

# Diálogo Geotécnico Entre um Engenheiro, uma Engenheira e uma Cidadã

José Camapum de Carvalho

Pesquisador Colaborador na Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, camapumdecarvalho@gmail.com

Ana Patrícia Nunes Bandeira

Professora Associada, Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte-CE, Brasil.  
ana.bandeira@ufca.edu.br

Márcia Maria dos Anjos Mascarenha

Professora Associada, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil, marciamascarenha@ufg.br

**RESUMO:** O artigo se volta para o tema Educação em GeoEngenharia. Ele foi escrito em forma de diálogo fazendo uso de poemas como expressão artística para abordar temas geotécnicos objeto do COBRAMSEG 2024. O artigo busca expressar conteúdos técnico-científicos de forma abrangente e abrindo espaço para reflexões. Nele são discutidos os temas: Educação; Estabilidade de Taludes e Contenções; Fundações; Geotecnia Ambiental; Geotecnia de Mineração; Pavimentos, Túneis e Escavações Subterrâneas em Solo; Solos Não Saturados. A ideia é contribuir para a socialização da Engenharia Geotécnica no que concerne aos temas tratados por meio de discussões travadas entre uma Engenheira, um Engenheiro e uma Cidadã fazendo uso da expressão artística em forma de poemas. Chama-se a atenção neste artigo para questões como: importância da popularização da ciência e a necessidade de promover a educação em todos os níveis de escolaridade; necessidade de entender o comportamento do solo não saturado em projetos geotécnicos; a possibilidade de ineficiência ao se estabilizar solos sem considerar a condição de campo em que será usado; os riscos ambientais e geotécnicos oriundos de deficiências nos estudos, projetos e execução das obras. Destaca-se que nas considerações finais a Cidadã chama a atenção para a relevância da educação situando os poemas como meio de comunicação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação, Conhecimento, Observação, Reflexão, Engenhosidade.

**ABSTRACT:** The paper focuses on GeoEngineering Education. It was written in the form of a dialog, using poems as an artistic expression to address geotechnical issues that are the subject of COBRAMSEG 2024. The article express technical-scientific content in a comprehensive way, allowing the reflection. Were chosen to discuss the following topics: Education; Slope Stability ; Foundations; Environmental Geotechnics; Mining Geotechnics; Pavements, Tunnels and Underground Excavations in Soil; Unsaturated Soils. The idea is to contribute to the socialization of Geotechnical Engineering in the topics covered in this article through discussions between an male Engineer, an female Engineer and a Citizen using artistic expression in the form of poems. This article draws attention to issues such as: importance of popularizing science and the need to promote education at all levels of schooling; the need to understand the behaviour of unsaturated soil in geotechnical projects; the inefficiency when stabilizing soils without considering the field conditions in which they will be used; the environmental and geotechnical risks arising from deficiencies in studies, projects and the execution of works. It should be noted that in her final remarks, the Citizen draws attention to the importance of education, situating poems as a means of communication.

**KEYWORDS:** Education, Knowledge, Observation, Reflection, Ingeniouness.

## 1 INTRODUÇÃO

Engenheiro:

Para começar nossa conversa iniciemos por nossas apresentações,

Eu sou um Engenheiro Civil trabalhando em prol das populações,  
Atuo buscando a melhoria da qualidade de vida das pessoas, a segurança,  
Os problemas são tantos, mas não podemos perder a esperança.  
Esperançoso, ouvir a engenheira me veio à lembrança.

Engenheira:

Sou Engenheira Ambiental, agradeço a oportunidade de aqui falar,  
O nobre colega engenheiro ao falar em segurança chegou a me provocar,  
Vendo o noticiário, percebe-se problemas ambientais em diferentes regiões.  
Em algumas tem-se encostas que se rompem,  
Em outras estão as inundações,  
Aqui na região são várias as erosões,  
Mas quero conhecer a Cidadã, pois certamente me trará belas recordações.

Cidadã:

Eu sou como muitos e muitas uma simples Cidadã,  
Envolta em problemas buscando soluções.  
Preciso é resolver os problemas do hoje e evitar o do amanhã.  
Vejo nas Engenharias, grandes possibilidades,  
Mas com deficiências na educação não se mudará a realidade.

Engenheiro:

Gratidão à Engenheira,  
Gratidão à Cidadã.  
Já se pode notar das apresentações que este debate será virtuoso,  
Apontando problemas e por soluções me deixando esperançoso.  
Que inicie a Cidadã a expor o que quer discutir nesta manhã.

Cidadã:

Os temas tratados no COBRAMSEG 2024 são todos do interesse da sociedade.  
Mas gostaria de começar falando sobre o tema Educação por atingir todas as idades.  
As vias por onde passo têm buracos, por vezes secos e por vezes em plena saturação,  
Isso me leva a propor os temas Solos Não Saturados e Pavimentação.  
São estes os que proponho, mas dos demais participarei da discussão.

Engenheira:

A Engenharia ambiental por todos os temas do COBRAMSEG2024 perpassa.  
Alguns menos, outros com maior intensidade,  
Proponho de início o tema Geotecnia Ambiental,  
Com as rupturas de encostas, falarmos de Estabilidade de Taludes é fundamental,  
Dada a relevância, proponho ainda o tema Geotecnia de Mineração.  
Vamos ouvir o que propõe o Engenheiro, ouvir um colega me toca o emocional.

Engenheiro:

Apesar da relevância não temos espaço para falar sobre todos os temas.  
Trataremos dos aplicados ficando para outra ocasião os mais básicos, sem dilemas.  
Nesse âmbito sugiro de início o tema Fundações,  
Em seguida, nos solos a execução de Túneis e Escavações.  
Esses são então os temas a serem tratados em nossas conversações.  
Finalizando esta introdução, lembro aqui os seguintes versos da Cidadã:  
Nós cidadãos ficamos à mercê,  
Confiantes em quem deveria dominar o saber,  
Engenheira, engenheiro, você.

## 2 EDUCAÇÃO

Engenheiro:

Educação é um tema que de todos chama a atenção.  
Alguns por saberem ler e escrever se dizem educados,  
Outros dizem que para ser educado faz-se necessário ser graduado.  
Outros ainda, para tal, se valem de mestrado e mesmo de doutorado.  
Mas tudo isso, apesar de importante, não é o mais relevante.  
A pessoa educada é para a vida bem-preparada.  
Ela construiu em seu íntimo o respeito humano e socioambiental, e mantém-se intimamente inspirada.  
Sem que muitas vezes saiba ler ou escrever,  
A consciência construída é no fundo o grande saber.

Engenheira:

Na área ambiental a educação ampla é fundamental,  
Ela deve alcançar todos os níveis de escolaridade,  
Não importando classe social e nem idade.  
Quando o tema é ciência, torna-se relevante a sua popularização;  
Adaptando a linguagem e levando a todos a formação.  
Na área ambiental sugere-se visitar o site:  
[www.geotecnia.unb.br](http://www.geotecnia.unb.br), Produção Acadêmica, Livros.  
Nele está disponível material didático para crianças, adultos e profissionais e que merecem ser lidos.

Cidadã:

Para a evolução íntima das pessoas o ponto de partida é a educação.  
Poucas oportunidades escolares eu tive em minha infância e adolescência,  
As pessoas, no entanto, me consideram uma pessoa educada, com formação.  
Mas o que eu sei e observo nas relações humanas, sociais e com o meio ambiente,  
Procede de uma vida humilde e um respeito consciente.  
Respeito ao eu, ao outro, à vida, ao ambiente, e àquele que é diferente.  
Como Cidadã os convoco a trabalharem abraçando e protegendo a todos por meio da educação.  
Esclareço que nós pessoas comuns ficamos à mercê,  
Confiantes em quem deveria dominar o saber,  
Além das diversas outras formações, a engenheira, o engenheiro, você.

### 3 SOLOS NÃO SATURADOS

Cidadã:

Ao perfurar um poço para consumo onde moro, notei que o nível da água pode estar muito profundo.  
Isso para fazer a fossa e sumidouro das águas servidas me deixou tranquila.  
Mas nem tanto, pois notei, olhando para o poço, que aquela água servida pode ir fundo.  
Além do que, minha casa com base não tão profunda, pode pelas águas ser atingida.  
Me preocupou menos supor que nesse solo não ocorrerá encharcamento.  
Mas me digam o Engenheiro e/ou Engenheira, faz sentido ou não esse meu pensamento?

Engenheira:

Vou me ater a questões ambientais.  
Provavelmente a água do poço ao receber fluidos oriundos do sumidouro será contaminada.  
É preciso ainda lembrar que no solo estão presentes muitos seres vivos que não conseguimos ver.  
Alguns são adaptados a meios ácidos, outro aos básicos,  
Alguns ainda vivem em meio saturado, os anaeróbicos,  
Outros em meio não saturado, os aeróbicos,  
Logo, uns morrerão, outros surgirão,  
E daí para a saúde pode surgir um problemão,  
Fique o solo saturado ou não.

Engenheiro:

Atento fiquei a todas as falas,  
Vou agora comentar problemas ligados aos solos não saturados que com frequência me entalam,  
Mas antes vamos ao entendimento, entendimento de que tanto falam.  
Os solos não saturados apresentam comportamento controlado pela sucção.  
A sucção pode ser entendida como uma tensão atuando internamente entre os grãos,  
Ela depende da quantidade, qualidade e temperatura da água presente no solo.  
Esclareço que da temperatura pouco se fala, mas Collantes em 2022 mostrou sua relevância.  
Ao aumentar a quantidade de água diminui-se a sucção matricial e por consequência a resistência do solo.  
Se a água for contaminada altera-se também a sucção osmótica.  
Logo a preocupação da cidadã com sua casa merece análise, não ficando o entendimento nesta instância.  
Os solos brasileiros apresentam o manto superior quase sempre não saturado,  
Para minimizar os riscos, a engenharia, geralmente, o considera como saturado.  
Mas engenheiros e engenheiras, é preciso o despertar da engenhosidade,  
Saturado ou não o solo, a engenharia com base no conhecimento, observação e reflexão terá a solução.  
Cita-se aqui o artigo publicado em 2021 por Camapum de Carvalho e Gitirana Jr., ele ajuda na compreensão.

#### **4 PAVIMENTAÇÃO**

Cidadã:

Lembrando das ruas e estradas por onde passo, achei por bem sugerir o tema Pavimentação.  
Além de amplo, envolve tantos saberes que se torna apropriado à discussão.  
Para tantos buracos e falta de manutenção,  
À Engenheira e ao Engenheiro não faltarão explicações,  
Por enquanto eu simples Cidadã, fico com minhas interrogações.

Engenheira:

Como fui citada primeiro,  
Para o colega Engenheiro vou limpando o terreiro.  
Quase sempre os problemas são oriundos de deficiência nos estudos e projeto.  
Má execução da obra pode também ocorrer.  
Muitos problemas poderiam, no entanto, serem evitados,  
Se trabalhos de manutenção preventiva fossem realizados.  
Algo comum na deterioração de estradas,  
Termina sendo o uso de cargas por eixo exageradas.  
Torna-se então importante a fiscalização,  
Sendo que a maior delas reside na consciência construída por meio da educação.

Engenheiro:

Para finalizar sobre o tema questões técnicas vou abordar,  
Os solos tropicais agregados requerem cuidado quando se vai usar,  
Por vezes ensaios inadequados revelam solos inapropriados,  
E a saída dizem alguns, é o uso da cal ou cimento na estabilização.  
Faz-se então no laboratório estudos que com o campo não possuem elo de ligação.  
Estudos realizados por Ayala em 2020, mostraram que no campo é outra a situação,  
Atuando ciclos de variação na sucção parte da química sai em migração,  
Fazendo esfalecer a pretendida estabilização.  
Outros problemas nos estudos, projeto, execução e manutenção estão a ocorrer,  
Fazendo-se necessários ajustes e mudanças e para isso, basta a liberdade profissional exercer.

#### **5 GEOTECNIA AMBIENTAL**

Engenheira:

Início com versos que escrevi e me vieram à memória:  
Barragens, quais são?

Se convencionais,  
Problemas em estudos e projetos as tornam anormais,  
Se de mineração,  
Requer muito cuidado, pois,  
Rupturas fazem doer o coração.  
Embora não transpareça, com a Geotecnia Ambiental tais versos guardam relação.  
Os projetos e execução de barragens requerem um olhar ambiental,  
Olhar ainda mais amplo requer as de mineração.

Engenheiro:

É indiscutível, o alcance da Geotecnia Ambiental na prática da Engenharia é amplo,  
Tem-se nela aspecto técnicos a considerar,  
Cabendo lembrar que na qualidade de vida problemas ambientais estão a impactar.  
Nos estudos, projetos e execução de obras faz-se necessária atenção,  
Impactos ambientais, com trabalhos inadequados ocorrerão.

Cidadã:

Espera-se com as obras melhoria na qualidade de vida da população,  
Mas, por vezes em lugar de felicidade elas trazem aflição.  
Minha experiência de Vida nos diz que o ponto de partida é a educação.  
Um engenheiro e uma engenheira educados,  
Na educação receberam o recado.  
Executar bem os trabalhos, evita problemas e traz satisfação.

Engenheira:

Finalizando esse tema que propus,  
O que eu ouvi à reflexão me induz,  
Nós engenheiros(as) devemos observar o que o meio ambiente retratava no ontem,  
Com tais observações e outras considerações trabalhar o projeto e obra no hoje,  
Vislumbrando no amanhã equilíbrio e luz.

## **6 ESTABILIDADE DE TALUDES E CONTENÇÕES**

Cidadã:

Por onde passo, com frequência fico assustada.  
São encostas que romperam deixando pessoas e animais soterrados,  
Taludes de estradas que desabaram ficando o trânsito parado,  
Me pergunto então, por que tais situações não são evitadas?

Engenheira:

Geralmente se atribui o problema ao excesso de chuva,  
Mas, como ela não consegue se defender, fica com ela mesma a culpa.  
Então, a única coisa a fazer, é procurar os problemas resolver,  
Mas as razões devem-se buscar entender.  
Em uma rodovia, um maciço cortado passará com o tempo por transformações.  
Sendo indispensável ao entendimento e solução:  
Conhecimento, observação, reflexão e a engenharia em ação.  
Com o corte, mudou-se antropicamente as condições de drenagem,  
E alterações ocorrerão entre os períodos de chuva e estiagem,  
Sendo importante conhecer essas alterações com o clima,  
Conforme estudos realizados em 2003 por Marisaidés Cruz Lima ao tratar do tema erosões.

Engenheiro:

Cabe para iniciar a minha fala, citar o texto a seguir publicado em 2022 e 2023:  
Estabilidade de encostas e contenções: Diálogo entre o Homem e a Natureza.

O texto indica que muitas rupturas de encostas e problemas em contenções, São elas fruto de falhas nos estudos, e ocupações inadequadas pelas populações. Predominam no Brasil os perfis de solos pelo clima profundamente intemperizados. As propriedades e comportamentos destes solos são distintos daqueles dos solos sedimentares. Ao estudar e analisar tais solos, aos engenheiros (as) cabe maior atenção, Limitar-se aos ensinamentos clássicos será quase sempre um problema.

Cidadã:

Pelo que pude notar das discussões,  
A estabilidade de taludes, encostas e contenções,  
Não carece de novos conhecimentos, mas de usar os apropriados existentes.  
Libertar-se das amarras impostas pela tradição é algo inteligente,  
Traz luz ao entendimento, abrilhanta na engenharia as realizações.  
Vamos agora conversar um pouco sobre Geotecnia de Mineração.

## 7 GEOTECNIA DE MINERAÇÃO

Engenheiro:

Geotecnia de Mineração se tornou um tema em distinção,  
Aspectos econômicos são os mais lembrados,  
No entanto, vários são os problemas ambientais e riscos para a população.  
Rupturas de barragens de rejeito ceifaram vidas,  
Até o presente, muitas famílias continuam entristecidas.  
Guarda só encontram as rupturas,  
Em deficiências nos estudos e falta de previsão daquilo que estava por ocorrer.  
Hoje os estudos se intensificaram,  
As discussões e análises se ampliaram.  
Diretrizes eficientes na condução, espera-se, irão logo acontecer.

Engenheira:

Com o meio ambiente a mineração guarda intensa relação,  
As questões ambientais já surgem na exploração,  
Elas se estendem aos depósitos do rejeito em áreas de estocagem.

Cidadã:

Acidentes tem ocorrido,  
Gerando pânico, mortes e muitos feridos.  
Necessário é não só seguir a legislação,  
Ela é incapaz de definir os riscos de cada situação.

Engenheira:

Verdade é a percepção da Cidadã,  
Faz-se necessário aprofundar os estudos e pesquisas que levem a entendimentos.  
Entendimento de situações diversas evitando mais sofrimentos.  
Oportuno é o momento para discutir o tema Geotecnia de Mineração,  
Trata-lo neste evento é um incentivo a estudos, pesquisas e reflexão.

## 8 FUNDAÇÕES

Engenheiro:

Embora com frequência presente e tendo seu efeito,  
Fundações é uma obra imperceptível aos olhos das pessoas,  
Mesmo em uma obra viária lá ela está compondo o subleito.  
Se bem ou mal projetada e executada seus reflexos aparecem,



Seja na beleza, segurança e conforto de uma edificação,  
Seja gerando problemas que muito aborrecem.  
Por tais motivos é importante que se trabalhe em prol de sua perfeição.  
Isso enobrece a engenharia e carrega consigo a satisfação.

Engenheira:

Cabe destacar que embora invisível aos olhos,  
Ela interfere no meio ambiente,  
Disso é importante que nós profissionais estejamos cientes.  
Um impacto pouco notado se dá nas fundações profundas,  
Quando atingem e penetram na zona saturada,  
Em locais com fluxo, represam a água, erguem o lençol freático,  
Afetando muitas vezes a capacidade de carga das fundações de edificações já existentes,  
E isso sem falar nas intervenções no meio ambiente.

Cidadã:

É verdade que ao transitar por ruas, avenidas, cidades,  
Ao olhar para calçadas, ruas, edificações, saber o que as suporta nunca despertou minha curiosidade.  
Por vezes fico assustada, com tantos problemas em estradas e com edifícios e pontes que desabam,  
Mas agora eu sei, que pelo sucesso e insucesso das obras da Engenharia é a responsabilidade.  
É evidente, não podemos esquecer de problemas gerados por terremotos e outras casualidades.

## 9 TUNEIS E ESCAVAÇÕES EM SOLOS

Cidadã:

Nós cidadãos comuns, raramente passamos por um túnel,  
E outros existem com finalidades distintas tornando-se ainda mais imperceptíveis.  
Agora, por exemplo, estão construindo em Brasília, tuneis como galerias de águas pluviais.  
Em rochas deve ser difícil escavar,  
Em solos fico com medo de tudo desabar.

Engenheira:

Embora de difícil visualização,  
Os túneis também afetam o meio ambiente.  
São estados de tensões que se alteram,  
Condições de fluxo hídrico em meio saturado ou não que se modificam.

Engenheiro:

Me desculpe a colega engenheira pela interrupção,  
Mas quando falou de estado de tensões e fluxo hídrico,  
Me veio a memória uma situação.  
A da abertura do túnel de metrô em Brasília que em algumas obras gerou deformações.  
Mas outra situação mostra que o engenheiro deve trabalhar o senso de observação.  
No final da Asa Sul em Brasília, ao escavar a passagem de um viaduto, ocorreu recalque em uma edificação.  
As análises iniciais não sinalizavam para problemas oriundos da construção do viaduto.  
Observando melhor a situação, verificou-se que ao lado, conduzindo o esgoto passava um duto.  
Duto que com a construção do viaduto passou a vaziar.  
Mesmo não afetando a umidade junto as fundações do edifício, o pH se pôs a aumentar.  
O solo local era um solo tropical contendo agregações,  
O aumento do pH gerou solubilização dos óxi-hidróxidos de ferro e alumínio gerando instabilizações.  
Portanto, ao engenheiro não basta o conhecimento,  
Faz-se necessário da situação o entendimento,  
Entendimento que requer além do conhecimento, observação e reflexão, para melhor discernimento.

Engenheira:

Colega Engenheiro, não há de que se desculpar, seus exemplos foram enriquecedores.

Eles me reaviaram na memória tempos anteriores.

O exemplo que trago agora, mostra que na engenharia é importante considerar o espaço e o tempo.

A questão da espacialidade foi tratada no exemplo referindo ao vazamento no duto de esgoto.

Em relação à temporalidade, falo agora sobre um viaduto que ao ser construído trouxe algum desgosto.

No local da obra foram feitas sondagens no período de seca que não revelaram presença de lençol freático.

Concluída a estrutura do viaduto no período chuvoso deu-se início a escavação para passagem dos veículos.

Com o fluxo de origem hidrogeológica tinha surgido o nível freático.

A situação obrigou à construção de um túnel de drenagem.

Os exemplos mostram a importância de se considerar a espacialidade e a temporalidade na Geotecnia.

Não as considerar pode gerar altos custos econômicos e muita agonia.

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Engenheira:

Nossa conversa foi de uma riqueza sem igual e sem restrições,

Mesmo não tratando de todos os temas do COBRAMSEG 2024 nesse texto,

As discussões foram mantidas em seu contexto.

Gratidão à Cidadã e ao Engenheiro, por tratar dos temas com tanto apreço,

A você leitor(a), esperançosa de bom proveito, desde já agradeço.

Cidadã:

Muito aprendi, eu leiga nos assuntos, nesse nosso diálogo.

Ele mostrou que na educação mora a solução,

O que parece difícil, por meio de poemas nos traz compreensão.

Alguns infelizmente pensarão, que com essa linguagem falta algo,

Mas confesso, foi um aprendizado e que a ideia muito me alegrou, e pela iniciativa só tenho gratidão

Engenheiro:

Ser o último a falar me enche de responsabilidade e satisfação,

Satisfação por concluir, que os poemas mudaram a minha visão,

Me aproximou da Cidadã, me fez refletir com maior profundidade sobre a relevância de minha profissão.

Profissão que requer conhecimento, observação, reflexão e decisão.

Mas não esqueçamos que o conhecimento está em evolução contribuindo para melhores entendimentos.

É uma pena, mas preciso me despedir, e deixo às colegas e leitores(as) o meu mais profundo agradecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayala, R. J. L. (2020). *Melhoria de solos com fibras provenientes da indústria avícola*. Brasília: Tese de Doutorado em Geotecnia, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Universidade de Brasília, 300 p.

Camapum de Carvalho, J.; Gitirana Jr, G. P. N. (2021). Unsaturated soils in the context of tropical soils. *Soils and Rocks*, v. 44 (3), p. 1-25. DOI: 10.28927/SR.2021.068121. [www.soilsandrocks.com](http://www.soilsandrocks.com)

Camapum de Carvalho, J.; (2023). Estabilidade de encostas e contenções: Diálogo entre o Homem e a Natureza. In: Camapum de Carvalho, J. (Org.). *Diálogos Geotécnicos: Convite à Reflexão*. 2ª ed., cap. 5, p. 121-136. ISBN 978-65-00-62301-7

Collantes, R. C. P. (2022). *Influência da temperatura na sucção e comportamento mecânico dos solos tropicais compactados*. Brasília: Tese de Doutorado em Geotecnia, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Universidade de Brasília, 177 p.

Lima, M. C. (2003). *Degradação físico-química e mineralógica de maciços junto às voçorocas*. Brasília: Tese de Doutorado em Geotecnia, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Universidade de Brasília, 336 p.