

Diálogo Geotécnico Entre Dois Professores: O Que e Como Ensinar?

José Camapum de Carvalho

Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, camapumdecarvalho@gmail.com

Márcia Maria dos Anjos Mascarenha

Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil, marciamascarenha@gmail.com

Gislaine Cristina Luiz

Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil, gislaineluiz@yahoo.com.br

RESUMO: Hoje, o ensino de engenharia requer, diante da grande dinâmica das tecnologias, que se volte ao uso de princípios mais filosóficos direcionados para o desenvolvimento da capacidade de reflexão e para a construção da autonomia no aprendizado que leve o aluno ao domínio do autoeducar-se. Nesse contexto, o ensino focado apenas na transferência do conhecimento geralmente coloca, no mercado, profissionais com elevado risco de serem rapidamente descartados. Outro aspecto relevante é a contextualização do que se ensina em relação aos cenários social, climático, geológico, geomorfológico e biológico, dentre outros. Diante desse cenário, o diálogo entre dois professores é construído a partir de exemplos geotécnicos que apontam para a melhor forma de ensinar. No diálogo entre dois professores, limitou-se a abordagem apenas de propriedades e índices físicos dos solos, embora a mesma linha de raciocínio possa ser aplicada à geotecnia como um todo. Assim, além das questões de ordem filosófica, pretende-se mostrar, no âmbito da Geotecnia, questões técnicas relevantes. O artigo foi inserido no tema “Ensaio de Laboratório e Campo e Modelagem Física”, mas, na verdade, trata-se de algo mais amplo, embora sejam discutidas questões relativas aos modelos físicos representativos da matriz de solo, à estabilização química dos solos e à investigação de campo

PALAVRAS-CHAVE: Educar, Engenheiro, Técnico em Engenharia, Geotecnia.

1 INTRODUÇÃO

O “como ensinar” e “o que ensinar” são questões que merecem maior reflexão nos tempos atuais em vários ramos da ciência, em especial nos aplicados, pois o volume de informações disponibilizadas e a velocidade com que as tecnologias são alteradas conduzem os conhecimentos postos a um mero estado pontual na escala do tempo. Portanto, o aluno deve ser preparado para lidar com a questão da temporalidade das informações recebidas sob pena de ser rapidamente alijado do mercado de trabalho. Considerando-se esse aspecto, torna-se

necessário preparar o aluno para o autoeducar-se.

O foco deste trabalho é o ensino de engenharia no campo geotécnico, mas as ideias e questões filosóficas aqui expostas podem ser levadas para outros ramos da ciência, em especial os aplicados.

No que tange ao “o que ensinar” no campo de atuação da “engenharia geotécnica”, é fundamental que se leve em conta as questões gerais, mas também peculiaridades que marcam o cenário mais provável de atuação do aluno como profissional. Faz-se igualmente necessário realçar aspectos multidisciplinares e

sua importância. Camapum de Carvalho (2015) coloca ainda em evidência a necessidade de um maior entrosamento entre o que se ensina nas escolas de engenharia e sua prática.

No que concerne ao “como ensinar”, tudo indica que o melhor meio de formar engenheiros é prepará-los para a reflexão permanente e continuada. Faz-se necessário, ainda, prepará-los para um autoeducar-se para avaliações críticas e de valoração dos conhecimentos disponibilizados na literatura formal e não formal. Para atingir esses objetivos na formação do engenheiro, ou mesmo de outras áreas aplicadas, compreende-se que tanto o “como ensinar” quanto o “autoeducar-se” deve ser inserido em uma reflexão filosófica mais ampla, que permeia a construção do “ensinar” na compreensão do indivíduo enquanto “ser” na sua mais ampla dimensão, considerando-se, para tanto, a dinâmica do meio físico, social, econômico e ambiental de forma integrada, de modo que o aluno se enxergue inserido nessa dinâmica. Dessa forma, o aluno poderá atuar como sujeito ativo nessa relação de ensino e aprendizagem, e a construção do conhecimento permitirá um pensar e refletir os processos a partir da realidade por ele vivenciada.

Destaca-se, inicialmente que, neste artigo, apenas o resumo e a introdução fugiram à apresentação em forma de diálogo. Optou-se, neste trabalho, pela abordagem do tema na forma de diálogo por se considerá-lo mais envolvente. Em uma perspectiva mais antiga, a técnica já foi usada no âmbito científico, mas caiu em desuso nos tempos modernos. Dois trabalhos seguindo esse estilo de redação na forma de diálogo de autoria de José Camapum de Carvalho, Gilson de F. N. Gitirana Jr. e Márcia Maria dos Anjos Mascarenha foram publicados no VIII Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados realizado em novembro de 2015 em Fortaleza (*Histerese nas Propriedades Físicas: Diálogo entre um Técnico em Engenharia e um Engenheiro*; *Histerese na Curva Característica: Diálogo entre um Técnico em Engenharia e um Engenheiro*) (Camapum de Carvalho et al. 2015a e 2015b).

Nos diálogos travados ao longo deste artigo, buscar-se-á colocar em destaque, por meio de

exemplos, o que ensinar e como ensinar. O diálogo será travado entre um professor e uma professora, não guardando, porém, essas figuras, qualquer relação com os autores. Elegeram-se, para o diálogo, os temas propriedades dos solos e índices físicos.

2 SOBRE BIBLIOGRAFIAS A INDICAR

- Prof.: Dando-se início à nossa conversa: quando dou uma determinada disciplina, fico em dúvida sobre quais referências indicar para os alunos e se devo ou não adotar um livro texto. O que a senhora pensa a esse respeito?

- Profa.: Entendo que essa é uma questão complexa e que merece maior reflexão. Por exemplo, parece-me relevante levar em conta o grau de maturidade dos alunos, como eles foram preparados até aquele momento. Sem dúvida, indicar, para os alunos, parte significativa da literatura hoje existente, pode ser para eles desanimador. Indicar um livro texto pode ser interessante, mas devemos nos fazer a pergunta: vamos efetivamente segui-lo, e seguindo-o, seremos capazes de falar de modo mais abrangente, tratando aspectos não realçados no texto? Além do mais, caso seja adotado um livro-texto, é importante que fique claro para nós, professores, que o livro é apenas um dos instrumentos didáticos e como tal, nos orienta na sequência dos conteúdos. Contudo, não podemos assumir o livro como único instrumento no processo de ensino e, muito menos, utilizá-lo como um fim. Ainda exemplificando, um livro-texto que, ao abordar a resistência dos solos, limita sua abrangência quase integralmente apenas aos solos saturados, é um livro que, por melhor que seja, precisa ter seu conteúdo ampliado em sala de aula, de modo a que se estude também o comportamento dos solos não saturados. O inverso é igualmente verdadeiro. Portanto, a questão não é simples, mas me parece relevante mostrar ao aluno a grande dinâmica das informações que vão sendo disponibilizadas, preparando-o, na medida do possível, para uma análise crítica e seletiva. Finalmente, parece-me que prender em demasiado o aluno a um livro texto é, de certa forma, construir um aprisionamento, e defendo

o oposto: um libertar-se permanente dos conhecimentos postos, inclusive daquilo que eu ensino, o que não significa desprezar os conhecimentos até então construídos.

- Prof.: É, realmente, o como ensinar é complexo e sua complexidade já se inicia na própria definição das bibliografias a indicar. Mas supondo que eu adote um livro-texto clássico e complemente seu conteúdo com informações como as contidas no livro “Solos não saturados no contexto geotécnico” (Camapum de Carvalho et al. (2015), isso seria suficiente?

- Profa.: Sem desconsiderar a grande relevância desses livros, no meu entendimento, não, pois o libertar-se exige preparar os alunos para a reflexão e para a busca seletiva das informações até então disponíveis. Ao longo do curso, poderemos indicar outros livros e artigos, mas, além disso, devemos encorajar os alunos a tratar a ciência como algo universal e em constante evolução, de modo que não existem modelos ou respostas prontas para determinada realidade ou problema. Devemos motivá-los a trazer à sala de aula problemas práticos e a ser observadores. Nesse momento, temos que tomar muito cuidado, porque é comum que nossos alunos façam seus questionamentos não de forma crítica, mas solicitando uma resposta pronta para os problemas que nos trazem; é nesse momento que se faz a nossa oportunidade de levá-los aos questionamentos para que eles possam construir as possibilidades de respostas. Como observador, o aluno deve ser preparado para analisar um problema de engenharia ou para fazer um projeto ou executá-lo espacialmente, olhando o ponto e o seu entorno e temporalmente, atentando para o agora, mas também para o ontem e para o amanhã. Você não acha que esse modo de ensinar seria mais motivador e envolvente?

- Prof.: penso que tem razão, e, para ilustrar a importância dessas questões, cito as palestras proferidas pelo Prof. José Camapum de Carvalho nas semanas de engenharia da UNESP de Ilha Solteira e da UEG em Anápolis. Ele proferiu a palestra “Prática da Engenharia: um olhar voltado para além dos livros”. Ele iniciou sua apresentação explicando por que o pão endurece e por que a bolacha amolece quando

expostos por algum tempo a condições atmosféricas. Nessa abordagem, ele fez um paralelo entre solos e esses produtos, analisando curvas características, microestruturas e resistências. Aparentemente, os alunos gostaram e puderam perceber que o nosso cotidiano nos permite entender muitos problemas de engenharia, como o ganho de resistência pelos solos que perdem umidade e sua perda por aqueles que a ganham. É provável que, ao longo desse nosso diálogo, venhamos a melhor firmar um entendimento sobre essas questões.

3 PROPRIEDADES DOS SOLOS

- Profa.: Após essa breve discussão sobre bibliografias a indicar, gostaria de conhecer sua opinião sobre qual conteúdo ensinar quando tratamos das propriedades dos solos.

- Prof.: Em primeiro lugar, eu a felicito por colocar a questão no âmbito das propriedades em geral, pois a maioria da literatura trata o tema restringindo-o às propriedades físicas, quando, em muitos casos, as propriedades químicas e mineralógicas são igualmente importantes ou mesmo mais importantes que as físicas. Ao mesmo tempo, as propriedades físicas devem ir além do convencional e abranger também os aspectos estruturais.

- Profa.: É verdade.

- Prof.: Respondendo à indagação, o conteúdo a ensinar deve mais que situar-se no campo da transferência de conhecimentos necessários à formação do engenheiro, ele deve buscar formar uma base de reflexão para o entendimento das próprias propriedades e do comportamento dos solos. Por exemplo, apenas conhecer a textura, os limites de Atterberg e a composição química e mineralógica de um solo não é suficiente para o entendimento dessas propriedades e de suas implicações no comportamento hidromecânico. Faz-se necessário trabalhar, com o aluno, a reflexão, trilhando, ainda, o caminho da exemplificação: se a mineralogia relevou a presença de argilominerais expansivos, a determinação dos limites de Atterberg requer que não se seque previamente o solo e, secando-o, que ele seja reidratado sob pena de oferecer resultados

inferiores aos que marcam, na maioria dos casos, o solo *in situ*. Isso se dá porque a umidade de hidratação do mineral expansivo que não entra diretamente no comportamento termina intervindo na umidade determinada para o solo, e, por consequência, essa umidade não se relacionará com o comportamento. O conhecer e o refletir levará o aluno a um amadurecimento profissional mais consistente. Esse profissional jamais admitirá que, na prática, a teoria seja outra.

- Profa.: Essa colocação é importante, pois mostra que, além de conhecer, é necessário refletir e contextualizar o conhecimento.

- Prof.: Por certo que sim, e poderemos dar outros exemplos sobre a relevância do ensinar mesclando conhecimentos e integrando-os por meio da reflexão. Por exemplo, ao caracterizar um solo mais intemperizado, no qual os argilominerais expansivos foram transformados ao longo do tempo na cadeia evolutiva em haloisita hidratada e desidratada, caulinita e gibbsita, dando origem a um solo tropical profundamente intemperizado, poderia esse solo passar por processos de secagem prévia?

- Profa.: Depende, mas, em geral, eu diria que não, pois a haloisita hidratada, contrariamente aos solos expansivos, não é geralmente re-hidratável, fazendo com que não consiga retornar ao estado natural do solo. Ao mesmo tempo, esses solos são, como mostra a Figura 1, quase sempre agregados, e esses agregados são, geralmente, compostos por diferentes minerais possuidores de capacidades de retenção de água distintas e de coeficientes de dilatação térmica diferentes. Com isso, o processo de secagem, mesmo em condições ambientes, pode levar esses agregados a se microfissurarem e romperem durante os ensaios, alterando os resultados em relação ao comportamento *in situ*.

- Prof.: Muito oportunas essas colocações, e elas complementam a ideia de que a simples transferência de conhecimentos, mostrando como se faz as caracterizações físicas e mineralógicas do solo, levando a uma determinada classificação, não dota o aluno da capacidade de reflexão, ao contrário, isso apenas o torna refém de um conhecimento isolado muitas vezes, de pouca utilidade diante

de situações de cunho prático. No entanto, o entrelaçamento desses conhecimentos e a reflexão sobre eles mostram quão maravilhosa é a engenharia, o atuar com engenhosidade, e isso porque, até agora, sequer tocamos nas propriedades químicas e estruturais.

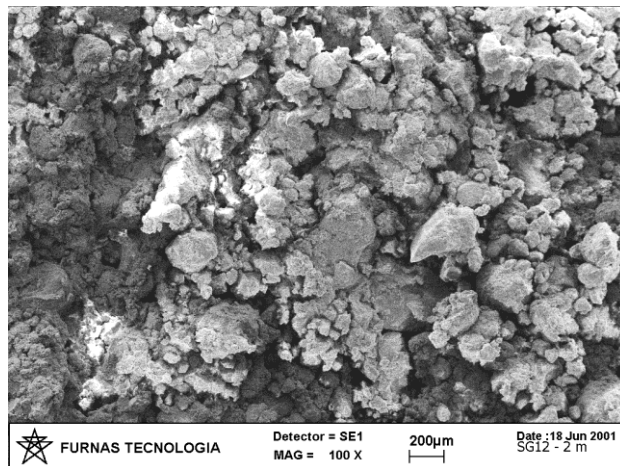


Figura 1 – Microestrutura de um solo profundamente intemperizado.

- Profa.: É verdade, e essas propriedades interferem diretamente em outras e no comportamento hidromecânico. Por exemplo, o pH ácido favorece a agregação e o pH básico, a desagregação devido a interferências nas forças de atração e repulsão. Já a estrutura é definidora do grau de anisotropia do solo.

- Prof.: É verdade, e ao ensinar sobre as propriedades químicas e estruturais devemos levar o aluno a refletir sobre situações práticas.

- Profa.: Por certo que sim. Vejamos, por exemplo, a questão da estabilização química dos solos, hoje, muito usada na melhoria do comportamento mecânico de solos finos para uso em estruturas de pavimento.

- Prof.: Essa é uma boa referência à situação de ordem prática, pois envolve, além das propriedades físicas e mineralógicas, as propriedades químicas e estruturais.

- Profa.: Sim, e devemos discutir a questão considerando as particularidades do solo e as propriedades químicas do aditivo a ser incorporado. Vamos, nas discussões que seguem, considerar a cal como aditivo. Para esse aditivo, por exemplo, solos contendo muita matéria orgânica geralmente conduzem a elevados consumos de cal devido à boa interação entre a cal e a matéria orgânica.

- Prof.: É verdade, se estivermos buscando estabilizar um solo pouco intemperizado, possuindo elevada plasticidade, isso aponta para a presença de minerais muito ativos e, não raro, expansivos, o que igualmente eleva o consumo de cal, apesar de via de regra, contribuir para a melhoria da resistência e redução da expansibilidade devido às trocas iônicas que ocorrerão.

- Profa.: É verdade, mas o problema não é menos complexo quando se busca estabilizar um solo profundamente intemperizado. Rezende (2002) mostrou que, para esses solos, dependendo do seu pH em relação ao pH correspondente ao ponto de carga zero, o solo poderá ter suas agregações naturais destruídas. Isso ocorre quando o pH do solo é inferior ao ponto de carga zero, pois, com a adição da cal, eleva-se o pH, que, ao passar pelo ponto de carga zero, permite a desestruturação do solo.

- Prof.: Professora, essa breve discussão sobre a estabilização dos solos foi muito apropriada, pois mostrou que todas as propriedades dos solos e não só as físicas devem ser ensinadas ao estudante de engenharia.

- Profa.: É verdade, mas nossa discussão foi ainda mais ampla, pois indicou o como ensinar, ensinar que deve se fundamentar na reflexão e na contextualização dos temas frente a situações práticas do cotidiano.

- Prof.: É inegável que esse parece ser o melhor caminho para o ensinar. Veja, por exemplo, as várias inundações e rupturas de encostas que temos hoje no Brasil. Avaliá-las e apresentar soluções requer a nossa inserção em outros cenários, o cenário climático, geológico, hidrogeológico, geomorfológico, biológico e mesmo social, sendo que, nessa avaliação, as propriedades físicas, químicas, mineralógicas e estruturais que estamos ensinando assumem grande relevância. Por exemplo, tem-se que Almeida *et al.* (2015), ao estudarem processos erosivos em solos não saturados, verificaram que a erodibilidade dos solos aumenta no início do período chuvoso devido à ação das chuvas intensas e do baixo grau de saturação do solo. Portanto, o conceito de erodibilidade, tradicionalmente associado às propriedades físicas e mineralógicas do solo, também

depende da forma e intensidade do umedecimento, que estão relacionadas ao ciclo pluviométrico da região. Esse exemplo nos mostra uma forma de análise integrada que leva em consideração os processos que atuam na organização da paisagem. Nessa análise integrada, veja bem a importância, por exemplo, que os aspectos do relevo e da incidência solar assumem nas propriedades físicas, químicas e mineralógicas e que refletem diretamente no comportamento do solo a partir da variação de umidade do perfil. Esquecemos-nos de falar, mas assume também relevante papel, nas propriedades e comportamento dos solos, a vida neles presente. Exemplificando, González (2009) mostrou ser possível melhorar o comportamento dos solos para controlar processos erosivos por meio da alimentação de bactérias nativas, fazendo com que precipitem carbonato de cálcio, que age cimentando o solo.

- Profa.: Professor, tudo isso mostra que se ensinarmos envolvendo questões práticas e inserindo o aluno em reflexões e na construção das soluções, ele estará sendo preparado para um autoeducar-se, ele romperá fronteiras, ele exercerá a liberdade em sua plenitude. Cabe destacar que referências como as citadas serão relevantes, mas não restritivas da liberdade, do agir com engenhosidade. Isso nos remete, inclusive, a uma melhor reflexão sobre quais bibliografias indicar aos alunos.

4 ÍNDICES FÍSICOS

- Prof.: Penso que o diálogo que mantivemos até aqui pode ser continuado seguindo-se a mesma linha de raciocínio quando tratamos dos índices físicos, você não acha?

- Profa.: É claro que sim, pois essa forma de pensar e o refletir podem ser aplicados em todos os conteúdos ensinados na Geotecnia, dos mais teóricos aos mais práticos. No que tange aos índices físicos, certamente veremos que a reflexão nos conduzirá a uma abordagem mais ampla que a clássica.

- Prof.: Ótimo. Talvez possamos iniciar nossa conversa falando sobre as fases que compõem os solos e que interferem diretamente no comportamento hidromecânico desses

materiais.

- Profa.: Sim, mas lembrando, inicialmente, que as propriedades físicas, químicas, mineralógica e estruturais que acabamos de ver são importantes e interferem diretamente no comportamento dos solos. Além de considerar as fases sólida, gasosa e líquida, faz-se necessário ter em mente que as propriedades dessas fases são importantes para o comportamento. Por exemplo, a fase sólida pode ser composta de partículas ativas ou inativas, agregadas ou desagregadas, expansivas ou não expansivas, desidratáveis e reidratáveis ou não reidratáveis, e, enfim, de partículas com uma série de outras particularidades definidoras do comportamento hidromecânico.

- Prof.: Para melhor entendimento, vamos, então, discutir a questão considerando a Figura 2. Essa figura foi dividida em três modelos de distribuição de fases: (a) a clássica, constante da grande maioria dos livros; (b) a apresentada por Camapum de Carvalho *et al.* (2015), representando as fases presentes nos solos tropicais profundamente intemperizados, mas que correspondem também a materiais como os reciclados de construção (RCD); e (c) composta por fase sólida constituída por argilominerais expansivos.

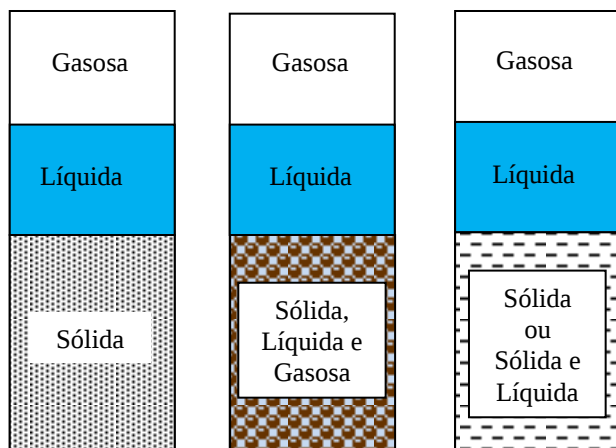


Figura 2. Fases que compõem os solos. (a) composição clássica; (b) solos tropicais e RCD; (c) solos expansivos.

- Profa.: Olhando esses três modelos, percebe-se facilmente que o modelo clássico, geralmente apresentado nos livros, tem limitações, tornando-se necessário ampliar a discussão para que se considere, no caso real, o modelo que efetivamente represente o solo e

permita análises mais consistentes tanto do ponto de vista teórico como prático.

- Prof.: É verdade, e se considerarmos o perfil de intemperismo presente nas regiões tropicais, faz-se necessário refletir e averiguar qual dos três modelos se aplicam, pois cada um deles impacta no comportamento hidromecânico do solo de modo distinto. Vamos tentar visualizar esses modelos em um caso real, um corte de 20 m de profundidade para implantação de subsolos de um edifício. Os resultados de uma sondagem SPT apontaram para a ocorrência de um perfil de solo constituído nos 12 m iniciais por um solo profundamente intemperizado com SPT variando entre 1 e 5 golpes. Análises de raios X revelaram, para essa camada, um solo rico em caulinita, gibbsita e hematita até atingir aos 12 m, uma camada de transição com 2 m de espessura sobrepondo uma camada de arenito alterado com 1 m de espessura. Ensaios de raios X revelaram uma transição composta por caulinita, hematita, quartzo e traços de montmorilonita e o arenito composto predominantemente por quartzo. A partir de 15 m, entrou-se em um silte argiloso rico em montmorilonita com estratigrafia orientada a 60° com a horizontal na direção Norte-Sul até atingir aos 19 m a rocha alterada rica em feldspato e possuindo o mesmo tipo de acamamento estrutural. Nessa última camada, atingiu-se o impenetrável no ensaio SPT.

- Profa.: Interessante esse exemplo de perfil de solo associado à mineralogia e mesmo à estrutura. Ele amplia o horizonte de reflexão.

- Prof.: Com certeza, e, embora tenhamos por objetivo discutir os modelos de distribuição de fases no solo, seria possível associar a esses modelos o comportamento do solo. Por exemplo, a estratigrafia observada para o solo residual jovem, assim como para a rocha alterada, irá influir na estabilidade dos taludes e no projeto das contenções. Não se falou na descrição do perfil do eventual nível d'água presente, mas estando presente, a sua consideração no fluxo e mesmo no comportamento mecânico dependerá de onde ele se situa, em que material ele está presente. Cabe, ainda, destacar que, no laudo de sondagem elaborado segundo a norma NBR

6484 (ABNT, 1980), o solo até os 12 metros de profundidade foi descrito como uma argila arenosa vermelha com consistência variando de muito mole a mole.

- Profa.: Então cabe, aqui, uma reflexão inicial sobre o próprio alcance da citada norma, pois se esse trecho inicial do perfil de solo corresponde a um solo profundamente intemperizado, é descabida sua classificação como solo mole a muito mole uma vez que trata-se de solo estruturado.

- Prof.: É verdade, e essa constatação mostra que, apesar da grande relevância das normas técnicas, cabe ao engenheiro refletir e atuar com liberdade de modo a evitar problemas para o projetista e para o executor da obra. Nesse caso, trata-se, certamente, de um solo poroso, colapsível, cuja avaliação de comportamento mecânico com base no SPT deixa a desejar. O enquadramento feito com base na norma, apontando para um solo compressível, não condiz com a realidade.

- Profa.: Voltando à questão do modelo representativo das fases que compõem o solo, podemos dizer que o modelo clássico só se aplicará nesse perfil de solo ao arenito presente entre 14 m e 15 m de profundidade e, provavelmente, também à transição presente acima dessa camada, embora o mais frequente seja a presença de mais de um modelo de modo a contemplar as diferentes porções que compõem a transição, ou seja, em porções menos intemperizadas se aplica o modelo clássico, nas mais intemperizadas, a que caracteriza os solos tropicais profundamente intemperizados, existindo ainda a possibilidade de presença de porções de solos expansivos, onde se aplicaria o modelo definido para esses solos.

- Prof.: Essa nossa abordagem parece complicar a vida de nossos alunos, mas não é verdade, pois, ao entendê-la, também passamos a entender melhor o comportamento dos solos.

- Profa.: Nesse perfil de solo, a primeira camada (0 a 12 m) pode ser representada pelo modelo (b) correspondente aos solos tropicais profundamente intemperizados. Nesse modelo, grande parte das partículas de solo encontra-se agregada, e são os agregados que vão influir mais diretamente no comportamento

hidromecânico do solo, pois as partículas são prisioneiras desses agregados. Como exemplo da importância dessa representação de fases, podem ser vistos os resultados apresentados por Camapum de Carvalho (2007), que mostram, para misturas de solo – RCD, que os vazios e a água presentes no interior dos agregados não interferem no comportamento mecânico das misturas. Logo, em materiais como o que compõe os 12 m iniciais do perfil de solo analisado, faz-se necessário separar a água e, eventualmente, a fase gasosa presente no interior dos agregados da água e gás existentes entre eles, pois são estes últimos que vão intervir mais diretamente no comportamento. Tem-se, ainda, que, nesses materiais, geralmente ocorrem macroporos entre agregados e microporos em seus interiores, e, no fluxo, são exatamente esses macroporos que vão comandá-los.

- Prof.: Bem, mas é preciso lembrar-se de que, em regiões tropicais, nem sempre há situações como essa, pois, muitas vezes, o solo pouco intemperizado ou mesmo a rocha aflora. E quando o maciço é composto de solos expansivos, como é o caso da camada presente entre 15 m e 19 m, faz-se necessário considerar como representativo desses materiais o modelo (c) de distribuição de fases. Nesse modelo, o tamanho das partículas de argila expansiva dependerá do seu nível de hidratação, assim como de sua densidade real, logo, considerá-lo é relevante e permite análises mais precisas do comportamento hidromecânico do solo.

- Profa.: Diante dessa nossa discussão, a determinação dos índices físicos assume nova conotação e o entendimento clássico abre espaço para novas reflexões importantes no estudo do comportamento hidromecânico dos solos.

- Prof.: É verdade. Assim, por exemplo, quando vamos ensinar sobre índice de vazios, faz-se necessário abrir uma discussão considerando-se os três modelos. Associações como as presentes na literatura entre textura e permeabilidade ou entre plasticidade e coesão merecem ser mais bem analisadas considerando-se esses modelos, pois, muitas vezes, são de validade limitada.

- Prof.: É indiscutível a necessidade de

abordagens mais amplas, pois, nesse caso, além da porosidade é fundamental que se considere a distribuição de poros.

- Profa.: É verdade, mas penso que nossa discussão merece ainda ser ampliada, pois a simples análise tátil-visual realizada com base na sondagem SPT, pode, apesar dessas considerações, continuar induzindo a erros. Isso porque a homogeneidade quanto à cor e à textura, verificada para o solo profundamente intemperizado (0 a 12 m), dependendo da aplicação, pode ser insuficiente.

- Prof.: Concordo plenamente. Veja, por exemplo, o caso da estabilização com cal hidratada desse solo profundamente intemperizado oriundo da escavação dos 12 m iniciais para uso como reforço de subleito ou mesmo como sub-base de uma estrutura de pavimento de acesso ao empreendimento. Nesse caso, apesar do mesmo enquadramento tátil visual, faz-se necessário considerar que as propriedades químicas, mineralógicas e estruturais variarão ao longo do perfil, o que implica a necessidade de considerar tais variações na estabilização. Portanto, o alcance dos estudos deve ser ditado por seus objetivos.

- Profa.: Caro colega, é uma pena que tenhamos que encerrar nossa discussão por aqui, pois refletir sobre o que ensinar e como ensinar é animador, mas proponho que façamos uma breve conclusão sobre o nosso bate-papo.

5 CONCLUSÃO

- Prof.: Na minha percepção ficou claro em nossa conversa que temos que preparar nossos alunos, ampliando os conhecimentos clássicos para a nossa realidade, a realidade dos solos tropicais e dos solos não saturados. Assim, ao se abordar durante as aulas o comportamento mecânico dos solos devemos ampliar o conteúdo na sala de aula e fornecer subsídios aos alunos para que entendam a temática considerando as particularidades dos solos tropicais não saturados.

- Profa.: É verdade, mas devemos fazer isso trazendo o aluno para uma constante reflexão a fim de construir um saber mais amplo.

- Prof.: Realmente, mas temos, também, que

encorajá-los a aprender com liberdade, sem se prenderem em absoluto ao que falamos nem aos artigos, livros e normas que recomendamos ou adotamos. Acredito que procedendo assim, estaremos preparando-os para um autoeducar-se. Nesse caminho seria interessante organizar seminários apresentados pelos alunos a fim de ampliar o seu conhecimento além da ementa inicialmente proposta na disciplina.

- Profa.: É verdade, mas devemos, nesse processo, com fundamento em exemplos práticos, prepará-los para uma visão espacial e temporal mais ampla, pois é importante o aqui e o seu entorno, o ontem, o hoje e o amanhã. Também devemos, na medida do possível, inserir, nas discussões, questões relativas ao meio ambiente e às questões sociais e humanas, à vida e sua qualidade.

- Prof.: Exatamente e faço questão de ressaltar que essa proposta é pertinente e sua implantação necessária. Por certo ela não encontrará resistência por parte de educadores e gestores da educação. Além disso, os alunos estão sempre abertos a inovações participativas de inclusão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e à CAPES pelo continuado apoio a suas formações por meio de bolsas e financiamentos para pesquisas.

REFERÊNCIAS

- ABNT (1980). Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos - NBR – 6484. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 8p.
- Almeida, J.C.R., Romão, P.A., Mascarenha, M.M.A.; Sales, M.M. (2015). Erodibilidade de solos tropicais não saturados nos municípios de Senador Canedo e Bonfinópolis (GO). *Geociências*, Unesp –São Paulo. ASCE, Vol. 34, nº 3, p. 441-451.
- Camapum de Carvalho, J. (2007). Solo como material de construção. *IBRACON - Materiais de Construção Civil*. Vol. 1: 527-563.
- Camapum de Carvalho, J. (2015). Engenharia: elo entre a formação acadêmica e a prática. *Revista Fundações & Obras Geotécnicas*, edição 61, ano 6, , p. 5.
- Camapum de Carvalho, J.; Gitirana Jr, G.F.N.; Machado, S.L.; Mascarenha, M.M.A.; Silva Filho, F.C.

- (Organizadores) (2015). *Solos não saturados no contexto geotécnico*. São Paulo: ABMS, 804 p.
- Camapum de Carvalho, J.; Gitirana Jr, G.F.N.; Mascarenha, M.M.A. (2015a). Histerese nas Propriedades Físicas: Diálogo entre um Técnico em Engenharia e um Engenheiro. *VIII Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados*, vol. 1, p. 125-131.
- Camapum de Carvalho, J.; Gitirana Jr, G.F.N.; Mascarenha, M.M.A. (2015b). Histerese na Curva Característica: Diálogo entre um Técnico em Engenharia e um Engenheiro. *VIII Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados*, vol. 1, p. 132-140.
- Camapum de Carvalho, J.; Rezende, L.R.; Cardoso, F.B.F.; Lucena, L.C.F.L. ; Guimarães, R.C.; Valencia, Y.G. (2015). Tropical Soils for Highway Construction: Peculiarities and Considerations. *Transportation Geotechnics*, v. 5, p. 3-19
- González, Y.V, (2009). *Influência da biomineralização nas propriedades físico-mecânicas de um perfil de solo tropical afetado por processos erosivos*. Tese de Doutorado. G.TD-059/09. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, UnB. 183 p.
- Rezende, L.R. (2003). *Estudo de comportamento de materiais alternativos utilizados em estruturas de pavimentos flexíveis*. Tese de Doutorado, G.TD-014A/03. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, UnB. 372 p.