

XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas
IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens
XI Congresso Luso Brasileiro de Geotecnia
23 a 26 de Agosto de 2022 – Campinas – SP



COBRAMSEG 2022
23 A 26 DE AGOSTO | CAMPINAS | SP | BRASIL
COBRAMSEG | SBMR | GEOJOVEM | CLBG

Reabilitação das Galerias de Águas Santas (Autoestrada A4)

Pistone, Raúl

Membro CTC, COBA, Consultores de Engenharia e Ambiente, Lisboa, Portugal, r.pistone@cobagroup.com

Ferreira, Sandra

Chefe de Núcleo de Obras Geotécnicas, COBA, Consultores de Engenharia e Ambiente, Lisboa, Portugal, s.ferreira@cobagroup.com

Bento, Jorge

Engenheiro Geólogo, COBA, Consultores de Engenharia e Ambiente, Lisboa, Portugal, j.bento@cobagroup.com

RESUMO: São abordados alguns aspetos do projeto das obras subterrâneas do alargamento e beneficiação para 2x4 vias, da autoestrada A4 - Porto-Amarante, no qual se situa o túnel de Águas Santas. A concessionária BRISA construiu um novo túnel para albergar 4 vias, localizado a Norte das galerias existentes, destinado ao tráfego que circula no sentido Nascente-Poente, (Amarante-Porto) e empreendeu a reabilitação das galerias existentes, as quais se destinam ao tráfego que circula no sentido Poente-Nascente. A reabilitação das atuais galerias gêmeas unidireccionais, com cerca de 360 m de extensão cada, implica a reabilitação e reforço da estrutura de revestimento devido a um conjunto de patologias detetadas, reposição dos pavimentos e passeios, recuperação do sistema de drenagem, e o tratamento de proteção contra o fogo. No que respeita aos equipamentos, a elaboração do estudo de reabilitação teve enquadramento semelhante ao previsto no novo túnel Norte, com o qual partilha algumas das infraestruturas, como sejam, os reservatórios da rede de incêndio ou ainda os postos de transformação.

PALAVRAS-CHAVE: Túnel, reabilitação, construção, risco geotécnico, obras urbanas.

ABSTRACT: Some aspects of the design of the underground works for the expansion and improvement of the A4 - Porto-Amarante highway, in which the Águas Santas tunnel is located, are discussed. The concessionaire BRISA built a new tunnel to accommodate 4 lanes, located to the north of the existing tunnels, intended for traffic going in the East-West direction (Amarante-Porto) and undertook the rehabilitation of the existing galleries, which are intended for traffic that runs in the West-East direction. The rehabilitation of the current twin unidirectional galleries, with about 360 m in length each, implies the rehabilitation and reinforcement of the covering structure due to a set of detected pathologies, replacement of pavements and sidewalks, recovery of the drainage system, and the treatment of fire protection. With regard to equipment, the preparation of the rehabilitation study had a framework similar to that provided for in the new North Tunnel, with which it shares some of the infrastructure, such as the reservoirs for the fire fighting system network or even the transformer stations.

KEYWORDS: Tunnel, rehabilitation, construction, geotechnical risk, urban works.

1 Introdução

A presente comunicação incide sobre as obras subterrâneas do projeto de alargamento e beneficiação para 2x4 vias da Autoestrada A4 - Porto-Amarante, inserida na rede de auto-estradas da Brisa Concessão Rodoviária, S.A., larço em que se localiza o túnel de Águas Santas.

O Projeto de Execução do alargamento da auto-estrada foi concluído no ano de 2015 (desenvolvido pela empresa Sener-Engivia, Lisboa) com base no Estudo Prévio de 2006, tendo como principal objetivo o aumento da capacidade de escoamento do tráfego, recorrendo à duplicação do número de vias, das atuais 2 para 4 em cada sentido de circulação do tráfego, incluindo a reabilitação das duas galerias do túnel existente e a construção de um novo túnel, localizado a Norte do existente.



O Projeto de Execução da Reabilitação das Galerias existentes foi realizado pela COBA, Consultores de Engenharia e Ambiente, Lisboa.

2 Descrição do Traçado existente e da Intervenção Prevista

O túnel de Águas Santas existente era constituído por duas galerias unidireccionais, com duas vias de circulação cada, servindo a galeria Sul, o tráfego que circulava com direção Poente/Nascente e a galeria Norte, o tráfego que circulava em sentido inverso. Foi construído um novo túnel para albergar 4 vias, localizado a Norte dos túneis existentes, destinado ao tráfego que circula no sentido Nascente-Poente, (Amarante-Porto) e empreendeu-se a reabilitação das galerias existentes, as quais acomodarão o tráfego que circula no sentido Poente-Nascente.

3 Galerias Existentes

O perfil transversal-tipo no interior das galerias existentes, com 7.40 m de largura total de plataforma, é constituído pelos seguintes elementos:

- Berma do lado esquerdo com 0.20 m de largura, com inclinação transversal e estrutura de pavimento idêntica à faixa de rodagem;
- Faixa de rodagem com 7.00 m de largura, correspondente a duas vias com 3.50 m de largura cada;
- Berma do lado direito com 0.20 m de largura, com inclinação transversal e pavimento idêntico à faixa de rodagem.
- De ambos os lados da plataforma, serão mantidos os passeios existentes (com largura variável, em média igual a 0.85 m).

Quanto ao gabarit livre, dadas as condicionantes físicas resultantes da geometria das galerias, é garantida a altura vertical de 5.00 m, na largura correspondente à faixa de rodagem (7.00 m), razão pela qual se manteve o valor de 2.0% (existente) como inclinação transversal.

3.1 Ocupação de superfície e principais condicionamentos

Conforme já mencionado, o túnel localiza-se em zona urbana, com ocupação em geral dispersa, mais densa e com infraestruturas junto aos emboquilhamentos. No emboquilhamento Nascente assinala-se a Rua D. Afonso Henriques e a Estrada Nacional EN105, com edificações de pequeno/médio porte, com cerca de 10 m de recobrimento sobre a abóbada. No emboquilhamento Poente, o principal condicionamento, prende-se com a presença da linha ferroviária da Ligação Leixões – Ermesinde. O recobrimento entre a via-férrea e a abóbada do túnel é da ordem dos 5 m.

3.2 Aspetos geológico-geotécnicos

Com base nos resultados de um vasto programa de prospeção e ensaios, foi definido o zonamento e parametrização do maciço rochoso, que serviu de base às soluções desenvolvidas e aos métodos construtivos adotados para as obras. Litologicamente, o túnel interessa o denominado “Granito do Porto”, definido por granito alcalino de grão médio a grosseiro, leucocrata, de duas micas.

3.2.1 Zonamento geotécnico

Na Tabela 1 é apresentada uma estimativa das percentagens estimadas para cada zona geotécnica, definidas em cada túnel ao longo do seu comprimento. O zonamento foi definido a partir dos dados da prospeção, uma vez que não foi possível recuperar os registos da cartografia geológica da fase de escavação das galerias. A distribuição espacial das três zonas geotécnicas encontra-se apresentada na Figura 1 e na Figura 2.



Tabela 1. Zonamento geotécnico estimativo

%	ZG1	ZG2	ZG3
Galeria Norte	50	33	17
Galeria Sul	43	29	28

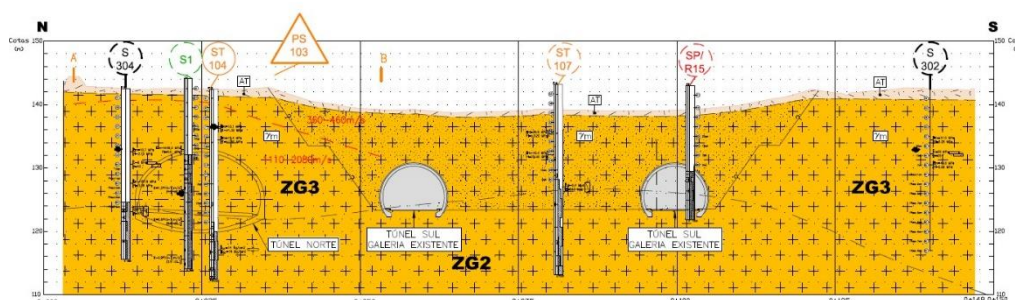


Figura 1. Perfil geológico transversal – Emboquilhamento Nascente

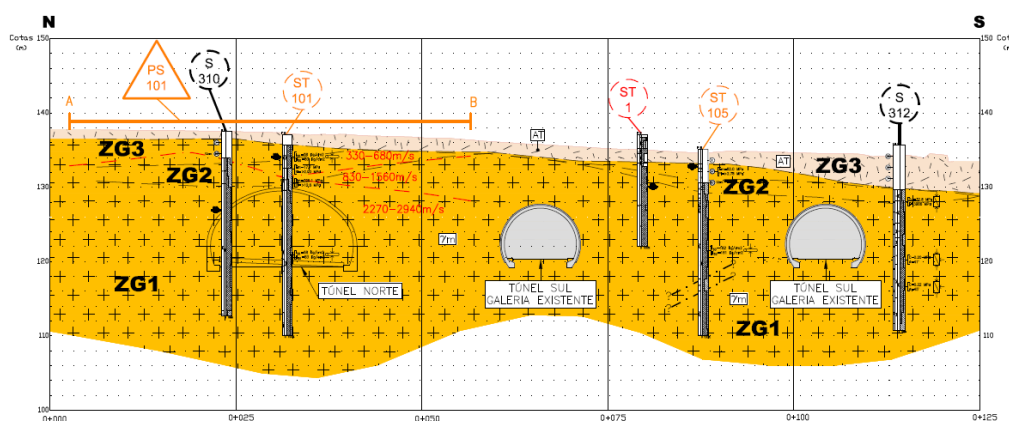


Figura 2. Perfil geológico transversal – Emboquilhamento Poente

4 Reabilitação das Galerias Existentes

A construção dos túneis existentes, duas galerias gêmeas unidirecionais com cerca de 360 m de desenvolvimento, remonta ao ano de 1989. No âmbito da beneficiação do atual sublanço, as anomalias detetadas nas inspeções realizadas justificaram uma intervenção para incrementar a vida útil do túnel, melhorando a sua capacidade, funcionalidade e segurança, nomeadamente nos aspetos rodoviários, de segurança e conservação da estrutura, de drenagem e ainda de equipamentos (Figura 3).



Figura 3. Reabilitação das galerias existentes

Os aspectos a melhorar, quer seja por reforço, substituição ou ainda por instalação inicial são os seguintes:

- Pavimento e passeios (a substituir);
- Drenagem (a substituir e reforçar, incluindo a criação de drenagem separativa de águas limpas e sujas com sifonamento da recolha das últimas e condução a câmara de separação de óleos);
- Estrutura (reforço nas zonas com deficiências de funcionamento estrutural, tratamento de fissuras e de juntas, instalação de proteção contra o fogo e renovação do acabamento);
- Verificou-se durante a primeira fase da obra, a existência de cavidades no revestimento definitivo o que obrigou ao reforço generalizado da estrutura.
- Cablagens (a substituir);
- Sinalização (introdução de sinalização de emergência, incluindo iluminação de balizamento e evacuação, painéis seta-cruz e pictogramas);
- Rede de combate a incêndios (instalação da rede com postos de incêndio no interior do túnel, munidos de mangueira e extintores);
- Chamadas de emergência;
- Iluminação (substituição da iluminação existente);
- Videovigilância (instalação de CCTV);
- Detecção de incêndios (instalação de fibro-laser);
- Alimentação elétrica e colocação de tomadas.

4.1 Gabarit rodoviário

Com base no levantamento LaserScan, foi possível apurar o gabarit disponível em cada uma das secções transversais. Esta análise permitiu validar o traçado de Projeto de Execução e a inserção, em toda a extensão das galerias, do gabarit adotado de 7,00x5,00 m.

4.2 Trabalhos de prospeção realizados

Foram realizadas inspeções detalhadas das galerias em 2006 e em 2011. Nesta última inspeção foi executada uma nova vistoria e mapeamento, incluindo a realização de uma campanha de ensaios nas estruturas existentes. Tendo por base de comparação a informação contida no relatório de inspeção e mapeamento de 2005. Concluiu-se que não era perceptível qualquer agravamento no valor da abertura das fissuras estruturais existentes no teto da abóboda das duas galerias, contudo, o sistema de drenagem continuava a apresentar sérios problemas de funcionamento (Figura 4).



Figura 4. Aduela 28 da galeria Norte. Escorrências e depósitos ao longo de fissura situada no teto da abóbada. Caixa de inspeção colmatada, nos drenos de descarga

Os trabalhos de campo realizados, no âmbito do Projeto de Execução da reabilitação das galerias foram:

- Inspeção visual das galerias;
- Campanha de ensaios de caracterização do estado de conservação do revestimento;
- Inspeção com georadar.

4.3 Patologias e solução geral de reabilitação

4.3.1 Drenagem existente

O sistema existente de impermeabilização e drenagem da estrutura é constituído pelos seguintes elementos:

- Geotêxtil de polipropileno e geomembrana em PVC de 1.5 mm ao longo do perímetro da galeria de cada um dos túneis, envolvendo o dreno da base do hasteal;
- Dreno longitudinal em PVC DN 80, colocado no exterior de cada galeria (2 por galeria) e ao longo destas;
- Geodrenos transversais que atravessam a parede da galeria e descarregam no coletor/dreno longitudinal;
- Material drenante sob o pavimento com espessura que varia 0.15 m e 0.27 m, com uma inclinação de 4%, a descarregam no dreno longitudinal DN 300;
- Dreno longitudinal, em PVC DN 300, protegido por geotêxtil, assente num coxim de betão, olocado sob o pavimento e junto do passeio (2 por galeria);
- Caixas de visita cegas do dreno longitudinal DN 300.

As principais anomalias do sistema detetadas nas galerias foram:

- Presença de água no interior das caixas de visita de inspeção dos drenos;
- Cabos elétricos no interior das caixas, mergulhados dentro de água;
- Presença de sedimentos dentro das caixas de visita de inspeção dos drenos, colmatando o tubo de descarga;
- Tubos de descarga do caudal afluente às caixas, obstruídos com sedimentos;
- Saída de água e de sedimentos através das juntas de betonagem que cai sobre as vias de circulação;
- Aparecimento de lombas no pavimento;
- Aparecimento de saída de água na zona de ligação do passeio ao pavimento e pavimento degradado.

Face ao exposto, o sistema de drenagem da estrutura e da plataforma que existe na zona do pavimento e dos passeios, foi removido e substituído por um novo sistema de drenagem subterrânea e superficial. A recolha e transporte de águas passaram a ser executados, de modo separativo, em águas limpas e em águas de lavagem/derrames (contaminadas).



seguintes requisitos: taxa máxima da temperatura no betão adjacente à proteção $< 4^{\circ}\text{C}/\text{min}$; temperatura máxima atingida pelo betão na interface com a proteção $\leq 300^{\circ}\text{C}$, durante 240 minutos.

4.3.5 Equipamentos

Integrados na solução de reabilitação, procurando nivelar o grau de serviço proporcionado pelo novo túnel Norte e pelas atuais galerias após a sua reabilitação, prevê-se complementar estas últimas com uma série de equipamentos, incrementando desta forma o conforto e a segurança. Os equipamentos a considerar na reabilitação são os seguintes (Figura 8):

- Rede de incêndio
- Sistema de deteção de incêndio;
- Sistema de videovigilância (CCTV);
- Sistema de sinalização de via – Painéis seta/cruz e de velocidade;
- Sistema de chamada de emergência - SOS;
- Iluminação.

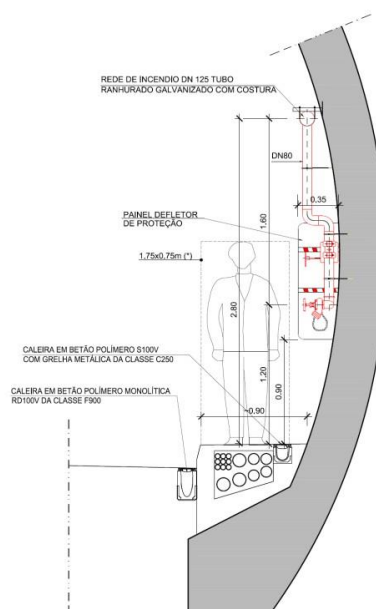


Figura 8. Distribuição de espaços no passeio e hasteal, após a intervenção de reabilitação

5 Considerações finais

Tendo presente o período de vida atual de muitas obras subterrâneas, a sua reabilitação constitui uma atividade cada vez mais premente e necessária.

A sua modernização com equipamentos de sinalização e segurança é fundamental, face aos requisitos cada vez mais exigentes das autoridades reguladoras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à BRISA Engenharia e Gestão, a devida autorização para publicar este trabalho, assim com a todas as pessoas que participaram na elaboração dos estudos aqui apresentados.