

Caracterização Física e Hidráulica De Um Perfil De Intemperismo Residual Em Rocha Gnáissica No Município De São Gonçalo (RJ).

SOUZA, C.C. Universidade Estadual do Norte Fluminense

cristianocsouza@yahoo.com.br; BERTOLINO, A.V.F.A. Universidade do Estado do Rio de Janeiro anabertolino@uol.com.br; BERTOLINO, L.C. Universidade do Estado do Rio de Janeiro lbertolino@uol.com.br; COSTA, A. R. C. corbo@impa.br; ANTUNES, F. S. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro franklin@civ.puc-rio.br;

ABSTRACT

The study of the intemperism of a soil profile contributes for a better understanding of the system geomechanical behavior. Therefore, the physical and hydraulics characterization of an alteration soil profile are extremely important due to the lack of studies, and besides, the works done show that phenomenons like mass movement are associated to the lithology of the region. The area of the study is located at the base of the Patronato Hill in São Gonçalo city in Rio de Janeiro metropolitan region. The choice of the material was done according to the structural modification noted in the soil profile. So, for the geotechniques experiments were taken four blocks with the following sizes 30X30cm of 1,52m depth (block 0); 3,55m (block 1); 5,10m (block 2); and 5,80m (block 3). The physical characterization was performed in the UERJ-FFP GEOSCIENCE LAB (LABGEO) in the depth mentioned above. For this purpose materials were taken for granulometrics analysis and determination of the porosity. The hydraulics conduction (K_{sat}) was determined *in situ* by the Guelph Permeameter. In the granulometrics analysis noticed high levels of the sandy fraction according to the depth increase, being the largest percentual in the block 3 (72,7%), on the other hand, in the surface position there was a bigger concentration of argil. The results found in the evaluation of the hydraulics conduction, having values in the same quantity, show a low/very low permeability. So, the biggest value was found in the block 2 ($5,3 \times 10$) and the smallest in the block 3 ($1,13 \times 10$). There is also, in this last depth, large percentual of macroporosity (15,25%). Although, by the results taken, the soil profile, possibly, in general form, has been suffering intemperics processes, it means, that from the inner depths (next to the rock) the transformations of the materials are seen.

Keywords: Weathering profile, residual soil and conductivity hydraulic.

RESUMO

O estudo do grau de intemperismo de um perfil de solo contribui para um melhor entendimento do comportamento geomecânico do sistema. Logo, a caracterização física e hidráulica de um perfil de alteração passa a ser de extrema importância devido à ausência de estudos, e além disso, trabalhos realizados apontam que fenômenos como movimentos de massa estão associados a litologia da região. A área de estudo está localizada na base do Morro do Patronato situado no município de São Gonçalo na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A coleta do material procedeu-se de acordo com as modificações estruturais perceptíveis no perfil. Com isso, para ensaios geotécnicos foram retirados quatro blocos indeformados com dimensões de 30X30cm nas profundidades de 1,52m (Bloco 0); 3,55m (Bloco 1); 5,10m (Bloco 2) e 5,80m (Bloco 3). A caracterização física foi realizada no Laboratório de Geociências da UERJ-FFP (LABGEO) nas profundidades apresentadas acima. Para tanto, foram coletados materiais para análises granulométricas e determinação da porosidade. A condutividade hidráulica (K_{sat}) foi determinada *in situ* pelo Permeâmetro de Guelph. Na análise granulométrica observou-se altos teores da fração arenosa de acordo com

o aumento da profundidade, encontrando o maior percentual no Bloco 3 (72,27%), por outro lado, na posição superficial houve uma concentração maior de argila. Os resultados obtidos na avaliação da condutividade hidráulica, possuindo valores na mesma grandeza, revelam uma baixa/muito baixa permeabilidade. Logo, o maior valor encontrado foi no bloco 2 ($5,3 \times 10^{-5}$) e o menor no bloco 3 ($1,13 \times 10^{-5}$). Também há, nessa última profundidade, maior percentual de macroporosidade (15,25%). Contudo, por meio dos resultados obtidos o perfil, possivelmente, de forma geral, vem sofrendo processos intempéricos, ou seja, a partir das profundidades inferiores (próximos à rocha) evidenciam-se transformações dos materiais.

Palavras-Chave: Perfil de Intemperismo, solo residual, Condutividade hidráulica,

INTRODUÇÃO

O conhecimento minucioso de um perfil de intemperismo pode contribuir para um melhor entendimento do comportamento dos materiais do solo. Em regiões com o clima tropical, quente e úmido, há o favorecimento da formação de solos *in situ*, os chamados solos residuais. Tal tipo de solo pode se diferenciar daqueles predominantes ou estudados em zonas temperadas ou frias, principalmente por serem potencialmente mais susceptíveis, em sua formação e desenvolvimento a processos de intemperismo bio-físico-químico.

A ação do intemperismo sobre as rochas é gradual, assim, as rochas não se decompõem ou se desintegram instantaneamente, em geral requerem um período de tempo relativamente longo para sofrerem alteração, variável em função do tipo de rocha e das condições climáticas locais (Oliveira, 2006).

As características morfológicas, químicas e mineralógicas são de um modo geral, herdadas da rocha matriz. Dessa forma, as discontinuidades texturais, estruturais, mineralógicas e geoquímicas das rochas são transferidas para os solos, durante os processos intempéricos (Polivanov, 1998).

Neste sentido, são realizados estudos que visam contribuir para uma caracterização física e microestrutural que possam servir como indicadores da evolução do grau de intemperismo de diversos perfis de solo, bem como investigar o desenvolvimento de um modelo de comportamento de solos residuais onde seja possível incluir efeitos de grau de intemperização. Com isso, diversas pesquisas estão sendo efetuadas dentro do projeto PRONEX-RIO intitulado “Geotecnia Aplicada à Avaliação, Prevenção e Remediação de Problemas Ambientais”. Dentre os quais cabe citar Menezes Filho (1993), Barroso (1993), Munechica (1992), Brito (1981), Falcão (1984), Sertã (1986), Polivanov (1998), Oliveira (2006).

Tendo em vista a importância deste estudo, foram realizadas investigações físico-mineralógicas e hidráulicas que possam servir como indicadores da evolução do grau de intemperismo, em um dado perfil de solo residual, que apresenta o domínio litológico granito-gnaise na encosta do Morro do Patronato. Já que, este sistema associa-se a movimentos de massa de grande proporção no município de São Gonçalo (RJ). Desta forma, o objetivo central do trabalho é a caracterização física e hidráulica do perfil de alteração.

Área de Estudo

O estudo foi realizado em um perfil de solo na base do Morro do Patronato localizado no Campus da Faculdade de Formação de Professores - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, município de São Gonçalo (Figura 1).

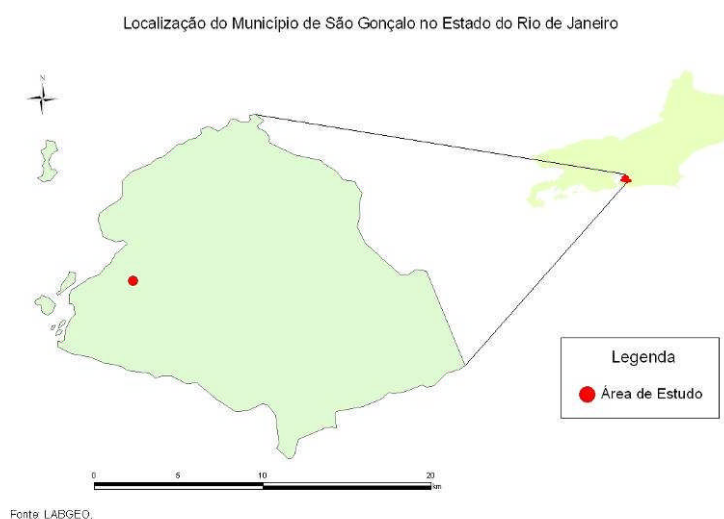


Figura1: Localização da Área de Estudo

O município de São Gonçalo localiza-se na região Sudeste do Brasil no Estado do Rio de Janeiro com uma área total de aproximadamente 251,3 Km², entre as coordenadas geográficas 22°49'37" de latitude sul e 43°03'14" de longitude oeste. Se incluindo na região metropolitana do estado, fica na porção leste da Baía de Guanabara.

O período seco da região ocorre entre os meses de maio e outubro com totais pluviométricos mensais inferiores a 100mm e a estação chuvosa acontece entre os meses de novembro e abril, com totais pluviométricos mensais superiores a 10 mm. O total anual médio do período é de 954,6mm. O clima da região é do tipo AW dentro da classificação de Köppen, quente e úmido, com estação chuvosa no verão (Figura 2).

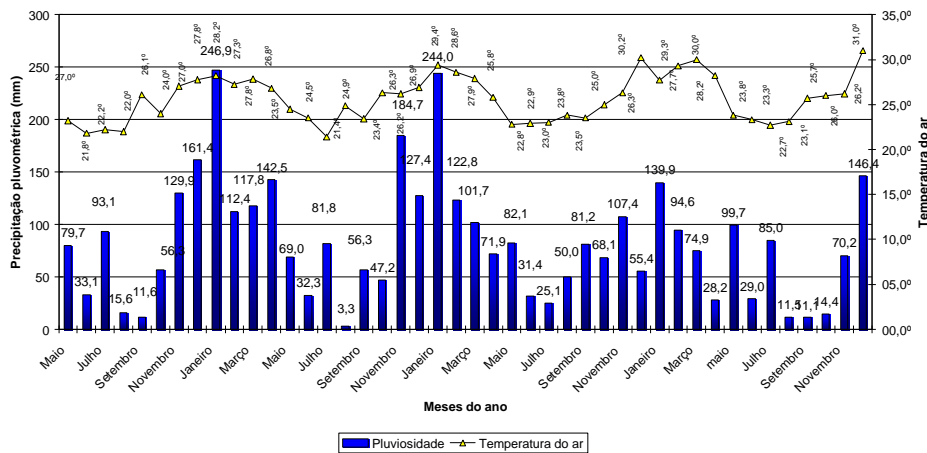


Figura 2: Gráfico de distribuição mensal de precipitação e temperatura de maio de 2004 a dezembro de 2007 (Fonte: Estação Climatológica Urbana de São Gonçalo - Laboratório de Geociências (LABGEO) da UERJ-SG.

Materiais e Métodos

Para realização de ensaios geotécnicos foram coletados quatro blocos indeformados com dimensões de 30X30cm, posteriormente foram envolvidos com um tecido poroso, parafinados e postos em caixas de madeira para serem transportados até o laboratório. Os blocos foram coletados nas seguintes profundidades:

- Bloco 0** → 1,52 m (topo) 1,82 m (base);
- Bloco I** → 3,25 m (topo) 3,55 m (base);
- Bloco II** → 4,80 m (topo) 5,10 m (base);
- Bloco III** → 5,50 m (topo) 5,80 m (base).

Além dos blocos foram coletadas cinco amostras indeformadas nas profundidades de: 1,67, 3,40, 4,95 e 5,65 m, utilizando-se cilindros volumétricos (anel de Kopecky), para os ensaios de porosidade total, macroporosidade e microporosidade, totalizando 20 amostras.

A porosidade do solo foi determinada através do método da mesa de tensão (Embrapa, 1997). Inicialmente as amostras foram saturadas, pesadas e posteriormente levadas para a mesa de tensão. Na mesa de tensão foi exercida sobre as amostras uma sucção equivalente a uma coluna de água de 60cm (Oliveira e Paula,1983, Paula e Oliveira, 1984 e Embrapa, 1997).

Para a obtenção dos resultados de porosidade total, macroporosidade e microporosidade foram utilizadas as seguintes equações:

$$\text{Porosidade Total} = \frac{P_{sat} - P_{seco}}{P_{sat}} \times 100$$

$$\text{Macroporosidade} = \frac{V_t \cdot (P_{\text{sat}} - P_{\text{tensão}})}{V_t} \times 100$$

$$\text{Microporosidade} = \frac{P_{\text{tensão}} - P_{\text{seco}}}{V_t} \times 100$$

V_t = volume total do anel

P_{sat} = peso da amostra saturada

P_{tensão} = peso da amostra após sair da mesa de tensão

P_{seco} = peso da amostra após sair da estufa

As análises granulométricas foram realizadas utilizando-se o método da pipetagem (Embrapa, 1997).

Os experimentos de Condutividade Hidráulica foram realizados através de duas baterias de ensaios com o Permeâmetro de Guelph (Figura 3). O PG funciona pelo princípio de Mariotte, fornecendo água sob carga constante a orifício feito no solo. Logo, pode-se medir em qualquer profundidade no perfil, e por isto permite detectar mudanças na estrutura do solo.

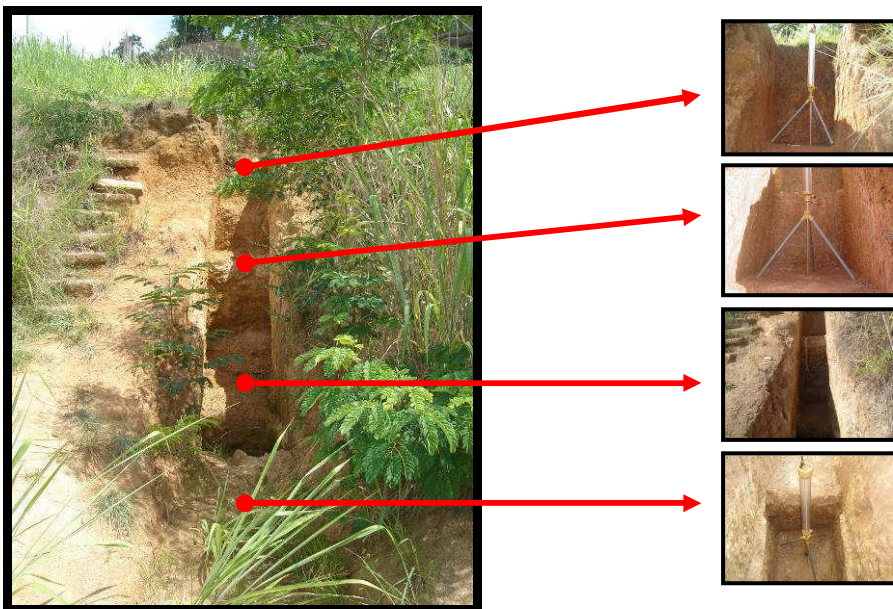


Figura 3: Ensaio com o Permeâmetro de Guelph em suas respectivas profundidades.

Os intervalos de leitura serão de acordo com a textura do solo podendo variar de segundos a minutos. Com isso, de acordo com a infiltrabilidade da água no sistema, teremos valores do nível da água em cm/min, logo se passa para cm/seg por meio da Equação 1 quando observa-se uma constante nos intervalos passa-se para a coluna de 10cm, que também constará de um intervalo e constante para sua efetivação. Para tanto, a determinação da condutividade hidráulica foi utilizada a Equação 2. Nos cálculos realizados para a

determinação de K_{sat} não foi necessário a readaptação equacional devido todos os ensaios darem positivos.

Equação 1:

$$\bar{R} = \frac{R_1}{60} = cm/seg \quad \bar{R} = \frac{R_2}{60} = cm/seg$$

Equação 2:

$$K_{sat} = (.0041)(x)(R_2) - (.0054)(X)(R_1)$$

Resultados

Os resultados médios demonstram que o bloco 0 ficou na classificação argila obtendo 42,42% dessa fração. Porém, fica perceptível que na profundidade do bloco 0 a argila é menos concentrada que no bloco 1 que possui percentuais de 48,48% (Figura 4).

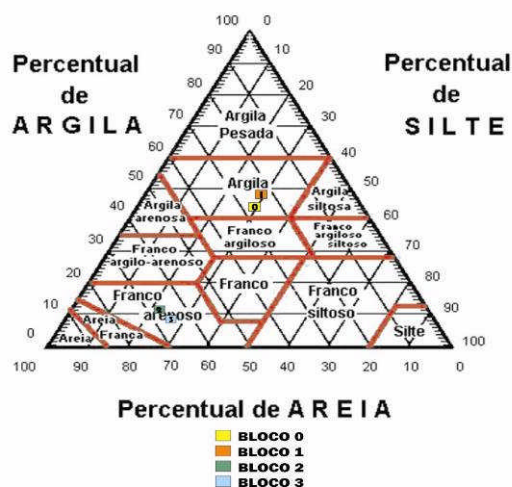


Figura 4: Valores médios dos quatro blocos.

:

No bloco 2 observa-se uma maior concentração da fração areia, obtendo uma média de 68%. O maior percentual de areia encontrado no perfil de intemperismo ficou na profundidade do Bloco 3 em que seus percentuais médios ficaram em 72,27%.

Porosidade total, microporosidade e macroporosidade

A partir dos resultados médios dos percentuais de porosidade total (Figura 5) o bloco 0 obteve o menor valor quando comparado aos demais 40,74%. Já o bloco 1 ficou com o percentual de 41,10%, a diferença desses dois últimos blocos foi de 0,37%, a menor diferença encontrada dentre os blocos. No bloco 2 observa-se o maior valor de porosidade total ficando com percentuais de 42,05%. O último bloco ficou com valor de 41,58%.

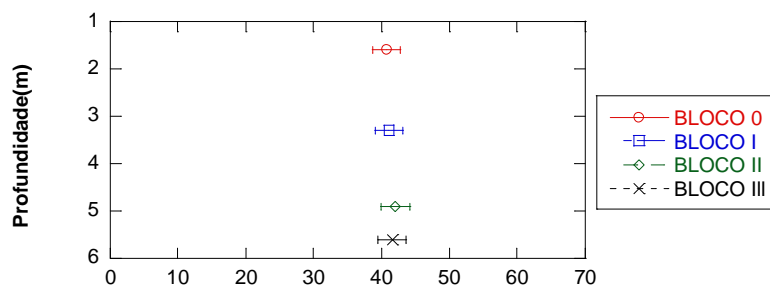


Figura 5: Distribuição percentual da Porosidade Total em diferentes profundidades. O traço no gráfico representa a média e o desvio padrão das amostras. \bar{X} : 4 amostras por profundidade

Nos percentuais médios de Macroporosidade (Figura 6) observa-se que nos dois primeiros blocos a diferença é ínfima ficando em torno de 0,7%, em que o primeiro bloco ficou entre 7,43% e o segundo bloco em 6,73%.

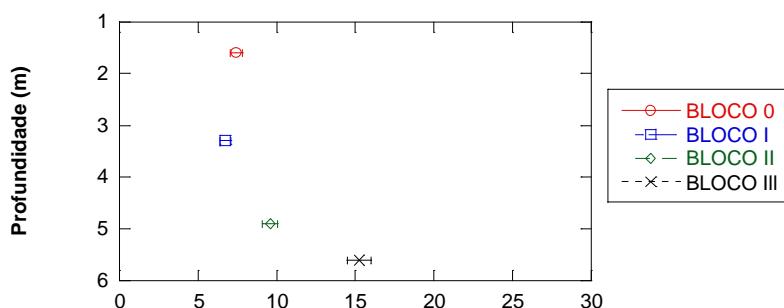


Figura 6: Distribuição percentual da Macroporosidade em diferentes profundidades. O traço no gráfico representa a média e o desvio padrão das amostras. \bar{X} : 4 amostras por profundidade.

Já nos blocos 2 e 3 observou-se um aumento da macroporosidade, tendo este último o maior valor (o bloco 2 com percentuais de 9,59% e o bloco 3 com percentuais de 15,25%). Essas características corroboram com a análise granulométrica, tendo em vista que sua granulometria se encontra em uma classificação franca arenosa com percentuais mais elevados de areia no último bloco.

Os percentuais médios de microporosidade (Figura 7) do bloco 0 foi de 33,31% e o bloco 1 ficou com o maior percentual encontrado no sistema de 34,37%. Essa diferença entre o bloco 0 e 1 se expressa de forma equivalente à análise de granulometria, em que o primeiro obteve 42,70% da fração argilosa e o segundo 48,40%.

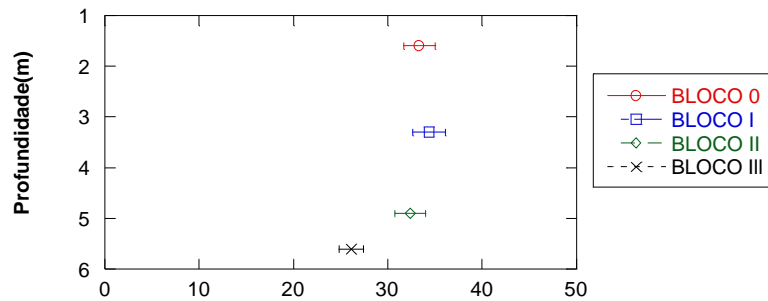


Figura 7: Distribuição da Microporosidade em diferentes profundidades. O traço no gráfico representa a média e o desvio padrão das amostras. \bar{X} : 4 amostras por profundidade.

Embora os resultados de densidade aparente apresentem valores aproximados, o bloco 2 apresentou valores superiores aos demais blocos (Figura 8).

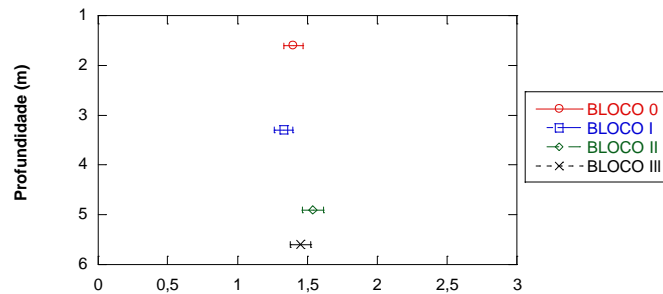


Figura 8: Distribuição da Densidade Aparente em diferentes profundidades. O traço no gráfico representa a média e o desvio padrão das amostras. \bar{X} : 4 amostras por profundidade.

Os percentuais médios do bloco 0 ficou entre 1,40 %, muito próximo ao valor obtido no bloco 3, em que seu percentual ficou entre 1,45%. Já no bloco 2 observa-se valores entorno de 1,54%. Logo, pode-se considerar que a compactação nessa profundidade é superior quando comparada com os demais blocos. O bloco 1 obteve o menor resultado das profundidades apresentadas possuindo um percentual de 1,33%.

Condutividade Hidráulica

A seguir serão apresentados os resultados adquiridos com o ensaio com o Permeâmetro de Guelph nas profundidades apresentadas no Perfil (Figura 9).

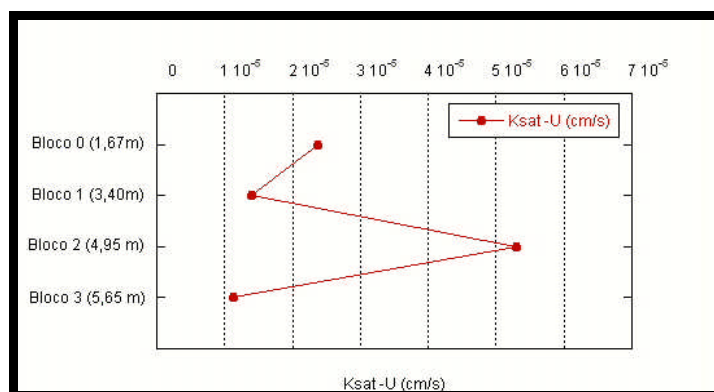


Figura 9: Valores de Condutividade hidráulica (k_{sat})

Os resultados de K_{sat} no bloco 0 foram, respectivamente $2,38 \times 10^{-5}$; no bloco 1 os resultados foram de $1,41 \times 10^{-5}$. O maior valor encontrado foi no bloco 2 ($5,3 \times 10^{-5}$) e o menor valor encontrado no perfil foi na última profundidade com $1,13 \times 10^{-5}$.

De acordo com os valores apresentados foi perceptível que todas as profundidades em estudo obtiveram resultados dentro de uma mesma grandeza. De acordo com Klute e Dirksen (1986) *apud* Sthepens (1996) a classificação aproximada da condutividade hidráulica de acordo com as diferentes faixas texturais do perfil ficaria entre baixa/muito baixa.

Conclusões

Na caracterização do perfil de intemperismo localizado no município de São Gonçalo na base do morro do Patronato observa-se que suas características físicas possivelmente estão diretamente ligadas ao seu grau de intemperismo.

Na determinação granulométrica o bloco 1 apresenta maior percentual de argila que o bloco 0 obtendo uma média de 48,48%. Logo, o processo de iluviação pode estar atuando no sistema.

Nas médias do ensaio de porosidade constata-se que na microporosidade os valores são relativamente iguais, sendo o maior percentual no bloco 2 e o menor no terceiro bloco. Em contrapartida, os valores de macroporosidade aumentam em profundidade, sendo o maior percentual encontrado no bloco 3.

Nos ensaios de condutividade hidráulica (K_{sat}) por meio do PG os resultados obtidos foram dentro da mesma grandeza 10^{-5} , tendo o Bloco 2 se destacado com valores elevados em relação às demais profundidades. A partir dos resultados obtidos com a

determinação da densidade aparente o mesmo bloco apresenta maior percentual que as demais profundidades.

Embora, as análises realizadas indiquem uma possível ação do intemperismo no sistema, é necessário que haja outros ensaios para uma caracterização efetiva do perfil. Contudo, estão sendo descritas lâminas delgadas no sentido de uma melhor compreensão da organização dos constituintes do solo.

Referências Bibliográficas

OLIVEIRA, E. P.(2006) **Caracterização bio-físico-químico-mineralógica e micromorfologia de um perfil de alteração de granito-gnaiss de Curitiba, PR.** Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro.

POLIVANOV, H. (1998) **Caracterização química, mineralógica, física e geotécnica de perfis de alteração desenvolvidos de gnaisses no Rio de Janeiro”** Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação de Geologia da UFRJ..

BARROSO, E.V. (1993) **Estudo das características geológicas e do comportamento geotécnico de um perfil de Intemperismo em leptinito.** Dissertação de Mestrado, Universidade do Rio de Janeiro, UFRJ. RJ.

BRITO, A.T.A. (1981) **Estudo químico e mineralógico de um perfil de alteração de Gnaiss Migmatítico do Campo Experimental da PUC-RJ, Gávea, Rio de Janeiro.** Dissertação de Mestrado, DEC-PUC-Rio, RJ.286p.

FALCÃO, M. F. G. (1984) **Fatores Geológicos e características de intemperismo condicionantes das propriedades mecânicas de solos residuais.** Dissertação de Mestrado, DEC-PUC-Rio, RJ. 131p.

MENESES FILHO, A. P. (1993) **Aspectos geológico-Geotécnicos de um perfil de alteração de Gnaiss Facoidal.** Dissertação de Mestrado, DEC-PUC-Rio. RJ.

MUNECHICA, V. L. (1992) **Características Geotécnicas de um perfil de solo residual de leptinito.** Dissertação de Mestrado, DEC, PUC-Rio. RJ.

SERTÃ, H. B. C. (1986) **Aspectos Geológicos e Geotécnicos do solo residual do Campo Experimental II da PUC-RJ.** Dissertação de Mestrado, DEC-PUC-Rio. RJ. 185p.

EMBRAPA; Centro Nacional de Pesquisa de Solos (1997) **Manual de Métodos de Análise de Solo/** Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2ª. ed. revi. Atual. RJ. 212 p.

OLIVEIRA, L. B. D. e PAULA, J. L. D. (1983) **Determinação da umidade a 1/10 de atmosfera na terra fina pela “mesa de tensão”.** EMBRAPA. RJ.

PAULA, J. L. D. e OLIVEIRA, L. B. D. (1984)**Determinação da umidade a 1/10 de atmosfera na terra fina pelos métodos da panela de pressão e da mesa de tensão.** EMBRAPA, RJ.

STEPHENS, D. B. (1996)**Vadose zone hydrology**, Lewis Publishers. 347p.