

**CARACTERIZAÇÃO DE ÁREA DE BOTA-FORA ATRAVÉS DO USO DE  
MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EM CONTAGEM - MG**

Flávio A. Bergonzoni <sup>1</sup>;

**Resumo** – Com objetivo de se caracterizar uma área que foi usada como bota-fora no município de Contagem – MG, foi elaborado modelo geológico-geotécnico na forma de um modelo digital. O modelo digital foi elaborado a partir dos boletins de campanhas de sondagens mistas no terreno, com a finalidade de se demonstrar as espessuras do aterro presente e disposição do material depositado ao longo do terreno. O modelo digital foi posteriormente consultado na avaliação da área para a implantação de um projeto de centro logístico. Além de fornecer informações sobre a disposição e espessura do corpo de aterro, o modelo digital constituiu um diferencial na transferência de informação tanto para colaboradores quanto para empreendedores interessados no estudo, permitindo a visualização em 3D da disposição dos materiais presentes na área.

**Abstract** – In order to characterize an area previously used as a dumping site in Contagem - MG, a geological-geotechnical model was developed in the form of a digital model. The digital model was created based on reports from drilling campaigns carried out on site, with the objective of demonstrating the thicknesses of the present landfill and the spatial distribution of the deposited material across the terrain. This digital model was later consulted in the assessment of the area for the implementation of a logistics project. In addition to providing information on the distribution and thickness of the landfill body, the digital model proved to be a useful tool for transferring information to both collaborators and investors interested in the study, enabling 3D visualization of the materials present in the area.

**Palavras-Chave** – Modelo Geológico-Geotécnico, Modelo Digital, Modelo Geológico

---

<sup>1</sup> Geól., Contag Engenharia Ltda., (11) 98112-3683, flavio@contagengenharia.com.br

## 1. INTRODUÇÃO

A caracterização de áreas de bota-fora, compostas por solos e depósitos antrópicos ou que receberam aterros representa um desafio na avaliação para sua reutilização, uma vez que estes materiais geralmente são lançados sem controle dos solos e materiais que estão sendo depositados. No contexto da avaliação da área presente neste trabalho o objetivo da elaboração de modelo geológico-geotécnico e modelo digital foi o estudo da espessura e distribuição deste estrato de aterro, de forma a subsidiar informações para o estudo de implantação de um centro logístico.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

### 2.1. Caracterização Geológica Regional

Segundo o Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000 (CPRM, 2003), a área do empreendimento se localiza sobre rochas do Complexo Ortognáissico Belo Horizonte. O litotipo dominante neste complexo é um ortognaisse cinza claro, frequentemente apresentando bandamento composicional e feições de migmatização. Possui bandamento milimétrico a centimétrico, que pode se apresentar localmente com até bandas de 20 a 30 cm. As bandas podem se apresentar uniformes ou com dobras e falhamentos (NOCE et al.,1997). Em termos geomorfológicos, a área está localizada em domínio de colinas amplas e suaves (Machado, 2010).

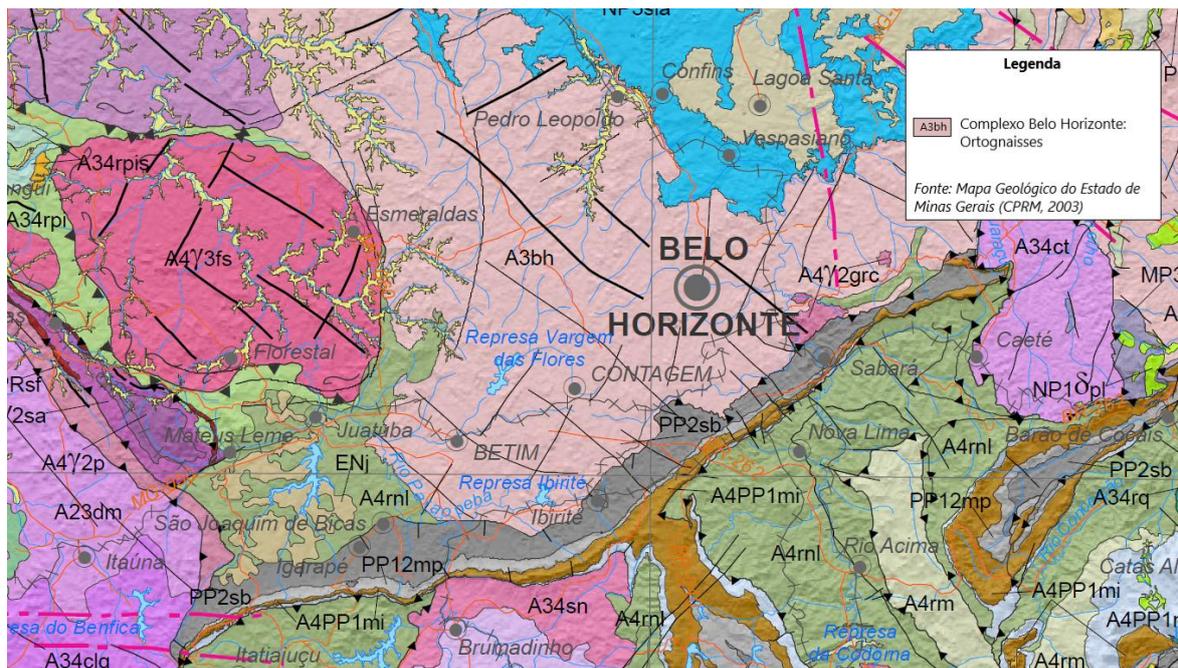


Figura 1. Recorte do Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais mostrando a região de Contagem inserida no contexto do Complexo Belo Horizonte (CPRM, 2003).

### 2.2. Caracterização da área de estudo

Através da análise de imagens de satélite no Google Earth, é possível observar na imagem mais antiga disponível, datada de novembro de 2002, a presença da área de bota fora na porção leste do terreno, às margens da BR-135 a Rodovia Presidente Juscelino Kubitschek (Figura 2). De acordo com o levantamento topográfico, a área configura-se como um morro localizado na porção central e superior do polígono, de onde partem suas encostas para oeste e para leste na direção da rodovia, sendo que a meia encosta do flanco leste deste morro foi preenchido com o material de aterro.



Figura 2. Vista geral da área, demarcada por polígono amarelo, com destaque em vermelho pontilhado para área de bota fora próxima à rodovia (Google Earth Pro, 2025).

Foram realizadas duas campanhas de sondagens mistas na área, totalizando 24 furos de sondagem. Nas campanhas, foram identificados os estratos, do topo para base: cobertura de origem provavelmente coluvionar de argilas siltosas de consistência mole a média e coloração avermelhada, seguido por aterro de solos e depósitos antrópicos de composição predominantemente argilo siltosa, por vezes pouco arenoso com areia fina, com pedregulhos médios a grossos de gnaiss, entulho de materiais diversos madeira, borracha, metais e concreto, e consistência média a dura, em sua maioria rija, variegado. A camada de aterro, possui espessuras mínimas da ordem de 5 m, e máximas em torno de 20 m. Abaixo do aterro encontram-se solos residuais de gnaiss, compostos por siltes arenosos pouco argilosos, compactos a muito compactos, de coloração rosa avermelhada, cinza amarelada e por vezes amarelado e esbranquiçado. Abaixo dos solos residuais foi interceptado gnaiss quartzoso, são a medianamente alterado, muito consistente a pouco consistente, ocasionalmente fraturado a extremamente fraturado.

### 3. ELABORAÇÃO DO MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO E MODELO GEOLÓGICO

O processo de elaboração de Modelo Geológico-Geotécnico é tido como uma estrutura cognitiva abrangente, que pode consistir em vários modelos e abordagens interrelacionados, desta forma o produto final é um dos seus componentes de saída na forma de um Modelo Geológico, que representa a distribuição no espaço 3D das unidades geológicas presentes no terreno (Baynes and Parry, 2022). Seguindo este conceito, o Modelo Geológico-Geotécnico foi conceituado anteriormente à modelagem em ambiente digital, tendo sido feitas considerações acerca do contexto geológico, características do relevo e entorno, histórico da área, limite da área, além de campanhas de sondagens realizadas no local. Este modelo foi elaborado no contexto de um estudo conceitual ou de pré-viabilidade, possuindo características principalmente conceituais. (Figura 3).

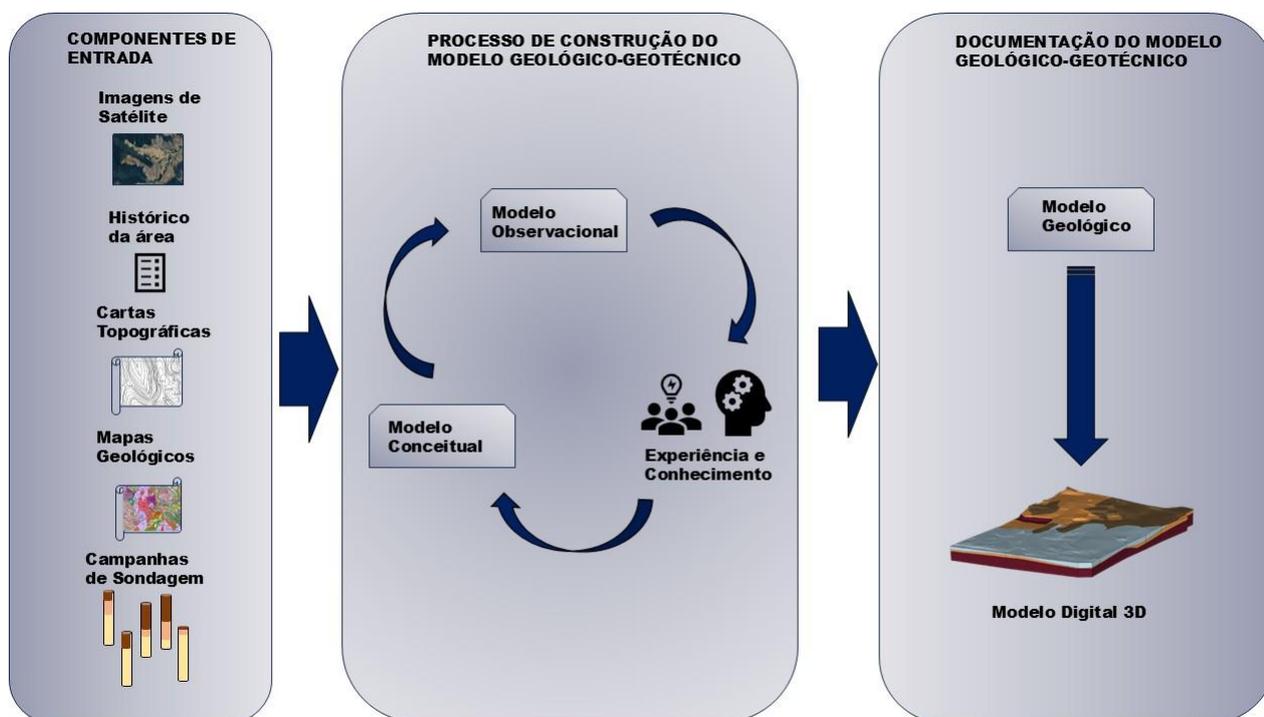


Figura 3: Etapas do processo de construção do Modelo Geológico Geotécnico, até a saída do Modelo Digital 3D (adaptado de Baynes e Parry, 2022)

Dentro do processo de construção do modelo geológico-geotécnico portanto teremos um componente conceitual, que se baseia no entendimento do contexto, a relação entre as unidades geológico-geotécnicas e possível distribuição dos materiais geológicos. Esta abordagem está fundada em conceitos, além de conhecimento e experiência de quem está construindo o modelo geológico-geotécnico. O outro componente seria o observacional, baseado em campanhas de investigações, medidas e quantificações retiradas do meio geológico, estando estes dados relacionados a locais e tempos específicos (PARRY et al., 2014). É importante ressaltar que o Modelo Geológico-Geotécnico dura até a implantação final de um projeto, e deve ser atualizado à medida que novas informações são recebidas e novas investigações são executadas. Atualmente softwares mais recentes como Leapfrog possuem a capacidade de reunir em um ambiente os componentes de entrada necessários e elaborar a documentação do modelo geológico-geotécnico facilitando a atualização do modelo à medida que novos dados são inseridos, registrando as mudanças ocorridas no modelo digital em diferentes etapas dos projetos. Desta forma observa-se que a evolução dos softwares de modelagem geológica cada vez mais apoiam o processo de construção do modelo geológico-geotécnico, mas ainda carecerão da experiência e conhecimento do modelador na elaboração dos modelos observacionais e conceituais que resultarão nos produtos de saída finais.

No caso da área estudada, podemos partir de um resumo de informações relevantes que subsidiará a criação do modelo conceitual do terreno: se trata de uma gleba à beira de uma rodovia que de acordo com o seu histórico serviu como um local de deposição de resíduos de bota-fora, possivelmente oriundos de obras da rodovia e do entorno. A área que foi preenchida com aterro compreende a meia encosta no flanco leste do morro presente no centro da gleba, que ao limite da área se encontra com a rodovia à leste. O local se encontra dentro do contexto geológico do complexo Belo Horizonte, ou seja, espera-se que encontremos nas investigações além do aterro, solos residuais dos gnaisses presentes na área, os próprios gnaisses e possivelmente coberturas coluvionares uma vez que temos a presença de meias encostas favoráveis a formação destes depósitos. Em relação ao nível d'água, espera-se que seja interceptado apenas após o bota-fora, no terreno natural composto por solo residual.

Na elaboração do modelo observacional, agora temos em mãos os dados oriundos das campanhas de sondagens mistas além do levantamento topográfico do terreno. A partir deste momento, alimenta-se o modelo conceitual e o conhecimento do modelador com as novas

informações do componente observacional: posição geográfica característica dos solos no aterro, materiais depositados (concreto, pedregulhos, plástico), consistência ou compactidade, resultado dos ensaios de penetração SPT, tipos de solos residuais, coberturas e suas características geotécnicas, tipos de rochas e sua condição de alteração, fraturamento, consistência, posição do topo rochoso, presença do nível d'água.

Finalmente a partir do componente conceitual e do componente observacional temos o modelo geológico para a área, que servirá como base para a elaboração do modelo geológico digital em ambiente 3D. Para elaboração do modelo geológico digital, foi utilizado o software Plaxis Designer desenvolvido pela empresa estadunidense Bentley Systems, que permite a interpolação de dados de sondagens, além da inserção de elementos de topografia e designs de projetos em ambiente georreferenciado e tridimensional. Inicialmente é realizado um tratamento dos boletins de sondagem, e inserção das representações de sondagens e superfície de topografia no ambiente do software (Figura 4). A seguir, é necessária criação de perfis e regiões que permitem a manipulação da forma com que o software fará a interpolação entre as sondagens e o terreno, resultando no Modelo Geológico tridimensional (Figura 5). A partir deste modelo, o programa permite a extração de perfis (Figura 6), realização de medições, cálculos de volumes, mapas de contornos representando espessuras do aterro (Figura 7) e exportação de arquivos de superfícies de malhas trianguladas em formato .xml e .obj, representando os contatos entre as diferentes camadas do modelo geológico. Estes arquivos são exportados de forma georreferenciada e possuem fácil interoperabilidade com softwares em ambiente tridimensional como Autocad Civil 3D (Autodesk) e Opensites (Bentley Systems), facilitando a transferência de informações.

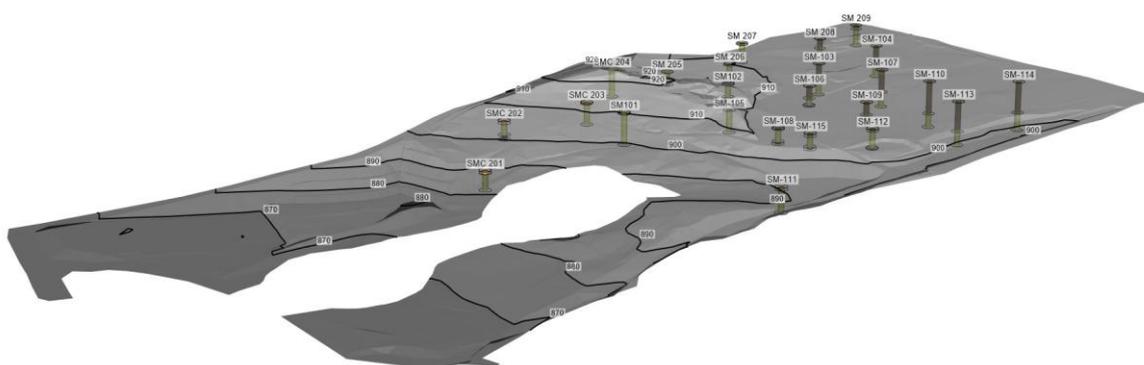


Figura 4: Inserção das representações de sondagem e integração com o levantamento topográfico.

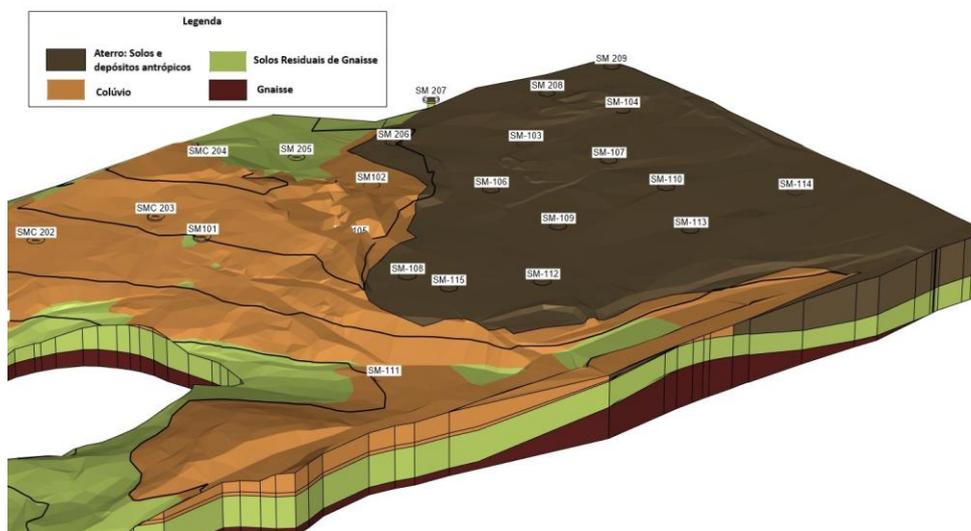


Figura 5: Modelo geológico com a distribuição no espaço 3D das unidades geológicas, mostrando a disposição da camada de aterro.

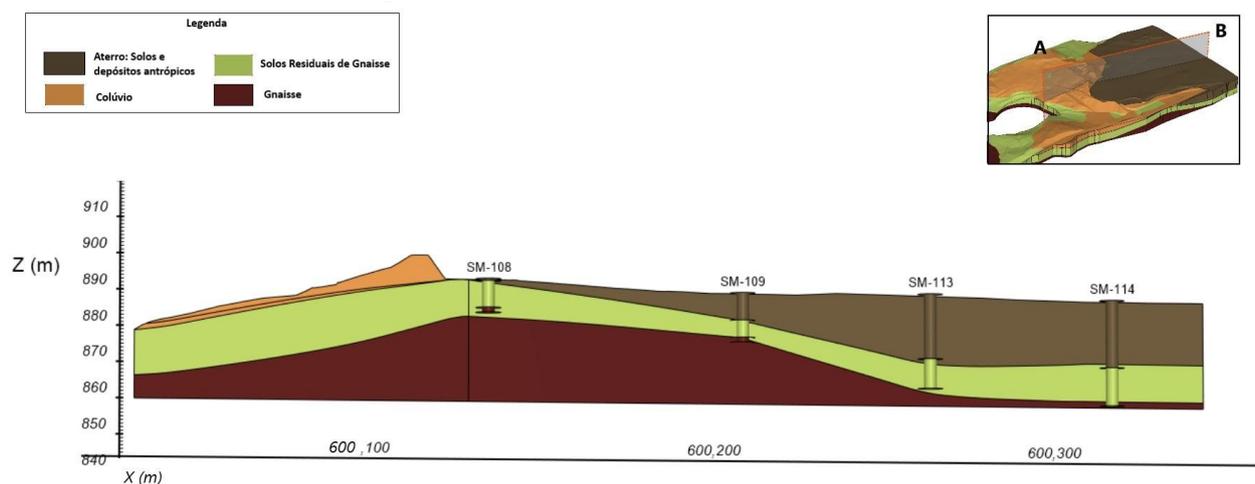


Figura 6: Perfil extraído do software mostrando a disposição das camadas.



Figura 7: Mapa de contornos mostrando a espessura da camada de aterro na área do empreendimento.

#### 4. CONCLUSÕES

A construção do modelo geológico-geotécnico na avaliação de uma área constitui um dos muitos pilares de um projeto pretendido ao sucesso, devendo ser feita seguindo metodologias específicas que favoreçam o fluxo de informações e a documentação do modelo. Além disso ressalta-se a importância do componente conceitual, que está atrelado ao conhecimento e experiência de quem o elabora.

Os componentes de saída dos modelos geológico-geotécnicos, como modelos geológicos com disposição no espaço 3D e modelos digitais oferecem visões otimizadas para projetistas e empreendedores, facilitando a compreensão dos meio físico e auxiliando na tomada de decisões.

#### AGRADECIMENTOS

O autor agradece à empresa Contag Engenharia Ltda. pela disponibilização dos dados e aquisição da licença do software utilizado para a realização do trabalho.

#### REFERÊNCIAS

BAYNES, F. J.; PARRY, S. Guidelines for the development and application of engineering geological models on projects. International Association for Engineering Geology and the

Environment (IAEG) Commission, v. 25, 2022. CHIOSSI, Nivaldo. Geologia de engenharia. Oficina de Textos, 2015.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Mapa geológico do estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: CPRM, 2003. Escala 1:1.000.000.

MACHADO, Marcely Ferreira; SILVA, Sandra Fernandes da. Geodiversidade do estado de Minas Gerais. 2010.

NOCE, Carlos Maurício; TEIXEIRA, Wilson; MACHADO, Nuno. Geoquímica dos gnaisses ttgs e granitóides neoarqueanos do complexo Belo Horizonte, quadrilátero ferrífero, Minas Gerais. Revista Brasileira de Geociências, v. 27, n. 1, p. 25-32, 1997.

PARRY, Steve et al. Engineering Geological Models IAEG Commission 25. In: Engineering Geology for Society and Territory-Volume 7: Education, Professional Ethics and Public Recognition of Engineering Geology. Springer International Publishing, 2014. p. 17-19.