UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Correlação entre as classificações geomecânicas
RMR e Q e sua relevância geológica**

Caio Christofolletti

Orientador: Prof. Dr. Marcos Egydio Silva

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geotectônica

São Paulo

2014

CAIO CHRISTOFOLLETTI

Correlação entre as classificações geomecânicas RMR e Q e sua relevância geológica

Dissertação apresentada ao Instituto de
Geociências da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de Mestre
em Geologia

Programa de Pós-Graduação em
Geoquímica e Geotectônica

Área de Concentração: Geologia
Estrutural Aplicada

Orientador: Prof. Dr. Marcos Egydio Silva

São Paulo

2014

"It's one of the great tragedies of life...
something always changes."

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais e a minha família por todo o apoio dado durante a realização deste projeto.

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor Marcos Egydio Silva por todo o conhecimento e experiência que me foram passados durante este ano de trabalho conjunto, pela orientação e abordagem profissional do cotidiano do geólogo na área acadêmica.

Agradeço ao apoio financeiro cedido pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior) que auxiliou nas despesas referentes ao projeto.

A equipe da Intertechne Consultores S/A dos departamentos de Geologia e de Geotecnia, que me acompanhou, apoiou e me orientou durante todo o trabalho conjunto realizado, presto meus agradecimentos a Ivan José Delatim, Flávio Leme Lucenti, Sílvia Alessandra Truffi, Vivian Athaydes Canello Fernandes e Adinan Jarouche, e a Equipe de Campo da Intertechne Consultores S/A, Mariá de Fátima Martins, Fernando Santos e Vitor Hugo Silva.

Resumo

O maciço granítico Teles Pires localizado ao norte do estado do Mato Grosso será escavado para a construção de três túneis de desvio utilizados na construção de uma usina hidrelétrica. Para a realização desta escavação, foram realizadas investigações geológicas a fim de se conhecer a condição do substrato rochoso e suas propriedades geomecânicas.

Por meio da utilização das classificações geomecânicas RMR e Q, o maciço rochoso foi analisado de modo a se definir as possíveis áreas de instabilidade que poderiam surgir durante as escavações. A utilização de classificações geomecânicas é uma prática difundida na Geologia de Engenharia e utilizada pela maioria das empresas para prever o tipo de tratamento a ser utilizado durante e após a escavação dos túneis.

Os métodos abordados neste trabalho levam em consideração parâmetros semelhantes entre si, seguindo cada um uma metodologia distinta. Por considerarem somente alguns parâmetros, as classificações geomecânicas devem ser utilizadas juntamente com as análises de campo e as interpretações geológicas.

Neste trabalho, foram analisadas as correlações entre estas duas classificações assim como o quanto elas refletem o contexto geológico ao qual o maciço está inserido.

Palavras-chave: classificação geomecânica, correlação, Q, RMR, Teles Pires

The RMR and Q correlation and its geological significance

Abstract

The Teles Pires granitic massif located north of Mato Grosso State will be excavated for the construction of three detour tunnels used in the construction of a hydroelectric plant. For the realization of this excavation, geological investigations were performed in order to know the condition of the bedrock and its geomechanical properties.

Through the use of geomechanical classifications RMR and Q, the rock mass has been analyzed in order to define potential areas of instability that could arise during the excavations. The use of geomechanical classifications are a widespread practice in Engineering Geology and used by most companies to predict the type of treatment to be used during and after excavation of the tunnels.

The methods discussed in this paper take into consideration parameters similar to each other, each following a distinct methodology. By considering only a few parameters, geomechanical classifications should be used along with field analysis and geological interpretations.

In this study, we analyze the correlations between these two classifications as well as how they reflect the geological context to which the mass is inserted.

Keywords: *RMR, Q system, geomechanical classification, Teles Pires, correlation*

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	1
3. Contexto Geológico	2
3.1. Geologia Regional	2
3.2. Geologia Local.....	3
4. Classificações Geomecânicas	5
4.1. A Classificação RMR	5
4.1.1. O Conceito	5
4.1.2. Aplicações	9
4.2. A Classificação Q	11
4.2.1. O conceito	11
4.2.2. Aplicações	16
4.3. Correlação entre as classificações RMR e Q.....	17
5. Metodologia	19
5.1. Determinação da área de estudo.....	19
5.2. Classificação litológica da área de estudo	20
5.3. Classificação dos testemunhos de sondagem	24
5.4. Classificação e discretização das descontinuidades nos testemunhos	24
5.5. Interpretação do televisionamento dos furos de sondagem	25
5.6. Classificação e discretização das descontinuidades dos furos televisionados	28
5.7. Determinação das atitudes das descontinuidades principais no software Dips - correção de Terzaghi	28
5.8. Correlação das fraturas observadas e do modelo teórico de descontinuidades.....	32
5.9. Classificação RMR para o maciço com base nos testemunhos de sondagem.....	33
5.10. Classificação Q com base nos testemunhos de sondagem.....	34
5.11. Dados de Campo	34
5.12. Modelagem em ambiente CAD	36
5.12.1. Perfis Estruturais.....	38

5.12.2.	Perfis Geológicos	38
5.12.3.	Perfis Geomecânicos RMR	38
5.12.4.	Perfis Geomecânicos Q	39
5.12.5.	Correlação entre as classificações Q e RMR	39
6.	Resultados.....	40
6.1.	Modelo Estrutural.....	40
6.2.	Modelo Geológico.....	41
6.3.	Modelos Geomecânicos	42
6.4.	Modelo de Correlação das Classificações Geomecânicas	44
7.	Discussão	46
7.1.	Geologia da área	46
7.2.	Classificação RMR	50
7.3.	Classificação Q.....	52
7.4.	Correlação entre classificações geomecânicas.....	53
7.5.	Comparação entre as classificações e a geologia	54
8.	Conclusão.....	54
9.	Referências Bibliográficas.....	55

Anexos

Anexo 1 – Classificação Solo e Rocha

Anexo 2 – Fraturas em sondagens

Apêndices

Apêndice 1 – Mapa de localização de sondagens

Apêndice 2 – Logs de sondagem

Apêndice 3 – Correlação Televisionamento e Modelo Estrutural

Apêndice 4 – Memória de cálculo - Classificação RMR

Apêndice 5 – Memória de Cálculo - Classificação Q

Apêndice 6 – Medidas de Campo

Apêndice 7 – Mapa de pontos do mapeamento

Apêndice 8 – Fotos do Mapeamento

Apêndice 9 – Bloco do Modelo Estrutural

Apêndice 10 – Mapa de Direção dos Perfis

Apêndice 11 – Perfis Estruturais

Apêndice 12 – Perfis Geológicos

Apêndice 13 – Perfis da Classificação RMR

Apêndice 14 – Perfis da Classificação Q

Apêndice 15 – Perfis Integrados

Apêndice 16 – Correlação das Classificações Q e RMR

Índice de Figuras

Figura 1: Compartimentação Geotectônica do Cráton Amazônico (Oliveira e Albuquerque 2005 baseado em Tassinari, 1996).....	2
Figura 2: Área de estudo do projeto de coordenadas UTM S 21L 524582/8966312 (modificado de Oliveira & Albuquerque, 2005)	3
Figura 3: Gráficos "Parâmetros x Pesos" para a classificação RMR (Adaptado de Aksoy, 2008)	8
Figura 4: Relação entre o " <i>stand-up time</i> ", vão livre e a classificação RMR (adaptado de Bieniawski, 1989).....	8
Figura 5: Curvas de correlação entre o Módulo de Elasticidade <i>in situ</i> e o valor RMR (Aksoy, 2008)	9
Figura 6: Carta de suporte de escavação para as 38 categorias de suporte, baseadas na classificação Q (Barton <i>et al.</i> 1974).....	17
Figura 7: Correlações existentes entre as classificações Q e RMR.....	18
Figura 8: Correlações entre as classificações RMR e Q sobrepostas aos dados brutos (a esquerda) e correlação com os dados tratados de acordo com os parâmetros RCR e N (Goel <i>et al.</i> 1996)	19
Figura 9: Amostra de monzogranito coletada na região de emboque dos túneis.....	21
Figura 10: Amostra de granodiorito coletada na região dos desemboque dos túneis.....	21
Figura 11: Amostra do dique de microgabro presente na região do emboque	21
Figura 12: a) Mimerquitas de quartzo no feldspato potássico; b) extinção ondulante nos cristais de quartzo; c) cristais de quartzo e plagioclásio fragmentados.	22
Figura 13: a) mimerquitas de quartzo em feldspatos; b) contatos interlobados nos cristais de quartzo; c) cristais fragmentados e anédricos	23
Figura 14: Micrografia do microgabro.....	23
Figura 15: Modelo de log de sondagem, onde SPT/RQD se refere ao valor do ensaio SPT e/ou ao RQD da rocha; A se refere a alteração; F ao grau de fraturamento; e H a permeabilidade hidráulica do meio.....	24
Figura 16: Exemplo de televisionamento de furo de sondagem	25
Figura 17: Método de análise dos dados no software Dips®, para que seja utilizada a correção de Terzaghi. (alterado de Dips®, 2004).....	27

Figura 18: Relação entre a direção do furo e a relevância do dado de direção de fratura obtido a partir dela (Terzaghi, 1965).	29
Figura 19: Estereograma elaborado a partir do televisionamento da sondagem SR-343	29
Figura 20: Estereograma elaborado a partir do televisionamento da sondagem SR-347	30
Figura 21: Estereograma elaborado a partir do televisionamento das sondagens SR-343 e SR-347	30
Figura 22: Estereogramas do modelo estrutural considerado	32
Figura 23: Estereogramas resultantes dos dados obtidos em campo	36
Figura 24: Bloco tridimensional do modelo estrutural, apresentando todas as famílias de fraturas consideradas.	37
Figura 25: Direções dos perfis realizados na área de estudo.....	38
Figura 26: Gráfico de reta de regressão dos dados obtidos	40
Figura 27: Perfil estrutural do espelho de emboque.....	41
Figura 28: Perfil geológico da região do emboque dos túneis.....	42
Figura 29: Perfil geológico da região de desemboque dos túneis.....	42
Figura 30: Perfil Geomecânico RMR da região de emboque dos túneis.....	43
Figura 31: Perfil Geomecânico RMR da região de desemboque dos túneis.....	43
Figura 32: Perfil Geomecânico Q da região de emboque dos túneis.....	44
Figura 33: Perfil Geomecânico Q da região de desemboque dos túneis	44
Figura 34: Perfil Integrado do espelho de emboque.....	45
Figura 35: Perfil integrado do espelho de desemboque	45
Figura 36: Configuração Estrutural ao qual o maciço granítico encontra-se submetido (N na direção vertical para cima).....	46
Figura 37: Dique de microgabro encaixado na fratura do granito, de direção NW-SE.....	47
Figura 38: Juntas sub-horizontais com preenchimento na parede do espelho de emboque	47
Figura 39: zona alterada dentro de uma fratura sub-horizantal	48
Figura 40: dique de microgabro cisalhado de atitude 240/85.	48
Figura 41: veio de quartzo alterado (próximo ao Ponto TTP-03)	50
Figura 42: Associação do perfil geomecânico RMR elaborado para o emboque com os afloramentos analisados	51

Figura 43: Associação do perfil geomecânico Q elaborado para o emboque com os afloramentos analisados	52
--	----

Índice de Tabelas

Tabela 1: A classificação RMR (modificado de Bieniawski, 1989)	6
Tabela 2: Parâmetros utilizados na classificação Q (Barton <i>et al.</i> 1974)	12
Tabela 3: Relação das sondagens utilizadas para a aquisição de dados	19
Tabela 4: Comportamento considerado para as fraturas do modelo estrutural	33
Tabela 5: Classes de Maciço de acordo com a classificação RMR (Bieniawski, 1989)	33
Tabela 6: Classes de maciço de acordo com a classificação Q (Barton et al., 1974)	34
Tabela 7: Desvios padrão médios por furo entre a classificação RMR real e a classificação RMR obtida a partir de retas de correlação. Valores menores assinalados em amarelo.	53

1. Introdução

A utilização de classificações geomecânicas para a classificação de maciços rochosos é uma metodologia difundida nos campos da geologia para a engenharia e da geotecnia e tem como objetivo obter uma nota que represente a qualidade e a resistência do maciço rochoso, para que com isto seja possível tratar o mesmo de maneira a torna-lo seguro ao desenvolvimento do processo construtivo da obra.

Duas destas classificações, a Q e a RMR, são objetos deste trabalho sendo a primeira utilizada na classificação de escavações de túneis em rocha e a segunda na classificação de testemunhos de sondagem. Estas classificações foram utilizadas para classificar o Maciço Granítico Teles Pires, localizado no norte do estado de Mato Grosso, e com isso comparar os resultados e confrontar com as diversas correlações existentes entre as duas classificações e definir como estas melhor se relacionam com a realidade geológica da área de estudos.

A área alvo de nossas comparações e classificações se localiza no norte do estado do Mato Grosso, no Maciço Granítico de Teles Pires, este cortado por rio de mesmo nome, onde foram realizadas campanhas de sondagem para a construção de uma usina hidrelétrica.

2. Objetivos

A prática de se classificar um maciço rochoso pelas classificações RMR ou Q é uma prática cotidiana no meio técnico e utilizada para avaliar a qualidade da rocha a ser escavada, taludada ou simplesmente utilizada para fundação, de maneira a definir o tratamento correto da mesma para que ela atinja o Fator de Segurança desejado no projeto.

Neste trabalho, temos como objetivo analisar estas duas classificações geomecânicas, avaliar como elas representam a geologia do maciço rochoso e definir qual das várias correlações existentes entre ambas seria a mais coerente para a área de estudo, estabelecendo um modelo desta correlação e o comparando com a geologia.

Ao final, pretendemos mostrar o quanto podemos confiar nestas classificações e a partir de que ponto devemos confiar mais no conhecimento geológico para se definir a qualidade de um maciço rochoso.

3. Contexto Geológico

3.1. Geologia Regional

O maciço granítico Teles Pires faz parte da suíte ígnea assim designada primeiramente por Silva et al. (1974) para definir plutons graníticos subvulcânicos e anorogênicos do Grupo

Figura 1: Compartimentação Geotectônica do Cráton Amazônico (Oliveira e Albuquerque 2005 baseado em Tassinari, 1996)

Uatumã. Manifestam-se em estruturas dômicas, de estrutura anelar com tendências alaskíticas. Encontram-se inseridos na Província Geotectônica Rio Negro – Juruena, (Teixeira et al, 1989) antiga faixa móvel, de direção NW constituinte do lado ocidental do Cráton Amazônico (**Figura 1**).

De acordo com Tassinari (1996) e Tassinari & Macambira (1999, 2004), a Província Rio Negro-Juruena é constituída por uma zona de intensa ocorrência de granitos e migmatitos, desenvolvidos através de uma sucessão de arcos magmáticos de idades entre 1,88 e 1,55 Ga. O embasamento cristalino desta província é composto por gnaisses, granodioritos, tonalitos, migmatitos, granitos e anfibolitos em geral metamorfizados em fácies anfibolito, podendo também ocorrer o fácies granulito.

As direções estruturais predominantes são NW-SE, cortadas em algumas áreas por estruturas NE-SW, relacionadas a zonas de cisalhamento posteriores, vinculadas a evento tectono-termal Neoproterozóico 1100 Ma e que seccionaram grandes áreas do Cráton.

Dentre este contexto, Silva et al. (1980) reuniram na Folha Juruena (SC. 21) um conjunto vulcânico ácido intermediário (riolitos, riodacitos, dacitos, andesitos, ignibritos, aglomerados vulcânicos e piroclásticas), rochas sedimentares e o Granito Teles Pires denominando-os de Grupo Uatumã.

A área em questão se situa no âmago do pluton granítico Teles Pires, rodeado por rochas da Suíte Colíder e a algumas dezenas de quilômetros da borda SW da Bacia Beneficente de direção NW. (**Figura 2**)

Conclui-se, portanto, que a estrutura geológica da área de estudo está condicionada ao enquadramento geotectônico regional mencionado.

3.2. Geologia Local

A unidade geológica de expressão presentes na área do estudo é representada pelo stock granítico Teles Pires. Mais a norte, na região de construção de ponte de acesso entre as duas margens da obra, temos vulcânicas da suíte Colíder. Diques menores de rochas básicas possivelmente associados às intrusões de idade jurássica (180 Ma).

De acordo com Oliveira & Albuquerque (2005) o Granito Teles Pires seria pós-orogênico, calcialcalino de alto potássio, sendo formado predominantemente por granito porfirítico, vermelho-tijolo, localmente com textura rapakivi, juntamente com fácies de granitos finos e alcaligranitos, equigranulares a porfiríticos, isotrópicos, não deformados, a idade U-Pb, SHRIMP seria de 1757 ± 16 Ma mais jovem que a da encaixante da Suíte Vulcano-sedimentar Colíder de idade U-Pb de 1781 ± 8 Ma.

Figura 2: Área de estudo do projeto de coordenadas UTM S 21L 524582/8966312 (modificado de Oliveira & Albuquerque, 2005)

Ainda de acordo com os mesmos autores, os diques básicos presentes seriam representantes do Diabásio Cururu, de idade jurássica, que podem apresentar de dezenas a centenas de metros, de direções preferenciais NW-SE, sendo composto por diabásios e olivina-diabásios.

A estrutura regional segundo Oliveira & Albuquerque, 2005 (**Figura 2**), foi impactada um amplo espectro de deformações próprias de regimes desde dúcteis a rúpteis, desenvolvidas em duas fases de compressão de idades distintas. A primeira, em domínio dúctil, não envolveria a área de estudos por ser mais antiga, seria responsável pela geração de estruturas de direção NW-SE nas unidades litoestratigráficas do cristalino a SW com de idades entre 2,2-1,85 Ga (Complexos Bacarei-Mogno e Complexo Cuiú-Cuiú, não representados no presente mapa da Figura 2), em resposta à convergência e fechamento de bacia oceânica (Complexo Bacarei-Mogno) e a colisão com um arco de ilhas (Complexo Cuiú-Cuiú). A segunda fase compressiva, ainda segundo a opinião destes autores, se daria em domínio rúptil-dúctil a rúptil, com um vetor de compressão máxima de direção N55°E e corresponderia a fase pós-colisional, transpondo foliações do embasamento cristalino através de uma foliação miloníticas em resposta a instalação de megazonas de cisalhamento. Sua cinemática seria predominantemente sinistral com orientações E-W a WNW-ESE, articuladas a zonas transcorrentes obliquas de direção NW-SE, e cisalhamentos destrais antitéticos de direção N-S. Esta fase corresponderia a um ajustamento de blocos crustais, guiados por escape lateral, dando origem a ambientes distensionais e contracionais localizados, em função da ação conjugada de transcorrências. Em áreas de recobrimento lateral dessas transcorrências ocorrem zonas de transpressão, manifestadas através de falhas inversas, dobras e ejeção de corpos graníticos Nhandu. Nas zonas de transtação houve injeção do magmatismo calcialcalino de alto potássio, tardi- a pós-colisional (Granito São Pedro, Suíte Colíder, Juruena, Paranaíta e Nhandu) e deposição de sedimentos paleoproterozóicos do Grupo Beneditense em bacia assemelhada, segundo os autores, a feição pull-apart.

O Maciço Granítico onde será implantado o empreendimento encontrar-se-ia confinado entre zonas de cisalhamento sinistrais de direção NW-SE.

4. Classificações Geomecânicas

4.1. A Classificação RMR

4.1.1. O Conceito

A classificação RMR foi primeiramente proposta por Bieniawski (1973, *apud* Bieniawski, 1979) em seu artigo “Engineering Classifications of Jointed Rock Masses” e aprimorada pelo autor até o ano de 1979 (Bieniawski, 1979). De acordo com Bieniawski (1989), a classificação RMR, mesmo tendo sofrido mudanças com o passar dos anos, continua em essência a mesma e não deve ser considerado um novo tipo de classificação.

A classificação é composta pela análise de 6 parâmetros relativos ao maciço rochoso em estudo, sendo que a cada um destes parâmetros é atribuída uma nota e o somatório destas notas é o resultado da classificação geomecânica. Os parâmetros a serem considerados na classificação são: resistência a compressão simples do material rochoso, o RQD do maciço rochoso (de acordo com Deere, 1963 *apud* Deere & Deere, 1988), o espaçamento das descontinuidades, a condição das descontinuidades (quanto a alteração e rugosidade), as condições da água subterrânea, e a orientação das descontinuidades em relação ao corte ou escavação em questão.

Segundo Aksoy (2008), quando foi desenvolvida em 1973, a classificação RMR tinha como objetivo avaliar o período de estabilidade de um vão livre escavado (distância entre a frente de escavação e o último segmento escorado) até que ele colapsasse, isto em folhelhos e rochas pouco argilosas. Em 1974, Bieniawski revisou o sistema e adicionou as características descritivas das descontinuidades, reduzindo o número de parâmetros analisados de 8 para 6. Em 1976 a classificação RMR foi novamente atualizada, sendo a principal alteração no guia de suporte para túneis de vão de 10 m em forma de ferradura, com diminuições nos tamanhos dos tirantes e na espessura do concreto projetado. O Intervalo de pesos finais para a primeira classe de maciços rochosos foi alterada de 90 – 100 para 81 – 100. A rugosidade foi adicionada ao se avaliar as descontinuidades, assim como foi inserido o teste para o índice de resistência a carga pontual. Em 1979, vieram as alterações pertinentes à água subterrânea e a condição das descontinuidades, sendo as condições gerais da água adicionadas para os casos em que esta não pode ser medida e o número de casos aumentado para cinco e o fator de correção devido a orientação das descontinuidades adicionado para casos de túneis, taludes e fundações.

As últimas modificações no sistema RMR feitas por Bieniawski em 1989, são listadas abaixo:

- Gráficos de “Pesos x Parâmetros foram introduzidos para valores mais precisos;
- Parâmetros para continuidade, espaçamento, rugosidade, preenchimento e grau de alteração das descontinuidades foram especificados e atribuídos pesos de acordo com ISRM (2007);
- Parâmetros de correção para a determinação de massas rochosas, enfraquecidas pelo impacto das atividades mineiras são recomendadas;
- Rearranjo no gráfico de vão livre não escorado.

De acordo com Bieniawski (1989), para que a classificação RMR seja corretamente utilizada é necessária a separação do maciço rochoso em porções homogêneas, como regiões onde o espaçamento entre as descontinuidades é homogêneo (isofraturamento). A Tabela de classificação de maciços rochosos pela classificação RMR é exibido na Tabela 1.

Tabela 1: A classificação RMR (modificado de Bieniawski, 1989)

A - Parâmetros de Classificação									
1	Resistencia do material intacto	Índice de resistência a carga pontual (MPa)	> 10	4 - 10	2 - 4	1 - 2	Somente para compressão simples		
		Resistência a compressão uniaxial (MPa)	> 250	100 - 250	50 - 100	25 - 50	5 - 25	1 - 5	< 1
	Peso		15	12	7	4	2	1	0
2	Qualidade do testemunho - RQD (%)		90 - 100	75 - 90	50 - 75	25 - 50	< 25		
	Peso		20	17	13	8	3		
3	Espaçamento das descontinuidades		> 2 m	0,6 - 2 m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	Peso		20	15	10	8	5		
4	Condição das descontinuidades		Superfícies muito rugosas, descontínuas, fechadas, paredes duras	Superfícies pouco rugosas, abertura <1mm, paredes duras	Superfície pouco rugosa, abertura <1mm, paredes moles	Superfícies estriadas ou preenchimento < 5mm ou abertura de 1-5mm, contínuas	Preenchimento mole >5mm ou abertura > 5mm, contínuas		
	Peso		30	25	20	10	0		
5	Água Subterrânea	Infiltração em 10 m de túnel (L/min)	0	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125		

		Pressão da água na fratura/tensão principal	0	< 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5
		Condições gerais	seco	Umedecido	Úmido	Gotejamento	Fluxo abundante
		Peso	15	10	7	4	0
B - Ajuste para orientação das discontinuidades							
direção e mergulho das discontinuidades		Muito Favorável	Favorável	Aceitável	Desfavorável	Muito Desfavorável	
Peso	Túneis	0	-2	-5	-10	-12	
	Fundações	0	-2	-7	-15	-25	
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60	
C - Classe de Maciços Rochosos determinada pela somatória dos pesos							
Somatória dos Pesos		100 - 81	80 - 61	60 - 41	40 - 21	< 20	
Classe nº		I	II	III	IV	V	
Descrição		Muito bom	Bom	Regular	Pobre	Muito Pobre	
D- Significado das classes de maciços							
Classe nº		I	II	III	IV	V	
<i>Stand-up Time</i> Médio		20 anos para abertura de 15 m	1 ano para abertura de 10 m	1 semana para abertura de 5 m	10 horas para abertura de 2,5 m	30 minutos para abertura de 1 m	
Coesão da massa rochosa (kPa)		> 400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	< 100	
Ângulo de atrito (graus)		> 45	35 - 45	25 - 35	15 - 25	< 15	

De maneira a não parecer que os pesos dados a cada parâmetro avaliado são determinísticos, Bieniawski (1989) apresenta uma série de gráficos para que se possa determinar com maior precisão o peso de alguns parâmetros, caso necessário. Estes gráficos são apresentados na **Figura 3**.

O tempo de abertura do vão livre do túnel sem o uso de suporte (*stand-up time*) em relação ao valor RMR e ao tamanho do vão livre encontra-se representado no gráfico da **Figura 4**.

Figura 3: Gráficos "Parâmetros x Pesos" para a classificação RMR (Adaptado de Aksoy, 2008)

Figura 4: Relação entre o "stand-up time", vão livre e a classificação RMR (adaptado de Bieniawski, 1989)

4.1.2. Aplicações

A Classificação RMR é aplicável a vários tipos de projetos de engenharia, como túneis, taludes, fundações e minas, sendo a maioria das aplicações em túneis (Bieniawski, 1984).

No caso de fundações em rocha, o módulo de elasticidade da massa rochosa é um parâmetro importante. A classificação RMR se provou um método útil para se estimar o módulo de elasticidade *in situ* (E_M) da fundação rochosa. Ela é utilizada em duas equações, uma para valores de RMR superiores à 50 (Bieniawski, 1978) e outra para valores de RMR inferiores a 50 (Serafim & Pereira, 1983). Para o caso de $RMR > 50$ a equação é dada abaixo:

$$E_M = 2RMR - 100$$

Onde E_M é o módulo de deformação da rocha *in situ* em GPa.

Para valores de $RMR < 50$, é recomendada a equação:

$$E_M = 10^{(RMR-10)/40}$$

As curvas destas duas equações estão comparadas e representadas na **Figura 5**.

Figura 5: Curvas de correlação entre o Módulo de Elasticidade *in situ* e o valor RMR (Aksoy, 2008)

No caso de análise de taludes, os valores dados na seção D da Tabela 1 (coesão e ângulo de atrito) são utilizados, sendo que Romana (1985), utilizou a classificação RMR extensivamente na análise de estabilidade de taludes.

Recentemente, Hoek & Brown (1980) propuseram um método para fornecer os parâmetros de resistência da rocha utilizando a classificação RMR. O critério de ruptura é o que segue:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_c} = \frac{\sigma_3}{\sigma_c} + \sqrt{m \frac{\sigma_3}{\sigma_c} + s}$$

Onde, σ_1 é o esforço de magnitude máxima na ruptura;

σ_3 é o esforço de magnitude mínima na ruptura;

σ_c é a resistência a compressão uniaxial do material rochoso

m, s são constantes que dependem das propriedades da rocha submetida aos esforços máximos e mínimo.

Para rocha intacta, $m = m_i$ que é determinado pelo ajuste da equação acima ao ensaio de compressão triaxial, onde considera-se $s=1$. Para massas rochosas, os parâmetros m e s são calculados com base no valor da classificação RMR, como seguem nas equações obtidas de Hoek & Brown, (1988):

Para massas de rocha pouco perturbadas (escavadas a detonações leves ou a máquina tuneladora):

$$m = m_i \cdot e^{\left(\frac{RMR-100}{28}\right)}$$

$$s = e^{\left(\frac{RMR-100}{9}\right)}$$

Para massas de rocha muito perturbadas (taludes e escavações realizadas com detonações):

$$m = m_i \cdot e^{\left(\frac{RMR-100}{14}\right)}$$

$$s = e^{\left(\frac{RMR-100}{6}\right)}$$

Finalmente, nos casos de estudo de taludes a classificação RMR foi utilizada primeiramente por Romana (1985), que utilizou algumas correções e a adaptou de maneira a representar melhor a realidade da classificação geomecânica de taludes (Classificação SMR).

A classificação SMR foi desenvolvida como uma aplicação da classificação RMR, de maneira a obter os riscos de instabilidade do talude, inserindo parâmetros complementares ao RMR, de acordo com a fórmula (Romana, 1993):

$$SMR = RMR - (F_1 \cdot F_2 \cdot F_3) + F_4$$

onde: F_1 = relação de paralelismo entre as descontinuidades e a face do talude

F_2 = relação entre o mergulho da descontinuidade no modelo de ruptura planar

F_3 = relação entre a face do talude e o mergulho das descontinuidades

F_4 = ajuste devido ao método de escavação empregado

4.2. A Classificação Q

4.2.1. O conceito

A classificação Q, também conhecida por *Rock Mass Quality*, foi primeiramente proposta por Barton *et al.* (1974) tendo como base estudos de casos de estabilidade de escavações em rocha para a elaboração desta classificação geomecânica.

A classificação consiste na aplicação da seguinte fórmula:

$$Q = \left(\frac{RQD}{J_n}\right) \cdot \left(\frac{J_r}{J_a}\right) \cdot \left(\frac{J_w}{SRF}\right)$$

onde: RQD = Rock Quality Designation (Deere & Deere, 1988)

J_n = Número de famílias de juntas

J_r = Índice de rugosidade

J_a = Índice de alteração

J_w = Fator de redução devido a presença de água

SRF = Stress Reduction Factor

Os valores atribuídos para cada parâmetro encontram-se listados na **Tabela 2**, abaixo, e os valores do sistema Q podem abranger de $Q=0,001$ a $Q=1000$ em uma escala logarítmica de qualidade de massa rochosa.

Tabela 2: Parâmetros utilizados na classificação Q (Barton *et al.* 1974)

Descrição	Valor	Notas
1. Rock Quality Designation	RQD	
A. Muito Pobre	0 - 25	1. Quando o valor de RQD obtido for ≤ 10 (incluindo 0), um valor nominal de 10 deve ser utilizado para se calcular o Q.
B. Pobre	25 - 50	
C. Média	50 - 75	
D. Boa	75 - 90	
E. Excelente	90 - 100	
		2. Intervalo de RQD de 5 em 5 são suficientemente precisos.
2. Número de Famílias de Juntas	J_n	
A. Maciço, nenhuma ou poucas juntas	0,5 - 1,0	1. Para intersecções, utilizar $(3 \times J_n)$ 2. Para emboques utilizar $(2 \times J_n)$
B. Uma família de juntas	2	
C. Uma família de juntas mais juntas aleatórias	3	
D. Duas famílias de juntas	4	
E. Duas famílias de juntas mais juntas aleatórias	6	
F. Três famílias de juntas	9	
G. Três famílias de juntas mais juntas aleatórias	12	
H. Quatro ou mais famílias de juntas, juntas aleatórias, muito fraturado, poliedros irregulares	15	
I. Rocha fragmentada, "brita"	20	
3. Índice de Rugosidade	J_r	
a. paredes das juntas em contato		1. Somar 1,0 se o espaçamento médio das juntas principais for maior que 3 m
b. paredes com menos de 10 cm de cisalhamento		
A. Juntas descontínuas	4	
B. Rugosa e irregular, ondulada	3	
C. Lisa e ondulada	2	
D. Estrias de fricção e onduladas	1,5	
E. Rugosa ou irregular, plana	1,5	

F. Lisa e Plana	1,0	2. $J_r = 0,5$ pode ser utilizado para juntas planares, estriadas e com lineações, sendo que as lineações orientam a direção de menor resistência	
G. Estrias de fricção e plana	0,5		
c. sem contato entre as paredes, zona cisalhada			
H. Zona contendo argilo-minerais com espessura suficiente para impedir contato entre paredes.	1,0 (nominal)		
J. Arenosa ou fragmentada com espessura suficiente para impedir contato entre paredes	1,0 (nominal)		
4. Índice de Alteração	J_a	ϕ_r (°)	
a. contato entre paredes			
A. Selada, duro, impermeável, preenchida por quartzo, calcita, etc.	0,75		
B. Paredes sãs, superfície descolorida somente	1,0	25 - 35	
C. Paredes pouco alteradas, sem minerais brandos recobrimdo, sem argila e rocha desintegrada	2,0	25 - 30	
D. Paredes com silte ou areno-argilosas, pouca argila	3,0	20 - 25	
E. Minerais brandos com baixo atrito, argilominerais, caolinitas ou micas. Também clorita, talco, gipsita, etc. e pouca quantidade de minerais expansivos.	4,0	8 - 16	
b. paredes com menos de 10 cm de cisalhamento, preenchimento fino			
F. partículas arenosas, sem argilo minerais, rocha decomposta, etc.	4,0	25 - 30	1. Valores de ϕ_r , o ângulo de atrito residual, tem como objetivo um guia aproximado às propriedades mineralógicas dos produtos de alteração, se presentes
G. Argila rígida dura, contínua, porém com espessura ≤ 5 mm	6,0	16 - 24	
H. Argila pouco a mediamente consolidada, contínua, porém com espessura ≤ 5 mm	8,0	12 - 16	
J. Argilo minerais expansivos, esmectitas, montmorillonita, etc., contínua, porém ≤ 5 mm; valor de J_a dependerá da % de argila expansiva e acesso à água, etc.	8,0 - 12,0	6 - 12	
c. sem contato entre as paredes, zona cisalhada			
K/L/M. Zonas ou bandas desintegradas, rocha fragmentada e argila, ver G,H,J	6,0/8,0/8,0 - 12,0	6 - 24	
N. zonas ou bandas de silte ou argilo-arenosas e pouco argilo-minerais, dura.	5,0		
O/P/Q. espessa, contínua, zona ou banda de argila, ver G, H, J, para descrição.	10/13/13-20		
5. Fator de Redução devido a presença de água	J_w	Pressão de água aproximada (kgf/cm ²)	1. Fatores C a F são estimados. Aumentar J_w se forem instalados drenos
A. Escavação seca ou gotejamento < 5 l/min localmente	1,0	< 1,0	
B. Vazão média ou pressão, pode lavar o preenchimento	0,66	1,0 - 2,5	

C. Vazão alta ou alta pressão em rocha competente e juntas não preenchidas	0,5	2,5 - 10,0	2. Problemas especiais causados pela formação de gelo não são considerados
D. Vazão Alta ou Pressão alta	0,33	2,5 - 10	
E. Excepcionalmente altos fluxo ou pressão após detonação, diminuindo com o tempo	0,2 - 0,1	>10	
F. Pressão ou fluxo excepcionalmente altos	0,1 - 0,05	>10	
6. Stress Reduciton Factor	SRF		
a. zonas de fraqueza interceptando a escavação, as quais poderão causar queda de blocos de rocha quando o túnel é escavado			1. Reduzir os valores de SRF em 25 - 50% mas apenas se zonas de cisalhamento importantes influenciam mas não interceptam a escavação
A. Múltiplas ocorrências de zonas fracas contendo argila ou rocha quimicamente desintegrada, muito material solto na superfície da rocha	10		
B. Única zona de fraqueza com argila ou rocha desintegrada (profundidade ≤ 50 m)	5		2. Capa campos de esforços fortemente anisotrópicos (se medidos): quando $5 \leq \sigma_1/\sigma_3 \leq 10$, reduzir σ_c para $0,8\sigma_c$ e σ_t para $0,8\sigma_t$. Quando $\sigma_1/\sigma_3 > 10$, reduzir σ_c e σ_t para $0,6\sigma_c$ e $0,6\sigma_t$. Onde σ_c = resistência a compressão simples, σ_t = resistência a tração (carga pontual) e σ_1 e σ_3 são os esforços maior e menor, respectivamente.
C. Única zona de fraqueza com argila ou rocha desintegrada (profundidade ≥ 50 m)	2,5		
D. múltiplas zonas cisalhadas e rocha competente, sem argila; material solto na superfície da rocha; qualquer profundidade.	7,5		
E. Única rocha cisalhada em rocha competente, sem argila (profundidade ≤ 50 m)	5,0		
F. Única rocha cisalhada em rocha competente, sem argila (profundidade ≥ 50 m)	2,5		
G. Fragmentada, juntas abertas, muito fraturada, "brita"	5,0		
b. rocha competente; problemas de tensão do maciço		σ_c/σ_1 σ_t/σ_1	
H. baixa tensão, próximo a superfície	2,5	> 200	> 13
J. média tensão, condições favoráveis de tensão	1,0	200 - 10	13 - 0,66
K. tensão alta	0,5 - 2	10 - 5	0,66 - 0,33
L. moderado deslocamento em rocha maciça	5 - 10	5 - 2,5	0,33 - 0,16
M. deslocamento e explosão de rocha em rocha maciça, após poucos minutos	10 - 20	< 2,5	< 0,16
c. Squeezing rock: fluxo plástico de rocha incompetente causado por altas pressões de rocha			
N. Squeezing moderado devido a pressão de rocha	5 - 10		3. Alguns casos históricos disponíveis onde a profundidade da abobada abaixo da superfície é menor do que a largura da escavação, sugere que o SRF seja incrementado de 2,5 para 5. (ver caso H)
O. Alta pressão de squeezing de rocha	10 - 20		
d. expansibilidade de rochas: expansão química dependendo da presença de água			
P. moderada expansibilidade e consequente pressão de rocha	5 - 10		
R. intensa expansibilidade e consequente	10 - 15		

Notas adicionais para o uso destas tabelas

Quando se faz estimativas da qualidade da massa rochosa (Q), os seguintes procedimentos devem ser seguidos além das notas listadas nas tabelas:

1. Quando o testemunho de sondagem não está disponível, o RQD pode ser estimado pelo número de juntas por unidade de volume, em qual o número de juntas por metro de cada junta é somado. Uma relação simples pode ser usada para converter este número para o RQD para o caso de massas rochosas sem material argiloso: $RQD = 115 - 3,3J_v$ (aprox.), onde J_v = número total de juntas por m^3 ($0 < RQD < 100$ para $35 > J_v > 4,5$)
2. O parâmetro J_n que representa o número de famílias de fraturas será frequentemente afetado pela presença de foliação, xistosidade, clivagem ardósiana ou acamadamento, e etc. Se fortemente desenvolvida, estas "juntas" paralelas devem obviamente ser contadas como uma família de juntas completa. Entretanto, se existirem poucas "juntas" visíveis, ou se apenas ocasionalmente ocorrerem quebras no testemunho de rocha devido a essas feições, então será mais apropriado contá-las como "juntas aleatórias" quando estimar o J_n .
3. Os parâmetros J_r e J_a (representando a resistência ao cisalhamento) deve ser referente à família de fraturas mais fraca ou descontinuidade preenchida por argila na porção analisada. Entretanto se a família de juntas ou descontinuidades com valor mínimo de J_r/J_a possui orientação favorável para a estabilidade, então uma segunda família de juntas ou descontinuidades menos favoráveis pode algumas vezes serem mais significantes, e seu valor mais elevado de J_r/J_a deve ser utilizado para avaliar o Q. o valor de J_r/J_a deve se relacionar com a superfície mais provável a se gerar uma ruptura.
4. Quando uma massa rochosa contém argila, o fator SRF para alívio de carga deve ser avaliado. Em tais casos a resistência da rocha intacta é de pouco interesse. Entretanto, quando as juntas são poucas e a argila completamente ausente, a resistência da massa rochosa pode se tornar o elo mais fraco, a estabilidade irá depender então da razão esforços da rocha/resistência da rocha. Um campo de esforços fortemente anisotrópico é desfavorável a estabilidade e é considerado na nota 2 da tabela sobre avaliação do fator de redução devido aos esforços.
5. As resistências a compressão e a tração (σ_c e σ_t) da rocha intacta deve ser avaliada em condições saturadas se isto for apropriado para as condições presentes ou futuras. Uma estimativa muito conservadora deve ser feita para as rochas que deterioram quando expostas a umidade ou condições saturadas.

Cada um dos parâmetros listados na Tabela 2, exceto o RQD, foram produtos de sucessivas modificações baseadas na análise de casos históricos. Essas modificações foram realizadas para uma melhor correlação entre a classificação da massa rochosa pelo sistema Q e os métodos de tratamento disponíveis (Barton *et al.* 1974).

Em Barton *et al.* (1974), o primeiro quociente (RQD/J_n) representa a estrutura média da massa rochosa e pode ser considerado como uma aproximação para o *tamanho de bloco*; o segundo quociente (J_r/J_a) representa a rugosidade e o grau de alteração das paredes das

juntas ou matérias de preenchimento, que pode ser considerado uma aproximação da *resistência ao cisalhamento* inter-blocos, pela fórmula $\tan^{-1} (J_r/J_a)$, obtida empiricamente; e o terceiro e último quociente (J_w/SRF) consiste em dois parâmetros referentes aos *esforços ativos*: o parâmetro J_w é referente a pressão de água existente, que pode gerar efeitos adversos na resistência ao cisalhamento das juntas devido a redução do esforço efetivo normal. O parâmetro SRF pode ser uma medida de (1) alívio de carga devido a escavações por zonas cisalhadas e rochas argilosas, (2) esforços em rochas competentes, (3) deformações e fluidificação em rochas plásticas incompetentes.

Indiscutivelmente, existe uma série de outros parâmetros que poderiam ser adicionados e essa classificação, como a orientação das descontinuidades, porém esse parâmetro parece não ter tanta importância quanto os demais apresentados, pois os considerados na fórmula definem o grau de liberdade de movimentação dos blocos (se houver algum). Entretanto, se for observada uma orientação especial de grande importância, como uma zona de cisalhamento espessa preenchida por material argiloso, a classificação Q não deve ser utilizada, por se tratar de um caso muito específico, devendo este ser tratado com uma abordagem mais apropriada.

4.2.2. Aplicações

A classificação do sistema Q é aplicada na definição do tipo de suporte necessário as escavações subterrâneas. De acordo com a nota obtida na classificação realizada pelo sistema Q e com a dimensão equivalente do trecho escavado, são separadas 38 sugestões de suporte, conforme ilustrado no gráfico da **Figura 6**, abaixo.

Figura 6: Carta de suporte de escavação para as 38 categorias de suporte, baseadas na classificação Q (Barton *et al.* 1974)

A discussão de todos os tipos de tratamento sugeridos, todavia, não serão discutidos neste trabalho, uma vez que não está em seu escopo o detalhamento dos tipos de tratamento necessários para cada classe de maciço.

4.3. Correlação entre as classificações RMR e Q

Desde a elaboração das classificações RMR e Q e suas aplicações nas análises de estabilidade de escavações subterrâneas, e pela prática de se classificar a mesma escavação por ambos os métodos de maneira a validar as decisões de tratamento, buscou-se obter uma correlação numérica entre estas duas classificações geomecânicas.

Vários autores buscaram estabelecer esta correlação de modo a conseguir um melhor ajuste, já que a classificação Q usa escala logarítmica e a classificação RMR escala linear, dentre os autores, os que obtiveram as correlações mais relevantes, de acordo com Goel *et al.* (1996), foram Bieniawski (1976), Rutledge & Preston (1978), Moreno (1980), Cameron-Clarke & Budavari (1981), Abad *et al.* (1984). Suas respectivas fórmulas de correlação seguem listadas abaixo:

Bieniawski, 1976 $RMR = 9 \ln Q + 44$

Rutledge & Preston, 1978 $RMR = 5,9 \ln Q + 43$

Moreno, 1980 $RMR = 5,4 \ln Q + 55,2$

Cameron-Clarke & Budavari, 1981	$RMR = 5\ln Q + 60,8$
Abad et al., 1984	$RMR = 10,5\ln Q + 41,8$

Ao se desenhar essas retas de correlação em um gráfico monolog de Q x RMR (**Figura 7**), podemos notar que essas equações se aproximam quando os valores em ambas as equações são intermediários, porém, ao se observar os extremos (muito bom a excepcionalmente bom e pobre a excepcionalmente pobre) essas retas de correlação não representam a realidade dos dados, e os próprios dados podem não condizer, devido as diferenças de parâmetros de classificação entre estas duas classificações geomecânicas.

Figura 7: Correlações existentes entre as classificações Q e RMR

De acordo com Goel *et al.* (1996), as tentativas de correlação entre as duas classificações geomecânicas ignoram o fato destes dois sistemas não serem completamente equivalentes. A exemplo disso, podemos citar que a classificação RMR não leva em consideração o campo de esforços aos quais o maciço rochoso está submetido, enquanto a classificação Q não considera a orientação das fraturas e a resistência da rocha sã como parâmetros independentes.

Tentando estabelecer uma correlação entre essas duas classificações, Goel *et al.* (1996) sugeriram uma nova abordagem utilizando os índices RCR, que seria o valor RMR sem as notas referentes a orientação das juntas e a resistência da rocha intacta, e o número de massa rochosa N, que seria o equivalente à nota na classificação Q considerando o valor de SRF igual a 1.

Utilizando-se de 63 casos históricos presentes em Barton *et al.* (1974), Bieniawski (1984) e Hoek & Brown (1980), Goel *et al.* (1996) e aplicando os índices RCR e N estabelecidos, chegaram a seguinte equação de correlação:

$$RCR = 8 \ln N + 30$$

A comparação entre as correlações existentes e a nova correlação sugerida por Goel *et al.* (1996) segue exposta na **Figura 8**.

Figura 8: Correlações entre as classificações RMR e Q sobrepostas aos dados brutos (a esquerda) e correlação com os dados tratados de acordo com os parâmetros RCR e N (Goel *et al.* 1996)

5. Metodologia

5.1. Determinação da área de estudo

A área de estudo delimitada (Apêndice 1) consiste na região onde serão escavados três túneis de desvio do rio necessários para que seja executada a construção de uma Usina Hidrelétrica. A área foi investigada com 23 furos de sondagem de diâmetros HW (76,2 mm de diâmetro) e NW (54,73 mm de diâmetro), totalizando 1068,24 metros testemunhados e destes, 2 furos televisionados, SR 343 e SR 347. A relação destes furos encontra-se na **Tabela 3**, abaixo:

Tabela 3: Relação das sondagens utilizadas para a aquisição de dados

Sond. Nº	Zona UTM: Sul 21L		Cota (m)	Prof. (m)	Cota NA
	Coord. S	Coord. E			
SR-01	8.966.411,30	524.305,09	207,863	30	197,86
SR-05-A	8.966.416,13	524.353,15	200,55	30	187,05
SR-07	8.966.289,54	524.287,06	192,624	45	181,12

SR-11	8.966.430,51	524.207,87	209,884	30	207,53
SR-101 (090/60)	8.966.373,23	524.398,03	166,342	70	159,67
SR-103	8.966.461,13	524.376,76	181,895	30	161
SR-105	8.966.468,46	524.251,20	205,148	30,05	192,3
SR-313	8.966.329,71	524.174,85	203,106	65,07	190,86
SR-315	8.966.298,07	524.267,99	197,744	55,04	179,54
SR-317 (090/60)	8.966.343,16	524.363,82	184,898	105,76	184,90
SR-319	8.966.508,17	524.313,02	187,33	45,04	174,03
SR-321	8.966.544,70	524.384,06	167,138	30,3	163,61
SM-323	8.966.622,23	524.243,90	200,924	55,11	193,85
SR-343	8.966.312,00	524.225,61	203,85	54,95	-
SR-347 (090/60)	8.966.384,83	524.219,51	207,987	72,7	195
SM-348	8.966.511,96	524.251,59	202,171	61,93	-
SR-349	8.966.595,90	524.313,36	190,506	40,21	176,73
SM-352	8.966.559,16	524.345,93	176,962	14,01	-
SR-353	8.966.307,87	524.242,84	194,05	32,19	-
SR-354	8.966.319,59	524.206,41	203,508	40,86	-
SR-355	8.966.325,79	524.169,43	201,55	30,84	-
SR-356	8.966.340,74	524.250,23	204,675	39,03	-
SR-364	8.966.366,97	524.320,87	204,5	60,15	-
			SOMA	1068,24	
			N.A médio		183,88

5.2. Classificação litológica da área de estudo

As litologias na área específica de estudo foram analisadas macroscopicamente diretamente no campo, por meio de inspeção de testemunhos de sondagem e por análise em microscópio petrográfico de lâminas delgadas, de modo a se identificar possíveis deformações não observadas macroscopicamente.

Foram observadas três litologias aflorantes principais: monzogranito (**Figura 9**), granodiorito (**Figura 10**) e diques de microgabro (**Figura 11**).

Figura 9: Amostra de monzogranito coletada na região de emboque dos túneis

Figura 10: Amostra de granodiorito coletada na região dos desemboque dos túneis

Figura 11: Amostra do dique de microgabro presente na região do emboque

O monzogranito possui coloração róseo-avermelhada, estrutura maciça, textura porfirítica grossa de matriz média-fina, e é composto por quartzo (40%), feldspato

potássico (32%), plagioclásio (21%), biotita (7%) e titanita (traço). A análise petrográfica da amostra laminada revelou uma estrutura fragmentada e deformada, com a presença de mimerquitas de quartzo no feldspato potássico (**Figura 12a**), extinção ondulante nos cristais de quartzo (**Figura 12b**), e com os cristais da rocha comumente fragmentados (**Figura 12c**), indicando que ela esteve sujeita a altos esforços a baixa temperatura.

Figura 12: a) Mimerquitas de quartzo no feldspato potássico; b) extinção ondulante nos cristais de quartzo; c) cristais de quartzo e plagioclásio fragmentados.

O granodiorito possui coloração cinza, estrutura maciça e textura equigranular média-fina, sendo composto por quartzo (35%), plagioclásio (40%), feldspato potássico (15%), biotita (10%) e piroxênio (traço). AS análises petrográfica indicam que a rocha foi submetida a uma deformação rúptil, devido à presença mimerquitas de quartzo nos feldspatos (**Figura 13a**), a presença de contatos interlobados entre os cristais de quartzo (**Figura 13b**), e o fato dos cristais da rocha estarem fragmentados e angulosos (**Figura 13c**).

Figura 13: a) mimerquitas de quartzo em feldspatos; b) contatos interlobados nos cristais de quartzo; c) cristais fragmentados e anédricos

O microgabro que ocorre na forma de alguns diques cortando tanto o monzogranito quanto o granodiorito apresenta estrutura levemente foliada e estrutura fanerítica fina, de maneira que torna difícil a correta identificação mineralógica. Ele possui alguns poucos pórfiros de plagioclásio e piroxênio e uma foliação insipiente pode ser notada (**Figura 14**).

Figura 14: Micrografia do microgabro

5.3. Classificação dos testemunhos de sondagem

Além da análise direta de algumas caixas de testemunhos, foram utilizadas as classificações de testemunhos de sondagens e as fotos dos mesmos, fornecidas pela empresa Intertechne Consultores S/A. Os Testemunhos de sondagem foram classificados, quanto a recuperação, RQD, alteração, coerência, fraturamento e condutividade hidráulica do maciço rochoso utilizando a norma ABNT NBR 6502 (1995) (Tabelas resumo – Anexo 1) e com isso foram elaboradas representações esquemáticas de cada sondagem, denominados logs de sondagem (Apêndice 2), para a rápida visualização destes dados, como ilustrado na Figura 15, abaixo.

Figura 15: Modelo de log de sondagem, onde SPT/RQD se refere ao valor do ensaio SPT e/ou RQD da rocha; A se refere a alteração; F ao grau de fraturamento; e H a permeabilidade hidráulica do meio.

5.4. Classificação e discretização das descontinuidades nos testemunhos

A partir dos dados fornecidos pela empresa foi obtido o grau de fraturamento das sondagens executadas. Para esse parâmetro geomecânico levou-se em conta os espaçamentos das fraturas por trechos homogêneos (isofraturamento). Verificaram-se também as condições das descontinuidades, como: inclinação, tipo, superfície (abertura, regularidade e aspereza), alteração e presença de materiais de preenchimento. Todos estes parâmetros estão listados na tabela do Anexo 2.

Pelo fato deste tipo de classificação ser muito genérico quanto à localização das fraturas e suas profundidades, por meio de observação direta das fotos fornecidas dos testemunhos de sondagem, foi retirada a profundidade de cada fratura presente no testemunho e classificada quanto a sua inclinação. Este levantamento das profundidades das fraturas no testemunho se faz necessário para determinação de sua posição espacial no maciço que, a posteriori, serão desenhadas no modelo tridimensional em ambiente CAD. Como os testemunhos não foram executados segundo uma orientação pré-definida, somente puderam ser aproveitadas as informações das fraturas sub-horizontais, cuja orientação e mergulho, sendo consideradas como nulas, não trazem grandes erros a modelagem. Não

estão sendo consideradas as informações de fraturas inclinadas e sub-verticais por não se saber a direção de mergulho destes planos.

5.5. Interpretação do televisionamento dos furos de sondagem

Para solucionar a questão do comportamento espacial em sub-superfície das fraturas inclinadas e sub-verticais, foram realizados dois televisionamentos de furos de sondagem próximos a região de emboque dos túneis de desvio. O televisionamento consiste em um imageamento das paredes do furo de sondagem e na determinação das fraturas por meio destas imagens. Como a câmera imageadora possui acoplada uma bússola e um clinômetro, além de outros sensores, torna-se totalmente possível orientar as fraturas nas imagens, seja em furos verticais ou em furos inclinados (Figura 16).

Figura 16: Exemplo de televisionamento de furo de sondagem

A direção e mergulho destas discontinuidades são fornecidos já no relatório de imageamento e são obtidas por meio de interpretação com auxílio de um algoritmo simples em um software da empresa responsável pelo procedimento. Para conferência do resultado fornecido pela empresa, foi utilizado o software Dips da Rocscience utilizando o seguinte método fornecido pelo programa:

A) Direção do Furo

- **Orientação 1:** O ângulo do topo considerado do testemunho a uma linha de referência (medida em sentido horário olhando na direção do furo), usando 0 se o furo for vertical.

- **Orientação 2:** O Ângulo do furo com a vertical, contado em sentido horário. Furos verticais recebendo valor de 180.

- **Orientação 3:** Azimute do furo medido em relação ao norte verdadeiro. Para furos verticais, utilizar o ângulo entre a linha de referência e o norte verdadeiro no sentido horário.

B) Atitude das descontinuidades

Ângulo α

Ângulo β

Figura 17: Método de análise dos dados no software Dips®, para que seja utilizada a correção de Terzaghi. (alterado de Dips®, 2004)

5.6. Classificação e discretização das descontinuidades dos furos televisionados

O televisionamento de furos nos permite observar in situ as características não recuperadas no testemunho de rocha, como as regiões muito fraturadas, e estas mesmas regiões tendem a fornecer muitos dados semelhantes e até controversos dentro do intervalo altamente fraturado, por este motivo antes de selecionar as fraturas que serão utilizadas para caracterizar o maciço rochoso, deve-se excluir as informações não coerentes e o excesso de informações, como várias medidas semelhantes em um intervalo muito pequeno. Após uma seleção criteriosa, as descontinuidades observadas foram classificadas quanto a direção, mergulho e tipo, tentando ainda fazer a correlação do que foi observado no televisionamento com o que foi obtido no testemunho de sondagem.

5.7. Determinação das atitudes das descontinuidades principais no software Dips - correção de Terzaghi

Tendo feita a coleta das atitudes das descontinuidades nos dois furos televisionados, pelo método previamente mostrado e disponível no software Dips®, foram confeccionados a priori dois estereogramas (**Figura 19** e **Figura 20**), um para cada sondagem, e aplicada a correção de Ruth Terzaghi (1965), que nada mais é do que uma correção estatística que correlaciona a direção do furo com a direção dos planos e aos planos com mergulho mais próximo ao mergulho do furo são atribuídos ponderadores que os fazem ter menor importância na análise estatística feita pelo programa. Esta ponderação pode ser exemplificada pela Figura 18, abaixo.

Figura 18: Relação entre a direção do furo e a relevância do dado de direção de fratura obtido a partir dela (Terzaghi, 1965).

Em posse destes dois estereogramas, foram elaborados quatro estereogramas: um unindo as informações de ambos (**Figura 21**), e os outros três plotando somente as fraturas sub-horizontais, inclinadas e sub-verticais (**Figura 22**), com a finalidade de se determinar o padrão de fraturamento do maciço. Como resultado foram obtidas 7 famílias de fraturas sendo estas consideradas as principais direções das discontinuidades do maciço granítico.

Figura 19: Estereograma elaborado a partir do televisionamento da sondagem SR-343

Estereograma das Descontinuidades – SR – 347

Figura 20: Estereograma elaborado a partir do televisionamento da sondagem SR-347

Estereograma Unificado – SR 343 e SR 347

Figura 21: Estereograma elaborado a partir do televisionamento das sondagens SR-343 e SR-347

Modelo Estrutural – Fraturas SH

Set Statistics

Set: 7/7

83 Poles from 82 Entries
Fisher's K = 32.7227
68.25% Variability Limit = 15.2189 degrees
95.44% Variability Limit = 25.001 degrees
99.74% Variability Limit = 35.1049 degrees
68.26% Confidence Limit = 1.59634 degrees
95.44% Confidence Limit = 2.01869 degrees
99.74% Confidence Limit = 3.63607 degrees

Modelo Estrutural – Fraturas I

Figura 22: Estereogramas do modelo estrutural considerado

5.8. Correlação das fraturas observadas e do modelo teórico de descontinuidades

Uma vez definidas as direções preferenciais das fraturas no maciço rochoso, foi feita uma correlação entre os valores obtidos nos estereogramas e os valores obtidos nos furos televisionados, de modo a se definir a quais profundidades ocorrem cada fratura pertencente a cada família. Esta tabela de correlação elaborada (Apêndice 3) foi feita considerando uma tolerância de $\pm 10^\circ$ na direção do mergulho dos planos de fratura, sendo somente utilizada uma tolerância maior no caso das fraturas sub-horizontais, da ordem de $\pm 30^\circ$.

Esta correlação entre as fraturas do modelo estrutural do maciço e as fraturas reais também nos possibilitou determinar quais direções do modelo estrutural se encontravam mais ou menos alteradas, possibilitando por agora determinar um valor médio para o ângulo de atrito em cada direção de fraturamento, como exposto na **Tabela 4**, abaixo:

Tabela 4: Comportamento considerado para as fraturas do modelo estrutural

Família	Direção de mergulho	Alteração
A	135/04	Alterada
B	185/50	Não alterada
C	015/39	Moderadamente alterada
D	149/76	Não alterada
E	175/71	Moderadamente alterada
F	221/76	Moderadamente alterada
G	090/81	Alterada

5.9. Classificação RMR para o maciço com base nos testemunhos de sondagem

A classificação geomecânica do maciço foi iniciada pela classificação proposta por Bieniawski (1989), o RMR (Rock Mass Rating). Para tal, foram utilizadas as informações obtidas na classificação dos testemunhos de sondagem, com o auxílio das fotos das mesmas, para que fosse aplicada a classificação RMR por trecho de sondagem, normalmente separados segundo isofraturamento. Os resultados desta classificação se encontram no Apêndice 4 sendo que a nota de classe de maciço resultante desta classificação se estende desde I, para rocha muito boa, até V, para rocha muito ruim, como relacionado na **Tabela 5**, abaixo.

Tabela 5: Classes de Maciço de acordo com a classificação RMR (Bieniawski, 1989)

Classe de maciço	Descrição
I	Muito Bom
II	Bom
III	Regular
IV	Pobre

V	Muito Pobre
---	-------------

5.10. Classificação Q com base nos testemunhos de sondagem

A classificação Q proposta por Barton et al. (1974) foi desenvolvida originalmente para a classificação de escavações em rocha, tendo como objeto a ser classificado as paredes do túnel recém aberto. Contudo, neste trabalho, esta classificação foi utilizada para se classificar os testemunhos de sondagem, que por observação das fotografias dos testemunhos e da classificação supracitada nos itens 4.3 e 4.5, pode-se obter as informações sobre o fraturamento e a condição das fraturas em cada intervalo do testemunho, resultando no apresentado no Apêndice 5, com notas que definem a qualidade do trecho, sendo de “A”, para rocha em excelentes condições, a “G”, para rocha muito decomposta/muito fraturada, conforme apresentado na **Tabela 6**, abaixo:

Tabela 6: Classes de maciço de acordo com a classificação Q (Barton et al., 1974)

Classe	Descrição
A	Excepcionalmente Boa a Muito Boa
B	Boa
C	Média
D	Pobre
E	Muito Pobre
F	Extremamente Pobre
G	Excepcionalmente Pobre

5.11. Dados de Campo

Um trabalho de campo foi realizado para a validação do modelo geológico elaborado com base nos televisionamentos das sondagens SR 343 e SR 347. Para tanto, foram realizados mapeamentos estruturais em taludes na região de escavação e uma compilação de mapeamentos fornecidos pela Intertechne Consultores S/A, tanto da margem onde serão

realizadas as escavações dos túneis estudados, denominada doravante de Margem Esquerda, quanto da outra margem do rio, a Margem Direita. Tais dados encontram-se compilados no Apêndice 6. O mapa dos pontos mapeados e as fotos destes pontos encontram-se nos Apêndice 7 e 8, respectivamente.

Com os dados supracitados foram elaborados dois estereogramas, um para cada margem (**Figura 23**) com a finalidade de comparação com o elaborado para o modelo geológico.

Figura 23: Estereogramas resultantes dos dados obtidos em campo

Os estereogramas presentes na **Figura 23** apresentam uma forte correlação com aqueles apresentados nas **Figura 22**, elaborados a partir dos televisionamentos, sendo diferente somente as estatísticas das medidas, pois mapeamentos de taludes geram concentrações maiores de fraturas inclinadas e subverticais devido à natureza da amostragem.

5.12. Modelagem em ambiente CAD

Concomitantemente a todos os processos supracitados, foram elaborados em ambiente CAD os modelos tridimensionais das sondagens, respeitando sua locação e sendo por agora modelos representando as litologias e as regiões com diferentes graus de alteração, e modelos representando a classificação geomecânica por RMR e Q das sondagens.

A partir das informações sobre o fraturamento do maciço, foram elaborados modelos tridimensionais no AutoCAD, sendo primeiramente lançados todos os planos sub-horizontais em todas as sondagens, e nas sondagens SR 343 e SR 347, que foram televisionadas, foram lançadas as fraturas do modelo estrutural nas profundidades observadas. Com estes planos lançados nas sondagens. Essas fraturas foram extrapoladas em toda a área de

estudo, obedecendo ao espaçamento médio observado das fraturas e considerando-as como planas e contínuas por todo o maciço (**Figura 24**).

Figura 24: Bloco tridimensional do modelo estrutural, apresentando todas as famílias de fraturas consideradas.

Com o modelo tridimensional construído (Apêndice 9), foram elaboradas seções cortando o bloco da **Figura 24** de acordo com a grade ilustrada abaixo (**Figura 25** e Apêndice 10), sendo que para cada uma destas direções foram elaborados cinco tipos de seções: estruturais, geológicas, geomecânicas pela classificação RMR, geomecânicas pela classificação Q e geomecânicas integradas.

As seções foram traçadas o mais próximo possível das linhas de sondagem executadas, de modo a diminuir ao máximo a extrapolação de informação e tornar os perfis os mais fidedignos possíveis.

Figura 25: Direções dos perfis realizados na área de estudo

5.12.1. *Perfis Estruturais*

Os perfis estruturais (Apêndice 11) foram elaborados com base no bloco do modelo estrutural apresentado na **Figura 24**, seccionando-o de acordo com as direções de interesse, em seguida foi utilizado padrão de cores em cada família, para que se pudesse discriminar cada uma delas nas seções e assim analisar o comportamento de cada família. Além de identificar o padrão de cores, também foram discriminadas as discontinuidades observadas nos testemunhos de sondagem e as discontinuidades inferidas a partir do espaçamento o médio estipulado.

Os perfis estruturais também contemplam representações litológicas dos furos de sondagem que foram utilizados em cada seção.

5.12.2. *Perfis Geológicos*

Os perfis geológicos (Apêndice 12) foram desenhados a partir dos perfis estruturais, observando a direção das discontinuidades e as variações litológicas existentes nos testemunhos de sondagens, dessa forma, foi possível inferir a atitude das zonas alteradas, possibilitando a colocação delas no espaço e em subsuperfície.

5.12.3. *Perfis Geomecânicos RMR*

Os perfis geomecânicos baseados pela classificação RMR (Apêndice 13) foram elaborados a partir das informações obtidas nos perfis estruturais e geológicos quando confrontados com os modelos tridimensionais das sondagens classificadas pelo sistema

RMR, sendo estas elaboradas a partir das classificações presentes as memórias de cálculo do Apêndice 4.

Com isso, foi possível delimitar com maior precisão as zonas de comportamento instáveis que poderiam vir a desestabilizar o maciço rochoso durante as escavações dos túneis.

5.12.4. Perfis Geomecânicos Q

Os perfis geomecânicos elaborados com base no sistema Q (Apêndice 14) foram desenhados a partir das informações obtidas nos perfis estruturais e geológicos quando confrontados com os modelos tridimensionais dos testemunhos de sondagens desenhados conforme a classificação pelo sistema Q, presente no Apêndice 5, tornando possível assim a inferência da atitude de regiões de menor qualidade de maciço rochoso e que podem trazer riscos durante o processo construtivo.

5.12.5. Correlação entre as classificações Q e RMR

A correlação entre as classificações Q e RMR foi realizada de duas maneiras distintas: uma interpretativa, por meio de geomecânicos integrados e outra por meio de comparação numérica devido aos modelos de vários autores.

Os perfis integrados entre as classificações Q e RMR (Apêndice 15) foram desenhados a partir da sobreposição dos perfis geomecânicos das classificações RMR e Q, sendo estes interpretativos e não foram utilizadas correlações numéricas para a elaboração dos perfis integrados.

As comparações numéricas foram elaboradas com base nas retas de correlação citadas no item 4.3 deste trabalho e com base na reta de correlação elaborada a partir dos próprios dados adquiridos (**Figura 26**). Esta comparação, presente no Apêndice 16, foi realizada utilizando os valores classificados de cada furo de sondagem nas duas classificações geomecânicas e aplicando as equações adquiridas na bibliografia nos valores Q para se obter os valores de RMR, assim como utilizando no mesmo processo a reta de correlação experimental. Desta forma pretende-se observar qual classificação tem o menor desvio padrão médio dos valores em relação aos valores reais.

Figura 26: Gráfico de reta de regressão dos dados obtidos

6. Resultados

6.1. Modelo Estrutural

A geologia estrutural da área é dominada por deformações e estruturas devidas a tectônica rúptil de baixa profundidade, responsável pela formação das sete famílias de fraturas observadas nos televisionamentos de sondagem e nos estereogramas elaborados para a análise estrutural da área de estudo e pelas feições observadas nas lâminas petrográfica analisadas.

O modelo estrutural está apresentado nos perfis presentes no Apêndice 11, onde podemos observar o comportamento das famílias de fraturas de acordo com o progresso da região de emboque para a região de desemboque. Sendo que existe uma maior concentração de discontinuidades no emboque. Abaixo, segue a **Figura 27**, como exemplo de perfil estrutural elaborado.

Figura 27: Perfil estrutural do espelho de emboque

6.2. Modelo Geológico

A geologia da área de estudo foi dividida em relação ao grau de alteração da rocha granítica, uma vez que o comportamento dos dois granitos do emboque e do desemboque são similares e nas seções elaboradas não interceptam nenhum dos diques de microgabro.

Na região do emboque (**Figura 28**) predomina uma rocha de qualidade inferior, com descontinuidades sub-horizontais preenchidas por material muito alterado e blocos definidos pelas famílias de fraturas. O desemboque (**Figura 29**), por outro lado, possui rocha granítica de excelente qualidade, com fraturas sem alteração e com maior espaçamento entre as famílias, favorecendo a estabilidade.

Figura 28: Perfil geológico da região do emboque dos túneis

Figura 29: Perfil geológico da região de desemboque dos túneis

6.3. Modelos Geomecânicos

Os modelos geomecânicos RMR e Q seguiram as tendências do modelo geológico com coerência, de maneira que as regiões de pior nota e de maior instabilidade se encontram na região do emboque dos túneis (**Figura 30** e **Figura 32**) e as regiões de maior estabilidade

na região de desemboque dos túneis (**Figura 31 e Figura 33**), não importando qual das classificações seja considerada.

Figura 30: Perfil Geomecânico RMR da região de emboque dos túneis

Figura 31: Perfil Geomecânico RMR da região de desemboque dos túneis

Figura 32: Perfil Geomecânico Q da região de emboque dos túneis

Figura 33: Perfil Geomecânico Q da região de desemboque dos túneis

6.4. Modelo de Correlação das Classificações Geomecânicas

O modelo de correlação entre as classificações geomecânicas elaborado por comparação e interpretação não teve como base os modelos matemáticos, mas sim a interpretação dos dados obtidos dos logs de sondagem juntamente com os dados das

classificações geomecânicas. Com os dados dos logs mais a sobreposição dos dois perfis geomecânicos, obtivamos como resultado os perfis integrados, como exemplificado na **Figura 34** e na **Figura 35**.

Figura 34: Perfil Integrado do espelho de emboque

Figura 35: Perfil integrado do espelho de desemboque

7. Discussão

7.1. Geologia da área

Os dados bibliográficos retirados de Oliveira e Albuquerque (2005) apontam que após o evento intrusivo do Granito Teles Pires na suíte vulcano-sedimentar Colíder, ocorreu um evento transtrativo responsável pela formação da Bacia Beneficente, esta controlada por vezes por megazonas transcorrentes de direção EW a NW-SE, advindas possivelmente de reativações das feições estruturais herdadas da evolução do Arco Magmático Juruena, e sua deformação rúptil ocorre segundo zonas de cisalhamento descontínuas, confinadas, sendo que os cisalhamentos de movimentação dextral possuem orientação NS e os de movimentação sinistral possuem as direções NW-SE e EW. Durante o Período Jurássico (180 Ma) ocorreram intrusões de diques de diabásio de direção preferencial NW-SE.

Observações realizadas em mapa pertencente ao mesmo relatório (Oliveira e Albuquerque, 2005) mostram que o rio na área pesquisada encontra-se encaixado em uma falha dextral, com rejeito aparente em mapa, que se encontra confinada entre duas zonas de cisalhamento sinistrais, que pelo observado (**Figura 36**) não possui rejeito distinguível na escala do mapa. Por estar em tal confinamento estrutural, se esperaria que o rio fosse controlado por uma das falhas geradas de acordo com o modelo de Riedel, porém o único segmento dele deste confinamento que obedece tal estruturação é a porção do rio de orientação NE-SW, sendo uma falha R' de Riedel. Essa observação implica que a direção NS observada no rio deve ter se formado em um evento independente das falhas de cisalhamento que confinam o bloco, porém não é possível situar temporalmente tal evento.

Figura 36: Configuração Estrutural ao qual o maciço granítico encontra-se submetido (N na direção vertical para cima).

Passando para uma visão mais local, a área de escavação dos túneis é constituída por 3 litologias, um monzogranito rosa, porfirítico grosso-muito grosso de matriz média-fina na região de emboque dos túneis, um granodiorito cinza, fanerítico médio-fino na região de desemboque dos túneis, e diques métricos de microgabro encaixados em fraturas presentes nos granitos (**Figura 37**).

Figura 37: Dique de microgabro encaixado na fratura do granito, de direção NW-SE.

Observações de campo, principalmente na região do emboque dos túneis por ser a mais crítica, possibilitaram a observação das fraturas sub-horizontais alteradas (**Figura 38**), de espessura centimétrica (**Figura 39**), com lentes de caulinita alongadas e delgadas, e grãos de quartzo por vezes estirados, o que sugere que a ocorrência de uma movimentação cisalhante nestes planos, que teria favorecido a alteração.

Figura 38: Juntas sub-horizontais com preenchimento na parede do espelho de emboque

Figura 39: zona alterada dentro de uma fratura sub-horizontal

Outra evidência de movimentação cisalhante é a presença de um dos diques de microgabro encaixados em uma das fraturas de direção NW-SE apresentar um fraturamento sigmoidal a losangular, e uma suave foliação (**Figura 40**), mais marcada pelos planos de fratura. Não é possível, porém, situar cronologicamente o período de intrusão (por volta de 180 Ma, conforme bibliografia) com o período de movimentação das falhas, de maneira que o dique pode ter intrudido durante a movimentação e ter sido cisalhado durante o resfriamento ou pode ter sido deformado após já ter ocorrido o resfriamento em um evento posterior. Outra observação relevante quanto ao mesmo dique, é que a densidade de fraturamento da rocha granítica é diferente em cada um dos lados do dique.

Figura 40: dique de microgabro cisalhado de atitude 240/85.

A análise microscópica de amostras destas litologias revelou que as amostras dos granitos apresentam cristais de quartzo quebrados, fragmentados, trincados e recristalizados parcialmente, comumente formando mimerquitas (**Figura 12.a**), e os cristais maiores que estão em melhores condições apresentam extinção ondulante. Os feldspatos, tanto o potássico quanto o plagioclásio, encontram-se pouco alterados, fragmentados, raramente apresentam suas geminações características e ocorrem englobando os cristais fragmentados de quartzo.

A análise microscópica do microgabro mostra que o dique encaixado nas fraturas, apesar de aparentar cisalhado, por causa de suas fraturas internas, apresenta essa feição na lâmina petrográfica, podendo ser sinal de intrusão na zona de falha ou fratura pré-existente conforme o ilustrado na micrografia da **Figura 14**. No entanto, mais adiante o dique apresenta um dos lados estriados e alterado indicando recorrência de falhamento.

As feições de deformação rúptil observadas nas lâminas petrográficas, juntamente com o estudo bibliográfico e as observações de campo, nos permite supor que as movimentações transcorrentes regionais se processaram em diferentes fases e com recorrência inclusive no Fanerozóico.

Essas movimentações e os esforços por elas responsáveis foram os responsáveis pelo atual padrão de fraturamento observado na área de estudo. O modelo estrutural tridimensional (Apêndice 9) foi seccionado por 9 seções, que seguem alinhadas as sondagens realizadas na área, gerando os perfis estruturais do Apêndice 11. Estes perfis estruturais, juntamente com as informações litológicas de cada sondagem, foram utilizados na elaboração dos perfis geológicos (Apêndice 12). As análises destes perfis geológicos elaborados já ilustram a diferença entre a qualidade da rocha do emboque e do desemboque com maior fidelidade a realidade, além de permitir a determinação das direções das zonas muito alteradas e/ou muito fraturadas nos testemunhos, não se limitando a interpretação somente de zonas horizontalizadas de alteração, que por mais que ocorram de fato, não devem ser preteridas em favor das fraturas com demais inclinações, a partir do momento que se conhece o comportamento das famílias de fraturas. Estas por sua vez, tendem a ir diminuindo de espessura de alteração até passarem ao contato rocha-rocha conforme se segue para dentro do maciço rochoso e mais distante do rio.

Com os perfis geológicos e estruturais propostos e as demais análises citadas anteriormente, pode-se gerar algumas hipóteses quanto à gênese de algumas das feições estruturais presente neste maciço rochoso. A primeira delas seria relativa à diminuição das zonas de alteração para dentro do maciço: as tensões de alívio do maciço granítico próximo a calha do rio tendem a ser maiores, pois como o rio já se trata de um plano de fraqueza, o maciço teria maior mobilidade próximo ao mesmo, fazendo assim que as fraturas sub-horizontais fiquem mais abertas. A segunda, e mais intrigante delas, é a relativa à presença

de fraturas alteradas, oxidadas e espessas abaixo do nível freático mínimo da região, considerado na cota 160 m, por ser a cota da lamina d'água do rio durante o período de seca na região. Para que ocorra a oxidação é necessária a presença de oxigênio em uma concentração superior a presente na água que percolaria por essas fraturas, logo ou em algum momento o nível freático esteve variando bem abaixo do mínimo atual, permitindo a entrada de oxigênio durante a seca, ou estas fraturas em algum momento estiveram acima do nível freático, ou algum fluido rico em oxigênio percolou por elas propiciando alterações com tais características, o que pode ser sugerido pela presença de veios de quartzo (**Figura 41**).

Figura 41: veio de quartzo alterado (próximo ao Ponto TTP-03)

7.2. Classificação RMR

A classificação do maciço rochoso pela classificação RMR proposta por Bieniawski (1989) foi utilizada na classificação dos testemunhos das sondagens realizadas na área de estudo a fim de classificar o maciço geomecânicamente e assim poder ser feita uma previsão da qualidade do maciço rochoso e as condições de estabilidade durante e após a escavação dos túneis de desvio.

A elaboração dos perfis baseados na classificação RMR (Apêndice 13) nos permitiu observar que a região do emboque dos túneis (Perfil 1, Apêndice 13) possui rocha de pior qualidade (Classes IV e V) acima da cota 170, com progressiva melhora abaixo desta cota, chegando a classes de maciço II e I. Ao observarmos o espelho de desemboque, o Perfil 5 (Apêndice 13) mostra um maciço rochoso de boa qualidade com rochas não piores que classe III.

As regiões de pior qualidade ficaram claramente delimitadas pelas classes de maciço IV e V, que acompanham principalmente as zonas de alteração sub-horizontais e as porções de rocha alterada a muito alterada, conforme a **Figura 42**. Com esta figura, podemos observar que a classificação do emboque realizada com base em testemunhos de sondagem representou apropriadamente a configuração estrutural e mecânica existente no espelho de emboque, que só foi exposta após sua escavação.

O incremento nos parâmetros de qualidade do maciço rochoso é condicionado pela profundidade e pelo distanciamento da região de emboque, onde há a ocorrência de intrusões de microgabro e evidências de movimentações transcorrentes, que teriam favorecido a alteração por gerar maior fraturamento e zonas de fraqueza na rocha a tornando mais susceptível ao intemperismo e a alterações hidrotermais.

Figura 42: Associação do perfil geomecânico RMR elaborado para o emboque com os afloramentos analisados

7.3. Classificação Q

A classificação do maciço rochoso com base no sistema Q (Apêndice 14) de Barton *et al.* (1974) mostrou ser similar à classificação RMR do maciço, seguindo as mesmas zonas de fraqueza, e os mesmo padrões de qualidade de maciço observados na classificação RMR (**Figura 43**), porém, como o sistema Q divide a qualidade de maciço rochoso em 9 classes, e não em 5 como o sistema RMR, ocorre uma divisão muito maior do maciço, com diferenças entre as porções alteradas e uma aparente queda na qualidade do maciço rochoso quanto a porção de rocha de boa qualidade.

Esta falsa impressão é desfeita a partir do momento que pensamos em termos práticos quanto a tratamento do maciço rochoso durante a escavação. Rochas das classes A, B e C são consideradas como de boa qualidade e equivalentes a classe I de maciço da classificação RMR, enquanto as classes F e G são tratadas da mesma forma e equivalentes a classe de maciço V da classificação RMR.

Outro ponto a ser observado é que a classificação pelo sistema Q foi originalmente desenvolvida para mapeamentos de paredes recém escavadas de túneis, para imediata classificação e tratamento das mesmas, e a classificação neste trabalho foi realizada por meio de testemunhos de sondagem, tendo alguns de seus parâmetros interpretados a partir das condições dos testemunhos de sondagem, como o SRF e o J_w por exemplo.

Figura 43: Associação do perfil geomecânico Q elaborado para o emboque com os afloramentos analisados

7.4. Correlação entre classificações geomecânicas

No presente trabalho foi elaborada uma correlação interpretativa entre as classificações Q e RMR, esta ilustrada no Apêndice 15, que foram elaborados com o intuito de fornecer uma visão geral da qualidade do maciço rochoso, observando às porções onde ambas as classificações forneciam informações similares, e descartando informações contraditórias levando em conta a geologia do testemunho de sondagem próximo.

No entanto, existem várias correlações entre estas duas classificações geomecânicas provenientes de vários autores (Aksoy, 2008), que conforme podemos observar na **Figura 7** anteriormente exposta, que todos eles chegam a valores aproximados nas classes de maciço intermediárias e diferem em muito tanto nos extremos de boa qualidade quanto no de má qualidade de maciço.

Ao se fazer a análise dos desvios padrão médios de cada valor gerado pelas diversas retas de correlação, pode-se concluir que a equação que exibiu menor desvio dos valores reais obtidos foi a proposta por Cameron-Clarke & Budavari (1981). Este resultado (**Tabela 7**) se demonstra curioso uma vez que seria esperado que a melhor correlação fosse resultante da reta gerada experimentalmente a partir dos dados originais.

Tabela 7: Desvios padrão médios por furo entre a classificação RMR real e a classificação RMR obtida a partir de retas de correlação. Valores menores assinalados em amarelo.

	Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	Goel et al (1996)
SR 01	16,64490558	18,37000113	16,31514304	15,65533401	15,53699359	15,83555818	17,21263486
SR 05	13,23216092	14,97752773	12,61242867	12,23096108	12,33786339	18,66995626	14,65625588
SR 07	7,180342003	11,60191658	8,857552724	4,466112028	4,425757667	15,13353671	6,50706636
SR 11	7,65980662	8,566327425	8,329995592	7,139796455	6,981293014	9,146106875	8,745432967
SR 101	14,13566921	16,4270225	13,63782823	12,87906659	12,88218801	17,9547113	17,07611689
SR 103	19,75452448	23,35456494	19,38663455	17,89403832	17,65749323	26,16270264	21,6042888
SR 105	17,87475833	20,66776985	19,15094582	16,24074233	15,58362335	22,92232611	18,44102032
SR 313	25,68471121	29,17835955	24,51648045	23,75819057	23,41013488	31,06322201	26,56770261
SR 315	23,87682044	27,37930435	22,71339679	21,9597638	21,69241479	29,62401492	25,79539082
SR 317	19,96671563	23,35554503	18,57136502	18,124864	17,90063163	25,63736532	20,81752094
SR 319	16,12412572	18,05386105	16,89075876	15,13628659	15,11352873	19,54336019	17,82855282
SR 321	14,63534922	16,66373645	13,67787316	13,70075408	14,23832062	17,75119562	19,01694318
SR 323	9,636618284	9,838936907	14,54190865	9,168112248	7,090535915	9,020227078	5,807677623
SR 343	18,39499952	20,45463291	16,88485848	17,63428639	18,21966538	21,89446353	20,52878343
SR 347	21,92125085	25,00091355	20,67497932	20,24984501	20,11766771	27,3134781	23,17568992
SR 348	16,94235037	19,35282398	16,46514071	15,55962338	15,13815665	21,39302389	17,41038372
SR 349	10,83933497	12,46617184	11,49645149	9,891042304	10,09170584	13,56120483	13,18032118
SR 352	10,76219966	12,04444034	11,31041744	10,02666421	9,802466857	12,84568432	10,23394697
SR 353	20,09006253	23,26892449	18,80658987	18,39532272	18,00851641	25,7847023	20,61143168
SR 354	22,35789396	25,75266343	21,1852568	20,46896168	20,01996452	27,79253185	23,36484044
SR 355	15,81337671	18,75850731	15,93436229	14,06797426	13,68946976	21,10574453	17,37383387
SR 356	26,66953842	31,31464803	25,30671203	24,05711861	23,31087862	34,70700375	26,93197837
SR 364	22,88162921	25,97069	20,94089763	21,23733339	21,19337847	28,78691589	23,40848103

Também podemos observar que a proposta de Goel et al. (1996), que sugere a transformação dos valores obtidos nas classificações RMR e Q para RCR e N,

respectivamente, também não torna a relação entre as duas classificações mais precisas, conforme proposto pelos autores, ao menos não para esta amostragem de dados.

7.5. Comparação entre as classificações e a geologia

As classificações geomecânicas se mostraram, durante este trabalho, fidedignas às feições geológicas do maciço rochoso a ser escavado. As interpretações geomecânicas realizadas com base nos testemunhos de sondagem e suas classificações geotécnicas utilizadas na classificação geomecânica, mesmo tendo sua parcela de interpretação e extrapolação para todo o maciço rochoso, mostraram que a geologia foi obedecida.

8. Conclusão

A utilização de classificações geomecânicas com a finalidade de classificação de maciços rochosos e seu adequado tratamento para fins de estabilidade e segurança de obras de engenharia é um procedimento corriqueiro. Neste trabalho, pudemos observar que mesmo estas classificações sendo interpretativas e realizadas com base em uma amostra do maciço rochoso, elas representam bem a geologia e fornecem uma boa aproximação das condições de qualidade do maciço rochoso, permitindo uma previsão do tipo de tratamento necessário para cada setor das escavações e em que quantidade, evitando falta de material necessário para tratamento.

As classificações geomecânicas, porém, não antecipam problemas mais pontuais, e estes devem ser observados pelo geólogo de campo e tratados de acordo com a necessidade pontual do problema.

Ambas as classificações aplicadas neste trabalho obtiveram na maioria das vezes classes de maciço equivalentes mesmo se utilizando de parâmetros de classificação diferentes. A correlação entre ambas as classificações que mais se ajustou para o conjunto de dados utilizados nesse trabalho foi a proposta por Cameron-Clarke & Budavari (1981), obtendo os menores valores de desvios padrão entre o valor real e o valor calculado.

9. Referências Bibliográficas

- Abad J., Caleda B., Chacon E., Gutierrez V. and Hidalgo E. 1984. Application of Geomechanical Classification to Predict the Convergence of Coal Mine Galleries and to Design their Supports. *In: 5th Int. Congr. Rock Mech.*, Melbourne, pp. 15-19.
- ABNT NBR 6502: 1995: Solos e Rochas.
- Aksoy, C.O. 2008. Review of rock mass rating classification: Historical developments, applications, and restrictions. *Journal of Mining Science*, vol. 44 – 1. P. 51 – 63.
- Barton, N., Lien, R., Lunde, J. 1974. Engineering Classification of Rock Masses for Design of Tunnel Support. *Rock Mechanics*, **6**: 189-236.
- Bieniawski, Z.T. 1976. Rock mass classification in rock engineering. *In: Exploration for rock engineering, proc. of the symp.*, (Ed.Z.T. Bieniawski) Cape Town: Balkema, **1**, 97-106..
- Bieniawski, Z.T. 1978. Determining Rock Mass Deformability: Experience from Case Histories. *Internatonal Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics*, **15** – pp. 237 – 247.
- Bieniawski, Z.T. 1979. Tunnel Design by Rock Mass Classification. *Technical Report GL-79-19*, Pennsylvania State University, 158 pp.
- Bieniawski, Z.T. 1984. *Rock mechanics design in mining and tunneling*. A.A. Balkema, California, 272 pp.
- Bieniawski, Z.T. 1989. *Engineering Rock Mass Classifications*. John Wiley & Sons, 251 pp.
- Cameron-Clarke, I. S. & Budavari, S. 1981. Correlation of Rock Mass Classification parameters Obtained from Borecore and In-Situ Observations. *Engng Geol.* **17**: 19-53
- Deere, D.U. & Deere, D.W. 1988. The Rock Quality Designation (RQD) Index in Practice. *In: Rock Classification Systems for Engineering Purposes*. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. p 91-101.
- Dips. Projected for Windows, version 5.103. Rocscience Inc., 2004.
- Goel, R.K., Jethwa, J. L., Dhar, B. B. 1996. Effect of tunnel size on support pressure. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr.* **33 (7)**: 749-755.
- Hoek, E. & Brown, E.T. 1980. Empirical strength criterion for rock masses. *Journal of Geotech. Engng Div.*, ASCE 106 (GT9): 1013-1035.
- Hoek, E. & Brown, E.T. 1988. The Hoek-Brown failure criterion – a 1988 update. *In: Proceedings of the 15th Canadian Rock Mechanics Symposium*, 31-38.
- ISRM 2007. The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring:1974-2006.*In: Suggested Methods Prepared by the Commission on Testing Methods, International Society for Rock Mechanics, R. Ulusay and J.A. Hudson (eds.)*, Compilation Arranged by the ISRM Turkish National Group, Ankara, Turkey.
- Moreno Tallon E. 1980. Aplicación de las Clasificaciones Geomecánicas a los Túneles de Pajares. *// Curso de Sostenimientos Activos en Galerías y Túneles*. Fundación Gomez-Parto, Madrid.
- Oliveira, C.C. & Albuquerque, M.C. 2005. *Geologia e Recursos Minerais da Província Mineral de Alta Floresta, CPRM*. Brasília, 130 pp.
- Romana, M. 1985. New adjustment ratings for application of Bieniawski classification to slopes. *Int. Symp. on the role of rock mechanics ISRM*. Zacatecas,p. 49-53.

- Romana, M. R. 1993. A geomechanical classification for slopes: slope mass rating. *Comprehensive rock engineering*, **3**: 575-599.
- Rutledge J. C. & Preston R. L. 1978. Experience with Engineering Classifications of Rock. *Proc. Int. Tunnelling Symp.*, Tokyo, **A3**: 1-7.
- Serafim, J.L., Pereira, J.P. (1983) Considerations on the geomechanical classification of Bieniawski. *Proc. Int. Symp on Eng. Geol. and Underground Construction, Lisboa, Portugal*. **vol. I (II)**:33 – 44.
- Silva, G.H., Leal, J.W.L., Salum, O.A.L., Agnol, R.D., Basei, M.A.S. 1974. Esboço geológico de parte da Folha SC-21, Juruena. **In**: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28 - Anais. Porto Alegre: SBG -**v.4**: 309-320.
- Silva, G. H., Leal, J. W., Montalvão, R. M., Bezerra, P. E., Pimenta, O. N., Tassinari, C. C., & Fernandes, C. A. 1980. Geologia. In M. d. Energia, *Projeto RADAMBRASIL - Folha SC.21 – Juruena - Levantamento de Recursos Naturais* (Vol. 20, pp. 21 - 116). Rio de Janeiro, Brasil.
- Tassinari, C. G. 1996. Mapa Geocronológico do Craton Amazônico no Brasil, Tese de Livre-docência. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Brasil. 257 pp.
- Tassinari, C.C.G. & Macambira, M.J.B. 1999. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, **22(3)**: 174-182.
- Tassinari, C.C.G., Macambira, M.J.B. 2004. A evolução tectônica do Cráton Amazônico. *In*: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO NEVES, B.B. (Eds.) *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, p. 471-485.
- Teixeira, W., Tassinari, C. C., Cordani, U. G. & Kawashita, K., 1989. A review of the geochronological of the Amazonian Craton: tectonic implications. *Precambrian Research*, **42**: 213-227.

Anexos

Anexo 1 – Classificação Solo e Rocha

PARÂMETROS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS - (ABGE)

GRAU DE DE ALTERAÇÃO			GRAU DE COERÊNCIA			GRAU FRATURAMENTO		R.Q.D. (%)		CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA		PERMEABILIDADE (K)
GRAU	DENOMINAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO	GRAU	DENOMINAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO			Trecho Fraturam. Homogêneo		(l / min / m / kg / cm ²)		cm/s
A1	ROCHA SÃ	Sem vestígios de alterações físicas e químicas dos minerais principais.	C1	ROCHA MUITO COERENTE	Rocha com som metálico, quebra com dificuldade ao golpe do martelo. Sua superfície dificilmente é riscada pelo aço.	F1	< 1 FRATURA / m (POUCO FRATURADA)	R1	90 - 100 (EXCELENTE)	H1	< 0,10 (MUITO BAIXA)	< 10 ⁻⁵
A2	ROCHA POUCO ALTERADA	Sinais de alteração incipientes dos minerais primários; ligeiramente descolorida. Mesmas propriedades físicas e mecânicas da rocha sã.	C2	ROCHA COERENTE	Rocha com som fraco, quebra com relativa facilidade ao golpe do martelo. Ao ser riscada pelo aço, deixa sulcos superficiais.	F2	1 - 5 FRATURAS / m (FRATURADA)	R2	75 - 89 (BOA)	H2	0,10 - 1,00 (BAIXA)	10 ⁻⁵ <= K < 10 ⁻⁴
A3	ROCHA MEDIANAMENTE ALTERADA	Minerais medianamente alterados; bastante descolorida. Propriedades mecânicas inferiores ao "A2", porém ainda resistente.	C3	ROCHA MEDIANAMENTE COERENTE	Rocha com som oco, quebra com relativa facilidade ao golpe do martelo e com fragmentos dificilmente quebradiços à pressão dos dedos. Sulco leve ao risco do aço.	F3	5-10 FRATURAS / m (MUITO FRATURADA)	R3	50 - 74 (REGULAR)	H3	1,00 - 5,00 (MÉDIA)	10 ⁻⁴ <= K < 5x10 ⁻⁴
A4	ROCHA MUITO ALTERADA	Minerais muito alterados, às vezes pulverulentos. Propriedades físicas e mecânicas muito inferiores à "A3".	C4	ROCHA POUCO COERENTE (QUEBRADIÇA)	Rocha quebra com facilidade ao golpe com martelo, bordas dos fragmentos quebram com relativa facilidade manualmente. Sulcos profundos ao risco do aço.	F4	10-20 FRATURAS / m (EXTREMAMENTE FRATURADA)	R4	25 - 49 (POBRE)	H4	5,00 - 10,00 (ALTA)	5x10 ⁻⁴ <= k < 10 ⁻³
A5	ROCHA EXTREMAMENTE ALTERADA (SAPROLITO)	Minerais constituintes totalmetne decompostos, porém preservando suas estruturas originais. Trechos não recuperados são considerados solo.	C5	ROCHA SEM INCOERENTE (FRIÁVEL)	Rocha esfarela-se ao golpe do martelo, desagregando-se com a pressão dos dedos. Pode ser cortada com o aço, sendo riscada com a unha.	F5	>20 FRATURAS / m (FRAGMENTADA)	R5	0 - 24 (MUITO POBRE)	H5	> 10,00 (MUITO ALTA)	K > = > 10 ⁻³

TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS			CLASSIFICAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES PRINCIPAIS - SIMBOLOGIA						
ÍNDICE DE RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO		DESIGNAÇÃO							
Areias e siltes arenosos	≤ 4	Fofa (o)	TIPO	SUPERFÍCIE	SUPERFÍCIE DAS DECONTINUIDADES			INCLINAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES	
	5 A 8	Pouco compacta (o)			REGULARIDADE	ASPEREZA	DECOMPOSIÇÃO (dec)	SH = SUBORIZONTAL I = INCLINADA (30° < Î < 60°) SV = SUBVERTICAL	
	9 A 18	Medianamente compacta (o)			P = PLANA	E = ESPELHADA	(y) = Espessura em mm da zona decomposta		
	19 A 40	Compacta (o)			C = CURVA	L = LISA			
	≥ 40	Muito compacta (o)			I = IRREGULAR	R = RUGOSA			
			J = JUNTA X = XISTOSIDADE T = CONTATO H = FALHA	A = ABERTA F = FECHADA					
Aglú e siltes argilosos	≤ 2	Muito mole	MATERIAIS DE REVESTIMENTO.(x) "Letra maiúscula seguida de minúscula."	- Fe - Película de argilo-mineral escuro (filme escuro). - Fv - Película de argilo-mineral esverdeado (filme esv). - Ox - Película oxidada. - Pc - Película carbonática - Su - Película sulfetada, descontínua - Es - Estrias de fricção em película de revestimento - Pb - Película de material branco (sílica amorfa ?)	MATERIAIS DE PREENCHIMENTO. (x) "Letras minúsculas."	- si - silte - ag - argila - ca - carbonato - ox - óxido - qz - quartzo	- (z) - espessura em mm do material de preenchimento	Exemplo : NJA (x - z p) I P R (dec = y) 2JA (Ca - 2) 30° PR (3)	Duas juntas abertas, preenchidas com carbonato com 2 milímetros de espessura, inclinação de 30°; plana, rugosa, com zo na decomposta com 3 milímetros de espessura. N = Número de descontinuidades quando idênticas e muito próximas.
	3 a 5	Mole							
	6 a 10	Média (o)							
	11 a 19	Rija (o)							
	≥ 19	Dura (o)							

LEGENDA PARA PERFIL GEOLÓGICO	NORMAS UTILIZADAS PARA ELABORAÇÃO DOS PERFIS DE SONDAGEM
<p style="text-align: center;">AS LEGENDAS DE SOLO E ROCHA, A SEREM ADOTADAS NOS PERFIS GEOLÓGICOS, SEGUIRÃO AO PADRÃO ABNT (CONFORME DESCRITO AO LADO)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - NBR-13441 - ROCHAS E SOLOS (Simbologia) - NBR-6502 - ROCHAS E SOLOS (Terminologia) - NBR-6484 - EXECUÇÃO DE SONDAGENS DE SIMPLES RECONHECIMENTO DOS SOLOS - NBR-7250 - IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS AMOSTRAS DE SOLO - MANUAL DE SONDAGENS, ENSAIO PERDA D'ÁGUA E ENSAIO DE PERMEABILIDADE EM SOLO SEGUNDO "MANUAL DE SONDAGENS" BOLETIM N.º 3/1999 DA ABGE

Anexo 2 – Fraturas em sondagens

Descontinuidades na sondagem SR 01

cota da sondagem 207,863

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
0,8	207,063	1	J		I		50	SH		
1,7	206,163	1	J		I		54	SH	Ox	
2,8	205,063	3	J				57	SH	Ox	
4,1	203,763	4	J				359	SH	Ox	
4,3	203,563							SH		
5,7	202,163	4	J				106	SH	Ox	
5,9	201,963							SH		
10,88	196,983	1	J					SH		
16,9	190,963	N.D.	J				300	SV	Ox	
18,34	189,523							SV		
19,46	188,403	3	J					SH		
19,6	188,263							SH		
19,78	188,083	2	J				74	SH		
19,86	188,003							SH		
19,96	187,903	1	J		I			SV		
20,25	187,613	3 + n	J					SH		
20,75	187,113							SH		
20,76	187,103	N.D.	J					SH		
21,54	186,323							SH		
21,62	186,243	1	J					SH		
21,78	186,083	1	J					SH		
22,25	185,613	3	J					SH		
22,45	185,413							SH		
22,66	185,203	1	J			R		I	Fe	
24,33	183,533	1	J					SH		
28,62	179,243	5 + n	J					I	Ox	
29,5	178,363	1	J					I		
29,65	178,213	1	J					SH		

Descontinuidades na sondagem SR 05

cota da sondagem 200,55

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
14	186,55	4	J					SH	Ox	
17	183,55							SH		
16,5	184,05							SV		
18,5	182,05	2	J					SV	Ox	
19,45	181,1							SH		
19,55	181	11	J	F		R		SH	Ox	
21	179,55							SH		Fv
22,3	178,25							SH		
22,5	178,05							SH		
26,55	174							SH		
27,55	173							SH		
27,56	172,99	7	J	F				SH	Ox	
30	170,55							SH		

Descontinuidades na sondagem SR 07

cota da sondagem 192,624

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
6,95	185,674	1	J					SH	Ox	
7,05	185,574							SH		
8,4	184,224	1	J					SV	Ox	
8,9	183,724	1	J					SH	Ox	
9,25	183,374							SH		
9,67	182,954	1						SH		
10,07	182,554							SH		
11,2	181,424	1	J					SV	Ox	
12,2	180,424	N.D.					alterado	SH		
12,35	180,274							SH		
12,85	179,774	1	J					SV	Ox	
13,05	179,574	1	J					SV	Ox	
13,8	178,824	N.D.					alterado	SH		
14,1	178,524							SH		
14,4	178,224	1	J					SV	Ox	
14,65	177,974	N.D.					alterado	SH		
14,85	177,774							SH		
15,5	177,124	N.D.					alterado	SH		
15,55	177,074							SH		
16,2	176,424	N.D.					alterado	SH		
16,4	176,224							SH		
17,2	175,424	1	J					SV	Ox	
18,4	174,224	1	J					SV	Ox	
18,95	173,674	N.D.					alterado	SH		
19,3	173,324							SH		
19,6	173,024	1					alterado	SH	Ox	
20,9	171,724	N.D.	J				alterado	SH		
21	171,624							SH		
21,45	171,174	1	J					I		
22,8	169,824	1	J					I		
23,1	169,524	N.D.	J				alterado	SH		
23,2	169,424							SH		
23,65	168,974	1						SH		
24	168,624	N.D.	J				alterado	SH		
24,3	168,324							SH		
24,8	167,824	N.D.	J				alterado	SH		
25	167,624							SH		
29,3	163,324	1						SH		
30,1	162,524	N.D.	J				alterado	SH		
30,3	162,324							SH		
36,9	155,724	1	J					SH		
40,9	151,724	1	J					SH		

Descontinuidades na sondagem SR 09

cota da sondagem 185,607

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
30,04	155,567	2	J					SH		
30,49	155,117	1	J					SH		
30,8	154,807	1	J			E		SH		
32,86	152,747	1	J			E		SH		
33,61	151,997	1	J					SH		
33,94	151,667	1	J					SH		
34,29	151,317	1	J					SH		

Descontinuidades na sondagem SR 11

cota da sondagem 209,884

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
4,1	205,784	1	J	A				SH	Ox	
4,45	205,434	1	J	A				SH	Ox	
5,5	204,384	1	J	A		L		I	Ox	
6	203,884	1	J	A				SH	Ox	
9,95	199,934	1	J	A		R		I	Ox/Fv	
10,4	199,484		J	A		R		SH	Ox	
11,7	198,184	1	J	A		R		I	Ox/Fv	
11,75	198,134							SH		
12,1	197,784	3	J	A				SH	Ox	
13,2	196,684							SH		
13,3	196,584	3	J	A				SH		
15,25	194,634	1	J	F				SH	Ox	
24,2	185,684	1	J	A	I			SV	Fv	
29,5	180,384	1	J	A		E		I	Fv	
29,51	180,374							SH		
30	179,884	4	J	F				SH		

Descontinuidades na sondagem SR 101

cota da sondagem 166,342

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
0	166,342	1	J	A	I	R		I		
0,19	166,177							I		
1,56	164,991							I		
2,57	164,116	5	J	A	P	L		I	Ox	
2,57	164,116							SV		
3,29	163,493							SV		
4	162,878	2	J	A	P	L		I	Ox/Fv	
4,81	162,176							I		
5,43	161,639							SV		
6,52	160,696	3	J	A	P	L		SV	Ox	
6,73	160,514							SV		
6,85	160,410							SV		
7,2	160,107	4	J	A	P	L		I	Ox	
7,23	160,081							I		
7,55	159,804							I		
7,62	159,743					C		I		
8,4	159,067					L		SH		
10	157,682	2	J	A	P	L		SH	Ox	
10,73	157,050							SH		
10,9	156,902							I		
11,05	156,772	1	J	A	P	L		SV	Ox	
14,26	153,992	1	J	A	P	L		SV	Ox	
14,71	153,603	1	J	A	P	R	alterado	SV		
19,17	149,740	1	J	A	P	E		SV	Fv/Su	
20,08	148,952	1	J	F	P			SV		
21,08	148,086	1	J	A	P	R		I	Ox	
21,12	148,052	1						I		
21,4	147,809	1						I		
21,85	147,419	1	J	A	P	L	alterado	I	Ox	
22,31	147,021	1	J	A	P	L	alterado	I	Ox	
22,69	146,692	1						I		
23,08	146,354	1						I		
23,31	146,155	1						SV		
23,36	146,112	1						SH		
23,57	145,930	N.D.								
23,65	145,860									
24,52	145,107							SV		
24,9	144,778	1	J	A	P	L		SV	Fv	
24,94	144,743	1	J	A	P	R		SI	Ox	
26,37	143,505	1	J	A			alterado	SV		
26,56	143,340	1	J	A	P	L	alterado	I		
26,66	143,254	1						I		
27,47	142,552	1	J	A	P	L	alterado	SV	Fv/Su	
28,39	141,756	1	J	A	P	L		I		
28,58	141,591	1	J	F	P			SV		
29,42	140,864	1	J	A	P	L	alterado	I	Fv	
30,11	140,266							I		
30,12	140,257							SV		
31,66	138,924	1	J	A	P	L	alterado	SV	Ox	
32,28	138,387	1	J	A	P	R		SV	Ox	
34,89	136,126	1	J	A	P	L		SV	Ox	
34,95	136,074	1	J	A	P	R		I		
35,36	135,719	1	J	A	P	L		SV	Fv/Ox	
37,7	133,693	1	J	A	P	L	alterado	SV		
38,32	133,156	1	J	A	P	L	alterado	I		
39,05	132,524	N.D.	J	A				I		
44	128,237							SV		
44,19	128,072							SV		
45,06	127,319	1	J	A	P	R		I	Ox	
45,21	127,189	1						I		
45,8	126,678	1						I		
45,84	126,643	1	J	A	P	R		I	Ox	
46,04	126,470	1	J	A	P	R		SH	Ox	
46,14	126,384	1	J	A	P	R		I	Ox	
46,27	126,271	1	J	A	P	L		SV	Fe	
47,5	125,206	1	J	A	P	L		SV	Fe	
48,36	124,461	3	J	A	P	R	alterado	SH		
48,43	124,400							SH		
49,24	123,699							I		
49,55	123,430	1	J	A	P	L	alterado	I		
49,66	123,508	1						SV		
49,66	123,335	1						SV		
51,78	121,499	1						SV		
52,78	120,633	1	J	A	P	R	alterado	SV		
53,6	119,923	1	J	A	P	E	alterado	SV		
54,89	118,806	1	J	A	O	L	alterado	SV		
55	118,711	1						SV		
57,84	116,251	1	J	A	P	R	alterado	I		
58,75	115,463	1	J	A	P	L	alterado	SV		
59	115,246	1	J	A	P	L		SV	Fe	
62,22	112,458	1	J	A	P	L		SV	Fe	
62,49	112,224	1	J	A	P	L	alterado	I		
62,94	111,834	1						I		
63,31	111,514	3						I		
63,63	111,237	1	J	A	P	L	alterado	I		
64,05	110,873	3	J	A	P	L	alterado	I		
65	110,050							I		
65,01	110,042							I		
66,02	109,167							I		
68,33	107,166							I		
68,44	107,071	5	J	A	P	L	alterado			
69,73	105,954	1	J	A	P	L		SV		

Descontinuidades na sondagem SR 103

cota da sondagem 181,895

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
0,96	180,935	1	J	A	P	R		SV	Ox	
1,09	180,805	1	J	A	I	R		SV	Ox	
4,67	177,225	1	J	F	P			SV		
4,73	177,165	1	J	A	P	L		SH	Ox	
5,8	176,095	1	J	A	I	R	alterado	SV	Ox	
7,94	173,955	1	J	A	P	L	alterado	SV	Ox	
8	173,895	1	J	A	P	L		SV		
9,5	172,395							SV		
9,52	172,375	1	J	A	P	R		SV	Ox	
11	170,895	1	J	A	P	R		SV	Ox	
11,28	170,615	1						SV		
11,55	170,345	1	J	A	P	R		SH	Ox	
12,03	169,865	1						SH		
12,26	169,635	1						SH		
12,63	169,265	1						SH		
13,21	168,685	1	J	A	P	L		SH	Ox	
14,29	167,605	1	J	F	I			SV		
14,96	166,935	1	J	A	P	R		SV	Ox	
15,16	166,735	1	J	A	P	R		SH	Ox	
15,44	166,455	1						SH		
15,77	166,125	2						SH		
16,11	165,785	1	J	A	P	R		SH	Ox	
16,6	165,295	1	J	A	P	L		I		
17,6	164,295	1	J	A	P	R		SH	Ox	
18,14	163,755	1	J	A	P	L		I	Ox	
18,67	163,225	1	J	A	P	R		SV		
20	161,895	1	J	F	I			SV		
28,81	153,085	1	J	A	P	R		SH	Ox	
29,19	152,705	1						SH		
29,48	152,415	1						SH		

Descontinuidades na sondagem SR 105

cota da sondagem 205,148

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
6,2	198,948	1	J	A	P	R		SH	Ox	
10,59	194,558	1	J	A	P	R		SH	Ox	
12,85	192,298	1	J	A	P	I		SV	Fv/Su	
16,31	188,838	1	J	A	P	R	alterado	SV		
16,36	188,788	1	J	A	P	L	alterado	SV		
22,43	182,718	1	J	A	P	R		SH	Ox	
22,65	182,498	1						SH		
24,25	180,898	1	J	A	P	R		SH	Ox	

Descontinuidades na sondagem SM 309

cota da sondagem 189,367

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
5,84	183,527	1	J	F				SH		
6,01	183,357	1	J					SH		
8,08	181,287	1	J					I		
9,47	179,897	1	J					I		
9,64	179,727	1	J	F				I		
9,89	179,477	N.D.	J							
10,62	178,747									
10,9	178,467									
11,34	178,027	1	J				86	SH	Ox	
11,88	177,487	1	J				163	SH		
14,09	175,277	1	J					SH		
15,61	173,757	1	J				68	SH	Ox	
17,21	172,157	5	J				34	SV	Ox	
17,43	171,937							SH	Ox	
17,8	171,567	1	J					SH	Ox	
18,15	171,217	2 + n	J					SH		
19,65	169,717							SH		
19,66	169,707	NÃO RECUPERADO								
21,16	168,207									
22,26	167,107	1	J				35	SH	Ox	
24,31	165,057	1	J					SV		
24,5	164,867	1	J					SH	Ox	
25,44	163,927	1	J					SH	Ox	
25,71	163,657	1	J					SH	Ox	
26	163,367	1	J					SH	Ox	
26,1	163,267	1	J					SH	Ox	
28,38	160,987	1	J					SH		
28,44	160,927	1	J					SH	Ox	
28,49	160,877	1	J					SH	Ox	
30,33	159,037	1	J					SH	Ox	
30,39	158,977	3	J					SH	Ox	
30,45	158,917							SH		
31,7	157,667	2	J					SH	Ox	
31,81	157,557	1	J					SH		
31,91	157,457	2	J					SH	Ox	
32,65	156,717	1	J					SH		
32,75	156,617	1	J					SH		
33,06	156,307	8 + n	J					SH		
33,32	156,047							SH		
34,32	155,047	1	J	A				SH	Ox	

Descontinuidades na sondagem SM 313

cota da sondagem 203,106

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento	
1,2	201,906	N.D.	J		C	R		SV	Ox		
2,3	200,806							SV			
2,3	200,806							SV			
4	199,106	4	J					SV	Ox		
5,9	197,206	1	J		P	L		SV	Fe (1)		
6,15	196,956	N.D.			P	R	alterado	SH			
6,75	196,356										
7,15	195,956							SV			
7,98	195,126	N.D.			I	R	alterado	SV			
10,81	192,296							SV			
12,96	190,146	1	J					SV	Pb		
13,41	189,696	1						SV	Ox		
14,14	188,966	1						SH			
14,36	188,746	NÃO RECUPERADO									
18,74	184,366	N.D.	J		I	R		I	Ox		
18,91	184,196							I			
19,85	183,256							SV			
20,77	182,336	1	J		I	R		SV	Fe		
23,28	179,826	1					SV				
23,43	179,676						SV				
23,65	179,456	N.D.	J		P	R	alterado	SH			
26,53	176,576							SH			
27,15	175,956							SH			
28,45	174,656	1	J		P	R		SH	Ox		
28,51	174,596	1			C			SV			
29,16	173,946	1			P			SH			
29,2	173,906	1			P			SH			
29,3	173,806	N.D.	J		I	R	alterado	SH	Ox		
29,41	173,696							SH			
29,51	173,596							SH			
29,66	173,446	1			I	R		SH	Fe (Mn)		
29,86	173,246	1						SH			
30,39	172,716	1						SH			
30,55	172,556	1						SH			
30,57	172,536	1						SH			
35,85	167,256	1						SH			
35,9	167,206	1	J		I/C	R		SH	Fe		
35,95	167,156	1						SH			
36,1	167,006	1						SV			
36,4	166,706	1						SH			
36,43	166,676	1						SH			
47,19	155,916	1	J		I	R		SH	Fe		
47,26	155,846	1	J		I	R		I	Fe		
63,34	139,766	1	J		I	R		SH			
63,59	139,516	1	J		I	R		SH			
64,1	139,006	1	J		I	R		I			

Descontinuidades na sondagem SM 315

cota da sondagem 197,744

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
9,53	188,214	1	J					I		
11,06	186,684	N.D.			I	R		SV	Fe(Mn)	
11,78	185,964	1	J					SH		
12,56	185,184	1	J	A	I	R		SH		(15) ag
12,62	185,124	1			P			SH		
12,68	185,064	1			P			SV		
12,94	184,804	1			I			I		
13,15	184,594	1			P			SV		
13,3	184,444	1			I			I		
13,39	184,354	1			I			SH		
13,54	184,204	1			I			SH		
15,87	181,874							I		
16,49	181,254	4	J	A	I	R		SV	Ox	
17,78	179,964	1						SH		
17,96	179,784	1	J	A	I	R		SV		
18,87	178,874	1						SV		
19	178,744									
19,1	178,644	4	J		I	R		SH		(2) ag
19,5	178,244	1	J	A	I	R		SV		
19,6	178,144									
19,81	177,934	2	J	A	I	R		SH		
20,47	177,274	1						SH		
20,55	177,194	1	J	A	I	R		I		
21,5	176,244							SV		
22,8	174,944	12	J	A	I	R		SH	Ox	
26,3	171,444	1						SH		
26,81	170,934	1	J	A	P	R		SH	Ox	
27,14	170,604	1						SH		
27,95	169,794	1	J					SH		
27,98	169,764	1	J					SH		
28,09	169,654	1	J					SV		
28,2	169,544	1	J				alterada	SH		
28,57	169,174	1						SH		
28,94	168,804	1						SH		
28,98	168,764	1						I		
29,61	168,134	1						SH		
	197,744	1						I		
30,79	166,954	1						SH		
30,88	166,864	1						SH		
31,19	166,554	1						SH		
31,27	166,474	1						SH		
35,7	162,044							SV		
38,81	158,934	1	J					SV	Ox	
37,63	160,114	1						SV		
38,86	158,884	1						SH		
39,35	158,394	1						SV		
39,81	157,934	1								
40,07	157,674	1								
40,14	157,604	1								
40,29	157,454	1								

Descontinuidades na sondagem SR 317

Profundidade	Cota	Nº	Tip	Superfície	regularidade	asperesa	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
15,47	171,921	1							SV	
15,68	171,358	1							SV	
15,75	171,258	1	J		Pt	R	alterado		Fe	
16,23	170,824	1							SV	
16,48	170,626	1							SV	
16,6	170,521	1							SV	
17,1	169,916	1							SV	
17,3	169,483	4	J		Pt	R			Ox/Fe	
18,87	168,566	1							SV	
19,03	168,418	1							SV	
19,24	168,236	1							SV	
20,12	167,474	1			Pt/L	LR			Fe(Mn)	
21,06	166,660	1							SV	
21,36	166,400	1							SV	
21,86	165,880	1							SV	
22,98	164,997	1	J		Pt	LR			SV	
24,71	163,499	1							SV	
25,39	162,915	1							SV	
31,03	158,025	1							SV	
33,21	156,137	1							SV	
33,32	156,042	1							SV	
33,64	155,765	1							SV	
33,91	155,531	1							SV	
36,06	153,878	1							SV	
36,86	152,890	1							SV	
37,31	152,567	1							SV	
37,34	152,561	1							SV	
40	150,987	1							SV	
40,15	150,127	1			P	RL			Fe(Mn)	(1) ag
40,53	149,728	1							SV	
41,34	149,097	1							SV	
41,36	149,079	1							SV	
43,83	146,066	1							SV	
43,79	147,867	1							SV	
42,9	147,746	1							SV	
42,37	147,685	1							SV	
43,16	147,520	1							SV	
43,16	147,520	1							SV	
44,37	146,472	1							SV	
44,67	146,366	1							SV	
44,75	146,143	1							SV	
44,79	146,109	1							SV	
44,88	146,031	1							SV	
45,01	145,918	1	J		P	RL			Fe(Mn)	
45,07	145,866	1							SV	
45,3	145,667	1							SV	
45,39	145,624	1							SV	
45,47	145,520	1							SV	
46,26	144,836	1							SV	
46,7	144,455	1							SV	
46,81	144,395	1							SV	
46,86	144,316	1							SV	
46,97	143,000	1							SV	
48,44	142,946	1							SV	
48,61	142,801	1							SV	
48,85	142,593	1							SV	
49	142,463	1							SV	
50,14	141,475	1	J		P	RL			SV	
50,41	141,105	1							SV	
50,97										

Descontinuidades na sondagem SM 319

cota da sondagem 187,33

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
2,5	184,83	1	J	A	P/I	R		SV	Ox/Fe(Mn)	
3,07	184,26	1						SH		
4,06	183,27	1						SH		
4,99	182,34	1						SH		
5,18	182,15	1						SH		
5,43	181,9	1						SH		
5,71	181,62	1						SH		
8,85	178,48	1	J	A	I	R		SH	Ox	
9,43	177,9	1	J	A	C	R		SV	Ox/Fe(Mn)	
9,93	177,4	1						SV		
10,54	176,79	1						SV		
11,11	176,22	1						SV		
14,28	173,05	1	J	A	C	R		SH	Ox/Su	ag
14,31	173,02	1						SH		
14,69	172,64	1						SV		
15,55	171,78	1						SV		
15,98	171,35	1						SH		
17,44	169,89	2	J	A	P	R/L		SH	Ox	
17,48	169,85	2						SH		
17,75	169,58	1						SH		
17,77	169,56	1						SH		
17,79	169,54	1						SV		
19,89	167,44	2						SH		
23,59	163,74	1	J	F	P	E		I	Fv	
25,38	161,95	1	J	A	P	E		SH	Fe	
26,69	160,64	2						SH		
27,47	159,86	1						I		
29,7	157,63	1						I		
31,67	155,66	1						SV		
32,12	155,21	1						I		
32,51	154,82	1						I		
32,81	154,52	1						I		
33	154,33	1						I		
33,22	154,11	1						I		
37,3	150,03	1						I		
39,1	148,23	4						SH		
39,86	147,47	2						SH		
42,85	144,48	1						SV		
44,12	143,21	1						SV		
44,98	142,35	1						I		

Descontinuidades na sondagem SR 321

cota da sondagem 167,138

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
0,58	166,558	1	J		P	R/E		I	Fe	
2,35	164,788	1	J		P	R/E		SH	Ox	
3,32	163,818	1						SH		
3,34	163,798	1						SH		
3,72	163,418	1	J		P/C	R/L		SH	Ox/Fe	
3,93	163,208	1						SH		
4,16	162,978	1						SV		
4,84	162,298	1						SV		
5,4	161,738	1						SV		
5,71	161,428	1	J		P/C/I	R/L		I	Ox	
6,3	160,838	1						SH		
6,44	160,698	1						SV		
6,54	160,598	1						SV		
6,81	160,328	1						SV		
6,93	160,208	1						I		
7,58	159,558	2						SH		
7,72	159,418	1						SH		
8,21	158,928	1						SH		
8,43	158,708	1						SH		
8,5	158,638	1						SH		
8,58	158,558	1						SH		
8,71	158,428	1						SV		
9,71	157,428	1						SH		
9,95	157,188	1						SH		
10	157,138	1						SH		
10,4	156,738	1						I		
10,53	156,608	2						SH		
10,59	156,548	1						I		
10,79	156,348	1						I		
10,91	156,228	1			P/C/I	R/L		I	Ox	
11,02	156,118	1						SH		
11,07	156,068	1						I		
11,12	156,018	1						SV		
11,27	155,868	2						SH		
11,38	155,758	1						SH		
11,8	155,338	1						SH		
11,85	155,288	1						I		
12,65	154,488	1						SV		
12,8	154,338	1						SV		
13,11	154,028	1						SH		
13,42	153,718	1						SH		
13,5	153,638	1						SH		
13,98	153,158	1						SH		
14,22	152,918	1						SH		
14,73	152,408	1						SV		
14,84	152,298	1						SH		
15,28	151,858	4	J		P/I/C	R/L		SH	Ox	
15,38	151,758							SH		
15,53	151,608	1						SH		
15,61	151,528	1						SH		
15,63	151,508	1						SH		
15,7	151,438	1						SV		
15,89	151,248	1						SH		
16,08	151,058	1						SV		
16,61	150,528	1						SH		
16,69	150,448	2						SH		
17,04	150,098	1						SH		
17,22	149,918	1						SH		
17,28	149,858	2						SH		
17,54	149,598	1						SH		
18,11	149,028	1						SV		
18,16	148,978	1						SH		
18,19	148,948	1						I		
18,4	148,738	1						SH		
18,44	148,698	1						I		
18,88	148,258	1						SH		
18,95	148,188	1						SH		
19	148,138	1						SH		
19,02	148,118	1						SH		
19,13	148,008	1						SH		
20,72	146,418	1						SH		
20,92	146,218	1						SH		
20,97	146,168	1						SH		
21,73	145,408	1	J		P/I	R/L/E		SH	Fe estriada	
22,09	145,048	1						SH		
22,5	144,638	1						I		
22,94	144,198	1						SH		
23,16	143,978	1						SH		
25,08	142,058	1						SH		
25,25	141,888	1						I		
26,7	140,438	1	J		P	L		SH		
27,09	140,048	1	J		P	L		SH		
27,34	139,798	1						SH		
27,38	139,758	1						SH		
27,96	139,178	1						SH		
28,52	138,618	1	J		P	R/E		I	Fe estriada	

Descontinuidades na sondagem SR 327

cota da sondagem 176,050

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
4,07	171,980	1	J		P/I	L/R		SH	Ox	
4,5	171,550	1						I		
4,59	171,460	1						SV		
4,64	171,410	1						I		
4,79	171,260	1	J		P/C	R		SH	Ox	
5,96	170,090	1						SV		
8	168,050	1								
9,01	167,040	2								
9,3	166,750	1	J		P/I	L/R		SH	Ox	
9,34	166,710	1								
9,38	166,670	1								
9,45	166,600	1								
12,13	163,920	1	J		P	L/R		SH	Ox	
12,17	163,880	1								
12,24	163,810	1								
14,41	161,640	1								
14,61	161,440	1	J		P/C/I	R/L		SV	Ox	
14,68	161,370	1						SH		
14,73	161,320	1						SH		
15,19	160,860	1						SH		
15,28	160,770	1						SV		
17	159,050	1						SV		
17,4	158,650	1						SH		
17,74	158,310	1						SH		
17,79	158,260	1						SH		
19,24	156,810	1						SH		
20,68	155,370	1						SV		
21,01	155,040	1	J		C/I/P	R/L		SV	Fe	
21,25	154,800	1						SV		
21,56	154,490	1						SV		
22,19	153,860	1						SV		
22,53	153,520	1						SH		
22,58	153,470	1						SH		
23,37	152,680	2	J		P	L/R		SH	Ox	
24,53	151,520	1								
26,1	149,950	1	J		P/I	L/R		SH	Ox	
27	149,050	1								
27,21	148,840	1								
28,53	147,520	2								
28,58	147,470	1								
28,61	147,440	1								
28,72	147,330	2								

Descontinuidades na sondagem SR 343

cota da sondagem 203,85

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
3,97	199,885	1	J		P	R	Z	I	Ox	
4,75	199,105	1						SV	Ox	
6,98	196,875	1						SV		
7,06	196,790	1						SH		
7,31	196,540	1	J					I		
9,27	194,585	1						SH		
9,35	194,500	1						SH		
9,55	194,305	1						SV		
9,89	193,865	1	J					SV		
10,04	193,810	1						SV		
10,10	193,750	1						SV		
10,74	193,115	1						SH		
11,06	192,795	1	J					SH		
10,14	193,710	1						I		
11,33	192,525	1						SH		
11,47	192,380	1						SV		
11,76	192,090	1	J					SV		
11,77	192,085	1						SV		
12,14	191,710	1						SV		
12,71	191,140	1						SV		
13,14	190,715	1	J					SV		
15,43	188,420	1						SV		
15,65	188,200	1						I		
15,73	188,120	1						SH		
15,85	188,000	1	J					SV		
16,06	187,790	1						SV		
16,17	187,685	1						I		
16,34	187,510	1						I		
16,69	187,160	1	J					SV		
21,30	182,555	1						SH		
21,42	182,435	1						SH		
21,52	182,330	1						SV		
21,61	182,240	1	J					SV		
21,95	181,905	1						SH		
22,14	181,715	1						SV		
22,21	181,640	1						SV		
22,38	181,470	1	J		P	L/R		SV	Ox	
22,86	180,990	1						SV	Ox	
22,87	180,985	1						SV	Ox	
23,28	180,575	1						SV	Ox	
23,31	180,545	1	J		P/I	L/R		I	Ox	
23,52	180,335	1						SH	Ox	
23,59	180,265	1						SV	Ox	
23,76	180,090	1						SH	Ox	
23,91	179,940	1	J		P	L/R		SH	Ox	
24,31	179,540	1						SV	Ox	
24,48	179,370	1						SV	Ox	
24,55	179,305	1						SV	Ox	
24,54	179,315	1	J		I/P	R		SV	Ox	ag
25,20	178,650	1						SH	Ox	
25,23	178,620	1						SH	Ox	
25,52	178,335	1						SV	OxFv	
25,50	178,350	1	J		P/I	R/L		SV	OxFv	ag
25,54	178,315	1						SH	OxFv	
25,98	177,875	1						SV	OxFv	
25,99	177,865	1						SV	OxFv	
26,27	177,585	1	J		P/I	R/L		SH	OxFv	ag
26,40	177,455	1						SV	OxFv	
26,42	177,430	1						SH	OxFv	
26,57	177,285	1						SH	OxFv	
26,63	177,225	1	J		P/I	R/L		SH	OxFv	ag
26,75	177,100	1						SH	OxFv	
26,78	177,070	1						SV	OxFv	
26,80	177,050	1						SH	OxFv	
26,93	176,920	1	J		P/I	R		SV	OxFv	ag
27,15	176,700	1						SV	OxFv	
27,16	176,690	1						SV	OxFv	
27,32	176,530	1						SV	OxFv	
27,40	176,450	1	J		P/I	R		SH	OxFv	ag
27,42	176,430	1						SV	OxFv	
27,57	176,280	1						SH	OxFv	
27,67	176,185	1						SH	OxFv	
27,70	176,155	1	J		P	R		SV	OxFv	ag
27,76	176,090	1						SH	OxFv	
27,94	175,915	1						SH		
28,08	175,770	1						SV		
28,24	175,610	1	J		P/I	R		SH	Fv	ag
28,26	175,595	1						SV	Fv	
28,39	175,465	1						SH	Fv	
28,40	175,450	1						SV	Fv	
28,50	175,355	1	J		P/I	R		SH	Fv	ag
28,81	175,040	1						SH	Fv	
28,97	174,880	1						SH	Fv	
29,17	174,685	1						SV	Fv	
29,73	174,125	1	J		P/I	R		SH		
31,36	172,490	1						SH		
31,43	172,420	1						SH		
31,58	172,275	1						SH		
32,40	171,450	1	J		P/I	R		SH		
32,59	171,260	1						SV		
33,22	170,630	1						SH		
34,33	169,520	1						SH		
35,53	168,325	1	J		P	R		SH		
35,71	168,145	1						SH		
39,75	164,100	1						SV		
40,28	163,570	1						SV		
41,13	162,720	1	J		P	R		SV		
41,20	162,655	1						SV		
42,28	161,575	1						SH		
42,31	161,540	1						I		
43,07	160,785	1	J		P	R		I		
43,67	160,185	1						I		
43,83	160,025	1						SV		
43,90	159,950	1						SH		
43,99	159,860	1	J		P/I	R/L		SH		
44,11	159,745	1						I	OwFe	
44,17	159,680	1						SH	OwFe	
44,29	159,560	1						SH	OwFe	
44,32	159,535	1	J		P/I	R/L		SH	OwFe	
44,46	159,390	1						SH	OwFe	
44,69	159,165	1						SH	OwFe	
44,75	159,100	1						I	OwFe	
44,82	159,035	1	J		P/I	R/L		SH	OwFe	
44,86	158,995	1						I	OwFe	
44,91	158,945	1						I	OwFe	
44,98	158,870	1						SH	OwFe	
45,65	158,200	1	J		P	L/R		SH	OwFe	
45,66	158,190	1						SH	OwFe	
46,4	157,450	1						SH	OwFe	
46,48	157,370	1						SH	OwFe	
46,62	157,230	1	J		P	L/R		SH	OwFe	
47,1	156,750	1						SH		
47,13	156,720	1						SH		
48,13	155,720	1						SH		
48,17	155,680	1	J		P	L/R		I		
48,21	155,640	1						SH		
48,27	155,580	1						SH		
48,3	155,550	1						SH		
48,32	155,530	1	J		P	L/R		SH		
48,9	155,050	1						SH		
48,96	154,890	1						SH		
49,27	154,580	1						SH		
49,58	154,270	1	J		P	L/R		SH		
49,81	154,040	1						SH		
49,93	153,920	1						SH		
49,97	153,880	1						SH		
50	153,850	1	J		P	R/L		SH		
51,4	152,450	1						SH		
52,53	151,320	1						SH	Ox	
								SH	Ox	

Descontinuidades na sondagem SR 347

cota da sondagem 207,987

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
4,23	204,32	1	J		P	R		SH	Ox/Fe	
4,28	204,28	1						SH	Ox/Fe	
4,95	203,70	1						SV	Ox/Fe	
5,94	202,85	1	J		P	L		SV		
6,77	202,12	1						SH		
6,81	202,09	1						SH		
7,90	201,15	1						SV		
8,18	200,90	1						I		
11,07	198,40	1	J		P/I	L/R		SV	Ox/Fe(Mn)	
12,65	197,04	1						SV	Ox/Fe(Mn)	
12,71	196,98	1						SV	Ox/Fe(Mn)	
12,84	196,87	1						SH	Ox/Fe(Mn)	
13,11	196,64	1						SV	Ox/Fe(Mn)	
15,30	194,74	1						SV	Ox/Fe(Mn)	
15,40	194,65	1						I	Ox/Fe(Mn)	
15,45	194,61	1						SH	Ox/Fe(Mn)	
15,48	194,58	1						SH	Ox/Fe(Mn)	
15,56	194,51	1	J		P/I	L/R		SH	Ox	
15,61	194,47	1						SH	Ox	
15,66	194,43	1						SV	Ox	
15,73	194,36	1						SV	Ox	
15,82	194,29	1						SH	Ox	
16,03	194,11	1						SV	Ox	
16,39	193,79	1						SH	Ox	
16,45	193,74	1						SH	Ox	
16,55	193,66	1						SV	Ox	
16,56	193,65	1						SH	Ox	
16,86	193,39	1						SH	Ox	
17,06	193,21	1						SH	Ox	
17,48	192,85	1						SV	Ox	
17,58	192,76	1						SH	Ox	
17,67	192,68	1						I	Ox	
17,80	192,57	1	J		P/I	R/L		SV	Ox	
17,80	192,58	1						I	Ox	
17,99	192,41	1						SV	Ox	
18,20	192,23	1						SH	Ox	
18,32	192,12	1						SV	Ox	
18,59	191,89	1						SV	Ox	
19,14	191,42	1						SV	Ox	
19,43	191,16	1						SH	Ox	
19,65	190,97	1						SV	Ox	
19,78	190,86	1						SV	Ox	
20,13	190,55	1						I	Ox	
20,41	190,32	1						SV	Ox	
20,56	190,18	1						SH	Ox	
20,90	189,89	1	J					SH		
21,27	189,57	1	J		P/I	R/L		SH	Ox	
22,07	188,87	1						SH	Ox	
22,23	188,74	1	J		P	L		SV	Ox	
22,45	188,55	1						SH	Ox/Fe	
22,51	188,50	1						SV	Ox/Fe	
22,42	188,57	1						SV	Ox/Fe	
23,33	187,79	1						SV	Ox/Fe	
24,02	187,19	1						SV		
24,64	186,65	1	J					SV		
25,60	185,82	1						SV		
26,14	185,35	1						I		
26,50	185,04	1						SV		
26,68	184,89	1						I		
26,63	184,92	1						I		
27,29	184,35	1						SV		
27,30	184,34	1						SV		
28,40	183,39	1						SV		
28,39	183,40	1						SV		
29,34	182,58	1	J		P/C/I	R/L		SV	Fv/Ox	
29,60	182,35	1						SV	Fv/Ox	
30,32	181,73	1						SV	Fv/Ox	
31,38	180,82	1	J		I/P	R		SV	Fv/Ox	
31,47	180,74	1						SH	Ox	
31,70	180,53	1						SV	Ox	
31,76	180,49	1						SV	Ox	
31,86	180,40	1						SV	Ox	
31,84	180,41	1						SH	Ox	
31,98	180,30	1						SV	Ox	
32,04	180,24	1						SH	Ox	
32,37	179,96	1	J		P/I	R/L		SV	Ox	
32,58	179,78	1						SV	Ox	
33,20	179,23	1						SV	Ox	
33,37	179,09	1						I	Ox	
33,99	178,55	1						SV	Ox	
34,09	178,46	1						SV	Ox	
34,24	178,34	1						SV	Ox	
34,27	178,31	1						SV	Ox	
34,84	177,81	1						SV	Ox	
35,26	177,45	1						SV	Ox	
35,31	177,41	1						SV	Ox	
35,56	177,19	1						SH	Ox	
36,03	176,79	1						SV	Ox	
36,27	176,58	1	J		I/P	R/L		SV	Ox	
36,30	176,55	1						SV	Ox	
36,59	176,30	1						SV	Ox	
36,71	176,20	1	J		P	R/L		SV	Ox	
36,88	176,05	1						SH	Ox	
36,96	175,98	1						SV	Ox	

38,78	174,41	1	J		P	R		SH	Ox	
39,06	174,16	1						SH	Ox	
39,13	174,10	1	J		P	R		SH	Ox	
39,20	174,04	1						SH	Ox	
40,15	173,22	1						SH	Ox	
40,30	173,09	1	J		P	L		SH	Ox	
40,33	173,06	1						SH	Ox	
40,40	173,00	1						SH	Ox	
40,55	172,87	1						SH	Ox	
40,62	172,81	1						SH	Ox	
40,72	172,73	1	J		P/I	R		SH	Ox	
40,79	172,66	1						SH	Ox	
41,31	172,21	1						SV	Ox	
41,32	172,21	1						SH	Ox	
41,41	172,12	1						SH	Ox	
41,47	172,07	1						SH	Ox	
41,53	172,02	1						SH	Ox	
41,62	171,94	1						SV	Ox	
41,95	171,66	1	J					SV		
41,86	171,74	1						SV		
42,24	171,41	1						SH		
42,27	171,38	1	J					SH		
42,31	171,35	1						SH		
42,33	171,33	1						SH		
42,37	171,29	1						SH		
42,41	171,26	1						SH		
42,45	171,23	1	J		I	R		SH		
42,58	171,11	1						SV	Ox	
42,60	171,09	1	J					SV	Ox	
42,64	171,06	1						SH	Ox	
42,77	170,95	1						SH	Ox	
42,80	170,92	1	J		P/I/C	R/L		SH	Ox	
43,33	170,46	1						SH	Ox	
43,61	170,22	1						SV	Ox	
43,85	170,01	1						SH	Ox	
43,90	169,97	1						SH	Ox	
44,64	169,33	1						SV	Ox	
44,87	169,13	1						I	Ox	
45,00	169,02	1						SH	Ox	
45,04	168,99	1	J		P/I	R/L		SH		
45,18	168,86	1						SH		
45,24	168,81	1						SH		
45,33	168,73	1	J					SH		
45,45	168,63	1						SH		
45,53	168,56	1						SH		
45,64	168,46	1						SH		
47,10	167,20	1	J					I		
47,37	166,96	1						SV		
48,48	166,00	1						SH		
49,03	165,53	1						SH		
49,51	165,11	1	J					SH		
50,20	164,51	1						SH		
51,35	163,52	1	J		P	L		SH		
51,38	163,49	1						SH		
51,39	163,48	1						SH		
51,48	163,41	1						SH		
51,59	163,31	1						SH		
51,60	163,30	1						SH		
51,65	163,26	1						SH		
52,43	162,59	1	J					I	Estriado/Fv	
52,56	162,47	1						SH	Estriado/Fv	
54,20	161,05	1	J		P/I	R/E		SH	Estriado/Fv	
54,25	161,01	1						SH	Estriado/Fv	
54,54	160,75	1						I	Estriado/Fv	
54,58	160,72	1						SH	Estriado/Fv	
54,71	160,61	1						SH	Estriado/Fv	
55,11	160,26	1						SH	Estriado/Fv	
55,35	160,06	1						SH	Estriado/Fv	
56,73	158,86	1						I	Estriado/Fv	
59,10	156,80	1	J		P	L		SH	Fv	
59,24	156,68	1						SH	Fv	
59,32	156,61	1						SH	Fv	
59,61	156,36	1						SH	Fv	
64,41	152,21	1	J					I		
65,43	151,32	1						I		
68,10	149,01	1						I		
69,65	147,67	1						SH		

Descontinuidades na sondagem SR 348

cota da sondagem 202,171

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
32,6	169,571	1	J		P	R		SH		
34,3	167,871	1	J		P/I	R/L		SH		
35,81	166,361	1								
35,5	166,671	1						SH		
36,6	165,571	1						SH		
36,73	165,441	1						SH		
36,76	165,411	1						SH		
36,81	165,361	1						SH		
37,22	164,951	1						SH		
37,28	164,891	1						SH		
37,35	164,821	1	J		P/I	R/L		SH		
37,74	164,431	1						SH		
38,45	163,721	1						SH		
38,52	163,651	1						SH		
38,56	163,611	1						SV		
38,59	163,581	1						SV		
38,64	163,531	1						SH		
46,52	155,651	1								
46,7	155,471	1								
46,93	155,241	1	J		P/I	L/R/E		SH		
47,55	154,621	1								
48,36	153,811	1								
49,24	152,931	1								
49,39	152,781	1								
49,89	152,281	1								
50,23	151,941	1								
51,91	150,261	1								
60,72	141,451	1	J		P	L		SH		

Descontinuidades na sondagem SR 349

cota da sondagem 190,506

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
1,27	189,236	1	J		P/I	R/L		I	Ox/Fe	
1,37	189,136	1						SH		
1,52	188,986	1						SH		
1,94	188,566	1						I		
2,15	188,356	1						SH		
2,28	188,226	1						SH		
2,47	188,036	1						SH		
2,59	187,916	1						SH		
2,75	187,756	1	J		I/P	R/L		SH	Ox/Fe/Fv	
2,8	187,706	1						SH		
3,58	186,926	1						I		
4,04	186,466	1						SV		
4,38	186,126	1						I		
4,73	185,776	1						SH		
4,78	185,726	1						SH		
5,05	185,456	1						SH		
5,25	185,256	1						I		
5,5	185,006	1						SH		
5,67	184,836	1						SH		
5,75	184,756	1						I		
6,28	184,226	1						I		
7	183,506	1						SH		
7,83	182,676	1						SH		
7,91	182,596	1						SH		
7,95	182,556	1						SH		
8,28	182,226	1						SH		
8,43	182,076	1						SH		
8,49	182,016	1						SH		
9,09	181,416	1						SH		
9,11	181,396	1						SH		
9,56	180,946	1						SH		
9,75	180,756	1						SH		
9,8	180,706	1						SH		
11,33	179,176	1	J		P/I	L/R/E		SH	Fe/OX	
11,46	179,046	1						SH		
11,81	178,696	1						SH		
11,84	178,666	1						SH		
11,99	178,516	1						SH		
13,82	176,686	1						SV		
15,19	175,316	1						SH		
15,45	175,056	1	J		I/P	R/L		SH	Ox/Fe	
16,02	174,486	1						SV		
16,13	174,376	1						SH		
16,5	174,006	1						I		
16,61	173,896	1						SH		
16,64	173,866	1						SH		
16,74	173,766	1						SH		
16,79	173,716	1						SH		
17	173,506	1						SH		
17,11	173,396	1						SV		
17,38	173,126	1						SH		
17,42	173,086	1						SH		
17,46	173,046	1						SH		
17,57	172,936	1						SH		
17,77	172,736	1						SH		
18,37	172,136	1	J		P	L		SH	Fe	
21,44	169,066	1						SH		
26,21	164,296	1						SH		
28,56	161,946	1						SH		
29,35	161,156	1	J		P/I	R/L/E		I	Fe/OX	
29,48	161,026	1						I		
30,38	160,126	1						SH		
31,51	158,996	1						SH		
32,85	157,656	1						SH		
32,91	157,596	1						SH		
32,97	157,536	1						SH		
35,77	154,736	1	J		I	R		SH		

Descontinuidades na sondagem SR 352

cota da sondagem 176,962

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
6,43	170,532	1	J		P	L/R		SH		
6,78	170,182	1						SH		
6,82	170,142	1						SV		
6,9	170,062	1						SH		
6,96	170,002	1						SH		
7,33	169,632	2						SH		

Descontinuidades na sondagem SR 353

cota da sondagem 194,05

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
1,68	192,37	1	J		P/C/I	R/L		SV	Alt/Ox/Fe/Fv	
2,13	191,92	1						SV	Alt/Ox/Fe/Fv	
2,24	191,81	1						I	Alt/Ox/Fe/Fv	
2,59	191,46	1						SH	Alt/Ox/Fe/Fv	
3,09	190,96	1						SV	Alt/Ox/Fe/Fv	
3,11	190,94	1						SH	Alt/Ox/Fe/Fv	
3,84	190,21	1						SV	Alt/Ox/Fe/Fv	
4,54	189,51	1	J		I	R		SH	Alt/Ox/Fe/Fv	
7,13	186,92	1						SH	Alt	
7,19	186,86	1						SH	Alt	
7,49	186,56	1						SV	Alt	
11,27	182,78	1						SH	Alt	
11,28	182,77	1						SH	Alt	
11,42	182,63	1						SH	Alt	
11,56	182,49	1	J		I/P	R/L		SH	Alt	
11,73	182,32	1						SH	Alt	
11,8	182,25	1						SH	Alt	
11,88	182,17	1						SV	Alt	
11,92	182,13	1						SH	Alt	
11,97	182,08	2						SH	Alt	
12,03	182,02	1						SH	Alt	
12,07	181,98	1						SH	Alt	
12,45	181,6	1						SH	Alt	
12,55	181,5	1						I	Alt	
12,63	181,42	2						SH	Alt	
12,9	181,15	1						SH	Alt	
12,96	181,09	1						SH	Alt	
13,4	180,65	1						SH	Alt/Ox/Fe/Fv	
13,43	180,62	1						SH	Alt/Ox/Fe/Fv	
13,57	180,48	1						SH	Alt/Ox/Fe/Fv	
13,63	180,42	1						SV	Alt/Ox/Fe/Fv	
13,7	180,35	1						SV	Alt/Ox/Fe/Fv	
13,78	180,27	1						SV	Alt/Ox/Fe/Fv	
13,85	180,2	1	J		I/P	R/L		SH	Alt/Ox/Fe/Fv	
13,89	180,16	1						SH	Alt/Ox/Fe/Fv	
14,31	179,74	1						SV	Alt/Ox/Fe/Fv	
14,4	179,65	1						SV	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
14,7	179,35	1						SV	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
14,95	179,1	1						SH	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
15,27	178,78	1	J		I/P	L/R		SH	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
15,56	178,49	1						SH	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
15,85	178,2	1						SH	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
15,94	178,11	1						SV	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
17,22	176,83	1						SH	Alt/Ox	
17,31	176,74	1						SH	Alt/Ox	
17,76	176,29	1	J		I/P	R/L		SH	Alt/Ox	
18,41	175,64	1						SH	Alt/Ox	
18,5	175,55	1						SH	Alt/Ox	
18,72	175,33	1						SH	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
18,79	175,26	1						SH	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
18,95	175,1	1						SV	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
19,01	175,04	1	J		I/P	R/L		SH	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
19,08	174,97	1						SH	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
19,43	174,62	1						SV	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
20,7	173,35	1						SV	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
20,39	173,66	1						SH	Alt/Ox/Pel Arg/Fe	
21,43	172,62	1	J		I	R		SV	Alt/Fv	
23,24	170,81	2						SH	Alt/Fv	
25,52	168,53	1						SH	Alt/Ox	
25,59	168,46	1						I	Alt/Ox	
25,74	168,31	1						SH	Alt/Ox	
25,93	168,12	1						SH	Alt/Ox	
26,17	167,88	1	J		I/P	R/L		SH	Alt/Ox	
26,3	167,75	2						SH	Alt/Ox	
26,7	167,35	1						SH	Alt/Ox	
27,36	166,69	1						SH	Alt/Ox	
27,42	166,63	1						SH	Alt/Ox	
28,53	165,52	1						SH	Alt/Ox	
28,61	165,44	1	J		P/I	L/R		SH	Alt/Ox	
29,09	164,96	1						SH	Ox	
30,43	163,62	1						SH	Ox	
30,89	163,16	1						SH	Ox	
31,23	162,82	1						SH	Ox	
31,56	162,49	1						SH	Ox	

Descontinuidades na sondagem SR 354

cota da sondagem	203,508
------------------	---------

[illegible]

Descontinuidades na sondagem SR 355

cota da sondagem 201,55

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
2,93	198,62	1	J		I	R	210	SV	Alt/Ox	
5,03	196,52	1						SV	Alt/Ox	
5,76	195,79	1						SV	Alt/Ox	
5,87	195,68	1						SV	Alt/Ox	
6,64	194,91	1	J		P/I	R		I	Alt/Ox	
6,91	194,64	1						I	Alt/Ox	
7,84	193,71	1						I	Alt/Ox	
8,26	193,29	1						SV	Alt/Ox	
14,52	187,03	1	J		P	R		SV	Alt/Ox	
17,53	184,02	1	J		I	R		SH	Alt/Ox	
17,58	183,97	1						SH	Alt/Ox	
21,03	180,52	1	J		P/I	R		SH	Alt/Ox	
21,66	179,89	1						SH	Alt/Ox	
21,71	179,84	2						SH	Alt/Ox	
23,08	178,47	1						SH	Alt/Ox	
24,76	176,79	1	J		P/I	R/L		SH	Alt/Ox	
24,88	176,67	1						SV	Alt/Ox	
25,45	176,1	1						SH	Alt/Ox	
25,63	175,92	1						SH	Alt/Ox	
26,55	175	1						SH	Alt/Ox	
26,73	174,82	1						SH	Alt/Ox	
28,37	173,18	1						I	Alt/Ox	
28,54	173,01	1						SH	Alt/Ox	
28,61	172,94	1						SH	Alt/Ox	

Descontinuidades na sondagem SR 356

cota da sondagem 204,675

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
0,46	204,215	1	J		I/P/C	R/I	200	SH	Alt/Ox/Pel arg	
1,19	203,485	1						SV	Alt/Ox/Pel arg	
1,64	203,035	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
2,27	202,405	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
2,79	201,885	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
3,03	201,645	1						SV	Alt/Ox/Pel arg	
5,88	198,795	1	J		I/P	R		SV	Alt	
7,2	197,475	1	J		I	R	90	SH	Alt	
10,9	193,775	1	J		I/P	R	340	SV	Alt/Ox	
12,7	191,975	1	J		P/I	R	120	SV	Alt/Ox	
22,94	181,735	1	J		I/P	R		SV	Alt/Ox/Pel arg	
23,3	181,375	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
23,33	181,345	1						I	Alt/Ox/Pel arg	
23,42	181,255	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
23,96	180,715	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
24,04	180,635	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
24,86	179,815	1	J		I/P	R		SH	Alt/Ox/Qtz	
25,25	179,425	1						SH	Alt/Ox/Qtz	
26,29	178,385	1						SV	Alt/Ox/Qtz	
26,79	177,885	1						SH	Alt/Ox/Qtz	
27,08	177,595	1						SV	Alt/Ox/Qtz	
27,58	177,095	1						SH	Alt/Ox/Qtz	
27,87	176,805	1						SV	Alt/Ox/Qtz	
29,36	175,315	1						SV	Alt/Ox/Qtz	
30,47	174,205	1						SH	Alt/Ox/Qtz	
31,59	173,085	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
32,96	171,715	1	J		I/P/C	R		SV	Alt/Ox/Pel arg	
33,18	171,495	1	J		I/P	R		SH	Alt/Ox/Pel arg	
33,55	171,125	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
33,61	171,065	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
33,78	170,895	1						I	Alt/Ox/Pel arg	
34,25	170,425	1						SV	Alt/Ox/Pel arg	
34,52	170,155	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
34,91	169,765	1	J		I/P	R		I	Alt/Ox/Pel arg	
36,63	168,045	1						SH	Alt	
37,61	167,065	1						I	Alt	
38,17	166,505	1						SH	Alt	
38,41	166,265	2						SH	Alt	
38,54	166,135	1						SH	Alt	

Descontinuidades na sondagem SR 364

cota da sondagem 204,5

Profundidade	Cota	Nº	Tipo	Superfície	regularidade	aspereza	decomposição	inclinação	revestimento	preenchimento
0,14	204,36	1	J		I/P	R		SH	Alt/Ox/Fe	
0,3	204,2	1						SV	Alt/Ox/Fe	
1,1	203,4	1						SV	Alt/Ox/Fe	
1,66	202,84	1						I	Alt/Ox/Fe	
1,77	202,73	1						SH	Alt/Ox/Fe	
2,95	201,55	1	J		C/I	R	50	SH	Alt/Ox/Fe	
3,85	200,65	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
4,2	200,3	1						I	Alt/Ox/Pel arg	
6,08	198,42	1						I	Alt/Ox/Pel arg	
6,63	197,87	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
6,71	197,79	1	J		I/P	R	100	SV	Alt/Ox/Pel arg	
7,82	196,68	1						SV	Alt/Ox/Pel arg	
11,18	193,32	1						SV	Alt/Ox	
12,72	191,78	1						SH	Alt/Ox	
13,39	191,11	1						SV	Alt/Ox	
13,89	190,61	1	J		I/P	R		I	Alt/Ox	
14,41	190,09	1						SH	Alt/Ox	
14,91	189,59	1						SH	Alt/Ox	
17,15	187,35	1						SH	Alt/Ox	
17,24	187,26	1	J		I/P	R		I	Alt/Ox	
17,54	186,96	1						SH	Alt/Ox	
17,56	186,94	1						SH	Alt/Ox	
17,59	186,91	1						SH	Alt/Ox	
17,63	186,87	1						I	Alt/Ox	
17,72	186,78	1	J		I/P	R		SH	Alt/Ox	
17,93	186,57	1						SH	Alt/Ox	
18,08	186,42	1						SH	Alt/Ox	
18,53	185,97	1						SH	Alt/Ox	
18,87	185,63	n	J		I/P	R	120 830	N/D	Alt	
19,94	184,56	1						SH	Alt	
20,02	184,48	1						SH	Alt	
20,08	184,42	1						SH	Alt	
20,7	183,8	1	J		I	R		SH	Alt	
20,8	183,7	1						SH	Alt	
20,87	183,63	1						SH	Alt	
20,98	183,52	1						SH	Alt	
21,06	183,44	1						SH	Alt	
21,51	182,99	1	J		I	R		SH	Alt	
21,65	182,85	1						SH	Alt	
21,68	182,82	1						SH	Alt	
21,79	182,71	1						SH	Alt	
21,87	182,63	1						SH	Alt	
21,92	182,58	1	J		I	R		SH	Alt	
21,96	182,54	1						SH	Alt	
22,78	181,72	1						SH	Alt	
22,94	181,56	1						SH	Alt	
23,05	181,45	1						SH	Alt	
23,12	181,38	1	J		I	R	2360	SH	Alt	
24,65	179,85	n						N/D	Alt	
25,51	178,99	1						SH	Pel arg/Alt/Ox	
25,64	178,86	1						SH	Pel arg/Alt/Ox	
26,18	178,32	1						SH	Pel arg/Alt/Ox	
27,28	177,22	1	J		P/I	R/L		SH	Pel arg/Alt/Ox	
27,37	177,13	1						SH	Pel arg/Alt/Ox	
28,37	176,13	1						SH	Pel arg/Alt/Ox	
30,07	174,43	1						I	Pel arg/Alt/Ox	
31,1	173,4	1	J		P/I	R		I	Alt/Ox	
31,18	173,32	1						I	Alt/Ox	
31,56	172,94	1						SV	Alt/Ox	
32	172,5	1						SV	Alt/Ox	
32,78	171,72	1						SH	Alt/Ox	
32,93	171,57	1	J		I	R		SV	Alt/Ox	
33,01	171,49	1						SH	Alt/Ox	
33,09	171,41	1						SH	Alt/Ox	
33,22	171,28	1						SH	Alt/Ox	
33,96	170,54	1	J		P/I	R		SH	Pel arg/Alt/Ox	
34,16	170,34	1						SV	Pel arg/Alt/Ox	
34,45	170,05	1						I	Pel arg/Alt/Ox	
34,75	169,75	1						SH	Pel arg/Alt/Ox	
34,84	169,66	1						SH	Pel arg/Alt/Ox	
34,89	169,61	1	J		I	R	330	SH	Pel arg/Alt/Ox	
35,13	169,37	1						SV	Pel arg/Alt/Ox	
35,36	169,14	1						SH	Pel arg/Alt/Ox	
36,5	168	1						N/D	Alt	
36,99	167,51	1	J		I	R		SH	Alt	
37,11	167,39	1						SH	Alt	
37,63	166,87	1						SH	Alt	
37,84	166,66	1						SH	Alt	
39	166,5	1						SH	Alt	
38,08	166,42	1	J		P/I	R		SH	Alt	
38,61	165,89	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
38,72	165,78	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
38,76	165,74	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
38,78	165,72	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
38,81	165,69	1	J		P/I	R		SH	Alt/Ox/Pel arg	
38,84	165,66	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
38,86	165,64	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
38,94	165,56	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
39	165,5	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
39,09	165,41	1	J		P	R		SH	Alt/Ox/Pel arg	
39,14	165,36	1						SH	Alt/Ox/Pel arg	
39,5	165	1						SH	Alt	
39,6	164,9	1						SH	Alt	
39,63	164,87	1						SH	Alt	
39,65	164,85	1	J		P	R		SH	Alt	
40,04	164,46	1						SV	Alt	
41,59	162,91	1						SH	Ox	
49,47	155,03	1						SH	Ox	
49,52	154,98	1						SH	Ox	
49,71	154,79	1	J		I/P	R		SH	Ox	
57,18	147,32	1						Fe		

CLASSIFICAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES PRINCIPAIS - SIMBOLOGIA						
TIPO	SUPERFÍCIE	SUPERFÍCIE DAS DECONTINUIDADES			INCLINAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES	
J = JUNTA X = XISTOSIDADE T = CONTATO H = FALHA	A = ABERTA F = FECHADA	REGULARIDADE P = PLANA C = CURVA I = IRREGULAR	ASPEREZA E = ESPELHADA L = LISA R = RUGOSA	DECOMPOSIÇÃO (dec) (y) = Espessura em mm da zona decomposta	SH = SUBORIZONTAL I = INCLINADA (30° < Î < 60°) SV = SUBVERTICAL	
MATERIAIS DE RE-VESTIMENTO.(x) "Letra maiúscula seguida de minúscula."	<div><div><ul style="list-style-type: none">- Fe - Película de argilo-mineral escuro (filme escuro).- Fv - Película de argilo-mineral esverdeado (filme esv.)- Ox - Película oxidada.- Pc - Película carbonática- Su - Película sulfetada, descontínua- Es - Estrias de fricção em película de revestimento- Pb - Película de material branco (sílica amorfa ?)</div></div>		<div><div>MATERIAIS DE PREEN-CHIMENTO. (x) "Letras minúsculas."</div><div><ul style="list-style-type: none">- si - silte- ag - argila- ca - carbonato- ox - óxido- qz - quartzo</div></div>		<div><div>- (z) - espessura em mm do material de preenchimento</div><div>Exemplo : NJA (x - z/pl) Î P R (dec = y) 2JA (Ca - 2) 30°PR (3)</div></div>	<div>Duas juntas abertas, preenchidas com carbonato com 2 milímetros de espessura, inclinação de 30°, plana, rugosa, com zona decomposta com 3 milímetros de espessura.</div> <div>N = Número de descontinuidades quando idênticas e muito próximas.</div>

Apêndices

Apêndice 1 – Mapa de localização de sondagens

Apêndice 2 – Logs de sondagem

Legenda

R = recuperação
A = alteração
F = Fraturamento
H = condutividade hidráulica

Apêndice 3 – Correlação Televisionamento e Modelo Estrutural

Correlação sondagem televisionada - modelo estrutural - SR 343

Prof. Inicial	Prof. Final	Direção do mergulho	Mergulho	Tipo	Class.	Prof. Média	Cota
4,57	4,92	227	77	F	SV	4,745	199,095
6,26	6,65	207	79		SV	6,455	197,385
6,79	6,84	299	28		SH	6,815	197,025
6,94	7,18	187	75	E	SV	7,06	196,78
7,28	7,34	49	24		SH	7,31	196,53
9,21	9,32	4	51	C	I	9,265	194,575
9,34	9,36	74	8	A	SH	9,35	194,49
9,5	9,59	176	50	B	I	9,545	194,295
9,65	9,77	167	58	B	I	9,71	194,13
9,87	9,9	303	11		SH	9,885	193,955
9,93	10,15	179	69	E	SV	10,04	193,8
10,71	10,76	151	28	A	SH	10,735	193,105
11,05	11,06	220	7	A	SH	11,055	192,785
10,09	10,19	167	53	B	I	10,14	193,7
11,32	11,33	156	7	A	SH	11,325	192,515
11,42	11,52	14	47	C	I	11,47	192,37
11,6	11,92	144	69	D	SV	11,76	192,08
12,06	12,22	217	61	F	SV	12,14	191,7
15,28	15,58	220	75	F	SV	15,43	188,41
15,72	15,74	145	14	A	SH	15,73	188,11
15,91	16,21	206	77		SV	16,06	187,78
16,1	16,23	137	54		I	16,165	187,675
16,32	16,36	161	31	B	I	16,34	187,5
15,57	17,81	119	69		SV	16,69	187,15
21,27	21,32	11	18		SH	21,295	182,545
21,42	21,62	190	72	E	SV	21,52	182,32
21,44	21,78	141	77	D	SV	21,61	182,23
21,93	21,96	25	10		SH	21,945	181,895
22,69	23,04	144	78	D	SV	22,865	180,975
23,19	23,36	177	72	E	SV	23,275	180,565
23,23	23,38	172	57	B	I	23,305	180,535
23,5	23,53	344	13		SH	23,515	180,325
23,75	23,77	307	7		SH	23,76	180,08
23,89	23,93	15	18		SH	23,91	179,93
24,14	24,48	129	75		SV	24,31	179,53
25,18	25,22	208	20	A	SH	25,2	178,64
25,22	25,24	7	11		SH	25,23	178,61
25,36	25,67	203	73		SV	25,515	178,325
25,53	25,54	134	2	A	SH	25,535	178,305
25,89	26,08	119	65		SV	25,985	177,855
26,26	26,27	204	5	A	SH	26,265	177,575
26,56	26,57	97	2	A	SH	26,565	177,275
26,62	26,63	124	1	A	SH	26,625	177,215
26,78	26,72	22	15		SH	26,75	177,09
26,62	26,94	211	77	F	SV	26,78	177,06
26,79	26,81	258	5		SH	26,8	177,04
27,02	27,28	211	74	F	SV	27,15	176,69
27,03	27,29	219	74	F	SV	27,16	176,68
27,18	27,46	137	75	D	SV	27,32	176,52
27,34	27,5	132	63		SV	27,42	176,42
27,57	27,57	188	5	A	SH	27,57	176,27
27,66	27,67	251	5		SH	27,665	176,175
27,75	27,77	79	7	A	SH	27,76	176,08
27,92	27,95	359	9		SH	27,935	175,905
27,97	28,19	135	67	D	SV	28,08	175,76
28,23	28,25	2	9		SH	28,24	175,6
28,16	28,35	130	64		SV	28,255	175,585
28,38	28,39	131	6	A	SH	28,385	175,455
28,21	28,59	210	80	F	SV	28,4	175,44
28,48	28,51	112	19	A	SH	28,495	175,345
28,81	28,81	191	6	A	SH	28,81	175,03
28,97	28,97	176	7	A	SH	28,97	174,87
29,72	29,73	46	2		SH	29,725	174,115
31,34	31,38	260	24		SH	31,36	172,48
31,42	31,44	156	7	A	SH	31,43	172,41
32,4	32,4	186	6	A	SH	32,4	171,44
33,14	33,3	184	70	E	SV	33,22	170,62
34,32	34,34	321	10		SH	34,33	169,51
35,52	35,53	59	4	A	SH	35,525	168,315
35,7	35,71	279	7		SH	35,705	168,135
39,64	39,86	203	71		SV	39,75	164,09
42,26	42,29	167	21	A	SH	42,275	161,565
42,29	42,33	176	34	B	I	42,31	161,53
43	43,13	115	59		I	43,065	160,775
43,64	43,69	353	32	C	I	43,665	160,175
43,75	43,9	170	67	E	SV	43,825	160,015
43,88	43,92	44	22		SH	43,9	159,94
43,98	44	82	6	A	SH	43,99	159,85
44,15	44,19	21	14		SH	44,17	159,67
44,28	44,3	238	11		SH	44,29	159,55
44,3	44,33	11	15		SH	44,315	159,525
44,45	44,47	187	20	A	SH	44,46	159,38
44,83	44,88	356	32	C	I	44,855	158,985
44,97	44,99	75	5	A	SH	44,98	158,86
45,64	45,66	1	9		SH	45,65	158,19
45,65	45,67	283	6		SH	45,66	158,18

Correlação sondagem televisionada - modelo estrutural - SR 347

Prof. Inicial	Prof. Final	Direção do mergulho	Mergulho	Tipo	Class.	Prof. Média	Cota
4,26	4,30	216	6	A	SH	4,28	204,28
4,95	4,95	249	85		SV	4,95	203,7001741
5,72	6,15	154	63	D	SV	5,935	202,85
6,77	6,77	345	21		SH	6,77	202,1240078
7,80	8,00	239	87		SV	7,9	201,145399
8,10	8,26	56	21	A	SH	8,18	200,90
10,98	11,15	103	16	A	SH	11,065	198,40
12,61	12,68	22	41	C	I	12,645	197,04
12,80	12,87	200	67		SV	12,835	196,8715635
13,03	13,18	276	65		SV	13,105	196,6377366
15,20	15,40	170	15	A	SH	15,3	194,74
15,80	15,83	245	84		SV	15,815	194,2908076
15,97	16,08	176	77	E	SV	16,025	194,11
16,32	16,39	163	12	A	SH	16,355	193,82
16,50	16,59	62	88	G	SV	16,545	193,66
16,56	16,56	180	20	A	SH	16,56	193,65
16,86	16,86	236	82	F	SV	16,86	193,39
17,06	17,06	254	8		SH	17,06	193,212606
17,43	17,53	175	17	A	SH	17,48	192,85
17,54	17,62	263	14		SH	17,58	192,7622727
17,67	17,67	261	85		SV	17,67	192,6843304
17,85	18,12	90	13	A	SH	17,985	192,41
18,20	18,20	214	30	A	SH	18,2	192,23
18,23	18,41	56	83		SV	18,32	192,1214139
18,54	18,64	180	20	A	SH	18,59	191,89
19,40	19,45	206	74	F	SV	19,425	191,16
20,10	20,16	244	71		SV	20,13	190,5539079
20,24	20,57	233	4		SH	20,405	190,3157509
20,83	20,96	198	39	B	I	20,895	189,89
22,00	22,14	194	81		SV	22,07	188,8738185
26,60	26,75	106	23	A	SH	26,675	184,89
29,17	29,50	128	27	A	SH	29,335	182,58
30,20	30,43	313	42	C	I	30,315	181,73
32,00	32,08	37	87		SV	32,04	180,2395449
32,40	32,75	90	78	G	SV	32,575	179,78
33,10	33,3	90	18	A	SH	33,2	179,23
34,70	34,98	169	68	E	SV	34,84	177,81
35,50	35,62	94	84	G	SV	35,56	177,19
36,16	36,38	171	65	E	SV	36,27	176,58
36,84	36,92	90	25	A	SH	36,88	176,05
38,73	38,82	85	83	G	SV	38,775	174,41
39,11	39,14	40	13		SH	39,125	174,1037546
40,58	40,66	105	13	A	SH	40,62	172,81
41,17	41,45	158	22	A	SH	41,31	172,21
41,72	42,18	181	69	E	SV	41,95	171,66
42,28	42,33	245	69		SV	42,305	171,3497937
42,74	42,8	150	15	A	SH	42,77	170,95
43,30	43,36	189	16	A	SH	43,33	170,46
43,52	43,69	170	15	A	SH	43,605	170,22
44,50	44,77	233	4		SH	44,635	169,3319544
44,80	44,93	137	86	D	SV	44,865	169,13
45,15	45,21	20	39	C	I	45,18	168,86
47,10	47,1	139	13	A	SH	47,1	167,20
47,30	47,44	224	40		I	47,37	166,9633748
48,48	48,48	229	79	F	SV	48,48	166,00
49,00	49,05	207	22	A	SH	49,025	165,53
49,48	49,53	142	17	A	SH	49,505	165,11
50,20	50,2	114	13	A	SH	50,2	164,51
51,44	51,51	150	15	A	SH	51,475	163,41
52,32	52,52	113	8	A	SH	52,42	162,59
51,04	54,08	171	57	B	I	52,56	162,47
54,50	54,58	264	9		SH	54,54	160,7539724
54,56	54,6	210	55		I	54,58	160,7193314
55,08	55,13	323	6		SH	55,105	160,264668
55,31	55,38	139	13	A	SH	55,345	160,06
56,67	56,79	109	10	A	SH	56,73	158,86
59,20	59,28	10	43	C	I	59,24	156,68
64,40	64,42	132	15	A	SH	64,41	152,21
65,38	65,48	319	43		I	65,43	151,3229554
68,00	68,19	192	43	B	I	68,095	149,01
69,60	69,69	178	56	B	I	69,645	147,67

Apêndice 4 – Memória de cálculo - Classificação RMR

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR 01

A	Parâmetros		TRECHOS					
			0,85-4,03	4,03-4,41	4,41-17,8	17,8-21,55	21,55-26,2	26,2-30
1	Resistência da rocha intácta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	25-50	100-250	25-50	100-250	50-100
	PESO		12	4	12	4	12	7
2	RQD (%)		80	0	80	33	88	65
	PESO		17	3	17	8	17	13
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		0,50	0,05	2,00	0,10	2,00	0,50
	PESO		10	5	20	8	20	10
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES							
	PESO		20	10	25	20	25	10
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA							
	PESO		10	4	15	7	15	7
		Σ	69	26	89	47	89	47
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-10	-10	-5	-12	-5	-10
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		59	16	84	35	84	37
D	CLASSE DO MACIÇO		III	V	I	IV	I	IV

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR 05

A	Parâmetros		TRECHOS		
			18,5-26,2	26,2-27,5	27,5-30
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	25-50	100-250
	PESO		12	4	12
2	RQD (%)		81	20	86
	PESO		17	3	17
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		0,50	0,10	0,50
	PESO		10	8	10
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES				
	PESO		20	10	20
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA				
	PESO		10	4	10
		Σ	69	29	69
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-12	-5	-5
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		57	24	64
D	CLASSE DO MACIÇO		III	IV	II

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR 07

A	Parâmetros		TRECHOS		
			6,8-10,9	10,9-19,6	19,6-45
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	50-100	100-250	100-250
	PESO		7	12	12
2	RQD (%)		34	71	60
	PESO		8	13	13
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		2,00	0,50	0,50
	PESO		20	10	10
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES				
	PESO		10	20	20
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA				
	PESO		15	10	10
		Σ	60	65	65
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-10	-12	-12
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		50	53	53
D	CLASSE DO MACIÇO		III	III	III

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR 11

A	Parâmetros		TRECHOS	
			2-18,5	18,5-30
1	Resistência da rocha intácta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	100-250
	PESO		12	12
2	RQD (%)		83	90
	PESO		17	20
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		0,50	2,00
	PESO		10	20
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES			
	PESO		20	25
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA			
	PESO		10	12
		Σ	69	89
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-12	-12
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		57	77
D	CLASSE DO MACIÇO		III	II

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR-101

A	Parâmetros		TRECHOS						
			0-0,2	0,2-1,6	1,6-2,6	2,6-3,26	3,26-4	4-5,2	
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
	PESO		12	12	12	12	12	12	12
2	RQD (%)		59	99	77	30	100	100	60
	PESO		13	20	17	8	20	20	13
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		0,05	2,00	0,50	0,50	2,00	0,50	0,10
	PESO		5	20	10	10	20	10	8
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES								
	PESO		20	25	20	10	25	20	10
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA								
	PESO		4	15	10	10	15	10	7
		Σ	54	92	69	50	92	72	50
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-10	-5	-10	-10	-5	-10	-12
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		44	87	59	40	87	62	38
D	CLASSE DO MACIÇO		III	I	III	IV	I	II	IV

5,86-6,6	6,6-9,35	9,35-10	10-10,73	10,73-14,1	14,1-14,9	14,9-19,9	19,9-22	22-23	23-24
100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
87	72	68	54	100	60	100	86	63	22
17	13	13	13	20	13	20	17	13	3
1,00	0,10	0,50	0,50	2,00	0,50	2,00	1,00	0,10	0,05
15	8	10	10	20	10	20	15	8	5
25	20	10	20	20	25	25	25	20	20
10	7	10	10	15	10	15	10	7	4
79	60	55	65	87	70	92	79	60	44
-10	-10	-12	-12	-5	-10	-5	-10	-10	-10
69	50	43	53	82	60	87	69	50	34
II	III	III	III	I	II	I	II	III	IV

24-25,1	25,1-26	26-27,1	27,1-28,3	28,3-29	29-30,22	30,22-31,22	31,22-33,3	33,3-34,3	34,3-35,9
100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
45	42	80	69	59	56	16	59	20	90
8	8	17	13	13	13	3	13	3	20
0,10	0,05	0,50	0,10	0,50	0,50	0,05	0,10	0,05	0,50
8	5	10	8	10	10	5	8	5	10
20	20	25	20	25	25	20	20	20	25
7	4	10	7	10	10	4	7	4	10
55	49	74	60	70	70	44	60	44	77
-5	-5	-12	-10	-10	-10	-5	-10	-10	-10
50	44	62	50	60	60	39	50	34	67
III	III	II	III	II	II	IV	III	IV	II

35,9-36,1	36,1-37,5	37,5-37,9	37,9-39	39-39,5	39,5-40,5	40,5-40,95	40,95-41,6	41,6-44	44-45,4
100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
100	75	92	68	100	28	97	31	16	70
20	17	20	13	20	8	20	8	3	13
2,00	0,10	0,50	0,10	2,00	0,05	2,00	0,05	0,05	0,50
20	8	10	8	20	5	20	5	5	10
25	25	25	20	25	25	25	25	25	20
15	7	10	7	10	4	15	4	4	10
92	69	77	60	87	54	92	54	49	65
-5	-5	-10	-10	-5	-12	-5	-10	-10	-10
87	64	67	50	82	42	87	44	39	55
I	II	II	III	I	III	I	III	IV	III

45,4-46,5	46,5-47	47-48	48-49,9	49,9-50,6	50,6-51,9	51,9-53	53-54,2	54,2-55,2	55,2-56
100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
63	100	74	84	100	100	81	55	74	100
13	20	13	17	20	20	17	13	13	20
0,10	2,00	1,00	0,50	2,00	1,00	0,50	0,05	0,50	2,00
8	20	15	10	20	15	10	5	10	20
20	25	25	20	25	25	20	25	25	25
7	15	10	10	15	10	10	4	10	15
60	92	75	69	92	82	69	59	70	92
-10	-5	-10	-5	0	-10	-5	-12	-12	0
50	87	65	64	92	72	64	47	58	92
III	I	II	II	I	II	II	III	III	I

56-57	57-58,2	58,2-60,1	60,1-60,9	60,9-61,6	61,6-62	62-63	63-64,1	64,1-65,1	65,1-66,5
100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
100	100	74	100	88	100	75	64	67	31
20	20	13	20	17	20	17	13	13	8
2,00	2,00	0,50	2,00	2,00	2,00	0,50	0,10	0,50	0,05
20	20	10	20	20	20	10	8	10	5
25	25	25	25	25	25	20	20	25	25
15	15	10	15	15	15	10	7	10	4
92	92	70	92	89	92	69	60	70	54
0	-5	-10	0	-5	0	-10	-10	-5	-12
92	87	60	92	84	92	59	50	65	42
I	I	II	I	I	I	III	III	II	III

66,5-67	67-67,4	67,4-68,6	68,6-70,00
100-250	100-250	100-250	100-250
12	12	12	12
81	25	65	90
17	8	13	20
0,50	0,05	0,50	2,00
10	5	10	20
20	20	20	25
10	4	10	15
69	49	65	92
-5	-10	-10	-10
64	39	55	82
II	IV	III	I

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR-103

A	Parâmetros		TRECHOS						
			0,56-1,32	1,32-5,21	5,21-6,21	6,21-7,87	7,87-9,25	9,25-11	11-12,04
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	100-250	50-100	100-250	50-100	50-100	100-250
	PESO		12	12	7	12	7	7	12
2	RQD (%)		100	92	40	95	8	48	100
	PESO		20	20	8	20	3	8	20
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		0,50	2,00	0,10	2,00	0,05	0,10	0,50
	PESO		10	20	8	20	5	8	10
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES								
	PESO		10	25	10	20	0	10	10
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA								
	PESO		10	15	7	15	4	7	10
		Σ	62	92	40	87	19	40	62
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-5	-10	-10	-5	-10	-10	-10
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		57	82	30	82	9	30	52
D	CLASSE DO MACIÇO		III	I	IV	I	V	IV	III

12,04-12,6	12,6-17,86	17,86-18,78	18,78-20,63	20,63-28,5	28,5-29,45	29,45-29,7	29,7-30
50-100	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	25-50	100-250
7	12	12	12	12	12	4	12
60	86	54	83	100	74	0	100
13	17	13	17	20	13	3	20
0,05	0,50	0,50	2,00	2,00	0,50	0,05	2,00
5	10	10	20	20	10	5	20
10	20	20	25	25	20	0	25
4	10	10	15	15	10	4	15
39	69	65	89	92	65	16	92
-5	-12	-12	-10	0	-10	-5	0
34	57	53	79	92	55	11	92
IV	III	III	II	I	III	V	I

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR-105

A	Parâmetros		TRECHOS					18,27-19	19-22,30
			6,2-11,96	11,96-13,16	13,16-15,32	15,32-16,51	16,51-18,27		
1	Resistência da rocha intácta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	25-50	100-250
	PESO		12	12	12	12	12	4	12
2	RQD (%)		100	63	100	92	100	0	100
	PESO		20	13	20	20	20	3	20
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	0,05	2,00
	PESO		20	15	20	20	20	5	20
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES								
	PESO		20	25	25	25	25	0	25
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA								
	PESO		15	10	15	15	15	4	15
		Σ	87	75	92	92	92	16	92
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-5	-5	0	-10	0	-10	-5
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		82	70	92	82	92	6	87
D	CLASSE DO MACIÇO		I	II	I	I	I	V	I

22,30-22,75	22,75-25,77	25,77-26,77	26,77-27,77	27,77-29	29-30,05
50-100	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
7	12	12	12	12	12
0	97	100	100	74	100
3	20	20	20	13	20
0,05	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00
5	20	20	20	15	20
10	20	25	25	25	25
4	15	15	15	10	15
29	87	92	92	75	92
-5	-5	0	-5	-5	0
24	82	92	87	70	92
IV	I	I	I	II	I

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SM-313

A	Parâmetros								
			1,2-2,3	2,3-4,0	4,0-6,15	6,15-6,75	6,75-7,15	7,15-7,98	7,98-14,14
1	Reistência da rocha intácta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	50-100	100-250	100-250	50-100	100-250	25-50	100-250
	PESO		7	12	12	7	12	4	12
2	RQD (%)		0	73	95	0	100	0	97
	PESO		3	13	20	3	20	3	20
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (m)		0,05	1,50	3,00	0,05	2,00	0,05	2,00
	PESO		5	15	20	5	20	5	20
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES								
	PESO		0	20	25	10	30	0	30
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA								
	PESO		4	10	15	4	15	4	15
		Σ	19	70	92	29	97	16	97
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-12	-10	-5	-5	0	-5	0
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		7	60	87	24	97	11	97
D	CLASSE DO MACIÇO		V	II	I	IV	I	V	I

TRECHOS

14,14-14,36	14,36-18,74	18,74-18,99	18,99-23,43	23,43-23,65	23,65-26,53	26,53-27,15	27,15-29,2	29,2-29,64	29,64-30,5	30,5-30,6
25-50	100-250	25-50	100-250	25-50	100-250	25-50	50-100	50-100	100-250	25-50
4	12	4	12	4	12	4	7	7	12	4
0	100	0	100	0	100	0	55	26	100	0
3	20	3	20	3	20	3	13	8	20	3
0,05	2,00	0,05	2,00	0,05	2,00	0,10	1,00	0,08	2,00	0,03
5	20	5	20	5	20	8	15	8	20	5
0	30	0	30	0	30	10	20	10	30	10
4	15	4	15	4	15	4	10	4	15	4
16	97	16	97	16	97	29	65	37	97	26
-5	-5	-10	-10	-5	-5	-10	-10	-5	0	-5
11	92	6	87	11	92	19	55	32	97	21
V	I	V	I	V	I	V	III	IV	I	IV

30,6-35,85	35,85-36,49	36,49-63	63,0-65,07
100-250	100-250	100-250	100-250
12	12	12	12
100	59	100	93
20	13	20	20
2,00	0,10	2,00	0,50
20	8	20	10
25	20	25	25
15	7	15	10
92	60	92	77
-5	-10	-10	-10
87	50	82	67
I	III	I	II

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR 315

A	Parâmetros		TRECHOS							
			9,53-11,1	11,1-11,45	11,45-12,56	12,56-13,6	13,6-15,87	15,87-16,49	16,49-17,08	17,08-17,91
1	Resistência da rocha intácta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	50-100	100-250	50-100	25-50	50-100	25-50	100-250
	PESO		12	7	12	7	4	7	4	12
2	RQD (%)		100	0	100	23	0	40	0	70
	PESO		20	3	20	3	3	8	3	13
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		2,00	0,10	0,50	0,10	0,05	0,10	0,05	0,50
	PESO		20	8	10	8	5	8	5	10
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES									
	PESO		25	10	20	10	0	20	0	25
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA									
	PESO		15	7	10	7	4	7	4	10
		Σ	92	35	72	35	16	50	16	70
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-5	-10	-5	-10	-5	-10	-12	-12
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		87	25	67	25	11	40	4	58
D	CLASSE DO MACIÇO		I	IV	II	IV	V	IV	V	III

17,91-18,1	18,1-19	19-19,81	19,81-20,62	20,62-20,74	20,74-21,5	21,5-22,8	22,8-25,28	25,28-26	26-27,89	27,89-28,26
50-100	100-250	50-100	100-250	50-100	100-250	50-100	100-250	50-100	100-250	100-250
7	12	7	12	7	12	7	12	7	12	12
86	100	25	64	0	97	19	100	0	100	0
17	20	8	13	3	20	3	20	3	20	3
0,50	2,00	0,06	1,00	0,01	2,00	0,06	2,00	0,05	1,00	0,06
10	20	8	15	5	20	8	20	5	15	8
20	30	10	20	0	30	10	30	10	25	10
10	15	7	10	4	15	4	15	4	10	4
64	97	40	70	19	97	32	97	29	82	37
-12	0	-12	-10	-10	0	-12	-5	-5	-5	-12
52	97	28	60	9	97	20	92	24	77	25
III	I	IV	II	V	I	V	I	IV	II	IV

28,26-31,27	31,27-35,7	35,7-37,86	37,86-38,81	38,81-38,86	38,86-40,5	40,5-55,04
100-250	100-250	100-250	100-250	25-50	100-250	100-250
12	12	12	12	4	12	12
93	100	52	100	0	83	100
20	20	13	20	3	17	20
0,40	2,00	1,00	2,00	0,01	0,50	2,00
10	20	15	20	5	10	20
20	25	20	25	0	20	25
10	15	7	15	4	10	15
72	92	67	92	16	69	92
-5	-5	-12	-10	-12	-5	-5
67	87	55	82	4	64	87
II	I	III	I	V	II	I

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR 317

A	Parâmetros		TRECHOS					21,53-21,73	21,73-25,24
			15,25-16,6	16,6-17,15	17,15-17,86	17,86-18,73	18,73-21,51		
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	25-50	100-250	25-50	100-250	25-50	100-250
	PESO		12	4	12	4	12	4	12
2	RQD (%)		66	0	65	0	65	0	100
	PESO		13	3	13	3	13	3	20
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		0,40	0,05	0,09	0,05	0,50	0,05	2,00
	PESO		10	5	8	5	10	5	20
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES								
	PESO		20	0	10	0	20	0	25
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA								
	PESO		10	4	7	4	10	4	15
		Σ	65	16	50	16	65	16	92
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-10	-12	-10	-5	-10	-5	-5
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		55	4	40	11	55	11	87
D	CLASSE DO MACIÇO		III	V	IV	V	III	V	I

25,24-33,03	33,03-43,16	43,16-43,96	43,96-45,47	45,47-54,51	54,51-55,95	55,95-56,65	56,65-57,7	57,7-59,25	59,25-59,8	59,8-60,75
25-50	100-250	50-100	100-250	100-250	100-250	50-100	100-250	100-250	100-250	100-250
4	12	7	12	12	12	7	12	12	12	12
0	98	0	62	97	57	0	48	100	78	0
3	20	3	13	20	13	3	8	20	17	3
0,05	0,50	0,05	0,10	1,00	0,10	0,05	0,10	2,00	0,10	0,05
5	10	5	8	15	8	5	8	20	8	5
0	25	10	20	20	25	10	20	25	20	10
4	10	4	7	10	7	4	7	15	7	4
16	77	29	60	77	65	29	55	92	64	34
-5	-10	-12	-5	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
11	67	17	55	67	55	19	45	82	54	24
V	II	V	III	II	III	V	III	I	III	IV

60,75-61,48	61-48-62,59	62,59-62,82	62,82-65,38	65,38-66,9	66,9-67,79	67,79-70,14	70,14-70,74	70,74-73,73	73,73-73,86	73,86-75,66
100-250	100-250	50-100	100-250	100-250	50-100	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
12	12	4	12	12	7	12	12	12	12	12
38	18	0	96	90	0	91	0	98	0	86
8	3	3	20	20	3	20	3	20	3	17
0,10	0,10	0,05	1,00	1,00	0,00	0,50	0,08	1,00	0,05	0,50
8	8	5	15	15	5	10	8	15	5	10
10	10	0	25	25	0	20	10	25	20	20
4	4	4	10	10	4	10	4	10	4	10
42	37	16	82	82	19	72	37	82	44	69
-10	-10	-5	-10	-5	-5	-5	-10	-10	-10	-10
32	27	11	72	77	14	67	27	72	34	59
IV	IV	V	II	II	V	II	IV	II	IV	III

75,66-75,92	75,92-76,14	76,14-76,61	76,61-80,24	80,24-80,98	80,98-85	85-85,61	85,61-88,13	88,13-88,57	88,57-92,4	92,4-94
50-100	100-250	50-100	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
7	12	3	12	12	12	12	12	12	12	12
0	0	43	95	41	92	51	96	0	96	88
3	3	8	20	8	20	13	20	3	20	17
0,05	2,00	0,10	1,00	0,10	0,50	0,10	0,50	0,05	0,50	0,50
5	20	8	15	8	10	8	10	5	10	10
10	20	10	20	10	20	20	25	20	20	20
4	15	7	10	7	10	7	10	4	10	10
29	70	36	77	45	72	60	77	44	72	69
-5	-5	-5	-10	-5	-10	-10	-10	-10	-12	-12
24	65	31	67	40	62	50	67	34	60	57
IV	II	IV	II	IV	II	III	II	IV	II	III

94-105,75
100-250
12
99
20
2,00
20
20
15
87
-5
82
I

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SM-319

A	Parâmetros		TRECHOS							
			1,7-6	6,00-9,00	9,00-12,00	12,00-13,82	13,82-15,12	15,12-17,27	17,27-18,23	18,23-18,63
1	Resistência da rocha intácta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	50-100	50-100
	PESO		12	12	12	12	12	12	7	7
2	RQD (%)		94	100	74	100	34	99	45	0
	PESO		20	20	13	20	8	20	8	3
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		1,00	2,00	1,00	2,00	0,10	2,00	0,10	0,05
	PESO		15	20	15	20	8	20	8	5
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES									
	PESO		25	25	25	25	20	20	10	0
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA									
	PESO		10	15	10	15	7	15	4	4
		Σ	82	92	75	92	55	87	37	19
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-5	-10	-12	0	-12	-5	-5	-10
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		77	82	63	92	43	82	32	9
D	CLASSE DO MACIÇO		II	I	II	I	III	I	IV	V

18,63-24,36	24,36-45,04
100-250	100-250
12	12
100	97
20	20
2,00	2,00
20	20
25	20
15	15
92	87
-5	-12
87	75
I	II

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR-321

A	Parâmetros		TRECHOS							
			0-1,18	1,18-1,84	1,84-3,46	3,46-5,62	5,62-10,59	10,59-15,07	15,07-21,18	21,18-25,3
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	25-50	100-250	100-205	100-250	100-250	100-250	100-250
	PESO		12	4	12	12	12	12	12	12
2	RQD (%)		100	0	98	95	81	88	86	100
	PESO		20	3	20	20	17	17	17	20
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		2,00	0,05	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,10
	PESO		20	5	10	10	10	10	10	8
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES									
	PESO		25	0	10	20	10	10	20	20
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA									
	PESO		15	4	10	10	10	10	10	7
		Σ	92	16	62	72	59	59	69	67
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		0	-5	-10	-10	-10	-10	-12	-5
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		92	11	52	62	49	49	57	62
D	CLASSE DO MACIÇO		I	V	III	II	III	III	III	II

25,3-26,76	26,76-28,37	28,37-30,3
100-250	100-250	100-250
12	12	12
100	97	100
20	20	20
2,00	0,50	2,00
20	10	20
25	20	25
15	10	15
92	72	92
-5	-5	-5
87	67	87
I	II	I

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SM-323

A	Parâmetros		TRECHOS					22,05-24	24-27	27-46,22
			2,46-5,83	5,83-6,1	6,1-12,23	12,23-16,46	16,46-22,05			
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
	PESO		12	12	12	12	12	12	12	12
2	RQD (%)		99	85	100	98	100	92	97	100
	PESO		20	17	20	20	20	20	20	20
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00
	PESO		20	20	20	20	20	15	20	20
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES									
	PESO		25	20	21	22	23	24	25	26
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA									
	PESO		15	15	15	15	15	10	15	15
		Σ	92	84	88	89	90	81	92	93
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		87	79	83	84	85	76	87	88
D	CLASSE DO MACIÇO		I	II	I	I	I	II	I	I

46,22-55,11
100-250
12
97
20
2,00
20
27
15
94
-5
89
I

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR-343

A	Parâmetros		TRECHOS							
			3,57-5,97	5,97-6,9	6,9-7,41	7,41-9,2	9,2-9,58	9,58-9,85	9,85-11,15	11,15-11,49
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	25-50	100-250	50-100	100-250	25-50	100-250	100-250
	PESO		12	4	12	7	12	4	12	12
2	RQD (%)		100	0	75	0	26	0	95	29
	PESO		20	3	17	3	8	3	20	8
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		2,00	0,05	0,10	0,05	0,05	0,01	0,50	0,05
	PESO		20	5	8	5	5	5	10	5
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES									
	PESO		25	0	20	10	10	10	20	10
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA									
	PESO		15	4	7	4	4	4	10	4
		Σ	92	16	64	29	39	26	72	39
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-10	-10	-5	-12	-5	-5	-10	-10
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		82	6	59	17	34	21	62	29
D	CLASSE DO MACIÇO		I	V	III	V	IV	IV	II	IV

11,49-12,15	12,15-15,49	15,49-16,09	16,09-21,92	21,92-22,55	22,55-22,78	22,78-23,17	23,17-23,4	23,4-24	24-25,5	25,5-27,76
100-250	25-50	100-250	25-100	100-250	50-100	100-250	50-100	100-250	50-100	100-250
12	4	12	4	12	7	12	7	12	7	12
48	9	50	0	43	0	100	47	68	57	76
8	3	13	3	8	3	20	8	13	13	17
0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	2,00	0,10	0,10	0,05	0,50
8	5	8	5	8	5	20	8	8	5	10
20	0	20	10	20	20	20	10	20	10	20
7	4	7	4	7	4	15	7	7	4	10
55	16	60	26	55	39	87	40	60	39	69
-12	-5	-10	-10	-10	-5	-5	-5	-10	-10	-12
43	11	50	16	45	34	82	35	50	29	57
III	V	III	V	III	IV	I	IV	III	IV	III

27,76-28,12	28,12-29,17	29,17-35,78	35,78-36,01	36,01-44	44-47	47-48,58	48,58-50,92	50,92-54,95
25-50	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
4	12	12	12	12	12	12	12	12
0	70	100	47	100	80	86	96	100
3	13	20	8	20	17	17	20	20
0,05	0,10	2,00	0,05	2,00	0,10	0,50	1,00	2,00
5	8	20	5	20	8	10	15	20
10	20	25	10	25	20	25	25	25
4	7	15	4	15	7	10	10	15
26	60	92	39	92	64	74	82	92
-5	-12	-5	-5	-5	-12	-5	-5	-5
21	48	87	34	87	52	69	77	87
IV	III	I	IV	I	III	II	II	I

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR-347

A	Parâmetros		TRECHOS							
			4,31-5,1	5,1-7,9	7,9-8,35	8,35-12,72	12,72-12,84	12,84-15,5	15,5-17,7	17,7-19,2
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	100-250	25-50	100-250	25-50	100-250	50-100	100-250
	PESO		12	12	4	12	4	12	7	12
2	RQD (%)		100	91	0	100	0	100	36	100
	PESO		20	20	3	20	3	20	8	20
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		2,00	0,50	0,05	2,00	0,05	2,00	0,10	2,00
	PESO		20	10	5	20	5	20	8	20
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES									
	PESO		10	20	10	25	0	25	10	25
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA									
	PESO		15	10	4	15	4	15	7	15
		Σ	77	72	26	92	16	92	40	92
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-5	-12	-10	-10	-5	-10	-10	-10
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		72	60	16	82	11	82	30	82
D	CLASSE DO MACIÇO		II	II	V	I	V	I	IV	I

19,2-20,84	20,84-21	21-21,62	21,62-22,3	22,3-28,86	28,86-31,37	31,37-32,35	32,35-36,15	36,15-36,62	36,62-37,54	37,54-39
100-250	25-50	100-250	50-100	100-250	100-250	100-250	100-250	50-100	50-100	100-250
12	4	12	7	12	12	12	12	7	7	12
74	0	100	0	100	96	26	100	51	91	100
13	3	20	3	20	20	8	20	13	20	20
1,00	0,05	2,00	0,10	2,00	0,50	0,05	1,00	0,10	0,50	2,00
15	5	20	8	20	10	5	15	8	10	20
10	0	30	10	25	25	10	20	10	10	25
10	4	15	7	15	10	4	10	7	10	15
60	16	97	35	92	77	39	77	45	57	92
-10	-5	0	-5	-5	-10	-10	-12	-10	-10	-10
50	11	97	30	87	67	29	65	35	47	82
III	V	I	IV	I	II	IV	II	IV	III	I

39-39,38	39,38-40,45	40,45-41,74	41,74-42,42	42,42-42,55	42,55-45	45-45,94	45,94-49,81	49,81-51,79	51,79-59,01	59,01-60,04
50-100	100-250	25-50	100-250	50-100	100-250	50-100	100-250	100-250	100-250	100-250
7	12	4	12	7	12	7	12	12	12	12
44	98	8	100	0	95	0	100	87	100	96
8	20	3	20	3	20	3	20	17	20	20
0,10	1,00	0,05	1,00	0,05	0,50	0,05	2,00	0,50	2,00	0,50
8	15	5	15	5	10	5	20	10	20	10
10	25	0	25	0	20	10	25	25	25	25
7	10	4	10	4	10	4	15	10	15	10
40	82	16	82	19	72	29	92	74	92	77
-10	-5	-10	-10	-5	-12	-10	-10	-10	-10	-5
30	77	6	72	14	60	19	82	64	82	72
IV	II	V	II	V	II	V	I	II	I	II

60,04-72,7
100-250
12
100
20
2,00
20
25
15
92
-5
87
I

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SM-348

A	Parâmetros		TRECHOS							
			8,53-12,24	12,24-12,4	12,4-35,92	35,92-36,47	36,47-36,87	36,87-37,17	37,17-37,32	37,32-38
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	50-100	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
	PESO		12	7	12	12	12	12	12	12
2	RQD (%)		100	0	99	100	0	100	0	100
	PESO		20	3	20	20	3	20	3	20
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		2,00	0,05	1,00	2,00	0,05	2,00	0,05	2,00
	PESO		20	5	15	20	5	20	5	20
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES									
	PESO		25	10	25	25	25	25	25	25
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA									
	PESO		15	4	10	15	4	15	4	15
		Σ	92	29	82	92	49	92	49	92
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		87	24	77	87	44	87	44	87
D	CLASSE DO MACIÇO		I	IV	II	I	III	I	III	I

38-38,42	38,42-38,8	38,8-45,44	45,44-51,98	51,98-61,93
100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
12	12	12	12	12
100	46	100	100	100
20	8	20	20	20
2,00	0,05	2,00	1,00	2,00
20	5	20	15	20
25	20	25	25	25
15	4	15	10	15
92	49	92	82	92
0	-5	-5	-5	-5
92	44	87	77	87
I	III	I	II	I

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SM-349

A	Parâmetros		TRECHOS							
			1,8-3,09	3,09-10	10-11,33	11,33-16,02	16,02-17,10	17,10-18,49	18,49-29	29-32,7
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
	PESO		12	12	12	12	12	12	12	12
2	RQD (%)		78	95	100	97	47	84	100	100
	PESO		17	20	20	20	8	17	20	20
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		0,10	0,50	2,00	0,50	0,10	0,10	2,00	0,50
	PESO		8	10	20	10	8	8	20	10
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES									
	PESO		20	25	25	20	20	20	25	25
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA									
	PESO		7	10	15	10	7	7	15	10
		Σ	64	77	92	72	55	64	92	77
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-10	-10	0	-12	-10	-10	-5	-10
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		54	67	92	60	45	54	87	67
D	CLASSE DO MACIÇO		III	II	I	II	III	III	I	II

32,7-33,25	33,25-40,21
100-250	100-250
12	12
76	100
17	20
0,10	2,00
8	20
25	25
7	15
69	92
-5	-5
64	87
II	I

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SM-352

A	Parâmetros		TRECHOS	
			6,42-7,71	7,71-14,01
1	Resistência da rocha intácta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	50-100	100-250
	PESO		7	12
2	RQD (%)		85	100
	PESO		17	20
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		0,50	2,00
	PESO		10	20
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES			
	PESO		20	25
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA			
	PESO		10	15
		Σ	64	92
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-5	-5
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		59	87
D	CLASSE DO MACIÇO		III	I

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR 353

A	Parâmetros		TRECHOS							12,96-14,4	14,4-16,01
			1,66-4,5	4,5-7,06	7,06-7,56	7,56-8,43	8,43-11,22	11,22-12,96			
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	25-50	50-100	50-100	25-50	50-100	100-250	100-250	
	PESO		12	4	7	7	4	7	12	12	
2	RQD (%)		82	0	50	0	0	17	53	78	
	PESO		17	3	13	3	3	3	13	17	
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		0,10	0,05	0,10	0,05	0,05	0,05	0,10	0,50	
	PESO		8	5	8	5	5	5	8	10	
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES										
	PESO		20	10	10	20	0	10	10	20	
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA										
	PESO		10	4	7	7	4	4	7	10	
		Σ	67	26	45	42	16	29	50	69	
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-12	-10	-10	-10	-5	-12	-12	-12	
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		55	16	35	32	11	17	38	57	
D	CLASSE DO MACIÇO		III	V	IV	IV	V	V	IV	III	

16,01-17,13	17,13-18,47	18,47-18,87	18,87-21,09	21,09-23,34	23,34-25,5	25,5-28,72	28,72-32,19
100-250	100-250	25-50	100-250	100-250	100-250	100-250	100-250
12	12	4	12	12	12	12	12
0	82	0	77	96	100	92	100
3	17	3	17	20	20	20	20
0,05	0,50	0,05	0,50	0,50	2,00	0,50	1,00
5	10	5	10	10	20	10	15
0	20	10	20	20	25	20	20
4	10	4	10	10	12	10	10
24	69	26	69	72	89	72	77
-10	-12	-10	-10	-10	-5	-5	-5
14	57	16	59	62	84	67	72
V	III	V	III	II	I	II	II

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR 354

A	Parâmetros		TRECHOS							
			14,6-17,7	17,7-17,92	17,92-21,49	21,49-21,8	21,8-22,89	22,89-23,14	23,14-23,58	23,58-23,96
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	100-250	100-250	50-100	100-250	25-50	100-250	50-100
	PESO		12	12	12	7	12	4	12	7
2	RQD (%)		100	0	100	0	91	0	61	0
	PESO		20	3	20	3	20	3	13	3
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		2,00	0,05	2,00	0,05	0,50	0,05	0,10	0,05
	PESO		20	5	20	5	10	5	8	5
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES									
	PESO		25	20	25	20	20	10	10	10
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA									
	PESO		15	4	15	4	10	4	7	4
		Σ	92	44	92	39	72	26	50	29
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-5	-10	-5	-5	-10	-10	-5	-10
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		87	34	87	34	62	16	45	19
D	CLASSE DO MACIÇO		I	IV	I	IV	II	V	III	V

23,96-24,33	24,33-24,7	24,7-26,87	26,87-27,8	27,8-29,92	29,92-30,23	30,23-30,55	30,55-30,86	30,86-32,93	32,93-33,95	33,95-36,73
100-250	50-100	100-250	25-50	100-250	25-50	100-250	25-50	100-250	100-250	100-250
12	7	12	4	12	4	12	4	12	12	12
100	0	91	15	94	0	41	0	100	85	100
20	3	20	3	20	3	8	3	20	17	20
2,00	0,05	0,50	0,05	0,50	0,05	0,10	0,05	2,00	0,50	2,00
20	5	10	5	10	5	8	5	20	10	20
25	10	20	10	25	0	25	10	25	20	25
15	4	10	4	10	4	7	4	15	10	15
92	29	72	26	77	16	60	26	92	69	92
-5	-10	-10	-10	-5	-5	-5	-5	-5	-12	-5
87	19	62	16	72	11	55	21	87	57	87
I	V	II	V	II	V	III	IV	I	III	I

39,73-40,86
100-250
12
91
20
1,00
15
20
10
77
-5
72
II

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR 355

A	Parâmetros		TRECHOS						
			2,49-5,26	5,28-5,55	5,55-6,15	6,15-6,54	6,54-8,49	8,49-14,42	14,42-15,53
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	50-100	100-250	25-50	100-520	100-520	100-520
	PESO		12	7	12	4	12	12	12
2	RQD (%)		100	0	100	0	95	100	100
	PESO		20	3	20	3	20	20	20
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		2,00	0,05	0,50	0,05	0,50	2,00	2,00
	PESO		20	5	10	5	10	20	20
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES								
	PESO		10	10	25	0	20	25	20
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA								
	PESO		15	4	10	4	10	15	15
		Σ	77	29	77	16	72	92	87
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-10	-10	-5	-5	-12	-5	-10
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		67	19	72	11	60	87	77
D	CLASSE DO MACIÇO		II	V	II	V	II	I	II

15,53-17,03	17,03-18,21	18,21-20,63	20,63-23,13	23,13-24,66	24,66-28,82	28,82-30,84
100-520	100-520	100-520	100-520	100-520	100-520	100-520
12	12	12	12	12	12	12
87	96	100	96	100	90	100
17	20	20	20	20	20	20
0,50	0,50	2,00	5,00	2,00	0,50	2,00
10	10	20	20	20	10	20
20	20	20	20	20	20	20
10	10	15	10	15	10	15
69	72	87	82	87	72	87
-10						
-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
64	67	82	77	82	67	82
II	II	I	II	I	II	I

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR 356

A	Parâmetros		TRECHOS							
			2-3,78	3,78-4,2	4,2-5,88	5,88-6,58	6,58-7,18	7,18-7,27	7,27-10,06	10,06-10,9
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	100-250	25-50	100-250	25-50	100-250	25-50	100-250	50-100
	PESO		12	4	12	4	12	4	12	7
2	RQD (%)		92	0	100	0	100	0	100	0
	PESO		20	3	20	3	20	3	20	3
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		0,50	0,05	2,00	0,05	2,00	0,05	2,00	0,05
	PESO		10	5	20	5	20	5	20	5
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES									
	PESO		25	0	25	10	25	0	25	10
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA									
	PESO		10	4	15	4	15	4	15	4
		Σ	77	16	92	26	92	16	92	29
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-10	-5	-5	-10	-5	-5	-5	-12
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		67	11	87	16	87	11	87	17
D	CLASSE DO MACIÇO		II	V	I	V	I	V	I	V

10,9-12,25	12,25-12,95	12,95-15,84	15,84-22,94	22,94-24,2	24,2-30,65	30,65-33,4	33,4-35,28	35,28-35,9	35,9-39,03
100-250	50-100	100-250	25-50	100-250	100-250	100-250	100-250	25-50	100-250
12	7	12	4	12	12	12	12	4	12
100	0	100	0	75	93	93	87	0	94
20	3	20	3	17	20	20	17	3	20
2,00	0,05	2,00	0,05	0,50	0,50	0,50	0,50	0,05	0,50
20	5	20	5	10	10	10	10	5	10
25	10	25	10	10	20	25	20	10	20
15	4	15	4	10	10	10	10	4	10
92	29	92	26	59	72	77	69	26	72
-5	-10	-5	-5	-5	-10	-12	-5	-5	-10
87	19	87	21	54	62	65	64	21	62
I	V	I	IV	III	II	II	II	IV	II

LOCAL:
SONDAGEM Nº:

SR 364

A	Parâmetros		TRECHOS							
			0-3,2	3,2-3,75	3,75-7,82	7,82-8,38	8,38-9,64	9,64-11,18	11,18-16,03	16,03-16,91
1	Resistência da rocha íntacta	RCS - (Resistência à Compressão Simples) - MPa	50-100	25-50	100-250	25-50	100-250	25-50	100-250	25-50
	PESO		7	4	12	4	12	4	12	4
2	RQD (%)		61	0	95	0	100	0	96	0
	PESO		13	3	20	3	20	3	20	3
3	ESPAÇAMENTO DAS DESCONTINUIDADES (mm)		0,50	0,05	0,50	0,05	2,00	0,02	0,50	0,05
	PESO		10	5	10	5	20	5	10	5
4	CONDIÇÃO DAS DESCONTINUIDADES									
	PESO		10	0	20	10	25	10	20	10
5	ÁGUA SUBTERRÂNEA									
	PESO		10	4	10	4	15	4	10	4
		Σ	50	16	72	26	92	26	72	26
B	AJUSTE DEVIDO A ORIENTAÇÃO DAS DESCONTINUIDADES		-10	-5	-5	-10	-5	-12	-5	-10
C	SOMATÓRIA DOS PESOS		40	11	67	16	87	14	67	16
D	CLASSE DO MACIÇO		IV	V	II	V	I	V	II	V

16,91-18,85	18,85-20,15	20,15-21,06	21,06-21,42	21,42-22,45	22,45-25,49	25,49-30,79	30,79-32,09	32,09-32,75	32,75-33,23	33,23-33,81
50-100	25-50	25-20	25-20	25-20	25-20	100-250	100-250	25-50	100-250	25-50
7	4	4	4	4	4	12	12	4	12	4
57	0	56	0	39	0	96	77	0	29	0
13	3	13	3	8	3	20	17	3	8	3
0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05	0,50	0,50	0,05	0,05	0,05
8	5	8	5	8	5	10	10	5	5	5
10	0	10	0	10	0	25	20	10	20	10
7	4	7	4	7	4	10	10	4	4	4
45	16	42	16	37	16	77	69	26	49	26
-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-10	-10	-10	-5
40	11	37	11	32	11	72	59	16	39	21
IV	V	IV	V	IV	V	II	III	V	IV	IV

33,81-35,7	35,7-36,7	36,7-38,15	38,15-38,48	38,48-39,31	39,31-40,45	40,45-49,44	49,44-50,93	50,93-60,15
100-250	25-50	50-100	25-50	50-100	100-250	100-250	100-250	100-250
12	4	7	4	7	12	12	12	12
93	0	90	0	31	86	100	97	100
20	3	20	3	8	17	20	20	20
0,50	0,05	0,50	0,05	0,05	0,50	2,00	0,50	2,00
10	5	10	5	5	10	20	10	20
20	10	10	10	10	25	25	25	25
10	4	10	4	4	10	15	10	15
72	26	57	26	34	74	92	77	92
-10	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
62	21	52	21	29	69	87	72	87
II	IV	III	IV	IV	II	I	II	I

Apêndice 5 – Memória de Cálculo - Classificação Q

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-01

Parâmetros		Trechos					
		0,85-4,03	4,03-4,41	4,41-17,8	17,8-21,55	21,55-26,2	26,2-30
1	RQD (%)	80	10	80	33	88	65
2	Nº de Juntas (<i>Jn</i>)	6	2	6	6	2	4
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	1	1,5	3	1	3	1,5
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	2	2	1	6	2	2
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	0,66	0,66	1	0,5	1	0,66
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	7,5	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
	Q =	0,5867	0,6600	10,6667	0,1222	17,6000	2,1450

Classe de Maciço	E	E	B	E	B	D
------------------	---	---	---	---	---	---

Obs: redução de SRF em 25% até a prof. de 30 m

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-05

Parâmetros		Trechos		
		18,5-26,2	26,2-27,5	27,5-30
1	RQD (%)	81	20	86
2	Nº de Juntas (<i>Jn</i>)	4	3	3
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	1,5	1,5	3
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	1	4	1
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	1	0,66	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	3,75	3,75
	Q =	8,1000	0,4400	22,9333

Classe de Maciço	C	E	B
------------------	---	---	---

Obs: redução de SRF em 25% até a prof. de 30 m

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-07

Parâmetros		Trechos		
		6,8-10,9	10,9-19,6	19,6-45
1	RQD (%)	34	71	60
2	Nº de Juntas (<i>Jn</i>)	24	12	12
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	1	1,5	3
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	6	4	2
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	0,66	0,66	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	3,75	3,75
	Q =	0,0416	0,3905	2,0000

Classe de Maciço	F	E	D
------------------	---	---	---

Obs: Desemboque = 2*Jn
redução de SRF em 25% até a prof.
de 19,6 m

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-11

Parâmetros		Trechos	
		2-18,5	18,5-30
1	RQD (%)	83	90
2	Nº de Juntas (<i>Jn</i>)	6	4
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	1,5	3
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	2	1
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	1	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	5
	Q =	2,7667	13,5000

Classe de Maciço	D	B
------------------	---	---

Obs: redução de SRF em 25% até a prof. de 18,5 m

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-101

Parâmetros															
		0-0,2	0,2-1,6	1,6-2,6	2,6-3,26	3,26-4	4-5,2	5,2-5,86	5,86-6,6	6,6-9,35	9,35-10	10-10,73	10,73-14,1	14,1-14,9	
1	RQD (%)	59	99	77	30	100	100	60	87	72	68	54	100	60	
2	N° de Juntas (<i>Jn</i>)	1	0,5	3	4	0,5	1	15	1	6	4	2	2	4	
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	1	4	1	1	4	1	1	4	1,5	1	1	1	1,5	
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	8	0,75	2	5	0,75	1	8	0,75	2	2	1	1	2	
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	0,5	1	0,5	0,5	1	1	0,5	0,5	0,66	0,66	0,66	0,66	1	
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	5	5	5	5	5	5	5	5	10	5	5	5	10	
	Q =	0,7375	211,2000	1,2833	0,1500	213,3333	20,0000	0,0500	46,4000	0,5940	1,1220	3,5640	6,6000	1,1250	
Classe de Maciço		E	A	D	E	A	B	F	A	E	D	D	C	D	

Obs: redução de SRF em 25% após a prof. de 30,22 m

14,9-19,9	19,9-22	22-23	23-24	24-25,1	25,1-26	26-27,1	27,1-28,3	28,3-29	29-30,22	30,22-31,22	31,22-33,3	33,3-34,3	34,3-35,9	35,9-36,1	36,1-37,5
100	86	63	22	45	42	80	69	59	56	16	59	20	90	100	75
4	4	4	3	9	1	3	4	1	3	15	4	12	3	0,5	3
0,5	1,5	1	1	1	2	1	1,5	3	1,5	1	1,5	1	1,5	4	1,5
0,75	1	1	2	8	1	1	3	1	1	8	2	8	1	0,75	1
1	1	1	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	1	1	1
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7,5	3,75	7,5	3,75	3,75	3,75
3,3333	6,4500	3,1500	0,4840	0,0825	11,0880	3,5200	1,1385	23,3640	3,6960	0,0117	1,9470	0,0183	12,0000	284,4444	10,0000
D	C	D	E	F	B	D	D	B	D	F	D	F	B	A	B

Trechos															
37,5-37,9	37,9-39	39-39,5	39,5-40,5	40,5-40,95	40,95-41,6	41,6-44	44-45,4	45,4-46,5	46,5-47	47-48	48-49,9	49,9-50,6	50,6-51,9	51,9-53	53-54,2
92	68	100	28	97	31	16	70	63	100	74	84	100	100	81	55
2	3	0,75	12	2	3	4	3	3	0,5	1	4	0,5	2	3	6
1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1	1,5	4	1	1	4	1	1	1
1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	0,75	1	0,75	1	6	8
1	1	1	1	1	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	1	1	1	1	1	1
3,75	3,75	3,75	7,5	3,75	7,5	7,5	3,75	7,5	3,75	3,75	7,5	3,75	3,75	3,75	3,75
18,4000	6,0444	53,3333	0,4667	19,4000	1,3640	0,1760	2,0533	2,7720	140,8000	26,3111	2,8000	284,4444	13,3333	1,2000	0,3056
B	C	A	E	B	D	E	D	D	A	B	D	A	B	D	E

54,2-55,2	55,2-56	56-57	57-58,2	58,2-60,1	60,1-60,9	60,9-61,6	61,6-62	62-63	63-64,1	64,1-65,1	65,1-66,5	66,5-67	67-67,4	67,4-68,6	68,6-70,00
74	100	100	100	74	100	88	100	75	64	67	31	81	25	65	90
2	0,5	0,5	1	3	0,5	2	0,5	4	4	2	9	2	6	3	2
1,5	4	4	1,5	1	4	1	4	1,5	1	1	1	1	1	1	1
1	0,75	0,75	1	1	0,75	1	0,75	1	2	1	5	1	8	6	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	1,875	1,875	1,875	1,875	7,5	1,875	7,5	1,875	1,875	1,875	1,875
14,8000	284,4444	284,4444	40,0000	6,5778	568,8889	23,4667	568,8889	15,0000	1,0667	17,8667	0,0919	21,6000	0,2778	1,9259	24,0000
B	A	A	A	C	A	B	A	B	D	B	F	B	E	D	B

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-103

Parâmetros		Trechos												
		0,56-1,32	1,32-5,21	5,21-6,21	6,21-7,87	7,87-9,25	9,25-11	11-12,04	12,04-12,6	12,6-17,86	17,86-18,78	18,78-20,63	20,63-28,5	28,5-29,45
1	RQD (%)	100	92	40	95	8	48	100	60	86	54	83	100	74
2	Nº de Juntas (Jn)	2	0,75	20	2	15	15	12	3	3	3	2	0,5	2
3	Rugosidade das Juntas (Jr)	1	4	1	1,5	1	1	1	1	1,5	1	1,5	4	1
4	Alteração das Juntas (Ja)	8	0,75	18	2	12	12	12	8	2	4	2	0,75	1
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (Jw)	0,66	0,66	0,5	0,5	0,5	0,5	0,66	0,66	1	0,5	0,5	1	0,5
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	7,875	7,5	3,75	7,5	7,5	3,75	3,75	3,75	5	5	5	5
	Q =	1,1000	54,8301	0,0074	4,7500	0,0030	0,0178	0,1222	0,4400	5,7333	0,4500	3,1125	213,3333	3,7000
Classe de Maciço		D	A	G	C	G	F	E	E	C	E	D	A	D

Obs: redução de SRF em 25% até a prof. de 17,86 m

29,45-29,7	29,7-30
10	100
2	0,5
1	4
1	0,75
0,5	1
5	5
0,5000	213,3333
E	A

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-105

Parâmetros		Trechos												
		6,2-11,96	11,96-13,16	13,16-15,32	15,32-16,51	16,51-18,27	18,27-19	19-22,30	22,30-22,75	22,75-25,77	25,77-26,77	26,77-27,77	27,77-29	29-30,05
1	RQD (%)	100	63	100	92	100	10	100	10	97	100	100	74	100
2	Nº de Juntas (Jn)	1	3	0,5	2	0,5	15	2	20	2	0,5	2	3	0,5
3	Rugosidade das Juntas (Jr)	1,5	1,5	4	1,5	4	1	1,5	1	1,5	4	1,5	1,5	4
4	Alteração das Juntas (Ja)	1	1	0,75	1	0,75	8	1	12	2	0,75	1	1	0,75
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (Jw)	1	1	1	1	0,66	0,66	1	1	1	1	1	1	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	7,5	3,75	7,5	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
	Q =	40,0000	8,4000	284,4444	18,4000	187,7333	0,0073	20,0000	0,0056	9,7000	284,4444	20,0000	9,8667	284,4444
Classe de Maciço		A	C	A	B	A	G	B	G	C	A	B	C	A

Obs: redução de SRF em 25% até a prof. de 30,05 m

Classificação Q

Sondagem Nº: SR - 313

Parâmetros														
		1,2-2,3	2,3-4,0	4,0-6,15	6,15-6,75	6,75-7,15	7,15-7,98	7,98-10,36	10,36-10,93	10,93-12,84	12,84-13,23	13,23-14,14	14,14-14,36	14,36-18,74
1	RQD (%)	10	73	95	10	100	10	100	50	100	40	100	10	100
2	Nº de Juntas (<i>Jn</i>)	24	12	1	6	1	6	1	4	1	4	1	40	1
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	1,5	3	4	1,5	4	1,5	4	1,5	4	1,5	4	1	4
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	8	1	0,75	3	0,75	8	0,75	1	0,75	6	0,75	5	0,75
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	0,5	1	1	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,33	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	3,75	3,75	5,625	3,75	3,75	0,75	3,75	3,75	7,5	3,75	3,75	0,75
Q =		0,0104	4,8667	135,1111	0,0978	93,8667	0,0550	469,3333	3,3000	93,8667	0,2200	93,8667	0,0044	711,1111
Classe de Maciço		F	C	A	F	A	F	A	D	A	E	A	G	A

Obs: Emboque = 2*Jn
redução de SRF em 25% até a prof.
de 36,49m

Trechos														
18,74-18,99	18,99-23,43	23,43-23,65	23,65-26,53	26,53-27,15	27,15-27,42	27,42-28,92	28,92-29,2	29,2-29,64	29,64-30,5	30,5-30,6	30,6-35,85	35,85-36,49	36,49-63,33	63,33-65,07
10	100	10	100	10	100	74	53	26	100	10	100	59	100	59
40	4	40	1	12	1,4	6	4	12	2	30	6	12	6	12
3	1,5	1	4	3	4	3	1,5	1,5	1,5	3	1,5	1,5	1,5	3
9	1	8	0,75	2	0,75	1	1	4	1	5	1	2	1	1
0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1,875	5,625	3,75	0,75	5,625	1,875	3,75	3,75	5,625	3,75	3,75	1,875	7,5	2,5	2,5
0,0222	6,6667	0,0083	711,1111	0,2222	203,1746	9,8667	5,3000	0,1444	20,0000	0,0533	13,3333	0,4917	10,0000	5,9000
F	C	G	A	E	A	C	C	E	B	F	B	E	B	C

Classificação Q

Sondagem Nº: SM - 315

Parâmetros		Trec												
		9,53-11,1	11,1-11,45	11,45-12,56	12,56-13,6	13,6-15,87	15,87-16,49	16,49-17,08	17,08-17,91	17,91-18,1	18,1-19	19-19,81	19,81-20,46	20,46-20,93
1	RQD (%)	100	10	100	23	10	40	10	70	86	100	25	100	22
2	Nº de Juntas (Jn)	1,5	4	2	12	30	12	40	6	6	1	24	1	24
3	Rugosidade das Juntas (Jr)	4	3	3	1	1	3	1	3	1,5	4	1,5	4	3
4	Alteração das Juntas (Ja)	0,75	6	1	8	12	1	13	1	4	0,75	2	0,75	2
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (Jw)	1	0,5	0,66	0,5	0,5	0,66	0,66	0,66	0,66	1	0,66	1	0,66
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	1,875	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	7,5	3,75	3,75	1,875	7,5	1,875	5,625
	Q =	189,6296	0,1667	26,4000	0,0319	0,0037	1,7600	0,0017	6,1600	0,9460	284,4444	0,0688	284,4444	0,1613
Classe de Maciço		A	E	B	F	G	D	G	C	E	A	F	A	E

Obs: Emboque = 2*Jn
redução de SRF em 25% até a prof.
de 31,27m

:hos												
20,93-21,5	21,5-22,8	22,8-25,28	25,28-26	26-27,89	27,89-28,26	28,26-31,27	31,27-35,7	35,7-37,86	37,86-38,81	38,81-38,86	38,86-40,5	40,5-55,04
100	19	100	10	100	10	93	100	56	100	10	83	100
1	30	4	6	2	6	6	4	6	4	40	6	2
4	3	3	1,5	3	1,5	3	4	3	4	1	1,5	4
0,75	2	0,75	3	1	1	1	1	1	1	6	1	0,75
1	0,66	1	0,66	1	1	1	1	1	1	0,66	1	1
3,75	7,5	3,75	7,5	3,75	3,75	3,75	5	5	5	5	7,5	5
142,2222	0,0836	26,6667	0,0733	40,0000	0,6667	12,4000	20,0000	5,6000	20,0000	0,0055	2,7667	53,3333
A	F	B	F	A	E	B	B	C	B	G	D	A

Classificação Q

Sondagem Nº: SR - 317

Parâmetros															
		15,25-16,6	16,6-17,15	17,15-17,86	17,86-18,73	18,73-19,85	19,85-21,53	21,53-21,73	21,73-25,24	25,24-33,03	33,03-43,16	43,16-43,96	43,96-44,67	44,67-44,97	
1	RQD (%)	66	10	65	10	45	89	10	100	10	98	10	82	10	
2	N° de Juntas (<i>Jn</i>)	6	20	6	20	4	4	20	3	20	3	20	2	15	
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	3	1	1,5	1	3	3	1	1	1	1	1	3	3	
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	4	8	8	20	4	2	12	1	20	1	13	1	4	
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	0,66	0,5	0,66	0,5	0,66	0,66	0,5	0,66	0,5	1	0,66	1	1	
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	7,5	7,5	7,5	7,5	3,75	3,75	10	7,5	5	5	10	5	10	
Q =		0,7260	0,0042	0,1788	0,0017	1,4850	5,8740	0,0021	2,9333	0,0025	6,5333	0,0025	24,6000	0,0500	
Classe de Maciço		E	G	E	G	D	C	G	D	G	C	G	B	F	

Obs: redução de SRF em 25% até a prof. de 21,53m
redução de SRF em 25% após a prof. de 75,66

Trechos															
44,97-45,54	45,54-54,51	54,51-55,95	55,95-56,65	56,65-57,10	57,10-57,8	57,8-59,8	59,8-60,75	60,75-61,48	61-48-62,59	62,59-62,82	62,82-65,38	65,38-66,9	66,9-67,4	67,4-67,79	67,79-70,14
62	97	57	24	56	43	100	10	38	18	10	96	90	10	27	91
2	3	3	15	3	4	1	20	12	2	15	1	2	20	4	6
1,5	1,5	3	1	1,5	3	4	1	2	1	1	4	1,5	1	3	3
1	1	1	13	2	1	0,75	16	2	10	2	1	1	12	1	1
1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,66	1	1
5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	10	7,5	7,5	10	2,5	2,5	10	2,5	7,5
9,3000	19,4000	22,8000	0,0246	5,6000	12,9000	213,3333	0,0031	0,4222	0,1200	0,0333	153,6000	27,0000	0,0028	8,1000	6,0667
C	B	B	F	C	B	A	G	E	E	F	A	B	G	C	C

70,14-70,74	70,74-73,73	73,73-73,86	73,86-75,66	75,66-75,92	75,92-76,14	76,14-76,61	76,61-80,24	80,24-80,98	80,89-83,53	83,53-84,19	84,19-85	85-85,61	85,61-88,13	88,13-88,57	88,57-92,4
10	98	10	86	10	10	43	95	41	90	66	100	51	96	10	96
12	3	15	3	15	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	3
3	3	1	3	1	4	3	4	1	3	3	4	3	4	1	4
1	1	1	1	8	0,75	3	1	6	1	2	0,75	2	0,75	1	1
0,66	1	1	1	0,66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2,5	2,5	7,5	2,5	7,5	1,875	5,625	1,875	5,625	2	5,625	2	5,625	1,875	1,875	1,875
0,6600	39,2000	0,0889	34,4000	0,0073	14,2222	3,8222	67,5556	0,4049	48,0000	5,8667	142,2222	6,8000	136,5333	2,6667	68,2667
E	B	F	B	G	B	D	A	E	A	C	A	C	A	D	A

92,4-94	94-105,75
88	99
4	3
3	3
1	1
1	1
5,625	1,875
11,7333	52,8000
B	A

Classificação Q

Sondagem Nº: SM - 319

Parâmetros		Trechos										
		1,7-6	6,00-9,00	9,00-12,00	12,00-13,82	13,82-15,12	15,12-17,27	17,27-18,23	18,23-18,63	18,63-24,36	24,36-42,04	42,04-45,04
1	RQD (%)	94	100	74	100	34	99	45	10	100	97	77
2	Nº de Juntas (Jn)	3	0,5	4	1	3	3	4	20	1	3	3
3	Rugosidade das Juntas (Jr)	1,5	4	3	4	3	1,5	3	1	0,5	4	3
4	Alteração das Juntas (Ja)	1	0,75	1	0,75	1	1	2	2	1	1	1
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (Jw)	0,66	1	0,66	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	5,625	1,875	3,75	1,875	3,75	3,75	3,75	3,75	5	2,5	5
	Q =	5,5147	568,8889	9,7680	284,4444	9,0667	13,2000	4,5000	0,0667	10,0000	51,7333	15,4000
Classe de Maciço		C	A	C	A	C	B	C	F	B	A	B

Obs: redução de SRF em 25% até a prof. de 18,63m

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-321

Parâmetros		Trechos										
		0-1,18	1,18-1,84	1,84-3,46	3,46-5,62	5,62-10,59	10,59-15,07	15,07-21,18	21,18-25,3	25,3-26,76	26,76-28,37	28,37-30,3
1	RQD (%)	100	10	98	95	81	88	86	100	100	97	100
2	Nº de Juntas (<i>Jn</i>)	1	20	3	4	12	6	3	2	0,5	2	1
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	3	1	1,5	3	3	3	3	3	4	3	3
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	1	8	1	1	2	1	1	1	0,75	1	1
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,66	0,33	1	1	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	5	5	2,5	7,5	7,5	7,5	5	5	5	5	5
Q =		60,0000	0,0063	9,8000	4,7500	0,6750	2,9333	11,3520	9,9000	213,3333	29,1000	60,0000
Classe de Maciço		A	G	C	C	E	D	B	C	A	B	A

Obs: redução de SRF em 25% após a prof. de 26,76m

Classificação Q

Sondagem Nº: SM - 323

Parâmetros		Trechos								
		2,46-5,83	5,83-6,1	6,1-12,23	12,23-16,46	16,46-22,05	22,05-24	24-27	27-46,22	46,22-55,11
1	RQD (%)	99	85	100	98	100	92	97	100	97
2	Nº de Juntas (<i>Jn</i>)	4	4	1,5	4	4	4	4	1,5	4
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	3	3	4	1	2	3	3	4	1,5
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	1	0,75	3	1	1	1	1	0,75	1
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	1	1	1	1	1	0,66	1	1	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	5	2,5
Q =		19,8000	22,6667	23,7037	6,5333	13,3333	12,1440	19,4000	71,1111	14,5500
Classe de Maciço		B	B	B	C	B	B	B	A	B

Obs: Emboque = 2*Jn
redução de SRF em 25% até a prof.
de 27 m

Classificação Q

Sondagem N°:

Parâmetros														
		3,57-5,97	5,97-6,9	6,9-7,41	7,41-9,2	9,2-9,58	9,58-9,85	9,85-11,15	11,15-11,49	11,49-12,15	12,15-15,49	15,49-16,09	16,09-21,92	21,92-22,55
1	RQD (%)	100	10	75	10	26	10	95	29	48	9	50	10	43
2	N° de Juntas (<i>Jn</i>)	2	15	2	15	3	3	2	4	3	6	4	15	4
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	1,5	1	3	1,5	3	1,5	3	1,5	1,5	1,5	1,5	3	1,5
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	1	8	1	6	1	1	6	2	4	2	2	4	6
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	3,75	3,75	7,5	3,75	3,75	3,75	5,625	3,75	5,625	2,25	7,5	5,625
	Q =	20,0000	0,0222	30,0000	0,0222	6,9333	1,3333	6,3333	0,9667	1,6000	0,2000	4,1667	0,0667	0,4778
Classe de Maciço		B	F	B	F	C	D	C	E	D	E	C	F	E

Obs: redução de SRF em 25% até a prof. de 35,78 m

Trechos														
22,55-22,78	22,78-23,17	23,17-23,4	23,4-24	24-25,5	25,5-27,76	27,76-28,12	28,12-29,17	29,17-35,78	35,78-36,01	36,01-44	44-47	47-48,58	48,58-50,92	50,92-54,95
10	100	47	68	57	76	10	70	100	47	100	80	86	96	100
20	2	2	3	9	4	20	4	2	15	1	9	3	1	1
1	1,5	1	1,5	3	1,5	1	1,5	1,5	1	1	3	3	4	3
10	1	2	1	2	1	8	2	1	9	0,75	3	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5,625	3,75	3,75	3,75	5,625	5,625	7,5	3,75	3,75	7,5	2,5	7,5	5	2,5	2,5
0,0089	20,0000	3,1333	9,0667	1,6889	5,0667	0,0083	3,5000	20,0000	0,0464	53,3333	1,1852	17,2000	153,6000	120,0000
G	B	D	C	D	C	G	D	B	F	A	D	B	A	A

Classificação Q

Sondagem Nº: SR - 347

Parâmetros														
		4,31-5,1	5,1-7,9	7,9-8,35	8,35-12,72	12,72-12,84	12,84-15,5	15,5-17,7	17,7-19,2	19,2-20,84	20,84-21	21-21,62	21,62-22,3	22,3-28,86
1	RQD (%)	100	91	10	100	10	100	36	100	74	10	100	10	100
2	N° de Juntas (<i>Jn</i>)	0,5	4	4	3	15	1	12	1	3	20	0,5	6	1
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	4	1	1	1,5	1,5	3	1,5	3	3	1	4	1,5	1
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	0,75	1	4	1	8	1	2	1	3	20	0,75	3	1
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	1	0,66	0,66	1	0,5	1	1	1	0,5	0,33	0,66	0,66	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	1,875	3,75	5,625	3,75	3,75	3,75	5,625	3,75	5,625	7,5	3,75	3,75	3,75
Q =		568,8889	4,0040	0,0733	13,3333	0,0167	80,0000	0,4000	80,0000	2,1926	0,0011	187,7333	0,1467	26,6667
Classe de Maciço		A	C	F	B	F	A	E	A	D	G	A	E	B

Obs: redução de SRF em 25% até a prof. de 49,81 m

Trechos															
28,86-31,37	31,37-32,35	32,35-36,15	36,15-36,62	36,62-37,54	37,54-39	39-39,38	39,38-40,45	40,45-41,74	41,74-42,42	42,42-42,55	42,55-45	45-45,94	45,94-49,81	49,81-51,79	51,79-59,01
96	26	100	51	91	100	44	98	8	100	10	95	10	100	87	100
3	3	2	2	2	0,5	2	0,5	15	1	20	6	15	1	3	3
3	1,5	3	1	1	1,5	3	4	1	3	1	3	1	3	1,5	3
1	3	2	3	3	0,75	3	0,75	12	0,75	8	2	6	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0,66	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1
3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	7,5	3,75	3,75	3,75	7,5	3,75	5	5
25,6000	1,1556	20,0000	2,2667	4,0444	106,6667	3,8720	278,7556	0,0030	106,6667	0,0167	6,3333	0,0148	80,0000	8,7000	20,0000
B	D	B	D	C	A	D	A	G	A	F	C	F	A	C	B

59,01-60,04	60,04-72,7

96	100
3	6
3	3
1	1
1	1
2,5	2,5
38,4000	20,0000

B	B
---	---

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-348

Parâmetros		Trechos												
		8,53-12,24	12,24-12,4	12,4-35,92	35,92-36,47	36,47-36,87	36,87-37,17	37,17-37,32	37,32-38	38-38,42	38,42-38,8	38,8-45,44	45,44-51,98	51,98-61,93
1	RQD (%)	100	10	99	100	10	100	10	100	100	46	100	100	100
2	Nº de Juntas (Jn)	0,5	3	3	0,5	2	0,5	2	2	0,5	9	3	3	3
3	Rugosidade das Juntas (Jr)	3	1,5	3	4	1,5	4	3	4	4	1	4	4	4
4	Alteração das Juntas (Ja)	0,75	2	0,75	0,75	1	0,75	1	1	0,75	4	0,75	0,75	0,75
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (Jw)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	3,75	3,75	5	10	5	5	5	5	10	5	2,5	2,5
	Q =	213,3333	0,6667	35,2000	213,3333	0,7500	213,3333	3,0000	40,0000	213,3333	0,1278	35,5556	71,1111	71,1111
Classe de Maciço		A	E	B	A	E	A	D	A	A	E	B	A	A

Obs: redução de SRF em 25% até a prof. de 35,92 m

Classificação Q

Sondagem Nº: SM-349

Parâmetros		Trechos									
		1,8-3,09	3,09-10	10-11,33	11,33-16,02	16,02-17,10	17,10-18,49	18,49-29	29-32,7	32,7-33,25	33,25-40,21
1	RQD (%)	78	95	100	97	47	84	100	100	76	100
2	Nº de Juntas (<i>Jn</i>)	6	8	1	8	4	6	2	4	8	4
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	1,5	3	4	1,5	1,5	1,5	1,5	3	3	3
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	2	1	0,75	1	2	2	0,75	1	4	1
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	7,5	3,75	1	3,75	7,5	3,75	3,75	5	5	5
	Q =	1,3000	9,5000	533,3333	4,8500	1,1750	2,8000	26,6667	15,0000	1,4250	15,0000
Classe de Maciço		D	C	A	C	D	D	B	B	D	B

Obs: Emboque = 2*Jn
redução de SRF em 25% até a prof.
de 29 m

Classificação Q

Sondagem Nº: SM-352

Parâmetros		Trechos	
		6,42-7,71	7,71-14,01
1	RQD (%)	85	100
2	Nº de Juntas (<i>Jn</i>)	6	2
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	1,5	1,5
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	2	0,75
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	1	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	3,75
	Q =	2,8333	26,6667

Classe de Maciço	D	B
------------------	---	---

Obs: Emboque = 2*Jn
redução de SRF em 25% até a prof.
de 14,01 m

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-353

Parâmetros		Trechos												
		1,66-4,5	4,5-7,06	7,06-7,56	7,56-8,43	8,43-11,22	11,22-12,96	12,96-14,4	14,4-16,01	16,01-17,13	17,13-18,47	18,47-18,87	18,87-21,09	21,09-23,34
1	RQD (%)	82	10	50	10	10	17	53	78	10	82	10	77	96
2	Nº de Juntas (<i>Jn</i>)	12	40	6	30	30	24	24	18	30	8	18	8	4
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	3	1	1,5	1	1	1	1	1,5	1	1,5	1	1,5	1,5
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	2	8	2	12	6	3	8	3	4	2	2	2	1
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	0,66	0,33	0,66	0,33	0,5	0,66	0,5	0,66	0,5	0,66	0,66	1	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	7,5	3,75	7,5	7,5	3,75	3,75	3,75	7,5	3,75	3,75	3,75	3,75
	Q =	1,8040	0,0014	1,1000	0,0012	0,0037	0,0416	0,0368	0,3813	0,0056	1,3530	0,0489	1,9250	9,6000
Classe de Maciço		D	G	D	G	G	F	F	E	G	D	F	D	C

Obs: Emboque = 2*Jn
redução de SRF em 25% até a prof.
de 25,5 m

23,34-25,5	25,5-28,72	28,72-32,19
100	92	100
4	8	4
3	1,5	3
1	1	1
1	1	1
3,75	5	5
20,0000	3,4500	15,0000
B	D	B

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-354

Parâmetros		Trechos												
		14,6-17,7	17,7-17,92	17,92-21,49	21,49-21,8	21,8-22,89	22,89-23,14	23,14-23,58	23,58-23,96	23,96-24,33	24,33-24,7	24,7-26,87	26,87-27,8	27,8-29,92
1	RQD (%)	100	10	100	10	91	10	61	10	100	10	91	15	94
2	N° de Juntas (<i>Jn</i>)	4	40	6	40	6	40	12	40	4	40	4	30	4
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	1	8	1	8	2	12	2	8	1	8	2	6	1
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	1	0,5	1	0,33	1	0,5	0,66	0,5	1	0,5	1	0,5	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	7,5	3,75
	Q =	6,6667	0,0042	4,4444	0,0028	2,0222	0,0028	1,3420	0,0125	20,0000	0,0125	9,1000	0,0167	18,8000
Classe de Maciço		C	G	C	G	D	G	D	F	B	F	C	F	B

Obs: Emboque = 2*Jn
redução de SRF em 25% até a prof.
de 39,73 m

29,92-30,23	30,23-30,55	30,55-30,86	30,86-32,93	32,93-33,95	33,95-39,73	39,73-40,86
10	41	10	100	85	100	91
30	4	24	4	4	1	4
3	3	3	1	1	3	3
2	2	2	1	6	1	1
0,5	0,66	0,66	1	0,66	1	1
3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	5
0,0667	2,7060	0,1100	6,6667	0,6233	80,0000	13,6500
F	D	E	C	E	A	B

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-355

Parâmetros		Trechos												
		2,49-5,26	5,28-5,55	5,55-6,15	6,15-6,54	6,54-8,49	8,49-14,42	14,42-15,53	15,53-17,03	17,03-18,21	18,21-20,63	20,63-23,13	23,13-24,66	24,66-28,82
1	RQD (%)	100	10	100	10	95	100	100	87	96	100	96	100	90
2	Nº de Juntas (<i>Jn</i>)	6	40	4	40	4	2	2	1	4	1,5	4	4	6
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	3	1	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	8	12	1	15	1	1	2	1	4	1	3	1	2
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	0,66	0,33	1	0,33	1	1	0,66	1	1	1	0,66	1	1
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
	Q =	1,1000	0,0018	20,0000	0,0015	19,0000	40,0000	13,2000	69,6000	4,8000	53,3333	4,2240	20,0000	6,0000
Classe de Maciço		D	G	B	G	B	A	B	A	C	A	C	B	C

Obs: Emboque = 2*Jn
redução de SRF em 25% até a prof.
de 30,84 m

28,82-30,84
100
4
3
1
1
3,75
20,0000
B

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-356

Parâmetros		Trechos													
		2-3,78	3,78-4,2	4,2-5,88	5,88-6,58	6,58-7,18	7,18-7,27	7,27-10,06	10,06-10,9	10,9-12,25	12,25-12,95	12,95-15,84	15,84-22,94	22,94-24,2	
1	RQD (%)	92	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	75	
2	N° de Juntas (<i>Jn</i>)	4	40	1	30	1	40	1	30	2	30	2	30	6	
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	3	1	4	3	4	4	4	3	3	1	3	1	3	
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	1	12	0,75	12	0,75	12	1	8	1	12	2	8	4	
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	1	0,33	1	0,33	1	0,33	1	0,5	1	0,5	1	0,5	0,66	
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	7,5	3,75	3,75	3,75	7,5	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	7,5	3,75	
	Q =	18,4000	0,0009	142,2222	0,0073	142,2222	0,0037	106,6667	0,0167	40,0000	0,0037	20,0000	0,0028	1,6500	
Classe de Maciço		B	G	A	G	A	G	A	F	A	G	B	G	D	

Obs: Emboque = 2*Jn
redução de SRF em 25% até a prof.
de 35,28 m

24,2-30,65	30,65-33,4	33,4-35,28	35,28-35,9	35,9-39,03
93	93	87	10	94
12	6	4	40	4
3	3	3	1	3
6	1	8	12	4
0,66	1	0,66	0,5	1
3,75	3,75	3,75	5	5
0,6820	12,4000	1,4355	0,0021	3,5250
E	B	D	G	D

Classificação Q

Sondagem Nº: SR-364

Parâmetros														
		0-3,2	3,2-3,75	3,75-7,82	7,82-8,38	8,38-9,64	9,64-11,18	11,18-16,03	16,03-16,91	16,91-18,85	18,85-20,15	20,15-21,06	21,06-21,42	21,42-22,45
1	RQD (%)	61	10	95	10	100	10	96	10	57	10	56	10	39
2	Nº de Juntas (<i>Jn</i>)	6	20	3	20	0,5	15	3	15	6	15	3	15	4
3	Rugosidade das Juntas (<i>Jr</i>)	3	1	3	1	4	1,5	3	1	3	1	3	1	3
4	Alteração das Juntas (<i>Ja</i>)	4	12	4	12	0,75	3	3	4	4	21	3	12	2
5	Fator de redução devido a presença de água nas juntas (<i>Jw</i>)	0,66	0,5	0,66	0,5	1	0,66	1	0,66	0,66	0,5	1	0,5	0,66
6	Fator de Redução devido ao Stress (SRF)	3,75	7,5	3,75	3,75	3,75	7,5	3,75	3,75	3,75	7,5	3,75	7,5	3,75
	Q =	1,3420	0,0028	4,1800	0,0056	284,4444	0,0293	8,5333	0,0293	1,2540	0,0021	4,9778	0,0037	2,5740
Classe de Maciço		D	G	C	G	A	F	C	F	D	G	C	G	D

Obs: redução de SRF em 25% até a prof. de 36,7 m

Trechos														
22,45-25,49	25,49-30,79	30,79-32,09	32,09-32,75	32,75-33,23	33,23-33,81	33,81-35,7	35,7-36,7	36,7-38,15	38,15-38,48	38,48-39,31	39,31-40,45	40,45-49,44	49,44-50,93	50,93-60,15
10	96	77	10	29	10	93	10	90	10	31	86	100	97	100
20	3	4	20	12	2	3	15	3	20	2	4	2	2	3
1	3	3	3	1,5	1	3	1,5	3	1	3	3	3	3	3
12	1	3	12	4	12	2	8	4	12	4	1	1	1	1
0,5	1	0,66	0,5	0,66	0,5	1	0,66	0,66	0,5	0,66	1	1	1	1
7,5	3,75	3,75	7,5	3,75	3,75	3,75	7,5	5	10	5	5	5	5	5
0,0028	25,6000	3,3880	0,0083	0,1595	0,0556	12,4000	0,0110	2,9700	0,0021	1,5345	12,9000	30,0000	29,1000	20,0000
G	B	D	G	E	F	B	F	D	G	D	B	B	B	B

Apêndice 6 – Medidas de Campo

Mapeamento Estrutural TF-12/04

Ponto	Coordenada		Direção de mergulho	Mergulho	Inclinação	Tipo	Abertura	Esp. Da abertura (mm)	Preenchimento (mm)	Superfície	Regularidade	Revestimento	Extensão	Direção do Corte
	E	S												
TTP - 01	524328	8966052	220	78	SV	J	E1			PL	RG	OX	JJ	210/70
			345	70	SV	J	E2			PL	RG	OX/AG	J	
			326	80	SV	J	E1			PL	RG	AG/OX	JJ	
			31	85	SV	DIQUE BÁSICO	E4		250				JJ	
			246	85	SV	J	E1			PL	LI	AG	J	
			209	75	SV	J	E1			PL	LI	AG	J	
			142	48	I	J	E4		70		PL	AG	J	
			302	25	I	J	E1			PL	RG	AG/OX	J	
			2	70	SV	J	E1			PL	LI	OX	J	
			41	89	SV	J	E4		130 A 210	PL	LI	AG/OX	JJ	
TTP-02	524327	8966048	118	45	I	J	E1					AG/OX	JJ	210/70
			147	75	SV	J	E1			PL	RG	AG/OX	JJ	
			322	40	I	J	E1			PL	RG	OX	JJ	
			188	60	SV	J	E1			PL	RG	AG/OX	JJ	
			145	45	I	J	E1			PL	RG	AG/OX	JJ	
			225	85	SV	J	E1			PL	LI	AG	GJ	
			150	35	I	J	E4		160	PL	LI		JJ	
			8	85	SV	J	E1			PL	LI	AG		
			0	50	SV	J	E1			PL/ON	RG	AG/OX		
			307	72	SV	J	E1			PL	LI	OX/Mg		
TTP-03	524332	8966042	209	75	SV	J	E1			PL	RG/LI	AG		065/80
			107	75	SV	J	E1			PL	RG	AG	GJ	
			8	10	SH	J	E2		3	PL	RG	OX	JJ	
TTP-04	524209	8966118	205	85	SV	J	E1			IR	RG	OX	JJ	
			199	84	SV	J	E1			PL	LI		JJ	
			148	80	SV	J	E1			PL	RG		JJ	
			264	55	I	J	E1			PL	RG	OX	JJ	
			148	80	SV	J	E1			IR	RG		JJ	
TTP-05	524242	8966060	107	35	I	J	E1			IR	RG	AG/OX	JJ	065/80
			240	60	SV	J	E1			PL	RG	AG		
			170	70	SV	J	E2		5	PL	RG	AG		
			83	65	SV	H				PL	ES			
			125	60	SV	J	E4		1000	PL	RG	AG/R		
			273	55	I	J	E1			PL	RG	OX/Mg		
			175	65	SV	H	E1			PL	LI	AG		
			245	85	SV	J	E1			PL	LI	AG		
			10	56	I	J	E1			PL	RG	AG/OX		
			175	60	SV	J	E4		40	PL	RG	AG		
TTP-06	524257	8966058	170	70	SV	J	E1			PL	LI	AG/OX		065/80
			67	58	SV	J	E1			PL	ES	AG/OX		
			5	35	J					PL	RG	AG		
			120	70	SV	H	E1						JJ	
			231	60	SV	J	E1			PL	RG	AG		
			162	65	SV	J	E1			PL	RG	OX/AG		
			58	53	I	J	E1			PL	RG	AG		
			36	36	I	J	E1			PL	LI	AG		
			72	55	I	J	E1			PL	LI	OX		
			235	75	SV	J	E1			PL	RG	AG/Mg		
TTP-07	524250	8966218	158	80	SV	J	E1			PL	Mg			285/80
			232	84	SV	J	E1			PL	RG	AG/OX		
			113	80	SV	J	E1			IR	RG	Mg/OX		
			355	25						PL	RG	Mg/OX		
			244	65	SV	DIQUE BÁSICO			1100				GJ	
			240	85	SV	J	E2			PL	LI/RG	OX	JJ	
			348	45	I	J	E1			PL	RG		J	
			86	25	I	J	E2			PL/IR	RG		JJ	
			162	57	I	J	E1			ON	RG		JJ	
			13	15	SH	J	E3		100	IR	RG		G	
TTP-08	524255	8966242	278	86	SV	J	E2			PL	RG		JJ	285/80
			230	65	SV	J	E3		3	PL	RG		GJ	
			307	30	SH	J	E4		100 a 400	IR	RG		G	
			192	30	I	J	E4		200	PL	RG	AG	GJ	
			2	45	I	J	E1			PL	RG		JJ	
			260	87	SV	J	E1			PL	RG		GJ	
			25	25						PL	RG		GJ	
			135	80	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
			182	60	SV	J				PL	RG		JJ	
			67	85	SV	J				PL	LI		J	
TTP-09	523906	8966802	58	75	SV	J							J	115/80
			307	27	I	J	E3		5	PL	RG	Qtz	J	
			245	85	SV	J	E1			PL	LI		JJ	
			243	55	I	J	E1			PL	LI		J	
			228	15	SH	J	E4			PL	RG		J	
			187	35	J			15		PL	RG		JJ	
			195	65	SV	J	E4			PL	LI	OX	J	
			167	70	SV	J	E1			PL	LI		J	
			205	75	SV	J				PL	RG		J	
			341	80	SV	J	E1			PL	RG		J	
TTP-10	523918	8966792	235	85	SV	J	E1			PL	RG		J	025/85
			146	70	SV	J				ON	RG	OX	J	
			193	60	SV	J				PL	LI	OX	J	
			263	5	SH	J	E3			PL	RG	Qtz	JJ	
			68	80	SV	J				PL	RG		JJ	
			138	75	SV	J				ON	RG		J	
			345	40	I	J	E2			ON	RG		JJ	
			221	32	I	J	E1			PL	LI		JJ	
			229	65	SV	J	E1			PL	RG	OX	JJ	
			210	80	SV	J	E1			IR	RG	OX	JJ	
TTP-11	524128	8966236	108	53	I	J	E1			PL	RG		J	075/85
			134	65	SV	J	E1			PL	RG		J	
			229	83	SV	J	E1			PL	LI	AG	J	
			180	65	SV	J	E1			PL	LI		JJ	
			10	43	I	J	E2			PL	RG		JJ	
			30	10	SH	J	E2			ON	RG		JJ	
			350	10	SH	J	E1			ON	RG		JJ	
			235	72	SV	J	E1			PL	RG		JJ	
			173	63	SV	J				PL/IR	RG		JJ	
			85	62	SV	J	E1			PL	RG		J	
TTP-12	524134	8966226	156	60	SV	J				PL	RG		JJ	060/80
			158	35	I	J				ON	LI		JJ	
			253	70	SV	J				ON	RG	OX/AG	J	
			119	32						PL	RG		J	
			148	60	SV	J				PL	RG		J	
			340	50	I	J			20	PL	RG	Alt		
			210	70	SV	J				PL	RG	OX/AG		
			332	60	SV	J				ON	RG	OX/AG	J	
			342	75	SV	J				ON	RG	OX/AG	J	
			340	45	I	J				ON	RG	OX	J	
TTP-13A	524186	8966304	90	25	I	J				PL	RG		J	190/85
			44	30	I	J	E3		10	PL	RG		J	
			344	27	I	J	E2			PL	RG	OX	GJ	
			80	83	SV	J				ON	RG	Fv	J	

Mapeamento Estrutural ITT - Margem Esquerda

Ponto	Coordenada	Direção de mergulho	Mergulho	Inclinação	Tipo	Abertura	Esp. Da abertura (mm)	Preenchimento (mm)	Superfície	Regularidade	Revestimento	Extensão	Direção do Corte
DESEMBOQUE	E39+10	306	5	SH	J	E1			PL	RG		G	
		232	84	SV	J				PL	RG	OX	GJ	
		170	70	SV	J				ON	RG	Fv	JJ	
		210	75	SV	J				ON	RG		JJ	
DESEMBOQUE	E38+10	233	78	SV	J							J	
		248	76	SV	J	E1			PL	RG		JJ	
		280	6	SH	J				ON	RG	OX/Alt	G	
		245	80	SV	J							J	
		158	64	SV	J							J	
		188	5	SH	J				ON	RG	OX/Alt	G	
		257	80	SV	J				ON	RG		JJ	
		125	80	SV	J							JJ	
		70	85	SV	J				PL	RG		JJ	
		125	79	SV	J							J	
		315	49	I	J	E1			PL	RG		JJ	
DESEMBOQUE	E37+5	264	83	SV	J							J	
		40	82	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
		243	85	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
		302	7	SH	J	E4	500 (rocha alterada)		ON	RG		G	
		355	65	SV	J	E2			IR	RG	Alt	GJ	
		190	13	SH	J	E1			ON	RG		G	
		230	74	SV	J	E1			PL	RG		J	
		356	64	SV	J							J	
		10	45	I	J				PL	RG		JJ	
		264	84	SV	J	E1			PL	RG		JJ	
		265	85	SV	J	E1			PL	RG		JJ	
		350	62	SV	J				ON	RG		J	
		90	75	SV	J							J	
		20	65	SV	J							J	
		120	20	SH	J	E1			PL	RG		JJ	
DESEMBOQUE	E36+10	79	88	SV	J				ON	RG		JJ	
		18	45	I	J							J	
		18	44	I	J				PL	RG		J	
		18	42	I	J							JJ	
		280	65	SV	J							J	
		18	45	I	J							JJ	
		72	85	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
		188	17	SH	J	E1			ON	RG		G	
		117	70	SV	J	E1			ON	RG		GJ	
		64	87	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
DESEMBOQUE	E35+5	75	80	SV	J	E1			PL	RG		J	
		236	85	SV	J							J	
		260	73	SV	J				PL	RG		JJ	
		230	89	SV	J				ON	RG		JJ	
DESEMBOQUE	E0+15	255	76	SV	J				ON	RG		JJ	
		60	65	SV	J				ON	RG		J	
		260	80	SV	J	E2			ON	RG	Qtz	JJ	
		248	80	SV	J	E1			ON	RG		GJ	
		60	52	I	J	E1			ON	RG		JJ	
		300	35	I	J	E1			ON	RG		JJ	
		245	80	SV	J							J	
		225	78	SV	J				ON	RG	OX	G	
		230	75	SV	J				PL	RG		JJ	
		53	42	I	J	E1			ON	RG		J	
		113	43	I	J							J	
		240	80	SV	J	E1			ON	RG		J	
		258	85	SV	J	E1			PL	RG		JJ	
		228	85	SV	J	E1			ON	RG		J	
		225	80	SV	J				ON	RG		J	
DESEMBOQUE	E0+37 (TUNEL 3)	230	80	SV	J							J	
		230	78	SV	J	E1			PL	RG		J	
		230	75	SV	J							J	
		240	80	SV	J							J	
		250	80	SV	J				ON	RG		J	
		65	80	SV	J	E1			ON	RG		GJ	
		225	80	SV	J							J	
		230	80	SV	J	E1			ON	RG		J	
DESEMBOQUE	E0+53	120	18	SV	J	E1			ON	RG		J	
		62	85	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
DESEMBOQUE	E-30 a E0	265	50	I	J				PL	RG		JJ	
		82	79	SV	J				ON	RG	OX/Qtz	JJ	
		36	18	SH	J				ON	RG		J	
		11	44	I	J				PL	ES/RG	Qtz		
		175	45	I	J				PL	ES	Fv		
		250	80	SV	J							J	
		250	83	SV	J				PL	RG	OX	JJ	
		145	80	SV	J				ON	RG	OX	JJ	
		88	85	SV	J				ON	RG		JJ	
		240	76	SV	J				PL	RG		JJ	
		170	15	SH	J		100		ON	RG	OX/Alt	GJ	
		150	70	SV	J							J	
		88	80	SV	J								
		180	12	SH	J				ON	RG	OX/Alt	GJ	
		191	10	SH	J				ON	RG		GJ	
		251	80	SV	J				PL	RG	OX	J	
		205	76	SV	J		50		PL	RG	OX/Alt	JJ	
		243	80	SV	J								
		225	70	SV	J								
		180	82	SV	J				ON				
		174	68	SV	J				ON	RG			
		140	82	SV	J				ON	RG			
		228	78	SV	J				PL	RG		J	
		241	77	SV	J				RG		OX		
		196	55	I	J				ON	RG	OX		
		356	36	I	J				ON	RG	Fe		
		170	20	SH	J				ON	RG			

105/80

015/85

Mapeamento Estrutural ITT - Margem Direita

Ponto	Coordenada	Direção de mergulho	Mergulho	Inclinação	Tipo	Abertura	Esp. Da abertura (mm)	Preenchimento (mm)	Superfície	Regularidade	Revestimento	Extensão	Direção do Corte
CANAL DE FUGA (196 A 207)	E0 a E35	84	83	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
		84	85	SV	J				PL	RG		J	
		187	63	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
		35	2	SH	J	E1			ON	RG		JJ	
		153	50	I	J							J	
		91	88	SV	J							J	
CANAL DE FUGA (196 A 207)	E35 a E55	85	89	SV	J	E1			PL	LI		J	
		60	85	SV	J				ON	RG		JJ	
		74	85	SV	J							JJ	
		70	84	SV	J				ON	RG		JJ	
		84	84	SV	J							J	
		164		SH	J				ON	RG		JJ	
		40	70	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
		30	70	SV	J	E1			PL	LI		JJ	
		156	23	I	J							J	
		190	35	I	J							J	
CANAL DE FUGA (196 A 207)	E55 a E85	155	35	I	J							J	
		78	87	SV	J				ON	RG		JJ	
		188	53	I	J							JJ	
		88	90	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
		80	82	SV	J							JJ	
		82	85	SV	J	E1			PL	RG		JJ	
		190	55	I	J				ON	RG		JJ	
		40	70	SV	J							J	
		198	54	I	J							J	
		76	35	I	J	E1			PL	RG		JJ	
		25	60	SV	J				PL	RG		J	
		185	48	I	J				PL	RG		J	
		80	85	SV	J							JJ	
		190	52	I	J				ON	RG		JJ	
		CANAL DE FUGA (196 A 207)	E85 a E115	196	52	I	J				PL	RG	
188	52			I	J				PL	RG		JJ	
80	84			SV	J	E1			ON	RG		G	
80	81			SV	J							JJ	
79	78			SV	J	E1			PL	RG		G	
210	12			SH	J				ON	RG		G	
74	84			SV	J	E1			ON	RG		JJ	
73	86			SV	J				ON/PL	RG		JJ	
88	80			SV	J				ON	RG		JJ	
81	82			SV	J	E1			PL	RG		GJ	
CANAL DE FUGA (196 A 207)	E115 a E135	178	50	I	J							JJ	
		78	60	SV	J							JJ	
		46	88	SV	J						OX		
		81	80	SV	J	E1			ON	RG		GJ	
		81	85	SV	J				PL	RG		JJ	
		78	88	SV	J	E1			ON	RG		G	
		75	85	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
		15	15	SH	J	E4		1000	ON	RG		Alt	
		20	5	SH	J	E1						J	
		195	60	SV	J							JJ	
AREA DE MONTAGEM	E30 A E31+10	80	85	SV	J	E1			ON	RG		GJ	
		205	60	SV	J							J	
		65	75	SV	J							JJ	
		129	58	I	J							JJ	
		130	60	SV	J	E2			ON	RG		JJ	
		120	66	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
		70	28	I	J	E2			ON	RG		GJ	
		136	41	I	J							J	
		135	40	I	J	E2			ON	RG		JJ	
		80	10	SH	J	E1			ON	RG		G	
AREA DE MONTAGEM	E28 a E30	117	41	I	J							J	
		116	40	I	J							J	
		15	7	SH	J				ON	RG		GJ	
		125	88	SV	J	E1			ON	RG		J	
		25	65	SV	J	E1			PL	RG		J	
		114	65	SV	J				ON	RG		J	
		10	6	SH	J				ON	RG		G	
		10	5	SH	J	E3			ON	RG		G	
		112	60	SV	J	E1						JJ	
		105	65	SV	J								
AREA DE MONTAGEM - TD	E33 a E34+10	105	25	I	J								
		205	55	I	J				PL	RG		JJ	
		113	60	SV	J	E1			PL	RG		JJ	
		113	55	I	J				PL	RG		JJ	
		110	55	I	J	E1			PL	RG		JJ	
		115	88	SV	J				PL	RG		JJ	
		135	65	SV	J							J	
		126	80	SV	J							J	
		13	50	I	J							J	
		80	30	I	J				ON	RG		JJ	
AREA DE MONTAGEM	E31+10 a E33	120	60	SV	J							J	
		120	40	I	J							J	
		220	58	I	J	E1			ON	RG		J	
		70	80	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
		150	60	SV	J							J	
		30	55	I	J							J	
		140	40	I	J							J	
		60	80	SV	J							JJ	
		145	50	I	J	E1			ON	RG		GJ	
		150	60	SV	J				ON	RG		JJ	
CANAL DE FUGA (188 A 194)	E34+10 a E35+15	25	55	I	J							JJ	
		251	50	I	J							JJ	
		230	15	SH	J							J	
		135	80	SV	J				PL	RG		JJ	
		40	70	SV	J				ON	RG		JJ	
		90	80	SV	J							J	
		188	30	I	J				ON	RG		JJ	
		88	88	SV	J	E2			PL	RG		GJ	
		88	83	SV	J				PL	RG		J	
		160	50	I	J	E2						JJ	
CANAL DE FUGA (188 A 194)	E34+10 a E35+15	80	83	SV	J				ON	RG		JJ	
		80	20	SH	J				ON	RG		G	
		150	80	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
		250	20	SH	J	E3			ON	RG		G	
		160	45	I	J							JJ	
		260	35	I	J							JJ	
		205	65	SV	J	E1			PL	RG		JJ	
		80	60	SV	J							J	
		225	60	SV	J							J	
		120	65	SV	J				ON	RG		J	
CANAL DE FUGA (188 A 194)	E34+10 a E35+15	340	25	I	J							J	
		230	80	SV	J				ON	RG		JJ	
		350	20	SH	J				ON	RG		GJ	
		150	75	SV	J				PL	RG		JJ	
		210	70	SV	J				PL	RG		J	
		70	75	SV	J							J	
		270	70	SV	J							JJ	
		350	20	SH	J				ON	RG		G	
		180	40	I	J							J	
		80	65	SV	J							J	
CANAL DE FUGA (188 A 194)	E34+10 a E35+15	340	20	SH	J				ON	RG		JJ	
		190	55	I	J	E1			PL	RG		JJ	
		220	75	SV	J								
		228	70	SV	J								
		145	70	SV	J							J	
		145	65	SV	J								
		280	65	SV	J								
		230	60	SV	J								
		89	85	SV	J	E1			ON	RG		J	
		350	10	SH	J							J	
CANAL DE FUGA (188 A 194)	E34+10 a E35+15	105	75	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
		248	78	SV	J	E1			ON	RG		JJ	
		238	60	SV	J							J	
		235	70	SV	J							J	
		230	70	SV	J							J	
		190	38	I	J	E1			ON	RG		JJ	
		186	20	SH	J				ON	RG		JJ	
		175	10	SH	J				ON	RG		JJ	
		195	60	SV	J							J	
		33	65	SV	J							J	
CANAL DE FUGA (188 A 194)	E34+10 a E35+15	38	28	I	J							J	
		17	73	SV	J				PL	RG		J	
		255	30	I	J				ON	RG		JJ	
		23	75	SV	J	E2			PL	RG		JJ	
		90	75	SV	J							J	
		200	89	SV	J								
		70	80	SV	J				ON	RG			
		8	88	SV	J								
		83	86	SV	J								
		320	15	SH	J				ON	RG			

CANAL DE FUGA - CANAL L	E36+10 A E38+5	35	80	SV	J										
		225	80	SV	J				ON	PL		JJ			
		225	78	SV	J										
		100	59	I	J										
		168	29	I	J										
		350	45	I	J										
		344	46	I	J										
		344	45	I	J										
		69	86	SV	J										
		345	45	I	J				ON	RG		JJ			
		110	80	SV	J							JJ			
		85	90	SV	J				ON	RG		GJ			
		240	80	SV	J										
		346	40	I	J										
		293	40	I	J	E1			ON	RG	OX	JJ			
		265	85	SV	J				ON	RG		JJ			
		260	42	I	J				ON	RG	OX	JJ			
		250	85	SV	J				ON	RG		JJ			
		145	30	I	J	E1			ON	RG		JJ			
		255	80	SV	J										
		70	85	SV	J										
		80	85	SV	J										
CANAL DE FUGA - CANAL L	E35+10 a E38+15	94	23	I	J	E2			ON	RG		JJ			
		225	40	I	J										
		226	80	SV	J										
		255	85	SV	J										
		236	87	SV	J										
		259	30	I	J							J			
		270	70	SV	J										
		76	79	SV	J										
		178	41	I	J	E2			ON	RG		G			
		100	79	SV	J				ON	RG		JJ			
		160	42	I	J							J			
		234	96	SV	J										
		350	75	SV	J				ON	RG		JJ			
		254	36	I	J	E2			ON	LI		GJ			
		250	30	I	J	E1			ON	RG		JJ			
		350	71	SV	J										
		230	86	SV	J										
		160	40	I	J										
		150	61	SV	J										
		64	50	I	J	E2			ON	RG		JJ			
		241	20	SH	J				ON	RG		J			
		240	10	SH	J	E2			ON	RG		GJ			
		245	86	SV	J										
		230	80	SV	J										
		350	20	SH	J				ON	RG		JJ			
		245	5	SH	J										
		245	15	SH	J				ON	RG		JJ			
		227	50	I	J										
		196	56	I	J										
		25	17	SH	J				ON	RG		JJ			
		AREA DE MONTAGEM - TALUDE FRONTAL	E0 a E2	310	86	SV	J				ON	RG			
				312	86	SV	J								
				3	50	I	J								
140	72			SV	J										
270	80			SV	J										
145	7			SH	J	E1			ON	RG		JJ			
3	70			SV	J	E2			ON	RG		JJ			
95	50			I	J	E1			ON	RG		JJ			
348	5			SH	J				PL	RG		JJ			
12	40			I	J	E1			ON	RG		JJ			
325	5			SH	J	E1			ON	RG		J			
330	75			SV	J										
135	7			SH	J	E1			PL	RG		JJ			
210	65			SV	J				ON	RG		JJ			
130	70			SV	J										
115	70			SV	J										
245	80			SV	J	E1						JJ			
185	55			I	J										
85	55			I	J	E1			ON	RG		JJ			
252	80			SV	J	E1			ON	RG		J			
178	50			I	J										
200	60			SV	J										
215	75			SV	J				ON	RG		J			
212	70			SV	J										
80	80			SV	J	E2			ON	RG		JJ			
120	60			SV	J	E1			ON	RG		JJ			
210	75			SV	J	E2			ON	RG		J			
242	75			SV	J										
225	60			SV	J										
212	65	SV	J	DIQUE BASICO		1000									
233	70	SV	J	E1			ON	RG		J					
CANAL DE FUGA (188 A 193)	E37+15 a E38+15	210	60	SV	J										
		245	65	SV	J										
		280	15	SH	J				ON	RG		JJ			
		278	10	SH	J										
		10	15	SH	J							JJ			
		265	88	SV	J	E1			ON	RG		JJ			
		238	50	I	J	E2			ON	RG		G			
		90	80	SV	J							J			
		88	80	SV	J	E2			ON	RG		JJ			
		36	80	SV	J										
		10	16	SH	J				ON	RG		GJ			
		35	30	I	J	E1			ON	RG		JJ			
		213	81	SV	J	E1			ON	RG		JJ			
		185	70	SV	J	E1			ON	RG		JJ			
		35	80	SV	J										
AREA DE MONTAGEM - TALUDE DE MONTANTE	E2 a E3+5	390	15	SH	J				ON	RG		JJ			
		295	15	SH	J				ON	RG		J			
		285	14	SH	J				ON	RG		J			
		275	5	SH	J	E4			ON	RG		GJ			
		207	17	SH	J										
		205	15	SH	J										
		268	35	I	J										
		4	30	I	J	E1			ON	RG		J			
		10	88	SV	J										
		12	90	SV	J										
AREA DE MONTAGEM - TALUDE DE MONTANTE	E3+5 a E4+5	110	68	SV	J	E2			ON	RG		JJ			
		7	40	I	J	E2			ON	RG		JJ			
		15	38	I	J	E2			ON	RG		JJ			
		113	80	SV	J				ON	RG		JJ			
		280	65	SV	J	E2			ON	RG		JJ			
		297	86	SV	J										
		351	86	SV	J										
		358	40	I	J	E1			ON	RG		JJ			
		135	80	SV	J	E2			ON	RG		GJ			
		140	96	SV	J	E2			ON	RG		GJ			
AREA DE MONTAGEM - TALUDE FRONTAL	E4 a E6	140	79	SV	J	E2			ON	RG		JJ			
		130	75	SV	J	E1			ON	RG		GJ			
		135	7	SH	J	E3			ON	RG		GJ			
		10	40	I	J				ON	RG		JJ			
		135	10	SH	J				ON	RG		JJ			
		139	10	SH	J				ON	RG		JJ			
		135	10	SH	J	E4			ON	RG		JJ			
		140	12	SH	J	E2			ON	RG		G			
		142	12	SH	J	E2			ON	RG		JJ			
		30	38	I	J	E2			ON	RG		JJ			
AREA DE MONTAGEM - TALUDE FRONTAL	E0 a E1+15	184	45	I	J						J				
		35	35	I	J				ON	RG		JJ			
		220	50	I	J							J			
		142	12	SH	J										
		195	60	SV	J										
		210	70	SV	J										
		330	88	SV	J										
		10	45	I	J							JJ			
		210	78	SV	J										
		20	40	I	J							J			
AREA DE MONTAGEM - TALUDE FRONTAL	E0 a E1+15	90	29	I	J				ON	RG		J			
		348	5	SH	J				PL	RG		J			
		348	6	SH	J										
		140	15	SH	J							JJ			
		185	60	SV	J							G			
		98	60	SV	J							J			
		95	10	SH	J	E1			ON			J			
AREA DE MONTAGEM - TALUDE FRONTAL	E0 a E1+15	25	40	I	J	E2			IR	RG		JJ			
		110	65	SV	J							J			
		170	60	SV	J							JJ			
		180	50	I	J							JJ			
		98	65	SV	J							JJ			
		115	65	SV	J							J			
		115	55	I	J							J			
		180	50	I	J	E2			PL/ON			JJ			
		195	45	I	J	E2			PL			JJ			
		120	64	SV	J	E2			ON			J			

AREA DE MONTAGEM - TALUDE FRONTAL	E1+15 a E3	175	55	I	J				PL			JJ
		175	15	SH	J							JJ
		50	30	I	J				ON			JJ
		347	8	SH	J	E1			ON	RG		G
		20	13	SH	J				ON	RG		G
		100	8	SH	J							J
		105	10	SH	J				ON	RG		J
		194	80	SV	J				ON	RG		JJ
		210	20	SH	J							JJ
		20	13	SH	J							JJ
AREA DE MONTAGEM	E28+15 a E30	20	15	SH	J							JJ
		200	44	I	J	E1			ON	RG		JJ
		96	80	SV	J							G
		235	15	SH	J	E4			ON			JJ
		150	50	I	J	E1			PL			J
		190	60	SV	J							JJ
		88	20	SH	J	E2			PL	RG		J
		195	75	SV	J							JJ
		115	60	SV	J				PL	RG		J
		138	60	SV	J							JJ
AREA DE MONTAGEM	E30 a E32	205	20	SH	J	E2			ON			J
		35	85	SV	J					RG		J
		200	55	I	J	E1			ON			JJ
		25	60	SV	J							JJ
		260	70	SV	J	E1			ON	RG		JJ
		186	55	I	J	E2			PL	RG		GJ
		90	85	SV	J	E2			ON			GJ
		194	55	I	J	E2			PL			JJ
		88	80	SV	J							JJ
		95	80	SV	J				IR			
CASA DE FORÇA - TALUDE DIREITO	E31 a E32	40	10	SH	J	E2					OX	JJ
		265	85	SV	J				ON	RG		JJ
		275	85	SV	J	E1			ON	RG		JJ
		190	65	SV	J	E1			ON	RG		JJ
		5	80	SV	J							JJ
		210	55	I	J				ON	RG		JJ
		125	9	SH	J							JJ
		125	10	SH	J	E1			ON	RG	OX	JJ
		275	88	SV	J				ON	RG		JJ
		265	87	SV	J							JJ
		200	80	SV	J							JJ

Apêndice 7 – Mapa de pontos do mapeamento

Mapa de Pontos Mapeados

Legend

- Pontos Mapeados
- Linha de Escavação dos Túneis
- Topografia

Apêndice 8 – Fotos do Mapeamento

Pontos de Mapeamento estrutural

Legenda:

Extensão das Juntas: J = até 5 m
JJ = 5 a 10 m
GJ = 10 a 20 m
G = maior que 20 m

Abertura das Juntas: E1 = menos que 1 mm
E2 = 1 a 5 mm
E3 = 5 a 10 mm
E4 = maior que 10 mm

Geometria das Juntas: PL = Plana
ON= Ondulada
IR = Irregular

Superfície: LI = Lisa
RG = Rugosa

Revestimento: OX = Película de material oxidado
AG = Película de argila
Fv = Película de material esverdeado

Preenchimento: Alt = Alteração
Qtz = Quartzo

Descontinuidade

Superfície Exposta

TTP-02

UTM: 524327/8966048

Orientação do Talude: 210/70

Medidas:

- 1) 041/89 E4 (120 a 130 mm) PL LI OX AG
espaçamento: 3 m
- 2) 118/45 E4 (150 mm) ON RG AG OX J
espaçamento: 1,5 m
- 3) 147/75 E1 PL RG OX AG J
espaçamento: 1 m
- 4) 322/40 E1 PL RG OX J
espaçamento: 1,5 m
- 5) 188/60 E1 PL RG AG OX
espaçamento: 6 m
- 6) 145/45 E1 PL RG OX AG
espaçamento: 1,5 m
- 7) 225/85 E1 PL LI AG JJ
espaçamento: 1 m
- 8) 150/35 E4 (160 mm) PL LI
espaçamento: 4 m

TTP-04

UTM: 524209/8966118

Orientação do Talude: 065/80

Medidas:

1) 107/75 E1 PL RG AG JJ

2) 008/10 E3 ON RG OX J

3) 205/85 E1 ON RG OX

4) 159/84 E1 PL LI JJ

5) 148/80 E1 PL RG J

6) 264/55 E1 PL RG OX JJ

7) 149/80 E1 IR RG OX JJ

8) 107/35 E1 IR RG OX AG GJ

9) 245/83 E1 ON RG OX JJ

10) 350/25 E3 IR RG OX GJ

TTP-07

UTM: 524250/8966218

Orientação do Talude: 285/80

Medidas:

- 1) 240/85 E2 PL LI/RG OX JJ
espaçamento: 1 a 1,5 m
- 2) 348/45 E1 PL RG J
espaçamento: 1,6 m
- 3) 086/25 E2 PL/IR RG
espaçamento: 1,5 m
- 4) 162/57 E1 PL RG JJ
espaçamento: 2 m

TTP-08

UTM: 524255/8966242

Orientação do Talude: 285/80

Medidas:

- 1) 013/15 E4 (100mm) IR RG G
- 2) 278/86 E2 PL RG JJ
- 3) 230/65 E3 PL RG GJ
- 4) 307/20 E4 (100 a 400mm) IR RG G
- 5) 192/30 E4 (200mm) PL RG Alt GJ
- 6) 002/45 E1 PL RG JJ
- 7) 260/87 PL RG G
- 8) 025/25

TTP-09

UTM: 523906/8966802

Orientação do Talude: 105/80

Medidas:

- 1) 135/80 E1 ON RG JJ
- 2) 182/60 PL RG JJ
- 3) 067/85 PL LI J
- 4) 058/75 J

- 5)307/27 E3 PL RG Qtz (5mm) JJ
- 6) 245/85 E1 PL LI JJ
- 7) 243/55 E1 PL LI J
- 8) 228/15 E4 PL RG J
- 9) 187/53 E4 (150mm) PL RG JJ

- 10) 195/65 PL LI OX J
- 11) 167/70 E1 PL LI J
- 12) 205/75 PL RG J
- 13) 341/80 E1 PL RG J
- 14) 235/85 E1 PL RG J

- 15) 146/70 ON RG OX J
- 16) 193/60 PL LI OX JJ
- 17) 263/05 E3 PL RG Qtz JJ
- 18) 068/80 PL RG JJ
- 19) 138/75 ON RG J

TTP-10

UTM: 523918/8966792

Orientação do Talude: 025/85

Medidas:

1) 345/40 E2 ON RG JJ

2) 221/32 E1 PL LI JJ

3) 229/65 E1 PL RG OX JJ

4) 210/80 E1 IR RG OX JJ

5) 108/53 E1 PL RG J

6) Não acessível

7) 134/65 E1 PL RG J

8) 229/83 E1 PL LI AG J

9) 180/65 E1 PL LI JJ

10) 010/43 E2 PL RG JJ

11) 030/10 E2 ON RG JJ

12) 350/10 E1 ON RG JJ

13) 235/72 E1 PL RG JJ

14) 173/63 PL RG J

15) 085/82 E1 PL RG J

16) 156/60 PL RG

TTP-11

UTM: 524128/8966236

Orientação do Talude: 075/85

Medidas:

- 1) 158/35 ON LI JJ
- 2) 293/70 ON RG OX/AG J
- 3) 119/32 PL LI J
- 4) 148/60 PL RG Alt J
- 5) 340/50 PL RG OX/AG (20mm)
- 6) 210/70 PL RG OX/AG
- 7) 340/45 ON RG OX J
- 8) 332/60 ON RG OX/AG J
- 9) 342/75 ON RG OX/AG J
- 10) 090/25 PL RG J
- 11) 044/30 E3 (10mm) PL RG J

TTP-12

UTM: 524134/8966226

Orientação do Talude: 060/80

Medidas:

1) 344/27 E2 PL RG OX GJ

2) 080/83 ON RG Fv J

3) 185/70 ON RG Fv/AG J

4) 084/83 PL RG

5) 222/66 PL LI

TTP-13A

UTM: 524186/8966304

Orientação do Talude: 190/85

Medidas:

- 1) 240/89 PL RG AG J
- 2) 345/15 E4(150mm) ON RG G
- 3) 080/75 ON RG J
- 4) 120/22 PL RG JJ
- 5) 109/72 E2 PL RG Fv J
- 6) 290/12 E1 ON RG GJ
- 7) 250/10 E4(100mm) ON RG GJ

TTP-13B

UTM: 524251/8966282

Orientação do Talude: 190/85

Medidas:

- 1) 220/45 E2 PL LI JJ
- 2) 155/85 E1 PL RG JJ
- 3) 255/80 PL RG Fv JJ

- 4) 152/85 PL RG JJ
- 5) 220/60 E1 PL LI AG J
- 6) 147/85 PL RG JJ
- 7) 340/10 E1 PL RG J

- 8) 032/12 E4 ON RG Alt(100mm) G
- 9) 240/89 E2 PL LI AG JJ
- 10) 244/85 PL RG JJ
- 11) 160/80 PL RG AG JJ

TTP-01

UTM: 524328/8966052

Orientação do Talude: 210/70

TTP-03

UTM: 524332/8966042

Orientação do Talude: 210/70

TTP-05

UTM: 524242/8966060

Orientação do Talude: 065/80

TTP-06

UTM: 524257/8966058

Orientação do Talude: 065/80

Apêndice 9 – Bloco do Modelo Estrutural

Modelo tridimensional do modelo teórico de descontinuidades

Bloco diagrama com todas as famílias de fraturas

Bloco diagrama – Fraturas sub-horizontais (000/00)

Bloco diagrama da Família B (185/50)

Bloco diagrama da Família A (134/04)

Bloco diagrama da Família C (015/39)

Bloco diagrama da Família D (149/76)

Bloco diagrama da Família F (221/76)

Bloco diagrama da Família E (175/71)

Bloco diagrama da Família G (090/81)

Apêndice 10 – Mapa de Direção dos Perfis

Apêndice 11 – Perfis Estruturais

Túnel de Desvio

Perfil Estrutural 9

SSW

NNE

Legenda

Solo

Solo de alteração/rocha mole

Rocha alterada dura intercalada com rocha mole

Rocha alterada dura

Rocha sã

Descontinuidades do Modelo Estrutural				
Fratura Medida	Fratura inferida	Direção de Mergulho	Ângulo de Mergulho	Classificação
<div></div>	<div></div>	0	0	Sub-horizantal
<div></div>	<div></div>	135	4	
<div></div>	<div></div>	185	50	
<div></div>	<div></div>	15	39	Inclinada
<div></div>	<div></div>	90	81	
<div></div>	<div></div>	149	76	
<div></div>	<div></div>	175	71	Sub-vertical
<div></div>	<div></div>	221	76	

Escala 1:1250

Túnel de Desvio

Perfil Estrutural 8

Legenda

- Solo
- Solo de alteração/rocha mole
- Rocha alterada dura intercalada com rocha mole
- Rocha alterada dura
- Rocha sã

Descontinuidades do Modelo Estrutural				
Fratura Medida	Fratura inferida	Direção de Mergulho	Ângulo de Mergulho	Classificação
—	---	0	0	Sub—horizontal
—	---	135	4	
—	---	185	50	Inclinada
—	---	15	39	
—	---	90	81	
—	---	149	76	Sub—vertical
—	---	175	71	
—	---	221	76	

Escala 1:1000

Túnel de Desvio

Perfil Estrutural 7

SW

NE

Legenda

- Solo
- Solo de alteração/rocha mole
- Rocha alterada dura intercalada com rocha mole
- Rocha alterada dura
- Rocha sã

Descontinuidades do Modelo Estrutural				
Fratura Medida	Fratura inferida	Direção de Mergulho	Ângulo de Mergulho	Classificação
<div></div>	<div></div>	0	0	Sub-horizantal
<div></div>	<div></div>	135	4	
<div></div>	<div></div>	185	50	Inclinada
<div></div>	<div></div>	15	39	
<div></div>	<div></div>	90	81	
<div></div>	<div></div>	149	76	Sub-vertical
<div></div>	<div></div>	175	71	
<div></div>	<div></div>	221	76	

Escala 1:1000

Túnel de Desvio

Perfil Estrutural 6

Legenda

Solo

Solo de alteração/rocha mole

Rocha alterada dura intercalada com rocha mole

Rocha alterada dura

Rocha sã

Descontinuidades do Modelo Estrutural				
Fratura Medida	Fratura inferida	Direção de Mergulho	Ângulo de Mergulho	Classificação
<div></div>	<div></div>	0	0	Sub-horizantal
<div></div>	<div></div>	135	4	
<div></div>	<div></div>	185	50	Inclinada
<div></div>	<div></div>	15	39	
<div></div>	<div></div>	90	81	
<div></div>	<div></div>	149	76	Sub-vertical
<div></div>	<div></div>	175	71	
<div></div>	<div></div>	221	76	

Escala 1:750

Túnel de Desvio

Perfil Estrutural 5

Legenda

- Solo
- Solo de alteração/rocha mole
- Rocha alterada dura intercalada com rocha mole
- Rocha alterada dura
- Rocha sã

Descontinuidades do Modelo Estrutural				
Fratura Medida	Fratura inferida	Direção de Mergulho	Ângulo de Mergulho	Classificação
<div></div>	<div></div>	0	0	Sub-horizantal
<div></div>	<div></div>	135	4	
<div></div>	<div></div>	185	50	Inclinada
<div></div>	<div></div>	15	39	
<div></div>	<div></div>	90	81	
<div></div>	<div></div>	149	76	
<div></div>	<div></div>	175	71	Sub-vertical
<div></div>	<div></div>	221	76	

Escala 1:750

Túnel de Desvio

Perfil Estrutural 4

Legenda

- Solo
- Solo de alteração/rocha mole
- Rocha alterada dura intercalada com rocha mole
- Rocha alterada dura
- Rocha sã

Descontinuidades do Modelo Estrutural				Classificação
Fratura Medida	Fratura inferida	Direção de Mergulho	Ângulo de Mergulho	
<div></div>	<div></div>	0	0	Sub-horizantal
<div></div>	<div></div>	135	4	
<div></div>	<div></div>	185	50	Inclinada
<div></div>	<div></div>	15	39	
<div></div>	<div></div>	90	81	
<div></div>	<div></div>	149	76	Sub-vertical
<div></div>	<div></div>	175	71	
<div></div>	<div></div>	221	76	

Escala 1:1250

Túnel de Desvio

Perfil Estrutural 3

Legenda

- Solo
- Solo de alteração/rocha mole
- Rocha alterada dura intercalada com rocha mole
- Rocha alterada dura
- Rocha sã

Descontinuidades do Modelo Estrutural			
Fratura Medida	Fratura inferida	Direção de Mergulho	Ângulo de Mergulho
		0	0
		135	4
		185	50
		15	39
		90	81
		149	76
		175	71
		221	76
		Sub-horizantal	
		Inclinada	
		Sub-vertical	

Escala 1:1000

Túnel de Desvio

Perfil Estrutural 2

Legenda

- Solo
- Solo de alteração/rocha mole
- Rocha alterada dura intercalada com rocha mole
- Rocha alterada dura
- Rocha sã

Descontinuidades do Modelo Estrutural				
Fratura Medida	Fratura inferida	Direção de Mergulho	Ângulo de Mergulho	Classificação
<div></div>	<div></div>	0	0	Sub-horizantal
<div></div>	<div></div>	135	4	
<div></div>	<div></div>	185	50	Inclinada
<div></div>	<div></div>	15	39	
<div></div>	<div></div>	90	81	
<div></div>	<div></div>	149	76	Sub-vertical
<div></div>	<div></div>	175	71	
<div></div>	<div></div>	221	76	

Escala 1:750

Túnel de Desvio

Perfil Estrutural 1

Legenda

- Solo
- Solo de alteração/rocha mole
- Rocha alterada dura intercalada com rocha mole
- Rocha alterada dura
- Rocha sã

Descontinuidades do Modelo Estrutural				
Fratura Medida	Fratura inferida	Direção de Mergulho	Ângulo de Mergulho	Classificação
		0	0	Sub-horizantal
		135	4	
		185	50	Inclinada
		15	39	
		90	81	
		149	76	
		175	71	Sub-vertical
		221	76	

Escala 1:750

Apêndice 12 – Perfis Geológicos

Túnel de Desvio

Perfil Geológico

Legenda

- Solo
- Solo de alteração/rocha mole
- Rocha alterada dura intercalada com rocha mole
- Rocha alterada dura
- Rocha sã

Escala 1:1250

Túnel de Desvio

Perfil Geológico 8

Legenda

- Solo
- Solo de alteração/rocha mole
- Rocha alterada dura intercalada com rocha mole
- Rocha alterada dura
- Rocha sã

Escala 1:1000

Túnel de Desvio

Perfil Geológico 7

Legenda

- Solo
- Solo de alteração/rocha mole
- Rocha alterada dura intercalada com rocha mole
- Rocha alterada dura
- Rocha sã

Escala 1:1000

Túnel de Desvio

Perfil Geológico

SR – 317
COTA: 184,898
Proj: 13,7 m

SR – 101
COTA: 166,342
Proj: 0,0 m

SW

Legenda

- Solo
- Solo de alteração/rocha mole
- Rocha alterada dura intercalada com rocha mole
- Rocha alterada dura
- Rocha sã

Escala 1:750

NE

Túnel de Desvio

Perfil Geológico 5

Túnel de Desvio

Perfil Geológico 4

Legenda

- Solo
- Solo de alteração/rocha mole
- Rocha alterada dura intercalada com rocha mole
- Rocha alterada dura
- Rocha sã

Escala 1:1250

Túnel de Desvio

Perfil Geológico 3

Legenda

- Solo
- Solo de alteração/rocha mole
- Rocha alterada dura intercalada com rocha mole
- Rocha alterada dura
- Rocha sã

Escala 1:1000

Túnel de Desvio

Perfil Geológico 2

Legenda

Escala 1:750

Túnel de Desvio

Perfil Geológico 1

Apêndice 13 – Perfis da Classificação RMR

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico RMR – 9

Legenda

Escala 1:1250

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico RMR – 8

Legenda

Escala 1:1000

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico RMR – 7

Legenda

Escala 1:1000

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico RMR – 6

Legenda

Escala 1:750

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico RMR – 5

Legenda

Escala 1:750

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico RMR – 4

Legenda

Escala 1:1250

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico RMR – 3

Legenda

Escala 1:1000

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico RMR – 2

Legenda

- Não Classificado
- I
- II
- III
- IV
- V

Escala 1:750

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico RMR – 1

Apêndice 14 – Perfis da Classificação Q

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Q — 9

Legenda

Escala 1:1250

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Q — 8

Legenda

Escala 1:1000

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Q – 7

Legenda

Escala 1:1000

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Q – 6

Legenda

Não Classificado

A

B

C

D

E

F

G

Escala 1:750

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Q – 5

Legenda

Escala 1:750

Tnel de Desvio

Perfil Geomecnico Q - 4

Legenda

Escala 1:1250

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Q – 3

Legenda

Escala 1:1000

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Q – 2

Legenda

■	Não Classificado	■	E
■	A	■	F
■	B	■	G
■	C		
■	D		

Escala 1:750

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Q – 1

WNW ESE

Legenda

Escala 1:750

Apêndice 15 – Perfis Integrados

Tnel de Desvio

Perfil Geomecnico Integrado

SSW NNE

Escala 1:1250

Túnel de Desvio

Geomecânico Integrado 8

SSW

NNE

Escala 1:1250

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Integrado 7

Túnel de Desvio

Perfille Geometrie

Escala 1:750

Gráfico Correlação Q X RMR

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Integrado 5

NW

SE

Legenda

R = recuperação
A = alteração
F = Fraturamento
H = condutividade hidráulica

Gráfico Correlação Q X RMR

Escala 1:750

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Integrado 4

SM - 348
COTR: 202,171
Proj: 0,0 m

SR - 319
COTR: 187,330
Proj: 25,75 m

SR - 103
COTR: 181,895
Proj: 5,91 m

Gráfico Correção Q x RMR

Escala 1:1250

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Integrado 3

NW

SE

Escala 1:1000

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Integrado 2

Legenda

R = recuperação
A = alteração
F = Fraturamento
H = condutividade hidráulica

Escala 1:750

Túnel de Desvio

Perfil Geomecânico Integrado 1

Apêndice 16 – Correlação das Classificações Q e RMR

SR-01

RMR
59
16
84
35
84
37

Q
0,586667
0,66
10,66667
0,122222
17,6
2,145

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
46,87134062	39,20031368	39,85353897	52,32018821	58,1335076	36,20036596	
47,66193569	40,260361	40,54845888	52,9562166	58,72242278	37,43708784	
66,33984384	65,30411253	56,96602932	67,98246752	72,63561807	66,65479795	
36,34231999	25,08277042	30,59870505	43,84966225	50,29042801	19,72989883	
69,7011978	69,81109012	59,92060352	70,68665407	75,13949451	71,91293847	
55,57342162	50,86825597	47,50252336	59,32095358	64,61569776	49,8129653	

Desvio padrão médio	16,64490558	18,37000113	16,31514304	15,65533401	15,53699359	15,83555818
---------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Goel <i>et al</i> (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-10	12	37	7,5	4,4	41,85283633	
-10	4	2	3,75	2,475	37,24992317	
-5	12	67	3,75	40	59,51103563	
-12	4	19	3,75	0,458333	23,75873154	
-5	12	67	3,75	66	63,51723794	
-10	7	20	3,75	8,04375	46,67916314	

desvio padão médio	17,21263
--------------------	----------

SR-05

RMR
57
24
64

Q
8,1
0,44
22,93333

RMR Calculado					
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984
64,49221914	62,82677656	55,34199796	66,49606593	71,25932031	63,76457265
44,94033224	36,61117503	38,15621474	50,76670502	56,69509724	33,1797042
71,47789363	72,19332311	61,48228959	72,11599386	76,46295728	74,69221029

Desvio padrão médio	13,23216092	14,97752773	12,61242867	12,23096108	12,33786339	18,66995626
---------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Goel <i>et al</i> (1996)					
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado
-12	12	33	3,75	30,375	57,30895921
-5	4	15	3,75	1,65	34,0062023
-5	12	47	3,75	86	65,63477837

desvio padrão médio	14,65626
---------------------	----------

SR-07

RMR
50
53
53

Q
0,041556
0,3905
2

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
29,1010259	15,37348347	24,23372805	38,02409008	44,89637971	8,402397382	
44,139241	35,53705421	37,45206887	50,12223253	56,09836345	31,92656325	
55,10361182	50,23832463	47,08956837	58,94299478	64,2657359	49,0780454	

Desvio padrão médio	7,180342003	11,60191658	8,857552724	4,466112028	4,425757667	15,13353671
---------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Goel <i>et al</i> (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N		RCR calculado
-10	7	33	3,75	0,155833		15,12825425
-12	12	29	3,75	1,464375		33,05142824
-12	12	29	3,75	7,5		46,11922416

desvio padrão médio	6,507066
---------------------	----------

SR-11

RMR
57
77

Q
2,7667
13,5

RMR Calculado					
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984
57,2818075	53,15889747	49,00416612	60,69533848	65,88827637	52,48538038
67,92103398	67,42420717	58,35586914	69,2545243	73,81344843	69,1282417

Desvio padrão médio	7,65980662	8,566327425	8,329995592	7,139796455	6,981293014	9,146106875
---------------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Goel <i>et al</i> (1996)					
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado
-12	12	33	3,75	10,37513	48,71528891
-12	12	53	5	67,5	63,69702078

desvio padrão médio	8,745433
---------------------	----------

Desvio padrão médio

desvio padrão médio

SR-103

RMR
57
82
30
82
9
30
52
34
57
53
79
92
55
11
92

Q
1,1
54,83005
0,007407
4,75
0,002963
0,017778
0,122222
0,44
5,733333
0,45
3,1125
213,3333
3,7
0,5
213,3333

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
51,09075052	44,85779162	43,56233006	55,71467497	61,2765509	42,80075689	
77,32864978	80,03814609	66,62500688	76,82288765	80,82119227	83,84450377	
17,5253241	-0,147473006	14,05887881	28,7115162	36,27362611	-9,705385174	
60,90973412	58,02330156	52,19305325	63,61398094	68,59072309	58,16051849	
11,37490583	-8,394089593	8,652763489	23,76354624	31,69217245	-19,32643786	
23,40173291	7,73174563	19,22414436	33,43904738	40,65096979	-0,512963431	
36,34231999	25,08277042	30,59870505	43,84966225	50,29042801	19,72989883	
44,94033224	36,61117503	38,15621474	50,76670502	56,69509724	33,1797042	
62,17266999	59,71667386	53,30315286	64,63000431	69,53148548	60,1361195	
45,09117679	36,81343073	38,28880459	50,88805844	56,80746152	33,41566919	
58,0723217	54,21883636	49,69901494	61,33130181	66,47713131	53,72197575	
86,44809757	92,26570299	74,64084974	84,15942179	87,61427944	98,10998682	
59,23292239	55,77499538	50,71916364	62,26499723	67,3416641	55,53749461	
45,79838818	37,76167537	38,91043163	51,45700522	57,3342641	34,5219546	
86,44809757	92,26570299	74,64084974	84,15942179	87,61427944	98,10998682	

Desvio padrão médio	19,75452448	23,35456494	19,38663455	17,89403832	17,65749323	26,16270264
---------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Goel <i>et al</i> (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-5	12	40	3,75	4,125	41,33652816	
-10	12	60	7,875	431,7867	78,54345311	
-10	7	13	7,5	0,055556	6,877025937	
-5	12	65	3,75	17,8125	53,03920366	
-10	7	-8	7,5	0,022222	-0,453299918	
-10	7	13	7,5	0,133333	13,88077584	
-10	12	30	3,75	0,458333	23,75873154	
-5	7	22	3,75	1,65	34,0062023	
-12	12	33	3,75	21,5	54,54442348	
-12	12	29	5	2,25	36,48744173	
-10	12	57	5	15,5625	51,95891339	
0	12	80	5	1066,667	85,7783504	
-10	12	33	5	18,5	53,34216586	
-5	4	2	5	2,5	37,33032585	
0	12	80	5	1066,667	85,7783504	

desvio padrão médio	21,60429
---------------------	----------

SR-105

RMR
82
70
92
82
92
6
87
24
82
92
87
70
92

Q
40
8,4
284,4444
18,4
187,7333
0,007333
20
0,005556
9,7
284,4444
20
9,866667
284,4444

RMR Calculado					
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984
75,21186556	77,19991509	64,76438878	75,11994905	79,24439727	80,53323427
64,73632968	63,15408535	55,55656706	66,69245121	71,44115853	64,14643291
88,37910595	94,85484164	76,33817396	85,71290498	89,0526898	101,1306486
69,99957137	70,21115598	60,18286892	70,92669359	75,36175332	72,37968198
85,59004164	91,11520265	73,88663285	83,46912159	86,97511258	96,76773642
17,45786324	-0,237926029	13,99958183	28,65724438	36,22337443	-9,8109137
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887
15,59431573	-2,736611658	12,36155458	27,15803301	34,83521575	-12,72604693
65,70219058	64,44913297	56,40554272	67,46947978	72,16062943	65,6573218
88,37910595	94,85484164	76,33817396	85,71290498	89,0526898	101,1306486
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887
65,81654258	64,60245865	56,50605623	67,56147519	72,24581036	65,83620176
88,37910595	94,85484164	76,33817396	85,71290498	89,0526898	101,1306486

Desvio padrão médio

17,87475833 20,66776985 19,15094582 16,24074233 15,58362335 22,92232611

Goel <i>et al</i> (1996)					
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado
-5	12	65	3,75	150	70,08508235
-5	12	53	3,75	31,5	57,59990037
0	12	80	3,75	1066,667	85,7783504
-10	12	60	3,75	69	63,87285204
0	12	80	3,75	704	82,45422685
-10	4	-8	7,5	0,055	6,79662325
-5	12	70	3,75	75	64,53990491
-5	7	12	7,5	0,041667	4,575569357
-5	12	65	3,75	36,375	58,7510538
0	12	80	3,75	1066,667	85,7783504
-5	12	70	3,75	75	64,53990491
-5	12	53	3,75	37	58,8873433
0	12	80	3,75	1066,667	85,7783504

desvio padrão médio

18,44102

SR-313

RMR
7
60
87
24
97
11
97
97
97
97
97
11
92
6
87
11
92
19
55
55
55
32
97
21
87
50
82
67

Q
0,0104
4,8667
135,1111
0,0978
93,8667
0,055
469,3333
3,3
93,8667
0,22
93,8667
0,0044
711,1111
0,0222
6,6667
0,0083
711,1111
0,2222
203,1746
9,8667
5,3
0,1444
20
0,0533
13,3333
0,4917
10
5,9

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
19,80297735	2,906454744	16,06089811	30,54387285	37,97025264	-6,142469465	
61,07265152	58,2417448	52,33625493	63,74504688	68,71208045	58,41536894	
83,3821976	88,15487663	71,94597468	81,69292598	85,33048701	93,31402273	
34,84603888	23,07652368	29,28349886	42,64591421	49,17584649	17,38927763	
80,9374322	84,87688122	69,79706658	79,72612873	83,50937845	89,48969475	
30,98249678	17,89620116	25,88750965	39,53772069	46,29788953	11,34556802	
91,74045944	99,36181859	79,29274774	88,41709116	91,55656589	106,3887884	
58,46496579	54,74530222	50,04414256	61,64718133	66,76961234	54,33618592	
80,9374322	84,87688122	69,79706658	79,72612873	83,50937845	89,48969475	
40,28772042	30,37285041	34,06664638	47,02371024	53,22936134	25,90165881	
80,9374322	84,87688122	69,79706658	79,72612873	83,50937845	89,48969475	
14,0290484	-4,835356643	10,98571065	25,89878601	33,66924631	-15,17458275	
94,52952412	103,1014581	81,74428919	90,66087485	93,63414338	110,7517011	
24,89282371	9,731033089	20,53478836	34,63861985	41,76168505	1,819538604	
63,18507204	61,07412486	54,19303741	65,44447492	70,28562492	61,71981234	
18,28901613	0,876502122	14,73015139	29,32590127	36,84250118	-8,510747524	
94,52952412	103,1014581	81,74428919	90,66087485	93,63414338	110,7517011	
40,35451003	30,46240338	34,12535333	47,07744203	53,27911299	26,00613728	
86,12060325	91,82659137	74,35298768	83,89595482	87,37032854	97,59768993	
65,81656526	64,60248906	56,50607616	67,56149344	72,24582726	65,83623724	
61,64514849	59,00936139	52,83947024	64,20561683	69,1385341	59,31092162	
37,46157148	26,58348753	31,58250849	44,75009252	51,12415974	21,48073545	
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887	
30,77175168	17,61362947	25,70226821	39,36817768	46,14090526	11,01590105	
67,83763351	67,31238199	58,28256153	69,18742919	73,75132333	68,99777899	
45,68602882	37,61102146	38,81166962	51,36661288	57,25056748	34,3461917	
65,90664192	64,72326584	56,58525205	67,6339595	72,31292546	65,97714348	
62,36501267	59,97457116	53,47221887	64,78474269	69,67476175	60,43699968	

Desvio padrão médio

25,68471121

29,17835955

24,51648045

23,75819057

23,41013488

31,06322201

Goel et al (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-12	7	-12	3,75	0,039	4,046450937	
-10	12	38	3,75	18,25013	53,23337543	
-5	12	70	3,75	506,6666	79,82282594	
-5	7	12	5,625	0,550125	25,21912197	
0	12	85	3,75	352,0001	76,90905225	
-5	4	2	3,75	0,20625	17,37066997	
0	12	85	0,75	352	76,90904884	
-5	4	88	3,75	12,375	50,12542647	
-5	12	80	3,75	352,0001	76,90905225	
-10	4	83	7,5	1,65	34,0062023	
-10	12	75	3,75	352,0001	76,90905225	
-5	4	2	3,75	0,0165	-2,835159185	
-5	12	75	0,75	533,3333	80,23317283	
-10	4	-8	1,875	0,041625	4,567565355	
-10	7	70	5,625	37,50019	58,99476746	
-5	7	-1	3,75	0,031125	2,242048606	
0	12	80	0,75	533,3333	80,23317283	
-5	4	10	5,625	1,249875	31,78434837	
-5	12	38	1,875	380,9524	77,54139494	
-10	12	33	3,75	37,00013	58,88737033	
-10	12	33	3,75	19,875	53,91570128	
-10	12	10	5,625	0,81225	28,33642316	
-10	12	75	3,75	75	64,53990491	
-5	7	9	3,75	0,199875	17,11949514	
-12	12	63	1,875	24,99994	55,7509866	
-10	7	33	7,5	3,68775	40,44013213	
-10	12	60	2,5	25	55,7510066	
-10	12	45	2,5	14,75	51,52994466	

desvio padrão médio

26,5677

SR-315

RMR
87
25
67
25
11
40
4
58
52
97
28
60
9
97
20
92
24
77
25
67
87
55
82
4
64
87

Q
189,6296
0,166667
26,4
0,031944
0,003704
1,76
0,001692
6,16
0,946
284,4444
0,06875
284,4444
0,161333
142,2222
0,0836
26,66667
0,073333
40
0,666667
12,4
20
5,6
20
0,0055
2,766667
53,33333

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
85,6575025	91,20565567	73,94592983	83,5233934	87,02536426	96,87326495	
38,42417291	27,87416478	32,42861913	45,52449887	51,84120265	22,98652557	
72,42280125	73,46027609	62,31284766	72,87616565	77,16682005	76,17032211	
27,33546992	13,00618704	22,68183372	36,60371222	43,58121502	5,640551541	
12,87271228	-6,385797631	9,969310442	24,96852142	32,80789021	-16,98343057	
54,24555588	49,08782428	46,33535147	58,25269457	63,62656905	47,735795	
7,615368928	-13,43495965	5,34819312	20,73902421	28,89168908	-25,20745292	
62,65447675	60,362691	53,72665299	65,0176146	69,89038389	60,88980616	
50,07838204	43,50038561	42,67247501	54,90023137	60,52243645	41,21711655	
88,37910595	94,85484164	76,33817396	85,71290498	89,0526898	101,1306486	
32,48030324	19,90449312	27,2040566	40,74269587	47,41360729	13,6885753	
88,37910595	94,85484164	76,33817396	85,71290498	89,0526898	101,1306486	
38,2058675	27,58145605	32,2367323	45,34887363	51,6785867	22,64503206	
83,72649413	88,61651702	72,2486056	81,96991021	85,5869539	93,85260319	
33,79300616	21,66459417	28,35790062	41,7987565	48,39144121	15,74202653	
72,49026211	73,55072911	62,37214464	72,93043747	77,21707173	76,27585063	
32,91350516	20,48533981	27,58483387	41,09120388	47,73629989	14,36622978	
75,21186556	77,19991509	64,76438878	75,11994905	79,24439727	80,53323427	
47,72939655	40,35081403	40,60775586	53,01048842	58,77267446	37,54261636	
67,35053403	66,65926825	57,85440919	68,79556095	73,38848236	68,23581296	
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887	
62,01472623	59,50489938	53,16432293	64,50293963	69,41383299	59,88904928	
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887	
15,52685486	-2,827064681	12,3022576	27,10376119	34,78496407	-12,83157546	
57,28172663	53,15878904	49,00409503	60,69527342	65,88821613	52,48525387	
77,14287393	79,78905374	66,46171301	76,67343224	80,68280763	83,55389603	

Desvio padrão médio

23,87682044 27,37930435 22,71339679 21,9597638 21,69241479 29,62401492

Goel et al (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-5	12	70	1,875	355,5556	76,98945209	
-10	7	8	3,75	0,625	26,23997097	
-5	12	50	3,75	99	66,7609588	
-10	7	8	3,75	0,119792	13,02399075	
-5	4	2	3,75	0,013889	-4,213328952	
-10	7	23	3,75	6,6	45,09655719	
-12	4	-12	7,5	0,012692	-4,9340733	
-12	12	34	3,75	23,1	55,11866094	
-12	7	33	3,75	3,5475	40,12994504	
0	12	85	1,875	533,3333	80,23317296	
-12	7	9	7,5	0,515625	24,70099582	
-10	12	38	1,875	533,3333	80,23317296	
-10	7	-8	5,625	0,9075	29,2235063	
0	12	85	3,75	533,3333	80,23317296	
-12	7	1	7,5	0,627	26,26553009	
-5	12	75	3,75	100	66,84136149	
-5	7	12	7,5	0,55	25,21730399	
-5	12	60	3,75	150	70,08508235	
-12	12	1	3,75	2,5	37,33032585	
-5	12	50	3,75	46,5	60,7156185	
-5	12	70	5	100	66,84136149	
-12	12	31	5	28	56,65763608	
-10	12	60	5	100	66,84136149	
-12	4	-12	5	0,0275	1,251445806	
-5	12	47	7,5	20,75	54,26036997	
-5	12	70	5	266,6667	74,68799551	

desvio padrão médio

25,79539

SR-317

RMR
62
4
40
11
55
55
11
87
11
67
17
55
55
55
67
55
19
45
45
82
54
24
32
27
11
72
77
14
67
27
72
34
59
24
65
31
67
40
62
62
62
50
67
34
60
57
82

Q
0,726
0,0042
0,1788
0,0017
1,485
5,874
0,0021
2,9333
0,0025
6,5333
0,0025
24,6
0,05
9,3
19,4
22,8
0,0246
5,6
12,9
213,3333
0,0031
0,4222
0,12
0,0333
153,6
27
0,0028
8,1
6,0667
0,66
39,2
0,0889
34,4
0,0073
14,2222
3,8222
67,5556
0,4049
48
5,8667
142,2222
6,8
136,5333
2,6667
68,2667
11,7333
52,8

Desvio padrão médio

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
48,30168621	41,11815262	41,11078894	53,47089157	59,19897368	38,43784473	
13,7167921	-5,254036783	10,71124255	25,64757793	33,43664623	-15,66304291	
38,89586002	28,50661325	32,84322424	45,90396795	52,19256292	23,72438213	
7,64581025	-13,39414325	5,374950535	20,76351405	28,91436486	-25,15983379	
53,10514258	47,55873295	45,33294716	57,33523977	62,77707386	45,95185511	
62,33536767	59,93482249	53,44616141	64,7608935	69,65267916	60,39062624	
9,06418028	-11,49236141	6,621674188	21,90458316	29,97091033	-22,94108831	
57,67429444	53,68515262	49,34915561	61,01109157	66,18064035	53,09934473	
10,23449252	-9,923180924	7,650359172	22,84609145	30,84267726	-21,11037774	
63,0493976	60,89220958	54,07378184	65,33532575	70,18456088	61,50757784	
10,23449252	-9,923180924	7,650359172	22,84609145	30,84267726	-21,11037774	
71,94879495	72,82471799	61,89620401	72,49483079	76,81373221	75,42883765	
30,34274626	17,03840954	25,32517959	39,02304572	45,82133863	10,34481113	
65,41952566	64,0701296	56,15708496	67,24207776	71,950072	65,2151512	
70,3548024	70,68745759	60,49511109	71,21247456	75,62636533	72,93536719	
71,43875475	72,14084482	61,44788716	72,08450689	76,43308268	74,63098563	
25,58186919	10,65492048	21,14044787	35,19295229	42,27495582	2,897407222	
62,01472623	59,50489938	53,16432293	64,50293963	69,41383299	59,88904928	
67,61587688	67,0150458	58,08764114	69,00902748	73,58613656	68,65088677	
86,44809653	92,26570158	74,64084882	84,15942095	87,61427866	98,10998518	
11,67838463	-7,987178507	8,919516312	24,0076929	31,91823416	-18,85170826	
44,66314384	36,23951471	37,91257075	50,54370882	56,48861928	32,74610049	
36,21915507	24,91762817	30,49044514	43,7505769	50,19868232	19,53723287	
13,38021906	22,9273025	36,82813144	36,82813144	43,78901059	6,076922239	
84,24307973	89,30916639	72,70267574	82,38549983	85,9717591	94,66069412	
72,5736458	73,66253179	62,44543751	72,99751908	77,27918433	76,40628709	
10,99518865	-8,903222756	8,318998415	23,45806635	31,40932069	-19,92042655	
64,49221914	62,82677656	55,34199796	66,49606593	71,25932031	63,76457265	
62,55203378	60,2253332	53,63660732	64,93519992	69,814074	60,7295554	
47,66193569	40,260361	40,54845888	52,9562166	58,72242278	37,43708784	
75,07625893	77,01809072	64,64519281	75,01085443	79,14338373	80,32110584	
34,205602	22,21781177	28,72056549	42,13068706	48,69878432	16,38744707	
74,19949708	75,84250908	63,87453373	74,30550545	78,49028282	78,94959393	
17,42728323	-0,278928377	13,97270251	28,63264297	36,20059535	-9,858749774	
68,27084172	67,89323712	58,66334433	69,53594227	74,07402062	69,6754433	
59,45102752	56,06743556	50,91087442	62,44046133	67,50413087	55,87867482	
78,72959075	81,91655866	67,85641068	77,9499352	81,86475481	86,03598511	
44,38230784	35,8629636	37,66572058	50,31777816	56,27942422	32,30679086	
76,43566255	78,8408091	65,84008596	76,10448546	80,15600505	82,44761061	
62,32702067	59,92363066	53,43882454	64,75417839	69,64646148	60,3775691	
83,72649308	88,61651561	72,24860468	81,96990937	85,58695312	93,85260154	
63,31795965	61,25230351	54,30984341	65,55138211	70,38461306	61,92768743	
83,45248302	88,24911687	72,00775439	81,74947012	85,3828427	93,42396968	
57,0347041	52,82757578	48,78696634	60,49654547	65,70420876	52,09883841	
78,79987611	82,01079884	67,91819035	78,0064793	81,91711046	86,14593197	
66,97957529	66,16187858	57,52834262	68,49712715	73,11215477	67,65552501	
77,07541307	79,69860072	66,40241603	76,61916043	80,63255595	83,4483675	

19,96671563 23,35554503 18,57136502 18,124864 17,90063163 25,63736532

Goel et al (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-10	12	40	7,5	5,445	43,55758205	
-12	4	-12	7,5	0,0315	2,337858135	
-10	12	18	7,5	1,341	32,34732483	
-5	4	2	7,5	0,01275	-4,897792059	
-10	12	33	3,75	5,56875	43,7373649	
-5	4	46	3,75	22,0275	54,73833338	
-5	12	-6	10	0,021	-0,90586273	
-5	4	78	7,5	21,99975	54,72824872	
-10	12	-11	5	0,0125	-5,056213077	
-12	7	48	5	32,6665	57,8908007	
-5	12	0	10	0,025	0,488964367	
-10	12	33	5	123	68,49747484	
-10	12	33	10	0,5	24,45482256	
-10	7	38	5	46,5	60,7156185	
-10	12	45	2,5	48,5	61,05251038	
-10	12	33	2,5	57	62,34441014	
-10	12	-3	2,5	0,0615	7,690255167	
-10	12	23	2,5	14	51,11245864	
-10	12	23	2,5	32,25	57,78814435	
-10	12	60	2,5	533,3333	80,23317171	
-5	4	45	10	0,031	2,209855404	
-10	12	2	7,5	3,1665	39,22101502	
-5	12	15	7,5	0,9	29,15711587	
-5	7	15	10	0,333	21,20309769	
-5	12	-6	2,5	384	77,60514042	
-10	12	50	2,5	67,5	63,69702078	
-10	12	55	10	0,028	1,39559385	
-10	12	-8	2,5	20,25	54,06523835	
-10	12	45	7,5	45,50025	60,54174256	
-5	7	15	2,5	1,65	34,0062023	
-5	12	55	2,5	98	66,67973983	
-5	3	26	7,5	0,66675	26,75727907	
-10	12	37	2,5	86	65,63477837	
-5	12	7	7,5	0,05475	6,760176718	
-10	12	43	1,875	26,66663	56,26730227	
-10	12	9	5,625	21,49988	54,54437697	
-10	12	45	1,875	126,6668	68,73247698	
-10	12	18	5,625	2,277563	36,58484634	
-12	12	38	2	96	66,51478553	
-12	12	38	5,625	33,00019	57,97210595	
-5	12	45	2	284,4444	75,20430243	
0	12	38	5,625	38,25	59,15314848	
-10	12	45	1,875	255,9999	74,3614176	
-5	12	17	1,875	5,000063	42,8756033	
-12	12	36	1,875	128,0001	68,81624602	
-12	12	33	5,625	65,99981	63,51721521	
0	12	70	1,875	99	66,7609588	

desvio padão médio 20,81752

SR-319

RMR
77
82
63
92
43
82
32
9
87
75

Q
5,514667
568,8889
9,768
284,4444
9,066667
13,2
4,5
0,066667
10
51,73333

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
61,91165626	59,36670089	53,07372614	64,42002053	69,33705605	59,7278177	
93,03171777	101,0931663	80,42774233	89,45589976	92,5184257	108,408694	
65,74908171	64,51200563	56,44675925	67,50720338	72,19555868	65,73067324	
88,37910595	94,85484164	76,33817396	85,71290498	89,0526898	101,1306486	
65,24896802	63,84144216	56,00716764	67,1048653	71,82302342	64,94834919	
67,77018943	67,22195147	58,22327929	69,13317088	73,70108415	68,89227671	
60,54681871	57,53669657	51,87405664	63,32201794	68,32038698	57,59281267	
32,27375464	19,62754819	27,02250381	40,57652891	47,25974899	13,36547289	
65,90664192	64,72326584	56,58525205	67,6339595	72,31292546	65,97714348	
76,9384226	79,51492087	66,28200368	76,50895252	80,5305116	83,23407435	

Desvio padrão médio	16,12412572	18,05386105	16,89075876	15,13628659	15,11352873	19,54336019
---------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Goel et al (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-5	12	60	5,625	31,02	57,47705726	
-10	12	60	1,875	1066,667	85,7783504	
-12	12	39	3,75	36,63	58,80694061	
0	12	80	1,875	533,3333	80,23317296	
-12	12	19	3,75	34	58,2108842	
-5	12	65	3,75	49,5	61,21578136	
-5	7	20	3,75	16,875	52,60666589	
-10	7	-8	3,75	0,25	18,90964511	
-5	12	70	5	50	61,29618404	
-12	12	51	2,5	129,3333	68,89914441	

5	
desvio padrão médio	17,82855

SR-321

RMR
92
11
52
62
49
49
57
62
87
67
87

Q
60
0,00625
9,8
4,75
0,675
2,933333
11,352
9,9
213,3333
29,1
60

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
77,93346901	80,84910106	67,15663292	77,30946064	81,27172281	84,7906179	
16,3849108	-1,676564337	13,05647449	27,7940614	35,42413092	-11,48932506	
65,77103529	64,54144147	56,46605608	67,52486488	72,21191193	65,76501505	
60,90973412	58,02330156	52,19305325	63,61398094	68,59072309	58,16051849	
47,81278024	40,46261671	40,68104873	53,07757002	58,83478706	37,67305282	
57,67437071	53,6852549	49,34922265	61,01115294	66,18069716	53,09946404	
66,75782094	65,86454546	57,33342425	68,31872728	72,9469697	67,30863637	
65,83918105	64,63281281	56,52595507	67,57968769	72,26267379	65,87161495	
86,44809757	92,26570299	74,64084974	84,15942179	87,61427944	98,10998682	
73,07640585	74,33664357	62,88735523	73,40198614	77,65369087	77,19275083	
77,93346901	80,84910106	67,15663292	77,30946064	81,27172281	84,7906179	

Desvio padrão médio	14,63534922	16,66373645	13,67787316	13,70075408	14,23832062	17,75119562
---------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Goel et al (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
0	12	80	5	300	75,6302598	
-5	4	2	5	0,03125	2,274112778	
-10	12	30	2,5	24,5	55,58938494	
-10	12	40	7,5	35,625	58,58438111	
-10	12	27	7,5	5,0625	42,97488346	
-10	12	27	7,5	22	54,72833963	
-12	12	33	5	56,76	62,31065482	
-5	12	45	5	49,5	61,21578136	
-5	12	70	5	1066,667	85,7783504	
-5	12	50	5	145,5	69,84140869	
-5	12	70	5	300	75,6302598	

desvio padrão médio	19,01694
---------------------	----------

SR-323

RMR
92
84
88
89
90
81
92
93
94

Q
19,8
22,6667
23,7037
6,5333
13,3333
12,144
19,4
71,1111
14,55

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
70,49179287	70,87113744	60,61552343	71,32268246	75,72840969	73,14966035	
71,39939618	72,08807198	61,41329163	72,05284319	76,40448444	74,56941731	
71,699666	72,49068039	61,67722381	72,29440823	76,62815577	75,03912712	
63,0493976	60,89220958	54,07378184	65,33532575	70,18456088	61,50757784	
67,83763351	67,31238199	58,28256153	69,18742919	73,75132333	68,99777899	
67,21050705	66,47151699	57,7313278	68,68291019	73,2841761	68,01676982	
70,3548024	70,68745759	60,49511109	71,21247456	75,62636533	72,93536719	
79,07388126	82,37819098	68,15903631	78,22691459	82,12121721	86,57455615	
68,42379403	68,09831894	58,79778686	69,65899137	74,18795497	69,91470543	

Desvio padrão médio	9,636618284	9,838936907	14,54190865	9,168112248	7,090535915	9,020227078
---------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Goel <i>et al</i> (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-5	12	75	3,75	74,25	64,45950222	
-5	12	67	3,75	85,00013	65,54122182	
-5	12	71	3,75	88,88888	65,89909595	
-5	12	72	3,75	24,49988	55,58934412	
-5	12	73	3,75	49,99988	61,29616404	
-5	12	64	3,75	45,54	60,54872849	
-5	12	75	3,75	72,75	64,29623125	
-5	12	76	5	355,5555	76,98945084	
-5	12	77	2,5	36,375	58,7510538	

desvio padrão médio	5,807678
---------------------	----------

SR-343

RMR
82
6
59
17
34
21
62
29
43
11
50
16
45
34
82
35
50
29
57
21
48
87
34
87
52
69
77
87

Q
20
0,022222
30
0,022222
6,933333
1,333333
6,333333
0,966667
1,6
0,2
4,166667
0,066667
0,477778
0,008889
20
3,133333
9,066667
1,688889
5,066667
0,008333
3,5
20
0,04642
53,33333
1,185185
17,2
153,6
120

RMR Calculado					
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887
24,89953937	9,740037592	20,54069131	34,64402256	41,76668755	1,830043857
73,28085718	74,61077643	63,06706455	73,56646586	77,80598691	77,51257251
24,89953937	9,740037592	20,54069131	34,64402256	41,76668755	1,830043857
63,44829967	61,42706628	54,42441012	65,65623977	70,48170349	62,13157733
52,38200837	46,58913865	44,69732423	56,75348319	62,23841036	44,82066176
62,84074249	60,61244021	53,89037747	65,16746413	70,02913345	61,18118025
50,22344261	43,69488603	42,79998085	55,01693162	60,63049224	41,44403371
53,60580536	48,23003266	45,77302141	57,7380196	63,15001815	46,73503811
39,6479699	29,51505879	33,50431632	46,50903527	52,75281044	24,90090192
60,03023311	56,8440472	51,4199865	62,90642832	67,93558178	56,78472173
32,27375464	19,62754819	27,02250381	40,57652891	47,25974899	13,36547289
45,49323109	37,35251401	38,64220363	51,2115084	57,10695223	34,04459968
18,74912109	1,493421005	15,13457599	29,6960526	37,18523389	-7,791008827
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887
58,11710038	54,27887661	49,73837466	61,36732596	66,510487	53,79202271
65,24896802	63,84144216	56,00716764	67,1048653	71,82302342	64,94834919
53,96872077	48,71663765	46,09201802	58,02998259	63,42035425	47,30274393
61,34293604	58,60414825	52,57383052	63,96248895	68,9134157	58,83817296
18,31591917	0,912574315	14,75379872	29,34754459	36,86254129	-8,468663299
58,85992087	55,27486672	50,39130151	61,96492003	67,06381484	54,95401117
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887
29,84403631	16,36972822	24,88682184	38,62183693	45,44984901	9,564682929
77,14287393	79,78905374	66,46171301	76,67343224	80,68280763	83,55389603
51,5914133	45,52909133	44,00240432	56,1174548	61,64949518	43,58393989
69,54688526	69,60418445	59,78496536	70,56251067	75,02454692	71,67154853
84,24307973	89,30916639	72,70267574	82,38549983	85,9717591	94,66069412
82,58608083	87,08742569	71,24620128	81,05245541	84,73745871	92,0686633

Desvio padrão médio	18,39499952	20,45463291	16,88485848	17,63428639	18,21966538	21,89446353
---------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Goel et al (1996)					
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado
-10	12	60	3,75	75	64,53990491
-10	4	-8	3,75	0,083333	10,1207468
-5	12	42	3,75	112,5	67,78362577
-12	7	-2	7,5	0,166667	15,66592425
-5	12	17	3,75	26	56,0647723
-5	4	12	3,75	5	42,8755033
-10	12	40	3,75	23,75	55,34066024
-10	12	7	5,625	5,4375	43,54655517
-12	12	19	3,75	6	44,33407575
-5	4	2	5,625	1,125	30,94226429
-10	12	28	2,25	9,375	47,90437257
-10	4	2	7,5	0,5	24,45482256
-10	12	23	5,625	2,6875	37,90889115
-5	7	22	5,625	0,05	6,034141812
-5	12	65	3,75	75	64,53990491
-5	7	23	3,75	11,75	49,71082592
-10	12	28	3,75	34	58,2108842
-10	7	12	5,625	9,5	48,01033439
-12	12	33	5,625	28,5	56,7992327
-5	4	12	7,5	0,0625	7,819290222
-12	12	24	3,75	13,125	50,59615047
-5	12	70	3,75	75	64,53990491
-5	12	17	7,5	0,348148	21,55898259
-5	12	70	2,5	133,3333	69,14281807
-12	12	28	7,5	8,888889	47,47841646
-5	12	52	5	86	65,63477837
-5	12	60	2,5	384	77,60514042
-5	12	70	2,5	300	75,6302598

desvio padrão médio	20,52878
---------------------	----------

SR-347

RMR
72
60
16
82
11
82
30
82
50
11
97
30
87
67
29
65
35
47
82
30
77
6
72
14
60
19
82
64
82
72
87

Q
568,8889
4,004
0,073333
13,33333
0,016667
80
0,4
80
2,192593
0,0011
187,7333
0,146667
26,66667
25,6
1,155556
20
2,266667
4,044444
106,6667
3,872
278,7556
0,002963
106,6667
0,016667
6,333333
0,014815
80
8,7
20
38,4
20

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
93,03171777	101,0931663	80,42774233	89,45589976	92,5184257	108,408694	
59,76293259	56,48564475	51,18503378	62,69138685	67,73646931	56,36658555	
32,91350516	20,48533981	27,58483387	41,09120388	47,73629989	14,36622978	
67,83765029	67,31240449	58,28257628	69,18744269	73,75133583	68,99780524	
22,96853099	7,15089894	18,84336708	33,09053936	40,32827719	-1,190617903	
79,86447738	83,43823971	68,85395714	78,86294383	82,71013317	87,81127966	
44,30058172	35,75338341	37,59388468	50,25203005	56,21854634	32,17894732	
79,86447738	83,43823971	68,85395714	78,86294383	82,71013317	87,81127966	
55,72072387	51,06576208	47,63199959	59,43945725	64,72542338	50,0433891	
4,723824761	-17,31200589	2,806573915	18,41279646	26,7377745	-29,73067354	
85,59004164	91,11520265	73,88663285	83,46912159	86,97511258	96,76773642	
37,56611698	26,72366443	31,67440224	44,83419866	51,2020358	21,64427517	
72,49026211	73,55072911	62,37214464	72,93043747	77,21707173	76,27585063	
72,21625264	73,18333116	62,13129487	72,7099987	77,01296176	75,84721969	
51,42147258	45,30123106	43,85302925	55,98073864	61,52290614	43,3181029	
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887	
55,94374438	51,36479291	47,82803091	59,61887575	64,89155162	50,3922584	
59,83039346	56,57609778	51,24433076	62,74565867	67,78672099	56,47211407	
81,79548575	86,02737836	70,55128137	80,41642702	84,14854354	90,83194142	
59,53791822	56,18394052	50,9872499	62,51036431	67,56885585	56,01459728	
88,24349932	94,67301728	76,21897799	85,60381037	88,95167626	100,9185202	
11,37490583	-8,394089593	8,652763489	23,76354624	31,69217245	-19,32643786	
81,79548575	86,02737836	70,55128137	80,41642702	84,14854354	90,83194142	
22,96853099	7,15089894	18,84336708	33,09053936	40,32827719	-1,190617903	
62,84074249	60,61244021	53,89037747	65,16746413	70,02913345	61,18118025	
22,17793592	6,090851619	18,14844717	32,45451097	39,73936201	-2,427339778	
79,86447738	83,43823971	68,85395714	78,86294383	82,71013317	87,81127966	
64,97187315	63,46990723	55,76360585	66,88194434	71,61661513	64,51489177	
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887	
74,93785609	76,83251714	64,52353901	74,89951028	79,0402873	80,10460333	
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887	

Desvio padrão médio

21,92125085

25,00091355

20,67497932

20,24984501

20,11766771

27,3134781

Goel et al (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-5	12	55	1,875	1066,667	85,7783504	
-12	12	36	3,75	15,015	51,67239761	
-10	4	2	5,625	0,4125	22,91584741	
-10	12	60	3,75	50	61,29618404	
-5	4	2	3,75	0,0625	7,819290222	
-10	12	60	3,75	300	75,6302598	
-10	7	13	5,625	2,25	36,48744173	
-10	12	60	3,75	300	75,6302598	
-10	12	28	5,625	12,33333	50,09844499	
-5	4	2	7,5	0,00825	-8,380336629	
0	12	85	3,75	704	82,45422685	
-5	7	18	3,75	0,55	25,21730399	
-5	12	70	3,75	100	66,84136149	
-10	12	45	3,75	96	66,51478553	
-10	12	7	3,75	4,333333	41,73069655	
-12	12	41	3,75	75	64,53990491	
-10	7	18	3,75	8,5	47,12052931	
-10	7	30	3,75	15,16667	51,7528003	
-10	12	60	3,75	400	77,93171638	
-10	7	13	3,75	14,52	51,40421608	
-5	12	60	3,75	1045,333	85,61672874	
-10	4	-8	7,5	0,022222	-0,453299918	
-10	12	50	3,75	400	77,93171638	
-5	7	2	3,75	0,0625	7,819290222	
-12	12	36	3,75	23,75	55,34066024	
-10	7	2	7,5	0,111111	12,42220338	
-10	12	60	3,75	300	75,6302598	
-10	12	42	5	43,5	60,1820875	
-10	12	60	5	100	66,84136149	
-5	12	55	2,5	96	66,51478553	
-5	12	70	2,5	50	61,29618404	

desvio padão médio

23,17569

SR-348

RMR
87
24
77
87
44
87
44
87
92
44
87
77
87

Q
213,3333
0,6667
35,2
213,3333
0,75
213,3333
3
40
213,3333
0,1278
35,5556
71,1111
71,1111

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
86,44809653	92,26570158	74,64084882	84,15942095	87,61427866	98,10998518	
47,72973216	40,35126402	40,60805085	53,01075841	58,77292445	37,54314135	
74,35380962	76,04941474	64,01017189	74,42964885	78,60523041	79,19098387	
86,44809653	92,26570158	74,64084882	84,15942095	87,61427866	98,10998518	
48,51999163	41,41086135	41,30267577	53,64651681	59,36158964	38,77933824	
86,44809653	92,26570158	74,64084882	84,15942095	87,61427866	98,10998518	
57,82521527	53,8875106	49,4818125	61,13250636	66,29306144	53,33542903	
75,21186556	77,19991509	64,76438878	75,11994905	79,24439727	80,53323427	
86,44809653	92,26570158	74,64084882	84,15942095	87,61427866	98,10998518	
36,64186081	25,48440137	30,86199645	44,09064082	50,51355631	20,19846826	
74,42127888	76,13987902	64,06947624	74,48392741	78,65548834	79,29652552	
79,07388126	82,37819098	68,15903631	78,22691459	82,12121721	86,57455615	
79,07388126	82,37819098	68,15903631	78,22691459	82,12121721	86,57455615	

Desvio padrão médio

16,94235037 19,35282398 16,46514071 15,55962338 15,13815665 21,39302389

Goel <i>et al</i> (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-5	12	70	3,75	799,9999	83,47689257	
-5	7	12	3,75	2,500125	37,33072584	
-5	12	60	3,75	132	69,06241538	
-5	12	70	5	1066,667	85,77834915	
-5	12	27	10	7,5	46,11922416	
-5	12	70	5	1066,667	85,77834915	
-5	12	27	5	15	51,66440161	
-5	12	70	5	200	72,38653893	
0	12	80	5	1066,667	85,77834915	
-5	12	27	10	1,278	31,96237085	
-5	12	70	5	177,778	71,44428465	
-5	12	60	2,5	177,7778	71,4442734	
-5	12	70	2,5	177,7778	71,4442734	

desvio padrão médio

17,41038

SR-349

RMR
54
67
92
60
45
54
87
67
64
87

Q
1,3
9,5
533,3333
4,85
1,175
2,8
26,6667
15
1,425
15

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
52,21206765	46,36127838	44,54794916	56,61676703	62,11182132	44,55482478	
65,56234594	64,26162619	56,28262161	67,35697571	72,05645899	65,43856389	
92,59851543	100,512319	80,04696469	89,10739141	92,19573279	107,7310388	
61,04957876	58,21080834	52,31597436	63,72648501	68,69489352	58,3792764	
51,53348019	45,45141333	43,95148207	56,070848	61,60634074	43,49331555	
57,36211441	53,26657475	49,07475456	60,75994485	65,94809709	52,61100388	
72,49027051	73,55074036	62,37215202	72,93044422	77,21707798	76,27586376	
68,62824536	68,37245181	58,97749619	69,82347109	74,34025101	70,23452711	
52,82830747	47,18754632	45,0896137	57,11252779	62,57085907	45,51880404	
68,62824536	68,37245181	58,97749619	69,82347109	74,34025101	70,23452711	

Desvio padrão médio	10,83933497	12,46617184	11,49645149	9,891042304	10,09170584	13,56120483
---------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Goel <i>et al</i> (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-10	12	32	7,5	9,75	48,21813828	
-10	12	45	3,75	35,625	58,58438111	
0	12	80	1	533,3333	80,23317246	
-12	12	36	3,75	18,1875	53,20587636	
-10	12	23	7,5	8,8125	47,40936935	
-10	12	32	3,75	10,5	48,81100206	
-5	12	70	3,75	100,0001	66,84137149	
-10	12	45	5	75	64,53990491	
-5	12	47	5	7,125	45,70887781	
-5	12	70	5	75	64,53990491	

desvio padão médio	13,18032
--------------------	----------

SR-352

RMR
59
87

Q
2,8333
26,6667

RMR Calculado					
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984
57,44147188	53,37297899	49,14450845	60,82378739	66,00721055	52,73514216
72,49027051	73,55074036	62,37215202	72,93044422	77,21707798	76,27586376

Desvio padrão médio	10,76219966	12,04444034	11,31041744	10,02666421	9,802466857	12,84568432
---------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Goel <i>et al</i> (1996)					
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado
-5	7	47	3,75	10,62488	48,9055836
-5	12	70	3,75	100,0001	66,84137149

desvio padrão médio	10,23395
---------------------	----------

SR-353

RMR
55
16
35
32
11
17
38
57
14
57
16
59
62
84
67
72

Q
1,804
0,0014
1,1
0,0012
0,0037
0,0416
0,0368
0,3813
0,0056
1,353
0,0489
1,925
9,6
20
3,45
15

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
54,4113001	49,31005779	46,48103789	58,38603468	63,75003211	47,99506743	
6,342576835	-15,14154738	4,22943005	19,71507157	27,94358479	-27,19847194	
51,09075052	44,85779162	43,56233006	55,71467497	61,2765509	42,80075689	
5,307871227	-16,5289035	3,319941039	18,8826579	27,17283139	-28,81705408	
12,86599663	-6,394802134	9,96340749	24,96311872	32,8028877	-16,99393582	
29,10820099	15,38310399	24,24003484	38,0298624	44,90172444	8,413621327	
28,28525743	14,2796831	23,51668114	37,36780986	44,28871283	7,126296945	
43,97920968	35,32248069	37,31140401	49,99348841	55,97915594	31,67622747	
15,64780047	-2,664898131	12,40856678	27,20106112	34,87505659	-12,64238115	
52,48029173	46,72091914	44,78371366	56,83255149	62,31162175	44,97440567	
30,19342706	16,83819906	25,19393049	38,90291943	45,71011059	10,11123223	
54,84705957	49,89433371	46,86406321	58,73660023	64,07462984	48,67672266	
65,63263245	64,35586789	56,34440228	67,41352073	72,10881549	65,54851253	
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887	
58,76333935	55,14536808	50,30640796	61,88722085	66,99187116	54,80292943	
68,62824536	68,37245181	58,97749619	69,82347109	74,34025101	70,23452711	

Desvio padrão médio	20,09006253	23,26892449	18,80658987	18,39532272	18,00851641	25,7847023
---------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------

Goel <i>et al</i> (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-12	12	31	3,75	6,765	45,29409809	
-10	4	2	7,5	0,0105	-6,451040175	
-10	7	18	3,75	4,125	41,33652816	
-10	7	15	7,5	0,009	-7,684245613	
-5	4	2	7,5	0,02775	1,32384449	
-12	7	-2	3,75	0,156	15,13680583	
-12	12	14	3,75	0,138	14,15598725	
-12	12	33	3,75	1,429875	32,86069622	
-10	12	-8	7,5	0,042	4,639314714	
-12	12	33	3,75	5,07375	42,99264151	
-10	4	2	3,75	0,183375	16,43022366	
-10	12	37	3,75	7,21875	45,81345446	
-10	12	40	3,75	36	58,66815151	
-5	12	67	3,75	75	64,53990491	
-5	12	50	5	17,25	52,78249715	
-5	12	55	5	75	64,53990491	

desvio padrão médio	20,61143
---------------------	----------

SR-354

RMR
87
34
87
34
62
16
45
19
87
19
62
16
72
11
55
21
87
57
87
72

Q
6,6667
0,0042
4,4444
0,0028
2,0222
0,0028
1,342
0,0125
20
0,0125
9,1
0,0167
18,8
0,0667
2,706
0,11
6,6667
0,6233
80
13,65

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
63,18507204	61,07412486	54,19303741	65,44447492	70,28562492	61,71981234	
13,7167921	-5,254036783	10,71124255	25,64757793	33,43664623	-15,66304291	
60,46336791	57,42480389	51,80070477	63,25488233	68,25822438	57,46227121	
10,99518865	-8,903222756	8,318998415	23,45806635	31,40932069	-19,92042655	
55,17770787	50,33767425	47,15469756	59,00260455	64,32093014	49,19395329	
10,99518865	-8,903222756	8,318998415	23,45806635	31,40932069	-19,92042655	
52,42549714	46,64744935	44,73555013	56,78846961	62,27080519	44,8886909	
21,03752262	4,561760288	17,14604286	31,53705617	38,88986683	-4,211279664	
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887	
21,03752262	4,561760288	17,14604286	31,53705617	38,88986683	-4,211279664	
65,27360035	63,87446972	56,02881904	67,12468183	71,84137207	64,98688134	
22,98194219	7,168880964	18,8551553	33,10132858	40,3382672	-1,169638875	
70,14392747	70,40471183	60,30975553	71,0428271	75,46928435	72,60549713	
32,27710995	19,63204707	27,02545308	40,57922824	47,26224837	13,37072158	
57,13290355	52,95924377	48,87328203	60,57554626	65,77735765	52,25245106	
35,6351086	24,13452578	29,97707801	43,28071547	49,76362543	18,62361341	
63,18507204	61,07412486	54,19303741	65,44447492	70,28562492	61,71981234	
47,27791231	39,74545398	40,21090872	52,64727239	58,43636332	36,83636298	
79,86447738	83,43823971	68,85395714	78,86294383	82,71013317	87,81127966	
67,99520379	67,52365569	58,42106318	69,31419342	73,86869761	69,24426498	

Desvio padrão médio	22,35789396	25,75266343	21,1852568	20,46896168	20,01996452	27,79253185
---------------------	-------------	-------------	------------	-------------	-------------	-------------

Goel et al (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-5	12	70	3,75	25,00013	55,7510466	
-10	12	12	3,75	0,01575	-3,20731931	
-5	12	70	3,75	16,6665	52,50720573	
-5	7	22	3,75	0,0105	-6,451040175	
-10	12	40	3,75	7,58325	46,20753494	
-10	4	2	3,75	0,0105	-6,451040175	
-5	12	28	3,75	5,0325	42,92733503	
-10	7	2	3,75	0,046875	5,517833642	
-5	12	70	3,75	75	64,53990491	
-10	7	2	3,75	0,046875	5,517833642	
-10	12	40	3,75	34,125	58,24024203	
-10	4	2	7,5	0,12525	13,38045169	
-5	12	55	3,75	70,5	64,04490168	
-5	4	2	3,75	0,250125	18,91364411	
-5	12	38	3,75	10,1475	48,53781896	
-5	4	12	3,75	0,4125	22,91584741	
-5	12	70	3,75	25,00013	55,7510466	
-12	12	33	3,75	2,337375	36,79222804	
-5	12	70	3,75	300	75,6302598	
-5	12	55	5	68,25	63,78541947	

desvio padão médio	23,36484
--------------------	----------

SR-355

RMR
67
19
72
11
60
87
77
64
67
82
77
82
67
82

Q
1,1
0,0018
20
0,0015
19
40
13,2
69,6
4,8
53,3333
4,224
20
6
20

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
51,09075052	44,85779162	43,56233006	55,71467497	61,2765509	42,80075689	
8,029474672	-12,87971753	5,712185177	21,07216948	29,20015693	-24,55967045	
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887	
6,805677686	-14,52061154	4,636487992	20,08763308	28,28854915	-26,47404679	
70,21495776	70,49995081	60,37218998	71,09997049	75,5221949	72,71660928	
75,21186556	77,19991509	64,76438878	75,11994905	79,24439727	80,53323427	
67,77018943	67,22195147	58,22327929	69,13317088	73,70108415	68,89227671	
78,92970861	82,18488111	68,03231095	78,11092866	82,01382284	86,34902796	
60,98002063	58,11754326	52,25483392	63,67052596	68,64307959	58,27046714	
77,14286974	79,78904811	66,46170932	76,67342887	80,68280451	83,55388947	
60,12196469	56,96704292	51,50061702	62,98022575	68,00391273	56,92821674	
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887	
62,47782709	60,12583522	53,57138087	64,87550113	69,75879735	60,61347443	
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887	

Desvio padrão médio

15,81337671 18,75850731 15,93436229 14,06797426 13,68946976 21,10574453

Goel <i>et al</i> (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-10	12	45	3,75	4,125	41,33652816	
-10	7	2	3,75	0,00675	-9,985702193	
-5	12	55	3,75	75	64,53990491	
-5	4	2	3,75	0,005625	-11,44427465	
-12	12	36	3,75	71,25	64,12955855	
-5	12	70	3,75	150	70,08508235	
-10	12	55	3,75	49,5	61,21578136	
-5	12	47	3,75	261	74,51616326	
-5	12	50	3,75	18	53,12297406	
-5	12	65	3,75	199,9999	72,38653393	
-5	12	60	3,75	15,84	52,10030709	
-5	12	65	3,75	75	64,53990491	
-5	12	50	3,75	22,5	54,90812247	
-5	12	65	3,75	75	64,53990491	

desvio padrão médio

17,37383

SR-356

RMR
67
11
87
16
87
11
87
17
87
19
87
21
54
62
65
64
21
62

Q
18,4
0,0009
142,2222
0,0073
142,2222
0,0037
106,6667
0,0167
40
0,0037
20
0,0028
1,65
0,682
12,4
1,4355
0,0021
3,525

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
69,99957137	70,21115598	60,18286892	70,92669359	75,36175332	72,37968198	
3,376862852	-19,11804215	1,622616812	17,32917471	25,73442103	-31,83771584	
83,72649308	88,61651561	72,24860468	81,96990937	85,58695312	93,85260154	
17,42728323	-0,278928377	13,97270251	28,63264297	36,20059535	-9,858749774	
83,72649308	88,61651561	72,24860468	81,96990937	85,58695312	93,85260154	
12,86599663	-6,394802134	9,96340749	24,96311872	32,8028877	-16,99393582	
81,79548785	86,02738118	70,55128322	80,41642871	84,1485451	90,83194471	
22,98194219	7,168880964	18,8551553	33,10132858	40,3382672	-1,169638875	
75,21186556	77,19991509	64,76438878	75,11994905	79,24439727	80,53323427	
12,86599663	-6,394802134	9,96340749	24,96311872	32,8028877	-16,99393582	
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887	
10,99518865	-8,903222756	8,318998415	23,45806635	31,40932069	-19,92042655	
53,81235397	48,50697759	45,9545742	57,90418655	63,30387644	47,05814052	
47,88203081	40,55546941	40,74191884	53,13328165	58,88637189	37,78138098	
67,35053403	66,65926825	57,85440919	68,79556095	73,38848236	68,23581296	
52,87758519	47,25361899	45,132928	57,15217139	62,6075661	45,59588882	
9,06418028	-11,49236141	6,621674188	21,90458316	29,97091033	-22,94108831	
58,90769545	55,33892393	50,43329457	62,00335436	67,09940218	55,02874458	

Desvio padrão médio	26,66953842	31,31464803	25,30671203	24,05711861	23,31087862	34,70700375
---------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Goel <i>et al</i> (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-10	12	45	3,75	69	63,87285204	
-5	4	2	7,5	0,00675	-9,985702193	
-5	12	70	3,75	533,3333	80,23317171	
-10	4	2	3,75	0,027375	1,214999273	
-5	12	70	3,75	533,3333	80,23317171	
-5	4	2	7,5	0,02775	1,32384449	
-5	12	70	3,75	400,0001	77,93171888	
-12	7	-2	3,75	0,062625	7,835274243	
-5	12	70	3,75	150	70,08508235	
-10	7	2	3,75	0,013875	-4,221332955	
-5	12	70	3,75	75	64,53990491	
-5	4	12	7,5	0,021	-0,90586273	
-5	12	37	3,75	6,1875	44,58024902	
-10	12	40	3,75	2,5575	37,51224175	
-12	12	41	3,75	46,5	60,7156185	
-5	12	47	3,75	5,383125	43,46615248	
-5	4	12	5	0,0105	-6,451040175	
-10	12	40	5	17,625	52,95454679	

desvio padrão médio	26,93198
---------------------	----------

SR-364

RMR
40
11
67
16
87
14
67
16
40
11
37
11
32
11
72
59
16
39
21
62
21
52
21
29
69
87
72
87

Q
1,342
0,0028
4,18
0,0056
284,4444
0,0293
8,5333
0,0293
1,254
0,0021
4,9778
0,0037
2,574
0,0028
25,6
3,388
0,0083
0,1595
0,0556
12,4
0,011
2,97
0,0021
1,5345
12,9
30
29,1
20

RMR Calculado						
Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	
52,42549714	46,64744935	44,73555013	56,78846961	62,27080519	44,8886909	
10,99518865	-8,903222756	8,318998415	23,45806635	31,40932069	-19,92042655	
60,05167818	56,87280122	51,43883635	62,92368073	67,95155623	56,81826809	
15,64780047	-2,664898131	12,40856678	27,20106112	34,87505659	-12,64238115	
88,3791049	94,85484023	76,33817304	85,71290414	89,05268902	101,1306469	
26,75545492	12,22849013	22,1720102	36,13709408	43,14916119	4,733238489	
64,84201116	63,29578541	55,64945932	66,77747125	71,51988078	64,31174964	
26,75545492	12,22849013	22,1720102	36,13709408	43,14916119	4,733238489	
51,97025153	46,03704598	44,33539681	56,42222759	61,93169221	44,17655364	
9,06418028	-11,49236141	6,621674188	21,90458316	29,97091033	-22,94108831	
61,22416113	58,44489224	52,46942936	63,86693534	68,82494013	58,65237428	
12,86599663	-6,394802134	9,96340749	24,96311872	32,8028877	-16,99393582	
56,7972186	52,50914998	48,57822054	60,30548999	65,52730555	51,72734165	
10,99518865	-8,903222756	8,318998415	23,45806635	31,40932069	-19,92042655	
72,21625264	73,18333116	62,13129487	72,7099987	77,01296176	75,84721969	
58,64161545	54,98215799	50,19941468	61,78929479	66,90119888	54,61251766	
18,28901613	0,876502122	14,73015139	29,32590127	36,84250118	-8,510747524	
38,12915466	27,47859779	32,169303	45,28715867	51,62144322	22,52503075	
31,05532534	17,9938513	25,95152474	39,59631078	46,35213961	11,45949318	
67,35053403	66,65926825	57,85440919	68,79556095	73,38848236	68,23581296	
20,17946668	3,411259944	16,39182596	30,84675597	38,25069997	-5,553530065	
57,7577544	53,79705758	49,42251552	61,07823455	66,24280976	53,2299005	
9,06418028	-11,49236141	6,621674188	21,90458316	29,97091033	-22,94108831	
53,3252377	47,85384136	45,52640711	57,51230481	62,94102298	46,29614825	
67,61587688	67,0150458	58,08764114	69,00902748	73,58613656	68,65088677	
73,28085718	74,61077643	63,06706455	73,56646586	77,80598691	77,51257251	
73,07640585	74,33664357	62,88735523	73,40198614	77,65369087	77,19275083	
70,55925374	70,96159046	60,67482041	71,37695428	75,77866137	73,25518887	

Desvio padrão médio

22,88162921 25,97069 20,94089763 21,23733339 21,19337847 28,78691589

Goel et al (1996)						
AOD	RCS	RCR	SRF	N	RCR calculado	
-10	7	23	3,75	5,0325	42,92733503	
-5	4	2	7,5	0,021	-0,90586273	
-5	12	50	3,75	15,675	52,01653669	
-10	4	2	3,75	0,021	-0,90586273	
-5	12	70	3,75	1066,667	85,77834915	
-12	4	-2	7,5	0,21975	17,87788206	
-5	12	50	3,75	31,99988	57,72585597	
-10	4	2	3,75	0,109875	12,33270462	
-5	7	28	3,75	4,7025	42,38475426	
-5	4	2	7,5	0,01575	-3,20731931	
-5	4	28	3,75	18,66675	53,41395093	
-5	4	2	7,5	0,02775	1,32384449	
-5	4	23	3,75	9,6525	48,13773559	
-5	4	2	7,5	0,021	-0,90586273	
-5	12	55	3,75	96	66,51478553	
-10	12	37	3,75	12,705	50,33596493	
-10	4	2	7,5	0,06225	7,787226051	
-10	12	17	3,75	0,598125	25,88835587	
-5	4	12	3,75	0,2085	17,4574701	
-10	12	40	3,75	46,5	60,7156185	
-5	4	12	7,5	0,0825	10,04034411	
-5	7	40	5	14,85	51,58399892	
-5	4	12	10	0,021	-0,90586273	
-5	7	17	5	7,6725	46,30114006	
-5	12	52	5	64,5	63,33332179	
-5	12	70	5	150	70,08508235	
-5	12	55	5	145,5	69,84140869	
-5	12	70	5	100	66,84136149	

desvio padão médio

23,40848

	Experimental	Bieniawski, 1976	Rutledge & Preston, 1978	Moreno, 1980	Cameron-Clarke & Budavari, 1981	Abad et al., 1984	Goel et al (1996)
SR 01	16,64490558	18,37000113	16,31514304	15,65533401	15,53699359	15,83555818	17,21263486
SR 05	13,23216092	14,97752773	12,61242867	12,23096108	12,33786339	18,66995626	14,65625588
SR 07	7,180342003	11,60191658	8,857552724	4,466112028	4,425757667	15,13353671	6,50706636
SR 11	7,65980662	8,566327425	8,329995592	7,139796455	6,981293014	9,146106875	8,745432967
SR 101	14,13566921	16,4270225	13,63782823	12,87906659	12,88218801	17,9547113	17,07611689
SR 103	19,75452448	23,35456494	19,38663455	17,89403832	17,65749323	26,16270264	21,6042888
SR 105	17,87475833	20,66776985	19,15094582	16,24074233	15,58362335	22,92232611	18,44102032
SR 313	25,68471121	29,17835955	24,51648045	23,75819057	23,41013488	31,06322201	26,56770261
SR 315	23,87682044	27,37930435	22,71339679	21,9597638	21,69241479	29,62401492	25,79539082
SR 317	19,96671563	23,35554503	18,57136502	18,124864	17,90063163	25,63736532	20,81752094
SR 319	16,12412572	18,05386105	16,89075876	15,13628659	15,11352873	19,54336019	17,82855282
SR 321	14,63534922	16,66373645	13,67787316	13,70075408	14,23832062	17,75119562	19,01694318
SR 323	9,636618284	9,838936907	14,54190865	9,168112248	7,090535915	9,020227078	5,807677623
SR 343	18,39499952	20,45463291	16,88485848	17,63428639	18,21966538	21,89446353	20,52878343
SR 347	21,92125085	25,00091355	20,67497932	20,24984501	20,11766771	27,3134781	23,17568992
SR 348	16,94235037	19,35282398	16,46514071	15,55962338	15,13815665	21,39302389	17,41038372
SR 349	10,83933497	12,46617184	11,49645149	9,891042304	10,09170584	13,56120483	13,18032118
SR 352	10,76219966	12,04444034	11,31041744	10,02666421	9,802466857	12,84568432	10,23394697
SR 353	20,09006253	23,26892449	18,80658987	18,39532272	18,00851641	25,7847023	20,61143168
SR 354	22,35789396	25,75266343	21,1852568	20,46896168	20,01996452	27,79253185	23,36484044
SR 355	15,81337671	18,75850731	15,93436229	14,06797426	13,68946976	21,10574453	17,37383387
SR 356	26,66953842	31,31464803	25,30671203	24,05711861	23,31087862	34,70700375	26,93197837
SR 364	22,88162921	25,97069	20,94089763	21,23733339	21,19337847	28,78691589	23,40848103