*XXII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica*
*XI Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens*
*24 a 28 de agosto de 2026 – Brasília/DF*
**DOI: 10.47094/COBRAMSEG2026.2/28**

# Sistema Web Interativo para Banco de Dados MCT: Ferramenta de Apoio à Caracterização de Solos Tropicais

Larissa Andrade de Aguiar
Docente, Instituto Federal de Brasília (IFB), Coordenação de Construção Civil, Brasília, DF, Brasil, larissa.aguiar@ifb.edu.br

Dênnis Viana Mendes
Programador, DVM, Brasília, Brasil, dvianamendes@gmail.com

João Pedro de Salles Braga
Programador, JPSBTech, Brasília, Brasil, jpsbdbz@gmail.com

Márcia Maria dos Anjos Mascarenha
Docente, Universidade Federal de Goiás (UFG), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Goiânia, GO, Brasil, marcia.mascarenha@ufg.br

Renato Resende Angelim
Docente, Universidade Federal de Goiás (UFG), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Goiânia, GO, Brasil, angelim@ufg.br

RESUMO: A metodologia MCT (Miniatura, Compactado, Tropical) é central na caracterização de solos tropicais, mas a dispersão dos dados em múltiplas fontes dificulta aplicações sistemáticas e a identificação de padrões regionais. Este trabalho apresenta o GeoTrop Hub, plataforma web interativa para sistematização, armazenamento e análise de dados MCT, com aplicação inicial na região Centro-Oeste do Brasil. A solução integra padronização classificatória, metadados de procedência e recursos geoespaciais, permitindo inserção validada de registros, busca multicritério (localização, MCT, SUCS, TRB, MCT expedita e G-MCT), exportação de conjuntos filtrados e visualização em mapas interativos. O banco de dados com suporte espacial viabiliza consultas avançadas e integração direta ao módulo cartográfico, favorecendo análises comparativas entre localidades e a identificação qualitativa de padrões na distribuição de tipos de solo. O GeoTrop Hub oferece uma ferramenta moderna para pesquisadores, consultores e órgãos públicos, contribuindo para consolidar conhecimento sobre o comportamento geotécnico de solos tropicais no Centro-Oeste. Como próximos passos, preveem-se testes de usabilidade com usuários externos, incorporação de análises preditivas baseadas em aprendizado de máquina, expansão temática e geográfica do repositório e funcionalidades colaborativas para a comunidade geotécnica nacional.

PALAVRAS-CHAVE: Banco de dados geotécnicos, Geoespacialização, Centro-Oeste

ABSTRACT: Resumo do artigo na língua inglesa seguindo as mesmas regras do RESUMO em português.

KEYWORDS: Palavras chaves em inglês seguindo as mesmas regras da versão em português

## 1 INTRODUÇÃO

A adequada classificação de solos tropicais constitui etapa fundamental na engenharia geotécnica, especialmente na concepção e execução de obras de infraestrutura rodoviária e fundações superficiais. A relevância desse tema decorre não apenas da ampla ocorrência desses materiais no território brasileiro, mas também das particularidades associadas aos processos intensos de intemperismo químico e laterização, que conferem aos solos tropicais características estruturais e hidromecânicas distintas daquelas observadas em

solos de regiões temperadas. Tais materiais frequentemente apresentam comportamento agregado, elevada influência da sucção matricial e variações significativas de resistência e deformabilidade em função das mudanças no teor de umidade (Fredlund & Rahardjo, 1993; Nogami & Villibor, 1995).

A consolidação de metodologias específicas para solos tropicais representou avanço significativo na engenharia nacional. Nesse contexto, destaca-se a Metodologia de Classificação de Solos Tropicais (MCT), proposta por Nogami e Villibor (1981) e posteriormente sistematizada em trabalhos subsequentes (Cozzolino & Nogami, 1993; Nogami & Villibor, 1995). A MCT foi desenvolvida com o propósito de identificar características estruturais e comportamentais não capturadas de forma adequada por sistemas tradicionais, como o da *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) e o *Unified Soil Classification System* (USCS). Embora amplamente utilizados em escala internacional, esses sistemas foram concebidos com base predominante em solos de clima temperado, podendo não refletir adequadamente o comportamento típico de solos lateríticos e saprolíticos brasileiros.

Um dos aspectos centrais da metodologia MCT é a consideração indireta de propriedades associadas ao comportamento hidromecânico dos solos tropicais, particularmente aquelas relacionadas à capacidade de suporte, estabilidade estrutural e suscetibilidade à variação volumétrica. A influência do estado não saturado, especialmente da sucção matricial, exerce papel determinante na resistência ao cisalhamento e na rigidez desses materiais (Fredlund & Rahardjo, 1993). Solos lateríticos, em função de sua microestrutura agregada e cimentação natural, podem apresentar desempenho satisfatório mesmo sob condições de umidade elevada, enquanto solos saprolíticos ou pouco laterizados tendem a apresentar redução expressiva de resistência quando submetidos à saturação, podendo manifestar comportamento colapsível (Nogami & Villibor, 1995).

A abrangência territorial dos solos tropicais no Brasil reforça a necessidade de abordagens específicas e sistematização de informações geotécnicas. Levantamentos pedológicos indicam que classes de solos altamente intemperizados ocupam parcela significativa do território nacional (EMBRAPA, 2025), o que amplia o impacto técnico e econômico de decisões associadas à sua caracterização. Nesse cenário, a padronização e integração de dados obtidos por meio da metodologia MCT tornam-se estratégicas para promover comparabilidade entre estudos, reprodutibilidade de resultados e consolidação de conhecimento acumulado.

Entretanto, observa-se que grande parte dos dados geotécnicos produzidos no âmbito acadêmico e profissional permanece dispersa em relatórios técnicos, anais de congressos e bases isoladas. Essa fragmentação dificulta análises regionais integradas, limita a identificação de padrões espaciais e reduz o potencial de utilização de dados históricos para desenvolvimento de análises comparativas e preditivas. A ausência de padronização de metadados — incluindo localização georreferenciada, procedimentos de ensaio, critérios classificatórios e versões normativas — amplia incertezas e impõe retrabalho na consolidação de informações.

Diante desse contexto, o presente artigo apresenta o GeoTrop Hub, um sistema web interativo destinado à sistematização, armazenamento e análise de dados geotécnicos obtidos segundo a metodologia MCT, com aplicação inicial na região Centro-Oeste do Brasil. A proposta enfatiza a integração entre dados geotécnicos e geoespaciais, visando apoiar pesquisa, consultoria técnica e processos de tomada de decisão fundamentados em evidências consolidadas sobre solos tropicais.

## 2 VISÃO GERAL DO SISTEMA

O GeoTrop Hub é um sistema integrado e inovador, desenvolvido no âmbito de um projeto de pós-doutorado, que tem como missão principal o gerenciamento, a organização e a disponibilização de dados fundamentais sobre a caracterização e o comportamento hidromecânico de solos tropicais. É organizado em um conjunto de abas de navegação intuitivas, cada uma projetada para atender a necessidades específicas e guiar o usuário de forma eficiente através do vasto conteúdo disponibilizado.

Como uma plataforma web interativa, ele disponibiliza:

- inserção padronizada de registros por meio de formulários validados;
- busca multicritério combinando filtros por localização, classes MCT, SUCS e TRB, além de variantes MCT (expedita e G-MCT);
- visualização cartográfica interativa para inspeção e navegação espacial;

- exportação de dados com preservação de metadados.

Em nível conceitual (Figura 1), a arquitetura está organizada em três camadas: apresentação (interface moderna e responsiva), aplicação (APIs e regras de negócio para padronização e validação) e dados (armazenamento relacional com suporte espacial). Os fluxos priorizam usabilidade, padronização e rastreabilidade.

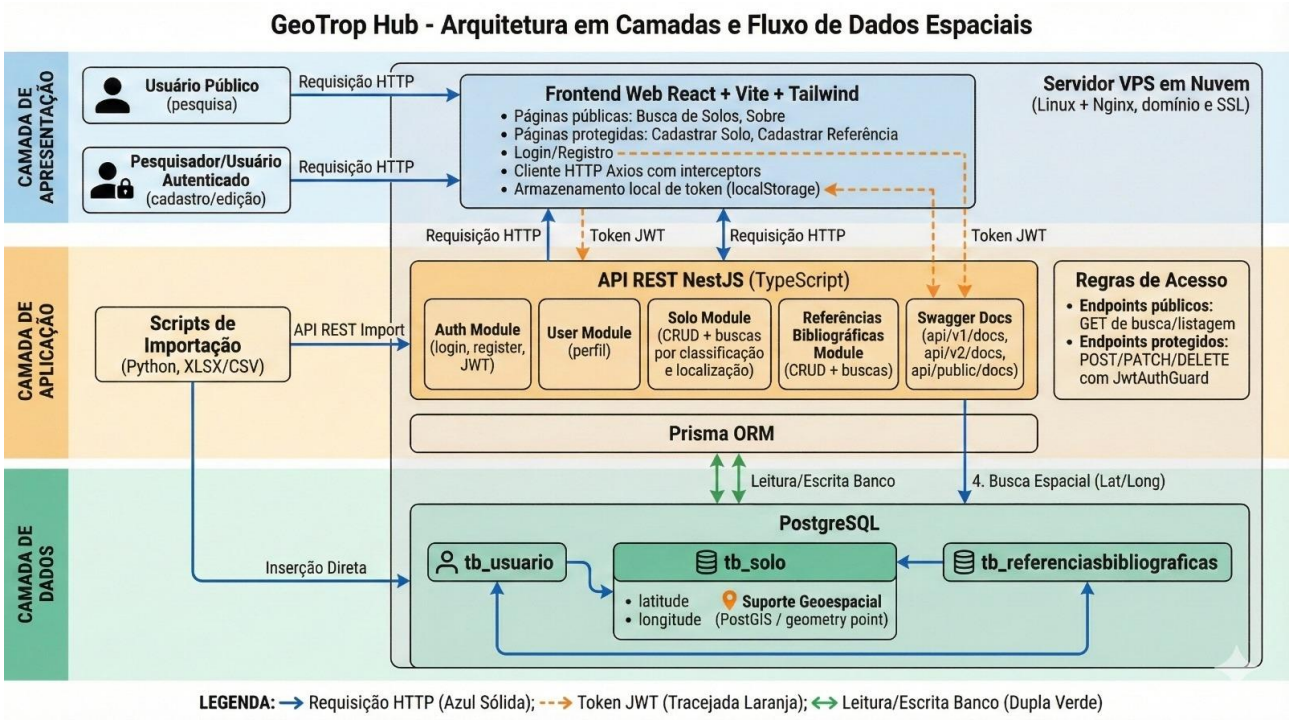



Figura 1 — Visão geral conceitual do sistema (camadas de apresentação, aplicação e dados; fluxo entre usuário, APIs e armazenamento espacial).

## 2.1 Modelo de dados e padronização

O esquema lógico representa entidades essenciais como amostra, localização, atributos/ensaios, classificações (MCT e correlatas) e fonte. Domínios controlados asseguram consistência de preenchimento, enquanto a camada espacial viabiliza consultas por área, proximidade e interseções temáticas. Metadados registram procedência, datações e anotações curatoriais, favorecendo reuso e auditoria. O modelo é extensível para novas regiões e atributos sem perda de coerência.

## 2.2 Funcionalidades e fluxos de uso

A Figura 2 apresenta um exemplo da interface do sistema, evidenciando as principais jornadas: (i) cadastro de dados por meio de formulários com validações e campos obrigatórios; (ii) pesquisa e análise por filtros combinados, incluindo inspeção e exploração em mapa; (iii) exportação de subconjuntos filtrados; e (iv) exploração cartográfica temática.

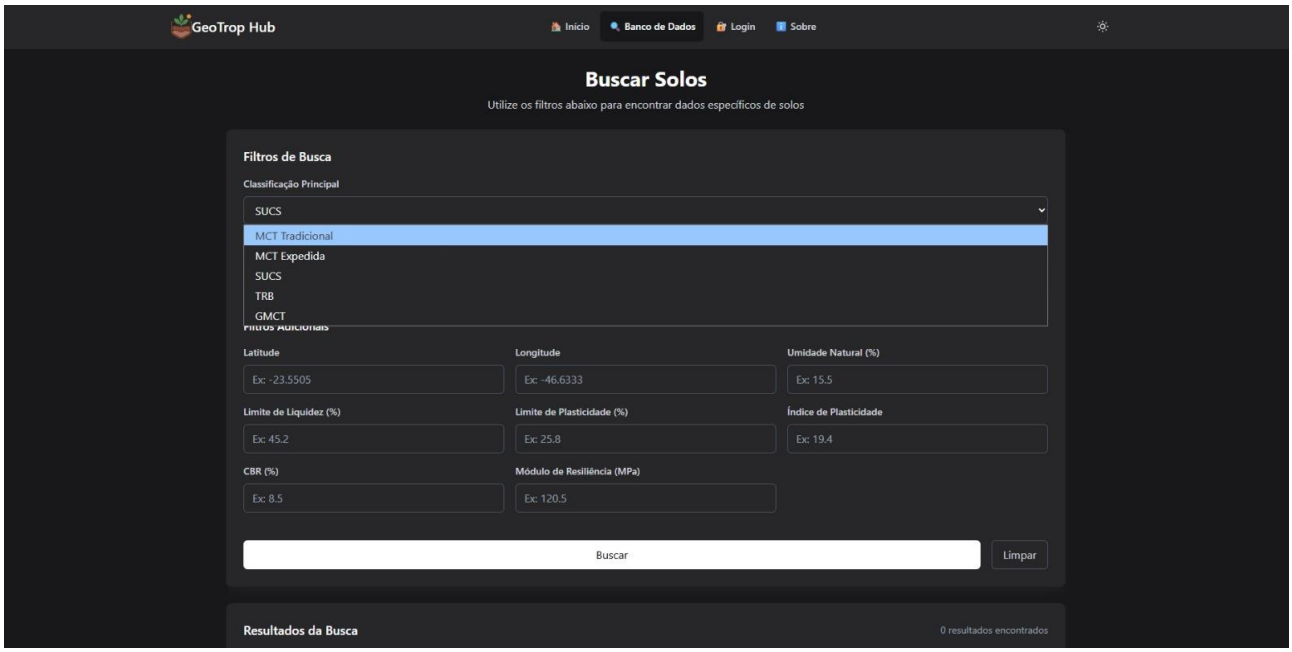


Figura 2 — Exemplo de interface: busca multicritério.

O banco de dados do GeoTrop Hub foi estruturado para armazenar, de forma padronizada e rastreável, informações geotécnicas e geoespaciais associadas a solos tropicais, permitindo consultas integradas por localização e por diferentes sistemas de classificação. Na versão inicial, os registros incluem campos de identificação e procedência (por exemplo, ID do Solo e ID da Fonte), descrição do ponto (Descrição do Local, Estado) e georreferenciamento (Coordenada Geográfica (GD) e Longitude), além de informações de contexto como Jazida/Aterro e Profundidade.

Quanto ao conteúdo técnico, a base contempla múltiplas chaves classificatórias (Classificação, Classificação TRB, Classificação MCT Expedita, Classificação MCT Tradicional e Classificação GMCT) e parâmetros/ensaios organizados por grupos, incluindo MCT (por exemplo, MCT Pastilha, Ensaio MCT Tradicional, Ensaio Mancha), indicadores complementares (Azul de Metileno) e conjuntos voltados à descrição e desempenho (Caracterização, Granulometria com Defloculante, Granulometria sem Defloculante, Comportamento Mecânico e Comportamento Hidráulico). O acesso e a inserção ocorrem via interface web, com validações e campos obrigatórios, reduzindo inconsistências típicas de dados oriundos de fontes heterogêneas e facilitando a comparação entre locais.

Além do uso em pesquisa e consultoria, a organização do banco favorece uma dimensão educacional, ao permitir que estudantes e profissionais relacionem, em um mesmo ambiente, classificações, parâmetros de caracterização/ensaio e distribuição espacial dos registros, apoiando atividades de ensino, treinamento e interpretação de resultados.A aplicação inicial concentra-se na região Centro-Oeste do Brasil, permitindo consolidar dados dispersos, evidenciar padrões espaciais qualitativos e demonstrar o potencial do sistema para consultas exploratórias e suporte à decisão, sem necessidade de métricas nesta fase. Essa definição do escopo inicial do banco e dos parâmetros coletados também estabelece uma base para uma possível evolução, incluindo expansão geográfica e ampliação progressiva do conjunto de atributos e análises.

## 3 PERSPECTIVAS FUTURAS E CONCLUSÕES

A proposta oferece benefícios práticos e estabelece base para expansão geográfica e acréscimo de capacidades analíticas em versões futuras.

Testes de usabilidade com usuários externos; módulos preditivos (ML) para inferência classificatória; expansão para outras regiões brasileiras; e funcionalidades colaborativas para submissão e revisão de dados com trilhas de auditoria são algumas das possibilidades de ações futuras e melhorias para o sistema.

Espera-se que o resultado deste trabalho possibilite, em pesquisas futuras, a criação de aplicativos que auxiliem no processo de classificação de solos tropicais e otimizem o ensino da metodologia MCT, por meio de banco de dados coletados e retroalimentados pela comunidade acadêmica.

Mais do que um simples repositório de dados, o sistema aspira a ser uma ferramenta dinâmica para ensino, pesquisa e extensão, promovendo a disseminação do conhecimento e incentivando novas investigações. Seu caráter didático e acadêmico visa apoiar estudantes, pesquisadores e profissionais da área na compreensão e aplicação da classificação MCT e em outras análises geotécnicas.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em pesquisa da coautora M.M.A. Mascarenha (Processo: 304529/2025-7).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COZZOLINO, V. M. N.; NOGAMI, J. S. Classificação geotécnica MCT para solos tropicais. Solos e Rochas, v. 16, n. 2, p. 77-91, 1993.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* / Humberto Gonçalves dos Santos … [et al.]. 6. ed., rev. e ampl. − Brasília, DF: Embrapa, 2025.

FREDLUND, D. G.; RAHARDJO, H. *Soil mechanics for unsaturated soils*. New York: John Wiley & Sons, 1993.

NOGAMI, J. S; VILLIBOR, D. F. Uma nova classificação de solos para finalidades rodoviárias. In: Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia, 1981. *Anais*... Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1981. p. 30-41.

NOGAMI, J. S.; VILLIBOR, D. F. *Pavimentação de baixo custo com solos lateríticos*. São Paulo: Villibor, 1995, 213p.