

XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas
IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens
XI Congresso Luso Brasileiro de Geotecnia
23 a 26 de Agosto de 2022 – Campinas – SP



COBRAMSEG 2022
23 A 26 DE AGOSTO | CAMPINAS | SP | BRASIL
COBRAMSEG | SBMR | GEOJOVEM | CLBG

Análise geotécnica do perfil de solo residual de granitoides no município de Alegre (ES).

Éder Carlos Moreira

Professor do Magistério Superior, UFES, Alegre, Brasil, eder.c.moreira@ufes.br

Patricio Jose Moreira Pires

Professor do Magistério Superior, UFES, Vitória, Brasil, patricio.pires@gmail.com

Bernardo Braga Jalles

Estudante, UFES, Alegre, Brasil, bernardobjalles@gmail.com

Tatiana Pauli Resende

Estudante, UFES, Alegre, Brasil, tatipauliresende@gmail.com

Igor do Livramento Silva

Estudante, UFES, Alegre, Brasil, igorlivramento.s@gmail.com

RESUMO: A área de estudo encontra-se localizada em Alegre (ES). A observação de recalques em obras civis justifica o estudo em questão, com a possibilidade de ocorrência de solos colapsíveis. O objetivo foi caracterizar o nitossolo vermelho e os parâmetros geotécnicos do perfil. Os objetivos específicos compreenderam testar a colapsibilidade do nitossolo vermelho (horizonte B) e discutir a classificação desse perfil de solo. A metodologia consistiu na determinação de campos experimentais e análises laboratoriais. Os trabalhos de campo permitiram analisar a morfologia dos terrenos, descrever os perfis pedológicos e coletar amostras deformadas e indeformadas. As amostras deformadas foram adequadas para determinar a composição mineralógica, o teor de umidade, os limites de liquidez e de plasticidade, os parâmetros físicos dos solos (densidade, massa específica e porosidade), e a classificação granulométrica, e as indeformadas serviram para realizar os ensaios de adensamento, permeabilidade e cisalhamento simples. Após as análises laboratoriais, os dados foram interpretados e comparados com os valores citados na bibliografia. Os resultados indicaram que há um baixo grau de colapsibilidade nos horizontes A e B. As argilas arenosas têm pouco teor de silte e podem ser consideradas de granulometria aberta. A coesão das argilas arenosas diminui significativamente quando saturadas.

PALAVRAS-CHAVE: Nitossolo Vermelho, caracterização geotécnica, solo residual, Solos Colapsíveis.

ABSTRACT: The study area is located in the city of Alegre (ES). The observation of settlements justifies the study in question, as it indicates the possibility of collapsible soils. The objective was to characterize the red nitosol, specifically in the urban area, as well as to test the geotechnical parameters of the profile. The specific objectives were to test the collapsibility of red nitosol (horizon B) and to discuss the classification. The methodology consisted in the determination of experimental fields and laboratory analyses. Fieldwork allowed analyzing the morphology of the terrain, describing the pedological profiles and collecting deformed and undisturbed samples. The deformed samples were adequate to determine the mineralogical composition, the moisture content, the limits of liquidity and plasticity, the physical parameters of the soils (density, specific mass and porosity), and the granulometric classification, and the undisturbed ones were used to carry out the densification, permeability and simple shear tests. After the laboratory analyses, the data were interpreted and compared with the values cited in the bibliography. The results indicated that there is a low degree of collapsibility in the A and B horizons. The sandy clays have little silt content and can be considered open granulometry. The cohesion of sandy clays decreases significantly when saturated.

KEYWORDS: Red Nitosol, geotechnical characterization, residual soil, Collapsible Soils.



1 Introdução

O município de Alegre está localizado no sul do estado do Espírito Santo e segundo dados do IBGE, a população do município é de 30.784 habitantes. O município de Alegre é cortado pela rodovia BR-482, estando a 60 km de Cachoeiro de Itapemirim, cerca de 50 km da divisa com Minas Gerais (Dores do Rio Preto) e 60 km da divisa com o Rio de Janeiro (Bom Jesus do Norte).

Um solo colapsível (CONCIANI et al., 1995) pode ser definido como sendo aquele cuja estrutura apresenta alta porosidade ou índice de vazios acima de 60%, composto basicamente de areia e silte, não lixiviados e não saturados, com ligações entre grãos formadas por argilas e colóides.

Os solos colapsíveis apresentam uma estrutura que é composta por grãos cimentados por argilas ou carbonatos e que quando são umedecidos ou são sujeitos a sobrecargas tem estas pontes quebradas. Os solos colapsíveis apresentam baixo valor de densidade, baixo valor de massa específica e alta porosidade. Uma variável que pode ser apontada como favorável para a ocorrência de terrenos com solos colapsíveis é a sazonalidade climática, com regime pluviométrico extremamente variável, com períodos de seca extrema, alternando com períodos de chuvas intensas, permitindo a elevação do nível freático regional ou local.

O objetivo deste trabalho é realizar a caracterização geotécnica do horizonte B, de um perfil de nitossolo, na área da malha urbana de Alegre (ES). O trabalho tem como objetivo específico analisar a colapsibilidade dos horizontes presentes no perfil do nitossolo vermelho.

2 Referencial Teórico

Regionalmente, pode-se dizer que a região sul do Estado do Espírito Santo encontra-se na faixa de dobramentos remobilizados, sendo sua unidade geomorfológica os Patamares Escalonados do Sul Capixaba (RADAMBRASIL, 1983). Essa região de patamares escalonados, evidencia que o planalto granítico apresenta um relevo energético em razão do dissecamento por ciclos sucessivos desde o fim do Cretáceo, o que leva a uma incidência de trechos fortemente ondulados a montanhosos, afloramento de rochas, vales em V fechado, com vertentes muito íngremes e grandes diferenças relativas entre o talvegue e o topo (LANI, 1987).

A vegetação da área está inserida no Domínio da Mata Atlântica, na região fitogeográfica da Floresta Estacional Semidecidual, que está relacionada ao clima de duas estações, uma seca e outra chuvosa (NASCIMENTO, 2004).

De acordo com a classificação de Koppen, os climas predominantes no sul do Estado do Espírito Santo são Cwa e Aw. O clima Cwa é o clima mesotérmico de inverno seco em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C, correspondente às áreas de cotas altimétricas superiores a 600 m. O clima Aw é o clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno (EMBRAPA, 1978).

A Precipitação média anual se encontra na faixa de 1300 a 1500 mm (INCAPER, 2009), sendo o período chuvoso compreendido nos meses de outubro a março e o período seco de abril a setembro (Nóbrega et al., 2008).

A cidade de Alegre, área de estudo, está localizada no Caparaó Capixaba, com relevo acidentado de cristas e vales encravados, com cotas superiores a 1000m de altitude. Geologicamente, a área de estudo está localizada na Região de Transferência da Faixa Móvel Ribeira para a Araçuaí, pertencente a Província Mantiqueira, caracterizada pela passagem pelo trend de lineamentos estruturais de NE-SW para NNE-SSW. Estas faixas de origem brasileira (neoproterozoica-cambriana) são produto da orogenia entre o Brasil e a África, possuindo um conjunto de componentes geológicos que caracterizam seu caráter colisional (ALMEIDA, 1977).

Os paragneisses (neoproterozóicos) do Complexo Paraíba do Sul são encontrados na área de estudo. De acordo com Vieira (1997), a unidade ps9 está representada por anfibólio-biotita gnaisses. Na área de estudo, é comum observar a ocorrência de gnaisses com planos de foliação de direção preferencialmente NNE-SSW e altos valores de mergulhos.

O Tipo de solo predominante na área é o nitossolo vermelho (GEOBASES, 2021). Este tipo de solo apresenta avançada evolução pedogenética pela atuação de ferralitização com intensa hidrólise.



3 Metodologia

Inicialmente, foram determinados quatro campos experimentais, a saber: Alto Universitário; Talude do Bairro Nova Alegre; Talude na saída de Alegre (ES), ES 181, Km 01; e Talude no Campo de Aviação. Um trabalho de campo foi realizado para levantar a morfologia dos terrenos, a descrição dos perfis pedológicos, coleta de amostras deformadas e indeformadas.

As Amostras indeformadas e deformadas foram retiradas a profundidades, maiores do que 1,40m, variando a profundidade de 1,45m a 1,65m. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Geotecnia do Departamento de Engenharia Civil da UFES, sob a Coordenação do Professor Patrício Pires. Todos os ensaios seguiram as normas técnicas preconizadas pela ABNT.

Pode-se considerar que o horizonte A tratado aqui é equivalente a um horizonte eluvial, o horizonte B é o solo de transição e o horizonte C é o solo de alteração.

4 Resultados Laboratoriais

A umidade de campo em média das amostras deformadas (média %) foram nos pontos P1 (12,977), P2 (10,88), P3 (8,08) e P4 (12,48) (NBR6457/1986).

O ensaio de granulometria foi realizado por sedimentação (NBR 7181/2018).

O ensaio de cisalhamento direto foi realizado segundo as normas NBR 6457 e 7182; ASTM D3080.

O equipamento utilizado foi o tipo cisalhamento uniaxial da Contenco/Pavitest, é semiautomatizado. Após 24h de adensamento, observou-se que a diferença da deformação vertical se estabilizou. Novos carregamentos foram realizados em dois outros corpos de prova, com 2kgf/cm² e 3kgf/cm².

O peso específico real dos sólidos foi calculado durante o ensaio de sedimentação (NBR6508/1984). Os valores obtidos são apresentados na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1. O peso específico real dos sólidos (ρ_s , em g/cm³).

Ponto	ρ_s (g/cm ³)	classificação granulométrica
P1	2,72	argila arenosa
P2	2,70	argila arenosa
P3	2,73	areia siltosa
P4	2,72	argila arenosa

Essa classificação correspondeu à observação de campo. A classificação apresentou argila arenosa para os pontos P1, P2 e P4, enquanto para o ponto P3 foi considerada areia siltosa.

O índice de plasticidade foi calculado para os pontos P1, P2 e P4 (NBR 7180/2016). O cálculo do IP, foi realizado com base na fórmula $IP = LL - LP$ (NBR 6459/2016). Não foi possível calcular o IP para o ponto P3, visto que não foi possível calcular o Limite de Plasticidade LP. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 2. Índices de consistência dos horizontes analisados.

Ponto	LL	LP	IP
P1 (horizonte A)	60	31	29
P2 (horizonte B)	56	31	25
P3 (horizonte C)	60	-	-
P4 (horizonte A)	54	31	23

Os resultados do Ensaio de Cisalhamento Direto são mostrados na Tabela 3. Pode-se observar os valores de coesão e ângulo de atrito para as amostras analisadas.

Tabela 3. Resultados de coesão e ângulo de atrito para as amostras analisadas.

Ponto	Horizonte	Classificação granulométrica	Coesão (kPa)	Ângulo de atrito (°)
P1	A	Argila arenosa	2,4	26,94



P2	B	Argila arenosa	3,2	25,65
P3	C	Areia siltosa	12	20,81
P4	A	Argila arenosa	4,1	24,59

O procedimento do ensaio de adensamento é normatizado pela ABNT NBR 16853/ MB 3336 (ABNT) – Solo – Determinação de Adensamento Unidirecional.

O ensaio de adensamento seguiu uma rotina de carregamento de 10, 20, 40, 80, 160, 320 e 640 kPa, seguido por um descarregamento de 320, 160 e 80 kPa. As amostras foram inundadas a 40 kPa. Foram obtidos os valores de deformação vertical, altura do corpo de prova e os gráficos de deformação vertical, além de parâmetros para cálculo do coeficiente de adensamento durante o ensaio. Os coeficientes de compressão foram calculados com base nos dados dos gráficos apresentados anteriormente, de acordo com Das (2008):

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log p_2 - \log p_1} \quad (1)$$

Sendo que e_1 e e_2 são os índices de vazios e p_1 e p_2 as tensões verticais.

Os resultados do coeficiente de compressão são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores obtidos de coeficiente de compressão.

Ponto	Coeficiente de compressão
P1	0,13177
P2	0,34553
P3	0,14666
P4	0,22315

O coeficiente de descompressão foi calculado de acordo com os dados do gráfico de índice de vazios vs. Tensão vertical e são apresentados na Tabela 5. De acordo com Pinto (2006) e Rodrigues (2014), o coeficiente de compressão pode ser calculado, assim como o coeficiente de compressão do seguinte modo:

$$C_d = \frac{e_2 - e_1}{\log p_2 - \log p_1} \quad (2)$$

Tabela 5. Valores obtidos de coeficiente de descompressão.

Ponto	Coeficiente de descompressão
P1	0,01991
P2	0,02982
P3	0,03732
P4	0,03621

Os valores de coeficiente de adensamento são apresentados na Tabela 6. Utilizou-se o Método de Taylor para o cálculo do coeficiente de adensamento, uma vez que a forma dos gráficos se adequou a este método. Não foi possível utilizar o método de Casagrande, também devido à forma do gráfico, uma vez que não permitiu o traçado de uma tangente e uma assíntota para determinar H_{100} .

Pinto (2006) informa que o recalque pode ser calculado utilizando-se a equação:

$$\rho = \frac{C_c * H_1}{(1 + e_1)} * \log \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_1} \right) \quad (3)$$

Sendo que C_c é o coeficiente de compressão, H_1 a altura dos sólidos, e_1 o índice de vazios, e as tensões σ_1 e σ_2 nesse momento, considerando que isto só pode ser calculado quando o solo se encontra numa situação



correspondente à reta virgem.

Assim sendo, foi possível calcular o recalque, considerando as tensões de carregamento da ordem de 160 kPa a 640 kPa, no ramo virgem da curva de adensamento.

Tabela 6. Valores de recalque para as tensões variando de 160 kPa a 640 kPa, no ramo virgem da curva de adensamento.

Ponto	Cc	H ₁ (mm)	e ₁	σ ₂	σ ₁	recalque ρ
P1	0,1318	18,64	1,0129	640	160	0,734649
P2	0,3455	17,115	0,9824	640	160	1,79602
P3	0,1467	18,145	0,7724	640	160	0,903955
P4	0,2232	17,862	1,105	640	160	1,140026

Observou-se que o maior valor de recalque é para o Ponto P2 que mostrou um significativo deslocamento na curva de vazios quando a amostra foi saturada a 40kPa. Os ensaios de permeabilidade foram realizados a carga constante de 5 kPa (NBR 13292/2021). Os resultados do coeficiente de permeabilidade são apontados na Tabela 7 a seguir.

Tabela 7. Resultados do coeficiente de permeabilidade.

Ponto	Coeficiente de permeabilidade (m/s)
P1	6,84.10 ⁻⁴
P2	1,42.10 ⁻³
P3	2,74.10 ⁻⁴
P4	1,74.10 ⁻³

5 Discussão

Observou-se geologicamente que no Ponto 1 os horizontes A e C. De modo que o A sendo caracterizado por uma argila arenosa de coloração amarela avermelhada e o C apresentando ainda bandamento gnáissico e bolsões félsicos de composição predominantemente de plagioclásio, dando fortes indícios da formação a partir de um paragnaisse (protólito sedimentar). No ponto 2, é possível observar claramente os horizontes A e B. O horizonte A se apresentando como uma argila arenosa de coloração amarela avermelhada, com a presença de grãos de quartzo e de concreções ferruginosas milimétricas a centimétricas. O horizonte B é caracterizado por uma argila arenosa, apresentando coloração avermelhada e uma quantidade considerável de concreções ferruginosas. Foi possível observar rocha in situ de composição granitoide se aproximando muito do biotita-gnaisse. No ponto 3 foi possível observar um horizonte C bem expressivo caracterizado por uma areia-siltosa, com a presença de grãos de quartzo, uma grande quantidade de mica, principalmente muscovita, e também bolsões (argila ocre) e lentes (quartzo, biotita). Nas mediações pode-se observar a rocha in situ, como gnaisse milonítico. No ponto 4, é possível observar os horizontes A, B e C. Devido à sua composição e às características estruturais, pode-se definir o protólito como sedimentar, caracterizando assim como paragnaisse milonítico.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), os nitossolos são solos minerais homogêneos, apresentam horizonte B nítico, abaixo do horizonte A (EMBRAPA, 2018). Sendo que foi possível observar nos quatro campos de trabalho policromia nos perfis, diferenciando os horizontes. De acordo com os resultados de granulometria obtidos, pode-se observar que boa parte do solo é composto por argila e provavelmente se trata de um horizonte B nítico.

A granulometria dos materiais foi realizada por análise tátil-visual em campo e em laboratório, indicando que os materiais são: no ponto P1, argila arenosa (horizonte A); no ponto P2 tem-se argila arenosa (horizonte B); no ponto P3 tem-se areia siltosa (horizonte C) e no ponto P4, argila arenosa (horizonte A).

Os solos dos três pontos analisados (P1, P2 e P4) possuem a mesma classificação granulométrica, todos são do tipo argila-arenosa, com mais de 50% de grãos finos em sua composição. Segundo Pinto (2006), solos



desse tipo podem ser caracterizados utilizando a carta de plasticidade de Casagrande. Os solos de comportamento do tipo argila são designados pela letra “C”, do tipo silte pela letra “M” e os solos orgânicos pela letra “O”.

A Figura 1 apresenta a classificação de cada um dos três pontos com base na carta de Casagrande e nos padrões do sistema unificado. No caso do P1, P2 e P4, seu comportamento seria intermediário entre um solo do tipo CH (argila de alta compressibilidade) e do tipo MH (silte de alta compressibilidade), portanto, sua classificação correta seria como um solo do tipo CH-MH, ou seja, solo de comportamento intermediário entre argila e silte com alta compressibilidade.

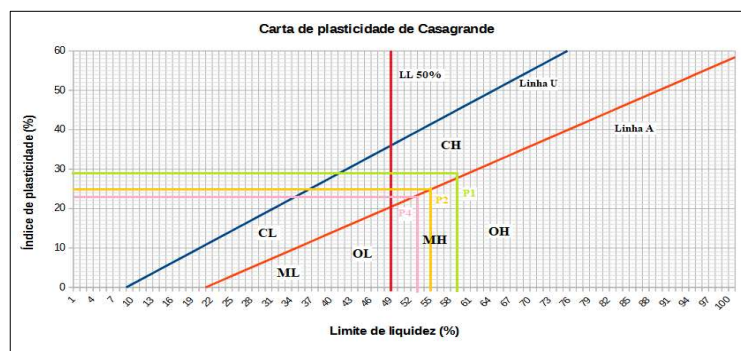


Figura 1. Locação dos pontos P1, P2 e P4 na carta de plasticidade de Casagrande.

Machado e Machado (1997) definem uma sequência para que se determine a classificação de solos finos dentro do sistema AASHTO. Seguindo as propriedades medidas para as amostras dos pontos P1, P2 e P4, os três tipos de solos se classificam como solos argilosos do tipo A-7-5.

Segundo Machado e Machado (1997), a classificação AASHTO é historicamente utilizada para a análise da qualidade do solo para a aplicação do mesmo como base, sub-bases e subleitos de pavimento. Caputo (1988) classifica o solo argiloso A-7-5 como tendo uma qualidade regular a má para aplicação como subleito. Referente a classificação no sistema unificado, pode se classificar o solo do tipo MH (solo com características próximas ao CH-MH) como sendo de má qualidade para o uso como material de fundação.

O índice de plasticidade IP dos materiais encontrados também refletiu a composição granulométrica encontrada. Os pontos P1, P2 e P4 com argila arenosa indicou um IP nos valores de 29, 25 e 23, respectivamente.

De acordo com Caputo (1988), solos com $IP \geq 15$ são altamente plásticos; assim sendo, as argilas arenosas encontradas nos pontos P1, P2 e P4 são altamente plásticas.

De acordo com Burmister (1949), os solos dos pontos P1, P2 e P4 têm plasticidade alta, enquanto o solo arenoso do ponto P4 é não plástico.

O peso específico dos sólidos ficou em torno de 2,70 a 2,73 g/cm³, não mostrando variação significativa ao longo do perfil. De acordo com Bowles (1986), as argilas devem variar de 2,68 a 2,75 g/cm³; indicando que os valores aqui obtidos são correlatos; as areias devem variar de 2,65 a 2,68 g/cm³; no entanto, o ponto P3 resultou em 2,73 g/cm³ provavelmente apontando um valor maior, devido à presença de silte e argila na composição do solo.

Tabela 8. Resultados de coesão e ângulo de atrito para as amostras P1, P2, P3 e P4.

Ponto	Horizonte	Classificação granulométrica	Coesão (kPa)	Ângulo de atrito (°)
P1	A	Argila arenosa	2,4	26,94
P2	B	Argila arenosa	3,2	25,65
P3	C	Areia siltosa	12	20,81
P4	A	Argila arenosa	4,1	24,59

Os valores encontrados neste trabalho, conforme se observa na Tabela 8, para coesão e ângulo de atrito não estão diretamente correlacionados com aqueles apontados na bibliografia.



Esses valores podem se encontrar díspares em face da profundidade de amostragem, tensão confinante, o ângulo da foliação (ou bandamento da rocha original) com a tensão cisalhante e, finalmente e mais importante, levando em consideração se o ensaio foi realizado com amostra saturada ou não saturada.

Uma análise detalhada do bloco indeformado do ponto P3, não se observou foliação ou bandamento evidente ou mesmo incipiente; no entanto, recomenda-se uma amostragem com detalhamento de observações sobre estruturas reliquias da rocha presentes no maciço terroso.

Cabe destacar ainda que o resultado de coesão e ângulo de atrito do ponto 3, nesse estudo, difere significativamente dos resultados dos pontos P1, P2 e P4; enquanto a coesão é maior, o ângulo de atrito é menor, comparativamente.

Sobre a colapsibilidade dos solos, pôde-se entender que as amostras dos pontos P1 e P2 quando foram inundadas a 40 kPa, sofreram uma compressão significativa, como se pode observar nos gráficos de deformação vertical ao longo do tempo.

O coeficiente de compressão do ponto P3 apresentou valor superior aos demais pontos. É de esperar que o ponto P3 tenha esse comportamento devido à sua composição e posição no perfil pedológico, sendo um nível de alteração (ou nível C pedológico).

No entanto, o coeficiente de descompressão no ponto P1, onde observou-se recalque, é o menor de todos. O que indicou uma má recuperação do terreno, reforçando o conceito de solo colapsível nesse terreno da área, correspondente ao ponto P1. É mesmo possível observar no topo do morro, nas construções mais antigas, fissuras verticais e horizontais acompanhado a estrutura da edificação. Essa situação, faz lembrar a situação do Campo de Aviação, área do ponto P4, onde também existem muitas fissuras nos imóveis.

Os coeficientes de adensamento mostram uma taxa de variação muito próxima àquela das referências, pode-se comparar com os valores para terra vermelha citados por Das (2008); no entanto, observou-se que há um aumento nos valores do coeficiente de adensamento antes do colapso nos pontos P1 e P2, o que deve indicar a colapsibilidade do terreno.

Podemos entender que os resultados obtidos em ordem de 10^{-4} a 10^{-3} (m/s), dos pontos P1, P2 e P4 não estão diretamente correlacionados a este padrão indicado por Pinto (2006), mas também há que se considerar as amostras classificadas como argila arenosas, contém considerável fração de areias e por isso, os resultados são compatíveis. A amostra do ponto P3, areia siltosa, pode ser considerada uma areia média, conferindo com o valor típico indicado por Pinto (2006). A Tabela 9 apresenta os resultados de índice de vazios e permeabilidade das amostras indeformadas.

Tabela 9. Comparação de coeficiente de permeabilidade e índice de vazios.

Ponto	Coeficiente de permeabilidade	Índice de vazios (inicial)
P1	$6,84 \cdot 10^{-4}$	1,15873
P2	$1,42 \cdot 10^{-3}$	1,31673
P3	$2,74 \cdot 10^{-4}$	0,95361
P4	$1,74 \cdot 10^{-3}$	1,35704

Pode-se observar que o índice de vazios é relativamente próximo para os pontos P1, P2 e P4. O que pode ser considerado satisfatório para as argilas arenosas. Enquanto isso, o índice de vazios é muito menor para o ponto P3, o que pode ter contribuído para o valor de coesão do ponto P3 ser comparativamente muito maior do que os outros pontos. Quanto ao coeficiente de permeabilidade os valores parecem não se distanciar significativamente. Ou seja, não há uma relação evidente desses fatores para estes tipos de solos. De modo geral, há sim uma relação geral, quanto mais arenosos, maior o valor do coeficiente de permeabilidade. Aqui nesse estudo, os valores são próximos e os solos estão variando de argila arenosa a areia siltosa (com presença de argila).

É importante destacar que se observou o maior valor de recalque para o Ponto P2 que mostrou um significativo deslocamento na curva de vazios quando a amostra foi saturada a 40kPa. Esta é mais uma evidência que há uma razão para entender que o ponto P2, deve apresentar um solo colapsível.

Cabe ainda destacar que os valores de coeficiente de permeabilidade refletem a composição granulométrica, bem como a classificação CH-MH, uma vez que a classe CH-MH mostra solos intermediários entre solos argilosos e solos siltosos, de alta compressibilidade.



6 Conclusão

É importante verificar que a formação dos solos está diretamente ligada às condições exógenas (clima, vegetação, relevo) e endógenas do meio (tipos litológicos). Essas condições exógenas são determinantes para a formação dos solos; isto é, a penetração das águas meteóricas no solo, os processos de dilatação e contração devido à variação de temperatura ao longo do tempo, a presença de vegetação ou ainda, a ação da fauna e da flora, interferindo no meio, e a forma do relevo conduzindo os agentes intempéricos são fatores predominantes na formação dos solos.

Nesse sentido, a área urbana de Alegre (ES) está de fato inserida no contexto de patamares escalonados regionalmente e mares de morros localmente. Isso traduz a formação de solos mais profundos e laterizados, de modo geral. A área é constituída de vales e cristas. É possível observar as vertentes convexas formadas por solos residuais oriundos de maciços graníticos e gnássicos. Os vales encaixados são formados por depósitos de argilas cinza (gleissolo).

Os nitossolos têm características marcantes como cerosidade e presença de concreções ferruginosas, o horizonte B é nítico (apresentando policromia). Foi possível observar os perfis de solos da área e entender que a classificação mais adequada é nitossolo.

Não foi possível relacionar diretamente os tipos de solos com os tipos litológicos. A ação do intemperismo associada às variáveis clima (temperatura, regime pluviométrico), declividade, morfologia das vertentes é um processo que transforma significativamente os materiais (rochas e solos), não permitindo estabelecer um padrão para essa relação até o momento.

No contexto geológico, este trabalho sugere um levantamento de campo detalhado dos litotipos da malha urbana para dar continuidade a um estudo detalhado.

No talude lateral ao ponto P3 uma série de movimentos de massa e um processo de ravina instalado, indica um processo de caulinitização avançado. Exatamente no ponto de coleta da amostra indeformada do ponto P3, observou-se uma variação de matizes que podem estar associadas ao desenvolvimento pedológico de níveis diferenciados, provocados pela composição da rocha (granítica). Assim sendo, é necessário considerar além dos processos climáticos, o tipo de substrato rochoso que está sofrendo alteração para chegar a uma interpretação clara sobre a origem do perfil de solos.

Os resultados obtidos em laboratório permitiram uma caracterização geotécnica completa dos horizontes A, B e C. Sendo que os horizontes A e B foram caracterizados como argila arenosa e o horizonte C como areia siltosa.

O ponto P2 mostrou (horizonte B) apresentou evidências de um significativo grau de colapsibilidade, principalmente observando-se o colapso na curva de adensamento e o resultado de recalque.

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos aos técnicos do Laboratório de Geotecnia do Departamento de Engenharia Civil, Sidneide Izoton e Carolina Boscari, que ajudaram na realização e o aluno Matheus Gongora do Curso de Geologia da UFES que contribuiu para as discussões sobre os tipos de solos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. F. M. de et al.. Províncias estruturais brasileiras. Simpósio de Geologia do Nordeste, v. 8., p. 363-391, 1977.
- BOWLES, J. E. Engineering Properties of Soils and their Measurements. 3ª ed. Nova York: McGraw Hill Education, 1986.
- BURMISTER, D. M. Principles and Techniques of Soil Identification. Proceedings of Annual Highway Research Board Meeting. National Research Council. Washington, v. 29, p. 402-434, 1949.
- CAPUTO, H. P.. Mecânica dos Solos e suas Aplicações. 6ª. Ed., Vol 1, Rio de Janeiro (RJ), 244p. 1988.

XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
IX Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas
IX Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
VI Conferência Sul Americana de Engenheiros Geotécnicos Jovens
XI Congresso Luso Brasileiro de Geotecnia
 23 a 26 de Agosto de 2022 – Campinas – SP



COBRAMSEG 2022
 23 A 26 DE AGOSTO | CAMPINAS | SP | BRASIL
 COBRAMSEG | SBMR | GEOJOVEM | CLBG

- CONCIANI, W.; SOARES, M.M.; CRESTANA, S. Geotechnical use of a mini tomography. In: Proc. 1., 1995, Paris, France. ... Paris: Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, p.447-452. 1995.
- DAS, B. M. Advanced Soil Mechanics. 3ª ed. Nova York: Taylor & Francis, 2008.
- EMBRAPA – SNLCS. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de reconhecimentos de solos do estado do Espírito Santo. Rio de Janeiro, 475p. (Boletim Técnico, 45). 1978.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl., 356 p. : il., . – Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- GEOBASES (2021). Mapa de Solos do ES (2016). Disponível em: https://ide.geobases.es.gov.br/layers/geonode:solos_es_2016/metadata_detail
- INCAPER – Instituto capixaba de pesquisa, assistência técnica e extensão rural, 2009. – http://cecam.incaper.es.gov.br/index.php?pagina=prec_acumuladoano - Acesso em 20/03/2021.
- LANI, J.L. Estratificação de ambientes na bacia do Rio Itapemirim, no Sul do estado do Espírito Santo. 114p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1987.
- MACHADO, S. L., MACHADO, M. F. Mecânica dos solos II: Conceitos introdutórios. Apostila de Mecânica dos Solos, UFBA, 1997.
- NASCIMENTO, M.C. Mapeamento das áreas de preservação permanente e dos conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre, ES. Viçosa – MG. UFV (Dissertação de mestrado). 2004.
- NÓBREGA, N.E.F.; SILVA, J.G.F.; RAMOS, H.E.A.; PAGUNG, F.S. – Análise da distribuição sazonal e espacial da precipitação no sul do estado do Espírito Santo. XV Congresso Brasileiro de Meteorologia – São Paulo – SP, 2008.
- PINTO, C. S.. Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 aulas. Oficina dos Textos, São Paulo (SP). 363p. 2006.
- RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais. Volume 32, Folha SF.23 - Rio de Janeiro e SF.24 - Vitória. Rio de Janeiro, vol. 32, 767 p., 1983.
- RODRIGUES, N. L.. Comparação entre os ensaios de adensamento realizados em equipamento convencional e em equipamento de DSS em argila mole. Trabalho de Conclusão de Curso, 71p., Escola Politécnica, UFRJ, 2014.
- VIEIRA, V. S. Cachoeiro de Itapemirim folha SF.24-V-A: estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM, 99 p., il. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB, 1997.