

RESUMO

O artigo tem por objetivo apresentar a metodologia utilizada na revisão do revestimento de 2ª fase do Túnel 1 do Elo Oeste do Rodoanel Mário Covas, da cidade de São Paulo. Essa metodologia procura destacar a avaliação geomecânica do maciço rochoso, com base no mapeamento geológico realizado durante a escavação, e que serviu de base para o redimensionamento das novas espessuras do revestimento de 2ª fase. Destaca-se neste trabalho a

GERSON RODRIGUES DE CASTRO

ENGENHEIRO GEOTÉCNICO DA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A., DERSA

ROBERTO KOCHEN

DOUTOR EM ENGENHARIA, PROFESSOR DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ESTRUTURAS E FUNDAMENTOS (EPUSP), DIRETOR DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÕES CIVIS DO INSTITUTO DE ENGENHARIA, CONSULTOR DA DERSA (DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A.) E DIRETOR DA GEOCOMPANY TECNOLOGIA, ENGENHARIA & MEIO AMBIENTE

utilização das classificações do maciço feita pela classificação de Barton e Bieniawski, que permitiu fornecer subsídios para a estimativa do módulo de deformabilidade do maciço rochoso, utilizado na modelagem numérica do revestimento de 2ª fase utilizando o programa computacional FLAC 4.00 (Fast Lagrangian Analysis of Continua).

INTRODUÇÃO

O Túnel 1 encontra-se implantado entre as rodovias Regis Bittencourt e Raposo Tavares, e atravessa uma região rural, ocupada por chácaras e residenciais com baixa densidade de ocupação habitacional, onde predominam bosques e pastagens.

As principais características desse túnel estão apresentadas na tabela 1.

O revestimento de 2ª fase foi previsto no projeto básico e executivo em concreto armado moldado. Durante a exe-

cução da obra, verificou-se a necessidade de adequar a concepção do mesmo para concreto projetado armado com tela metálica.

Desse modo, o mapeamento geomecânico do maciço rochoso ganhou uma importância adicional, pois passou a servir de subsídio para o cálculo das novas espessuras do revestimento final, as quais seriam variáveis em função da compartimentação geomecânica resultante para cada trecho.

O mapeamento geomecânico foi realizado por geólogo especializado na frente de escavação, como parte da fiscalização do Dersa. Neste mapeamento foram empregados o Sistema Q^[2] de qualidade do maciço rochoso, desenvolvido pelo NGI (Norwegian Geotechnical Institute), e o sistema RMR (Rock Mass Rating)^[5].

Na revisão das espessuras do revestimento foram utilizados o Sistema



Revestimento de segunda fase de túnel com base no mapeamento geológico durante a escavação

Tabela 1 - Características do Túnel 1 do Elo Oeste do Rodoanel Mário Covas

Extensão média	Largura de escavação	Altura de escavação	Seção de escavação		Cobertura máxima	Profundidade do NA* (abaixo do TN)
			Solo	Rocha		
470 m	19,50 m	10,99 m	221,96 m ²	180 m ²	72 m	20 m

*estimado para a seção de máxima cobertura, a partir do terreno natural (TN)

Q, o Sistema RMR, e o Sistema GSI (Ground Strength Index)^[10], para se estimar o módulo de deformabilidade do maciço rochoso como um todo, parâmetro esse extremamente difícil de medir através de ensaios de campo. Estimou-se, portanto, em cada trecho da compartimentação do maciço, o módulo de deformabilidade mais coerente com a classificação de campo do maciço rochoso. Estes módulos serviram de subsídio à modelagem numérica do revestimento de 2ª fase, utilizando o programa FLAC 4.00 (Fast Lagrangian Analysis of Continua).

ASPECTOS GEOLÓGICOS PRINCIPAIS

Geologia regional

A região do Túnel 1 é formada por rochas pré-cambrianas, pertencentes ao Complexo Embu, conforme definido por Hasui e Sadowski (1976). Estas rochas são representadas por um conjunto de rochas de origem metassedimentar, que sofreram migmatização, e atualmente é constituído pelos migmatitos estromatíticos e gnaisses. Dentro dos metassedimentos do Complexo Embu, são encontrados núcleos de rocha do Proterozóico Inferior/Arqueano, e rochas granitóides mais jovens, com diferentes composições e dimensões.

Estas rochas sofreram intensos processos de deformação e falhamento, sendo o mais representativo o Falhamento de Caucaia, ao norte, apresentando direção NE, e representado por uma zona de cisalhamento. Esta feição estrutural de grande porte está associada ao sistema de falhas do Sudeste brasileiro.

Do ponto de vista do projeto, entretanto, pode-se classificar as rochas no entorno do túnel como gnaisses granítico biotítico, cinza, leucocrático, granulação média, estrutura pouco orientada e com vários sistemas de fraturas.

Geologia local

As sondagens mistas e as investigações geofísicas (sísmica de reflexão e método elétrico) executadas durante o projeto, e posicionadas próximas aos emboques sul e norte, identificaram espessuras de solo máxima de 35 e 40 m (emboque sul) para as pistas externa e interna, respectivamente, e 15 e 25 m (emboque norte), para as pistas externas e internas, respectivamente. Devido à complexidade geológica local, as sondagens ao longo do traçado do túnel foram insuficientes para caracterizar completamente a geologia local, o que explica algumas discordâncias da geologia do projeto original com a efetivamente mapeada no campo.

Excetuando-se as regiões dos emboques e próximo a elas, todo o túnel foi aberto em gnaisses granítico biotítico, cinza, leucocrático, granulação média, estrutura pouco orientada e praticamente são, embora fraturado.

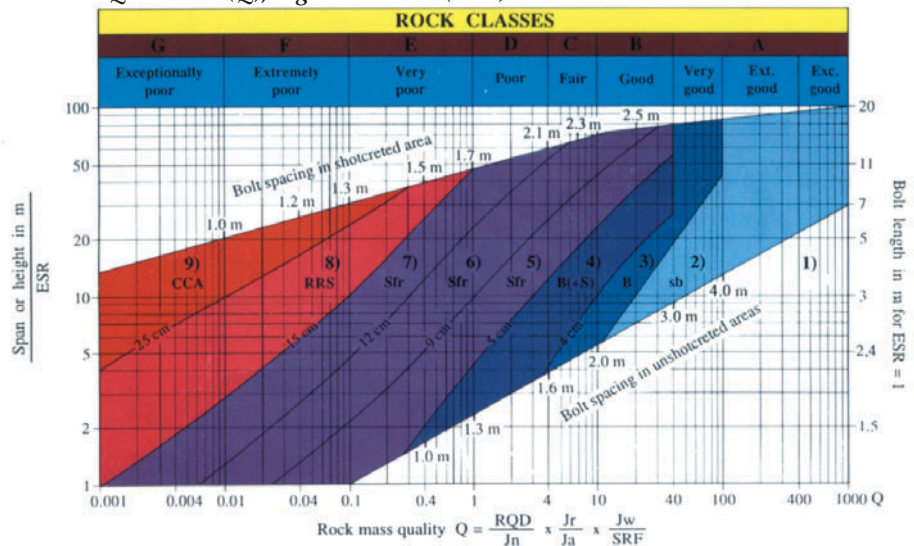
ANÁLISE GEOLÓGICO-GEOMECÂNICA DO MAPEAMENTO DE CAMPO DO TÚNEL I

A partir dos resultados do mapeamento geológico-geomecânico de campo, executado pela geologia do consórcio supervisor, durante a fase de escavação do túnel, procedeu-se a uma reanálise das condições do maciço. Esta reanálise teve por objetivo caracterizar melhor o maciço, para subsidiar o dimensionamento do revestimento de 2ª fase do túnel.

Inicialmente, uma análise das estruturas do maciço, a partir dos dados do mapeamento geológico-geomecânico efetuado durante a escavação do túnel, permite identificar um sistema de fraturas predominante ao longo de toda a extensão do túnel, caracterizado como N 130 – 150 / subvertical. Este sistema, de maneira geral, apresenta continuidade superior a 10 metros, notando-se uma intensificação das fraturas em alguns trechos. Além desse sistema, outros menos proeminentes podem ser identificados: N 50 – 60 E / 40 SE; N 50 – 60 E / 30 – 50 NW; N 80 – 90 E / 35 NW.

Também foram observadas fraturas esparsas, disseminadas no maciço, as quais não caracterizam sistemas com importância e representati-

Figura 1 – Classes de maciço rochoso, de acordo com o Índice de Qualidade (Q), segundo o NGI (1996)



REINFORCEMENT CATEGORIES

- 1) Unsupported
- 2) Spot bolting, sb
- 3) Systematic bolting, B
- 4) Systematic bolting, (and unreinforced shotcrete, 4-10 cm), B(+S)
- 5) Fibre reinforced shotcrete and bolting, 5-9 cm, Sfr+B
- 6) Fibre reinforced shotcrete and bolting, 9-12 cm, Sfr+B
- 7) Fibre reinforced shotcrete and bolting, 12-15 cm, Sfr+B
- 8) Fibre reinforced shotcrete, >15 cm, reinforced ribs of shotcrete and bolting, Sfr, RRS+B
- 9) Cast concrete lining, CCA

vidade para a análise geológico-geomecânica do túnel.

De uma maneira geral, o mapeamento das escavações indicaram uma predominância de três ou mais sistemas de fratura, desde o emboque Vista Alegre (Sul), e até dois sistemas, até o emboque Gramado (Norte), denotando para este segundo trecho uma sensível melhoria da condição do maciço.

Pista interna

Trecho do emboque sul - Este pode ser considerado, do ponto de vista geológico-geomecânico, o pior trecho do Túnel 1, apresentando-se como uma rocha muito a medianamente alterada, pouco a muito fraturada. Utilizando-se o índice Q, o maciço foi classificado como classe E, com valores de 0,14 a 1,3.

Trecho central do túnel - Este trecho compreende o túnel entre os emboques norte e sul. Trata-se de um maciço composto de rocha sã, pouco a muito pouco fraturada, tendo sido classificado, utilizando-se o parâmetro Q, como classe A, B ou C, com valores para o índice Q entre 4 e 98.

Trecho do emboque norte - Este trecho apresenta-se como rocha sã, e medianamente a muito pouco fraturada. O maciço foi classificado pelo índice Q, como classe D, com valores de 1,6 a 4,2. Neste trecho, foram verificadas fraturas de grande continuidade, com direção entre 145° e 155°, e mergulhos subverticais para SW.

Pista externa

Trecho do emboque sul - O túnel apresenta-se com rocha medianamente a muito alterada, medianamente a extremamente fraturada. O maciço foi classificado como classe E, com índice Q de 0,1 e 0,2.

Trecho central do túnel - Trata-se de modo geral de um maciço constituído de rocha sã medianamente a pouco fraturada. Alguns trechos, como o próximo ao emboque sul, apresentam-se como rocha sã a medianamente alterada. De modo geral, pode ser caracterizado como maciço classe C, e localmente classe B, com índice Q entre 3,1 e 32. **Trecho do emboque norte** - Este trecho apresenta-se com rocha sã (A1), asso-

Tabela 2 - Parâmetros de deformabilidade estimados para o maciço rochoso (em MPa)

Classe	Q	RMR	GSI	σc	E (Q)	E (RMR)	E (GSI)	E (adot.)
E1	0,1 a 0,5	23 a 38	10 a 20	10	2300	2100	32	32
E2	0,5 a 1	38 a 44	10 a 20	10	4000	5000	32	4000
C1	4 a 7	56 a 62	35 a 45	15	6000	14000	125	6000
C2	8 a 10	63 a 65	35 a 45	15	9000	20500	125	9000
B	16	69	45 a 55	40	12000	29700	187	12000
A	98	85	45 a 55	40	20000	76000	487	20000

ciado a rocha medianamente a extremamente alterada.

METODOLOGIA DE CLASSIFICAÇÃO DO MACIÇO ROCHOSO

Os valores do índice Q, obtidos diretamente do mapeamento das frentes de escavação durante a execução do túnel, realizado pela geologia do consórcio supervisor foram obtidos utilizando a seguinte expressão:

$$Q = RQD / J_n \times J_r / J_a \times J_w / SRF \quad (1)$$

Onde Q é o índice de qualidade do maciço rochoso variando de 0,001 a 1000, subdividido em 9 classes de maciço, conforme mostrado na figura 1; RQD é Rock Quality Designation; Jn é o número de família de juntas; Jr é o índice de rugosidade das juntas; Ja, é o índice de alteração das juntas; Jw é fator de redução devido a água; e SRF o fator de redução de tensão.

A partir dos valores de Q, obtidos em campo pela Geologia do Consórcio Supervisor, procedeu-se à estimativa do RMR (Rock Mass Rating), conforme a expressão (Bieniawski, 1989)^[6]:

$$RMR = 9 \ln Q + 44 \quad (2)$$

Também através de correlações, descrições do maciço rochoso e classificações empíricas, foram estimados os valores do GSI (Geological Strength Index), a partir do índice Q^[10] (Hoek, 1998). Os valores de GSI variam de 10, para maciços extremamente pobres, a 100, para maciços intactos. A correlação entre GSI e Q pode ser feita, desde que considerando os maciços secos e em condições de

média pressão, o que significa afirmar que a relação Jw / SRF da equação de Q é igual ao valor de 1. Pode-se usar o GSI para estimar a Resistência à Compressão Simples do Maciço, e indiretamente o seu Módulo de Deformabilidade. Para tanto, usam-se correlações (Hoek, 1998), expressas da seguinte forma:

$$\sigma_c \text{ maciço} = 0,022 \exp (0,0038 \text{ GSI}) \quad (3)$$

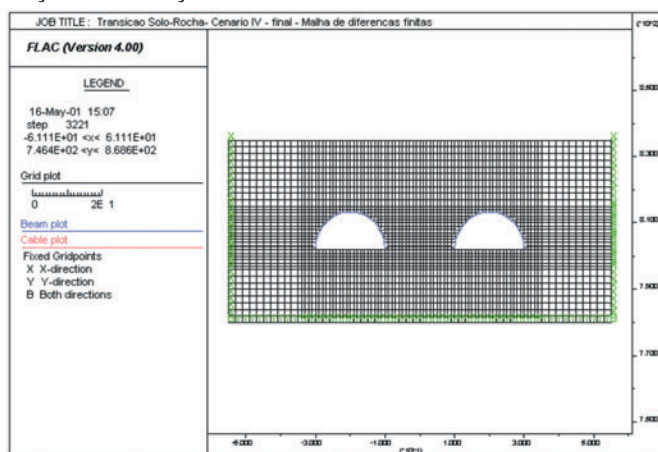
$$E \text{ maciço} = (100 \text{ a } 200) \sigma_c \text{ maciço} \quad (4)$$

Vale notar que o GSI é mais adequado à classificação de rochas brandas e solos de alteração de rocha (Hoek, 1998), levando a valores excessivamente baixos do módulo de deformabilidade do maciço rochoso.

PARÂMETROS DE DEFORMABILIDADE DO MACIÇO ROCHOSO

Tendo em vista o revestimento final do túnel em concreto projetado e utilizando-se como base o mapeamento de campo, os parâmetros de deformabilidade do maciço rochoso foram estimados a partir dos índices Q, RMR e GSI. Estes índices são resultantes dos mapeamentos efetuados nas frentes de escavação, durante os trabalhos de abertura do túnel, e das correlações

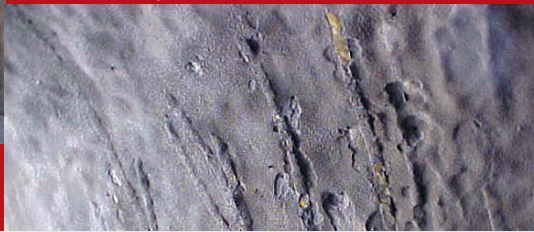
Figura 2 – Malha de diferenças finitas para a seção de transição solo rocha





Geodrenos sendo instalados na interface revestimento primário – revestimento secundário

Geodrenos em forma de leque na interface revestimento primário – revestimento secundário



Saída dos geodrenos no piso do túnel

entre os vários sistemas de classificação de maciços rochosos, descritos no item anterior. Considerando que os valores de Q, com exceção dos trechos próximos aos emboques, foram superiores a 1, pode ser adotado para a definição do módulo de deformabilidade (E), as seguintes correlações empíricas (valores em MPa):

$$E \text{ min.} = 10 \log Q \quad (5)$$

$$E \text{ méd.} = 25 \log Q \quad (6)$$

$$E \text{ máx.} = 40 \log Q \quad (7)$$

Essas correlações, propostas por Barton et al^[2] (1980), podem ser aplicadas apenas para condições de maciços mais rígidos, com valores de Q entre 1 e 1 000, podendo-se empregá-los nas condições médias (E méd.), ou entre as variações mínimas (E min.) e máximas (E máx.), na relação de 1:4. Tendo, portanto, em vista as condições de execução do Túnel 1 (onde foram observados overbreaks elevados), adotou-se, a favor da segurança, a correlação mais conservadora:

$$E \text{ min.} = 10 \log Q \quad (5)$$

Para valores de $Q < 1$, ou seja, maciços rochosos alterados, foi empregada a seguinte correlação empírica, proposta por Barton^[3] (1995):

$$E \text{ min.} = 10 Q^{1/3} \quad (8)$$

Para estimativa do módulo de deformabilidade do maciço rochoso, com base no sistema RMR, utilizou-se a conhecida correlação empírica de Serafim & Pereira^[7] (1983):

$$E = 10^{(RMR - 10) / 40} \quad (9)$$

Deve-se ressaltar que, para valores muito baixos de Q, há limitações na classificação do maciço rochoso, principalmente quando tem-se maciços muito alterados, que apresentem $Q < 0,1$ ($RMR < 25$), implicando inclusive em restrições no que se refere ao uso das classificações de maciço rochoso. No caso do Túnel 1, isto não ocorreu,

tendo sido encontrado um índice Q sempre superior a 0,1 ($RMR > 25$).

Foi considerado também, no caso de rocha alterada, as correlações propostas por Hoek^[10] (1998), através da classificação GSI, que fornece o valor do módulo de deformabilidade do maciço em MPa: $E \text{ méd.} = (\sigma_{ci} / 100)^{1/2} \times 10^{(GSI - 10) / 40}$ (10)

No caso dos emboques, pelo fato de ser encontrada rocha alterada, foi utilizado o módulo de deformabilidade estimado através do GSI. No restante do túnel, prevaleceu o valor dado pelo limite inferior das correlações de Barton, citadas anteriormente.

Através dessas referências foram estimados os valores para o módulo de deformabilidade, apresentados na tabela 2.

MODELAGEM NUMÉRICA

Foram formulados modelos matemáticos pelo programa FLAC (Fast Lagrangian Analysis of Continua), do Itasca Consulting Group. Foram elaborados modelos para várias seções do Túnel 1, com parâmetros estabelecidos de acordo com a compartimentação geológico-geomecânica do maciço rochoso. Foram estudadas a seção de transição solo-rocha e seção em rocha, presente nos emboques do túnel, e mais duas seções em rocha ao longo do túnel.

Para a modelagem numérica do Túnel 1, foi

utilizado o programa de diferenças finitas FLAC (Fast Lagrangian Analysis of Continua), que permite analisar obras geotécnicas com grande precisão, e modelar fases de escavação e revestimento, comportamento não-linear dos materiais (plastificação), comportamento não-linear do maciço (grandes deslocamentos etc.).

Foram considerados quatro cenários para as solicitações no revestimento secundário: cenário 1 (favorá-

Figura 3 – Substratos rochosos para a seção de transição solo rocha

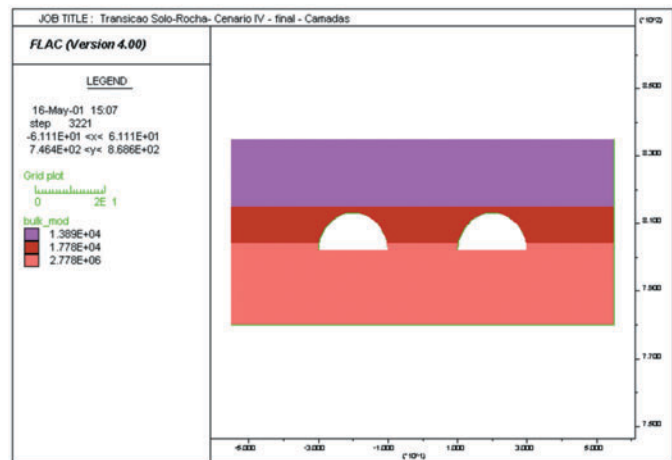


Figura 4 – Momentos fletores para o revestimento de 2ª Fase

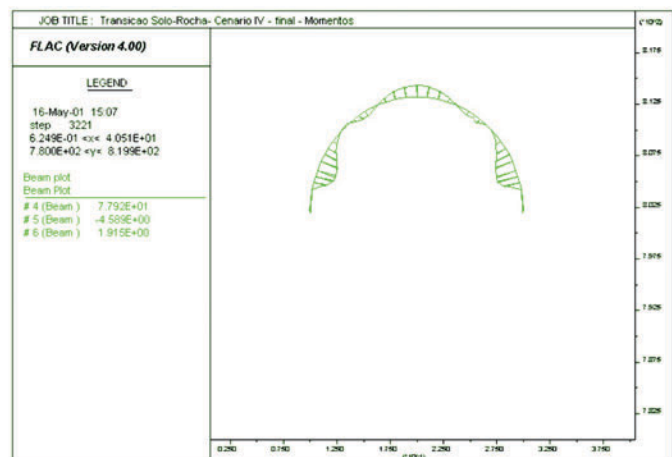


Tabela 3 - Parâmetros geotécnicos para o trecho em rocha

Material	Peso esp. (kN/m ³)	Coesão (KPa)	ϕ (°)	ϵ (MPa)	ν	K_o
Solo residual	22	32	32	32	0,35	0,5
Rocha	26	4000	36	4000	0,35	0,5

vel ao revestimento de 2ª Fase) – alívio de 50% das tensões iniciais na escavação, alívio de 30% na instalação do revestimento de 1ª Fase, e alívio dos 20% finais (por efeito de deformação lenta do maciço) na instalação do revestimento de 2ª Fase, atuando solidariamente ao revestimento de 1ª Fase com espessura integral; cenário 2 (neutro para o revestimento de 2ª Fase) – alívio de 30% das tensões iniciais na escavação, alívio de 20% na instalação do primário, e alívio dos 50% finais (por efeito de de-

formação lenta do maciço) na instalação do revestimento de 2ª Fase, atuando solidariamente ao revestimento de 1ª Fase com espessura integral; cenário 3 (desfavorável ao revestimento de 2ª Fase) – alívio de 0% das tensões iniciais na escavação, alívio de 30% na instalação do primário, e alívio dos 70% finais (por efeito de deformação lenta do maciço) na instalação do revestimento de 2ª Fase, atuando solidariamente ao revestimento de 1ª Fase com espessura integral; cenário 4 (extremo para o reves-

Figura 5 – Malha de diferenças finitas, para o estudo da percolação de água

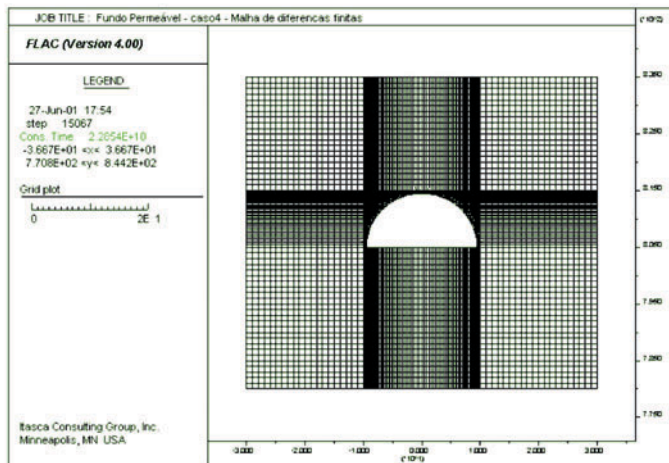
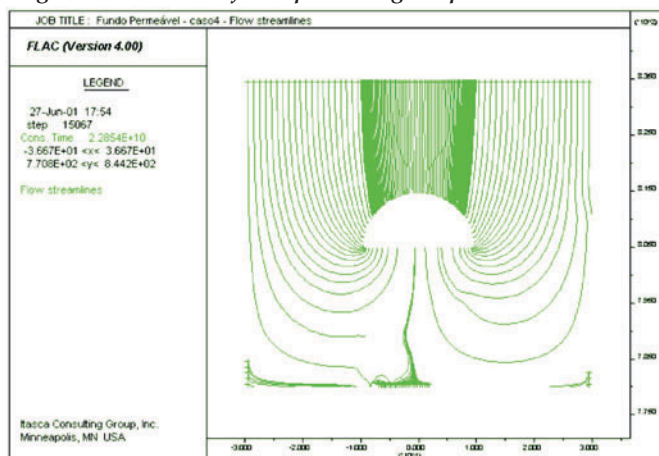
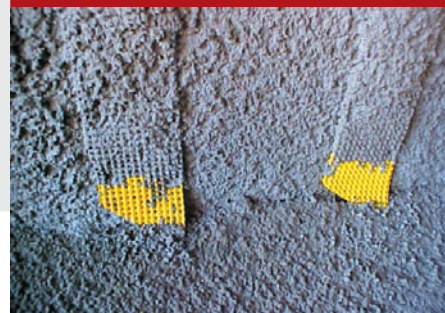


Figura 6 – Linha de fluxo para o regime permanente



Geodreno sendo embutido na interface revestimento primário – revestimento secundário



Saída do geodreno na canaleta lateral do piso do túnel



Túnel sendo preparado para instalação do revestimento secundário



Vista do túnel antes da instalação do revestimento secundário



Geodrenos utilizados na drenagem da interface revestimento primário – revestimento secundário

timento de 2ª Fase) – alívio de 0% das tensões iniciais na escavação, e alívio dos 100% finais (por efeito de deformação lenta do maciço) na instalação do revestimento de 1ª Fase e 2ª Fase simultaneamente, atuando solidariamente ao revestimento de 1ª Fase com espessura integral.

O Cenário 4 se revelou o mais desfavorável para o revestimento de 2ª Fase. Para efeito de dimensionamento, foi considerado o cenário 4 nos emboques. Na análise dos trechos em rocha, no interior do túnel, foram considerados apenas os Cenários 1 e 2. Isto porque o passo de avanço da escavação é muito elevado (cerca de 4 metros), possibilitando o alívio de tensões iniciais na escavação. Ocorrendo esse alívio, não é razoável considerar os cenários 3 e 4.

Parâmetros adotados

Para o revestimento de concreto projetado adotou-se E inicial = 30 GPa, e E degradado = $0,33 \times E$ inicial = 10 GPa para o revestimento de 1ª Fase. Adotaram-se os parâmetros geotécnicos apresentados na tabela 3 para o material ocorrente nas seções em rocha.

Resultados da análise

Nas figuras 2, 3 e 4 são apresentados exemplos dos diagramas gerados pela modelagem numérica pelo FLAC.

Resumo dos resultados do revestimento de 2ª Fase

Através dos esforços solicitantes obtidos na análise numérica, foi dimensionado o revestimento de 2ª Fase com os critérios de dimensionamento de concreto armado no Estádio III, de acordo com a NB-1/1978. Na tabela 4 é apresentado um resumo dos resultados obtidos.


ESTUDO DE PERCOLAÇÃO DE ÁGUA NO REVESTIMENTO

Para verificar se a espessura do revestimento calculado satisfaz a condição de estanqueidade foi realizado um estudo de percolação de água no revestimento dos túneis. Isso foi feito através de uma modelagem numérica com a utilização do programa FLAC 4.00. Foi criado um modelo representativo da seção do túnel, com geometria e cobertura próximas da situação real. Foi considerado revestimento de concreto para o túnel e maciço saturado ao redor.

Para o concreto projetado foi adotado coeficiente de permeabilidade igual a $1,0 \times 10^{-7}$ cm/s, valor esse considerado médio segundo estudos de retroanálise de infiltrações em vários túneis (Celestino et al., 2001), que também mostrou valores de permeabilidade para o maciço igual a $1,0 \times 10^{-6}$ cm/s. Nas figuras 5 e 6 são apresentados os diagramas gerados pela modelagem numérica pelo FLAC.

Para os parâmetros acima, a vazão máxima no revestimento do túnel é igual a $4,6 \times 10^{-7}$ m³/s/m, ou seja, 0,81 litros/dia/m². Essa vazão é aceitável para o revestimento do túnel, uma vez que não acarretaria infiltrações excessivas ou ocorrência de pingos de água. Através de avaliação no campo, foram observadas surgências de água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou a metodologia das análises efetuadas para o revestimento final do Túnel 1 do Rodoval Mário Covas, com ênfase à importância adicional do mapeamento geomecânico do maciço, efetuado por geólogo de frente de túnel durante a escavação, o qual serviu de base para o novo dimensionamento das espessuras do revestimento. 

Agradecimentos

Ao Desenvolvimento Rodoviário S.A., Dersa, representado pelo seu presidente, dr. Sérgio G. Pereira, e ao então secretário de Transportes, dr. Michael Paul Zeitlin, pelo apoio na elaboração deste trabalho, e autorização para sua publicação. Ao geólogo Antônio Norberto Mirandola, que elaborou o mapeamento geológico-geomecânico durante a escavação.

BIBLIOGRAFIA

1. BARTON, N. R.; LIEN, R. & LUNDE, J. (1974). Engineering classification of rock masses for design of tunnel support. *Rock Mechanics*, 6 (4), pp. 189-239.
2. BARTON, N. R.; LOSET, F.; LIEN, R. & LUNDE, J. (1980). Application of Q-system in design decisions concerning dimensions and appropriate support for underground installations. *Subsurface Space*, Pergamon, pp. 553-561.
3. BARTON, N. R. (1995). The influence of joint properties in modelling jointed rock masses. Keynote Lecture. 8th ISRM Congress. Tokyo. (tradução CBMR 1996).
4. BARTON, N. R. (2000). Deformability of rock masses. Apostila de aula: Tópicos Avançados em Mecânica de Rochas. EPUSP. Departamento de Minas.
5. BIENIAWSKI, Z. T. (1976). Rock mass classification in rock engineering. In: Exploration for rock engineering. Proc. of the Symposium (ed. Z. T. Bieniawski), A. A. Balkema, 1, pp. 97-106. Cape Town.
6. BIENIAWSKI, Z. T. (1989). Engineering rock mass classification. Wiley 271 p., New York.
7. SERAFIM, J. L. & PEREIRA, J. P. (1983). Considerations of the geomechanics classifications of Bieniawski. Proc. Int. Symp. Geol. Underground Constr., LNEC, Lisbon, vol.1, p II-33 – II-42
8. HASUI, Y. & SADOWSKI, G. R. (1976). Evolução geológica do pré-cambriano da região sudeste do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, 6 (3), pp. 182-200. São Paulo.
9. HOEK, E.; KAISER, P. K. & BAWDEN, W. F. (1995). Support of underground excavations in hard rock. A. A. Balkema, 215 p., Rotterdam.
10. HOEK, E. (1998). "Rock engineering", editado por Roberto Kochen e Paulo Cella, publicado por CBMR e CBT.
11. CELESTINO, T. B.; GIAMBASTIANI, M. & BORTOLUCCI, A. A. (2001). "Water inflows in tunnels: Back-analysis and role of different lining systems". World Tunnel Congress, International Tunelling Association, Vol. 2, pp. 547-554, Milan.

Tabela 4 - Pista interna - revestimentos

TRECHO	Pista interna		Pista externa	
	1ª Fase	2ª Fase	1ª Fase	2ª Fase
Emboque Sul	35 cm	35 cm	35 cm	15 cm
Central	12 cm	11 a 13 cm	12 cm	11 a 13 cm
Emboque Norte	12 cm	15 cm	35 cm	15 cm