

O LEGADO DE UM TÚNEL PARA A SOCIEDADE: A CRIAÇÃO DE UMA LITOTECA

Rodrigo Ferreira França ¹; Kátia Leite Mansur ²;

Resumo – A construção de túneis rodoviários representa um desafio multidisciplinar, exigindo a integração de conhecimentos geológico-geotécnicos para o registro e análise das condições do maciço rochoso. O Túnel da Via Expressa Transolímpica, construído para os Jogos Olímpicos Rio 2016, atravessou litologias variadas, zonas de falha e diques, apresentando desafios logísticos e geotécnicos relevantes, especialmente devido à sua proximidade crítica ao Túnel Adutor do Guandu, infraestrutura vital para o abastecimento de água do Rio de Janeiro. Para preservar e disseminar o conhecimento gerado, a Concessionária ViaRio incentivou a criação de uma litoteca, consolidando registros materiais e documentais do maciço atravessado. O processo envolveu seleção de amostras, integração de dados geológico-geotécnicos, estudos mineralógico-petrográficos e a tradução das informações para uma linguagem acessível. O acervo está disponível ao público na sede da ViaRio e no Laboratório de Microscopia da UFRRJ, funcionando como recurso educacional e técnico. A iniciativa reforça a importância de registros geológicos em obras de grande porte e estimula práticas semelhantes em futuros projetos de infraestrutura.

Abstract – The construction of road tunnels represents a multidisciplinary challenge, requiring the integration of geological and geotechnical expertise to record and analyze rock mass conditions. The Via Expressa Transolímpica tunnel, built for the Rio 2016 Olympic Games, crossed varied lithologies, fault zones, and dikes, presenting significant logistical and geotechnical challenges, particularly due to its critical proximity to the Guandu Adductor Tunnel, a vital infrastructure for Rio de Janeiro's water supply. To preserve and disseminate the knowledge generated during the project, the ViaRio Concessionaire promoted the creation of a lithotheque, consolidating material and documentary records of the traversed rock mass. The process included sample selection, integration of geological and geotechnical data, mineralogical-petrographic studies, and the translation of scientific data into accessible language. The lithotheque is available to the public at the ViaRio headquarters and at the UFRRJ Microscopy Laboratory, serving as an educational and technical resource. This initiative underscores the importance of geological records in large-scale projects and encourages similar practices in future infrastructure works.

Palavras-Chave – Túneis, litoteca, geologia de engenharia, mapeamento geotécnico, Via Expressa Transolímpica.

¹ Geól. Rodrigo Ferreira França, Fundação Instituto Geotécnica (Geo-Rio) Tel, (21) 3878-7878, franca.rodrigof@gmail.com

² Prof. DSc. Kátia Leite Mansur, Universidade Federal do Rio de Janeiro Tel, (21) 2598-9464, katia@geologia.ufrrj.br

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta a criação de uma litoteca como legado do túnel da Via Expressa Transolímpica (figuras 1 e 2), construído para os Jogos Olímpicos Rio 2016, destacando sua relevância para a preservação e disseminação do conhecimento geotécnico.

A construção de túneis rodoviários é uma atividade complexa que envolve a interação de diversas áreas do conhecimento, destacando-se a geologia de engenharia e a geotecnia. A execução de túneis em rocha oferece a oportunidade única de observar e mapear afloramentos subterrâneos, cuja efemeridade torna essencial o registro detalhado das condições do maciço.

Iniciativas similares de preservação do conhecimento geológico têm sido implementadas globalmente. O Metrô de São Paulo, por exemplo, mantém uma litoteca com mais de 10.000 amostras de sondagens, utilizadas para planejamento de expansões da rede (METRÔ CPTM, 2022). Outro exemplo relevante é a Litoteca do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP), que organiza e disponibiliza acervos geológicos para a comunidade acadêmica e o público em geral, promovendo a valorização do patrimônio geológico e apoiando atividades de ensino e pesquisa (LITOLAB IGc-USP, 2021).

A litoteca da Transolímpica diferencia-se por integrar dados geotécnicos operacionais, como registros de escavação, com análises petrográficas, criando um acervo dinâmico vinculado aos desafios reais de obra.

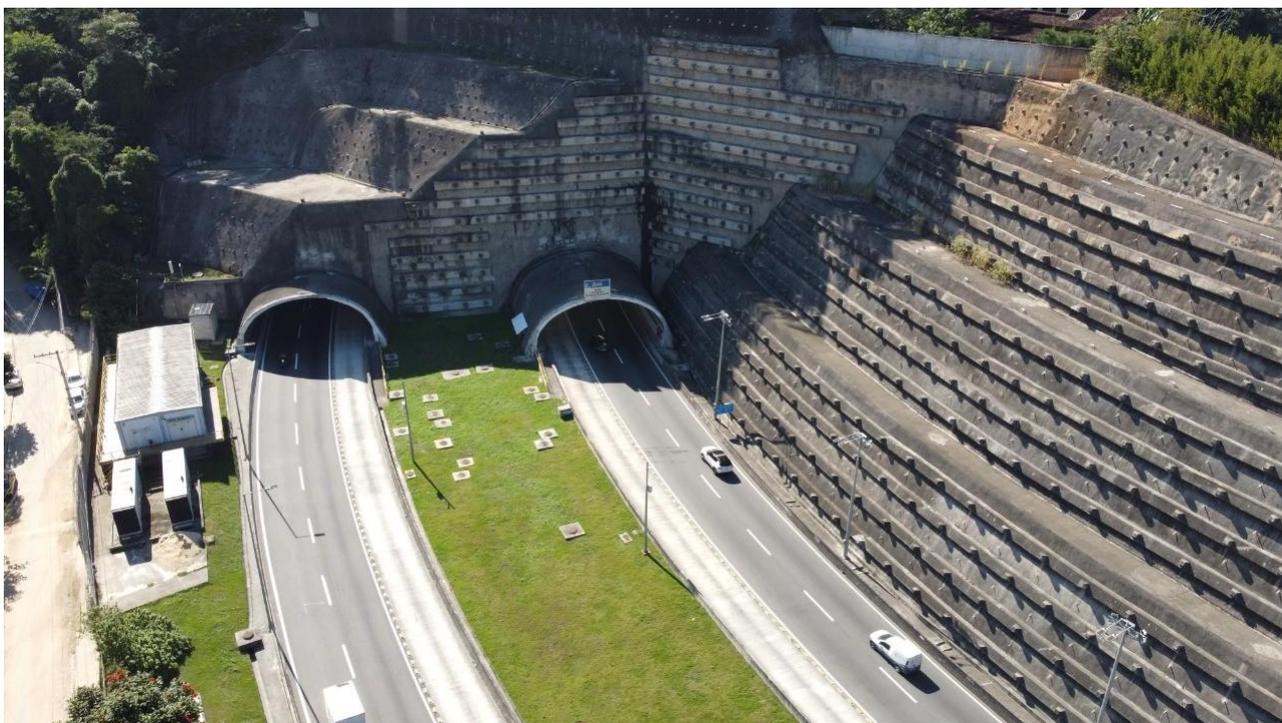


Figura 1. Localização da área de estudo, no emboque denominado sul.



Figura 2. Localização da área de estudo, no emboque denominado norte, ao longo de sua construção.

2. METODOLOGIA

O processo de construção da litoteca vinculada ao Túnel da Via Expressa Transolímpica foi estruturado em diversas etapas, que buscaram garantir a representatividade das amostras, a integridade das informações geológico-geotécnicas e a comunicação eficiente do conhecimento técnico. A seguir, descrevem-se as principais fases desenvolvidas:

2.1. Seleção e Armazenamento de Amostras

Durante a execução das escavações do túnel e nas campanhas de sondagem rotativa realizadas previamente, foi conduzida a coleta de amostras representativas das diferentes litologias e estruturas geológicas identificadas ao longo do traçado da obra (figuras 3 e 4).

Considerando as particularidades do projeto, especialmente a proximidade com o Túnel Adutor do Guandu — infraestrutura estratégica para o abastecimento hídrico da cidade do Rio de Janeiro —, a coleta foi condicionada a rígidos protocolos logísticos.

As amostras foram priorizadas de acordo com sua relevância geológica, sendo dado destaque especial às zonas de falha, contatos litológicos e ocorrências de diques de quartzo, por serem elementos geomecanicamente significativos no contexto da escavação subterrânea.

2.2. Integração de Dados

Posteriormente à etapa de coleta, todas as informações obtidas em campo — incluindo dados das escavações, registros fotográficos e descrições geológicas — foram organizadas e integradas com os dados geotécnicos e geomecânicos gerados durante o projeto e o acompanhamento da obra.

Essa etapa visou estabelecer correlações entre as características observadas nas amostras e os registros operacionais, como condições de avanço, tipo de suporte utilizado, e eventuais eventos de instabilidade. Além disso, foram cruzadas informações sobre a estruturação dos maciços rochosos com as interpretações realizadas a partir de mapeamentos geológico-geotécnicos nas frentes de escavação.

2.3. Estudos Analíticos

As amostras selecionadas passaram por análises laboratoriais específicas, com enfoque mineralógico, petrográfico e microestrutural. Esses estudos foram conduzidos pelo Prof. Dr. Rubem Porto Jr., da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). As análises permitiram validar as interpretações de campo e identificar aspectos relevantes da microestrutura e composição mineralógica, fundamentais para a compreensão do comportamento geomecânico dos materiais ao longo da escavação.

2.4. Tradução Científica e Desenvolvimento do Layout Expositivo

Visando transformar o conteúdo técnico em um recurso acessível para diferentes públicos, as informações resultantes dos estudos analíticos e de campo foram adaptadas para uma linguagem clara e didática, sob orientação da Prof. Dra. Kátia Leite Mansur, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (figura 5).

Simultaneamente, o designer Matheus Soares foi responsável pelo desenvolvimento do projeto expositivo da litoteca, que incluiu o acondicionamento das amostras em caixas de acrílico e a elaboração de painéis informativos com representações gráficas e textos explicativos, estruturando um material de apoio à disseminação do conhecimento.

2.5. Resultados

Como resultado deste processo, a litoteca consolidada passou a integrar um acervo composto por amostras georreferenciadas e informações correlacionadas, representando as principais litologias, estruturas geológicas observadas ao longo do túnel.

O acervo foi disponibilizado para consulta pública e acadêmica na sede da Concessionária ViaRio, no Laboratório de Microscopia da UFRRJ e, posteriormente, na Fundação Geo-Rio, reforçando seu papel como ferramenta de apoio à formação de estudantes, profissionais e pesquisadores da área de Geologia de Engenharia e Geotecnia.



Figura 3. Coleta de amostras, junto com o professor Dr. Rubem Porto Junior.



Figura 4. Acondicionamento das amostras das sondagens rotativas da obra.

A diferença entre rocha e mineral

EXISTEM NA NATUREZA 3 TIPOS DE ROCHAS: ÍGNEAS, SEDIMENTARES E METAMÓRFICAS. Cada um destes tipos apresenta características bem marcantes no que diz respeito a sua composição ou sua origem. As rochas são formadas por minerais e o teor e o arranjo destes minerais vai dar o nome à rocha.

Nos Túneis da Transolímpica foram encontrados dois tipos de rochas: as metamórficas e as ígneas ou magmáticas. As rochas metamórficas ocorrem quando grandes pressões e temperaturas atuam sobre as rochas pré-existentes, fazendo com que elas se recristalizem e se reorganizem, de forma a produzir uma orientação dos minerais, ou bandamento. Estas condições ocorrem em diversos ambientes, porém o processo que gerou as rochas do Rio de Janeiro foi uma colisão de massas continentais, há cerca de 700 a 500 milhões de anos. Observe as rochas metamórficas dispostas abaixo do perfil. Elas são listradas, bandadas, mostrando arranjos de minerais claros intercalados com escuros.

As rochas ígneas se formam quando há o resfriamento de uma massa de rocha derretida, chamada magma. As condições necessárias para derreter rochas são dadas principalmente por altas temperaturas. Os principais ambientes onde tais temperaturas são atingidas são zonas de colisão e de separação de continentes e de anomalia de calor no interior da Terra. Estas rochas são homogêneas, podendo ser finas ou grossas. Quanto mais fina, mais rápido se resfriou.

As rochas ígneas encontradas durante a perfuração do túnel são mais novas do que as metamórficas. No esquema dos túneis acima, combinado com a observação das rochas podemos entender um pouco desta história da Terra.



Figura 5. Trecho com linguagem acessível de texto da litoteca.

CONCLUSÕES

A criação da litoteca do Túnel da Via Expressa Transolímpica representa um marco relevante na preservação e disseminação do conhecimento geotécnico aplicado a obras subterrâneas (Figuras 6 e 7). A iniciativa evidencia o valor do registro sistematizado em projetos de infraestrutura e reforça a importância de práticas semelhantes em futuras obras.

Como ferramenta de educação, observa-se que os conjuntos litológicos foram destinados a instituições públicas e privadas, com distintos níveis de aproveitamento. A litoteca alocada na Fundação Geo-Rio está exposta atualmente na área do Departamento de Projetos, local de trânsito constante dos técnicos da casa, com previsão de futura realocação para o Laboratório de Experimentos Geotécnicos da mesma instituição, ampliando seu uso pedagógico. A litoteca da concessionária que administra o túnel, permanece em exposição no escritório administrativo, acessível aos seus colaboradores desde a inauguração. Na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, o acervo foi incorporado ao recém-inaugurado Museu de Rochas e Minerais, em março de 2025, e passou a integrar atividades de ensino e extensão. Já no caso da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), não foi possível obter informações sobre a utilização atual do material.

Adicionalmente, o avanço contínuo de tecnologias como aerofotogrametria, impressão 3D, modelagem da informação da construção (BIM) e gêmeos digitais tem ampliado significativamente as possibilidades de documentação, análise e compartilhamento do conhecimento geológico e geotécnico. A integração desses recursos com ambientes imersivos — por meio de realidade virtual (VR) e aumentada (AR) — e o suporte de ferramentas baseadas em inteligência artificial (AI) já vêm transformando a forma como se explora, interpreta e transmite informações sobre o subsolo em diferentes fases do ciclo de vida das infraestruturas (EASTMAN et al., 2018; TAO et al., 2018; DENG et al., 2022).

Essas tecnologias abrem perspectivas para que, no futuro, litotecas físicas sejam complementadas ou até integradas a ambientes digitais colaborativos, interativos e acessíveis, potencializando a educação, a gestão de riscos e a transparência em projetos de engenharia. Contudo, destaca-se que, apesar do valor técnico e acadêmico das litotecas já existentes, seu aproveitamento poderia ser ampliado com iniciativas que favoreçam a exposição ao público em geral, promovendo maior conscientização sobre os desafios e saberes envolvidos nas obras de infraestrutura subterrânea.

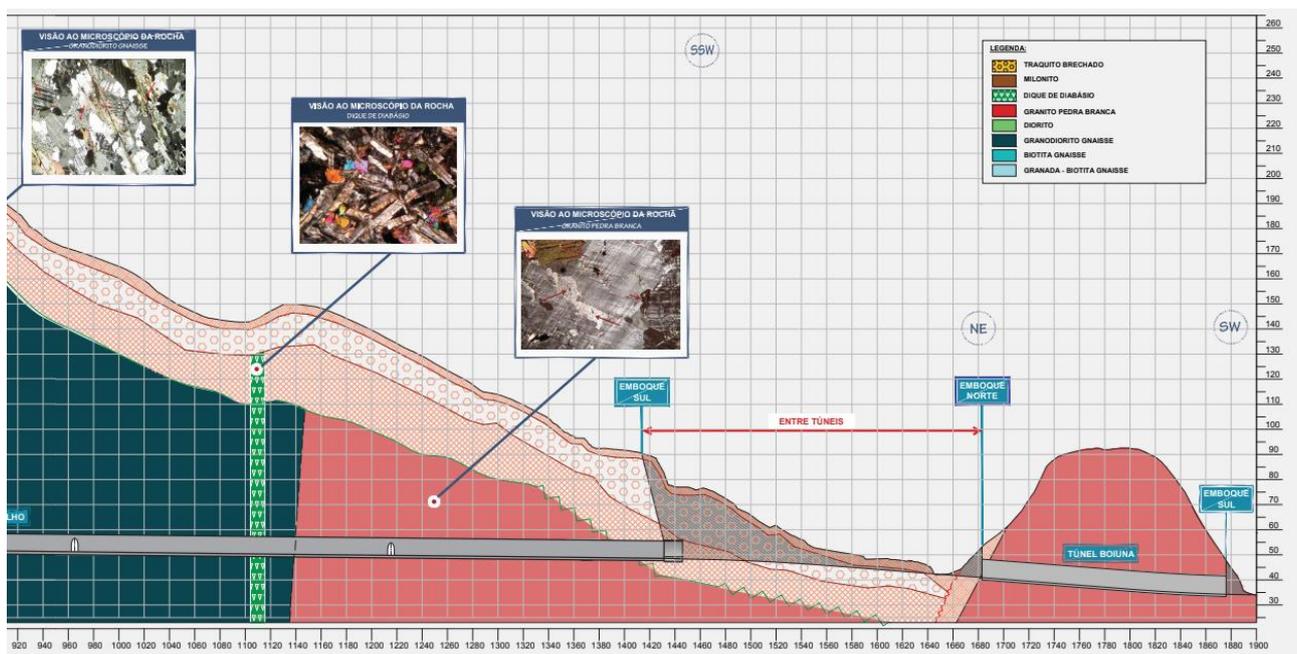


Figura 6. Trecho da litoteca, com legendas, amostras de microscópio, além do perfil dos túneis.



Figura 7. Uma das quatro litotecas existentes

AGRADECIMENTOS

Ao corpo técnico da Concessionária ViaRio, em especial ao Dr. Severino Garrido ao Laboratório de Microscopia da UFRRJ, aos professores Rubem Porto Jr. e Kátia Leite Mansur, e ao designer Matheus Soares pela colaboração fundamental.

REFERÊNCIAS

- DENG, Y.; TANG, P.; ZHANG, J. *Integrating VR and BIM for Interactive Tunnel Construction Training and Visualization*. *Automation in Construction*, v. 136, p. 104134, 2022.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. 3rd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2018.
- METRÔ CPTM. Especial Litoteca: conheça a coleção de amostras do subsolo do Metrô. São Paulo, 2022. LITOLAB IGc-USP. Litoteca IGc-USP: Laboratório de Preservação de Acervo Litológico. São Paulo: Instituto de Geociências da USP, 2021. Disponível em: <https://revistas.usp.br/cpc/article/view/171350>.
- PORTO JR., R. Geologia Estrutural do Maciço da Pedra Branca. *Anuário IGEO/UFRJ*, 2018.
- LNEG. Lithotheque. Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Portugal, 2024-2025. Disponível em: <https://www.lneg.pt>.
- TAO, F.; ZHANG, H.; LI, A.; GAO, J. Digital twin driven product design, manufacturing and service with big data. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 94, p. 3563–3576, 2018.