

Mapeamento geológico-geotécnico de uma obra de infraestrutura viária no Distrito Federal do Brasil

DOI: 10.20396/labore.v18i00.8677948

Gisandra Faria de Paula

<https://orcid.org/0000-0001-7003-5629>

Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal / Brasília [DF]

Dan Imbroisi Brant Teixeira

<https://orcid.org/0009-0007-8910-2239>

Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal / Brasília [DF]

Vinicius Silveira Levay

<https://orcid.org/0009-0006-5437-7999>

ITR Engenharia / Brasília [DF]

Alessandra dos Santos Gomes

<https://orcid.org/0009-0009-8113-0862>

DF+ Engenharia / Belo Horizonte [MG]

Rafael Cerqueira Silva

<https://orcid.org/0000-0002-1673-5592>

Universidade de Brasília / Brasília [DF]

RESUMO

Obras em engenharia rodoviária necessitam de projetos detalhados, que levem em consideração as particularidades geológico-geotécnicas com uma caracterização quantitativa e qualitativa de todas as condicionantes relacionadas, objetivando otimizar os processos executivos com eficiência e economicidade. O mapa pedológico deveria constituir um dos primeiros recursos que o engenheiro geotécnico tem disponível para localizar a área e identificar os solos existentes na região da obra, a fim de subsidiar os projetos a serem realizados. Entretanto, na maioria das vezes, é desprezado na geotecnia. Desta forma, o presente estudo tem como objetivo demonstrar a aplicação da utilização de mapas temáticos para execução de dois trechos de taludes de corte na obra denominada Ligação Torto-Colorado (LTC), no Distrito Federal. Para tanto, foram realizadas análises comparativas entre as informações existentes nos mapas e as características dos solos encontrados, interceptados e expostos pelas escavações realizadas para implantar os taludes. As análises realizadas corroboram para a importância do uso de mapas pedológicos associados a mapas geológicos para definição dos modelos geológico-geotécnicos, possibilitando elaboração de análises consistentes com as características dos materiais interceptados pela escavação, que variam de solos residuais jovem e maduro a rochas medianamente intemperizadas, cujos comportamentos são condicionados pelas formações e, dependendo do material, também da direção das faces de escavação.

PALAVRAS CHAVE

Mapa geológico. Mapa Geomorfológico. Mapa pedológico. Talude. Classe de solo.

Geological-geotechnical mapping of a road infrastructure project in Brazil Federal District

ABSTRACT

Road engineering works require detailed projects, which take into account the geological-geotechnical particularities with a quantitative and qualitative characterization of all related conditions, aiming to optimize the executive processes efficiently and economically. The pedological map should be one of the first resources that the geotechnical engineer has available to locate the area and identify the soils existing in the region of the work in order to subsidize the projects to be carried out. However, in most cases it is despised in geotechnics. Thus, the present study aims to demonstrate the application of the use of thematic maps for the execution of two sections of cut slopes in the work called Ligação Torto-Colorado (LTC), in the Federal District. For this purpose, comparative analyzes were carried out between the information on the maps and the characteristics of the soils found intercepted and exposed by the excavations carried out to implant the slopes. The analyzes carried out corroborate the importance of using pedological maps associated with geological maps for the definition of geological-geotechnical models, enabling the development of analyzes consistent with the characteristics of the materials intercepted by the excavation, which vary from young and mature residual soils to medium weathered rocks, whose behaviors are conditioned by the formations and, depending on the material, also in the direction of the excavation faces.

KEYWORDS

Geological map. Geomorphological map. Pedological map. Slope. Soil class.

1. Introdução

Há cerca de 05 anos, foi inaugurada, no Distrito Federal, a obra denominada Ligação Torto-Colorado (LTC), compreendendo vias marginais à rodovia distrital DF-003 (Estrada Parque Indústria e Abastecimento – EPIA), obras de arte especiais (ponte e viadutos) e ciclovia, buscando melhorar o intenso e crescente fluxo de veículos da região. Para implantar o perfil longitudinal projetado em cota inferior às vias laterais, a terraplenagem consistiu na escavação do terreno natural, produzindo uma seção em corte pleno (taludes).

Obras em engenharia rodoviária necessitam de projetos detalhados, atendendo as necessidades geológicas e geotécnicas, com uma caracterização quantitativa e qualitativa de todas as condicionantes relacionadas, como estabilizações de taludes e encostas, áreas com afloramento de rocha, áreas de solos compressíveis, características e distribuição de formações geológicas ocorrentes, entre outros (DER/SC, 1998).

O detalhamento dos projetos como as investigações geológicas e geotécnicas adequadas objetivam otimizar os processos executivos, evitando a execução de serviços não previstos, bem como alterações conceituais profundas em relação ao projeto inicialmente concebido, que, por sua vez, altera o custo final do empreendimento, bem como o prazo de execução.

Conforme estabelecido pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006), em suas diretrizes básicas para elaboração de estudos, projetos e programas ambientais rodoviários, empreendimentos desta natureza possuem uma enorme importância no desenvolvimento socioeconômico e, de modo geral, obras de infraestrutura viária influenciam diretamente no risco de acidentes, segurança viária, nos gastos com combustíveis fósseis, custos de produtos e serviços, nas condições de trabalho, entre outros, tendo uma ampla correlação com a qualidade de vida dos usuários.

O subleito de uma rodovia geralmente é composto do solo localizado *in situ*, o qual também pode ser utilizado em vários serviços de infraestrutura viária, mediante ensaios e adequações normativas previstas (expansibilidade, compactação, Índice Suporte Califórnia – ISC, módulo de resiliência e deformação permanente). Desta forma, este solo, no subleito, configura-se um dos insumos mais importantes em uma obra de engenharia rodoviária, pois é responsável por dar suporte à mesma, sendo a fundação do pavimento, e pode ser utilizado para outras finalidades, entre elas compor uma ou mais camadas do pavimento.

Em certos casos, em que há necessidade de um corte em determinado trecho da rodovia para a adequação do greide de terraplenagem (cota planialtimétrica), ocorre a sobra do solo e esta quantidade em excesso poderá, caso suas características geotécnicas sejam satisfatórias, compor camadas estruturais do pavimento, tais como aterros, reforço, sub-bases e bases da estrutura a ser pavimentada. Assim, é fundamental a realização de um bom projeto geotécnico e geométrico, com investigações geotécnicas de campo e laboratório para o mapeamento, a classificação e a determinação dos parâmetros geomecânicos dos materiais e das camadas que constituem o solo.

O desenvolvimento de um mapeamento geotécnico é conduzido conforme diretrizes e objetivos específicos para cada obra. Neste contexto, a cartografia geotécnica é um importante instrumento técnico de uma obra de engenharia, pois fornece, por meio da representação do conhecimento geológico, a caracterização do meio físico quanto às propriedades dos materiais constituintes (rochas, solos e águas) em relação aos processos geodinâmicos naturais e/ou induzidos e às modificações destes materiais diante das intervenções humanas (uso e ocupação do solo).

Cerri (1990) afirma que a cartografia geotécnica constitui a representação das características do meio físico natural, compreendendo a distribuição espacial dos diferentes tipos de solos e rochas, com suas propriedades geológico-geotécnicas, formas de relevo, dinâmica dos principais processos atuantes e as eventuais alterações oriundas da implantação de obras de engenharia e das diferentes formas de uso e ocupação do solo. Assim, existem várias definições para defini-la.

Tais definições são inerentes à metodologia e proposta de estudos adotados, podendo um mapa geotécnico ser desde uma simples carta de áreas alagadas, mapas pedológicos, até um complexo mapa digital formado a partir de informações interdisciplinares associadas a um sólido banco de dados geotécnicos espacial (Caraméz, 2017).

Dentre os mapas disponíveis, os mapas geológico, geomorfológico e pedológico são os mais comuns de serem encontrados, sendo um dos primeiros recursos que o engenheiro geotécnico tem disponível para localizar a área e identificar os solos e rochas existentes na região.

As informações contidas nos mapas geológicos são utilizadas como referências para os estudos, mas não são muito adequadas para fins de detalhamento, devido a escala dos mapas, em que uma unidade geológica pode estar abrangendo mais de uma compartimentação geológica. Tem-se ainda a opção do mapa geomorfológico, mas que da mesma forma apresenta limitações relativas à escala. Já os mapas pedológicos são a representação da distribuição geográfica que identifica e separa as unidades do solo como corpos naturais por meio de um conjunto de propriedades e relações observadas na natureza (Embrapa, 1995).

Entretanto, a utilização de mapas pedológicos para fins não agrícolas ainda não se configura uma prática consagrada no Brasil, não sendo levado em consideração nos estudos de geotecnia, sendo mais aplicado nos projetos de pavimentos. No Brasil, Medina, a partir da década de 60, e Nogami, desde 1963, foram os pioneiros, introduzindo métodos de abordagem, aplicados a projetos rodoviários (Antunes e Salomão, 2018). Por outro lado, de acordo com a metodologia de mapeamento geotécnico proposta por Zuquette (1993), o mapa pedológico é classificado como um mapa básico opcional, mas a depender das características peculiares de cada região, pode tornar-se essencial, de forma a contribuir para a não ocorrência de insucesso e/ou custos adicionais não previstos numa obra por descon siderações nos projetos dos aspectos geológicos e geotécnicos do local.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo demonstrar a aplicação da utilização de mapas temáticos para a execução de dois trechos de taludes de corte na obra Ligação Torto-Colorado (LTC), realizada pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER-DF). Para tanto, foram realizadas análises comparativas entre as informações existentes nos mapas e as características dos solos encontrados interceptados e expostos pelas escavações realizadas para implantar os taludes.

2. Obra Ligação Torto-Colorado (LTC)

Iniciada em 2014 e com custo estimado em R\$ 90 milhões, a obra da LTC localiza-se na saída norte do Distrito Federal, entre as interseções do Balão Colorado e o Balão do Torto e visa melhorar o trânsito da região com a implantação de uma via marginal entre o Torto-Colorado, ciclovia, ponte e viadutos na região do Torto e de acesso ao Setor Habitacional Taquari, Núcleos Rurais e DF-150, duplicando a capacidade de fluxo da DF-003 (EPIA) neste trecho, atendendo cerca de 370mil pessoas/dia. Neste estudo, as análises geológicas e geotécnicas foram realizadas em dois taludes com características distintas, gerados a partir de serviços de escavações do terreno natural, situados na região do Balão do Colorado (Trecho 1) e no acesso ao Taquari (Trecho 2), conforme Figura 1.

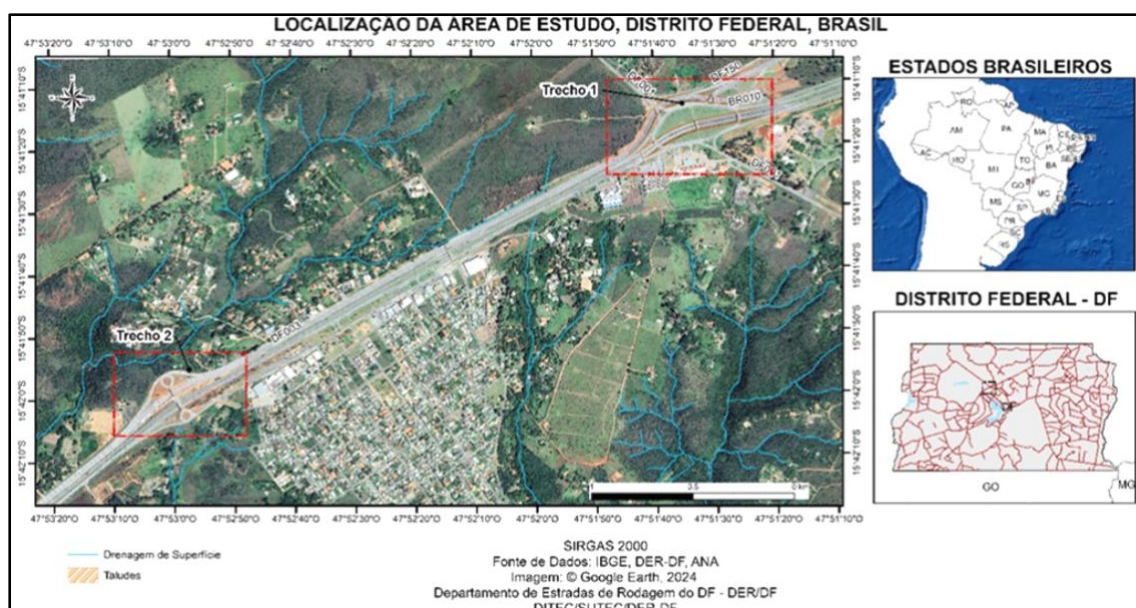


Figura 1. Localização geral dos taludes analisados.

O Balão do Colorado (Trecho 1) está localizado na interseção com as rodovias distritais DF-001 (Estrada Parque Contorno – EPTC), DF-003 (EPIA) e DF-150 e com a rodovia federal BR-020, com as seguintes coordenadas: -15.687871, -47.861439. Os taludes analisados são mostrados na Figura 2. O acesso ao Setor Habitacional Taquari (Trecho 2) está localizado nas seguintes coordenadas: -15.699360, -47.882957. Os locais dos taludes estudados estão apresentados na Figura 3.

3. Mapa Temáticos do Distrito Federal

3.1 MAPA GEOLÓGICO

Os trechos em estudo encontram-se nas Unidades Geológicas Metarritmito Arenoso e Ardósia, sendo o Trecho 1 limitado pela Unidade Geológica Quartzitos Médios. Por efeito de escala, este trecho pode contemplar uma destas Unidades, tendendo a ser Metarritmito Arenoso.

A unidade Metarritmito Arenoso é caracterizada pela alternância de estratos centimétricos a métricos de quartzitos finos a médios, com níveis geralmente mais delgados de metassiltitos argilosos, metalamitos siltosos e metalamitos micáceos (Zoby & Duarte, 2001). Estas rochas apresentam elevado grau de fraturamento e se constituem em importantes reservatórios da região, tendo em vista os altos valores de vazões observadas em poços construídos nas áreas de abrangência dessas rochas (ADASA, 2015).

A unidade Quartzitos Médios apresenta contato brusco e concordante com a unidade sotoposta, sendo composta por quartzitos finos a médios muito localmente grossos, bem selecionados, em geral, muito silicificados (Zoby & Duarte, 2001). Lentes de metarritmitos com espessura decimétricas de até 10 m ocorrem geralmente próximas à base e ao topo.

Para o Trecho 2, a unidade Ardósia possui cor cinza esverdeada, que passa a tons vermelhos característicos com a alteração intempérica. Sua espessura é de difícil estimativa em virtude do intenso dobramento, sendo considerada da ordem de 5 a 70 metros. As rochas que compõem esta unidade são capeadas por um espesso latossolo argiloso. A natureza do contato entre esta unidade e a unidade Metarritmito Arenoso é transicional, sendo marcada por intercalações siltosas, até predominar os termos silticos e arenosos quando se passa para a unidade superior (Fernandes & Loureiro, 2004).

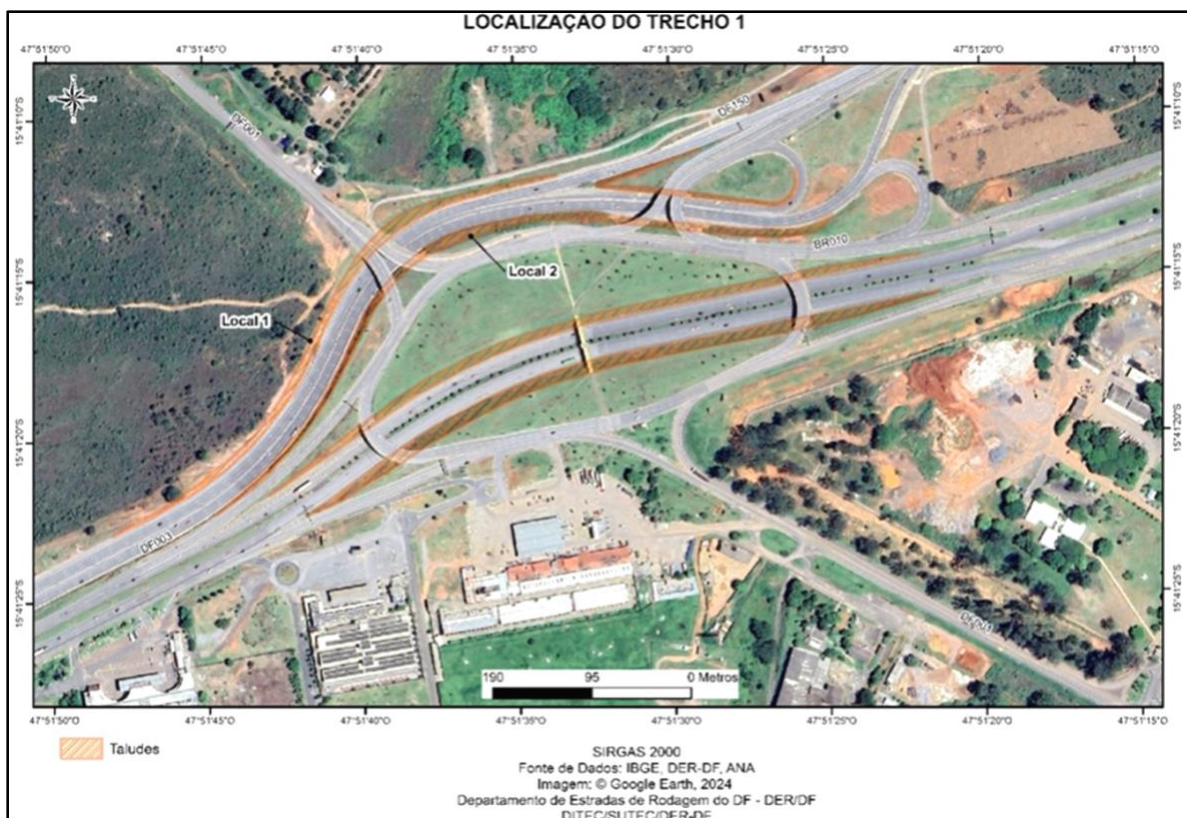


Figura 2. Localização dos taludes – Locais 1 e 2, próximo ao Balão do Colorado.

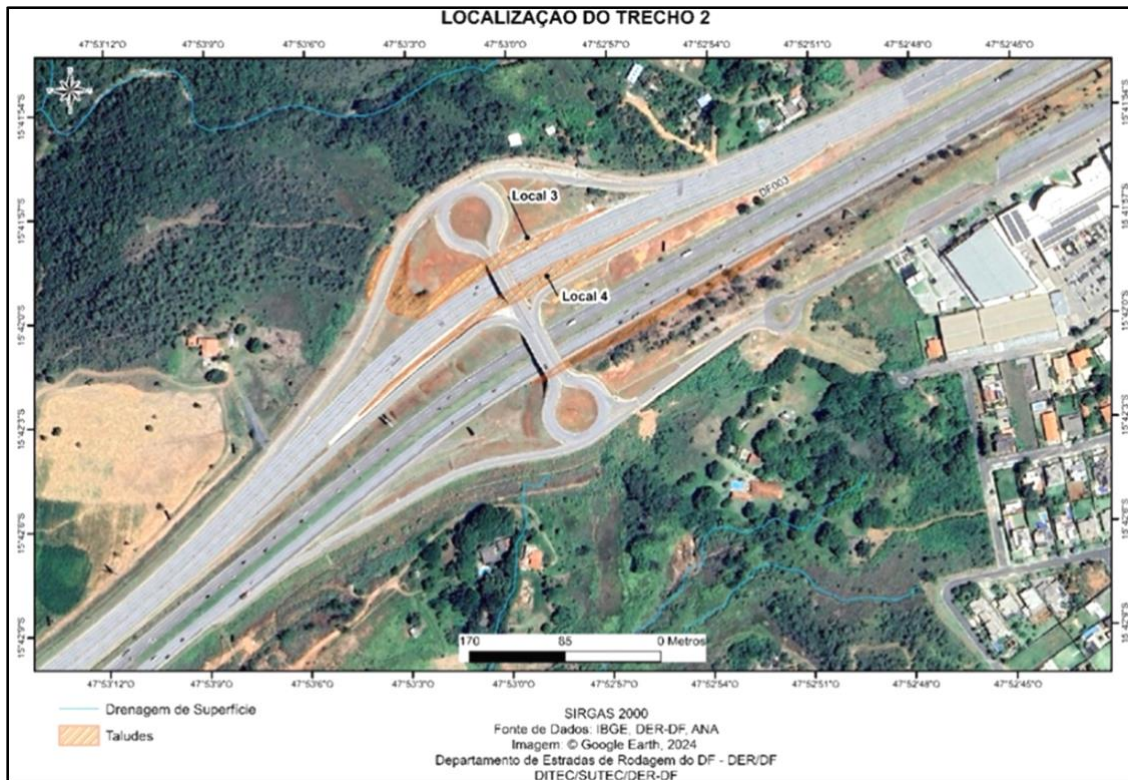


Figura 3. Localização dos taludes – Locais 3 e 4, próximo ao Taquari.

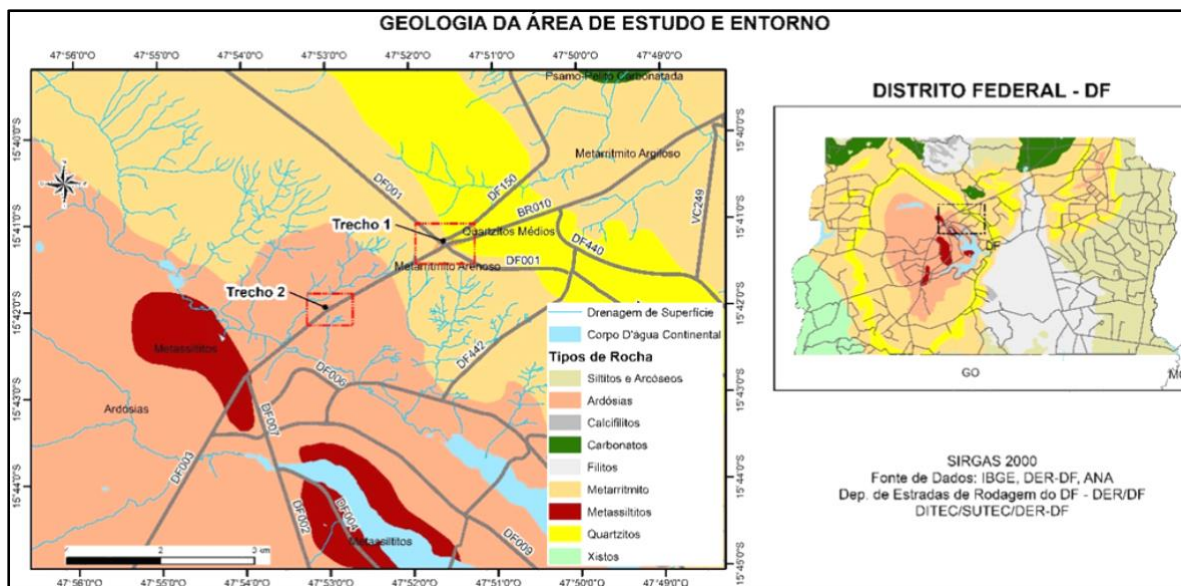


Figura 4. Mapa geológico do Distrito Federal com indicação do trecho de estudo.

3.2 MAPA GEOMORFOLÓGICO

A área do Distrito Federal está localizada no Planalto Central do Brasil, caracterizada pela ocorrência de relevo com padrão plano a suave ondulado (região de chapadas), relevos inclinados que se estendem da base das chapadas e dos morros residuais em direção aos vales (pediplanos) e relevos dissecados (entalhados) ao longo dos rios Paranoá, São Bartolomeu, Preto, Maranhão e Descoberto (Novaes Pinto, 1994ab). Na Figura 5, é apresentado o Mapa de Compartimentação Geomorfológica do Distrito Federal.

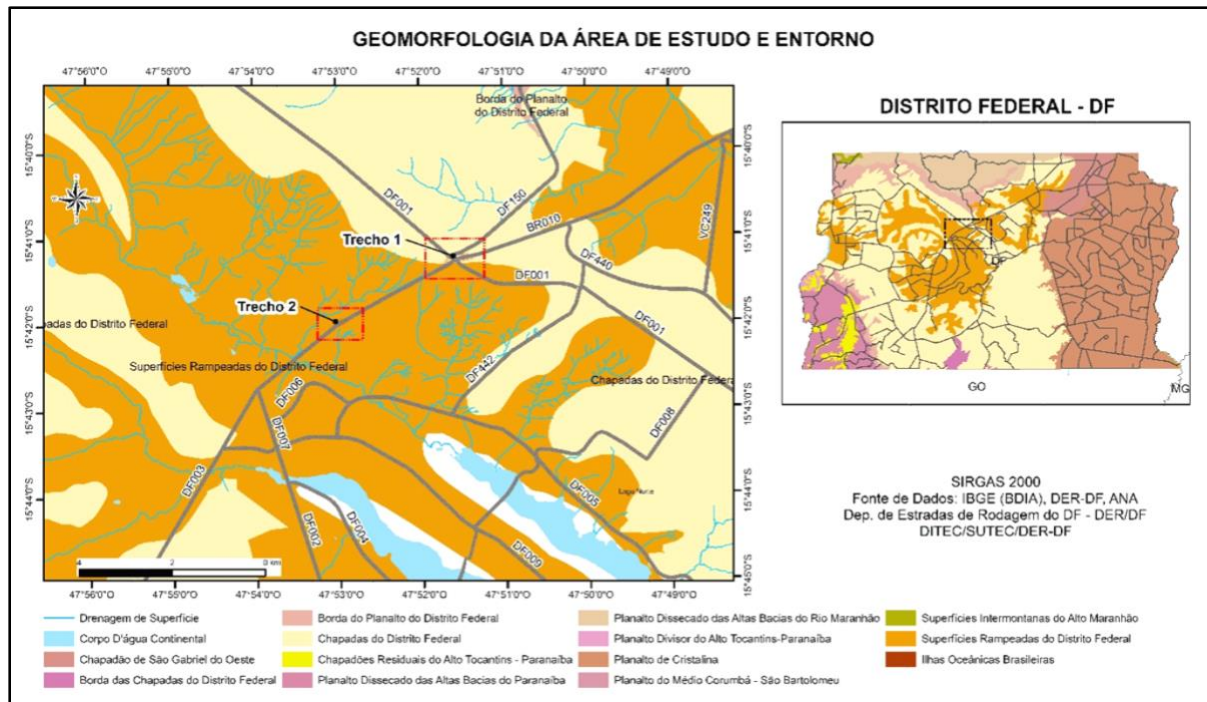


Figura 5. Compartimentação Geomorfológica do Distrito Federal.

Os trechos em estudo situam-se nos compartimentos Chapadas e Superfícies Rampeadas. Para o Trecho 1, da mesma forma que no Mapa Geológico, devido ao efeito de escala do mapa pode ser um destes compartimentos. Com análise do Mapa Pedológico, pode-se ter uma compensação deste efeito de escala, em função do nível de detalhamento deste.

Chapadas exibem padrão de relevo plano a suave ondulado com declividades inferiores a 10% e cotas superiores a 1.100m. São regiões cobertas por Latossolos e com baixa densidade de drenagens. Devida às suas características, esse compartimento representa importante área de recarga natural. Nas Superfícies Rampeadas, o padrão de relevo é ondulado, com declividades entre 10 e 20% e cotas entre 950 e 1.100m. Possui moderada densidade de drenagem e predominância de Cambissolos. A recarga nessas áreas é reduzida devido à fina espessura dos solos.

3.3 MAPA PEDOLÓGICO

Em pedologia, o estudo do solo visa conhecer sua gênese, morfologia, classificação e distribuição geográfica nos vários ambientes encontrados na superfície terrestre e aplicar este conhecimento a várias finalidades (Oliveira & Monticeli, 2018). Com esta vertente pedológica, o engenheiro rodoviário pode avaliar as intercorrências em que a implantação da rodovia estará subordinada, obtendo no mapa e/ou carta pedológica o grau de evolução do solo e que, por intermédio dos conhecimentos obtidos das classes do solo, tem-se um grande entendimento do comportamento geomecânico de cada região da obra a ser explorada.

Os mapas e/ou cartas pedológicos podem ser apresentados em diferentes graus de detalhamento, o que depende tanto da intensidade dos trabalhos de campo como da escala de publicação (Lepsch, 2011). E este grau de detalhamento deve ser avaliado por um profissional experiente, tendo em vista que uma rodovia poderá transpor vários grupos de classe de solo, e que, por falta de um detalhamento melhor, não estão devidamente registrados.

Para a obra em estudo, são mostrados, na Figura 6, os dois trechos no mapa pedológico. Nestes trechos, observam-se as seguintes classes de solo com o seu comportamento geomecânico conforme classificação proposta por Oliveira & Monticeli (2018), apresentados na Tabela 1.

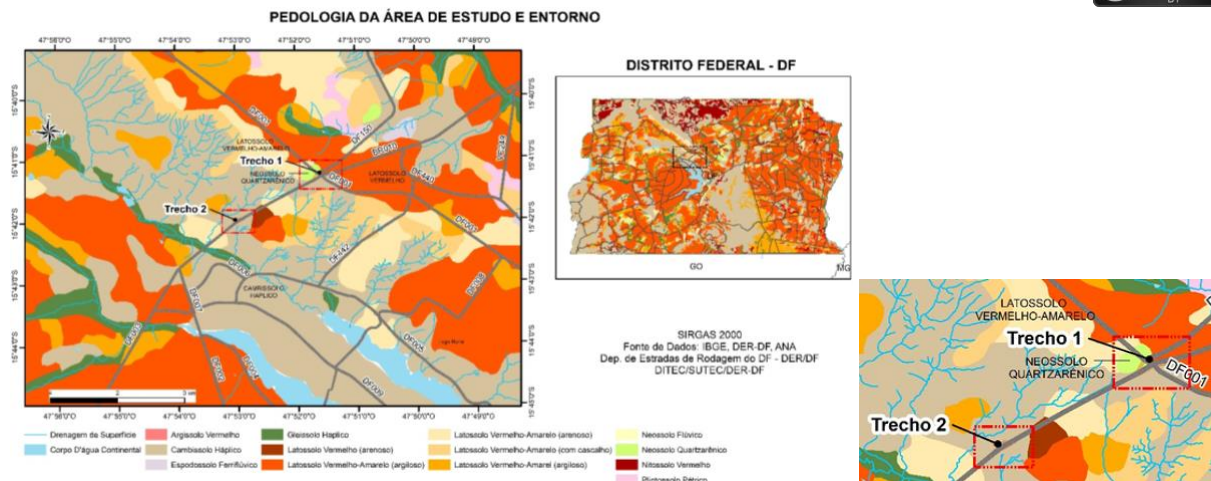


Figura 6. Mapa pedológico com as classes de solo do DF.

Tabela 1. Comportamento geomecânico dos solos (Oliveira & Monticeli, 2018).

Classe de Solo	Funcionamento Hídrico	Comportamento Geotécnico
Cambissolos	As águas da chuva infiltram apenas no horizonte superficial (horizonte A), e com dificuldade no horizonte subsuperficial (horizonte B), pouco poroso, tendendo ao escoamento ou promovendo alagamento, com poucas possibilidades de formar aquífero freático no solo.	Alta erodibilidade; em geral pouco espessos; podem indicar presença de colúvio ou tálus quando em relevos acidentados, sendo, neste caso, indicativos de áreas potenciais a movimentos de massa; características geotécnicas dos materiais variam dependendo do produto de alteração do substrato geológico.
Neossolos Quartzarênicos	As águas da chuva infiltram com relativa facilidade abastecendo o aquífero freático, normalmente profundo em contato com o substrato rochoso essencialmente quartzoso.	Indicativos tanto de solos residuais como de solos transportados, ambos não saturados; alta erodibilidade; solos profundos, não apropriados a aterros compactados, podendo ser explorados como jazidas de areais para construção civil; boa capacidade de suporte, não expansivos, baixa compressibilidade.

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS) elaborado pela Embrapa (2018), um sistema hierárquico de classificação e consolidação sistemática que busca expressar o conhecimento para a discriminação de classes de solos identificadas no país, classifica o solo de acordo com níveis categóricos, variando de 1 a 6, conforme se segue: 1º nível categórico (ordens), 2º nível categórico (subordens), 3º nível categórico (grandes grupos), 4º nível categórico (subgrupos), 5º nível categórico (famílias) e o 6º nível categórico (séries), este último ainda carecendo de definição de conceitos.

De acordo com o SIBCS (2018), os solos descritos no mapa pedológico apresentam as classificações até no máximo o 2º nível categórico, a saber resumidamente:

A. CAMBISSOLOS

Cambissolos, do latim *cambiare*, conotativo de solos em formação (transformação) é considerado um solo 'jovem' com textura média e grande variação em profundidade, cores e características devido às condições climáticas de cada região, ao relevo e também à heterogeneidade do material de origem. Compreendem desde solos rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho-escura, com atividade química da fração argila e alta a baixa saturação por bases.

Frequentemente, são solos pedregosos, cascalhentos e mesmo rochosos e, geralmente, são encontrados em regiões serranas ou montanhosas apesar de estarem espalhados em todas regiões do Brasil (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010).

Suas características são associadas com Horizonte B incipiente e material mineral, mas também podem ser associados com horizonte A chernozêmico para casos no qual o Horizonte B incipiente apresenta argila de atividade alta e saturação por bases alta.

No Distrito Federal, a classe Cambissolo é constituída por solos pouco desenvolvidos, caracterizados por possuírem B câmbico em que alguns minerais primários facilmente intemperizáveis ainda não estão presentes (Embrapa, 2004). As características básicas definidas para os horizontes B câmbico, que os diferenciam do latossólico, são: (i) espessura quase sempre menor que 70 cm; (ii) apresenta, em geral, textura mais grosseira; (iii) saprólito com maior espessura; e (iv) as transições entre os horizontes A, B, C são claras e abruptas. O horizonte A apresenta cores bruno-avermelhada-escura, bruno-acizentada-escura e bruno-escura. O horizonte B é geralmente de coloração bruno-avermelhada, bruno-amarelada, vermelho-amarelada ou vermelha.

B. NEOSSOLOS

Os Neossolos, do grego *nóos* (novo), conotativo de solos jovens, em início de formação, ocupam aproximadamente 13,18% do território brasileiro (Ker *et al.*, 2012). Têm como principal característica associada a um solo pouco evoluído e por serem constituídos por um material orgânico com menos de 20 cm de espessura ou material mineral e não apresentam qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Nesta classe também estão incluídos os solos com horizonte A ou horizonte hístico (horizonte de coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada, em que predominam características relacionadas ao elevado teor de matéria orgânica) com menos de 20 cm de espessura, seguidos de uma camada de fragmentos de rochas ou material de origem.

Devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, não apresentam alterações significativas em relação ao material de origem. Estas alterações não expressivas são devido à baixa intensidade de atividade dos processos pedogenéticos, por razões de influência dos fatores de formação ou pelas características inerentes do material de origem com maior resistência ao intemperismo ou composição química-mineralógica (Oliveira & Monteceli, 2018).

Quando se analisa o 2º nível categórico, conforme descrito no mapa pedológico, dado por neossolo quartzarênico, o SIBCS (2018) apresenta a seguinte definição: outros solos sem contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície, com sequência de horizontes A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico ou lítico fragmentário. São essencialmente quartzosos, tendo, nas frações areia grossa e areia fina, 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo).

No Distrito Federal, a classe Neossolo Quartzarênico (RQ) apresenta como material de origem os quartzitos do Grupo Paranoá. Estes solos ocorrem no compartimento Rebordos. A diferenciação em relação aos Latossolos deve-se simplesmente à textura que, no caso do RQ, é areia franca à areia (Embrapa, 2004). Os Latossolos, cuja contribuição é bastante significativa, apresentam no máximo textura média. Na Classe RQ, os agregados são formados por grãos simples, compostos de quartzo. Em função da fraca estrutura, esses solos são bastante suscetíveis à erosão. Apresentam também elevada permeabilidade e condutividade hidráulica. A espessura é similar à encontrada nos Latossolos.

4. Solo LTC

Conforme observações *in loco* e verificando alguns relatórios realizados durante a realização da obra, os quais contêm os dados geológicos e estruturais realizados durante a execução dos trechos em estudo, verifica-se, no Local 1, Balão do Colorado, mostrado na Figura 2, uma sequência rochosa composta por alternância de quartzito arenoso e metarritimito. Uma panorâmica da sequência encontrada com esta disposição alternada destes solos pode ser verificada na Figura 7.

Pelo mapa pedológico, representado na Figura 6, para o Local 1 é observado um ponto de transição entre o Cambissolo e o Neossolo Quartzarênico, o que de uma certa forma pode justificar a alternância de formação geológica encontrada entre o quartzito arenoso e o metarritimito. Já no Local 2, observa-se a presença de um quartzito friável, sobreposto por uma camada de latossolo, conforme demonstrado na Figura 8.



Figura 7. Solos encontrados no Local 1, próximo ao Balão do Colorado. **Figura 8.** Solos encontrados no Local 2, próximo ao Balão do Colorado.

Da mesma forma, o mapa pedológico da Figura 6 identifica que na região da Figura 8 ocorre a presença do Neossolo Quartzarênico. Verificando os taludes resultantes das escavações realizadas em obra, bem como as análises constantes dos relatórios do DER-DF, observa-se realmente a presença do Neossolo Quartzarênico, na camada inferior, porém com uma camada de latossolo sobreposta. Assim, buscando uma classificação que justifique a presença deste latossolo, verifica-se no SIBCS (2018) uma complementação para a definição desta formação, que seria o Neossolo Quartzarênico Órtico Latossólico, o qual é descrito da seguinte forma: solos com morfologia semelhante à de latossolos com textura média, que apresentam textura areia franca no limite para franco-arenosa e fraco desenvolvimento de estrutura, ambas dentro de 150 cm a partir da superfície do solo.

No segmento localizado próximo ao acesso do Setor Habitacional Taquari, Trecho 2, observa-se o contato entre o quartzito e a sequência de metarritmito, onde de um lado do corte para a construção da rodovia, predomina a sequência de metarritmito (Local 3, da Figura 3) e no outro lado do corte prevalece o quartzito (Local 4, da Figura 3). Nas Figuras 9 e 10, estão ilustradas estas variações.



Figura 9. Local 3, acesso ao Taquari: sequência de metarritmito.

Figura 10. Local 4, acesso ao Taquari: ocorrência de quartzito.

O quartzito é de cor esbranquiçada até avermelhada, granulação fina, aspecto maciço, com propriedades geomecânicas e atitudes estruturais. O contato é brusco, segundo o plano de estratificação, bem definido, fechado e sem percolação de água. O metarritmito encontrado é composto de alternâncias de metassiltitos e metargilitos e quartzitos finos em camadas predominantemente centimétricas, com certo domínio da fração silte-argila.

De acordo com estudos realizados pela EMBRAPA (2004), a espessura máxima dessa unidade tende a 100 m. Interpreta-se o ambiente de deposição como plataforma pelítica (compostos por metassiltitos e ardósias) com tempestitos ocasionais. Ocorre nos flancos do semidomo do Distrito Federal.

Da mesma forma, o mapa pedológico apresenta, para a região das figuras 9 e 10, a ocorrência de cambissolo. Os taludes de corte realizados durante a obra mostram a presença de um quartzito e um metarritmito, o que contrapõe, a princípio, a classificação da geologia indicada para o Trecho 2 (Ardósia). Entretanto, entende-se que a formação de mapas temáticos passa regularmente por atualizações na base de dados e na escala de apresentação (precisão dos dados).

O mapa da figura 4 foi obtido a partir do repositório de dados geográficos georreferenciados do Sistema Distrital de Informações Ambientais (SISDIA), criado em 2020, com última atualização ocorrida em 2022. Anteriormente, o mapa geológico do Distrito Federal apresentava-se conforme Figura 11.

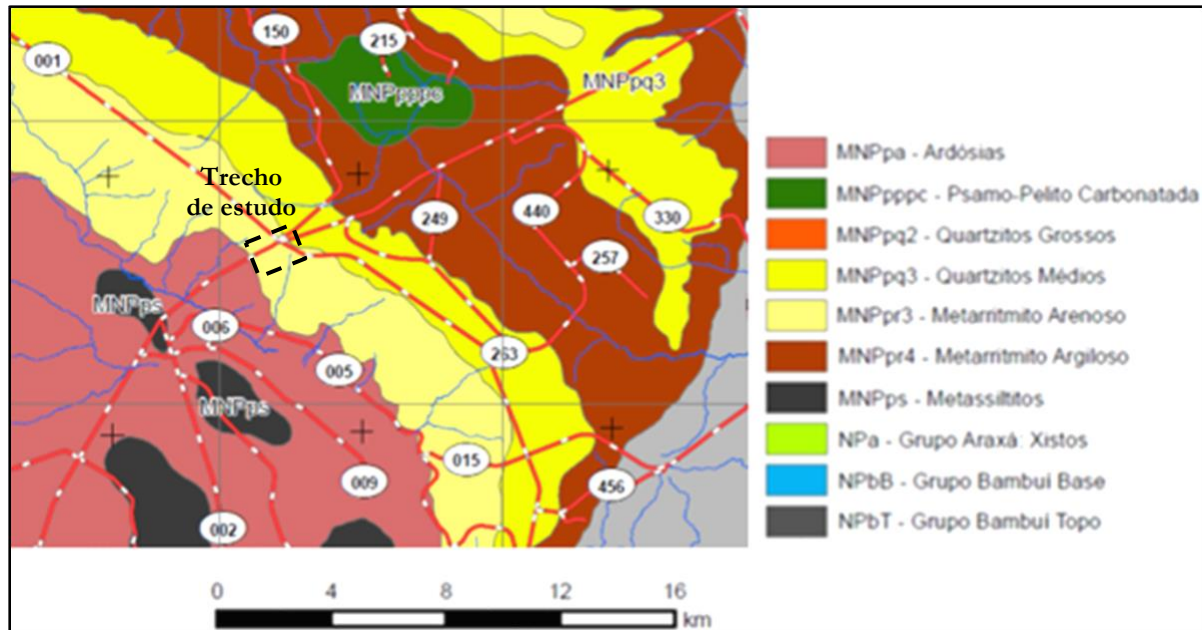


Figura 11. Mapa geológico do Distrito Federal com indicação do trecho de estudo (DER/DF, 2020 adaptado de GDF e ADASA, 2015).

De acordo com o mapa geológico da Figura 11, os dois trechos em estudo estariam dentro da Unidade Geológica Metarritmito Arenoso (MNPpr3), sendo limitado pelas Unidades Ardósias (MNPpa) e Quartzitos Médios (MNPpq3). Particularmente, o Trecho 2 compreenderia a Unidade Metarritmito Arenoso por esta classificação mais antiga do mapa geológico.

Conforme já mencionado anteriormente, Fernandes & Loureiro (2004) informam que a natureza de contato entre a unidade Ardósia e Metarritmito Arenoso é transicional sendo marcada por intercalações siltosas, até predominar os termos silticos e arenosos quando se passa para a unidade superior, bem como tons vermelhos característicos com a alteração intempérica. Entende-se, assim, que a formação encontrada no Trecho 2 está de acordo com o descrito nos mapas geológico e pedológico, sendo que o mapa geológico atual (Figura 4) confere uma abordagem mais realista da natureza litológica do local.

5. Considerações finais

Taludes que margeiam as rodovias representam um valioso patrimônio para o país, exigindo manutenções e obras de estabilização para a garantia da integridade do corpo estradal e a segurança do tráfego (Ehrlich *et al.*, 2015). De acordo com o material constituinte e o comportamento mecânico e hidráulico que se configuram após a execução de um talude, é frequente a ocorrência de condições particulares ou, por vezes, incomuns, podendo gerar a instabilidade destas encostas naturais. Assim, o entendimento do comportamento dos materiais interceptados por uma rodovia é de suma importância, cuja a investigação geotécnica é essencial, principalmente, se apresentar uma geologia particular, como camadas de solos caracterizadas pela heterogeneidade de seus constituintes.

Para um país com características topográficas e geológicas bastantes diversificadas, como o Brasil, devem-se levar em consideração os compartimentos geomorfológicos interceptados por uma rodovia (Silva *et al.*, 2015). Entre os itens de uma investigação, tem-se os mapas temáticos como uma das primeiras informações, dada a disponibilidade dos mesmos. Isto não elimina a execução de prospecções geotécnicas, principalmente,

sondagens e ensaios de campo e laboratoriais. Dependendo da situação, deve-se complementar com instrumentação e monitoração, que auxiliam no entendimento de mecanismos que governam o comportamento de uma obra, bem como no desenvolvimento de técnicas e soluções mais avançadas visando sua preservação com maior controle de qualidade e dispêndios financeiros mais eficazes na manutenção.

Por meio de análises comparativas entre os mapas de geologia, geomorfologia, pedologia e registros fotográficos das faces dos taludes escavados da obra LTC demonstrou-se que a utilização de mapas para elaboração de estudo preliminares ou básicos pode ser uma boa alternativa. Entretanto, ressalta-se que isso depende muito da atualização de dados, escala do mapa e nível de detalhamento.

No presente estudo, dentre os mapas utilizados, o de pedologia foi o mais útil, visto seu nível de detalhamento, cujas informações são consistentes com as observações de campo, ou seja, das faces dos taludes. A utilização do mapa pedológico, o conhecimento do grau de evolução do solo e suas classes corroboram significativamente para o entendimento do comportamento geomecânico, hidráulico e da engenharia de materiais do ambiente geológico de cada região a ser explorada.

Devido à grande erodibilidade do quartzito arenoso encontrado nos taludes do Balão do Colorado, Trecho 1, é interessante a aplicação de algum sistema de proteção superficial, de forma a proteger e evitar erosões no pé do talude que tendem a potencializar instabilidades. A cobertura vegetal é uma solução de menor custo, entretanto, devido às características do material e inclinação do talude, esta solução pode não ser bem sucedida, visto que o solo não favorece a fixação de gramíneas.

Em relação aos taludes do acesso ao Setor Habitacional Taquari, Trecho 2, verificou-se a existência de blocos e lascas de rocha em condições desfavoráveis de equilíbrio no talude de quartzito, sendo um caso de possibilidade de utilização de sistema de entelamento metálico fixado com chumbadores, para evitar que desprendimentos de blocos e/ou lascas de rocha comprometam a segurança do usuário da via.

5.1. AGRADECIMENTOS

Ao DER-DF, pelo fornecimento das informações relativas ao presente estudo e à Universidade de Brasília (UnB), pelo conhecimento técnico-científico compartilhado na disciplina de Geologia de Engenharia, do Programa de Pós Graduação em Geotecnia (PPGG).

6. Referências

- Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA (2015). *Diretrizes para o desenvolvimento de recarga artificial de aquíferos no Distrito Federal*. Relatório de consulta técnica, 70 p.
- Antunes, F. S., & Salomão, F. X. T. (2018). Solos em pedologia (cap.5). In: A. M. S. Oliveira & J. J. Monticelli (Editores). *Geologia de Engenharia e Ambiental*. São Paulo, SP: ABGE. Coletânea: 916 p., 40 cap., vol. 1, 2, 3.
- Caraméz, M. L. (2017). *Mapeamento geotécnico da microbacia do Itacorubi – Florianópolis/SC – aplicação do modelo shalstab para a confecção de mapa de suscetibilidade a deslizamentos rasos de encostas*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 207 p.
- Cerri, L. E. S. (1990). Carta geotécnica: contribuições para uma concepção voltada às necessidades brasileiras. In: 6º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, Salvador. *Anais...* ABGE, v.1, pp. 309-317.
- Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina (1998). *Instrução de Serviço IS-07. Estudo Geotécnico*. Santa Catarina, SC, 22 p.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2006). *Diretrizes básicas para elaboração de estudos e programas ambientais rodoviários: escopos básicos / instruções de serviço*. IPR. Publ., 729. Rio de Janeiro, RJ, 409 p.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2006). *Diretrizes básicas para estudos e projetos rodoviários: escopos básicos/instruções de serviço. IS-202: Estudos Geológicos e IS-206: Estudos geotécnicos* (3a. ed.). Rio de Janeiro, RJ, pp. 247-251; 273-281.
- Ehrlich, M., Silva, R. C., Uzeda, L. A. P. G., & Marchesini, R. B. (2015). Sistema de gerência geológico-geotécnico de encostas e taludes da rodovia BR-116/RJ Fase 2. *Revista ANTT*, v. 7, pp. 1-17.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (1995). *Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos*. Rio de Janeiro, RJ: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 108 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2004). *Evolução Geomorfológica do Distrito Federal* (1a. ed.). Brasília, DF, 56 p. ISSN 1517-5111.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2004). *Unidade de paisagens do Distrito Federal* (1a. ed.). Brasília, DF, 22 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos* (5a. ed.). Brasília, DF, 355 p.

Fernandes, R. N., & Loureiro, C. O. (2004). Avaliação hidrogeológica da região entre os ribeirões do Torto e Sobradinho, às margens da BR-020, Nordeste da cidade de Brasília, D.F. *Anais do XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*. Cuiabá, MT. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1186>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010). *Manual Técnico de Pedologia* (2a. ed.). Rio de Janeiro, RJ, 316p.

Ker, J. C., Curi, N., Schaefer, C. E. G. R., & Vidal-Torrado, P. (2012). *Pedologia: Fundamentos* (1a. ed.). Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 343 p.

Lepsch I. F. (2011). *19 Lições de Pedologia* (2a. reimp.). São Paulo, SP: Oficina de Textos. 456 p.

Novaes Pinto, M. (1994a). Caracterização geomorfológica do Distrito Federal. In: M. Novaes Pinto (org). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas* (2a. ed., pp. 285-320). Brasília, DF: Editora UnB.

Novaes Pinto, M. (1994b). Paisagens do cerrado no Distrito Federal. In: M. Novaes Pinto (org). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. (2a. ed., pp. 511-542). Brasília, DF: Editora UnB.

Oliveira, A. M. S., & Monticeli, J. J. (2018). *Geologia de Engenharia e Ambiental*. São Paulo, SP: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. 479 p.

Silva, R. C., Amaral, L. S., Muniz, D. D., & Romeiro Júnior, C. L. S. (2015, novembro). Análises do Comportamento e Desempenho dos Pavimentos da Via 040, Brasília/DF a Juiz de Fora/MG. *Revista ANTT*, 7(2), ISSN: 2177-6571, 15 p.

Sistema Distrital de Informações Ambientais – SISDIA (2020). *Base de dados ambientais pública e gratuita do Distrito Federal*. Disponível em: <https://sisdia.df.gov.br/home/>

Zoby, J. L. G., & Duarte, U. (2001). Caracterização hidrogeológica da Bacia do Ribeirão Sobradinho-Brasília (DF). *Geologia USP. Série Científica*, v. 1, pp. 79-99. Disponível em: <https://doi.org/10.5327/s1519-874x2001000100006>
Acesso em: 10 jul. 2024.

Zuquette, L. V. (1993). *A importância do mapeamento geotécnico no uso e na ocupação do meio físico: fundamentos e guia para elaboração*. Tese de Livre Docência, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 369 p.