4
Local do Estudo

O objetivo desta tese é o estudo de solos residuais não saturados, com enfoque no seu comportamento mecânico e hidráulico. Portanto, a primeira etapa do trabalho constituiu na escolha de um perfil residual, de características preferencialmente homogêneas e próximo ao Laboratório de Materiais e Estruturas – LACTEC, localizado em Curitiba, onde seriam realizados os principais ensaios. A premissa de um local próximo ao laboratório objetivava facilitar a coleta e transporte das amostras.

A determinação do local para a retirada das amostras não foi tão fácil como seria em outras regiões do país como Rio de Janeiro ou Salvador, onde os solos residuais fazem parte do cartão postal da cidade. A maior parte da cidade de Curitiba e da Região Metropolitana está assente nos solos sedimentares da Formação Guabirotuba. Uma das exceções é a região norte da grande Curitiba, que se caracteriza por apresentar solos residuais do embasamento cristalino, com rochas do complexo Gnáissico-Migmatítico (COMEC, 1985). É uma região alta, com cotas acima de 900 metros, que não recebeu aporte dos solos da Formação Guabirotuba (Kormann, 2002).

Foi nessa região, na cidade de Campo Magro, próximo à divisa com Curitiba pelo bairro de Santa Felicidade, que foi encontrado o perfil que melhor se adequou às necessidades do estudo. O local escolhido para a coleta de amostras e desenvolvimento desta pesquisa está dentro do terreno da fábrica de embalagens COM-KRAFT, próxima à PR-090 e ao Contorno Norte de Curitiba e também a uma antiga pedreira já desativada (Figura 4.1).

O local é de fácil acesso e apresenta um perfil proveniente de uma rocha granito-gnáissica de aproximadamente 20 metros em sua altura máxima (Figura 4.2). O corte foi realizado para a instalação de um barracão na fábrica. O talude apresenta declividade elevada, porém apresenta-se estável.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

Figura 4.1 - Localização da área de estudo.

Figura 4.2 - Fábrica COM-KRAFT. Vista Geral do Talude.

A observação de características das rochas na pedreira desativada demonstra algumas peculiaridades que, com o decorrer do estudo, podem vir a ser úteis para o entendimento do comportamento dos solos desta região. Como pode ser observado na Figura 4.3, as rochas apresentam-se muito fraturadas e, em uma breve inspeção feita no local, observou-se muita variação de materiais (rochas de diferentes origens, textura e fraturamento) em pouco espaço (Figura 4.4). Uma conclusão preliminar, e sem nenhuma confirmação, é que esta

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

pedreira pode ter sido abandonada pelas características desfavoráveis e grande variabilidade dos materiais encontrados. Uma das explicações para tal fato é que se trata da borda da Bacia de Curitiba, sujeita com maior intensidade a fenômenos tectônicos que deram origem à calha da Bacia (Salamuni, 1998).

Figura 4.3 – Vista geral da pedreira.

Figura 4.4 – Feições observadas na pedreira.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

4.1.
Geologia Local

O município de Curitiba localiza-se no Primeiro Planalto Paranaense, o qual se estende entre a Escarpa Devoniana e a Serra do Mar. A Bacia Sedimentar de Curitiba está na porção centro-sul do Primeiro Planalto Paranaense: o Planalto de Curitiba, abrangendo Curitiba e parte da região metropolitana. Situa-se entre as coordenadas oeste 49º00' e 49º35' e as coordenadas sul 25º20' e 25º46', com uma área aproximada de 3.000 km² (Figura 4.5).

Curitiba está abaixo do trópico de capricórnio, e o clima caracteriza-se como subtropical com chuvas bem distribuídas ao longo do ano. O clima é sempre úmido, sendo que no mês mais quente a temperatura média é inferior a 22º C, enquanto que durante os outros 11 meses a temperatura média é superior a 10ºC (Maack,1981). A precipitação média anual é de 1.400 mm (Maack, 1968).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

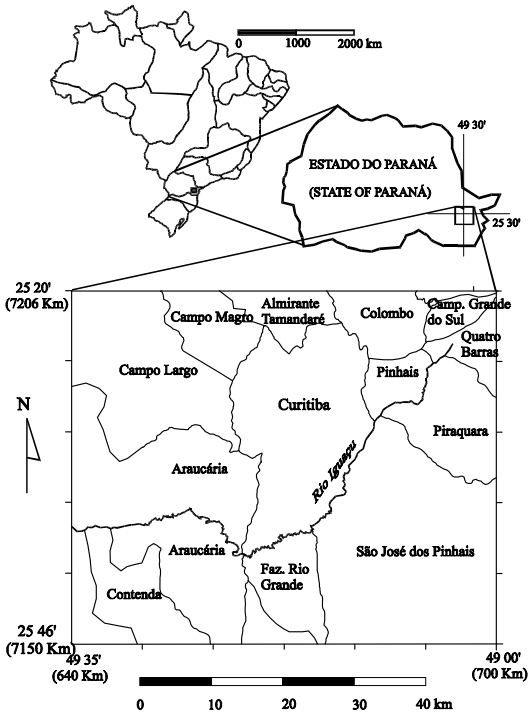

Figura 4.5 – Localização da Bacia Sedimentar de Curitiba (E. Salamuni e R. Salamuni, 1999).

De acordo com Canali e Muratori (1981), a Bacia de Curitiba é caracterizada geomorfologicamente como uma bacia de sedimentação, encravada em compartimento intermontano. É alongada na direção NE-SW e

apresenta pequena profundidade (Salamuni, 1998). Seus contornos são irregulares, sendo limitada por todos os lados pelo embasamento Cristalino. Este é formado em sua maior parte pelo Complexo Costeiro, e é constituído essencialmente por migmatitos, porém também são encontrados paragnaisses, quartzitos, quartzo xistos, micaxistos, anfibólitos e gnaisses-granitos (Salamuni, 1998).

A Bacia de Curitiba têm sua gênese relacionada às superfícies de pediplanação de Bigarella *et al.* (1965), que caracterizaram a história geológica da região na formação dos pediplanos Pd3, Pd2 e Pd1. O mais antigo pediplano brasileiro (Superfície Sul-Americana), é o Pd3 (Bigarella *et al*., 1965), foi esculpido no Oligoceno em condições climáticas úmidas. Os processos de falhamentos e basculamentos posteriores que ocorreram na Serra do Mar, soerguendo o pediplano em diferentes níveis altimétricos, acentuaram os processos erosivos na região de Curitiba, e originaram um pedimento rochoso com cobertura essencialmente coluvial. Os processos geomorfológicos dissecaram de forma acentuada o Pd3, formando amplos vales, que foram parcialmente entulhados com detritos das áreas adjacentes soerguidas (Danni-Oliveira, 1999; Salamuni, 1998).

Durante o Mioceno Superior – Plioceno Inferior, os processos morfogenéticos de um clima semi-árido esculpiram uma superfície intermediária constituída por um pediplano detrítico denominado de Pd2. Este pediplano formou-se a partir da deposição de sedimentos que “comportavam-se como verdadeiras torrentes de lama de densidade elevada”, dado o escoamento concentrado que ocorria nas vertentes, removendo o regolito pelas chuvas torrenciais. A seleção de sedimentos era precária, sendo os mesmos depositados, em sua maioria, nos vales e “junto às quebras de gradiente do sistema de drenagem, originando um conjunto de leques aluviais coalescentes”. Os sedimentos mais finos, que se mantinham em suspensão, foram depositados em ambientes lacustres formando camadas de argilitos e siltitos. Os depósitos sedimentares do pediplano Pd2 correspondem às rochas da Formação Guabirotuba. São argilitos cinza-esverdeados, arcósios, margas, arenitos e conglomerados assentados sobre o Embasamento Cristalino (Salamuni, 1998).

Já o pedimento detrítico Pd1, que corresponde à superfície de aplainamento mais recente, foi formado em clima úmido durante o Plioceno Superior – Pleistoceno Inferior, sendo seus sedimentos derivados do retrabalhamento das areias e argilitos da Época anterior. Esses sedimentos estão depositados ao longo das regiões planas e baixas (planícies aluviais). São

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

depósitos completamente inconsolidados, cujos principais termos são as argilas e as areias, estas últimas com granulometria variável entre fina e grossa, além de argilas turfosas e os cascalhos, componentes menos comuns entre esses depósitos.

Assim sendo, as seqüências de sedimentação acima mencionadas, em conjunto com os processos tectônicos que ocorreram na região de Curitiba, deram origem às atuais feições geomorfológicas.

Nas rochas do Embasamento Cristalino foram modeladas feições geomorfológicas do tipo “Mares de Morros”, onde se destacam vales em V muito abertos, margeados por morros e colinas de vertentes convexas e convexo-côncavas. As ombreiras aflorantes da bacia possuem altitudes médias entre 890 e 900 m, alcançando até 1140 m nas áreas mais altas a leste e sudeste. Estas últimas representam as vertentes orientais da Serra do Mar. A noroeste da bacia observa-se um segundo alto estrutural, também direcionado segundo NNE-SSW, com elevações entre 900 e 1100 m. Neste alto estão localizadas tanto rochas do embasamento gnáissico-migmatítico do Complexo Costeiro, quanto rochas do Grupo Açungui exibindo formas de espigões alongados com vertentes convexas e retilíneas e vales em V (Zanella, 2006).

A região de deposição dos sedimentos da Formação Guabirotuba é representada por um relevo em colinas alongadas, de baixa altura, em cotas altimétricas que variam entre 900 e 950 m acima do nível do mar. Os interflúvios apresentam-se amplos e os vales mostram-se abertos e com fundo chato. As declividades variam de 0 a 12%, fato que facilitou a expansão urbana da cidade de Curitiba (Danni-Oliveira, 1999).

Os sedimentos recentes, depositados nas planícies aluviais, em geral estão distribuídos nas cotas altimétricas mais baixas da bacia de Curitiba, variando entre 850 e 870 m sobre o nível do mar. (Trevisan, 2001).

Na Figura 4.6 é apresentado um mapa morfoestrutural do embasamento cristalino, onde se observam que as maiores elevações desta unidade estão nas regiões leste, sudeste e noroeste da cidade.

Na Figura 4.7 a área de Curitiba é representada em um modelo digital de terreno mostrando a superfície topográfica atual da Bacia de Curitiba.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

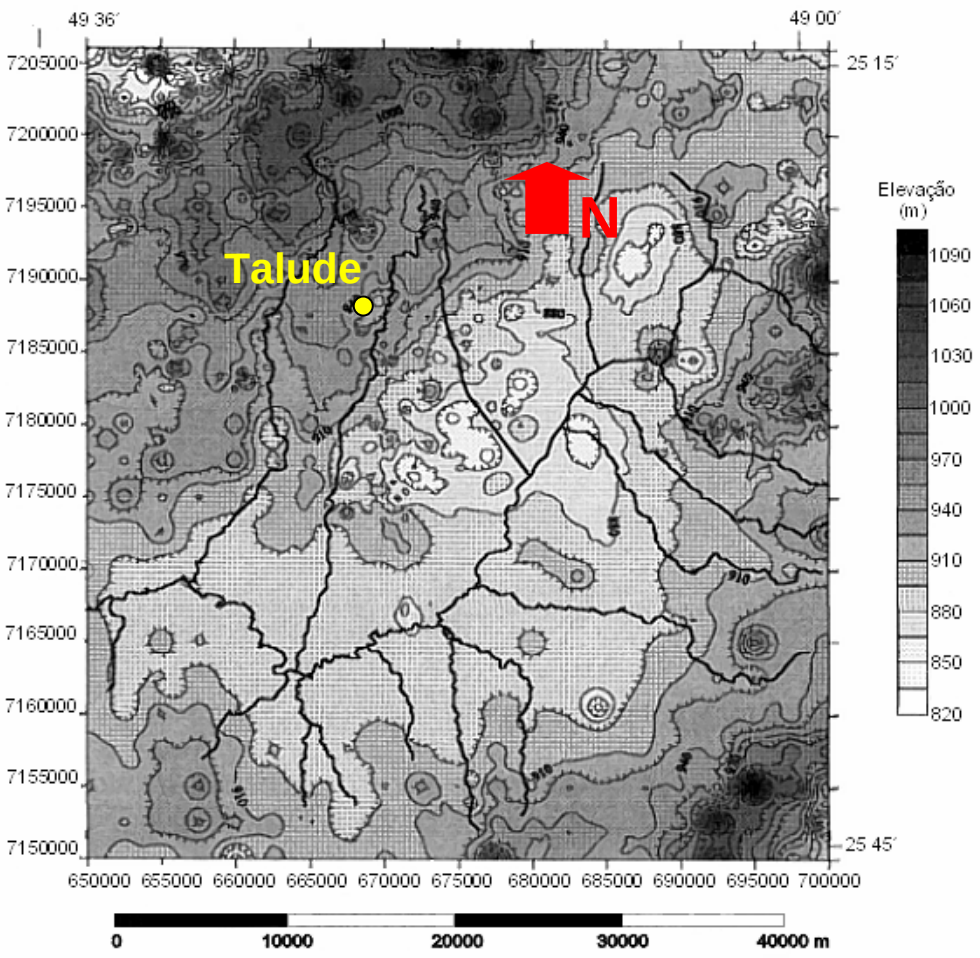

Figura 4.6 – Mapa morfoestrutural do embasamento da Bacia de Curitiba (Salamuni, 1998).

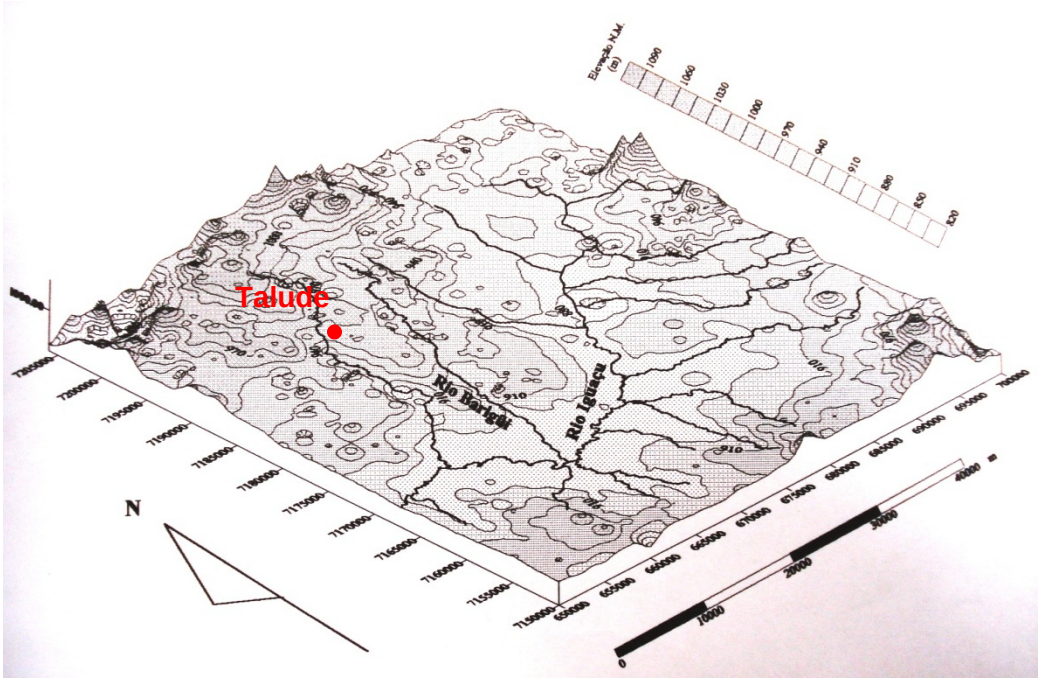

Figura 4.7 – Modelo digital de Terreno mostrando a superfície topográfica atual da Bacia Sedimentar de Curitiba (Salamuni, 1998).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

As distintas unidades lito-estratigráficas que, em parte, perfazem o embasamento e em parte os sedimentos que preenchem a calha da Bacia de Curitiba são resumidas na Tabela 4.1. Os domínios geológicos referenciados nesta tabela são apresentados na Figura 4.8 para a área em estudo e arredores.

Tabela 4.1 – Coluna estratigráfica da região de Curitiba (Salamuni, 1998, modificado).

Idade	**Domínios / Unidade Geológica**	**Litologia Principal**
Quaternário superior - Holoceno	Domínio 1: Aluviões e depósitos coluvionares secundários	Depósitos arenosos pouco selecionados a selecionados, friáveis e em parte com matriz argilosa
Quaternário inferior – Pleistoceno	Domínio 2: Formação Piraquara e Formação Tinguis	Colúvios argilosos, cascalheiras e lentes de areias arcosianas
Terciário superior – Mioceno a Plioceno	Domínio 2: Formação Guabirotuba	Argilitos, arenitos arcosianos, conglomerados com matriz areno-argilosa, lentes de arenitos quartzosos e depósitos carbonáticos restritos
Jurássico – Cretáceo	Domínio 3: Formação Serra Geral	Diques de diabásio e dioritos
Cambriano a Devoniano	Domínio 4: Bacia do Paraná	Arenitos de granulação média a grossa.
Proterozóico superior a Cambriano	Domínios 5, 6 e 7: Maciços graníticos da Serra do Mar	Granitos alcalinos
Proterozóico superior	Domínio 8: Maciços de rochas granitóides	Granitóides com textura que varia de muito grossa a fina
Proterozóico superior	Domínio 9: Grupo Açungui	Quartzitos, filitos e mármores dolomíticos e calcíticos
Proterozóico superior	Domínio 10: Maciços de rochas granitóides	Granitóides intrusivos com foliação metamórfica que varia de incipiente a pronunciada e com grau de intemperismo extremamente heterogêneo
Proterozóico inferior a Arqueano	Domínios 11, 12 e 13: Complexo Costeiro ou Domínio Curitiba ou Domínio Atuba	Migmatitos, ortognaisse, xistos, quartzitos restritos e granitos orogênicos deformados

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

Figura 4.8 – Carta geoambiental da região de Curitiba (CPRM, 1997, modificado).

Como pode ser observado na Figura 4.8, a região de coleta das amostras encontra-se no domínio 10b. As rochas deste domínio apresentam características mineralógicas, texturais e deformacionais que indicam serem derivadas de magmas ácidos, que se intrudiram e se cristalizaram num ambiente de tectônica compressiva e em altas profundidades. Neste domínio há a predominância de granitóides. Posteriormente essas rochas foram intensamente tectonizadas por cisalhamento transcorrente. Devido ao tectonismo, os granitóides, quase que essencialmente quartzo-feldspáticos, apresentam textura geralmente foliada e cataclasada e, por vezes, estão imbricados com migmatitos do Domínio 13. A foliação é do tipo metamórfica penetrativa (minerais achatados e orientados segundo uma direção preferencial) (CPRM, 1997).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

Os granitóides, de coloração cinza clara a esbranquiçada, são pobres em minerais máficos ferromagnesianos e ricos em minerais aluminosos leucocráticos (minerais que liberam muito alumínio e poucos nutrientes). O manto de intemperismo apresenta grau de evolução muito variado, com predominância de rochas alteradas (saprólitos) ou horizonte C do solo (rocha alterada que preserva os minerais mais resistentes ao intemperismo como os feldspatos e o quartzo). Predominam solos pouco evoluídos como cambissolos, litossolos e/ou podzólicos pouco espessos. As características físicas e químicas dos solos são heterogêneas e muito variadas de local para local.

Na Figura 4.9 são apresentadas as litologias principais encontradas na Bacia de Curitiba. O local de coleta das amostras para o presente estudo está na área de gnaisses-granodiuritos migmatizados.

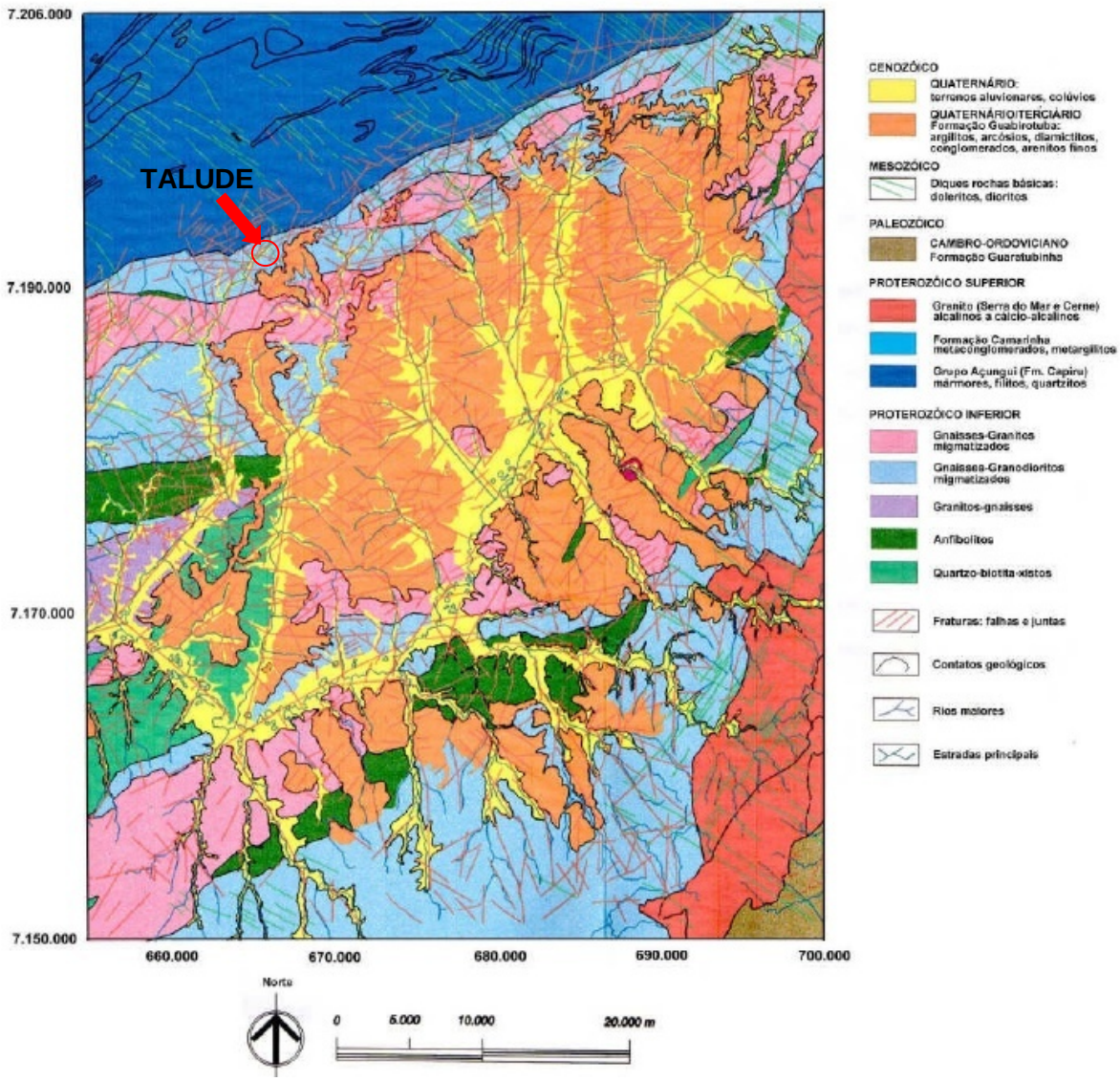

Figura 4.9 – Mapa geológico estrutural da Bacia Sedimentar de Curitiba e Região Metropolitana (Salamuni, 1998).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

4.2.
Coleta de Amostras

Ao longo de todo o talude que constitui o perfil, cuja altura varia de 6 a 20 metros e cuja extensão é de aproximadamente 50 metros, escolheu-se uma vertical para a coleta de amostras de aproximadamente 12 metros, representada na Figura 4.10 como uma linha tracejada. À direita dessa área encontra-se um solo menos intemperizado e observam-se afloramentos de rocha bastante fraturados. À esquerda desta área encontra-se um solo mais alterado. Essa maior intemperização pode ter sido favorecida pelo “abaixamento” do terreno e conseqüente acúmulo de água na região.

Visualmente, o talude apresenta colorações que variam do branco (cor da rocha), ao marrom, passando pela coloração amarela, laranja e vermelha. Aparentemente, os solos com coloração mais avermelhada ou marrom são mais intemperizados e apresentam-se acima dos solos com coloração branca, amarela e laranja. O nível de água local é profundo, ou seja, os solos residuais apresentam-se em estado não saturado.

Figura 4.10 – Área de coleta de amostras no talude.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

Com o objetivo de coletar amostras deformadas e indeformadas de solos ao longo de todo o perfil, os trabalhos desenvolvidos no talude compreenderam a abertura de poços no topo do talude e a coleta ao longo da vertical escolhida com o auxílio de andaimes. Foram coletadas amostras do perfil estudado em 4 ocasiões: dezembro de 2004, julho de 2005, agosto de 2005 e julho de 2007. Foram coletadas amostras em diferentes níveis de intemperismo, tanto amostras deformadas quanto indeformadas. A Tabela 4.2 resume informações das coletas realizadas.

Tabela 4.2 – Dados das coletas de amostras no talude.

Data da coleta	***Duração***	***Coleta com andaime***	***Coleta em poço***
Dezembro de 2004	20 dias	7 metros	-
Julho de 2005	8 dias	7 metros	-
Agosto de 2005	5 dias	-	4,5 m de prof.
Julho de 2007	10 dias	8 metros	4,5 m de prof.

O início dos trabalhos de coleta deu-se em dezembro de 2004. Na ocasião foi montado um andaime de aproximadamente 7 metros na vertical escolhida do talude (Figura 4.11). Devido à dificuldade de acesso em altura e planos de fraqueza existentes principalmente nas camadas mais inferiores, não foi possível a extração de blocos indeformados nesta ocasião. As amostras de solo foram coletadas em tubos de PVC de 7,5 cm de diâmetro e 15 cm de altura, 10 cm de diâmetro e 10 cm de altura, e 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura (Figura 4.12). Após a moldagem das amostras, papel filme, bandagem e parafina eram colocados no seu topo e base para impedir a perda de umidade. Cada amostra retirada no PVC era caracterizada visualmente de acordo com sua cor: vermelho, laranja com veios pretos, laranja, amarelo escuro, amarelo, transição amarelo branco, branco, e sua rigidez: fofa, dura. Além disso, eram anotadas peculiaridades que porventura se sobressaiam durante a moldagem dos PVC's, como de fácil retirada, ausência de fraturas, ocorrência de veios de outro material, etc. A localização de cada amostra foi anotada, partindo-se de um referencial, distância horizontal e vertical. Mesmo com os cuidados na extração, algumas amostras romperam no plano de fraqueza quando da retirada do PVC em laboratório (Figura 4.13). Esses planos eram encontrados com mais freqüência nos solos de cor Branca, Amarela e Laranja.

Nessa primeira campanha de coleta foram moldadas um total de 136 amostras que variavam da coloração branca à coloração vermelha.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

Figura 4.11 - Coleta de amostras em dezembro de 2004.

Figura 4.12 - Coleta de amostras em tubos de PVC.

Figura 4.13 – Plano de fraqueza.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

Após a execução dos primeiros ensaios de laboratório, verificou-se que os solos coletados não apresentavam um grau de intemperismo muito elevado e, foram planejadas duas novas campanhas de coleta com o objetivo de se obter um solo mais próximo da superfície (topo do talude) e também de prover o laboratório de mais amostras dos outros níveis de intemperismo.

Essas campanhas foram realizadas em julho e agosto de 2005. A coleta em julho de 2005 foi realizada também com o auxílio de um andaime de 7 metros (Figura 4.14). Procurou-se posicionar o andaime igualmente à primeira coleta, em 2004. Foi utilizado como referência o furo de sondagem executado em fevereiro de 2005 (ver item 4.4). Também nesta etapa foram coletadas amostras dos solos de cor branca, amarela, laranja e vermelha.

Cabe ressaltar que todo o período de coletas foi muitas vezes interrompido por chuvas, o que levava o material da camada superior a colorir todo o talude com seu tom avermelhado. Isso obrigava a uma nova limpeza do perfil cada vez que se reiniciavam os trabalhos de coleta.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

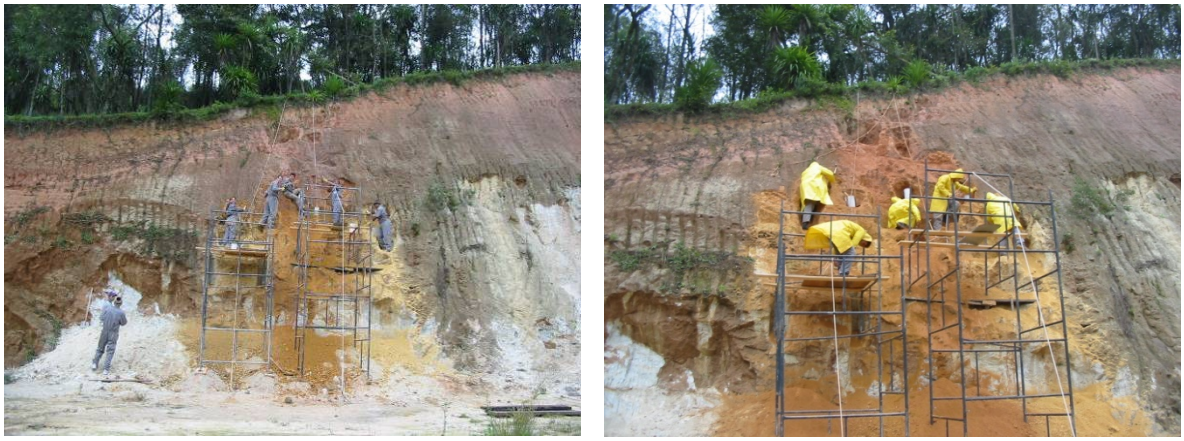

Figura 4.14 - Coleta de amostras em julho de 2005.

Para a obtenção do solo mais superficial, que não era alcançado através do andaime, a coleta em agosto de 2005 compreendeu a abertura de um poço na crista do talude, com dimensões 2 x 1 m e 4,5 m de profundidade. A abertura do poço foi executada por escavação manual, com paredes verticais, e não foi necessária nenhuma medida para a estabilização dos paramentos verticais. A escavação do poço foi realizada em duas etapas. No primeiro dia foi escavado até a profundidade de 2,0 metros, para a retirada, no segundo dia, de 3 blocos de dimensões 30 x 30 x 30 cm. No terceiro dia o poço foi escavado até 4,5 m e, então foram retirados mais 3 blocos com as mesmas dimensões dos anteriores. A aplicação de bandagem e de parafina nos blocos era realizada dentro do poço

para facilitar a retirada dos blocos sem que houvesse quebras. O poço permaneceu aberto por vários dias. Durante este período não foi observado nível de água e, mesmo com chuvas fortes, a água do seu interior era rapidamente drenada (Figura 4.15).

Figura 4.15 - Coleta de amostras em poço em agosto de 2005.

Em julho de 2007 foi realizada uma campanha de coleta adicional, principalmente devido à necessidade de amostras indeformadas para a execução de ensaios triaxiais. Um novo andaime foi posicionado no mesmo local utilizado em dezembro de 2004, para a coleta das amostras amarelas, laranjas e vermelhas. As amostras brancas foram retiradas próximas à base do talude. Para a coleta de amostras do solo marrom foi aberto um novo poço no topo do talude. Na Figura 4.16 são apresentas fotos da campanha de julho de 2007. Essa campanha foi realizada em 10 dias. Nesse período foram retirados 11 blocos de amostras brancas, 2 blocos de amostras amarelas, 8 blocos de amostras laranjas, 2 blocos de amostras vermelhas e 12 blocos de amostras marrom.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

Figura 4.16 – Campanha de coleta em julho de 2007.

Ao final das campanhas de coleta haviam sido retirados 41 blocos indeformados e 430 amostras coletadas em PVC de tamanhos diversos, além de amostras deformadas de toda a extensão vertical do talude. As amostras indeformadas foram parafinadas e acondicionadas em câmara úmida com controle de temperatura e umidade. As amostras deformadas foram embaladas em sacos plásticos e também armazenadas em câmara úmida.

As tabelas 4.3 a 4.7 resumem as características e localização das amostras coletadas. O ponto de referência para a localização das amostras retiradas do perfil de corte é a projeção do furo de sondagem rotativa realizado em fevereiro de 2005 e descrito no item 4.3. Nas amostras retiradas do poço estão referenciadas suas profundidades em relação ao topo do perfil.

A numeração das amostras relacionadas nas tabelas refere-se ao cadastro utilizado no sistema de qualidade do LAME. Foram mantidos os registros originais do LAME para facilitar o cruzamento de dados entre as diversas pesquisas realizadas.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

Tabela 4.3 – Amostras indeformadas coletadas em dezembro de 2004.

Amostra	Profundidade (m)	Coloração	Tipo
2.4001.05	9	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4002.05	8,9	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4003.05	8,9	transição Branco Amarelo	PVC Ø 10 cm
2.4004.05	6,65	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4005.05	6,75	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4006.05	11	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4007.05	9	transição Branco Amarelo	PVC Ø 10 cm
2.4008.05	6,65	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4009.05	6,65	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4010.05	9,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4011.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4012.05	9,1	transição Branco Amarelo	PVC Ø 10 cm
2.4013.05	11,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4014.05	11	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4015.05	9,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4016.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4017.05	6,85	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4018.05	6,95	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4019.05	9,3	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4020.05	10,8	Branco com verde claro e pigmentos pretos	PVC Ø 10 cm
2.4021.05	8,9	Amarelo claro	PVC Ø 10 cm
2.4022.05	6,75	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4023.05	10,9	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4024.05	9	Amarelo claro	PVC Ø 10 cm
2.4025.05	9,1	Amarelo claro	PVC Ø 10 cm
2.4026.05	11,3	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4027.05	7,15	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4028.05	11	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4029.05	9,2	Amarelo claro	PVC Ø 10 cm
2.4030.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4031.05	6,85	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4032.05	9,3	Amarelo claro	PVC Ø 10 cm
2.4033.05	10,9	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4034.05	6,75	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4035.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4036.05	11	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4037.05	8,9	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4038.05	6,95	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4039.05	11,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4040.05	7,25	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

continuação

Amostra	Profundidade (m)	Coloração	Tipo
2.4041.05	11,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4042.05	7,15	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4043.05	7,25	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4044.05	9,4	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4045.05	9	transição Branco Amarelo	PVC Ø 10 cm
2.4046.05	6,65	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4047.05	11,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4048.05	10,8	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4049.05	9,2	Amarelo claro	PVC Ø 10 cm
2.4050.05	11	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4051.05	11	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4052.05	10,9	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4053.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4054.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4055.05	11,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4056.05	11	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4057.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4058.05	9,3	Amarelo claro	PVC Ø 10 cm
2.4059.05	11,3	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4060.05	9,4	Amarelo claro	PVC Ø 10 cm
2.4061.05	11,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4062.05	11,3	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4063.05	6,65	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4064.05	11,3	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4065.05	9,5	Amarelo claro	PVC Ø 10 cm
2.4066.05	11,3	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4067.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4068.05	9,6	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4069.05	6,75	Laranja com veios pretos	PVC Ø 10 cm
2.4070.05	11	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4071.05	11,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4072.05	8,7	Amarelo claro	PVC Ø 10 cm
2.4073.05	9,7	Amarelo claro	PVC Ø 10 cm
2.4074.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4075.05	8,8	Amarelo claro	PVC Ø 10 cm
2.4076.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4077.05	6,85	Amarelo escuro	PVC Ø 10 cm
2.4078.05	6,95	Amarelo escuro	PVC Ø 10 cm
2.4079.05	11	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4080.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4081.05	11,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4082.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4083.05	10,8	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4084.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4085.05	11,1	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4086.05	10,8	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4087.05	10,9	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4088.05	10,8	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4089.05	10,8	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4090.05	6,65	Amarelo escuro	PVC Ø 10 cm
2.4091.05	6,65	Amarelo escuro	PVC Ø 10 cm
2.4092.05	6,75	Amarelo escuro	PVC Ø 10 cm
2.4093.05	6,75	Amarelo escuro	PVC Ø 10 cm
2.4094.05	7,15	Amarelo escuro	PVC Ø 10 cm
2.4095.05	7,15	Amarelo escuro	PVC Ø 10 cm
2.4096.05	7,15	Amarelo escuro	PVC Ø 10 cm
2.4097.05	6,95	Amarelo claro	PVC Ø 10 cm

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

continuação

Amostra	Profundidade (m)	Coloração	Tipo
2.4098.05	10,9	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4099.05	6,85	Amarelo escuro	PVC Ø 10 cm
2.4100.05	6,85	Amarelo escuro	PVC Ø 10 cm
2.4101.05	1,5	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4102.05	1,3	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4103.05	1,5	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4104.05	1,4	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4105.05	1,5	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4106.05	1,6	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4107.05	1,6	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4108.05	1,3	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4109.05	1,7	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4110.05	1,7	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4111.05	1,4	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4112.05	1,8	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4113.05	1,6	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4114.05	1,8	Vermelho	PVC Ø 10 cm
2.4115.05	1,1	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4116.05	1,5	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4117.05	1,5	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4118.05	1,6	Marrom	PVC Ø 10 cm
2.4119.05	10,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4120.05	10,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4121.05	10,3	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4122.05	10,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4123.05	10,4	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4124.05	10,3	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4125.05	10,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4126.05	10,3	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4127.05	10	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4128.05	10,6	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4129.05	6,2	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4130.05	9,5	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4131.05	9,5	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4132.05	10,3	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4133.05	9,5	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4134.05	9,5	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4135.05	9,5	Branco	PVC Ø 10 cm
2.4136.05	9,5	Branco	PVC Ø 10 cm

Tabela 4.4 – Amostras indeformadas coletadas em julho de 2005.

Amostra	Profundidade (m)	Coloração	Tipo
2.4200.05	11,15	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4201.05	10,90	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4202.05	10,50	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4203.05	10,90	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4204.05	10,75	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4205.05	10,65	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4206.05	10,40	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4207.05	10,80	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4208.05	7,65	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4209.05	6,50	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4210.05	7,65	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4211.05	7,50	Amarelo	PVC Ø 15 cm

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

continuação

Amostra	Profundidade (m)	Coloração	Tipo
2.4212.05	7,65	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4213.05	6,65	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4214.05	7,30	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4215.05	6,75	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4216.05	7,25	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4217.05	7,00	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4218.05	7,00	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4219.05	7,80	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4220.05	5,65	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4221.05	5,90	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4222.05	5,65	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4223.05	5,65	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4224.05	5,90	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4225.05	5,65	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4226.05	6,15	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4227.05	6,40	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4228.05	6,65	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4229.05	7,00	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4230.05	5,50	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4231.05	6,65	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4232.05	2,00	Vermelho	PVC Ø 15 cm
2.4233.05	2,25	Vermelho	PVC Ø 15 cm
2.4234.05	2,25	Vermelho	PVC Ø 15 cm
2.4235.05	2,50	Vermelho	PVC Ø 15 cm
2.4236.05	2,00	Vermelho	PVC Ø 15 cm
2.4237.05	2,50	Vermelho	PVC Ø 15 cm
2.4238.05	2,25	Vermelho / Marrom	PVC Ø 15 cm
2.4239.05	2,50	Vermelho	PVC Ø 15 cm
2.4240.05	2,15	Marrom	PVC Ø 15 cm
2.4241.05	3,20	Vermelho	PVC Ø 15 cm
2.4242.05	2,50	Vermelho / Marrom	PVC Ø 15 cm
2.4243.05	3,20	Vermelho / Marrom	PVC Ø 15 cm
2.4244.05	10,00	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4245.05	10,00	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4246.05	10,15	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4247.05	11,00	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4248.05	10,00	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4249.05	10,65	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4250.05	9,85	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4251.05	10,80	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4252.05	10,60	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4253.05	12,00	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4254.05	10,65	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4255.05	11,00	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4256.05	11,10	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4257.05	10,50	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4258.05	8,00	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4259.05	11,20	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4260.05	10,00	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4261.05	7,00	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4262.05	6,50	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4263.05	8,00	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4264.05	8,00	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4265.05	8,00	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4266.05	6,60	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4267.05	8,00	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4268.05	6,40	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

continuação

Amostra	Profundidade (m)	Coloração	Tipo
2.4269.05	6,40	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4270.05	8,00	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4271.05	6,30	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4272.05	6,30	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4273.05	6,30	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4274.05	6,30	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4275.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4276.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4277.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4278.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4279.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4280.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4281.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4282.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4283.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4284.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4285.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4286.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4287.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4288.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4289.05	2,50	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4290.05	2,00	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4291.05	3,50	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4292.05	3,00	Marrom	PVC Ø 7,5 cm
2.4293.05	3,00	Vermelho / Marrom	PVC Ø 7,5 cm
2.4294.05	2,50	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4295.05	2,70	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4296.05	2,25	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4297.05	3,20	Vermelho / Marrom	PVC Ø 7,5 cm
2.4298.05	2,50	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4299.05	2,25	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4300.05	2,70	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4301.05	3,20	Vermelho / Marrom	PVC Ø 7,5 cm
2.4302.05	3,50	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4303.05	10,10	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4304.05	10,50	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4305.05	10,65	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4306.05	10,90	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4307.05	11,20	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4308.05	10,65	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4309.05	9,65	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4310.05	10,65	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4311.05	10,65	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4312.05	10,50	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4313.05	10,90	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4314.05	10,65	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4315.05	11,00	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4316.05	11,10	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4317.05	11,30	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4318.05	10,80	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4319.05	11,00	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4320.05	10,80	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4321.05	10,85	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4322.05	10,30	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4323.05	9,80	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4324.05	10,85	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4325.05	10,95	Branco	PVC Ø 5 cm

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

continuação

Amostra	Profundidade (m)	Coloração	Tipo
2.4326.05	10,00	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4327.05	10,50	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4328.05	11,20	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4329.05	10,60	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4330.05	11,00	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4331.05	10,20	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4332.05	10,75	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4333.05	10,75	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4334.05	10,60	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4335.05	10,90	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4336.05	10,80	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4337.05	11,00	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4338.05	10,70	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4339.05	10,90	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4340.05	10,90	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4341.05	10,90	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4342.05	6,40	Amarelo claro	PVC Ø 15 cm
2.4343.05	6,90	Amarelo claro	PVC Ø 15 cm
2.4344.05	6,95	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4345.05	6,75	Amarelo escuro	PVC Ø 15 cm
2.4346.05	6,75	Amarelo escuro	PVC Ø 15 cm
2.4347.05	5,80	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4348.05	6,65	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4349.05	6,65	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4350.05	6,00	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4351.05	5,50	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4352.05	6,15	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4353.05	2,75	Vermelho	PVC Ø 15 cm
2.4354.05	2,30	Marrom	PVC Ø 15 cm
2.4355.05	3,10	Vermelho	PVC Ø 15 cm
2.4356.05	3,00	Vermelho	PVC Ø 15 cm
2.4357.05	3,00	Vermelho	PVC Ø 15 cm
2.4358.05	2,75	Vermelho	PVC Ø 15 cm
2.4359.05	10,90	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4360.05	10,90	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4361.05	10,90	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4362.05	10,90	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4363.05	10,90	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4364.05	10,90	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4365.05	5,75	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4366.05	5,75	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4367.05	5,75	Laranja	PVC Ø 5 cm
2.4368.05	5,75	Laranja	PVC Ø 5 cm
2.4369.05	5,75	Laranja	PVC Ø 5 cm
2.4370.05	6,50	Laranja	PVC Ø 5 cm
2.4371.05	6,50	Laranja	PVC Ø 5 cm
2.4372.05	5,75	Laranja	PVC Ø 5 cm
2.4373.05	7,50	Amarelo	PVC Ø 5 cm
2.4374.05	7,50	Amarelo	PVC Ø 5 cm
2.4375.05	6,65	Amarelo	PVC Ø 5 cm
2.4376.05	6,65	Amarelo	PVC Ø 5 cm
2.4377.05	7,50	Amarelo	PVC Ø 5 cm
2.4378.05	7,50	Amarelo	PVC Ø 5 cm
2.4379.05	7,50	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4380.05	6,65	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4381.05	6,00	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4382.05	9,70	Branco	Anel de tração

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

continuação

Amostra	Profundidade (m)	Coloração	Tipo
2.4383.05	11,15	Branco	Anel de tração
2.4384.05	10,00	Branco	Anel de tração
2.4385.05	10,65	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4386.05	10,00	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4387.05	11,00	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4388.05	9,65	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4389.05	9,65	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4390.05	11,30	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4391.05	10,80	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4392.05	7,70	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4393.05	6,50	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4394.05	7,00	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4395.05	7,40	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4396.05	7,65	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4397.05	7,65	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4398.05	7,30	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4399.05	7,00	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4400.05	3,50	Vermelho / Marrom	PVC Ø 15 cm
2.4401.05	3,50	Vermelho / Marrom	PVC Ø 15 cm
2.4402.05	3,50	Vermelho / Marrom	PVC Ø 15 cm
2.4403.05	10,15	Branco	Anel de tração
2.4404.05	10,20	Branco	Anel de tração
2.4405.05	10,20	Branco	Anel de tração
2.4406.05	11,00	Branco	Anel de tração
2.4407.05	10,25	Branco	Anel de tração
2.4408.05	11,25	Branco	Anel de tração
2.4409.05	10,20	Branco	Anel de tração
2.4410.05	11,00	Branco	Anel de tração
2.4411.05	10,25	Branco	Anel de tração
2.4412.05	11,20	Branco	Anel de tração
2.4413.05	9,65	Branco	Anel de tração
2.4414.05	11,05	Branco	Anel de tração
2.4415.05	10,10	Branco	Anel de tração
2.4416.05	11,10	Branco	Anel de tração
2.4417.05	10,25	Branco	Anel de tração
2.4418.05	10,00	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4419.05	9,50	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4420.05	10,90	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4421.05	9,70	Branco	PVC Ø 7,5 cm
2.4422.05	6,60	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4423.05	8,00	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4424.05	8,00	Amarelo	PVC Ø 7,5 cm
2.4425.05	8,00	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4426.05	5,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4427.05	6,50	Laranja	PVC Ø 7,5 cm
2.4428.05	3,50	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4429.05	1,50	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4430.05	3,50	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4431.05	1,15	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4432.05	4,00	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4433.05	1,15	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4434.05	1,40	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4435.05	1,15	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4436.05	2,00	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4437.05	1,15	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4438.05	3,60	Marrom	PVC Ø 7,5 cm
2.4439.05	1,15	Marrom / Vermelho	PVC Ø 7,5 cm

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

continuação

Amostra	Profundidade (m)	Coloração	Tipo
2.4440.05	1,15	Marrom / Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4441.05	3,50	Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4442.05	1,70	Marrom / Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4443.05	1,40	Marrom / Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4444.05	3,90	Marrom / Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4445.05	1,70	Marrom / Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4446.05	1,40	Marrom / Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4447.05	4,00	Marrom / Vermelho	PVC Ø 7,5 cm
2.4448.05	10,90	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4449.05	11,15	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4450.05	9,65	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4451.05	9,65	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4452.05	9,80	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4453.05	10,15	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4454.05	9,65	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4455.05	9,50	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4456.05	10,20	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4457.05	9,50	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4458.05	10,00	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4459.05	11,30	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4460.05	11,00	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4461.05	10,65	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4462.05	10,05	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4463.05	9,55	Branco	PVC Ø 5 cm
2.4464.05	10,65	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4465.05	10,15	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4466.05	10,85	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4467.05	10,30	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4468.05	9,90	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4469.05	11,05	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4470.05	11,00	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4471.05	10,60	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4472.05	10,10	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4473.05	10,80	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4474.05	11,25	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4475.05	11,00	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4476.05	10,30	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4477.05	10,30	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4478.05	7,65	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4479.05	7,65	Laranja	PVC Ø 15 cm
2.4480.05	10,60	Branco	PVC Ø 15 cm
2.4481.05	7,95	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4482.05	7,65	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4483.05	6,70	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4484.05	6,70	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4485.05	7,40	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4486.05	6,50	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4487.05	7,40	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4488.05	8,60	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4489.05	6,80	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4490.05	8,50	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4491.05	8,80	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4492.05	8,80	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4493.05	8,50	Amarelo	PVC Ø 15 cm
2.4494.05	6,65	Amarelo	PVC Ø 15 cm

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

Tabela 4.5 – Amostras indeformadas coletadas em agosto de 2005.

Amostra	Profundidade (m)	Coloração	Tipo
2.4498.05	2,0	Marrom	Bloco
2.4499.05	2,0	Marrom	Bloco
2.4500.05	2,0	Marrom	Bloco
2.4501.05	4,0	Vermelho	Bloco
2.4502.05	4,0	Vermelho	Bloco
2.4503.05	4,0	Vermelho	Bloco
2.4504.05	4,0	Vermelho	Bloco

Tabela 4.6 – Amostras deformadas coletadas em dezembro de 2004.

Amostra	Profundidade (m)	Coloração	Tipo
2.4520.05	10,0	Branco	Deformada
2.4521.05	7,0	Amarelo	Deformada
2.4522.05	4,0	Vermelho	Deformada
2.4523.05	4,0	Vermelho	Deformada
2.4524.05	12,0	Branco	Deformada
2.4525.05	10,0	Branco	Deformada
2.4526.05	8,0	Amarelo	Deformada
2.4527.05	8,0	Amarelo	Deformada
2.4528.05	6,0	Laranja com veios pretos	Deformada

Tabela 4.7 – Amostras indeformadas coletadas em julho de 2007.

Amostra	Profundidade (m)	Coloração	Tipo
2.4014.07	3,0	Marrom	Bloco
2.4015.07	3,0	Marrom	Bloco
2.4016.07	2,0	Marrom	Bloco
2.4017.07	2,0	Marrom	Bloco
2.4018.07	2,0	Marrom	Bloco
2.4019.07	2,0	Marrom	Bloco
2.4020.07	3,0	Marrom	Bloco
2.4021.07	2,0	Marrom	Bloco
2.4022.07	2,0	Marrom	Bloco
2.4023.07	3,0	Marrom	Bloco
2.4024.07	2,0	Marrom	Bloco
2.4025.07	3,0	Marrom	Bloco
2.4026.07	7,0	Laranja	Bloco
2.4027.07	7,0	Laranja	Bloco
2.4028.07	7,0	Laranja	Bloco
2.4029.07	7,5	Laranja	Bloco
2.4030.07	7,5	Laranja	Bloco
2.4031.07	7,5	Laranja	Bloco
2.4032.07	7,6	Laranja	Bloco
2.4033.07	7,6	Laranja	Bloco
2.4034.07	10,0	Branco	Bloco
2.4035.07	9,5	Branco	Bloco
2.4036.07	9,5	Branco	Bloco
2.4037.07	10,0	Branco	Bloco
2.4038.07	9,6	Branco	Bloco
2.4039.07	10,0	Branco	Bloco
2.4040.07	10,0	Branco	Bloco
2.4041.07	10,0	Branco	Bloco
2.4042.07	8,0	Branco	Bloco
2.4043.07	8,0	Branco	Bloco
2.4044.07	7,0	Branco	Bloco
2.4045.07	5,0	Amarelo	Bloco
2.4046.07	5,5	Amarelo	Bloco
2.4047.07	4,5	Vermelho	Bloco
2.4048.07	5,5	Laranja	Bloco

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

4.3.
Feições Observadas

O perfil estudado caracteriza-se por apresentar uma grande variação de cores e texturas. No pé do talude encontra-se um solo de coloração clara, predominantemente branca com partes amareladas e alguns pontos marrons, pretos e esverdeados. Neste solo a orientação da rocha mãe ainda é visível em campo, o solo é granular e tem textura arenosa, apresentando grandes grãos de quartzo e feldspato. Os grãos são subangulosos, de superfície geralmente fosca, incolores e/ou acinzentados (Figura 4.17(a)). Observam-se ao longo do perfil pontos amarelos, marrons e cinzas (Figura 4.17(b)) e manchas ferruginosas de textura mais fina ((Figura 4.17(c)). Essas manchas às vezes apresentam-se desencontradas, evidenciando uma ruptura por cisalhamento após sua formação. Visualizam-se também planos de fraturas reliquiares (Figura 4.17 (d)(e)), que por vezes causavam o desprendimento de blocos. O material é friável, desmanchando-se facilmente no manusear.

Acima deste solo claro apresenta-se um solo de coloração amarela e de textura siltosa (Figura 4.18(a)). Em muitas regiões intercala-se a coloração amarelo claro com coloração branca e amarelo escuro (Figura 4.18(b)(c)). À medida que se diminui a profundidade a coloração torna-se mais forte (amarelo escuro) e observa-se a presença de pontos e veios pretos (Figura 4.18(d)). Não se observam poros à vista desarmada. Tampouco existe a presença de nódulos ou concreções.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

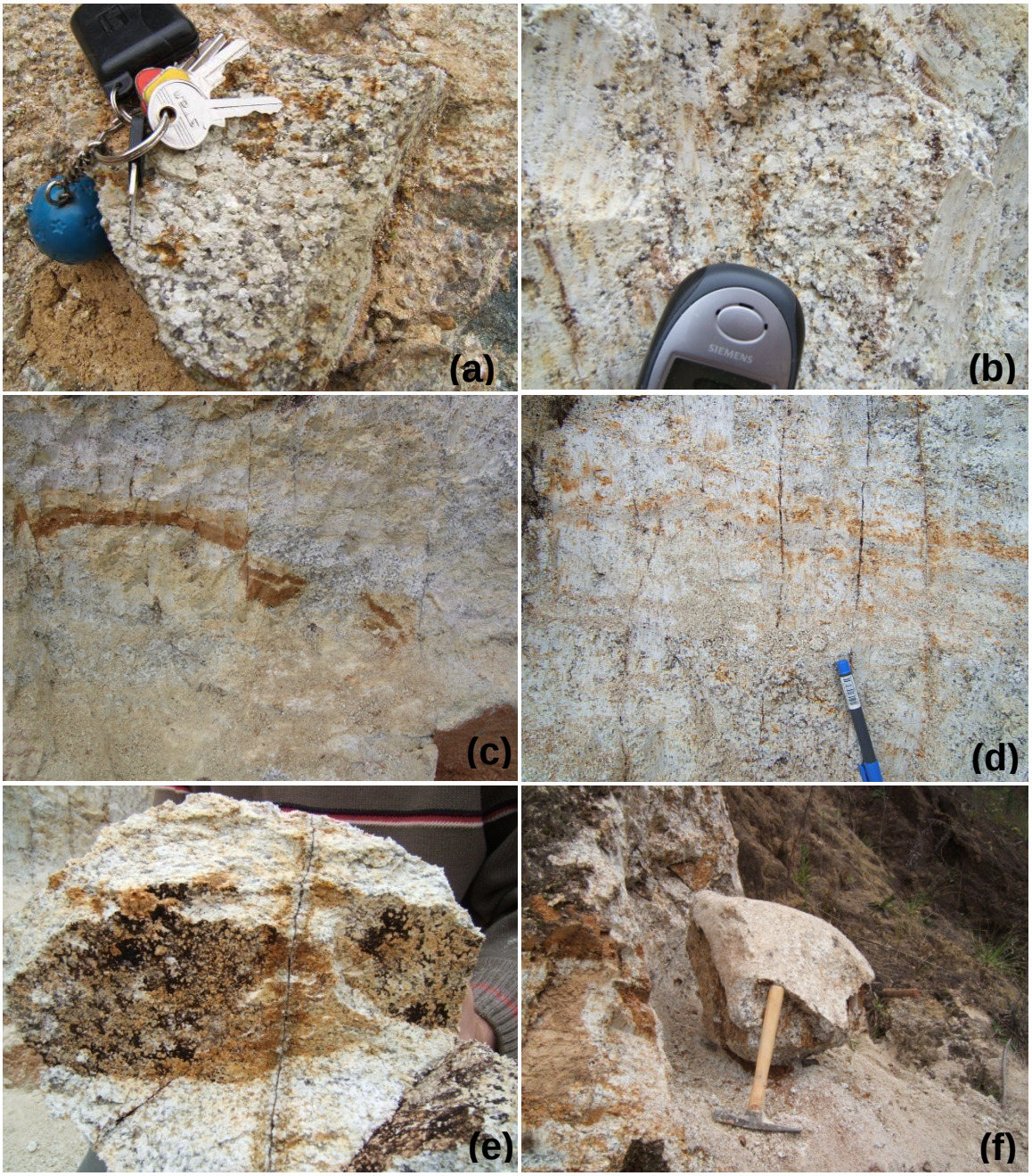

Figura 4.17 – Talude: feições observadas no solo de cor branca. (a) Textura granular, essencialmente quartzo-feldspática. (b) Solo de coloração predominantemente branca com pontos amarelos, marrons e cinzas. (c) Manchas ferruginosas de textura mais fina, evidência de cisalhamento. (d) Evidências de fraturas reliquiares. (e) Bloco de solo com veio e mancha ferruginosa. (f) Bloco desprendido da massa do talude.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

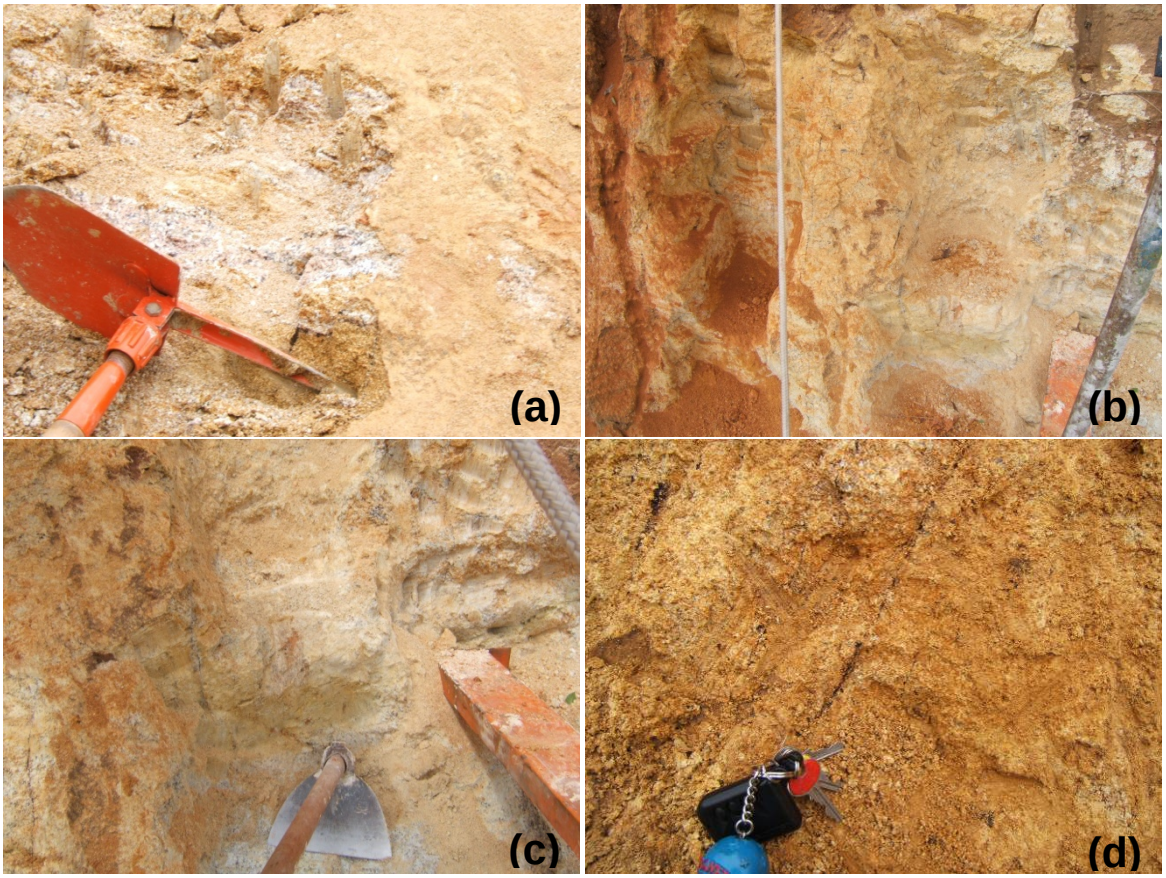

Figura 4.18 – Talude: feições observadas no solo de cor amarela. (a) Textura siltosa de cor amarela clara. (b) Solo amarelo claro com manchas em vários tons. (c) Solo amarelo claro com manchas em vários tons. (d) Solo amarelo escuro com veio preto.

Após o solo de coloração amarela, apresenta-se um solo siltoso com coloração alaranjada. A transição entre esses solos é bastante gradual. A principal característica desta camada é a existência de veios de manganês (Oliveira, 2006). Os veios são orientados e se mostraram constituir superfícies preferenciais de ruptura (Figura 4.19).

Acima do solo laranja encontra-se um solo vermelho de textura silto-argilosa. Nessa camada os veios pretos praticamente desaparecem. Observam-se eventuais fraturas reliquiares impregnadas por óxido de ferro e concreções de carbonatos (Figura 4.20). Esse solo é mais homogêneo que os anteriores e não se observam foliações reliquiares. Ainda há a ocorrência de pequenas partículas de quartzo.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

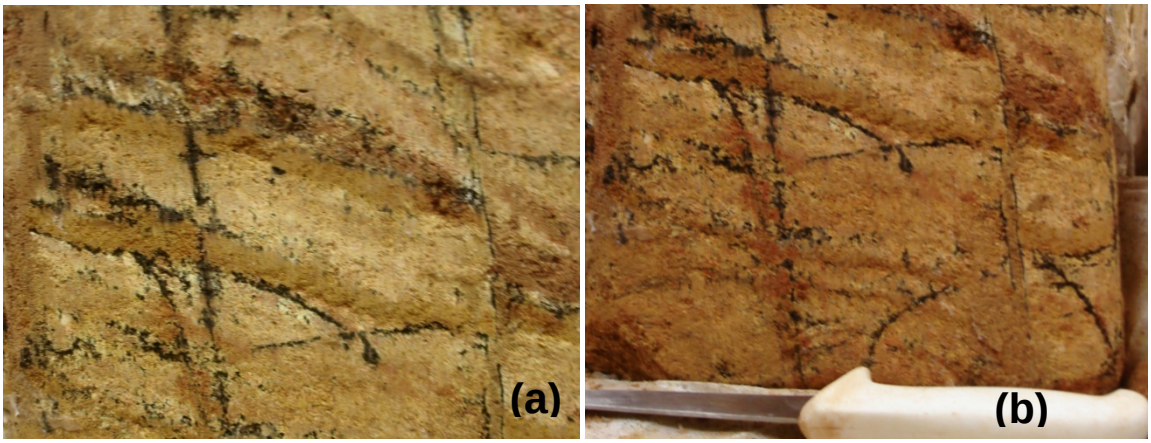

Figura 4.19 – Talude: feições observadas no solo de cor laranja.

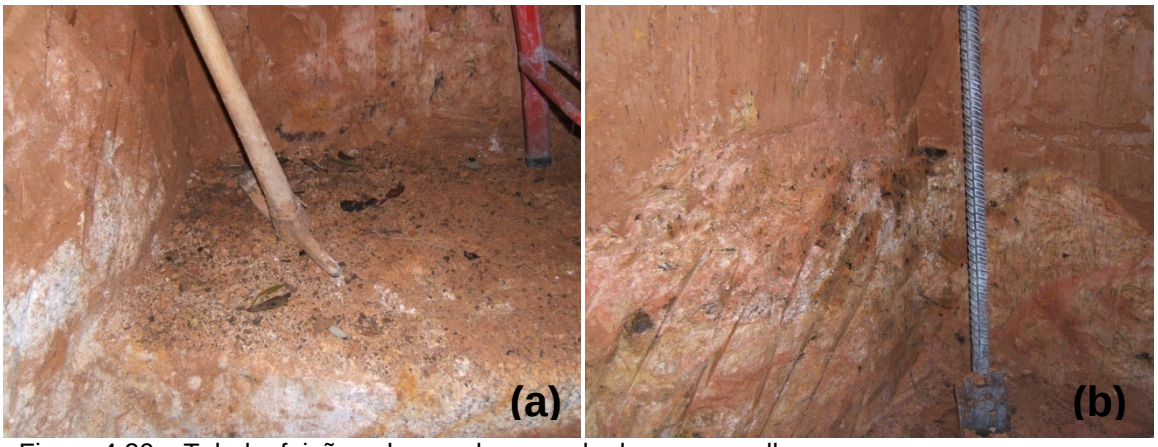

Figura 4.20 – Talude: feições observadas no solo de cor vermelha.

O solo superficial é de cor marrom, com textura silto-argilosa e, eventualmente com a presença de raízes (Figura 4.21(a)(b)). Quando úmido é levemente plástico e um pouco pegajoso (Figura 4.21(c)). A transição do solo de cor vermelha para o solo de cor marrom é bastante gradual e os solos são mais facilmente identificados quando úmidos. Quando estão secos ambos apresentam a mesma coloração vermelho claro.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

Figura 4.21 – Talude: feições observadas no solo de cor marrom. (a) Textura silto-argilosa, aproximadamente 1 metro abaixo do nível do terreno. (b) Eventualmente há a presença de raízes. (c) Um pouco pegajoso quando úmido.

Na base da parte mais alta do talude, à direita do observador, há a saliência de blocos de rocha. Nesse local notam-se duas descontinuidades principais na formação. A primeira tem direção de 30º NE e mergulho de 88º na direção do maciço enquanto, a segunda, possui uma direção de 330º NE e mergulha 72º na direção oposta (Figura 4.22 (e) e (f).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

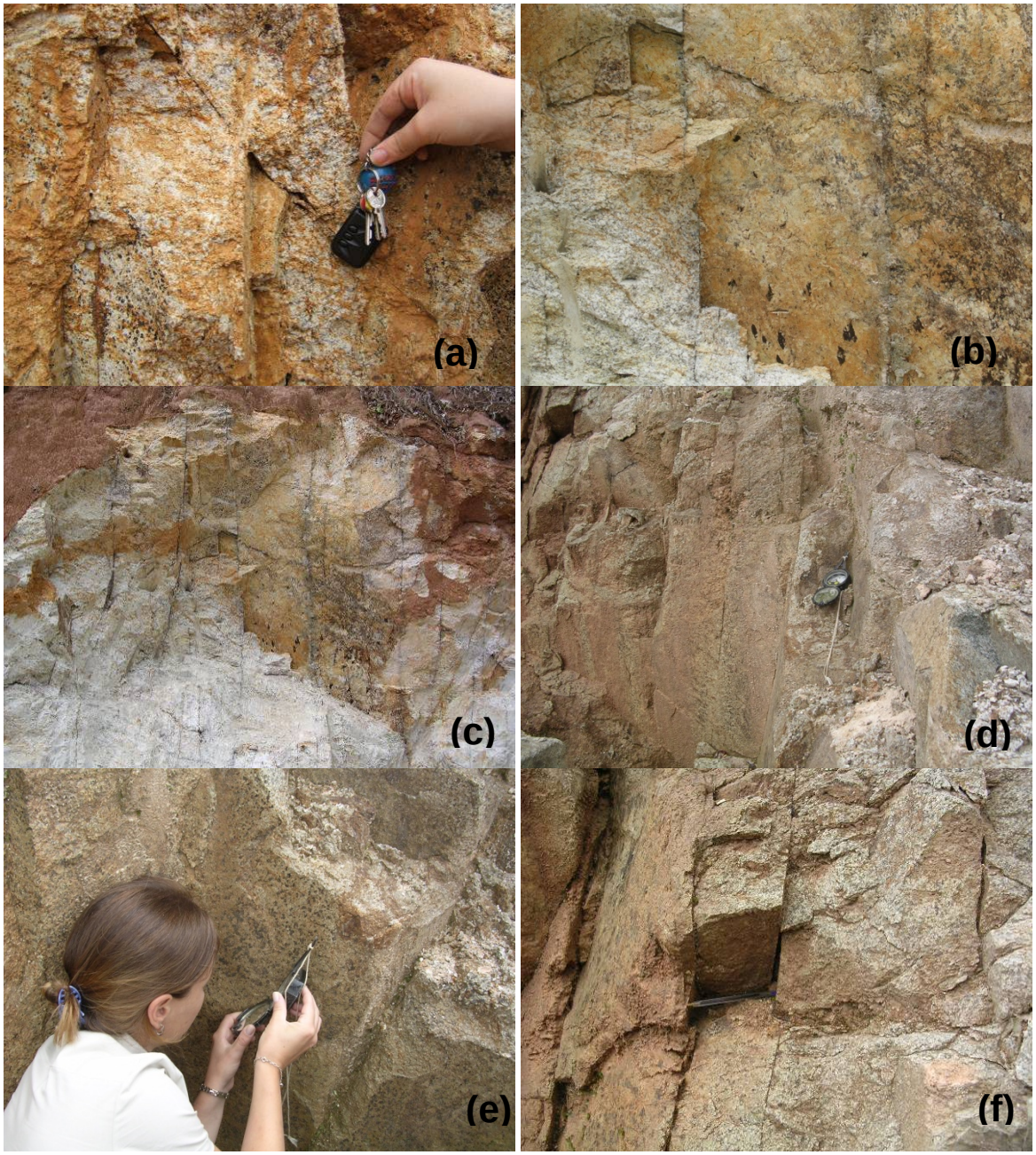

Figura 4.22 – Talude: feições observadas na rocha aflorante.

4.4. Coleta de Amostras de Rocha

Foi realizada uma perfuração de sondagem rotativa na base do talude em fevereiro de 2005 para a obtenção de amostras de rocha. A sondagem rotativa executada utilizou coroa diamantada de diâmetro NX. O material coletado foi colocado em caixas de madeira, tendo-se obedecido rigorosamente à seqüência de profundidade dos materiais retirados em cada manobra de sondagem (Figura 4.23). As amostras recuperadas se apresentaram muito fraturadas até a

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

profundidade de 13,8 metros (a partir da base do talude, ou 25,8 metros a partir do topo). Não foi possível a obtenção de material são.

Figura 4.23 – Execução de sondagem rotativa. Testemunhos obtidos.

Para caracterização dos minerais presentes na rocha que deu origem ao perfil estudado, análises petrográficas foram realizadas em algumas das amostras coletadas. A rocha ácida, classificada como granito-gnaisse, tem composição essencialmente quartzo-feldspática, de granulação média a grossa. Estão presentes nessa rocha minerais como plagioclásio (albita), microclina, quartzo e biotita, além de seus produtos de alteração tais como muscovita, clorita, epidoto, saussurita e sericita (Figura 4.24). Ensaios de difratometria por raios X confirmaram os resultados das análises petrográficas. Um exemplo de difratometria é apresentado na Figura 4.25.

Conforme observado por Oliveira (2006) a alteração desta rocha se dá inter-grãos e ocorre de fora para dentro, fato justificado pela grande concentração de material fino entre os grãos. A intemperização se dá por planos de clivagem e/ou linhas de fratura.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

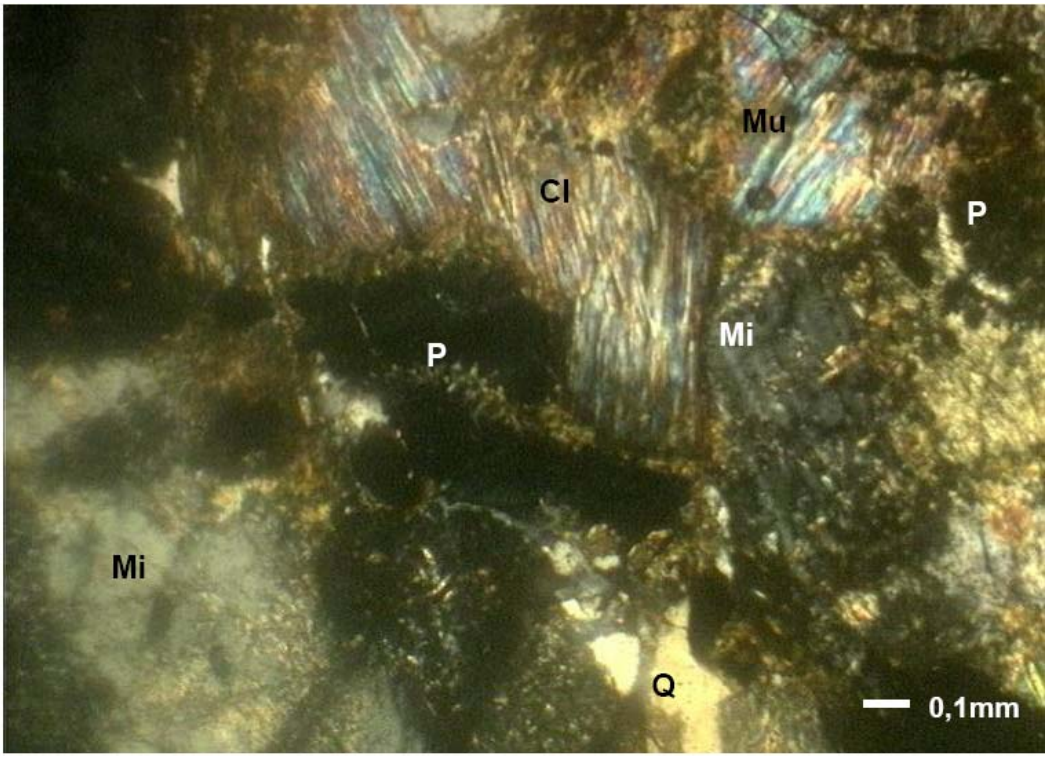

Figura 4.24 – Imagem petrográfica da rocha (amostra R01). Aumento de 50 vezes. *Luz plana*. Cl – Clorita; Mu – Muscovita; P – Plagioclásio; Mi – Microclina; Q – Quartzo (Oliveira, 2006).

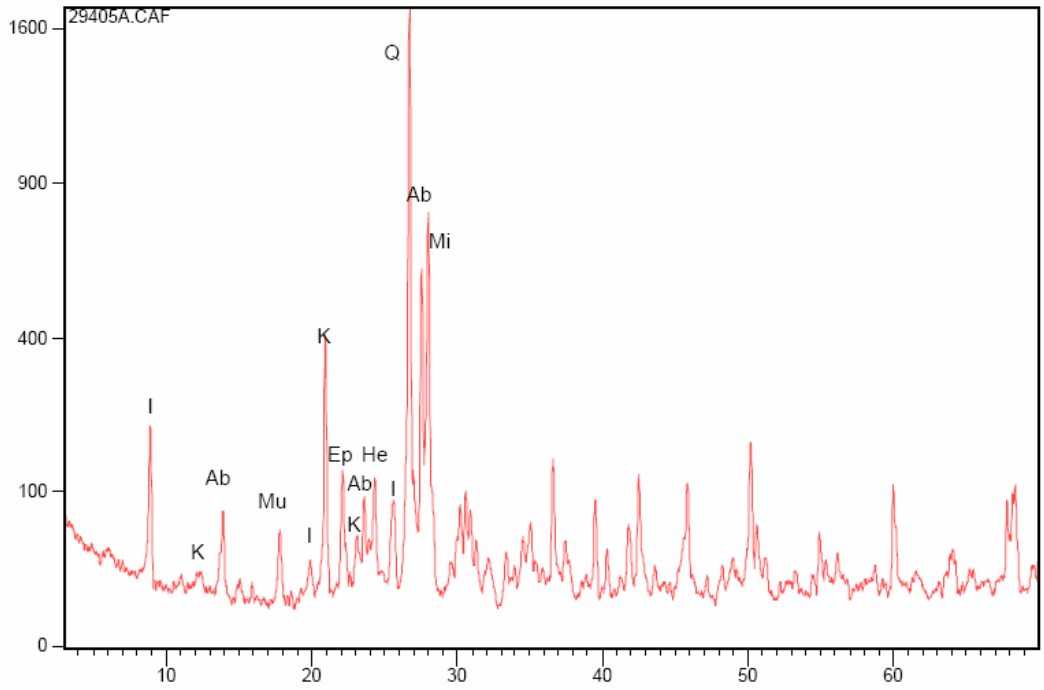

Figura 4.25 – Difratograma da rocha (fração total pulverizada – amostra R01) sem tratamento. I – Ilita; K – Caolinita; Ab – Albita; Mu – Muscovita; Ep – Epidoto; He – Hematita; Q – Quartzo; Mi – Microclina (Oliveira, 2006).

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA

Análises químicas totais por fluorescência de raios-X realizadas em alguns testemunhos de sondagem indicaram a presença de SiO_2 em teores variando de 62% a 72%, Al_2O_3 em teores variando de 15% a 18%, Fe_2O_3 em teores variando de 2% a 6% e CaO em teores variando entre 2% e 6%. Outros compostos químicos como TiO_2, MgO, Na_2O, K_2O, MnO e P_2O_5 também foram encontrados mas em porcentagens muito reduzidas. Maiores detalhes sobre as análises químicas totais podem ser encontradas em Oliveira, 2006.

A classificação visual e os resultados dos ensaios de caracterização da rocha confirmam a origem geológica dos materiais. De maneira geral são granitóides originados de magmas ácidos, que sofreram alto grau de tectonismo e, por isso, encontram-se bastante fraturados. Deram origem a um solo residual com evolução pedogenética pouco avançada e extremamente variável de local para local.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 0310927/CA