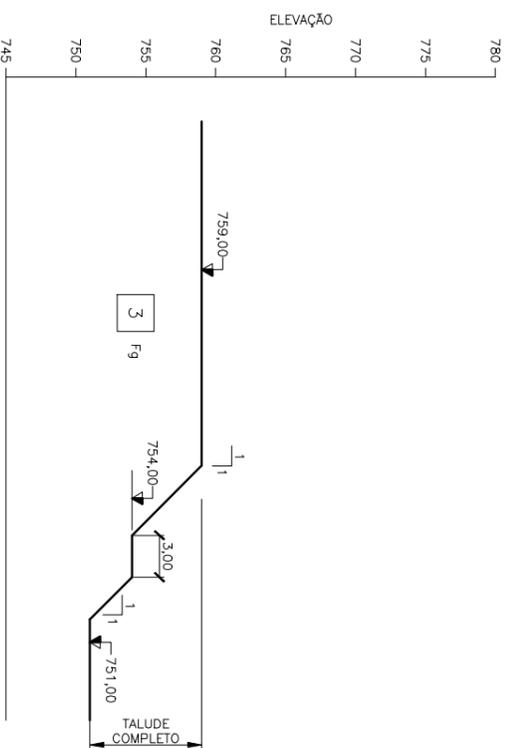
ANEXO III - FL. 08

UHE BATALHA
CASA DE FORÇA

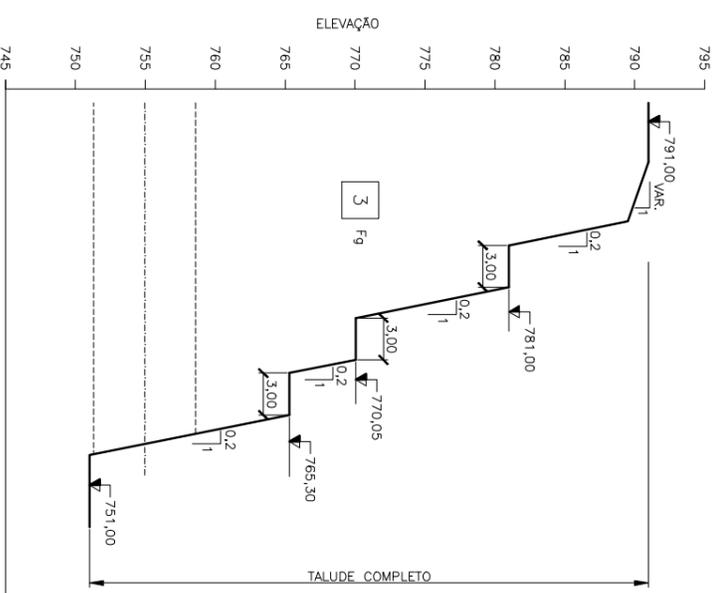
DATA:

JUN / 2007

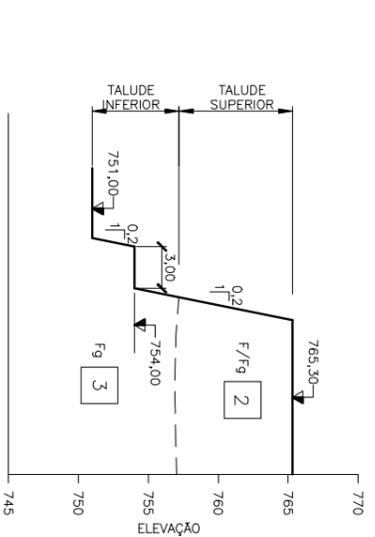
SEÇÕES COM CLASSIFICAÇÃO BATALHA



SEÇÃO DVj - I
ESC.1:500



SEÇÃO DVj - II
ESC.1:500



SEÇÃO DVj - III
ESC.1:500

LEGENDA:
TIPO DE MATERIAL

1	AGRUPA SOLOS COLLUVIONARES, RESÍDUOS, MADUROS/JOVENS E ROCHAS CUIO GRAU DE ALTERAÇÃO E FRATURAMENTO SÃO ELEVADOS (A4, C4, F4/S); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM LÂMINA DE TRATOR E RETRO, COM EVENTUAL USO DE DENTE ESCARIFICADOR.
2	AGRUPA ROCHAS MEDIANAMENTE ALTERADAS E MEDIANAMENTE A MUITO FRATURADAS (A2/3, C2/3, F3/4); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, O COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR E EVENTUAIS FOGAÇOS.
3	AGRUPA ROCHAS MEDIANAMENTE ALTERADAS A S/S, POUCO A MEDIANAMENTE FRATURADAS (A1/2, C1/2, F2/3); TEM, PARA EFEITOS PRÁTICOS, TAMBÉM A COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR E EVENTUAIS FOGAÇOS, TAMBÉM A COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR E EVENTUAIS FOGAÇOS, TAMBÉM A COMPORTAMENTO DE MATERIAL QUE PODE SER ESCAVADO COM AUXÍLIO DE DENTE ESCARIFICADOR.

LITOLOGIA

- Fg – FILITO GRAFITOSO.
- F/Fg – ALTERNÂNCIA DE FILITO E FILITO GRAFITOSO, COM PREDOMINÂNCIA DE FILITO GRAFITOSO.



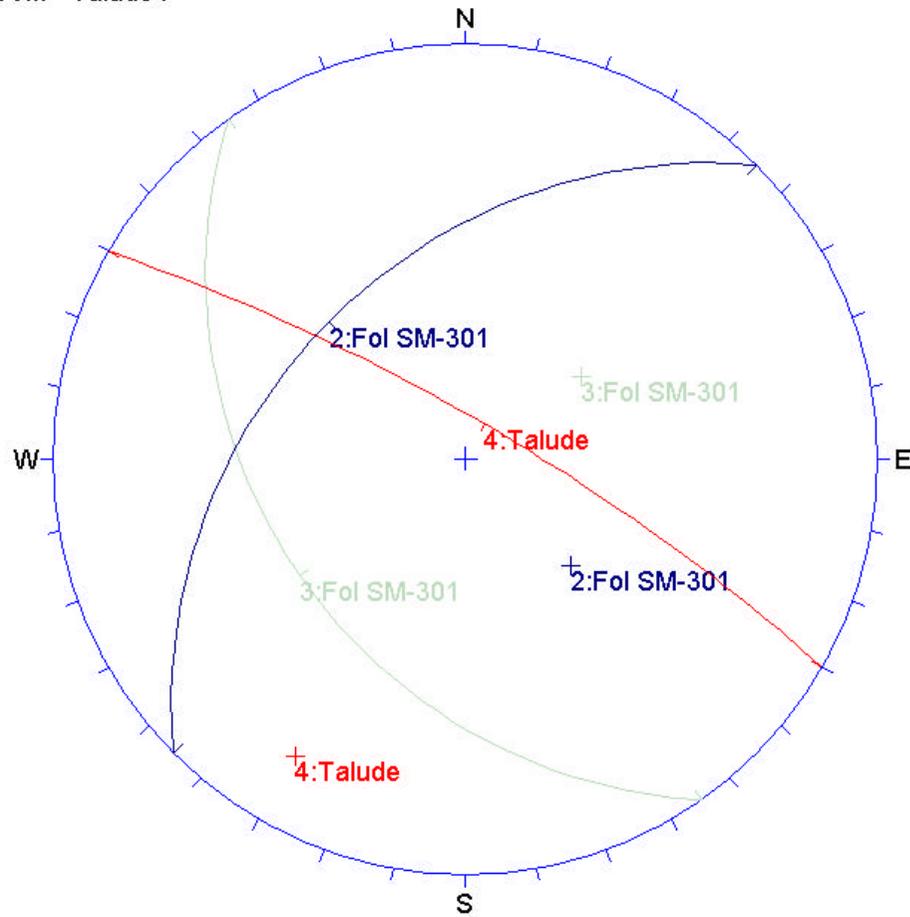
USADO COM PERMISSÃO:
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
- PCE LTDA.

NOTAS:
1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES ESTÃO EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO DE OUTRA FORMA.
2 - PARA LOCAÇÃO DE SEÇÕES, VER DES. ANEXO I - FL. 03.

COPEE / UFRJ - PGE - DIBERTIZAÇÃO DE NEBRINHO - ALINE LOPES MULLANA	
ANEXO III - FL. 07	
UHE BATALHA	DATA:
DESVIO DO RIO - JUSANTE	JUN / 2007
SEÇÕES COM CLASSIFICAÇÃO BATALHA	

Anexo IV
Projeções Estereográficas

DVm - Talude I

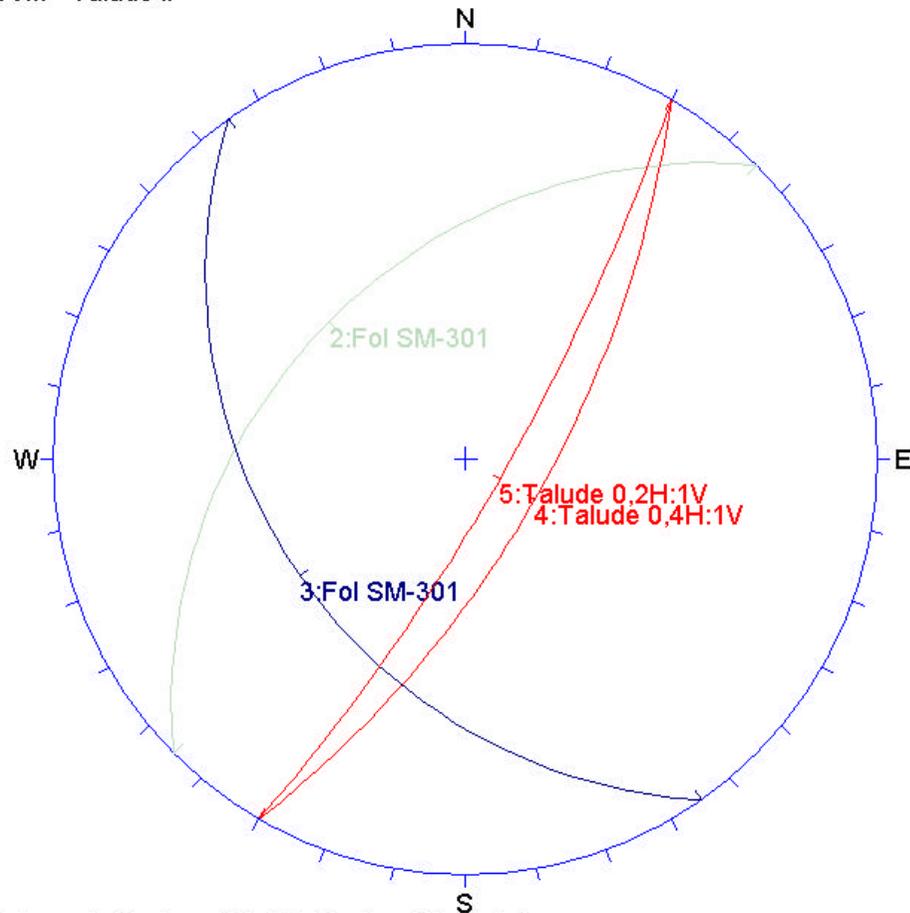


Orientations

ID	Trend / Plunge
2	135 / 50
3	055 / 52
4	210 / 11

Equal Angle
Lower Hemisphere
1 Poles
1 Entries

DVm - Talude II



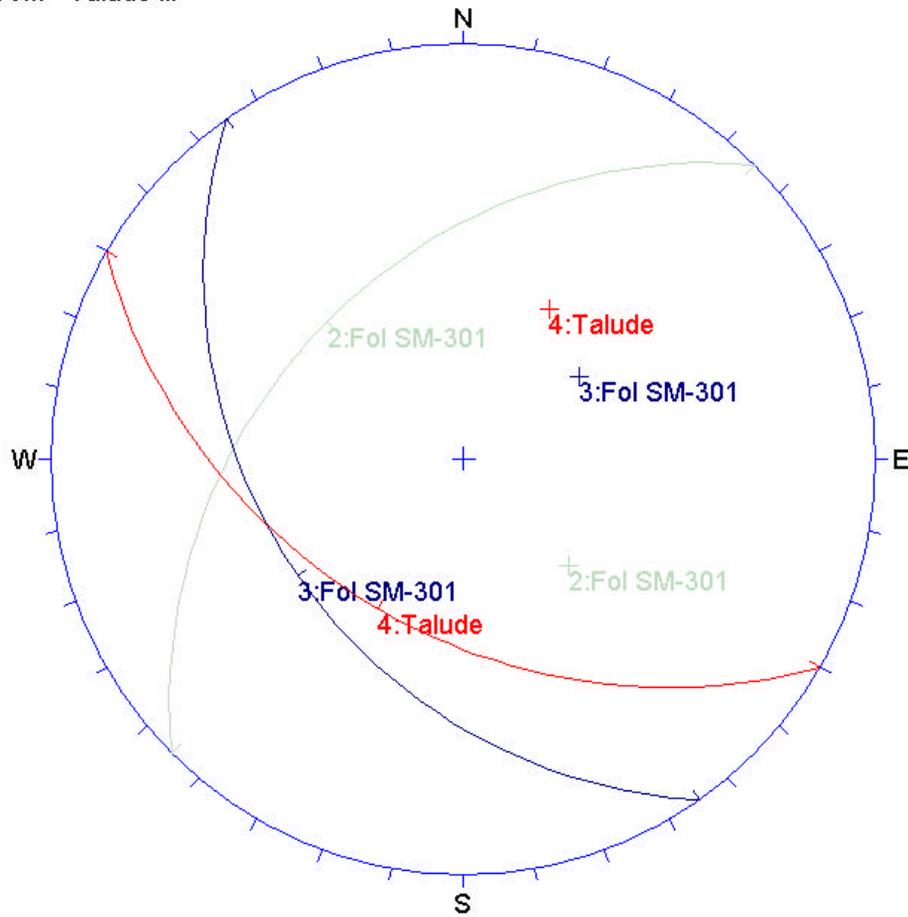
Origem de Dados: SM-301 (trechos integrais)

Orientations

ID	Trend / Plunge
2	135 / 50
3	055 / 52
4	300 / 22
5	300 / 11

Equal Angle
Lower Hemisphere
1 Poles
1 Entries

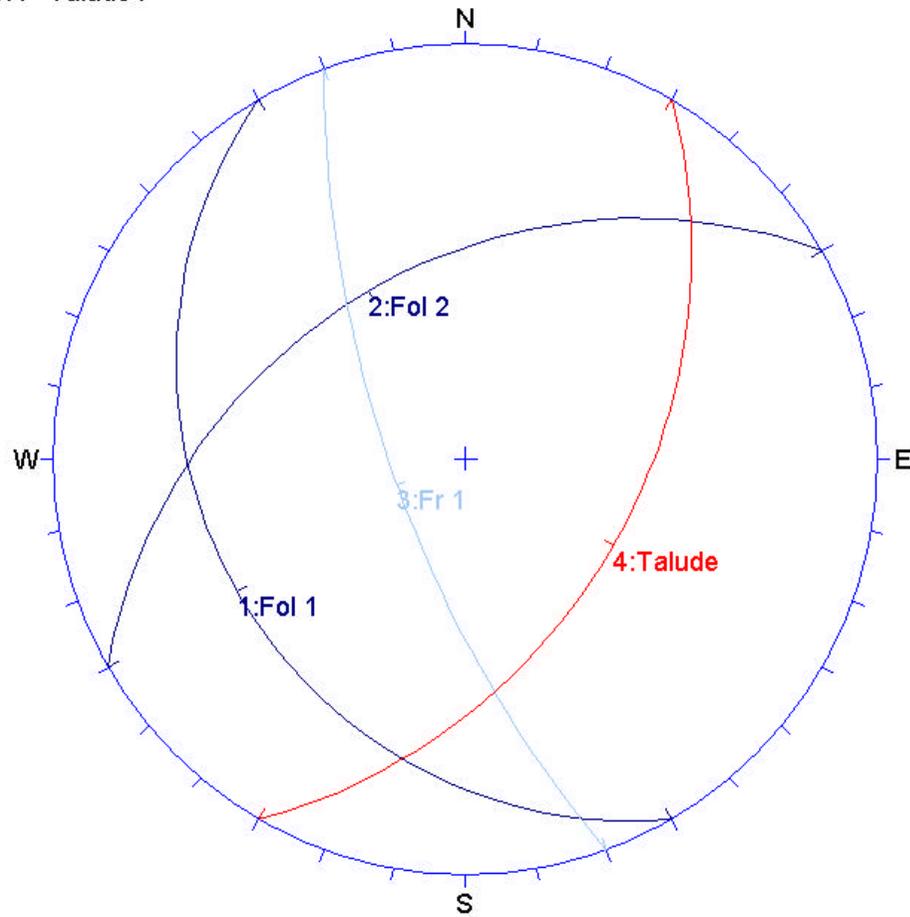
DVm - Talude III



Orientations	
ID	Trend / Plunge
2	135 / 50
3	055 / 52
4	030 / 45

Equal Angle
Lower Hemisphere
1 Poles
1 Entries

TA - Talude I

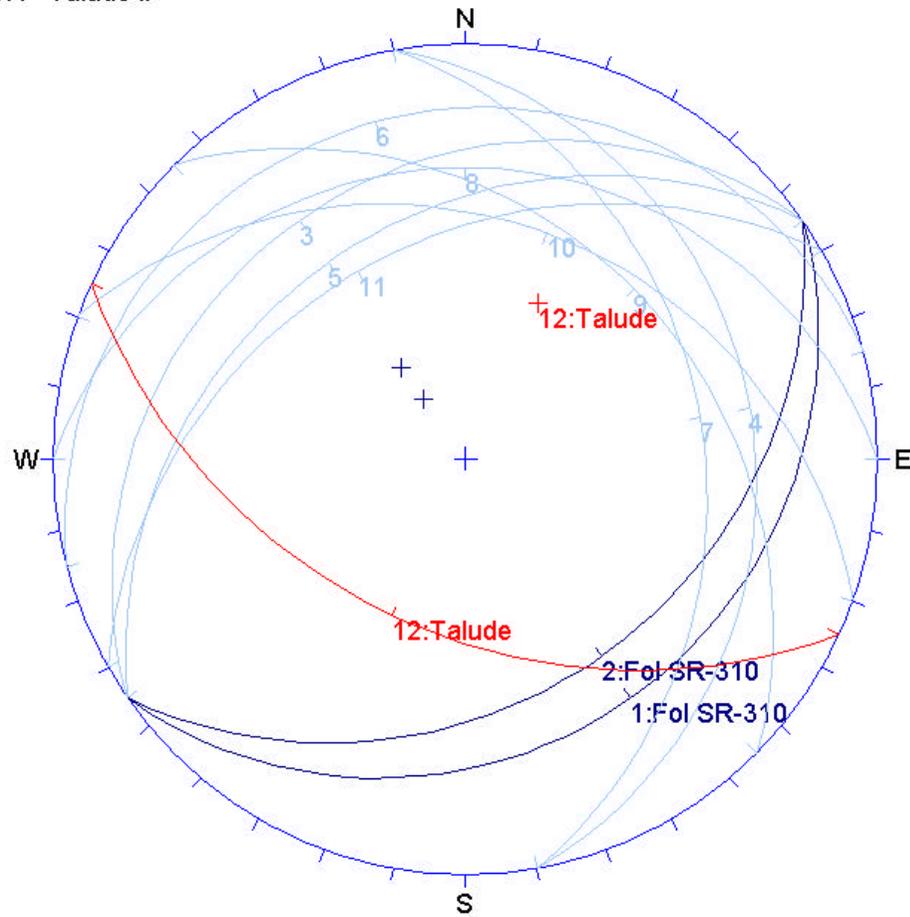


Orientations

ID	Trend / Plunge
1	060 / 65
2	150 / 50
3	070 / 20
4	300 / 45

Equal Angle
Lower Hemisphere
10 Poles
10 Entries

TA - Talude II

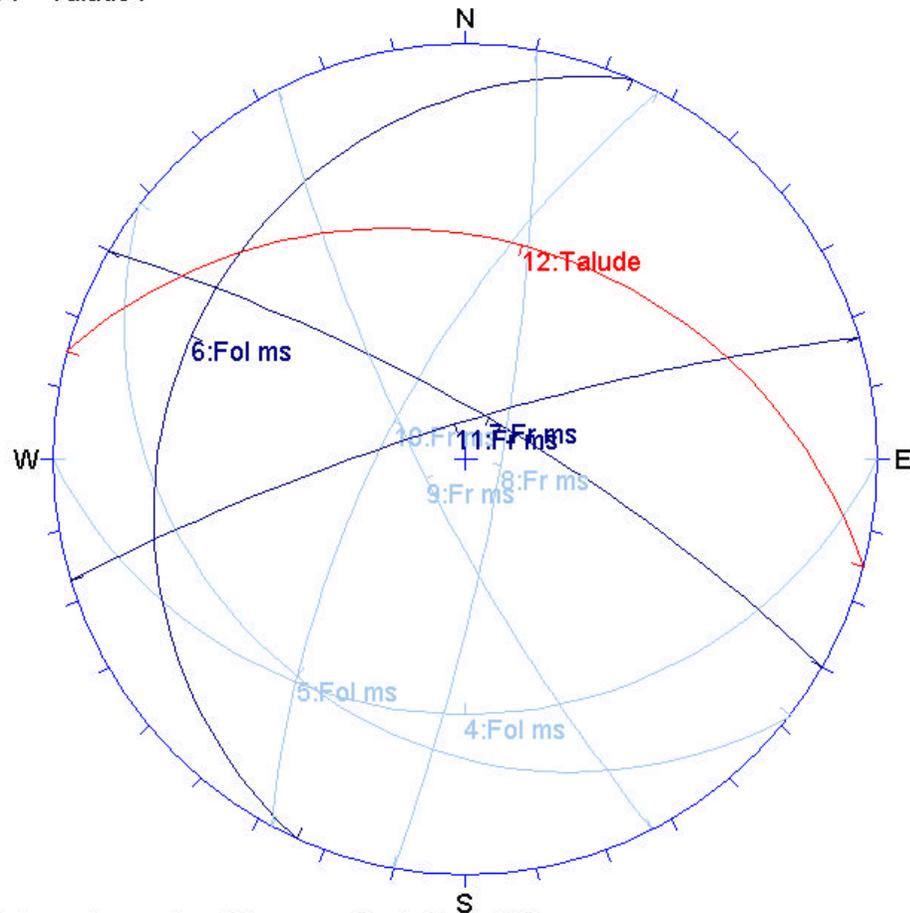


Orientations

ID	Trend / Plunge
1	325 / 70
2	325 / 60
3	145 / 70
4	260 / 70
5	145 / 60
6	165 / 80
7	260 / 60
8	180 / 70
9	225 / 60
10	200 / 60
11	150 / 55
12	025 / 45

Equal Angle
Lower Hemisphere
12 Poles
12 Entries

VT - Talude I



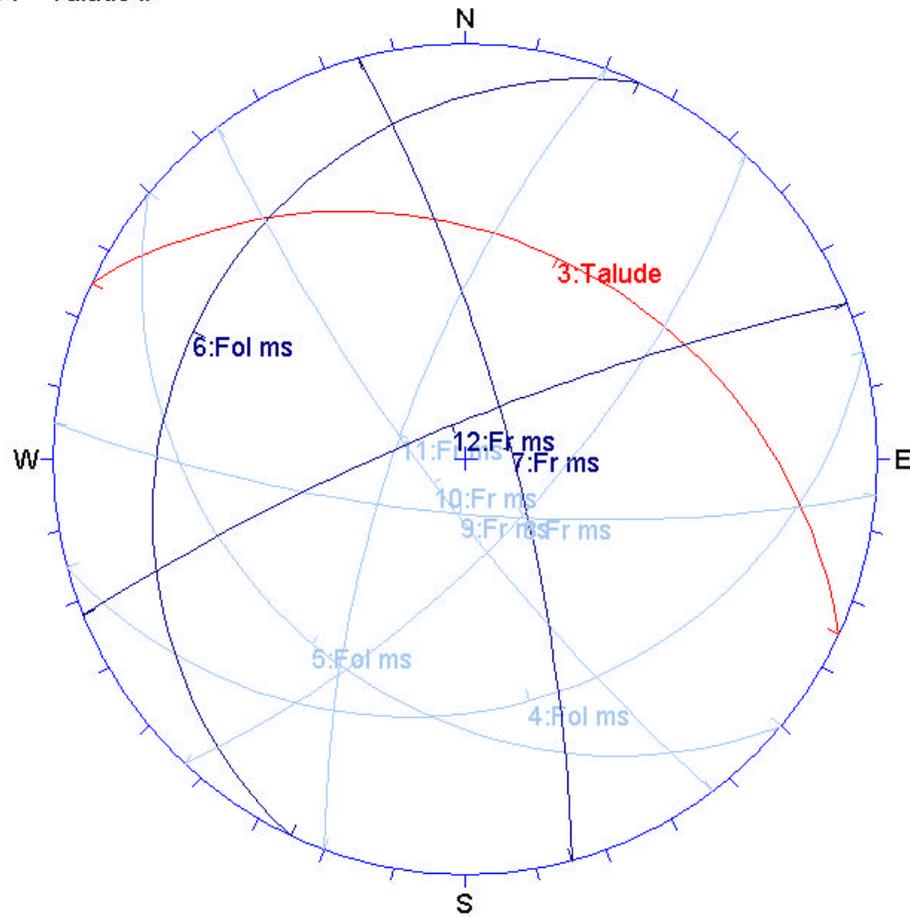
Origem dos Dados: Mapeamento de Superfície

Orientations

ID	Trend / Plunge
4	360 / 63
5	038 / 67
6	114 / 72
7	210 / 13
8	280 / 10
9	063 / 12
10	118 / 22
11	163 / 10
12	195 / 56

Equal Angle
Lower Hemisphere
1 Poles
1 Entries

VT - Talude II

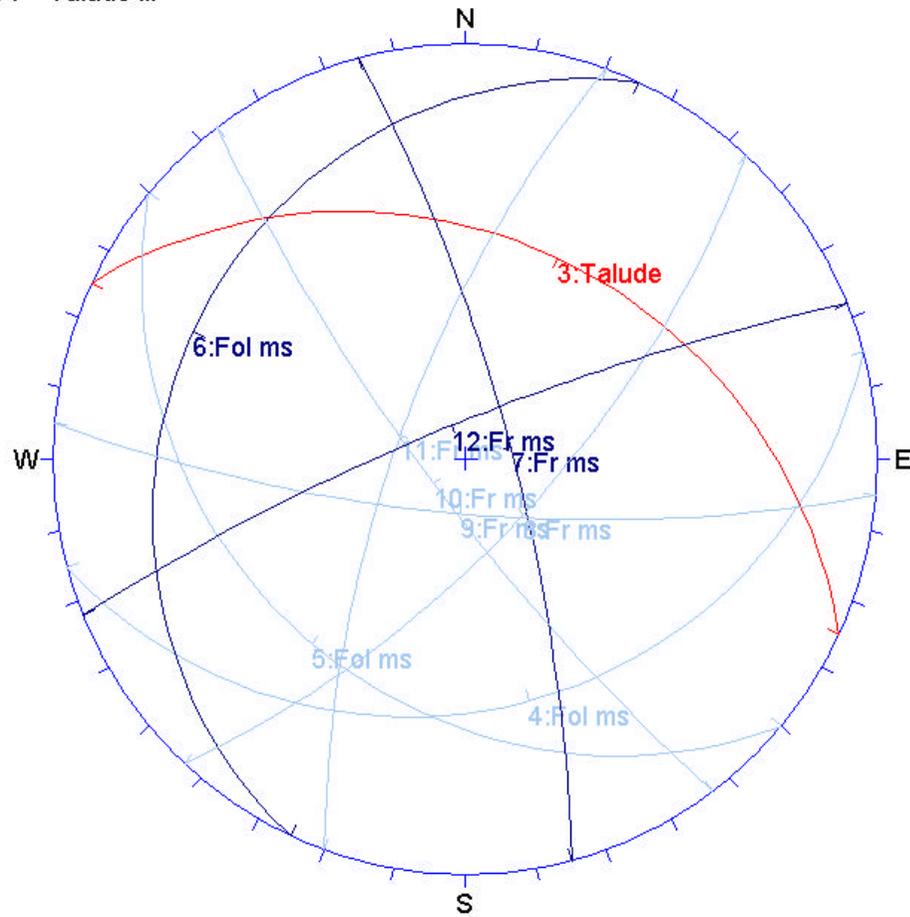


Orientations

ID	Trend / Plunge
3	205 / 56
4	345 / 62
5	040 / 60
6	115 / 72
7	255 / 13
8	313 / 22
9	005 / 15
10	053 / 11
11	110 / 19
12	158 / 10

Equal Angle
Lower Hemisphere
1 Poles
1 Entries

VT - Talude III

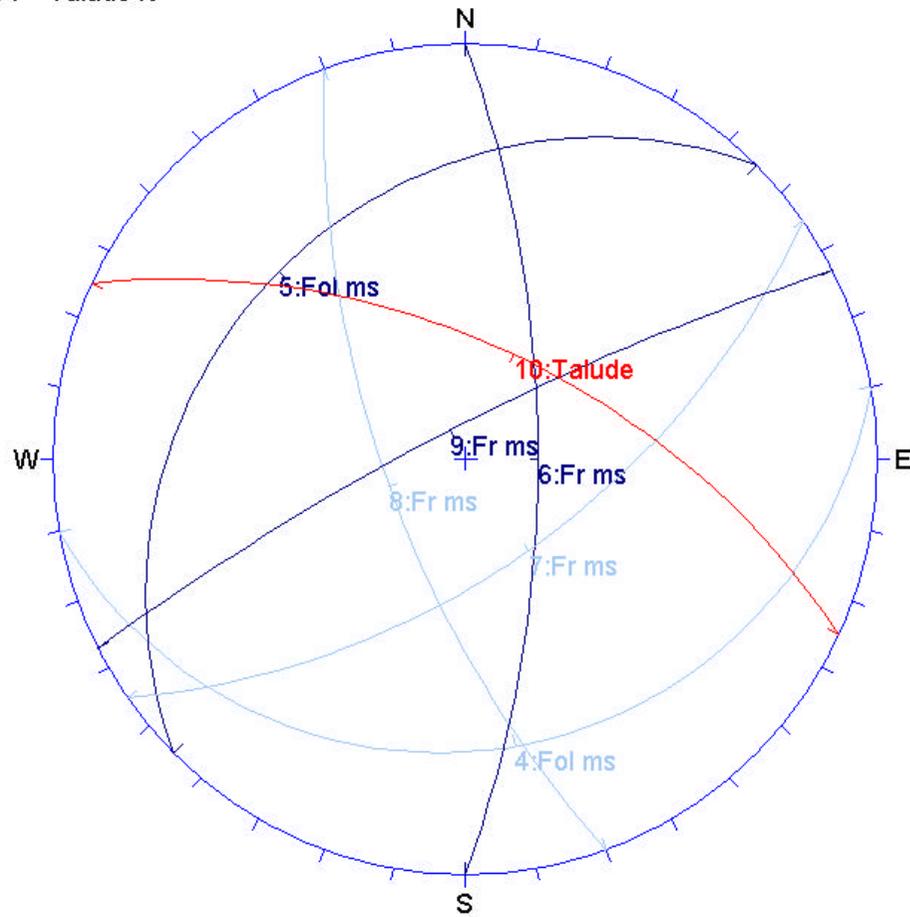


Orientations

ID	Trend / Plunge
3	205 / 56
4	345 / 62
5	040 / 60
6	115 / 72
7	255 / 13
8	313 / 22
9	005 / 15
10	053 / 11
11	110 / 19
12	158 / 10

Equal Angle
Lower Hemisphere
1 Poles
1 Entries

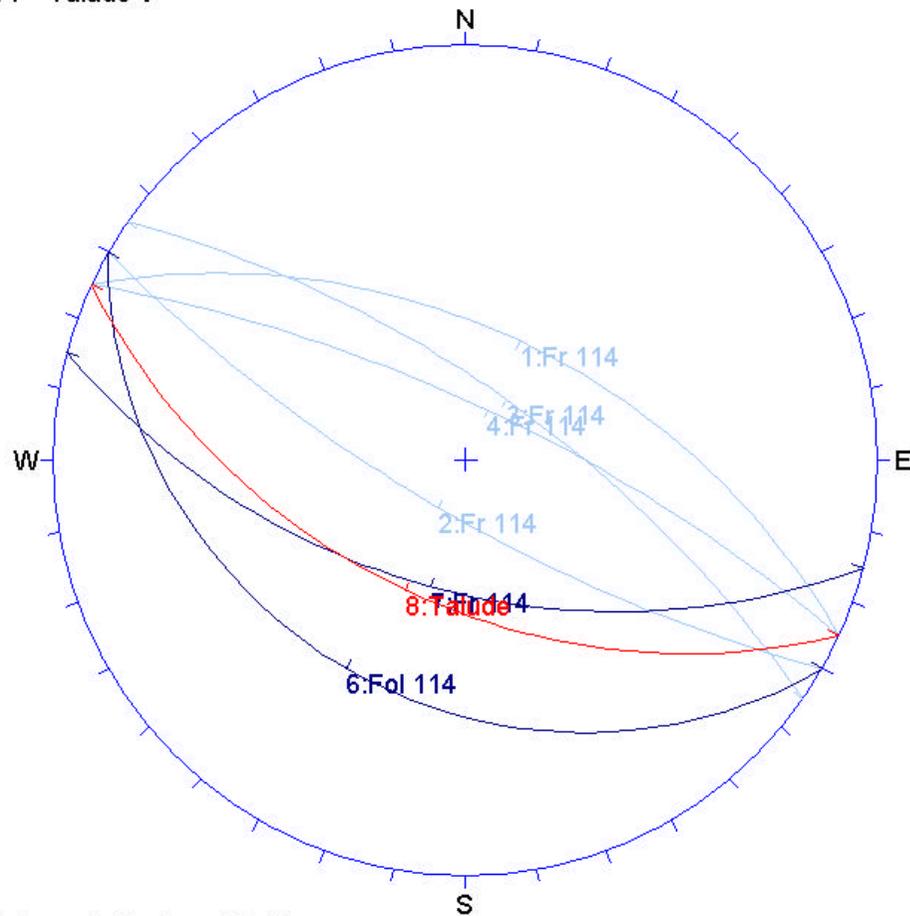
VT - Talude IV



Orientations	
ID	Trend / Plunge
4	350 / 70
5	135 / 65
6	270 / 20
7	325 / 30
8	070 / 22
9	153 / 09
10	205 / 31

Equal Angle
Lower Hemisphere
1 Poles
1 Entries

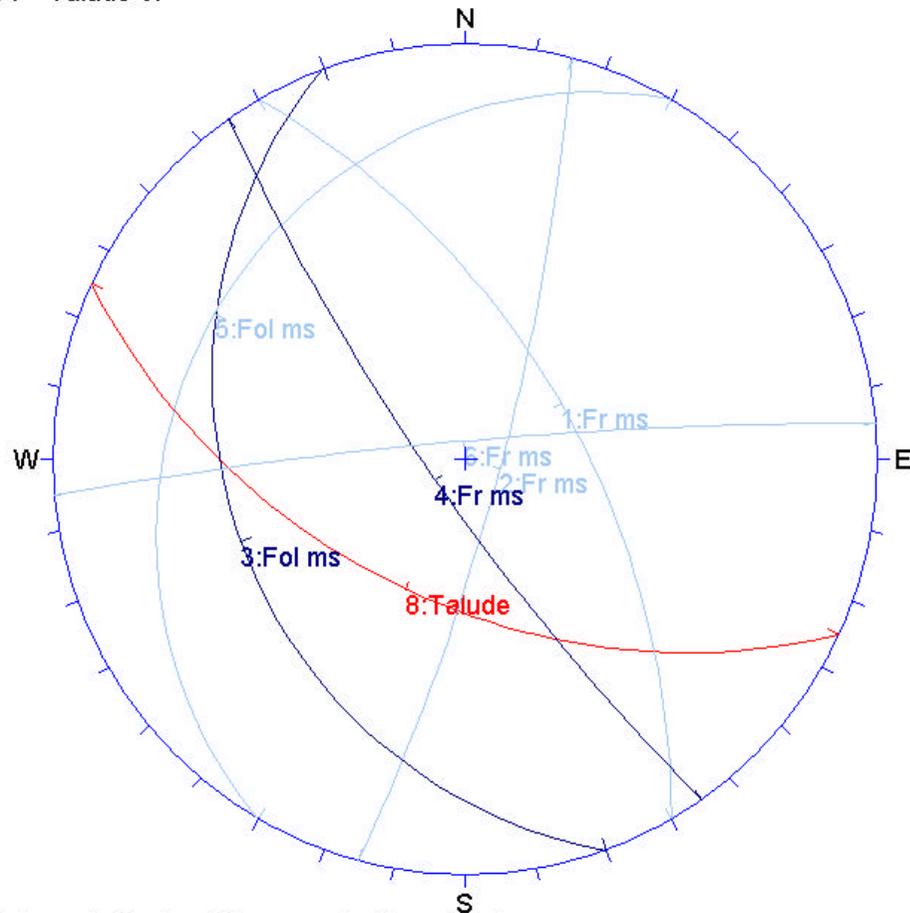
VT - Talude V



Orientations	
ID	Trend / Plunge
1	205 / 35
2	030 / 15
3	215 / 20
4	205 / 15
6	030 / 60
7	015 / 35
8	025 / 38

Equal Angle
Lower Hemisphere
11 Poles
11 Entries

VT - Talude VI



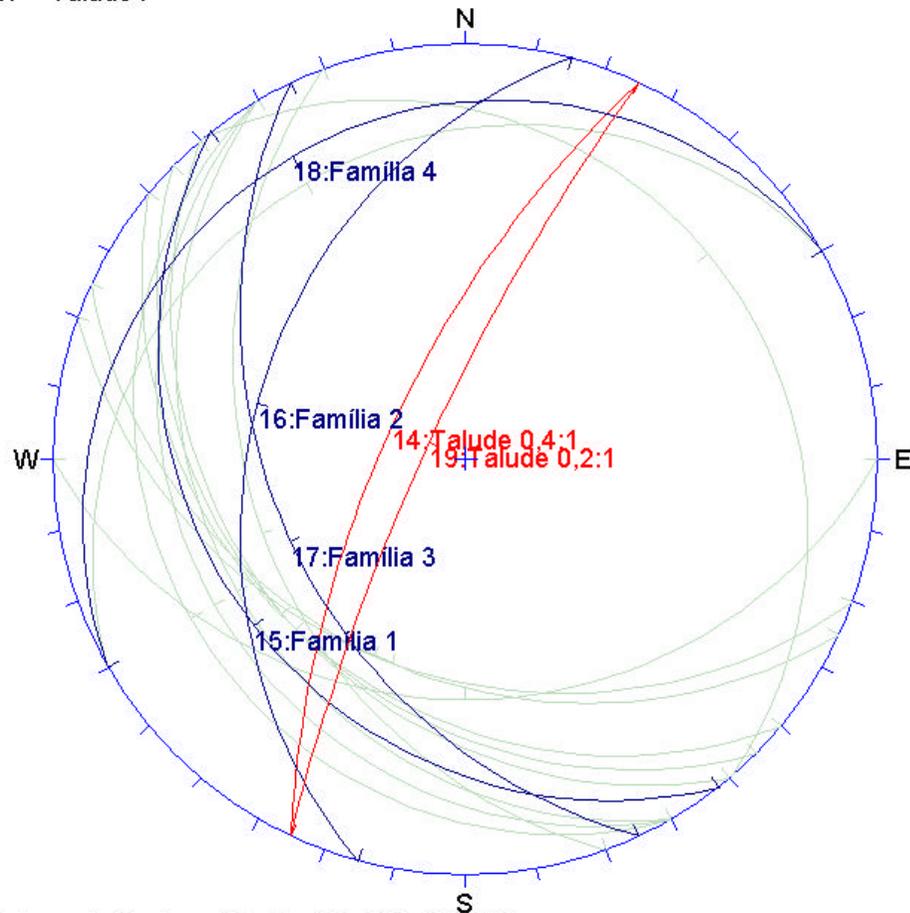
Origem de Dados: Mapeamento Superficial

Orientations

ID	Trend / Plunge
8	025 / 38
1	240 / 30
2	285 / 10
3	070 / 60
4	055 / 10
5	120 / 70
6	175 / 05

Equal Angle
Lower Hemisphere
6 Poles
6 Entries

CF - Talude I



Origem de Dados: SRI-09; SM-304; SM-305

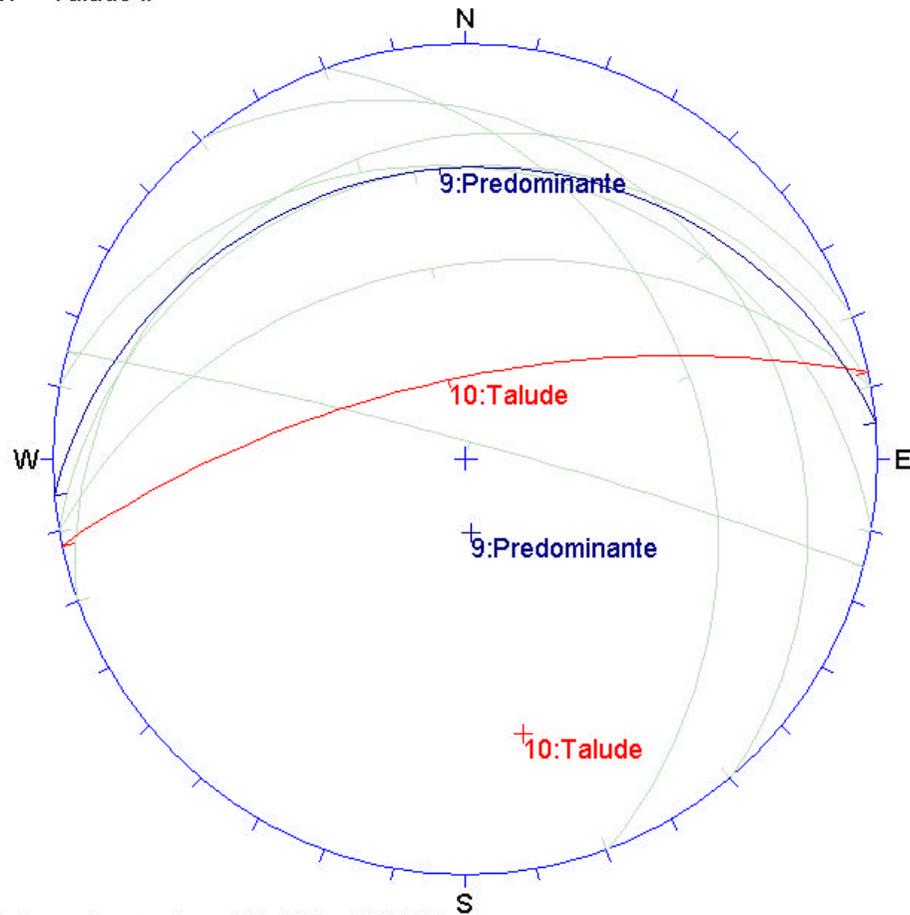
Orientations

ID	Trend / Plunge
1	230 / 75
2	045 / 60
3	050 / 60
4	105 / 55
5	360 / 60
6	040 / 60
7	020 / 55
8	060 / 65
9	025 / 55
10	070 / 55
11	060 / 75
12	060 / 70

More...

Equal Angle
Lower Hemisphere
16 Poles
16 Entries

CF - Talude II



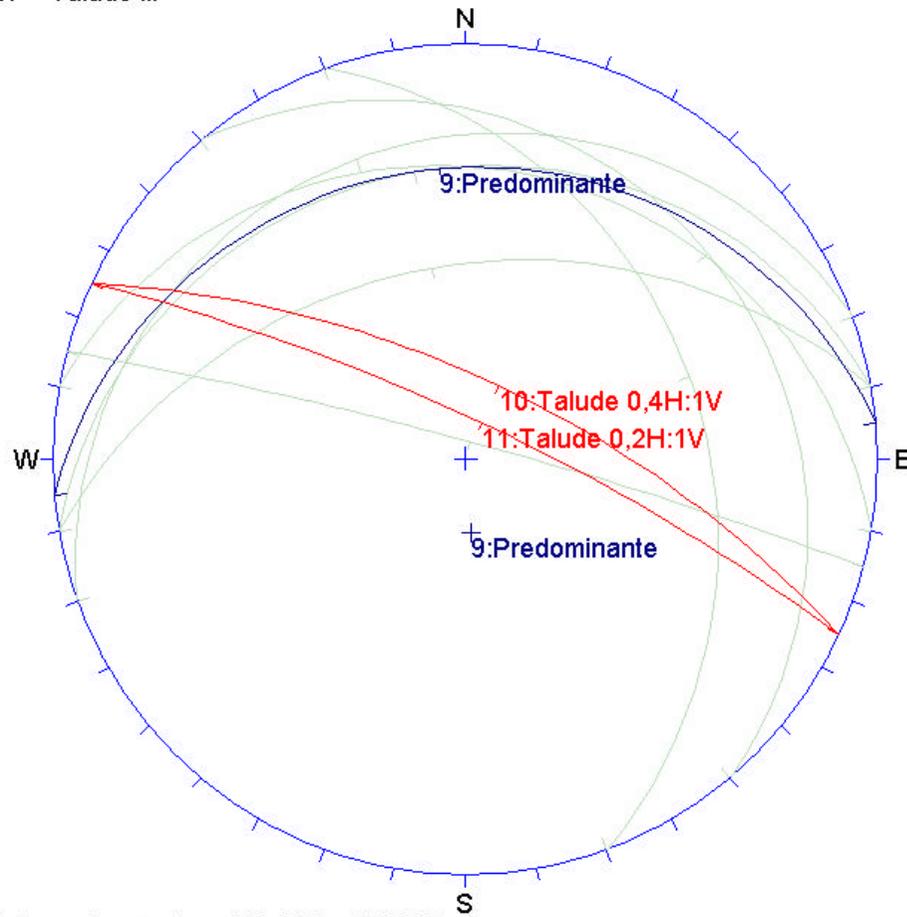
Origem dos Dados: SM-305 e SM-306

Orientations

ID	Trend / Plunge
1	230 / 75
2	170 / 70
3	190 / 70
4	160 / 75
5	250 / 60
6	195 / 05
7	170 / 50
9	175 / 70
10	168 / 22

Equal Angle
Lower Hemisphere
9 Poles
9 Entries

CF - Talude III



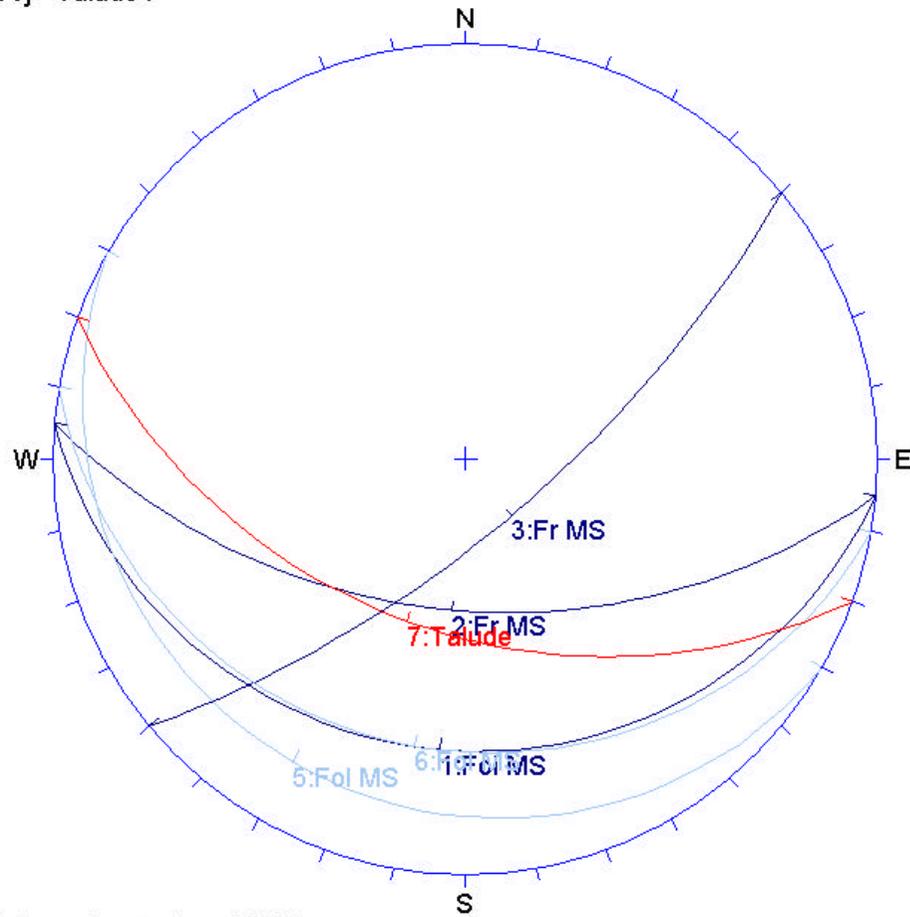
Origem dos Dados: SM-305 e SM-306

Orientations

ID	Trend / Plunge
1	230 / 75
2	170 / 70
3	190 / 70
4	160 / 75
5	250 / 60
6	195 / 05
7	170 / 50
9	175 / 70
10	205 / 22
11	205 / 11

Equal Angle
Lower Hemisphere
9 Poles
9 Entries

DVj - Talude I



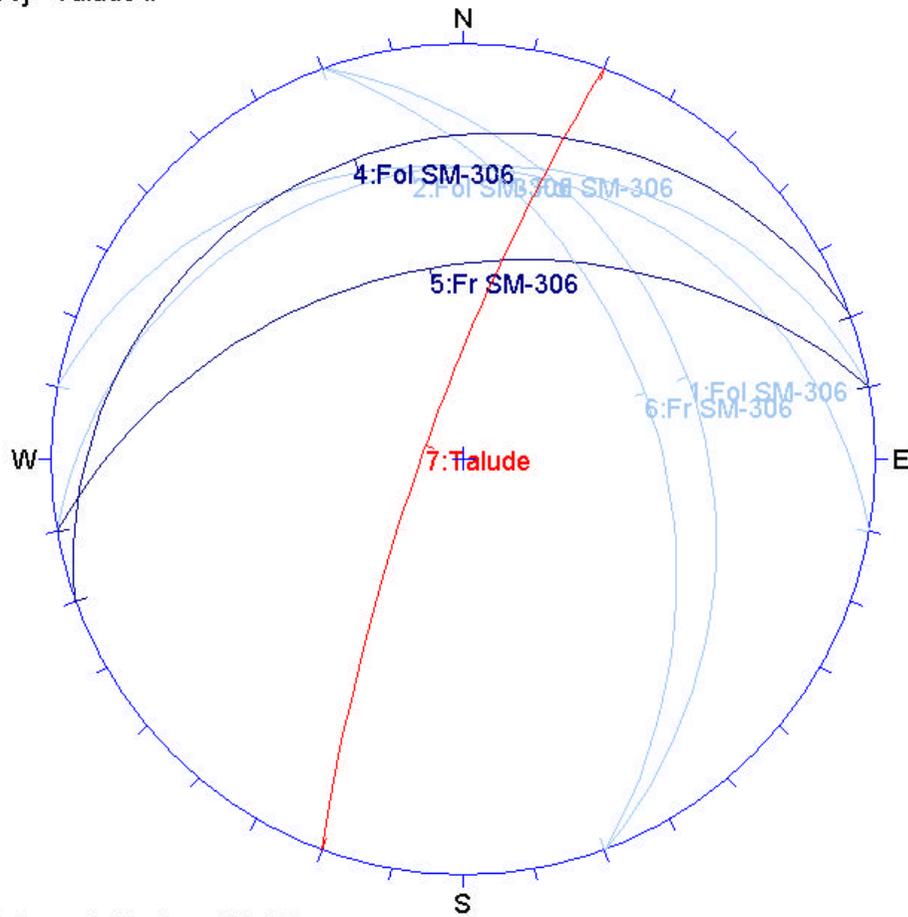
Origem dos Dados: SR-04

Orientations

ID	Trend / Plunge
1	005 / 70
2	005 / 40
3	320 / 20
5	030 / 80
6	010 / 70
7	020 / 45

Equal Angle
Lower Hemisphere
3 Poles
3 Entries

DVj - Talude II



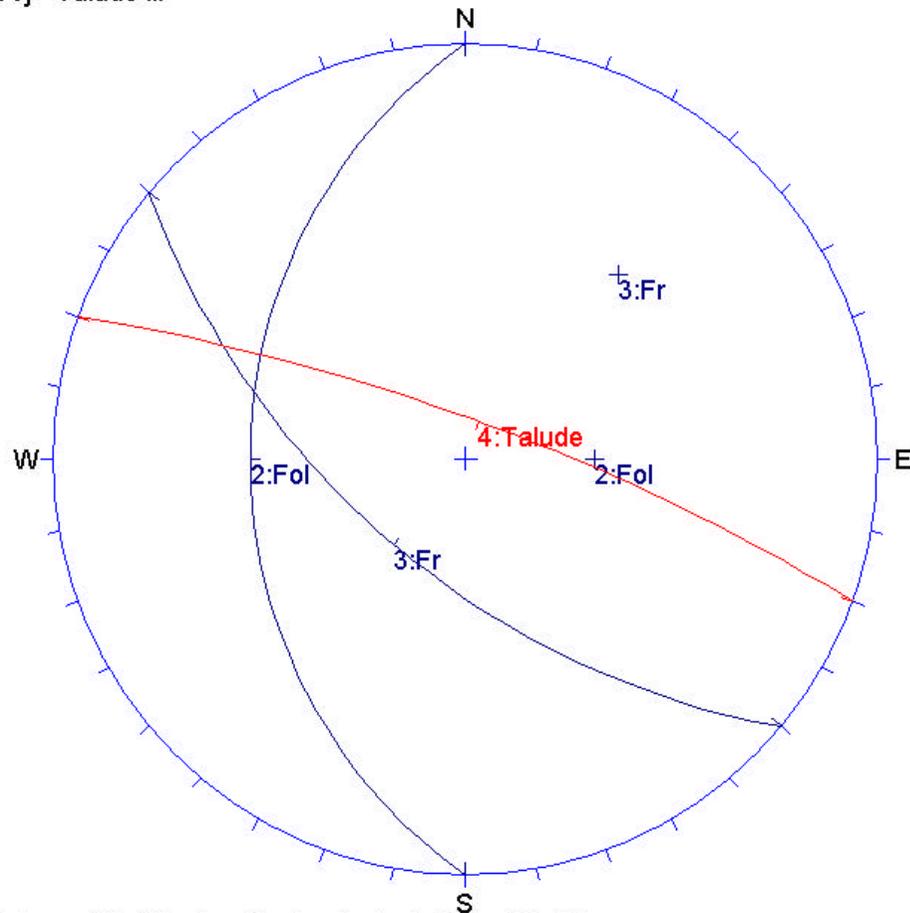
Origem de Dados: SM-306

Orientations

ID	Trend / Plunge
1	250 / 60
2	170 / 70
3	190 / 70
4	160 / 75
5	170 / 50
6	250 / 50
7	110 / 11

Equal Angle
Lower Hemisphere
6 Poles
6 Entries

DVj - Talude III



Origem: Dip Dir - tendência principal; Dip - SM-114

Orientations

ID	Trend / Plunge
2	090 / 55
3	040 / 30
4	200 / 11

Equal Angle
Lower Hemisphere
1 Poles
1 Entries

Anexo V
Classificações Correntes (cc)
– Resumo de Resultados

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Observações

Estrutura:	DESVIO DO RIO MONTANTE
Talude:	Talude I

1) Sondagens de referência:

SM-301 localizada no pé do talude => atenção aos trechos de menor profundidade ao trecho entre el. 780,00 e 751,00.

RQD	
100-91	R1
90-76	R2
75-51	R3
50-26	R4
25-0	R5

2) Resumo da Sondagem

prof. (m)	sondagem: SM-301					NA máx	RMR	SMR	
	boca: 784,50	cota	RQD log	litologia	foliação				fraturas
1,0	783,5	R5	25-0	F		800,00	a		
1,5	783,0	R5	25-0	F					
2,0	782,5	R5	25-0	F					
2,5	782,0	R5	25-0	F					
3,0	781,5	R5	25-0	F			b	28	
3,5	781,0	R5	25-0	F					
4,0	780,5	R4	50-26	F					
4,5	780,0	R4	50-26	F					
5,0	779,5	R4	50-26	F					
5,5	779,0	R4	50-26	F					
6,0	778,5	R4	50-26	F					
6,5	778,0	R4	50-26	F	c/ fol / 0 a 50; F, PL, Ox				
7,0	777,5	R4	50-26	F					
7,5	777,0	R4	50-26	F					
8,0	776,5	R4	50-26	F		c	46	71	
8,5	776,0	R4	50-26	F					
9,0	775,5	R4	50-26	F					
9,5	775,0	R4	50-26	F					
10,0	774,5	R4	50-26	F					
10,5	774,0	R1	100-91	Q/F	315/40 NW deformada				
11,0	773,5	R1	100-91	Q/F	315/40 NW deformada				c/ fol F, PL, 45, R, Ox
11,5	773,0	R1	100-91	Q/F	315/40 NW deformada				
12,0	772,5	R3	75-51	F/Q	315/40 NW				
12,5	772,0	R3	75-51	F/Q	315/40 NW				
13,0	771,5	R3	75-51	F/Q	315/40 NW	c/ fol F, PL, 45, R, Ox	d	34	58
13,5	771,0	R1	100-91	F/Q	315/40 NW deformada				
14,0	770,5	R1	100-91	F/Q	315/40 NW deformada	c/ fol F, PL, 45, R, Ox			
14,5	770,0	R1	100-91	F/Q	315/40 NW deformada				
15,0	769,5	R3	75-51	F/Q	315/40 NW deformada				
15,5	769,0	R3	75-51	F/Q	315/40 NW deformada	F, SV, R, PL, Ox			
16,0	768,5	R3	75-51	F/Q	315/40 NW deformada	F, PL, L, 50, Ox			
16,5	768,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
17,0	767,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
17,5	767,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
18,0	766,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	e	46	70	
18,5	766,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
19,0	765,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
19,5	765,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
20,0	764,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
20,5	764,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
21,0	763,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
21,5	763,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				F, PL, R, 30, Ox
22,0	762,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
22,5	762,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
23,0	761,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	f	27	58	
23,5	761,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				F, PL, R, 30, s/ Ox
24,0	760,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
24,5	760,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
25,0	759,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
25,5	759,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
26,0	758,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
26,5	758,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
27,0	757,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
27,5	757,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
28,0	756,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	F, PL, R, 40, s/ Ox	g	24	51
28,5	756,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	A, I, R, 45, Ox			
						NA desv	h	16	48
						764,70			

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Observações

29,0	755,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
29,5	755,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
30,0	754,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
30,5	754,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
31,0	753,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	F, PL, R, 45, Ox		
31,5	753,0	R5	25-0	Q/F	deformada			
32,0	752,5	R5	25-0	Q/F	deformada			
32,5	752,0	R5	25-0	Q/F	deformada			
33,0	751,5	R5	25-0	Q/F	deformada		i	16
33,5	751,0	R5	25-0	Q/F	deformada			40
34,0	750,5	R5	25-0	Q/F	deformada			
34,5	750,0	R5	25-0	Q/F	deformada			
35,0	749,5	R1	100-91	Q/F	235/38 SW			
35,5	749,0	R1	100-91	Q/F	235/38 SW			
36,0	748,5	R1	100-91	Q/F	235/38 SW			
36,5	748,0	R5	25-0	F				
37,0	747,5	R5	25-0	F				
37,5	747,0	R5	25-0	F				
38,0	746,5	R5	25-0	F				
38,5	746,0	R5	25-0	F				
39,0	745,5	R5	25-0	F				
39,5	745,0	R5	25-0	F				
40,0	744,5	R5	25-0	F				
40,5	744,0	R1	100-91	Q/F				
41,0	743,5	R1	100-91	Q/F				
41,5	743,0	R1	100-91	Q/F				
42,0	742,5	R1	100-91	Q/F				
42,5	742,0	R5	25-0	F/Q	deformada			
43,0	741,5	R5	25-0	F/Q	deformada			
43,5	741,0	R4	50-26	Q/F				
44,0	740,5	R4	50-26	Q/F				
44,5	740,0	R4	50-26	Q/F				
45,0	739,5	R4	50-26	Q/F				

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

- = trecho de amostragem integral
- = maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)
- = maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)
- = trecho de talude exposto

3) Comentários gerais

Uma vez que a única sondagem executada junto ao talude é a SM-301, os dados básicos considerados são os mesmos, tanto para o trecho superior quanto para o trecho inferior. A diferença entre os trechos está apenas no fato de o primeiro situar-se acima do NA de desvio e o segundo, trabalhar submerso. Isso afeta a nota para "presença de água no maciço" (RMRbásico). No entanto, tal aspecto foi levado em conta também na análise de estabilidade, tendo a água como fator contribuinte à estabilidade do talude.

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Observações

Estrutura:	DESVIO DO RIO MONTANTE
Talude:	Talude II

RQD	
100-91	R1
90-76	R2
75-51	R3
50-26	R4
25-0	R5

1) Sondagens de referência:

SM-301 localizada no pé do talude => atenção a toda a sondagem, até a el. 751,00.

2) Resumo da Sondagem

prof. (m)	sondagem: SM-301					RMR	SMR	
	boca: 784,50	RQD log	litologia	foliação	fraturas			
-	804,00 a 784,50	Trecho não coberto pela sondagem SM-301. A classificação desse trecho será extrapolada do talude I da Tomada d'Água (TA-Talude I).						
1,0	783,5	R5	25-0	F				
1,5	783,0	R5	25-0	F				
2,0	782,5	R5	25-0	F		a	40 45	
2,5	782,0	R5	25-0	F				
3,0	781,5	R5	25-0	F				
3,5	781,0	R5	25-0	F				
4,0	780,5	R4	50-26	F				
4,5	780,0	R4	50-26	F				
5,0	779,5	R4	50-26	F				
5,5	779,0	R4	50-26	F				
6,0	778,5	R4	50-26	F				
6,5	778,0	R4	50-26	F	c/ fol / 0 a 50; F, PL, Ox	b	48 53	
7,0	777,5	R4	50-26	F				
7,5	777,0	R4	50-26	F				
8,0	776,5	R4	50-26	F				
8,5	776,0	R4	50-26	F				
9,0	775,5	R4	50-26	F				
9,5	775,0	R4	50-26	F				
10,0	774,5	R4	50-26	F				
10,5	774,0	R1	100-91	Q/F	315/40 NW deformada			
11,0	773,5	R1	100-91	Q/F	315/40 NW deformada	c/ fol F, PL, 45, R, Ox	c	66 71
11,5	773,0	R1	100-91	Q/F	315/40 NW deformada			
12,0	772,5	R3	75-51	F/Q	315/40 NW			
12,5	772,0	R3	75-51	F/Q	315/40 NW			
13,0	771,5	R3	75-51	F/Q	315/40 NW	c/ fol F, PL, 45, R, Ox	d	54 59
13,5	771,0	R1	100-91	F/Q	315/40 NW deformada			
14,0	770,5	R1	100-91	F/Q	315/40 NW deformada	c/ fol F, PL, 45, R, Ox	e	66 71
14,5	770,0	R1	100-91	F/Q	315/40 NW deformada			
15,0	769,5	R3	75-51	F/Q	315/40 NW deformada			
15,5	769,0	R3	75-51	F/Q	315/40 NW deformada	F, SV, R, PL, Ox	f	54 59
16,0	768,5	R3	75-51	F/Q	315/40 NW deformada	F, PL, L, 50, Ox		
16,5	768,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
17,0	767,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
17,5	767,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
18,0	766,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
18,5	766,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
19,0	765,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
19,5	765,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
20,0	764,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	NA desv		
20,5	764,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	764,70		
21,0	763,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
21,5	763,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	F, PL, R, 30, Ox		
22,0	762,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
22,5	762,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
23,0	761,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW			
23,5	761,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	F, PL, R, 30, s/Ox		

Talude 0,4H:1V

1:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Observações

24,0	760,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
24,5	760,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
25,0	759,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
25,5	759,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
26,0	758,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
26,5	758,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
27,0	757,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
27,5	757,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
28,0	756,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	F, PL, R, 40, s/ Ox			
28,5	756,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	A, I, R, 45, Ox			
29,0	755,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
29,5	755,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
30,0	754,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
30,5	754,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
31,0	753,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	F, PL, R, 45, Ox			
31,5	753,0	R5	25-0	Q/F	deformada				
32,0	752,5	R5	25-0	Q/F	deformada				
32,5	752,0	R5	25-0	Q/F	deformada				
33,0	751,5	R5	25-0	Q/F	deformada				
33,5	751,0	R5	25-0	Q/F	deformada				
34,0	750,5	R5	25-0	Q/F	deformada				
34,5	750,0	R5	25-0	Q/F	deformada				
35,0	749,5	R1	100-91	Q/F	235/38 SW				
35,5	749,0	R1	100-91	Q/F	235/38 SW				
36,0	748,5	R1	100-91	Q/F	235/38 SW				
36,5	748,0	R5	25-0	F					
37,0	747,5	R5	25-0	F					
37,5	747,0	R5	25-0	F					
38,0	746,5	R5	25-0	F					
38,5	746,0	R5	25-0	F					
39,0	745,5	R5	25-0	F					
39,5	745,0	R5	25-0	F					
40,0	744,5	R5	25-0	F					
40,5	744,0	R1	100-91	Q/F					
41,0	743,5	R1	100-91	Q/F					
41,5	743,0	R1	100-91	Q/F					
42,0	742,5	R1	100-91	Q/F					
42,5	742,0	R5	25-0	F/Q	deformada				
43,0	741,5	R5	25-0	F/Q	deformada				
43,5	741,0	R4	50-26	Q/F					
44,0	740,5	R4	50-26	Q/F					
44,5	740,0	R4	50-26	Q/F					
45,0	739,5	R4	50-26	Q/F					

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

 = trecho de amostragem integral

 = maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

 = maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

 = trecho de talude exposto

3) Comentários gerais

Uma vez que a única sondagem executada junto ao talude é a SM-301, os dados básicos considerados são os mesmos, tanto para o trecho superior quanto para o trecho inferior. A diferença entre os trechos está apenas no fato de o primeiro situar-se acima do NA de desvio e o segundo, trabalhar submerso. Isso afeta a nota para "presença de água no maciço" (RMRbásico). No entanto, tal aspecto foi levado em conta também na análise de estabilidade, tendo a água como fator contribuinte à estabilidade do talude.

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Observações

Estrutura:	DESVIO DO RIO MONTANTE
Talude:	Talude III

RQD	
100-91	R1
90-76	R2
75-51	R3
50-26	R4
25-0	R5

1) Sondagens de referência:

SM-301 localizada no pé do talude => atenção ao trecho entre el. 771,00 e 751,00

2) Resumo da Sondagem

prof. (m)	sondagem: SM-301					RMR	SMR
	boca: 784,50	RQD log		litologia	foliação		
	cota						
1,0	783,5	R5	25-0	F			
1,5	783,0	R5	25-0	F			
2,0	782,5	R5	25-0	F			
2,5	782,0	R5	25-0	F			
3,0	781,5	R5	25-0	F			
3,5	781,0	R5	25-0	F			
4,0	780,5	R4	50-26	F			
4,5	780,0	R4	50-26	F			
5,0	779,5	R4	50-26	F			
5,5	779,0	R4	50-26	F			
6,0	778,5	R4	50-26	F			
6,5	778,0	R4	50-26	F		c/ fol / 0 a 50; F, PL, Ox	
7,0	777,5	R4	50-26	F			
7,5	777,0	R4	50-26	F			
8,0	776,5	R4	50-26	F			
8,5	776,0	R4	50-26	F			
9,0	775,5	R4	50-26	F			
9,5	775,0	R4	50-26	F			
10,0	774,5	R4	50-26	F			
10,5	774,0	R1	100-91	Q/F	315/40 NW deformada		
11,0	773,5	R1	100-91	Q/F	315/40 NW deformada	c/ fol F, PL, 45, R, Ox	
11,5	773,0	R1	100-91	Q/F	315/40 NW deformada		
12,0	772,5	R3	75-51	F/Q	315/40 NW		
12,5	772,0	R3	75-51	F/Q	315/40 NW		
13,0	771,5	R3	75-51	F/Q	315/40 NW	c/ fol F, PL, 45, R, Ox	
13,5	771,0	R1	100-91	F/Q	315/40 NW deformada		
14,0	770,5	R1	100-91	F/Q	315/40 NW deformada	c/ fol F, PL, 45, R, Ox	e 11 60,8
14,5	770,0	R1	100-91	F/Q	315/40 NW deformada		
15,0	769,5	R3	75-51	F/Q	315/40 NW deformada		
15,5	769,0	R3	75-51	F/Q	315/40 NW deformada	F, SV, R, PL, Ox	f -1 48,8
16,0	768,5	R3	75-51	F/Q	315/40 NW deformada	F, PL, L, 50, Ox	
16,5	768,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW		
17,0	767,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW		
17,5	767,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW		
18,0	766,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW		
18,5	766,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW		
19,0	765,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW		
19,5	765,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW		
20,0	764,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	NA desv	
20,5	764,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	764,70	
21,0	763,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW		
21,5	763,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	F, PL, R, 30, Ox	
22,0	762,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW		
22,5	762,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW		
23,0	761,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW		

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Observações

23,5	761,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	F, PL, R, 30, s/ Ox	h	-11	38,8
24,0	760,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
24,5	760,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
25,0	759,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
25,5	759,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
26,0	758,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
26,5	758,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
27,0	757,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
27,5	757,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
28,0	756,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	F, PL, R, 40, s/ Ox			
28,5	756,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	A, I, R, 45, Ox			
29,0	755,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
29,5	755,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
30,0	754,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
30,5	754,0	R4	50-26	F/Q	315/40 NW				
31,0	753,5	R4	50-26	F/Q	315/40 NW	F, PL, R, 45, Ox			
31,5	753,0	R5	25-0	Q/F	deformada	i			
32,0	752,5	R5	25-0	Q/F	deformada				
32,5	752,0	R5	25-0	Q/F	deformada				
33,0	751,5	R5	25-0	Q/F	deformada				
33,5	751,0	R5	25-0	Q/F	deformada				
34,0	750,5	R5	25-0	Q/F	deformada				
34,5	750,0	R5	25-0	Q/F	deformada				
35,0	749,5	R1	100-91	Q/F	235/38 SW				
35,5	749,0	R1	100-91	Q/F	235/38 SW				
36,0	748,5	R1	100-91	Q/F	235/38 SW				
36,5	748,0	R5	25-0	F					
37,0	747,5	R5	25-0	F					
37,5	747,0	R5	25-0	F					
38,0	746,5	R5	25-0	F					
38,5	746,0	R5	25-0	F					
39,0	745,5	R5	25-0	F					
39,5	745,0	R5	25-0	F					
40,0	744,5	R5	25-0	F					
40,5	744,0	R1	100-91	Q/F					
41,0	743,5	R1	100-91	Q/F					
41,5	743,0	R1	100-91	Q/F					
42,0	742,5	R1	100-91	Q/F					
42,5	742,0	R5	25-0	F/Q	deformada				
43,0	741,5	R5	25-0	F/Q	deformada				
43,5	741,0	R4	50-26	Q/F					
44,0	740,5	R4	50-26	Q/F					
44,5	740,0	R4	50-26	Q/F					
45,0	739,5	R4	50-26	Q/F					

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

= trecho de talude exposto

3) Comentários gerais

Uma vez que a única sondagem executada junto ao talude é a SM-301, os dados básicos considerados são os mesmos, tanto para o trecho superior quanto para o trecho inferior. A diferença entre os trechos está apenas no fato de o primeiro situar-se acima do NA de desvio e o segundo, trabalhar submerso. Isso afeta a nota para "presença de água no maciço" (RMRbásico). No entanto, tal aspecto foi levado em conta também na análise de estabilidade, tendo a água como fator contribuinte à estabilidade do talude.

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

Estrutura:	TOMADA D'ÁGUA
Talude:	Talude I

Talude Composto (SM-302 + SRI-15)								
Trecho	RMR	SMR	cota	RQD		litologia	foliação	fraturas
NA norm 800,00	a	38	70,1	804,0	R2	90-76	F/Q	
				803,5	R2	90-76	F/Q	
				803	R2	90-76	F/Q	
	b	34	66,1	802,5	R3	75-51	F/Q	
				802	R3	75-51	F/Q	dobramentos N 320/35 SW (230/35)
				801,5	R3	75-51	F/Q	
	c	34	66,1	801	R3	75-51	F/Q	dobramentos N 005/30 W (275/30)
				800,5	R3	75-51	F/Q	
				800	R3	75-51	F/Q	
	d	28	60,1	799,5	R3	75-51	F/Q	
				799	R3	75-51	F/Q	
				798,5	R3	75-51	F/Q	
798				R3	75-51	F/Q		
797,5				R3	75-51	F/Q		
797				R3	75-51	F/Q		
796,5				R3	75-51	F/Q		
796				R2	90-76	F/Q		
795,5				R2	90-76	F/Q		
795				R2	90-76	F/Q		
e	32	64,1	794,5	R2	90-76	F/Q		
			794	R2	90-76	F/Q		
			793,5	R2	90-76	F/Q		
			793	R2	90-76	F/Q		
			792,5	R2	90-76	F/Q		
			792	R2	90-76	F/Q		
			791,5	R2	90-76	F/Q		
			791	R2	90-76	F/Q		
			790,5	R3	75-51	F/Q		
			790	R3	75-51	F/Q		
f	28	60,1	789,5	R3	75-51	F/Q		
			789	R3	75-51	F/Q		
			788,5	R3	75-51	F/Q	A, 70	
			788	R3	75-51	F/Q		
			787,5	R3	75-51	F/Q	N 340/20 SW (250/20)	
			786,8	R4	50-26	F/Q	c/ fol / SH a 40	
			786,3	R4	50-26	F/Q		
			785,8	R4	50-26	F/Q		
			785,3	R4	50-26	F/Q	F, L, PL, Ox, SV	
			784,8	R4	50-26	F/Q	F, L, PL, Ox, 50	
g	24	56,1	784,3	R4	50-26	F/Q	F, L, PL, Ox, SV	
			783,8	R4	50-26	F/Q		
			783,3	R4	50-26	F/Q		
			782,8	R4	50-26	F/Q		
			782,3	R4	50-26	F/Q		
			781,8	R4	50-26	F/Q		
			781,3	R4	50-26	F/Q		
			780,8	R4	50-26	F/Q	c/ fol / SH a 45	
			780,3	R4	50-26	F/Q	F, R, PL, s/Ox, SV	
			779,8	R4	50-26	F/Q	F, R, PL, Ox, SV	
779,3	R4	50-26	F/Q					

talude 1H:1V

talude 0,4H:1V

talude 0,2H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

				778,8	R4	50-26	Q		
				778,3	R4	50-26	F/Q		F, R, PL, s/Ox, SV
				777,8	R4	50-26	F/Q		
				777,3	R4	50-26	F/Q		
				776,8	R4	50-26	F/Q		F, X, R, PL, s/Ox, 30
				776,3	R4	50-26	F/Q		
				775,8	R4	50-26	F/Q		
				775,3	R1	100-91	F/Q		F, L, PL, Ox, SV
				774,8	R1	100-91	Q	330/35 NW	
				774,3	R1	100-91	Q	330/35 NW	
				773,8	R1	100-91	Q	330/35 NW	
				773,3	R1	100-91	F/Q		
				772,8	R1	100-91	F/Q		
				772,3	R1	100-91	F/Q		
				771,8	R1	100-91	F/Q	330/35 NW	
				771,3	R1	100-91	F/Q	330/35 NW	
				770,8	R1	100-91	F/Q	330/35 NW	

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

= trecho de talude exposto

= composição da face do talude (considerando sua declividade)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

Estrutura:	TOMADA D'ÁGUA
Talude:	Talude II

Talude Composto (SM-302 + SM-310)								
Trecho	RMR	SMR	cota	RQD		litologia	foliação	fraturas
800,00 NA norm	a	-12	37,7	796,3	R5	25-0	F/Q	
				795,9	R5	25-0	Q	
				795,5	R5	25-0	Q	
	b	-11	38,7	794,6	R5	25-0	Fg	
				794,2	R5	25-0	Fg	
				793,7	R5	25-0	Fg	
				793,3	R5	25-0	Fg	
				792,9	R5	25-0	Fg	
				792,4	R5	25-0	Fg	
	c	17	66,7	791,6	R1	100-91	F/Q	
				791,1	R1	100-91	F/Q	
				790,7	R1	100-91	F/Q	
790,3				R1	100-91	F/Q		
789,8				R1	100-91	F/Q		
789,4				R1	100-91	F/Q		
789,0				R1	100-91	F/Q		
788,1				R1	100-91	F/Q		
787,7				R1	100-91	F/Q		
787,2				R1	100-91	F/Q		
d	3	52,7	786,8	R1	100-91	F/Q		
			786,4	R1	100-91	Q	deformada	
			785,9	R1	100-91	Q	mergulho 20 a 30 SE	
			785,5	R1	100-91	Q		
			784,6	R1	100-91	Q/F	20 NW a 20 ENE	
			784,2	R1	100-91	Q/F		
			783,8	R1	100-91	Q/F		
			783,3	R1	100-91	Q/F	deformada	
			782,9	R1	100-91	Q/F	mergulho 20 a 30 NNW	
			782,5	R1	100-91	F/Q		
e	-16	33,7	781,6	R1	100-91	F/Q	mergulho 10 NNW	
			781,2	R1	100-91	F/Q		
			780,7	R1	100-91	F/Q	mergulho 30 NW a ENE	A (0,05cm), Pr, Ir, V
			780,3	R1	100-91	F/Q		
			779,8	R4	50-26	F/Q	30 NW	A (0,05cm), Pr, Ir, 65
			779,3	R4	50-26	F/Q		
			778,8	R4	50-26	Q		
			778,3	R4	50-26	F/Q	20 a 25 NW	
			777,8	R4	50-26	F/Q		
			777,3	R4	50-26	F/Q		
f	13	62,7	776,8	R4	50-26	F/Q	deformada	
			776,3	R4	50-26	F/Q	20 N a 30 NE	
			775,8	R4	50-26	F/Q	30 NNE a 30 NE	
			775,3	R1	100-91	F/Q		F, L, PL, Ox, SV
			774,8	R1	100-91	Q	330/35 NW	
			774,3	R1	100-91	Q	330/35 NW	
			773,8	R1	100-91	Q	330/35 NW	
			773,3	R1	100-91	F/Q		
772,8	R1	100-91	F/Q					
772,3	R1	100-91	F/Q					
771,8	R1	100-91	F/Q	330/35 NW				

Talude 1H:1V

Talude 0,8H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

				771,3	R1	100-91	F/Q	330/35 NW	
				770,8	R1	100-91	F/Q	330/35 NW	

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

= trecho de talude exposto

= composição da face do talude (considerando sua declividade)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

Estrutura:	VERTEDOIRO
Talude:	Talude I

Talude Composto (SR-06 + SM-109)									
Trecho	RMR	SMR	cota	RQD		litologia	foliação	fraturas	
NA máx 800,00	a	21	29	800,8	R4	50-26	Q	F, PL, R, Ox	
800,00				800,3	R4	50-26	Q	F, SH a 50, Ir, R, Ox	
				799,8	R4	50-26	Q	F, 40 a 50, Ir, R, Ox	
				799,3	R4	50-26	Q	F, 40 a 50, Ir, R, Ox	
				798,8	R4	50-26	Q	F, SH a 40, Pl, R, Ox	
				798,3	R4	50-26	Q	F, 50 a SV, Pl, R, Ox	
				797,8	R4	50-26	Q	F, SV, Pl, R, Ox	
797,3	R4	50-26	Q						
800,00	b	14	22	796,8	R5	25-0	Fg		
				796,3	R5	25-0	Fg		
				795,8	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				795,3	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				794,8	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				794,3	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				793,8	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				793,3	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				792,8	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				792,3	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				791,8	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				791,3	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				790,8	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				790,3	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
800,00	c	13	21	789,8	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				789,3	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				788,8	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				788,3	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				787,8	R4	50-26	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				787,3	R4	50-26	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				786,8	R4	50-26	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				786,3	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				785,8	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				785,3	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
				NA mín 785,00	784,8	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
				785,00	784,3	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
					783,8	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
					783,3	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
782,8	R5	25-0	Fg/Q		F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox				
782,3	R5	25-0	Fg/Q		F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox				
781,8	R5	25-0	Fg/Q		F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox				
781,3	R5	25-0	Fg/Q		F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox				
780,8	R5	25-0	Fg/Q		F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox				
780,3	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox					
779,8	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox					

Talude 1,5H:1V

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

= trecho de talude exposto

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Representativo

Estrutura:	VERTEDOURO
Talude:	Talude II

Talude Representativo (SM-109)							
Trecho	RMR	SMR	cota	RQD	litologia	foliação	fraturas
a	-7	22,4	816,3	R5	25-0	solo	
			815,8	R5	25-0	solo	
			815,3	R5	25-0	solo	
			814,8	R5	25-0	solo	
			814,3	R5	25-0	solo	
			813,8	R5	25-0	solo	
			813,3	R5	25-0	saprolito	
			812,8	R5	25-0	saprolito	
b	-5	24,4	812,3	R5	25-0	Fg	
			811,8	R5	25-0	F/Q	
			811,3	R5	25-0	F/Q	
			810,8	R5	25-0	F/Q	
			810,3	R5	25-0	F/Q	
			809,8	R5	25-0	Fg	
			809,3	R5	25-0	Fg	
			808,8	R5	25-0	Fg	
			808,3	R5	25-0	Fg	
			807,8	R5	25-0	Fg	
			807,3	R5	25-0	Fg	
			806,8	R5	25-0	Fg	
			806,3	R5	25-0	Fg	
			805,8	R5	25-0	Fg	
			805,3	R5	25-0	Fg	
			804,8	R5	25-0	Fg	
804,3	R5	25-0	Fg				
803,8	R5	25-0	Fg				
803,3	R5	25-0	Fg				
c	22	51,4	802,8	R3	75-51	Q	F, 25, Pl, R, Ox
			802,3	R3	75-51	Q	F, 25, Pl, R, Ox
			801,8	R4	50-26	Q	F, 30 a 60, Pl, R, Ox
			801,3	R4	50-26	Q	F, 25 a SV, Pl, R, Ox
			800,8	R4	50-26	Q	F, PL, R, Ox
			800,3	R4	50-26	Q	F, SH a 50, Ir, R, Ox
			799,8	R4	50-26	Q	F, 40 a 50, Ir, R, Ox
			799,3	R4	50-26	Q	F, 40 a 50, Ir, R, Ox
			798,8	R4	50-26	Q	F, SH a 40, Pl, R, Ox
			798,3	R4	50-26	Q	F, 50 a SV, Pl, R, Ox
797,8	R4	50-26	Q	F, SV, Pl, R, Ox			
797,3	R4	50-26	Q				
d	19	48,4	796,8	R5	25-0	Fg	
			796,3	R5	25-0	Fg	
			795,8	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
			795,3	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
			794,8	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
			794,3	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
			793,8	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
			793,3	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
			792,8	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
			792,3	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
			791,8	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
			791,3	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox
790,8	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox			

Talude 1,2H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

Estrutura:	VERTEDOURO
Talude:	Talude III

Talude Composto (SM-109 + SM-110)								
Trecho	RMR	SMR	cota	RQD	litologia	foliação	fraturas	
a	-12	36,2	816,3	R5	25-0	solo		
			815,8	R5	25-0	solo		
			815,3	R5	25-0	solo		
			814,8	R5	25-0	solo		
			814,3	R5	25-0	solo		
			813,8	R5	25-0	solo		
			813,3	R5	25-0	saprolito		
			812,8	R5	25-0	saprolito		
b	-11	37,2	812,5	R5	25-0	Fg		
			812,0	R5	25-0	F/Q		
			811,5	R5	25-0	F/Q		
			811,0	R5	25-0	F/Q		
			810,5	R5	25-0	F/Q		
			810,0	R5	25-0	Fg		
			809,5	R5	25-0	Fg		
			809,0	R5	25-0	Fg		
			808,5	R5	25-0	Fg		
			808,0	R5	25-0	Fg		
			807,5	R5	25-0	Fg		
			807,0	R5	25-0	Fg		
c	10	58,2	806,5	R5	25-0	Fg		
			806,0	R5	25-0	Fg		
			805,5	R2	90-76	Fg/Q		
			805,0	R2	90-76	Fg/Q		
			804,5	R2	90-76	Fg/Q		
			804,0	R2	90-76	Fg/Q		
			803,5	R2	90-76	Fg/Q		
			803,0	R3	75-51	Fg/Q	F, 45, A, L, I	
802,5	R3	75-51	Fg/Q					
d	-1	47,2	802,0	R3	75-51	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I	
			801,5	R4	50-26	Q		F, 25 a SV, Pl, R, Ox
			801,0	R4	50-26	Q		F, Pl, R, Ox
			800,5	R4	50-26	Q		F, SH a 50, Ir, R, Ox
			800,0	R4	50-26	Q		F, 40 a 50, Ir, R, Ox
			799,5	R4	50-26	Q		F, 40 a 50, Ir, R, Ox
e	9	55,4	799,0	R4	50-26	Q		F, SH a 40, Pl, R, Ox
			798,5	R3	75-51	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I	
			798,0	R3	75-51	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I	
			797,5	R3	75-51	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I	
f	-5	41,4	797,0	R3	75-51	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I	
			796,5	R5	25-0	Fg		
			796,0	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
			795,5	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
			795,0	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
			794,5	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
			794,0	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
			793,5	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
			793,0	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
			792,5	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox	
792,0	R5	25-0	Fg	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox				

Talude 1,2H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

	g	-3	43,4	791,5	R4	50-26	Fg/Q	SH a 20, L, Ox		Talude 0,6H:1V
				791,0	R4	50-26	Fg/Q	SH a 20, L, Ox	F, 50, L, P, Ox	
				790,5	R4	50-26	Fg/Q	SH a 20, L, Ox		
				790,0	R4	50-26	Fg/Q	SH a 20, L, Ox	F, V, L, I	
				789,5	R4	50-26	Fg/Q	SH a 20, L, Ox		
	h	-4	42,4	789,0	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox		
				788,5	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox		
				788,0	R4	50-26	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox		
				787,5	R4	50-26	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox		
				787,0	R4	50-26	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox		
				786,5	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox		
				786,0	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox		
				785,5	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox		
				785,0	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox		
				784,5	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox		
	i	6	51,7	784,0	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox		
				783,5	R5	25-0	Fg/Q	F, 30 a 40, Pl, R, s/Ox		
				783,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox		
				782,5	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox		
				782,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox		
				781,5	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox		
				781,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox		
				780,5	R2	90-76	Fg/Q	SH a 20, L, Ox		
				780,0	R2	90-76	Fg/Q	SH a 20, L, Ox		
				779,5	R2	90-76	Fg/Q	SH a 20, L, Ox		
779,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox						
778,5	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox	F, SH, E, P					
778,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox						
777,5	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox						

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

= trecho de talude exposto

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

Estrutura:	VERTEDOURO
Talude:	Talude IV

Talude Composto (SM-110 + SM-111)							
Trecho	RMR	SMR	cota	RQD	litologia	foliação	fraturas
a	10	58,9	805,0	R2	90-76	Fg/Q	
			804,5	R2	90-76	Fg/Q	
			804,0	R2	90-76	Fg/Q	
			803,5	R2	90-76	Fg/Q	
			803,0	R3	75-51	Fg/Q	F, 45, A, L, I
			802,5	R3	75-51	Fg/Q	
b	-9	39,9	802,0	R3	75-51	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			801,5	R5	25-0	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			801,0	R5	25-0	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			800,5	R5	25-0	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
c	6	54,9	800,0	R5	25-0	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I F, 50, R, I
			799,5	R3	75-51	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I F, V, R, I
			799,0	R3	75-51	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I F, SV, R, I, Ox
			798,5	R3	75-51	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			798,0	R3	75-51	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			797,5	R3	75-51	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
d	-9	39,9	797,0	R3	75-51	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			796,5	R5	25-0	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			796,0	R5	25-0	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			795,5	R5	25-0	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			795,0	R5	25-0	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			794,5	R5	25-0	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			794,0	R5	25-0	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			793,5	R5	25-0	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			793,0	R5	25-0	Fg/Q	F, 20 a SV, A, L, I
			792,5	R5	25-0	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
e	-1	47,9	792,0	R5	25-0	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			791,5	R4	50-26	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			791,0	R4	50-26	Fg/Q	SH a 20, L, Ox F, 50, L, P, Ox
			790,5	R4	50-26	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			790,0	R4	50-26	Fg/Q	SH a 20, L, Ox F, V, L, I
f	6	54,9	789,5	R4	50-26	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			789,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			788,5	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			788,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			787,5	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			787,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			786,5	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox F, 50, R, I
			786,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			785,5	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox F, SH a 60, R, I, Ox
			785,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			784,5	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			784,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			783,5	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			783,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			782,5	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
g	-5	43,9	782,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			781,5	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			781,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
h	-5	43,9	780,5	R2	90-76	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			780,0	R2	90-76	Fg/Q	SH a 20, L, Ox
			779,5	R2	90-76	Fg/Q	SH a 20, L, Ox

Talude 0.6H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

NA sond	g	-5	43,9	779,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox	
				778,5	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox	F, SH, E, P
				778,0	R3	75-51	Fg/Q	SH a 20, L, Ox	
	h	-9	39,9	777,5	R5	25-0	Q/F		
				777,0	R5	25-0	Q/F		
				776,5	R5	25-0	Q/F		
				776,0	R5	25-0	Q/F		F, 40 a 50, Pl, R, Ox
				775,5	R5	25-0	Q/F		
				775,0	R5	25-0	Q/F		
				774,5	R5	25-0	Q/F		
	i	-1	47,9	774,0	R4	50-26	Q/F		F, SH a 30, Pl, R, Ox
				773,5	R4	50-26	Q/F		F, 30 a 55, Pl, R, Ox
				773,0	R4	50-26	Q/F		F, SH a SV, Pl, R, Ox
				772,5	R4	50-26	Q/F		F, SH a SV, Pl, R, Ox
				772,0	R4	50-26	Q/F		F, SH a SV, Pl, R, Ox
				771,5	R4	50-26	Q/F		F, SH a 40, Ir, R, Ox
	j	4	52,9	771,0	R3	75-51	Fg	microdobras	
				770,5	R3	75-51	Fg	microdobras	
				770,0	R3	75-51	Fg	microdobras	F, 20, R, I, Ox
				769,5	R3	75-51	Fg	microdobras	
				769,0	R4	50-26	Fg	microdobras	
768,5				R4	50-26	Fg	microdobras		
768,0				R4	50-26	Fg	microdobras		
k	13	61,9	767,5	R2	90-76	Fg	microdobras		
			767,0	R2	90-76	Fg	microdobras		
			766,5	R2	90-76	Fg	microdobras		
			766,0	R2	90-76	Fg	microdobras		
			765,5	R2	90-76	Fg	microdobras		
			765,0	R2	90-76	Fg	microdobras		
m	21	69,9	764,5	R1	100-91	Fg	microdobras		
			764,0	R1	100-91	Fg	microdobras	F, 50, R, I	
			763,5	R1	100-91	Fg	microdobras		
			763,0	R1	100-91	Fg	microdobras		
			762,5	R1	100-91	Fg	microdobras	F, 60, L, I	
			762,0	R1	100-91	Fg	microdobras		
			761,5	R2	90-76	Fg	microdobras		
			761,0	R2	90-76	Fg	microdobras		
760,5	R2	90-76	Fg	microdobras					

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

Estrutura:	VERTEDOURO
Talude:	Talude V

Talude Composto (SRI-14)								
Trecho	RMR	SMR	cota	RQD	litologia	foliação	fraturas	
	a	-3	22,9	804,2	R4	50-26	F/Q	Descontinuidades decritas: N 20/25 NW (290/25) N 340/30 SW (250/30) N 350/20 SW (260/20) N 010/30 NW (280/30) N 325/25 SW (235/25) N 035/15 NW (305/15) N 060/30 NW (330/30) N 320/20 SW (230/20) N 330/25 SW (240/25) N 345/40 NE (075/40) N 300/40 NE (030/40)
				803,7	R4	50-26	F/Q	
				803,2	R4	50-26	F/Q	
				802,7	R4	50-26	F/Q	
				802,2	R4	50-26	F/Q	
				801,7	R4	50-26	F/Q	
				801,2	R4	50-26	F/Q	
				800,7	R3	75-51	F/Q	
NA máx			800,00					
	b	-2	23,9	799,7	R3	75-51	F/Q	
				799,2	R3	75-51	F/Q	
				798,7	R3	75-51	F/Q	
				798,2	R3	75-51	F/Q	
				797,7	R3	75-51	F/Q	
				797,2	R3	75-51	F/Q	
				796,7	R3	75-51	F/Q	
				796,2	R3	75-51	F/Q	
	c	-7	18,9	795,7	R3	75-51	F/Q	
				795,2	R4	50-26	F/Q	
				794,7	R4	50-26	F/Q	
				794,2	R4	50-26	F/Q	
				793,7	R4	50-26	F/Q	
				793,2	R4	50-26	F/Q	
				792,7	R4	50-26	F/Q	
				792,2	R4	50-26	F/Q	
	d	2	27,9	791,7	R4	50-26	F/Q	
				791,2	R4	50-26	F/Q	
				790,7	R4	50-26	F/Q	
				790,2	R4	50-26	F/Q	
				789,7	R4	50-26	F/Q	
				789,2	R2	90-76	F/Q	
				788,7	R2	90-76	F/Q	
				788,2	R2	90-76	F/Q	
NA mín			785,00					
	e	-2	23,9	787,7	R2	90-76	F/Q	
				787,2	R2	90-76	F/Q	
				786,7	R2	90-76	F/Q	
				786,2	R2	90-76	F/Q	
				785,7	R2	90-76	F/Q	
				785,2	R3	75-51	F/Q	
				784,7	R3	75-51	F/Q	
				784,2	R3	75-51	F/Q	
				783,7	R3	75-51	F/Q	

Talude 0,8H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

f	5	30,9	783,2	R2	90-76	F/Q
			782,7	R2	90-76	F/Q
			782,2	R2	90-76	F/Q
			781,7	R2	90-76	F/Q
			781,2	R2	90-76	F/Q
			780,7	R2	90-76	F/Q
			780,2	R2	90-76	F/Q
			779,7	R2	90-76	F/Q
			779,2	R2	90-76	F/Q
			778,7	R2	90-76	F/Q
			778,2	R2	90-76	F/Q
			777,7	R2	90-76	F/Q
			777,2	R2	90-76	F/Q
			776,7	R2	90-76	F/Q
			776,2	R2	90-76	F/Q
			775,7	R2	90-76	F/Q

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

Estrutura:	VERTEDOURO
Talude:	Talude VI

Talude Representativo (SM-109)							
Trecho	RMR	SMR	cota	RQD	litologia	foliação	fraturas
a	-8	40,6	769,6	R5	25-0	solo	
			769,1	R5	25-0	Fg	
			768,6	R5	25-0	Fg	
			768,1	R5	25-0	Fg	
			767,6	R5	25-0	Fg	
			767,1	R5	25-0	Fg	
			766,6	R5	25-0	Fg	
			766,1	R5	25-0	Fg	
			765,6	R5	25-0	Fg	

Talude 0,8H:1V

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

= trecho de talude exposto

3) Comentários gerais

Por ser a SM-114 a única sondagem próxima à escavação, seu perfil será o próprio perfil representativo do maciço em que será escavado o talude.

Como não há trecho de amostragem integral, serão utilizadas as descontinuidades mapeadas em superfície, para a classificação SMR.

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

Estrutura:	CASA DE FORÇA
Talude:	Talude I

Talude Composto (SM-304 + SRI-09)								
Trecho	RMR	SMR	cota	RQD	litologia	foliação	fraturas	
a	2	31,9	808,5	R4	50-26	Q		
			808,0	R4	50-26	F/Q		
			807,5	R4	50-26	F/Q		
b	13	42,9	807,0	R2	90-76	F/Q		
			806,5	R2	90-76	F/Q		
			806,0	R2	90-76	F/Q		
			805,5	R2	90-76	F/Q		
			805,0	R2	90-76	F/Q		
			804,5	R2	90-76	F/Q		
			804,0	R2	90-76	F/Q		
			803,5	R2	90-76	F/Q		
			803,0	R2	90-76	F/Q		
c	21	50,9	802,5	R1	100-91	F/Q	240/15	
			802,0	R1	100-91	F/Q	240/20	
			801,5	R1	100-91	F/Q		
d	13	42,9	801,0	R2	90-76	F/Q		
			800,5	R2	90-76	F/Q	c/ fol /15	
			800,0	R2	90-76	F/Q		
			799,5	R2	90-76	F/Q		
			799,0	R2	90-76	F/Q		
			798,5	R2	90-76	F/Q		
			798,0	R2	90-76	F/Q		
			797,5	R2	90-76	F/Q		
			797,0	R2	90-76	F/Q		
e	9	38,9	796,5	R2	90-76	F/Q		
			796,0	R3	75-51	F/Q		
			795,5	R3	75-51	F/Q		
			795,0	R3	75-51	F/Q		
			794,5	R3	75-52	F/Q		
			794,0	R3	75-53	F/Q		
			793,5	R3	75-54	F/Q		
f	-6	23,9	793,0	R3	75-55	F/Q		
			792,5	R3	75-56	F/Q		
			792,0	R5	25-0	F/Q		
			791,5	R3	75-51	F/Q	mergulho médio 30	
			791,0	R3	75-51	F/Q		N 315/30 SW
			790,5	R3	75-51	F/Q		N 320/25 SW
			790,0	R3	75-51	F/Q		N 015/35 NW
			789,5	R5	25-0	F/Q		N 310/30 SW
789,0	R5	25-0	F/Q		N 290/30 SW			
788,5	R5	25-0	F/Q					
788,0	R5	25-0	F/Q					

Talude 0,4H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

g	9	38,9	787,5	R3	75-51	F/Q	
			787,0	R3	75-51	F/Q	
			786,5	R3	75-51	F/Q	
			786,0	R3	75-51	F/Q	
			785,5	R3	75-51	F/Q	
			785,0	R3	75-51	F/Q	
			784,5	R2	90-76	F/Q	
			784,0	R2	90-76	F/Q	
			783,5	R3	75-51	F/Q	
			783,0	R3	75-51	F/Q	
			782,5	R3	75-51	F/Q	
			782,0	R3	75-51	F/Q	
			781,5	R3	75-51	F/Q	
			781,0	R3	75-51	F/Q	
			780,5	R3	75-51	F/Q	
			780,0	R3	75-51	F/Q	
			779,5	R3	75-51	F/Q	
			779,0	R3	75-51	F/Q	
			778,5	R3	75-51	F/Q	
			778,0	R3	75-51	F/Q	
777,5	R3	75-51	F/Q				
777,0	R3	75-51	F/Q				
776,5	R3	75-51	F/Q				
776,0	R3	75-51	F/Q				
h	2	31,9	775,5	R4	50-26	F/Q	
			775,0	R4	50-26	F/Q	
			774,5	R4	50-26	F/Q	
			774,0	R4	50-26	F/Q	
i	9	38,9	773,5	R3	75-51	F/Q	
			773,0	R3	75-51	F/Q	
			772,5	R3	75-51	F/Q	
			772,0	R3	75-51	F/Q	
j	10	39,9	771,5	R3	75-51	F/Q	
			771,0	R4	50-26	F/Q	
k	1	30,9	770,5	R4	50-26	F/Q	
			770,0	R4	50-26	F/Q	
			769,5	R4	50-26	F/Q	
			769,0	R4	50-26	F/Q	
			768,5	R5	25-0	F/Q	
			768,0	R5	25-0	F/Q	
			767,5	R5	25-0	F/Q	
			767,0	R5	25-0	F/Q	
			766,5	R5	25-0	F/Q	
			766,0	R5	25-0	F/Q	
m	10	39,9	765,0	R4	50-26	F/Q	deformada
			764,5	R4	50-26	F/Q	320/20
			764,0	R4	50-26	F/Q	
			763,5	R2	90-76	Q/F	
			763,0	R2	90-76	Q/F	
			762,5	R2	90-76	Q/F	
			762,0	R2	90-76	Q/F	F, PL, R, Ox, V
			761,5	R2	90-76	Q/F	c/ fol /10 a 30
761,0	R2	90-76	Q/F				
760,5	R2	90-76	Q/F				
760,0	R2	90-76	Q/F	c/ fol /15 a 25			
759,5	R2	90-76	Q/F	F, PL, R, Ox, V			

NA sond

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

	n	6	35,9	759,0	R3	75-51	F/Q		
				758,5	R3	75-51	F/Q	320/20	
				758,0	R3	75-51	F/Q	140/25	
	o	10	39,9	757,5	R2	90-76	Q/F		
				757,0	R2	90-76	Q/F		cataclasado
				756,5	R2	90-76	Q/F		
				756,0	R2	90-76	F/Q		
				755,5	R2	90-76	F/Q	deformada	
				755,0	R2	90-76	F/Q		
				754,5	R2	90-76	Q/F		
				754,0	R2	90-76	Q/F		
				753,5	R2	90-76	Q/F		c/ fol /20
				753,0	R2	90-76	Q/F		
				752,5	R2	90-76	Q/F		
				752,0	R2	90-76	F/Q		
				751,5	R2	90-76	F/Q		c/ fol /30
				751,0	R2	90-76	F/Q		
				750,5	R2	90-76	F/Q		cataclasado
				750,0	R1	100-91	Q/F		
				749,5	R1	100-91	Q/F		
749,0	R1	100-91	Q/F						
748,5	R1	100-91	F/Q						
748,0	R1	100-91	F/Q						

Talude 0,2H:1

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

= trecho de talude exposto

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

Estrutura:	CASA DE FORÇA
Talude:	Talude II

Talude Composto (SM-306 + SM-305)									
Trecho	RMR	SMR	cota	RQD	litologia	foliação	fraturas		
a	-6	37,9	803,3	R5	25-0	F/Q			
			802,8	R5	25-0	F/Q			
			802,3	R5	25-0	F/Q		Pl, R, Ox, 25	
			801,8	R5	25-0	F/Q			
			801,3	R5	25-0	F/Q		Pl, R, Ox, 25	
			800,8	R5	25-0	F/Q			
			800,3	R5	25-0	F/Q			
			799,8	R5	25-0	F/Q			
			799,3	R5	25-0	F/Q			
			798,8	R5	25-0	F/Q			
			798,3	R5	25-0	F/Q			
			797,8	R5	25-0	F/Q			Pl, R, s/ Ox, 20 a 60
			797,3	R5	25-0	F/Q			
			796,8	R5	25-0	F/Q		350/20	
			796,3	R5	25-0	F/Q			c/ fol / SH a 40
			795,8	R5	25-0	F/Q			
			795,3	R5	25-0	F/Q			
			794,8	R5	25-0	F/Q			
			794,3	R5	25-0	F/Q			
			793,8	R5	25-0	F/Q			
			793,3	R5	25-0	F/Q			
			792,8	R5	25-0	F/Q			
			792,3	R5	25-0	F/Q			
			791,8	R5	25-0	F/Q			
			791,3	R5	25-0	F/Q			
			790,8	R5	25-0	F/Q			
			790,3	R5	25-0	F/Q			
			789,8	R5	25-0	F/Q			F, Pl, L, s/Ox, 45
			789,3	R5	25-0	F/Q			
			788,8	R5	25-0	F/Q			
			788,3	R5	25-0	F/Q		355/20	
			787,8	R5	25-0	F/Q			
			787,3	R5	25-0	F/Q			
786,8	R5	25-0	F/Q						
786,3	R5	25-0	F/Q						
785,8	R5	25-0	F/Q						
785,3	R5	25-0	F/Q						
784,8	R5	25-0	F/Q						
784,3	R5	25-0	F/Q						
783,8	R5	25-0	F/Q						
783,3	R5	25-0	F/Q						
782,8	R5	25-0	F/Q						

Talude 0,4H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

			782,3	R5	25-0	F/Q		
			781,8	R5	25-0	F/Q		F, Pl, L, Ox, 65
			781,3	R5	25-0	F/Q		
			780,8	R5	25-0	F/Q		
			780,3	R5	25-0	F/Q		
			779,8	R5	25-0	F/Q		
			779,3	R5	25-0	F/Q		
			778,8	R1	100-91	F/Q	010/20	
			778,3	R1	100-91	F/Q		
			777,8	R1	100-91	F/Q		
			777,3	R5	25-0	F/Q		
			776,8	R5	25-0	F/Q		
			776,3	R5	25-0	F/Q		
			775,8	R5	25-0	F/Q		
			775,3	R5	25-0	F/Q		
			774,8	R5	25-0	F/Q		
			774,3	R5	25-0	F/Q		
			773,8	R5	25-0	F/Q		
			773,3	R5	25-0	F/Q		
			772,8	R5	25-0	F/Q		
			772,5	R3	75-51	Fg/Q		
			772,0	R3	75-51	Fg/Q		
			771,5	R3	75-51	Fg/Q		
			771,0	R3	75-51	Fg/Q		
			770,5	R5	25-0	F/Fg		
			770,0	R5	25-0	F/Fg		
			769,5	R5	25-0	F/Fg		
			769,0	R5	25-0	F/Fg		
			768,5	R5	25-0	F/Fg		
			768,0	R4	50-26	F/Fg		
			767,5	R4	50-26	F/Fg		
			767,0	R4	50-26	F/Fg		
			766,5	R4	50-26	F/Fg		
			766,0	R4	50-26	F/Fg		
			765,5	R1	100-91	F/Fg	110/10 SE	
			765,0	R1	100-91	F/Fg		
			764,5	R1	100-91	F/Fg		
			764,0	R4	50-26	Fg/Q		
			763,5	R4	50-26	Fg/Q		
			763,0	R4	50-26	Fg/Q		
			762,5	R4	50-26	Fg/Q		
			762,0	R4	50-26	Fg/Q		
			761,5	R4	50-26	Fg/Q		
			761,0	R4	50-26	Fg/Q		
			760,5	R4	50-26	Fg/Q		
			760,0	R3	75-51	F/Fg		
			759,5	R3	75-51	F/Fg		
			759,0	R3	75-51	F/Fg		
			758,5	R3	75-51	F/Fg		
			758,0	R3	75-51	F/Fg		
			757,5	R3	75-51	F/Fg		
			757,0	R3	75-51	F/Fg		
			756,5	R3	75-51	F/Fg		
			756,0	R3	75-51	F/Fg		
			755,5	R3	75-51	F/Fg		
			755,0	R4	50-26	Q/F		

NA sond
760,00

le 0,2H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

f	-1	42,9	754,5	R4	50-26	Q/F		
			754,0	R4	50-26	Q/F		
			753,5	R4	50-26	Q/F		
			753,0	R4	50-26	Q/F		
			752,5	R4	50-26	Q/F		
			752,0	R4	50-26	Q/F		
			751,5	R4	50-26	Q/F		
			751,0	R4	50-26	Q/F		
			750,5	R4	50-26	Q/F		
			750,0	R4	50-26	Q/F		
			749,5	R4	50-26	Q/F		
			749,0	R4	50-26	Q/F		
			748,5	R4	50-26	Q/F		
			748,0	R4	50-26	Q/F	050/15 NE	F, Pl, R, s/ Ox, V
g	19	62,9	747,5	R1	100-91	Fg/Q		
			747,0	R1	100-91	Fg/Q		
			746,5	R1	100-91	Fg/Q		
			746,0	R3	75-51	Fg/Q		
			745,5	R3	75-51	Fg/Q		

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

= trecho de talude exposto

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

Estrutura:	CASA DE FORÇA
Talude:	Talude III

Talude Composto (SM-306 + SM-305)									
Trecho	RMR	SMR	cota	RQD	litologia	foliação	fraturas		
a	19	38,9	803,3	R5	25-0	F/Q			
			802,8	R5	25-0	F/Q			
			802,3	R5	25-0	F/Q		Pl, R, Ox, 25	
			801,8	R5	25-0	F/Q			
			801,3	R5	25-0	F/Q		Pl, R, Ox, 25	
			800,8	R5	25-0	F/Q			
			800,3	R5	25-0	F/Q			
			799,8	R5	25-0	F/Q			
			799,3	R5	25-0	F/Q			
			798,8	R5	25-0	F/Q			
			798,3	R5	25-0	F/Q			
			797,8	R5	25-0	F/Q		Pl, R, s/ Ox, 20 a 60	
			797,3	R5	25-0	F/Q			
			796,8	R5	25-0	F/Q		350/20	
			796,3	R5	25-0	F/Q			c/ fol / SH a 40
			795,8	R5	25-0	F/Q			
			795,3	R5	25-0	F/Q			
			794,8	R5	25-0	F/Q			
			794,3	R5	25-0	F/Q			
			793,8	R5	25-0	F/Q			
			793,3	R5	25-0	F/Q			
			792,8	R5	25-0	F/Q			
			792,3	R5	25-0	F/Q			
			791,8	R5	25-0	F/Q			
			791,3	R5	25-0	F/Q			
			790,8	R5	25-0	F/Q			
			790,3	R5	25-0	F/Q			
			789,8	R5	25-0	F/Q			F, Pl, L, s/Ox, 45
			789,3	R5	25-0	F/Q			
			788,8	R5	25-0	F/Q			
			788,3	R5	25-0	F/Q		355/20	
			787,8	R5	25-0	F/Q			
			787,3	R5	25-0	F/Q			
			786,8	R5	25-0	F/Q			
			786,3	R5	25-0	F/Q			
			785,8	R5	25-0	F/Q			
			785,3	R5	25-0	F/Q			
			784,8	R5	25-0	F/Q			
784,3	R5	25-0	F/Q						
783,8	R5	25-0	F/Q						
783,3	R5	25-0	F/Q						
782,8	R5	25-0	F/Q						

Talude 0,4H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

			782,3	R5	25-0	F/Q		
			781,8	R5	25-0	F/Q		F, Pl, L, Ox, 65
			781,3	R5	25-0	F/Q		
			780,8	R5	25-0	F/Q		
			780,3	R5	25-0	F/Q		
			779,8	R5	25-0	F/Q		
			779,3	R5	25-0	F/Q		
			778,8	R1	100-91	F/Q	010/20	
			778,3	R1	100-91	F/Q		
			777,8	R1	100-91	F/Q		
			777,3	R5	25-0	F/Q		
			776,8	R5	25-0	F/Q		
			776,3	R5	25-0	F/Q		
			775,8	R5	25-0	F/Q		
			775,3	R5	25-0	F/Q		
			774,8	R5	25-0	F/Q		
			774,3	R5	25-0	F/Q		
			773,8	R5	25-0	F/Q		
			773,3	R5	25-0	F/Q		
			772,8	R5	25-0	F/Q		
			772,5	R3	75-51	Fg/Q		
			772,0	R3	75-51	Fg/Q		
			771,5	R3	75-51	Fg/Q		
			771,0	R3	75-51	Fg/Q		
			770,5	R5	25-0	F/Fg		
			770,0	R5	25-0	F/Fg		
			769,5	R5	25-0	F/Fg		
			769,0	R5	25-0	F/Fg		
			768,5	R5	25-0	F/Fg		
			768,0	R4	50-26	F/Fg		
			767,5	R4	50-26	F/Fg		
			767,0	R4	50-26	F/Fg		
			766,5	R4	50-26	F/Fg		
			766,0	R4	50-26	F/Fg		
			765,5	R1	100-91	F/Fg	110/10 SE	
			765,0	R1	100-91	F/Fg		
			764,5	R1	100-91	F/Fg		
			764,0	R4	50-26	Fg/Q		
			763,5	R4	50-26	Fg/Q		
			763,0	R4	50-26	Fg/Q		
			762,5	R4	50-26	Fg/Q		
			762,0	R4	50-26	Fg/Q		
			761,5	R4	50-26	Fg/Q		
			761,0	R4	50-26	Fg/Q		
			760,5	R4	50-26	Fg/Q		
			760,0	R3	75-51	F/Fg		
			759,5	R3	75-51	F/Fg		
			759,0	R3	75-51	F/Fg		
			758,5	R3	75-51	F/Fg		
			758,0	R3	75-51	F/Fg		
			757,5	R3	75-51	F/Fg		
			757,0	R3	75-51	F/Fg		
			756,5	R3	75-51	F/Fg		
			756,0	R3	75-51	F/Fg		
			755,5	R3	75-51	F/Fg		

NA sond
760,00

2H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Talude Composto

f	24	43,9	755,0	R4	50-26	Q/F		
			754,5	R4	50-26	Q/F		
			754,0	R4	50-26	Q/F		
			753,5	R4	50-26	Q/F		
			753,0	R4	50-26	Q/F		
			752,5	R4	50-26	Q/F		
			752,0	R4	50-26	Q/F		
			751,5	R4	50-26	Q/F		
			751,0	R4	50-26	Q/F		
			750,5	R4	50-26	Q/F		
			750,0	R4	50-26	Q/F		
			749,5	R4	50-26	Q/F		
			749,0	R4	50-26	Q/F		
			748,5	R4	50-26	Q/F		
748,0	R4	50-26	Q/F	050/15 NE	F, Pl, R, s/ Ox, V			
g	44	63,9	747,5	R1	100-91	Fg/Q		
			747,0	R1	100-91	Fg/Q		
			746,5	R1	100-91	Fg/Q		
			746,0	R3	75-51	Fg/Q		
			745,5	R3	75-51	Fg/Q		

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

- = trecho de amostragem integral
- = maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)
- = maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)
- = trecho de talude exposto

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Observações

Estrutura:	DESVIO DO RIO JUSANTE
Talude:	Talude I

1) Sondagem de referência:

SR-04 localizada no meio do talude => interessa o trecho entre as el. 760 e 740 da sondagem

2) Resumo da Sondagem

RQD	
100-91	R1
90-76	R2
75-51	R3
50-26	R4
25-0	R5

prof. (m)	sondagem: SR-04					
	boca: 783,50	cota	RQD log	litologia	foliação	fraturas
0,5	783,0	Trecho de terreno a ser removido pela escavação.				
a	a					
20,0	763,5					
20,5	763,0	R2	90-76	Fg		
21,0	762,5	R2	90-76	Fg	mergulho 30	
21,5	762,0	R2	90-76	Fg	mergulho 30	
22,0	761,5	R2	90-76	Fg	mergulho 30	
22,5	761,0	R2	90-76	Fg	mergulho 30	
23,0	760,5	R2	90-76	Fg	mergulho 30	mergulos 30 a SV
23,5	760,0	R3	75-51	Fg	mergulho 30	F, A, SV, R, O
24,0	759,5	R3	75-51	Fg	mergulho 30	
24,5	759,0	R3	75-51	Fg	mergulho 30	
25,0	758,5	R3	75-51	Fg	mergulho 30	
25,5	758,0	R3	75-51	Fg	mergulho 30	
26,0	757,5	R3	75-51	Fg	mergulho 30	
26,5	757,0	R3	75-51	Fg	mergulho 30	
27,0	756,5	R3	75-51	Fg	mergulho 30	
27,5	756,0	R3	75-51	Fg	mergulho 30	mergulos 50 a SV
28,0	755,5	R3	75-51	Fg	mergulho 30	
28,5	755,0	R3	75-51	Fg	mergulho 30	
29,0	754,5	R3	75-51	Q	mergulho 30	F, A, SV, R, O
29,5	754,0	R3	75-51	Fg	mergulho 30	
30,0	753,5	R2	90-76	Q	mergulho 30	
30,5	753,0	R2	90-76	Q	mergulho 30	
31,0	752,5	R2	90-76	Q	mergulho 30	
31,5	752,0	R3	75-51	F/Q	mergulho 30	mergulos 50 a SV
32,0	751,5	R3	75-51	F/Q		
32,5	751,0	R3	75-51	F/Q		
33,0	750,5	R3	75-51	F/Q		
...	...					
55,0	728,5					

a	4	44,5
b	0	40,5
c	0	40,5
d	-4	36,5

Talude 1H:1V

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

= trecho de talude exposto

3) Comentários gerais

Talude baixo (-9m). A escavação remove os tipos de material sobrejacente, deixando um material de classificação única.

Não há amostragem integral na SR-04. No entanto, o mapeamento de campo apresenta as seguintes atitudes:

- Foliações: 210/10, 190/20, 185/25

- Fraturas: 185/50, 140/70

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Observações

Estrutura:	DESVIO DO RIO - JUSANTE
Talude:	Talude II

RQD	
100-91	R1
90-76	R2
75-51	R3
50-26	R4
25-0	R5

1) Sondagem de referência:

SM-114 localizada na crista do talude (distante cerca de 10m) => atenção a toda a sondagem

2) Resumo da Sondagem

prof. (m)	sondagem: SM-305					RMR	SMR
	boca: 800,50	cota	RQD log	litologia	foliação		
9,5	791,0	R4	50-26	Fg	F, Pl, R, Ox	c/ fol / 10	
10,0	790,5	R4	50-26	Fg			a 39 61,4
10,5	790,0	R4	50-26	Fg			
11,0	789,5	R1	100-91	Fg	250/20 SW		
11,5	789,0	R1	100-91	Fg			b 47 69,4
12,0	788,5	R1	100-91	Fg			
12,5	788,0	R5	25-0	Fg			
13,0	787,5	R5	25-0	Fg			
13,5	787,0	R5	25-0	Fg			
14,0	786,5	R5	25-0	Fg			
14,5	786,0	R5	25-0	Fg			
15,0	785,5	R4	50-26	Fg			
15,5	785,0	R4	50-26	Fg			
16,0	784,5	R4	50-26	Fg			
16,5	784,0	R4	50-26	Fg			
17,0	783,5	R4	50-26	Fg			
17,5	783,0	R3	75-51	Fg			
18,0	782,5	R3	75-51	Fg			
18,5	782,0	R3	75-51	Fg			
19,0	781,5	R3	75-51	Fg			
19,5	781,0	R3	75-51	Fg			
20,0	780,5	R5	25-0	Fg			
20,5	780,0	R5	25-0	Fg			
21,0	779,5	R5	25-0	Fg			
21,5	779,0	R5	25-0	Fg			
22,0	778,5	R5	25-0	Fg			
22,5	778,0	R5	25-0	Fg			
23,0	777,5	R5	25-0	F/Fg	240/10 SE		
23,5	777,0	R5	25-0	F/Fg			
24,0	776,5	R5	25-0	F/Fg			
24,5	776,0	R3	75-51	F/Fg			
25,0	775,5	R3	75-51	F/Fg			
25,5	775,0	R3	75-51	F/Fg			
26,0	774,5	R3	75-51	F/Fg			
26,5	774,0	R3	75-51	F/Fg			
27,0	773,5	R3	75-51	F/Fg			
27,5	773,0	R3	75-51	Fg/Q			
28,0	772,5	R3	75-51	Fg/Q			
28,5	772,0	R3	75-51	Fg/Q			
29,0	771,5	R3	75-51	Fg/Q			
29,5	771,0	R3	75-51	Fg/Q			
30,0	770,5	R5	25-0	F/Fg			
30,5	770,0	R5	25-0	F/Fg			
31,0	769,5	R5	25-0	F/Fg			
31,5	769,0	R5	25-0	F/Fg			
32,0	768,5	R5	25-0	F/Fg			
32,5	768,0	R4	50-26	F/Fg			
33,0	767,5	R4	50-26	F/Fg			
33,5	767,0	R4	50-26	F/Fg			

Talude 0:2H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Observações

34,0	766,5	R4	50-26	F/Fg					
34,5	766,0	R4	50-26	F/Fg					
35,0	765,5	R1	100-91	F/Fg	110/10 SE				
35,5	765,0	R1	100-91	F/Fg			h	47	69,4
36,0	764,5	R1	100-91	F/Fg					
36,5	764,0	R4	50-26	Fg/Q					
37,0	763,5	R4	50-26	Fg/Q					
37,5	763,0	R4	50-26	Fg/Q					
38,0	762,5	R4	50-26	Fg/Q					
38,5	762,0	R4	50-26	Fg/Q			i	27	49,4
39,0	761,5	R4	50-26	Fg/Q					
39,5	761,0	R4	50-26	Fg/Q					
40,0	760,5	R4	50-26	Fg/Q					
40,5	760,0	R3	75-51	F/Fg					
41,0	759,5	R3	75-51	F/Fg					
41,5	759,0	R3	75-51	F/Fg					
42,0	758,5	R3	75-51	F/Fg					
42,5	758,0	R3	75-51	F/Fg					
43,0	757,5	R3	75-51	F/Fg					
43,5	757,0	R3	75-51	F/Fg					
44,0	756,5	R3	75-51	F/Fg					
44,5	756,0	R3	75-51	F/Fg					
45,0	755,5	R3	75-51	F/Fg					
45,5	755,0	R4	50-26	Q/F					
46,0	754,5	R4	50-26	Q/F					
46,5	754,0	R4	50-26	Q/F					
47,0	753,5	R4	50-26	Q/F					
47,5	753,0	R4	50-26	Q/F					
48,0	752,5	R4	50-26	Q/F					
48,5	752,0	R4	50-26	Q/F					
49,0	751,5	R4	50-26	Q/F					
49,5	751,0	R4	50-26	Q/F					
50,0	750,5	R4	50-26	Q/F					

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

 = trecho de amostragem integral

 = maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

 = maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

 = trecho de talude exposto

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Observações

Estrutura:	DESVIO DO RIO JUSANTE
Talude:	Talude I

RQD	
100-91	R1
90-76	R2
75-51	R3
50-26	R4
25-0	R5

1) Sondagem de referência:

SM-114 localizada no pé do talude => atenção a toda a sondagem

2) Resumo da Sondagem

prof. (m)	sondagem: SM-114					RMR	SMR
	boca: 771,11						
	cota	RQD log	litologia	foliação	fraturas		
0,5	770,6	R5	25-0				
...	...	R5	25-0				
5,5	765,6	R5	25-0	Fg		a	37
6,0	765,1	R5	25-0	Fg			
6,5	764,6	R5	25-0	Fg			
7,0	764,1	R5	25-0	Fg		b	52
7,5	763,6	R5	25-0	Fg			
8,0	763,1	R2	90-76	Fg			
8,5	762,6	R2	90-76	Fg			
9,0	762,1	R2	90-76	Fg			
9,5	761,6	R2	90-76	Fg			
10,0	761,1	R2	90-76	Fg			
10,5	760,6	R3	75-51	Fg			
11,0	760,1	R3	75-51	Fg			
11,5	759,6	R3	75-51	Fg			
12,0	759,1	R2	90-76	Fg		c	45
12,5	758,6	R2	90-76	Fg			
13,0	758,1	R2	90-76	Fg			
13,5	757,6	R3	75-51	Fg			
14,0	757,1	R3	75-51	Fg			
14,5	756,6	R3	75-51	Fg			
15,0	756,1	R3	75-51	Fg			
15,5	755,6	R3	75-51	Fg			
16,0	755,1	R3	75-51	Fg		43,8	
16,5	754,6	R3	75-51	Fg			
17,0	754,1	R3	75-51	Fg			
17,5	753,6	R3	75-51	Fg			
18,0	753,1	R4	50-26	Fg			
18,5	752,6	R4	50-26	Fg			
19,0	752,1	R4	50-26	Fg			
19,5	751,6	R5	25-0	Fg			
20,0	751,1	R5	25-0	Fg			
20,5	750,6	R5	25-0				
...	...						
33,5	737,6						

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

= trecho de talude exposto

3) Comentários gerais

Por ser a SM-114 a única sondagem próxima à escavação, seu perfil será o próprio perfil representativo do maciço em que será escavado o talude.

Como não há trecho de amostragem integral, serão utilizadas as descontinuidades mapeadas em superfície, para a classificação SMR.

Anexo VI
Classificação Batalha (bxc)
– Resumo de Resultados

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

Estrutura:	DESVIO DO RIO MONTANTE
Talude:	Talude I (030/79)

Estrutura:	DESVIO DO RIO MONTANTE
Talude:	Talude II (120/68, 79)

sondagem: SM-301				
boca: 784,50				
cota	RMR (Batalha)		SMR (Batalha)	
780,5	Talude Superior	34 (IV)	Talude Superior	58 (III)
780,0				
779,5				
779,0				
778,5				
778,0				
777,5				
777,0				
776,5				
776,0				
775,5				
775,0				
774,5				
774,0				
773,5				
773,0				
772,5				
772,0				
771,5				
771,0				
770,5	Talude Médio	27 (IV)	Talude Médio	51 (III)
770,0				
769,5				
769,0				
768,5				
768,0				
767,5				
767,0				
766,5				
766,0				
765,5				
765,0				
764,5				
764,0				
763,5				
763,0				
762,5				
762,0				
761,5				

sondagem: SM-301				
boca: 784,50				
cota	RMR (Batalha)		SMR (Batalha)	
804,0	(TA) Talude Médio	28 (IV)	(TA) Talude Médio	60,1 (III)
803,5				
803				
802,5				
802				
801,5				
801				
800,5				
800				
799,5				
799				
798,5				
798				
797,5				
797				
796,5				
796				
795,5				
795				
794,5				
794	(TA) Talude Inferior	31 (IV)	(TA) Talude Inferior	63,1 (II)
793,5				
793				
792,5				
792				
791,5				
791				
790,5				
790				
789,5				
789				
788,5				
788				
787,5				
786,8				
786,3				
785,8				
785,3				
784,8				

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

761,0	Talude Inferior	32 (IV)	Talude Inferior	56 (III)	783,5	Talude Superior	41 (III)	Talude Superior	46 (III)				
760,5					783,0								
760,0					782,5								
759,5					782,0								
759,0					781,5								
758,5					781,0								
758,0					780,5								
757,5					780,0								
757,0					779,5								
756,5					779,0								
756,0					778,5								
755,5					778,0								
755,0					777,5								
754,5					777,0								
754,0					776,5								
753,5					776,0								
753,0					775,5								
752,5					775,0								
752,0					774,5								
751,5					774,0								
751,0					773,5								
750,5					773,0								
750,0					772,5								
749,5					772,0								
749,0					771,5								
748,5					771,0								
					770,5					Talude Inferior	51 (III)	Talude Inferior	56 (III)
					770,0								
					769,5								
					769,0								
					768,5								
					768,0								
	767,5												
	767,0												
	766,5												
	766,0												
	765,5												
	765,0												
	764,5												
	764,0												
	763,5												
	763,0												
	762,5												
	762,0												
	761,5												
	761,0												
	760,5												
	760,0												
	759,5												
	759,0												
	758,5												

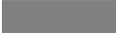
Legenda:

= trecho de amostragem integral

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

758,0				
757,5				
757,0				
756,5				
756,0				
755,5				
755,0				
754,5				
754,0				
753,5				
753,0				
752,5				
752,0				
751,5				
751,0				
750,5				
750,0				

Legenda:

 = trecho de amostragem integral

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

Estrutura: TOMADA D'ÁGUA
Talude: Talude I (120/45, 68, 79)

Estrutura: TOMADA D'ÁGUA
Talude: Talude II (205/45, 52)

sondagem: SM-301				
boca: 784,50				
cota	RMR (Batalha)		SMR (Batalha)	
804,0	Talude Superior	22 (IV)	Talude Superior	54,1 (III)
803,5				
803				
802,5				
802				
801,5				
801				
800,5	Talude Médio	28 (IV)	Talude Médio	60,1 (III)
800				
799,5				
799				
798,5				
798				
797,5				
797				
796,5				
796				
795,5				
795				
794,5				
794				
793,5				
793				
792,5				
792				
791,5				
791				
790,5				
790				
789,5				

sondagem: SM-301				
boca: 784,50				
cota	RMR (Batalha)		SMR (Batalha)	
796,3	talude superior	-9 (V)	talude superior	40,7 (III)
795,9				
795,5				
794,6				
794,2				
793,7				
793,3				
792,9				
792,4				
791,6				
791,1				
790,7				
790,3				
789,8				
789,4				
789,0				
788,1				
787,7				
787,2				
786,8				
786,4				
785,9				
785,5				
784,6				
784,2				
783,8				
783,3				
782,9				
782,5				
781,6				

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

Estrutura:	VERTEDOIRO
Talude:	Talude I (013/34)

Estrutura:	TOMADA D'ÁGUA
Talude:	Talude II (205/45, 52)

sondagem: SM-301				
boca: 784,50				
cota	RMR (Batalha)		SMR (Batalha)	
800,8	Talude Superior	-6 (V)	Talude Superior	2 (V)
800,3				
799,8				
799,3				
798,8				
798,3				
797,8				
797,3				
796,8				
796,3				
795,8				
795,3				
794,8				
794,3				
793,8				
793,3				
792,8				
792,3				
791,8				
791,3				
790,8				
790,3				
789,8	Talude Inferior	21 (IV)	Talude Inferior	29 (IV)
789,3				
788,8				
788,3				
787,8				
787,3				
786,8				
786,3				
785,8				
785,3				
784,8				
784,3				
783,8				
783,3				
782,8				
782,3				

sondagem: SM-301				
boca: 784,50				
cota	RMR (Batalha)		SMR (Batalha)	
816,3	Talude Superior	-6 (V)	Talude Superior	23,4 (IV)
815,8				
815,3				
814,8				
814,3				
813,8				
813,3				
812,8				
812,3				
811,8				
811,3				
810,8				
810,3				
809,8				
809,3				
808,8				
808,3				
807,8				
807,3				
806,8				
806,3				
805,8				
805,3				
804,8				
804,3				
803,8				
803,3				
802,8				
802,3				
801,8				
801,3				
800,8				
800,3				
799,8				
799,3				
798,8				
798,3				
797,8				

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

781,8				
781,3				
780,8				
780,3				
779,8				

797,3	Talude Médio	27 (IV)	Talude Médio	56,4 (III)
796,8				
796,3				
795,8				
795,3				
794,8				
794,3				
793,8				
793,3				
792,8				
792,3				
791,8				
791,3				
790,8				
790,3				
789,8				
789,3				
788,8				
788,3				
787,8				
787,3				
786,8				
786,3				
785,8				
785,3				
784,8				
784,3				
783,8				
783,3				
782,8				
782,3				
781,8				
781,3				
780,8				
780,3				
779,8				

—

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

Estrutura: VERTEDOURO
Talude: Talude III (025/40, 59, 84)

Estrutura: VERTEDOURO
Talude: Talude IV (025/59)

sondagem: SM-301				
boca: 784,50				
cota	RMR (Batalha)		SMR (Batalha)	
816,3	Talude Superior	-6 (V)	Talude Superior	42,2 (III)
815,8				
815,3				
814,8				
814,3				
813,8				
813,3				
812,8				
812,5				
812,0				
811,5				
811,0				
810,5				
810,0				
809,5	Talude Médio	6 (V)	Talude Médio	54,2 (III)
809,0				
808,5				
808,0				
807,5				
807,0				
806,5				
806,0				
805,5				
805,0				
804,5				
804,0				
803,5				
803,0				
802,5				
802,0				
801,5				
801,0				
800,5				
800,0				
799,5				
799,0				
798,5				
798,0				

sondagem: SM-301				
boca: 784,50				
cota	RMR (Batalha)		SMR (Batalha)	
805,0				
804,5				
804,0				
803,5				
803,0				
802,5				
802,0				
801,5				
801,0				
800,5				
800,0				
799,5				
799,0				
798,5				
798,0				
797,5				
797,0				
796,5				
796,0				
795,5				
795,0				
794,5				
794,0				
793,5				
793,0				
792,5				
792,0				
791,5				
791,0				
790,5				
790,0				
789,5				
789,0				
788,5				
788,0				
787,5				
787,0				
786,5				

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

797,5	Talude Inferior	6 (V)	Talude Inferior	52,4 (III)	786,0	Talude Completo	1 (V)	Talude Completo	49,9 (III)
797,0					785,5				
796,5					785,0				
796,0					784,5				
795,5					784,0				
795,0					783,5				
794,5					783,0				
794,0					782,5				
793,5					782,0				
793,0					781,5				
792,5					781,0				
792,0					780,5				
791,5					780,0				
791,0					779,5				
790,5					779,0				
790,0					778,5				
789,5					778,0				
789,0					777,5				
788,5					777,0				
788,0					776,5				
787,5					776,0				
787,0					775,5				
786,5					775,0				
786,0					774,5				
785,5					774,0				
785,0					773,5				
784,5					773,0				
784,0					772,5				
783,5					772,0				
783,0					771,5				
782,5					771,0				
782,0					770,5				
781,5					770,0				
781,0	769,5								
780,5	769,0								
780,0	768,5								
779,5	768,0								
779,0	767,5								
778,5	767,0								
778,0	766,5								
777,5	766,0								
	765,5								
	765,0								
	764,5								
	764,0								
	763,5								
	763,0								
	762,5								
	762,0								
	761,5								
	761,0								
	760,5								

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

Estrutura:	VERTEDOIRO
Talude:	Talude V (205/52)

Estrutura:	VERTEDOIRO
Talude:	Talude IV (205/52)

sondagem: SM-301				
boca: 784,50				
cota	RMR (Batalha)		SMR (Batalha)	
804,2				
803,7				
803,2				
802,7				
802,2				
801,7				
801,2				
800,7				
800,2				
799,7				
799,2				
798,7				
798,2				
797,7				
797,2				
796,7				
796,2				
795,7				
795,2				
794,7				
794,2				
793,7				
793,2				
792,7				
792,2				
791,7				
791,2				
790,7				
790,2				
789,7				
789,2				
788,7				
788,2				
787,7				
787,2				
786,7				
786,2				
785,7				

sondagem: SM-301				
boca: 784,50				
cota	RMR (Batalha)		SMR (Batalha)	
769,6				
769,1				
768,6				
768,1				
767,6				
767,1				
766,6				
766,1				
765,6				

Talude Superior

-9
(V)

Talude Superior

16,9
(V)

Talude Completo

7
(V)

Talude Completo

55,6
(III)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

785,2	Talude Inferior	-4 (V)	Talude Inferior	21,9 (IV)
784,7				
784,2				
783,7				
783,2				
782,7				
782,2				
781,7				
781,2				
780,7				
780,2				
779,7				
779,2				
778,7				
778,2				
777,7				
777,2				
776,7				
776,2				
775,7				

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

Estrutura:	CASA DE FORÇA
Talude:	Talude I (295/68, 79)

Estrutura:	CASA DE FORÇA
Talude:	Talude I (295/68, 79)

Talude Composto: SM-304 + SRI-09				
cota	RMR (bxc)		SMR (bxc)	
808,5	Talude Superior	-3 (V)	Talude Superior	26,9 (IV)
808,0				
807,5				
807,0				
806,5				
806,0				
805,5				
805,0				
804,5				
804,0				
803,5				
803,0				
802,5				
802,0				
801,5				
801,0				
800,5				
800,0				
799,5				
799,0				
798,5				
798,0				
797,5				
797,0				
796,5				
796,0				
795,5				
795,0				
794,5				
794,0				
793,5				
793,0				
792,5				
792,0				
791,5				
791,0				
790,5				
790,0				
789,5				

Talude Composto: SM-305 + SM-306				
cota	RMR (cc)		SMR (cc)	
803,3	a	-6	a	37,9
802,8				
802,3				
801,8				
801,3				
800,8				
800,3				
799,8				
799,3				
798,8				
798,3				
797,8				
797,3				
796,8				
796,3				
795,8				
795,3				
794,8				
794,3				
793,8				
793,3				
792,8				
792,3				
791,8				
791,3				
790,8				
790,3				
789,8				
789,3				
788,8				
788,3				
787,8				
787,3				
786,8				
786,3				
785,8				
785,3				
784,8				
784,3				

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

789,0	Talude Médio	6 (V)	Talude Médio	35,9 (IV)	783,8								
788,5					783,3								
788,0					782,8								
787,5					782,3								
787,0					781,8								
786,5					781,3								
786,0					780,8								
785,5					780,3								
785,0					779,8								
784,5					779,3								
784,0					778,8								
783,5					778,3								
783,0					777,8								
782,5					777,3								
782,0					776,8								
781,5					776,3								
781,0					775,8								
780,5					775,3								
780,0					774,8								
779,5					774,3								
779,0					773,8								
778,5					773,3								
778,0					772,8								
777,5					772,5								
777,0					772,0					b	9	b	52,9
776,5					771,5								
776,0					771,0								
775,5					770,5								
775,0					770,0								
774,5					769,5								
774,0					769,0								
773,5					768,5								
773,0	768,0												
772,5	767,5												
772,0	767,0												
771,5	766,5												
771,0	766,0	c	-5	c	38,9								

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

770,5					765,5				
770,0					765,0	d	22	d	65,9
769,5					764,5				
769,0					764,0				
768,5					763,5				
768,0					763,0				
767,5					762,5				
767,0					762,0	e	2	e	45,9
766,5					761,5				
766,0					761,0				
765,0					760,5				
764,5					760,0				
764,0					759,5				
763,5					759,0				
763,0					758,5				
762,5					758,0				
762,0					757,5				
761,5					757,0				
761,0					756,5				
760,5					756,0				
760,0					755,5				
759,5					755,0				
759,0					754,5				
758,5					754,0	f	-1	f	42,9
758,0					753,5				
757,5					753,0				
757,0					752,5				
756,5					752,0				
756,0					751,5				
755,5					751,0				
755,0					750,5				
754,5					750,0				
754,0					749,5				
753,5					749,0				
753,0					748,5				
752,5					748,0				
752,0					747,5				
751,5					747,0				
751,0					746,5	g	19	g	62,9
750,5					746,0				
750,0					745,5				
749,5									
749,0									
748,5									
748,0									

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

Estrutura:	CASA DE FORÇA
Talude:	Talude I (295/68, 79)

Talude Composto: SM-305 + SM-306				
cota	RMR (cc)		SMR (cc)	
803,3				
802,8				
802,3				
801,8				
801,3				
800,8				
800,3				
799,8				
799,3				
798,8				
798,3				
797,8				
797,3				
796,8				
796,3				
795,8				
795,3				
794,8				
794,3				
793,8				
793,3				
792,8				
792,3				
791,8				
791,3				
790,8				
790,3				
789,8				
789,3				
788,8				
788,3	a	19	a	38,9
787,8				
787,3				
786,8				
786,3				
785,8				

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

785,3				
784,8				
784,3				
783,8				
783,3				
782,8				
782,3				
781,8				
781,3				
780,8				
780,3				
779,8				
779,3				
778,8				
778,3				
777,8				
777,3				
776,8				
776,3				
775,8				
775,3				
774,8				
774,3				
773,8				
773,3				
772,8				
772,5				
772,0	b	9	b	53,9
771,5				
771,0				
770,5				
770,0				
769,5				
769,0				
768,5	c	-5	c	39,9
768,0				
767,5				
767,0				
766,5				
766,0				
765,5				
765,0	d	22	d	66,9
764,5				

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

764,0	e	2	e	46,9
763,5				
763,0				
762,5				
762,0				
761,5				
761,0				
760,5				
760,0				
759,5	f	-1	f	43,9
759,0				
758,5				
758,0				
757,5				
757,0				
756,5				
756,0				
755,5				
755,0				
754,5				
754,0				
753,5				
753,0				
752,5				
752,0				
751,5				
751,0				
750,5				
750,0				
749,5				
749,0				
748,5				
748,0				
747,5	g	19	g	63,9
747,0				
746,5				
746,0				
745,5				

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

Estrutura:	DESVIO DO RIO JUSANTE
Talude:	Talude I (200/45)

Estrutura:	DESVIO DO RIO JUSANTE
Talude:	Talude I (200/45)

PERFIL REPRESENTATIVO - SM-301				
cota	RMR (Batalha)		SMR (Batalha)	
763,0				
762,5				
762,0				
761,5				
761,0				
760,5				
760,0				
759,5				
759,0				
758,5				
758,0				
757,5	Talude Completo	-3 (V)	Talude Completo	37,5 (IV)
757,0				
756,5				
756,0				
755,5				
755,0				
754,5				
754,0				
753,5				
753,0				
752,5				
752,0				
751,5				
751,0				

PERFIL REPRESENTATIVO - SM-301				
cota	RMR (bxc)		SMR (bxc)	
791,0				
790,5				
790,0				
789,5				
789,0				
788,5				
788,0				
787,5				
787,0				
786,5				
786,0				
785,5				
785,0				
784,5				
784,0				
783,5				
783,0				
782,5				
782,0				
781,5				
781,0				
780,5				
780,0				
779,5				
779,0				
778,5				
778,0				
777,5				
777,0				
776,5				
776,0				
775,5				
775,0				
774,5				
774,0				
773,5				
773,0				
772,5				

Legenda:

= trecho de amostragem integral

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
resumo

Estrutura:	DESVIO DO RIO JUSANTE
Talude:	Talude III (020/79)

PERFIL REPRESENTATIVO - SM-301				
cota	RMR (Batalha)		SMR (Batalha)	
765,6	Talude Superior	44 (III)	Talude Superior	46,8 (III)
765,1				
764,6				
764,1				
763,6				
763,1				
762,6				
762,1				
761,6				
761,1				
760,6				
760,1				
759,6				
759,1				
758,6				
758,1				
757,6				
757,1	Talude Inferior	52 (III)	Talude Inferior	54,8 (III)
756,6				
756,1				
755,6				
755,1				
754,6				
754,1				
753,6				
753,1				
752,6				
752,1				
751,6				
751,1				

Legenda:

= trecho de amostragem integral

772,0	Talude Completo	10 (V)	Talude Completo	59,4 (III)
771,5				
771,0				
770,5				
770,0				
769,5				
769,0				
768,5				
768,0				
767,5				
767,0				
766,5				
766,0				
765,5				
765,0				
764,5				
764,0				
763,5				
763,0				
762,5				
762,0				
761,5				
761,0				
760,5				
760,0				
759,5				
759,0				
758,5				
758,0				
757,5				
757,0				
756,5				
756,0				
755,5				
755,0				
754,5				
754,0				
753,5				
753,0				
752,5				
752,0				
751,5				
751,0				
750,5				

Anexo VII
Comparativo de Classificações
– Resumo e Conclusões

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	DESVIO DO RIO MONTANTE
Talude:	Talude I (030/79)

sondagem: SM-301			
boca: 784,50			
cota	RQD log	litologia	
780,5	R4	50-26	F
780,0	R4	50-26	F
779,5	R4	50-26	F
779,0	R4	50-26	F
778,5	R4	50-26	F
778,0	R4	50-26	F
777,5	R4	50-26	F
777,0	R4	50-26	F
776,5	R4	50-26	F
776,0	R4	50-26	F
775,5	R4	50-26	F
775,0	R4	50-26	F
774,5	R4	50-26	F
774,0	R1	100-91	Q/F
773,5	R1	100-91	Q/F
773,0	R1	100-91	Q/F
772,5	R3	75-51	F/Q
772,0	R3	75-51	F/Q
771,5	R3	75-51	F/Q
771,0	R1	100-91	F/Q
770,5	R1	100-91	F/Q
770,0	R1	100-91	F/Q
769,5	R3	75-51	F/Q
769,0	R3	75-51	F/Q
768,5	R3	75-51	F/Q
768,0	R4	50-26	F/Q
767,5	R4	50-26	F/Q
767,0	R4	50-26	F/Q
766,5	R4	50-26	F/Q
766,0	R4	50-26	F/Q
765,5	R4	50-26	F/Q
765,0	R4	50-26	F/Q
764,5	R4	50-26	F/Q
764,0	R4	50-26	F/Q
763,5	R4	50-26	F/Q
763,0	R4	50-26	F/Q
762,5	R4	50-26	F/Q
762,0	R4	50-26	F/Q
761,5	R4	50-26	F/Q
761,0	R4	50-26	F/Q
760,5	R4	50-26	F/Q
760,0	R4	50-26	F/Q
759,5	R4	50-26	F/Q
759,0	R4	50-26	F/Q
758,5	R4	50-26	F/Q
758,0	R4	50-26	F/Q
757,5	R4	50-26	F/Q
757,0	R4	50-26	F/Q
756,5	R4	50-26	F/Q
756,0	R4	50-26	F/Q
755,5	R4	50-26	F/Q
755,0	R4	50-26	F/Q
754,5	R4	50-26	F/Q
754,0	R4	50-26	F/Q
753,5	R4	50-26	F/Q
753,0	R5	25-0	Q/F
752,5	R5	25-0	Q/F
752,0	R5	25-0	Q/F
751,5	R5	25-0	Q/F
751,0	R5	25-0	Q/F
750,5	R5	25-0	Q/F
750,0	R5	25-0	Q/F
749,5	R1	100-91	Q/F
749,0	R1	100-91	Q/F
748,5	R1	100-91	Q/F

	Batalha	RMR (Batalha)	SMR (Batalha)	RMR	SMR				
Talude Superior	3 F/Q	Talude Superior	34 (IV)	Talude Superior	58 (III)	b	28 (IV)	b	52 (III)
Talude Médio	2 Fg/Q	Talude Médio	27 (IV)	Talude Médio	51 (III)	c	46 (III)	c	71 (II)
Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	32 (IV)	Talude Inferior	56 (III)	d	34 (IV)	d	58 (III)
						e	46 (III)	e	70 (II)
						f	34 (IV)	f	58 (III)
						g	27 (IV)	g	51 (III)
						h	24 (IV)	h	48 (III)
						i	16 (V)	i	40 (IV)

Legenda:
 c/ fol = concordante com a foliação (em direção) = maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)
 = maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	DESVIO DO RIO MONTANTE
Talude:	Talude II (120/68, 79)

sondagem: SM-301 + (TA - talude I)			
boca: 784,50			
cota	RQD log	litologia	
804,0	R2	90-76	F/Q
803,5	R2	90-76	F/Q
803	R2	90-76	F/Q
802,5	R3	75-51	F/Q
802	R3	75-51	F/Q
801,5	R3	75-51	F/Q
801	R3	75-51	F/Q
800,5	R3	75-51	F/Q
800	R3	75-51	F/Q
799,5	R3	75-51	F/Q
799	R3	75-51	F/Q
798,5	R3	75-51	F/Q
798	R3	75-51	F/Q
797,5	R3	75-51	F/Q
797	R3	75-51	F/Q
796,5	R3	75-51	F/Q
796	R2	90-76	F/Q
795,5	R2	90-76	F/Q
795	R2	90-76	F/Q
794,5	R2	90-76	F/Q
794	R2	90-76	F/Q
793,5	R2	90-76	F/Q
793	R2	90-76	F/Q
792,5	R2	90-76	F/Q
792	R2	90-76	F/Q
791,5	R2	90-76	F/Q
791	R2	90-76	F/Q
790,5	R3	75-51	F/Q
790	R3	75-51	F/Q
789,5	R3	75-51	F/Q
789	R3	75-51	F/Q
788,5	R3	75-51	F/Q
788	R3	75-51	F/Q
787,5	R3	75-51	F/Q
786,8	R4	50-26	F/Q
786,3	R4	50-26	F/Q
785,8	R4	50-26	F/Q
785,3	R4	50-26	F/Q
784,8	R4	50-26	F/Q
783,5	R5	25-0	F
783,0	R5	25-0	F
782,5	R5	25-0	F
782,0	R5	25-0	F
781,5	R5	25-0	F
781,0	R5	25-0	F
780,5	R4	50-26	F
780,0	R4	50-26	F
779,5	R4	50-26	F
779,0	R4	50-26	F
778,5	R4	50-26	F
778,0	R4	50-26	F
777,5	R4	50-26	F
777,0	R4	50-26	F
776,5	R4	50-26	F
776,0	R4	50-26	F
775,5	R4	50-26	F
775,0	R4	50-26	F
774,5	R4	50-26	F

		Batalha	RMR (Batalha)	SMR (Batalha)	RMR		SMR																
talude 1H:1V	(TA) Talude Médio	3 F/Q	(TA) Talude Médio	28 (IV)	(TA) Talude Médio	60,1 (III)	(TA) c	34 (IV)	(TA) c	59 (III)													
							(TA) d	28 (IV)	(TA) d	53 (III)													
							(TA) e	32 (IV)	(TA) e	57 (III)													
							(TA) f	28 (IV)	(TA) f	53 (III)													
							(TA) g	24 (IV)	(TA) g	49 (III)													
							talude 0,4H:1V	(TA) Talude Inferior	3 F/Q	(TA) Talude Inferior	31 (IV)	(TA) Talude Inferior	63,1 (II)	a	40 (IV)	a	45 (III)						
														b	48 (III)	b	53 (III)						
														Talude Superior	2 Fg/Q	Talude Superior	41 (III)	Talude Superior	46 (III)				

Trecho extrapolado do talude I da TA

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura: DESVIO DO RIO MONTANTE
Talude: Talude II (120/68, 79)

sondagem: SM-301 + (TA - talude I)			
boca: 784,50			
cota	RQD log	litologia	
774,0	R1	100-91	Q/F
773,5	R1	100-91	Q/F
773,0	R1	100-91	Q/F
772,5	R3	75-51	F/Q
772,0	R3	75-51	F/Q
771,5	R3	75-51	F/Q
771,0	R1	100-91	F/Q
770,5	R1	100-91	F/Q
770,0	R1	100-91	F/Q
769,5	R3	75-51	F/Q
769,0	R3	75-51	F/Q
768,5	R3	75-51	F/Q
768,0	R4	50-26	F/Q
767,5	R4	50-26	F/Q
767,0	R4	50-26	F/Q
766,5	R4	50-26	F/Q
766,0	R4	50-26	F/Q
765,5	R4	50-26	F/Q
765,0	R4	50-26	F/Q
764,5	R4	50-26	F/Q
764,0	R4	50-26	F/Q
763,5	R4	50-26	F/Q
763,0	R4	50-26	F/Q
762,5	R4	50-26	F/Q
762,0	R4	50-26	F/Q
761,5	R4	50-26	F/Q
761,0	R4	50-26	F/Q
760,5	R4	50-26	F/Q
760,0	R4	50-26	F/Q
759,5	R4	50-26	F/Q
759,0	R4	50-26	F/Q
758,5	R4	50-26	F/Q
758,0	R4	50-26	F/Q
757,5	R4	50-26	F/Q
757,0	R4	50-26	F/Q
756,5	R4	50-26	F/Q
756,0	R4	50-26	F/Q
755,5	R4	50-26	F/Q
755,0	R4	50-26	F/Q
754,5	R4	50-26	F/Q
754,0	R4	50-26	F/Q
753,5	R4	50-26	F/Q
753,0	R5	25-0	Q/F
752,5	R5	25-0	Q/F
752,0	R5	25-0	Q/F
751,5	R5	25-0	Q/F
751,0	R5	25-0	Q/F
750,5	R5	25-0	Q/F
750,0	R5	25-0	Q/F

Batalha		RMR (Batalha)		SMR (Batalha)		RMR		SMR		
talude 0.2H:1V	Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	51 (III)	Talude Inferior	56 (III)	c	66 (II)	c	71 (II)
							d	54 (III)	d	59 (III)
							e	66 (II)	e	71 (II)
							f	54 (III)	f	59 (III)
							g	47 (III)	g	52 (III)
							h	44 (III)	h	49 (III)
							i	36 (IV)	i	41 (III)

Legenda:
 c/ fol = concordante com a foliação (em direção)
 = trecho de amostragem integral
 = maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)
 = maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura: DESVIO DO RIO MONTANTE
Talude: Talude III (210/45)

prof. (m)	PERFIL REPRESENTATIVO - SM-301					Batalha	RMR (Batalha)	SMR (Batalha)	RMR	SMR																																																																																				
	cota	RQD log		litologia																																																																																										
13,5	771,0	R1	100-91	F/Q	Talude Superior	2 Fg/Q	Talude Superior	-8 (V)	Talude Superior	41,8 (III)	e	11 (V)	e	60,8 (III)																																																																																
14,0	770,5	R1	100-91	F/Q							f	-1 (V)	f	48,8 (III)																																																																																
14,5	770,0	R1	100-91	F/Q							Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																																																										
15,0	769,5	R3	75-51	F/Q																	Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																																																
15,5	769,0	R3	75-51	F/Q																											Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																																						
16,0	768,5	R3	75-51	F/Q																																					Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																												
16,5	768,0	R4	50-26	F/Q																																															Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																		
17,0	767,5	R4	50-26	F/Q																																																									Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																								
17,5	767,0	R4	50-26	F/Q																																																																			Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)														
18,0	766,5	R4	50-26	F/Q																																																																													Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)				
18,5	766,0	R4	50-26	F/Q	Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)																																																																																	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)
19,0	765,5	R4	50-26	F/Q																																																																																										
19,5	765,0	R4	50-26	F/Q							Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																																																										
20,0	764,5	R4	50-26	F/Q																	Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																																																
20,5	764,0	R4	50-26	F/Q																											Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																																						
21,0	763,5	R4	50-26	F/Q																																					Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																												
21,5	763,0	R4	50-26	F/Q																																															Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																		
22,0	762,5	R4	50-26	F/Q																																																									Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																								
22,5	762,0	R4	50-26	F/Q																																																																			Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)														
23,0	761,5	R4	50-26	F/Q																																																																													Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)				
23,5	761,0	R4	50-26	F/Q	Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)																																																																																	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)
24,0	760,5	R4	50-26	F/Q																																																																																										
24,5	760,0	R4	50-26	F/Q							Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																																																										
25,0	759,5	R4	50-26	F/Q																	Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																																																
25,5	759,0	R4	50-26	F/Q																											Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																																						
26,0	758,5	R4	50-26	F/Q																																					Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																												
26,5	758,0	R4	50-26	F/Q																																															Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																		
27,0	757,5	R4	50-26	F/Q																																																									Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																								
27,5	757,0	R4	50-26	F/Q																																																																			Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)														
28,0	756,5	R4	50-26	F/Q																																																																													Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)				
28,5	756,0	R4	50-26	F/Q	Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)																																																																																	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)
29,0	755,5	R4	50-26	F/Q																																																																																										
29,5	755,0	R4	50-26	F/Q							Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																																																										
30,0	754,5	R4	50-26	F/Q																	Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																																																
30,5	754,0	R4	50-26	F/Q																											Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																																						
31,0	753,5	R4	50-26	F/Q																																					Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	h	-11 (V)	h	38,8 (IV)																																												
31,5	753,0	R5	25-0	Q/F																																															Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	i	-19 (V)	i	30,8 (IV)																																		
32,0	752,5	R5	25-0	Q/F																																																									Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	i	-19 (V)	i	30,8 (IV)																								
32,5	752,0	R5	25-0	Q/F																																																																			Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	i	-19 (V)	i	30,8 (IV)														
33,0	751,5	R5	25-0	Q/F																																																																													Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	i	-19 (V)	i	30,8 (IV)				
33,5	751,0	R5	25-0	Q/F	Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)																																																																																	i	-19 (V)	i	30,8 (IV)
34,0	750,5	R5	25-0	Q/F																																																																																										
34,5	750,0	R5	25-0	Q/F							Talude Inferior	3 F/Fg	Talude Inferior	-3 (V)	Talude Inferior	46,8 (III)	i	-19 (V)	i	30,8 (IV)																																																																										

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	TOMADA D'ÁGUA
Talude:	Talude I (120/45, 68, 79)

Talude Composto: SM-302 + SRI-15				Classificações									
cota	RQD		litologia	talude 1H:1V	Batalha	RMR (Batalha)		SMR (Batalha)		RMR		SMR	
					Talude Superior	Talude Superior		Talude Superior		a		a	
804,0	R2	90-76	F/Q	talude 0,4H:1V	2 Q/F	Talude Superior	22 (IV)	54,1 (III)		38 (IV)		70,1 (II)	
803,5	R2	90-76	F/Q										
803	R2	90-76	F/Q										
802,5	R3	75-51	F/Q										
802	R3	75-51	F/Q										
801,5	R3	75-51	F/Q										
801	R3	75-51	F/Q										
800,5	R3	75-51	F/Q										
800	R3	75-51	F/Q										
799,5	R3	75-51	F/Q										
799	R3	75-51	F/Q	talude 0,4H:1V	3 F/Q	Talude Médio	28 (IV)	60,1 (III)		28 (IV)		60,1 (III)	
798,5	R3	75-51	F/Q										
798	R3	75-51	F/Q										
797,5	R3	75-51	F/Q										
797	R3	75-51	F/Q										
796,5	R3	75-51	F/Q										
796	R2	90-76	F/Q										
795,5	R2	90-76	F/Q										
795	R2	90-76	F/Q										
794,5	R2	90-76	F/Q										
794	R2	90-76	F/Q	talude 0,2H:1V	3 F/Q	Talude Inferior	31 (IV)	63,1 (II)		24 (IV)		56,1 (III)	
793,5	R2	90-76	F/Q										
793	R2	90-76	F/Q										
792,5	R2	90-76	F/Q										
792	R2	90-76	F/Q										
791,5	R2	90-76	F/Q										
791	R2	90-76	F/Q										
790,5	R3	75-51	F/Q										
790	R3	75-51	F/Q										
789,5	R3	75-51	F/Q										
789	R3	75-51	F/Q										
788,5	R3	75-51	F/Q										
788	R3	75-51	F/Q										
787,5	R3	75-51	F/Q										
786,8	R4	50-26	F/Q										
786,3	R4	50-26	F/Q										
785,8	R4	50-26	F/Q										
785,3	R4	50-26	F/Q										
784,8	R4	50-26	F/Q										
784,3	R4	50-26	F/Q										
783,8	R4	50-26	F/Q										
783,3	R4	50-26	F/Q										
782,8	R4	50-26	F/Q										
782,3	R4	50-26	F/Q										
781,8	R4	50-26	F/Q										
781,3	R4	50-26	F/Q										
780,8	R4	50-26	F/Q										
780,3	R4	50-26	F/Q										
779,8	R4	50-26	F/Q										
779,3	R4	50-26	F/Q										
778,8	R4	50-26	Q										
778,3	R4	50-26	F/Q										
777,8	R4	50-26	F/Q										
777,3	R4	50-26	F/Q										
776,8	R4	50-26	F/Q										
776,3	R4	50-26	F/Q										
775,8	R4	50-26	F/Q										
775,3	R1	100-91	F/Q										
774,8	R1	100-91	Q										
774,3	R1	100-91	Q										
773,8	R1	100-91	Q										
773,3	R1	100-91	F/Q										
772,8	R1	100-91	F/Q										
772,3	R1	100-91	F/Q										
771,8	R1	100-91	F/Q										
771,3	R1	100-91	F/Q										
770,8	R1	100-91	F/Q										

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	TOMADA D'ÁGUA
Talude:	Talude II (205/45, 52)

Talude Composto: SM-302 + SR-310				NA norm	Classificações									
cota	RQD		litologia		Batalha	RMR (Batalha)	SMR (Batalha)	RMR		SMR				
796,3	R5	25-0	F/Q	800,00	talude superior	2 Q/F	talude superior	-9 (V)	talude superior	40,7 (III)	a	-12 (V)	a	37,7 (IV)
795,9	R5	25-0	Q								b	-11 (V)	b	38,7 (IV)
795,5	R5	25-0	Q								c	17 (V)	c	66,7 (II)
794,6	R5	25-0	Fg											
794,2	R5	25-0	Fg											
793,7	R5	25-0	Fg											
793,3	R5	25-0	Fg											
792,9	R5	25-0	Fg											
792,4	R5	25-0	Fg											
791,6	R1	100-91	F/Q											
791,1	R1	100-91	F/Q											
790,7	R1	100-91	F/Q	d	3 (V)	d	52,7 (III)							
790,3	R1	100-91	F/Q											
789,8	R1	100-91	F/Q											
789,4	R1	100-91	F/Q											
789,0	R1	100-91	F/Q											
788,1	R1	100-91	F/Q											
787,7	R1	100-91	F/Q											
787,2	R1	100-91	F/Q											
786,8	R1	100-91	F/Q											
786,4	R1	100-91	Q											
785,9	R1	100-91	Q	e	-16 (V)	e	33,7 (IV)							
785,5	R1	100-91	Q											
784,6	R1	100-91	Q/F											
784,2	R1	100-91	Q/F											
783,8	R1	100-91	Q/F											
783,3	R1	100-91	Q/F											
782,9	R1	100-91	Q/F											
782,5	R1	100-91	F/Q											
781,6	R1	100-91	F/Q											
781,2	R1	100-91	F/Q											
780,7	R1	100-91	F/Q	f	13 (V)	f	62,7 (II)							
780,3	R1	100-91	F/Q											
779,8	R4	50-26	F/Q											
779,3	R4	50-26	F/Q											
778,8	R4	50-26	Q											
778,3	R4	50-26	F/Q											
777,8	R4	50-26	F/Q											
777,3	R4	50-26	F/Q											
776,8	R4	50-26	F/Q											
776,3	R4	50-26	F/Q											
775,8	R4	50-26	F/Q											
775,3	R1	100-91	F/Q	talude inferior	3 F/Q	talude inferior	6 (V)	talude inferior	53,1 (III)					
774,8	R1	100-91	Q											
774,3	R1	100-91	Q											
773,8	R1	100-91	Q											
773,3	R1	100-91	F/Q											
772,8	R1	100-91	F/Q											
772,3	R1	100-91	F/Q											
771,8	R1	100-91	F/Q											
771,3	R1	100-91	F/Q											
770,8	R1	100-91	F/Q											

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	VERTEDOURO
Talude:	Talude I (013/34)

Talude Composto: SR-06 + SM-109			
cota	RQD	litologia	
800,8	R4	50-26	Q
800,3	R4	50-26	Q
799,8	R4	50-26	Q
799,3	R4	50-26	Q
798,8	R4	50-26	Q
798,3	R4	50-26	Q
797,8	R4	50-26	Q
797,3	R4	50-26	Q
796,8	R5	25-0	Fg
796,3	R5	25-0	Fg
795,8	R5	25-0	Fg
795,3	R5	25-0	Fg
794,8	R5	25-0	Fg
794,3	R5	25-0	Fg
793,8	R5	25-0	Fg
793,3	R5	25-0	Fg
792,8	R5	25-0	Fg
792,3	R5	25-0	Fg
791,8	R5	25-0	Fg
791,3	R5	25-0	Fg
790,8	R5	25-0	Fg
790,3	R5	25-0	Fg
789,8	R5	25-0	Fg/Q
789,3	R5	25-0	Fg/Q
788,8	R5	25-0	Fg/Q
788,3	R5	25-0	Fg/Q
787,8	R4	50-26	Fg/Q
787,3	R4	50-26	Fg/Q
786,8	R4	50-26	Fg/Q
786,3	R5	25-0	Fg/Q
785,8	R5	25-0	Fg/Q
785,3	R5	25-0	Fg/Q
784,8	R5	25-0	Fg/Q
784,3	R5	25-0	Fg/Q
783,8	R5	25-0	Fg/Q
783,3	R5	25-0	Fg/Q
782,8	R5	25-0	Fg/Q
782,3	R5	25-0	Fg/Q
781,8	R5	25-0	Fg/Q
781,3	R5	25-0	Fg/Q
780,8	R5	25-0	Fg/Q
780,3	R5	25-0	Fg/Q
779,8	R5	25-0	Fg/Q

	Classificações														
	Batalha	RMR (Batalha)	SMR (Batalha)	RMR	SMR										
Talude Superior	material 1	Talude Superior	-6 (V)	Talude Superior	2 (V)	a	21 (IV)	a	29 (IV)						
						b	14 (V)	b	22 (IV)						
						Talude Inferior	2 F/Q	Talude Inferior	21 (IV)	Talude Inferior	29 (IV)	c	13 (V)	c	21 (IV)

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

- = trecho de amostragem integral
- = maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)
- = maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	VERTEDOURO
Talude:	Talude II (025/40, 59)

Talude Composto: SM-109			
cota	RQD		litologia
816,3	R5	25-0	solo
815,8	R5	25-0	solo
815,3	R5	25-0	solo
814,8	R5	25-0	solo
814,3	R5	25-0	solo
813,8	R5	25-0	solo
813,3	R5	25-0	saprolito
812,8	R5	25-0	saprolito
812,3	R5	25-0	Fg
811,8	R5	25-0	F/Q
811,3	R5	25-0	F/Q
810,8	R5	25-0	F/Q
810,3	R5	25-0	F/Q
809,8	R5	25-0	Fg
809,3	R5	25-0	Fg
808,8	R5	25-0	Fg
808,3	R5	25-0	Fg
807,8	R5	25-0	Fg
807,3	R5	25-0	Fg
806,8	R5	25-0	Fg
806,3	R5	25-0	Fg
805,8	R5	25-0	Fg
805,3	R5	25-0	Fg
804,8	R5	25-0	Fg
804,3	R5	25-0	Fg
803,8	R5	25-0	Fg
803,3	R5	25-0	Fg
802,8	R3	75-51	Q
802,3	R3	75-51	Q
801,8	R4	50-26	Q
801,3	R4	50-26	Q
800,8	R4	50-26	Q
800,3	R4	50-26	Q
799,8	R4	50-26	Q
799,3	R4	50-26	Q
798,8	R4	50-26	Q
798,3	R4	50-26	Q
797,8	R4	50-26	Q
797,3	R4	50-26	Q
796,8	R5	25-0	Fg
796,3	R5	25-0	Fg
795,8	R5	25-0	Fg
795,3	R5	25-0	Fg
794,8	R5	25-0	Fg
794,3	R5	25-0	Fg
793,8	R5	25-0	Fg
793,3	R5	25-0	Fg
792,8	R5	25-0	Fg
792,3	R5	25-0	Fg
791,8	R5	25-0	Fg
791,3	R5	25-0	Fg
790,8	R5	25-0	Fg
790,3	R5	25-0	Fg

		Classificações														
		Batalha	RMR (Batalha)	SMR (Batalha)	RMR		SMR									
Talude 1,2H:1V	Talude Superior	material 1	Talude Superior	-6 (V)	Talude Superior	23,4 (IV)	a	-7 (V)	a	22,4 (IV)						
							b	-5 (V)	b	24,4 (IV)						
							c	22 (IV)	c	51,4 (III)						
							d	19 (V)	d	48,4 (III)						
							Talude Médio	2 F/Q; Fg	Talude Médio	27 (IV)	Talude Médio	56,4 (III)				

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	VERTEDOURO
Talude:	Talude II (025/40, 59)

Talude Composto: SM-109			
cota	RQD	litologia	
789,8	R5	25-0	Fg/Q
789,3	R5	25-0	Fg/Q
788,8	R5	25-0	Fg/Q
788,3	R5	25-0	Fg/Q
787,8	R4	50-26	Fg/Q
787,3	R4	50-26	Fg/Q
786,8	R4	50-26	Fg/Q
786,3	R5	25-0	Fg/Q
785,8	R5	25-0	Fg/Q
785,3	R5	25-0	Fg/Q
784,8	R5	25-0	Fg/Q
784,3	R5	25-0	Fg/Q
783,8	R5	25-0	Fg/Q
783,3	R5	25-0	Fg/Q
782,8	R5	25-0	Fg/Q
782,3	R5	25-0	Fg/Q
781,8	R5	25-0	Fg/Q
781,3	R5	25-0	Fg/Q
780,8	R5	25-0	Fg/Q
780,3	R5	25-0	Fg/Q
779,8	R5	25-0	Fg/Q

Talude 0,6H:1V

Classificações									
Batalha		RMR (Batalha)		SMR (Batalha)		RMR		SMR	
Talude Inferior		Talude Inferior		Talude Inferior		Talude Inferior		Talude Inferior	
3 Q/F; Fg		18 (V)		47,4 (III)		e 21 (IV)		e 50,4 (III)	

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

- = trecho de amostragem integral
- = maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)
- = maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	VERTEDOIRO
Talude:	Talude III (025/40, 59, 84)

Talude Composto: SM-109 + SM-110			
cota	RQD		litologia
816,3	R5	25-0	solo
815,8	R5	25-0	solo
815,3	R5	25-0	solo
814,8	R5	25-0	solo
814,3	R5	25-0	solo
813,8	R5	25-0	solo
813,3	R5	25-0	saprolito
812,8	R5	25-0	saprolito
812,5	R5	25-0	Fg
812,0	R5	25-0	F/Q
811,5	R5	25-0	F/Q
811,0	R5	25-0	F/Q
810,5	R5	25-0	F/Q
810,0	R5	25-0	Fg
809,5	R5	25-0	Fg
809,0	R5	25-0	Fg
808,5	R5	25-0	Fg
808,0	R5	25-0	Fg
807,5	R5	25-0	Fg
807,0	R5	25-0	Fg
806,5	R5	25-0	Fg
806,0	R5	25-0	Fg
805,5	R2	90-76	Fg/Q
805,0	R2	90-76	Fg/Q
804,5	R2	90-76	Fg/Q
804,0	R2	90-76	Fg/Q
803,5	R2	90-76	Fg/Q
803,0	R3	75-51	Fg/Q
802,5	R3	75-51	Fg/Q
802,0	R3	75-51	Fg/Q
801,5	R4	50-26	Q
801,0	R4	50-26	Q
800,5	R4	50-26	Q
800,0	R4	50-26	Q
799,5	R4	50-26	Q
799,0	R4	50-26	Q
798,5	R3	75-51	Fg/Q
798,0	R3	75-51	Fg/Q
797,5	R3	75-51	Fg/Q
797,0	R3	75-51	Fg/Q
796,5	R5	25-0	Fg
796,0	R5	25-0	Fg
795,5	R5	25-0	Fg
795,0	R5	25-0	Fg
794,5	R5	25-0	Fg
794,0	R5	25-0	Fg
793,5	R5	25-0	Fg
793,0	R5	25-0	Fg
792,5	R5	25-0	Fg
792,0	R5	25-0	Fg
791,5	R4	50-26	Fg/Q
791,0	R4	50-26	Fg/Q
790,5	R4	50-26	Fg/Q
790,0	R4	50-26	Fg/Q
789,5	R4	50-26	Fg/Q

		Classificações													
		Batalha	RMR (Batalha)	SMR (Batalha)	RMR	SMR									
Talude Superior	material 1 + 2 Fg	Talude Superior	-6 (V)	Talude Superior	42,2 (III)	a	-12 (V)	a	36,2 (IV)						
						b	-11 (V)	b	37,2 (IV)						
						c	10 (V)	c	58,2 (III)						
						d	-1 (V)	d	47,2 (III)						
						e	9 (V)	e	55,4 (III)						
						f	-5 (V)	f	41,4 (III)						
						g	-3 (V)	g	43,4 (III)						
						Talude Médio	3 F/Q; Fg	Talude Médio	6 (V)	Talude Médio	54,2 (III)				
Talude Inferior															

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	VERTEDOURO
Talude:	Talude III (025/40, 59, 84)

Talude Composto: SM-109 + SM-110				Classificações									
cota	RQD		litologia	Batalha		RMR (Batalha)		SMR (Batalha)		RMR		SMR	
789,0	R5	25-0	Fg/Q	Talude inferior	3 F/Q; Fg	Talude inferior	6 (V)	Talude inferior	52,4 (III)	h	-4 (V)	h	42,4 (III)
788,5	R5	25-0	Fg/Q										
788,0	R4	50-26	Fg/Q										
787,5	R4	50-26	Fg/Q										
787,0	R4	50-26	Fg/Q										
786,5	R5	25-0	Fg/Q										
786,0	R5	25-0	Fg/Q										
785,5	R5	25-0	Fg/Q										
785,0	R5	25-0	Fg/Q										
784,5	R5	25-0	Fg/Q										
784,0	R5	25-0	Fg/Q										
783,5	R5	25-0	Fg/Q										
783,0	R3	75-51	Fg/Q	Talude 0,1H:1V									
782,5	R3	75-51	Fg/Q										
782,0	R3	75-51	Fg/Q										
781,5	R3	75-51	Fg/Q										
781,0	R3	75-51	Fg/Q										
780,5	R2	90-76	Fg/Q										
780,0	R2	90-76	Fg/Q										
779,5	R2	90-76	Fg/Q										
779,0	R3	75-51	Fg/Q										
778,5	R3	75-51	Fg/Q										
778,0	R3	75-51	Fg/Q										
777,5	R3	75-51	Fg/Q										

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

- = trecho de amostragem integral
- = maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)
- = maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	VERTEDOURO
Talude:	Talude IV (025/59)

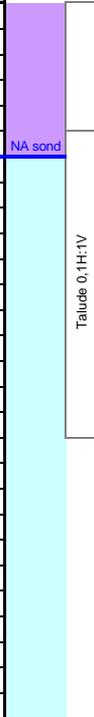
Talude Composto: SM-110 + SM-111			
cota	RQD		litologia
805,0	R2	90-76	Fg/Q
804,5	R2	90-76	Fg/Q
804,0	R2	90-76	Fg/Q
803,5	R2	90-76	Fg/Q
803,0	R3	75-51	Fg/Q
802,5	R3	75-51	Fg/Q
802,0	R3	75-51	Fg/Q
801,5	R5	25-0	Fg/Q
801,0	R5	25-0	Fg/Q
800,5	R5	25-0	Fg/Q
800,0	R5	25-0	Fg/Q
799,5	R3	75-51	Fg/Q
799,0	R3	75-51	Fg/Q
798,5	R3	75-51	Fg/Q
798,0	R3	75-51	Fg/Q
797,5	R3	75-51	Fg/Q
797,0	R3	75-51	Fg/Q
796,5	R5	25-0	Fg/Q
796,0	R5	25-0	Fg/Q
795,5	R5	25-0	Fg/Q
795,0	R5	25-0	Fg/Q
794,5	R5	25-0	Fg/Q
794,0	R5	25-0	Fg/Q
793,5	R5	25-0	Fg/Q
793,0	R5	25-0	Fg/Q
792,5	R5	25-0	Fg/Q
792,0	R5	25-0	Fg/Q
791,5	R4	50-26	Fg/Q
791,0	R4	50-26	Fg/Q
790,5	R4	50-26	Fg/Q
790,0	R4	50-26	Fg/Q
789,5	R4	50-26	Fg/Q
789,0	R3	75-51	Fg/Q
788,5	R3	75-51	Fg/Q
788,0	R3	75-51	Fg/Q
787,5	R3	75-51	Fg/Q
787,0	R3	75-51	Fg/Q
786,5	R3	75-51	Fg/Q
786,0	R3	75-51	Fg/Q
785,5	R3	75-51	Fg/Q
785,0	R3	75-51	Fg/Q
784,5	R3	75-51	Fg/Q
784,0	R3	75-51	Fg/Q
783,5	R3	75-51	Fg/Q
783,0	R3	75-51	Fg/Q
782,5	R3	75-51	Fg/Q
782,0	R3	75-51	Fg/Q
781,5	R3	75-51	Fg/Q
781,0	R3	75-51	Fg/Q
780,5	R2	90-76	Fg/Q
780,0	R2	90-76	Fg/Q
779,5	R2	90-76	Fg/Q
779,0	R3	75-51	Fg/Q
778,5	R3	75-51	Fg/Q
778,0	R3	75-51	Fg/Q
777,5	R5	25-0	Q/F
777,0	R5	25-0	Q/F
776,5	R5	25-0	Q/F
776,0	R5	25-0	Q/F
775,5	R5	25-0	Q/F
775,0	R5	25-0	Q/F
774,5	R5	25-0	Q/F

Classificações								
Batalha	RMR (Batalha)	SMR (Batalha)	RMR		SMR			
Talude Completo	3 Fg; Q/F	1 (V)	Talude Completo	49,9 (III)	a	10 (V)	a	58,9 (III)
					b	-9 (V)	b	39,9 (IV)
					c	6 (V)	c	54,9 (III)
					d	-9 (V)	d	39,9 (IV)
					e	-1 (V)	e	47,9 (III)
					f	6 (V)	f	54,9 (III)
					g	-5 (V)	g	43,9 (III)
					h	-9 (V)	h	39,9 (IV)
Talude 1,2H:1V								
Talude 0,6H:1V								

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	VERTEDOURO
Talude:	Talude IV (025/59)

Talude Composto: SM-110 + SM-111			
cota	RQD	litologia	
774,0	R4	50-26	Q/F
773,5	R4	50-26	Q/F
773,0	R4	50-26	Q/F
772,5	R4	50-26	Q/F
772,0	R4	50-26	Q/F
771,5	R4	50-26	Q/F
771,0	R3	75-51	Fg
770,5	R3	75-51	Fg
770,0	R3	75-51	Fg
769,5	R3	75-51	Fg
769,0	R4	50-26	Fg
768,5	R4	50-26	Fg
768,0	R4	50-26	Fg
767,5	R2	90-76	Fg
767,0	R2	90-76	Fg
766,5	R2	90-76	Fg
766,0	R2	90-76	Fg
765,5	R2	90-76	Fg
765,0	R2	90-76	Fg
764,5	R1	100-91	Fg
764,0	R1	100-91	Fg
763,5	R1	100-91	Fg
763,0	R1	100-91	Fg
762,5	R1	100-91	Fg
762,0	R1	100-91	Fg
761,5	R2	90-76	Fg
761,0	R2	90-76	Fg
760,5	R2	90-76	Fg



Classificações									
Batalha		RMR (Batalha)		SMR (Batalha)		RMR		SMR	
						i	-1 (V)	i	47,9 (III)
						j	4 (V)	j	52,9 (III)
						k	13 (V)	k	61,9 (II)
						m	21 (IV)	m	69,9 (II)

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

- = trecho de amostragem integral
- = maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)
- = maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	VERTEDOURO
Talude:	Talude V (205/52)

Talude Composto: SM-110 + SM-111			
cota	RQD	litologia	
804,2	R4	50-26	F/Q
803,7	R4	50-26	F/Q
803,2	R4	50-26	F/Q
802,7	R4	50-26	F/Q
802,2	R4	50-26	F/Q
801,7	R4	50-26	F/Q
801,2	R4	50-26	F/Q
800,7	R3	75-51	F/Q
800,2	R3	75-51	F/Q
799,7	R3	75-51	F/Q
799,2	R3	75-51	F/Q
798,7	R3	75-51	F/Q
798,2	R3	75-51	F/Q
797,7	R3	75-51	F/Q
797,2	R3	75-51	F/Q
796,7	R3	75-51	F/Q
796,2	R3	75-51	F/Q
795,7	R3	75-51	F/Q
795,2	R4	50-26	F/Q
794,7	R4	50-26	F/Q
794,2	R4	50-26	F/Q
793,7	R4	50-26	F/Q
793,2	R4	50-26	F/Q
792,7	R4	50-26	F/Q
792,2	R4	50-26	F/Q
791,7	R4	50-26	F/Q
791,2	R4	50-26	F/Q
790,7	R4	50-26	F/Q
790,2	R4	50-26	F/Q
789,7	R4	50-26	F/Q
789,2	R2	90-76	F/Q
788,7	R2	90-76	F/Q
788,2	R2	90-76	F/Q
787,7	R2	90-76	F/Q
787,2	R2	90-76	F/Q
786,7	R2	90-76	F/Q
786,2	R2	90-76	F/Q
785,7	R2	90-76	F/Q
785,2	R3	75-51	F/Q
784,7	R3	75-51	F/Q
784,2	R3	75-51	F/Q
783,7	R3	75-51	F/Q
783,2	R2	90-76	F/Q
782,7	R2	90-76	F/Q
782,2	R2	90-76	F/Q
781,7	R2	90-76	F/Q
781,2	R2	90-76	F/Q
780,7	R2	90-76	F/Q
780,2	R2	90-76	F/Q
779,7	R2	90-76	F/Q
779,2	R2	90-76	F/Q
778,7	R2	90-76	F/Q
778,2	R2	90-76	F/Q
777,7	R2	90-76	F/Q
777,2	R2	90-76	F/Q
776,7	R2	90-76	F/Q
776,2	R2	90-76	F/Q
775,7	R2	90-76	F/Q

		Classificações													
		Batalha	RMR (Batalha)	SMR (Batalha)	RMR	SMR									
Talude Superior	2 F/Q; Fg	Talude Superior	-9 (V)	Talude Superior	16,9 (V)	a	-3 (V)	a	22,9 (IV)						
						b	-2 (V)	b	23,9 (IV)						
						c	-7 (V)	c	18,9 (V)						
						d	2 (V)	d	27,9 (IV)						
						e	-2 (V)	e	23,9 (IV)						
						f	5 (V)	f	30,9 (IV)						
						Talude Inferior	3 Q/F; Fg	Talude Inferior	-4 (V)	Talude Inferior	21,9 (IV)	d	2 (V)	d	27,9 (IV)
												e	-2 (V)	e	23,9 (IV)
												f	5 (V)	f	30,9 (IV)

- Legenda:
- c/ fol = concordante com a foliação (em direção)
 - = trecho de amostragem integral
 - = maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)
 - = maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	VERTEDOURO
Talude:	Talude IV (205/52)

Talude Composto: SM-114			
cota	RQD		litologia
769,6	R5	25-0	solo
769,1	R5	25-0	Fg
768,6	R5	25-0	Fg
768,1	R5	25-0	Fg
767,6	R5	25-0	Fg
767,1	R5	25-0	Fg
766,6	R5	25-0	Fg
766,1	R5	25-0	Fg
765,6	R5	25-0	Fg

Classificações									
Batalha		RMR (Batalha)		SMR (Batalha)		RMR		SMR	
Talude 0.8H:1V									
Talude Completo		Talude Completo		Talude Completo		a		a	
3 Fg; Q/F		7 (V)		55,6 (III)		-8 (V)		40,6 (III)	

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	CASA DE FORÇA
Talude:	Talude I (295/68, 79)

Talude Composto: SM-304 + SRI-09			
cota	RQD		litologia
808,5	R4	50-26	Q
808,0	R4	50-26	F/Q
807,5	R4	50-26	F/Q
807,0	R2	90-76	F/Q
806,5	R2	90-76	F/Q
806,0	R2	90-76	F/Q
805,5	R2	90-76	F/Q
805,0	R2	90-76	F/Q
804,5	R2	90-76	F/Q
804,0	R2	90-76	F/Q
803,5	R2	90-76	F/Q
803,0	R2	90-76	F/Q
802,5	R1	100-91	F/Q
802,0	R1	100-91	F/Q
801,5	R1	100-91	F/Q
801,0	R2	90-76	F/Q
800,5	R2	90-76	F/Q
800,0	R2	90-76	F/Q
799,5	R2	90-76	F/Q
799,0	R2	90-76	F/Q
798,5	R2	90-76	F/Q
798,0	R2	90-76	F/Q
797,5	R2	90-76	F/Q
797,0	R2	90-76	F/Q
796,5	R2	90-76	F/Q
796,0	R3	75-51	F/Q
795,5	R3	75-51	F/Q
795,0	R3	75-51	F/Q
794,5	R3	75-52	F/Q
794,0	R3	75-53	F/Q
793,5	R3	75-54	F/Q
793,0	R3	75-55	F/Q
792,5	R3	75-56	F/Q
792,0	R5	25-0	F/Q
791,5	R3	75-51	F/Q
791,0	R3	75-51	F/Q
790,5	R3	75-51	F/Q
790,0	R3	75-51	F/Q
789,5	R5	25-0	F/Q
789,0	R5	25-0	F/Q
788,5	R5	25-0	F/Q
788,0	R5	25-0	F/Q
787,5	R3	75-51	F/Q
787,0	R3	75-51	F/Q
786,5	R3	75-51	F/Q
786,0	R3	75-51	F/Q
785,5	R3	75-51	F/Q
785,0	R3	75-51	F/Q
784,5	R2	90-76	F/Q
784,0	R2	90-76	F/Q
783,5	R3	75-51	F/Q
783,0	R3	75-51	F/Q
782,5	R3	75-51	F/Q
782,0	R3	75-51	F/Q
781,5	R3	75-51	F/Q
781,0	R3	75-51	F/Q
780,5	R3	75-51	F/Q
780,0	R3	75-51	F/Q
779,5	R3	75-51	F/Q
779,0	R3	75-51	F/Q
778,5	R3	75-51	F/Q
778,0	R3	75-51	F/Q
777,5	R3	75-51	F/Q
777,0	R3	75-51	F/Q
776,5	R3	75-51	F/Q

		Classificações							
		Batalha	RMR (bxc)	SMR (bxc)	RMR (cc)		SMR (cc)		
Talude Superior	material 1 + 2 Fg/Q	Talude Superior	-3 (V)	Talude Superior	26,9 (IV)	a	2 (V)	a	31,9 (IV)
						b	13 (V)	b	42,9 (III)
						c	21 (IV)	c	50,9 (III)
Talude Médio	3 Fg/Q	Talude Médio	6 (V)	Talude Médio	35,9 (IV)	d	13 (V)	d	42,9 (III)
						e	9 (V)	e	38,9 (IV)
						f	-6 (V)	f	23,9 (IV)
						g	9 (V)	g	38,9 (IV)

Talude 0,4H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	CASA DE FORÇA
Talude:	Talude I (295/68, 79)

Talude Composto: SM-304 + SRI-09				Classificações								
cota	RQD	litologia		Batalha	RMR (bxc)	SMR (bxc)	RMR (cc)	SMR (cc)				
776,0	R3	75-51	F/Q									
775,5	R4	50-26	F/Q				h	2 (V)	h		31,9 (IV)	
775,0	R4	50-26	F/Q									
774,5	R4	50-26	F/Q									
774,0	R4	50-26	F/Q									
773,5	R3	75-51	F/Q									
773,0	R3	75-51	F/Q									
772,5	R3	75-51	F/Q				i	9 (V)	i		38,9 (IV)	
772,0	R3	75-51	F/Q									
771,5	R3	75-51	F/Q									
771,0	R4	50-26	F/Q									
770,5	R4	50-26	F/Q	NA sond								
770,0	R4	50-26	F/Q				j	10 (V)	j		39,9 (IV)	
769,5	R4	50-26	F/Q									
769,0	R4	50-26	F/Q									
768,5	R5	25-0	F/Q									
768,0	R5	25-0	F/Q									
767,5	R5	25-0	F/Q									
767,0	R5	25-0	F/Q									
766,5	R5	25-0	F/Q				k	1 (V)	k		30,9 (IV)	
766,0	R5	25-0	F/Q									
765,0	R4	50-26	F/Q									
764,5	R4	50-26	F/Q									
764,0	R4	50-26	F/Q									
763,5	R2	90-76	Q/F									
763,0	R2	90-76	Q/F									
762,5	R2	90-76	Q/F									
762,0	R2	90-76	Q/F									
761,5	R2	90-76	Q/F									
761,0	R2	90-76	Q/F									
760,5	R2	90-76	Q/F									
760,0	R2	90-76	Q/F									
759,5	R2	90-76	Q/F									
759,0	R3	75-51	F/Q									
758,5	R3	75-51	F/Q				n	6 (V)	n		35,9 (IV)	
758,0	R3	75-51	F/Q									
757,5	R2	90-76	Q/F									
757,0	R2	90-76	Q/F									
756,5	R2	90-76	Q/F									
756,0	R2	90-76	F/Q									
755,5	R2	90-76	F/Q									
755,0	R2	90-76	F/Q									
754,5	R2	90-76	Q/F									
754,0	R2	90-76	Q/F									
753,5	R2	90-76	Q/F									
753,0	R2	90-76	Q/F									
752,5	R2	90-76	Q/F									
752,0	R2	90-76	F/Q									
751,5	R2	90-76	F/Q									
751,0	R2	90-76	F/Q									
750,5	R2	90-76	F/Q									
750,0	R1	100-91	Q/F									
749,5	R1	100-91	Q/F									
749,0	R1	100-91	Q/F									
748,5	R1	100-91	F/Q									
748,0	R1	100-91	F/Q									

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	CASA DE FORÇA
Talude:	Talude II (348/68, 79)

Talude Composto: SM-305 + SM-306				Classificações						
cota	RQD		litologia	Batalha	RMR (bxc)	SMR (bxc)	RMR (cc)		SMR (cc)	
772,5	R3	75-51	Fg/Q							
772,0	R3	75-51	Fg/Q				b	9	b	52,9
771,5	R3	75-51	Fg/Q							
771,0	R3	75-51	Fg/Q							
770,5	R5	25-0	F/Fg							
770,0	R5	25-0	F/Fg							
769,5	R5	25-0	F/Fg							
769,0	R5	25-0	F/Fg							
768,5	R5	25-0	F/Fg				c	-5	c	38,9
768,0	R4	50-26	F/Fg							
767,5	R4	50-26	F/Fg							
767,0	R4	50-26	F/Fg							
766,5	R4	50-26	F/Fg							
766,0	R4	50-26	F/Fg							
765,5	R1	100-91	F/Fg							
765,0	R1	100-91	F/Fg				d	22	d	65,9
764,5	R1	100-91	F/Fg							
764,0	R4	50-26	Fg/Q							
763,5	R4	50-26	Fg/Q							
763,0	R4	50-26	Fg/Q							
762,5	R4	50-26	Fg/Q				e	2	e	45,9
762,0	R4	50-26	Fg/Q							
761,5	R4	50-26	Fg/Q							
761,0	R4	50-26	Fg/Q							
760,5	R4	50-26	Fg/Q	NA sond.						
760,0	R3	75-51	F/Fg	760,00						
759,5	R3	75-51	F/Fg							
759,0	R3	75-51	F/Fg							
758,5	R3	75-51	F/Fg							
758,0	R3	75-51	F/Fg							
757,5	R3	75-51	F/Fg							
757,0	R3	75-51	F/Fg							
756,5	R3	75-51	F/Fg							
756,0	R3	75-51	F/Fg							
755,5	R3	75-51	F/Fg							
755,0	R4	50-26	Q/F							
754,5	R4	50-26	Q/F							
754,0	R4	50-26	Q/F				f	-1	f	42,9
753,5	R4	50-26	Q/F							
753,0	R4	50-26	Q/F							
752,5	R4	50-26	Q/F							
752,0	R4	50-26	Q/F							
751,5	R4	50-26	Q/F							
751,0	R4	50-26	Q/F							
750,5	R4	50-26	Q/F							
750,0	R4	50-26	Q/F							
749,5	R4	50-26	Q/F							
749,0	R4	50-26	Q/F							
748,5	R4	50-26	Q/F							
748,0	R4	50-26	Q/F							
747,5	R1	100-91	Fg/Q							
747,0	R1	100-91	Fg/Q							
746,5	R1	100-91	Fg/Q				g	19	g	62,9
746,0	R3	75-51	Fg/Q							
745,5	R3	75-51	Fg/Q							

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	CASA DE FORÇA
Talude:	Talude II (020/68, 79)

Talude Composto: SM-305 + SM-306			
cota	RQD		litologia
803,3	R5	25-0	F/Q
802,8	R5	25-0	F/Q
802,3	R5	25-0	F/Q
801,8	R5	25-0	F/Q
801,3	R5	25-0	F/Q
800,8	R5	25-0	F/Q
800,3	R5	25-0	F/Q
799,8	R5	25-0	F/Q
799,3	R5	25-0	F/Q
798,8	R5	25-0	F/Q
798,3	R5	25-0	F/Q
797,8	R5	25-0	F/Q
797,3	R5	25-0	F/Q
796,8	R5	25-0	F/Q
796,3	R5	25-0	F/Q
795,8	R5	25-0	F/Q
795,3	R5	25-0	F/Q
794,8	R5	25-0	F/Q
794,3	R5	25-0	F/Q
793,8	R5	25-0	F/Q
793,3	R5	25-0	F/Q
792,8	R5	25-0	F/Q
792,3	R5	25-0	F/Q
791,8	R5	25-0	F/Q
791,3	R5	25-0	F/Q
790,8	R5	25-0	F/Q
790,3	R5	25-0	F/Q
789,8	R5	25-0	F/Q
789,3	R5	25-0	F/Q
788,8	R5	25-0	F/Q
788,3	R5	25-0	F/Q
787,8	R5	25-0	F/Q
787,3	R5	25-0	F/Q
786,8	R5	25-0	F/Q
786,3	R5	25-0	F/Q
785,8	R5	25-0	F/Q
785,3	R5	25-0	F/Q
784,8	R5	25-0	F/Q
784,3	R5	25-0	F/Q
783,8	R5	25-0	F/Q
783,3	R5	25-0	F/Q
782,8	R5	25-0	F/Q
782,3	R5	25-0	F/Q
781,8	R5	25-0	F/Q
781,3	R5	25-0	F/Q
780,8	R5	25-0	F/Q
780,3	R5	25-0	F/Q
779,8	R5	25-0	F/Q
779,3	R5	25-0	F/Q
778,8	R1	100-91	F/Q
778,3	R1	100-91	F/Q
777,8	R1	100-91	F/Q
777,3	R5	25-0	F/Q
776,8	R5	25-0	F/Q
776,3	R5	25-0	F/Q
775,8	R5	25-0	F/Q
775,3	R5	25-0	F/Q
774,8	R5	25-0	F/Q
774,3	R5	25-0	F/Q
773,8	R5	25-0	F/Q
773,3	R5	25-0	F/Q
772,8	R5	25-0	F/Q

Classificações				
Batalha	RMR (bxc)	SMR (bxc)	RMR (cc)	SMR (cc)
Talude Superior	2 Fg/Q	Talude Superior	a	19
		Talude Superior	a	38,9
		Talude Superior		50,3

Talude 0,4H:1V

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura:	CASA DE FORÇA
Talude:	Talude II (020/68, 79)

Talude Composto: SM-305 + SM-306				Classificações						
cota	RQD	litologia		Batalha	RMR (bxc)	SMR (bxc)	RMR (cc)		SMR (cc)	
772,5	R3	75-51	Fg/Q				b	9	b	53,9
772,0	R3	75-51	Fg/Q							
771,5	R3	75-51	Fg/Q							
771,0	R3	75-51	Fg/Q							
770,5	R5	25-0	F/Fg							
770,0	R5	25-0	F/Fg							
769,5	R5	25-0	F/Fg							
769,0	R5	25-0	F/Fg							
768,5	R5	25-0	F/Fg				c	-5	c	39,9
768,0	R4	50-26	F/Fg							
767,5	R4	50-26	F/Fg							
767,0	R4	50-26	F/Fg							
766,5	R4	50-26	F/Fg							
766,0	R4	50-26	F/Fg							
765,5	R1	100-91	F/Fg							
765,0	R1	100-91	F/Fg				d	22	d	66,9
764,5	R1	100-91	F/Fg							
764,0	R4	50-26	Fg/Q							
763,5	R4	50-26	Fg/Q							
763,0	R4	50-26	Fg/Q							
762,5	R4	50-26	Fg/Q				e	2	e	46,9
762,0	R4	50-26	Fg/Q							
761,5	R4	50-26	Fg/Q							
761,0	R4	50-26	Fg/Q							
760,5	R4	50-26	Fg/Q	NA sond.						
760,0	R3	75-51	F/Fg	760,00						
759,5	R3	75-51	F/Fg							
759,0	R3	75-51	F/Fg							
758,5	R3	75-51	F/Fg							
758,0	R3	75-51	F/Fg							
757,5	R3	75-51	F/Fg							
757,0	R3	75-51	F/Fg							
756,5	R3	75-51	F/Fg							
756,0	R3	75-51	F/Fg							
755,5	R3	75-51	F/Fg							
755,0	R4	50-26	Q/F							
754,5	R4	50-26	Q/F							
754,0	R4	50-26	Q/F				f	-1	f	43,9
753,5	R4	50-26	Q/F							
753,0	R4	50-26	Q/F							
752,5	R4	50-26	Q/F							
752,0	R4	50-26	Q/F							
751,5	R4	50-26	Q/F							
751,0	R4	50-26	Q/F							
750,5	R4	50-26	Q/F							
750,0	R4	50-26	Q/F							
749,5	R4	50-26	Q/F							
749,0	R4	50-26	Q/F							
748,5	R4	50-26	Q/F							
748,0	R4	50-26	Q/F							
747,5	R1	100-91	Fg/Q							
747,0	R1	100-91	Fg/Q							
746,5	R1	100-91	Fg/Q				g	19	g	63,9
746,0	R3	75-51	Fg/Q							
745,5	R3	75-51	Fg/Q							

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura: DESVIO DO RIO JUSANTE
Talude: Talude I (200/45)

prof. (m)	sondagem: SR-04				Batalha	RMR (bxc)	SMR (bxc)	RMR (cc)	SMR (cc)
	boca: 783,50	cota	RQD log	litologia					
20,5	763,0	R2	90-76	Fg	Talude Completo	Talude Completo	Talude Completo	37,5 (IV)	3 Fg
21,0	762,5	R2	90-76	Fg					
21,5	762,0	R2	90-76	Fg					
22,0	761,5	R2	90-76	Fg					
22,5	761,0	R2	90-76	Fg					
23,0	760,5	R2	90-76	Fg					
23,5	760,0	R3	75-51	Fg					
24,0	759,5	R3	75-51	Fg					
24,5	759,0	R3	75-51	Fg					
25,0	758,5	R3	75-51	Fg					
25,5	758,0	R3	75-51	Fg					
26,0	757,5	R3	75-51	Fg					
26,5	757,0	R3	75-51	Fg					
27,0	756,5	R3	75-51	Fg					
27,5	756,0	R3	75-51	Fg					
28,0	755,5	R3	75-51	Fg					
28,5	755,0	R3	75-51	Fg					
29,0	754,5	R3	75-51	Q					
29,5	754,0	R3	75-51	Fg					
30,0	753,5	R2	90-76	Q					
30,5	753,0	R2	90-76	Q					
31,0	752,5	R2	90-76	Q					
31,5	752,0	R3	75-51	F/Q					
32,0	751,5	R3	75-51	F/Q					
32,5	751,0	R3	75-51	F/Q					

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

= trecho de amostragem integral

= maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)

= maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura: DESVIO DO RIO MONTANTE
Talude: Talude III (200/45)

prof. (m)	sondagem: SR-04					Batalha	RMR (bxc)	SMR (bxc)	RMR (cc)		SMR (cc)	
	boca: 783,50	cota	RQD log						litologia			
9,5	791,0	R4	50-26		Fg				a	39 (IV)	a	61,4 (II)
10,0	790,5	R4	50-26		Fg							
10,5	790,0	R4	50-26		Fg							
11,0	789,5	R1	100-91		Fg							
11,5	789,0	R1	100-91		Fg				b	47 (III)	b	69,4 (II)
12,0	788,5	R1	100-91		Fg							
12,5	788,0	R5	25-0		Fg							
13,0	787,5	R5	25-0		Fg							
13,5	787,0	R5	25-0		Fg							
14,0	786,5	R5	25-0		Fg							
14,5	786,0	R5	25-0		Fg							
15,0	785,5	R4	50-26		Fg				c	20 (V)	c	42,4 (III)
15,5	785,0	R4	50-26		Fg							
16,0	784,5	R4	50-26		Fg							
16,5	784,0	R4	50-26		Fg							
17,0	783,5	R4	50-26		Fg							
17,5	783,0	R3	75-51		Fg							
18,0	782,5	R3	75-51		Fg							
18,5	782,0	R3	75-51		Fg				d	35 (IV)	d	57,4 (III)
19,0	781,5	R3	75-51		Fg							
19,5	781,0	R3	75-51		Fg							
20,0	780,5	R5	25-0		Fg							
20,5	780,0	R5	25-0		Fg							
21,0	779,5	R5	25-0		Fg							
21,5	779,0	R5	25-0		Fg							
22,0	778,5	R5	25-0		Fg							
22,5	778,0	R5	25-0		Fg				e	20 (V)	e	42,4 (III)
23,0	777,5	R5	25-0		F/Fg							
23,5	777,0	R5	25-0		F/Fg							
24,0	776,5	R5	25-0		F/Fg							
24,5	776,0	R3	75-51		F/Fg							
25,0	775,5	R3	75-51		F/Fg							
25,5	775,0	R3	75-51		F/Fg							
26,0	774,5	R3	75-51		F/Fg							
26,5	774,0	R3	75-51		F/Fg							
27,0	773,5	R3	75-51		F/Fg							
27,5	773,0	R3	75-51		Fg/Q				f	34 (IV)	f	56,4 (III)
28,0	772,5	R3	75-51		Fg/Q							
28,5	772,0	R3	75-51		Fg/Q							
29,0	771,5	R3	75-51		Fg/Q							
29,5	771,0	R3	75-51		Fg/Q							
30,0	770,5	R5	25-0		F/Fg	3 Fg	10 (V)	59,4 (III)				
30,5	770,0	R5	25-0		F/Fg							
31,0	769,5	R5	25-0		F/Fg							
31,5	769,0	R5	25-0		F/Fg							
32,0	768,5	R5	25-0		F/Fg							
32,5	768,0	R4	50-26		F/Fg				g	20 (V)	g	42,4 (III)
33,0	767,5	R4	50-26		F/Fg							
33,5	767,0	R4	50-26		F/Fg							
34,0	766,5	R4	50-26		F/Fg							
34,5	766,0	R4	50-26		F/Fg							
35,0	765,5	R1	100-91		F/Fg							
35,5	765,0	R1	100-91		F/Fg				h	47 (III)	h	69,4 (II)
36,0	764,5	R1	100-91		F/Fg							

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura: DESVIO DO RIO MONTANTE
Talude: Talude III (200/45)

prof. (m)	sondagem: SR-04		
	boca: 783,50		
	cota	RQD log	litologia
36,5	764,0	R4	50-26
37,0	763,5	R4	50-26
37,5	763,0	R4	50-26
38,0	762,5	R4	50-26
38,5	762,0	R4	50-26
39,0	761,5	R4	50-26
39,5	761,0	R4	50-26
40,0	760,5	R4	50-26
40,5	760,0	R3	75-51
41,0	759,5	R3	75-51
41,5	759,0	R3	75-51
42,0	758,5	R3	75-51
42,5	758,0	R3	75-51
43,0	757,5	R3	75-51
43,5	757,0	R3	75-51
44,0	756,5	R3	75-51
44,5	756,0	R3	75-51
45,0	755,5	R3	75-51
45,5	755,0	R4	50-26
46,0	754,5	R4	50-26
46,5	754,0	R4	50-26
47,0	753,5	R4	50-26
47,5	753,0	R4	50-26
48,0	752,5	R4	50-26
48,5	752,0	R4	50-26
49,0	751,5	R4	50-26
49,5	751,0	R4	50-26
50,0	750,5	R4	50-26

NA sond.
760,00

Batalha		RMR (bxc)		SMR (bxc)		RMR (cc)		SMR (cc)	
						i	27 (IV)	i	49,4 (III)
						j	24 (IV)	j	46,4 (III)

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

- = trecho de amostragem integral
- = maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)
- = maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)
- = trecho de talude exposto

UHE BATALHA
Classificação de Taludes com Sistemas Correntes
Comparativo de Classificações

Estrutura: DESVIO DO RIO MONTANTE
Talude: Talude III (290/79)

prof. (m)	sondagem: SM-114				Batalha	RMR (Batalha)	SMR (Batalha)	RMR (cc)	SMR (cc)				
	boca: 771,11	cota	RQD log							litologia			
5,5	765,6	R5	25-0	Fg	Talude Completo	Talude Superior	44 (III)	Talude Superior	46,8 (III)	a	37	a	35,8
6,0	765,1	R5	25-0	Fg									
6,5	764,6	R5	25-0	Fg									
7,0	764,1	R5	25-0	Fg									
7,5	763,6	R5	25-0	Fg									
8,0	763,1	R2	90-76	Fg									
8,5	762,6	R2	90-76	Fg									
9,0	762,1	R2	90-76	Fg									
9,5	761,6	R2	90-76	Fg									
10,0	761,1	R2	90-76	Fg									
10,5	760,6	R3	75-51	Fg	3 Fg	Talude Inferior	52 (III)	Talude Inferior	54,8 (III)	b	52	b	50,8
11,0	760,1	R3	75-51	Fg									
11,5	759,6	R3	75-51	Fg									
12,0	759,1	R2	90-76	Fg									
12,5	758,6	R2	90-76	Fg									
13,0	758,1	R2	90-76	Fg									
13,5	757,6	R3	75-51	Fg									
14,0	757,1	R3	75-51	Fg									
14,5	756,6	R3	75-51	Fg									
15,0	756,1	R3	75-51	Fg									
15,5	755,6	R3	75-51	Fg									
16,0	755,1	R3	75-51	Fg									
16,5	754,6	R3	75-51	Fg									
17,0	754,1	R3	75-51	Fg									
17,5	753,6	R3	75-51	Fg									
18,0	753,1	R4	50-26	Fg	c	45	c	43,8					
18,5	752,6	R4	50-26	Fg									
19,0	752,1	R4	50-26	Fg									
19,5	751,6	R5	25-0	Fg									
20,0	751,1	R5	25-0	Fg									

Legenda:

c/ fol = concordante com a foliação (em direção)

- = trecho de amostragem integral
- = maciço de RQD de inferior qualidade (classe R4/R5)
- = maciço de RQD de superior qualidade (classe R1 a R3)

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)