

3 **Área de estudo e amostragem**

3.1. **Meio Físico**

Os aspectos discutidos no Capítulo 2 tornam clara a importância de um estudo experimental de um perfil de solo residual observando a evolução das diversas propriedades ao longo da profundidade e conseqüente variação do grau de intemperismo.

3.1.1. **Localização**

Para o desenvolvimento do presente trabalho foi escolhido um perfil de solo residual jovem de aproximadamente 12 metros. O perfil se originou de uma rocha granito-gnáissica da qual foram extraídas amostras com vários níveis de alteração. A área em estudo está localizada no município paranaense de Campo Magro, próxima da divisa com Curitiba. A malha rodoviária local apresenta boas estradas e o acesso ao talude estudado é feito através da Avenida Manoel Ribas, principal rua do bairro Santa Felicidade em Curitiba.

O perfil escolhido encontra-se dentro de uma fábrica de embalagens, o que garantiu a segurança nos trabalhos desenvolvidos em campo. A Figura 3.1 mostra a implantação da Com Kraf – Embalagens e a localização do talude. A região da fábrica é plana.

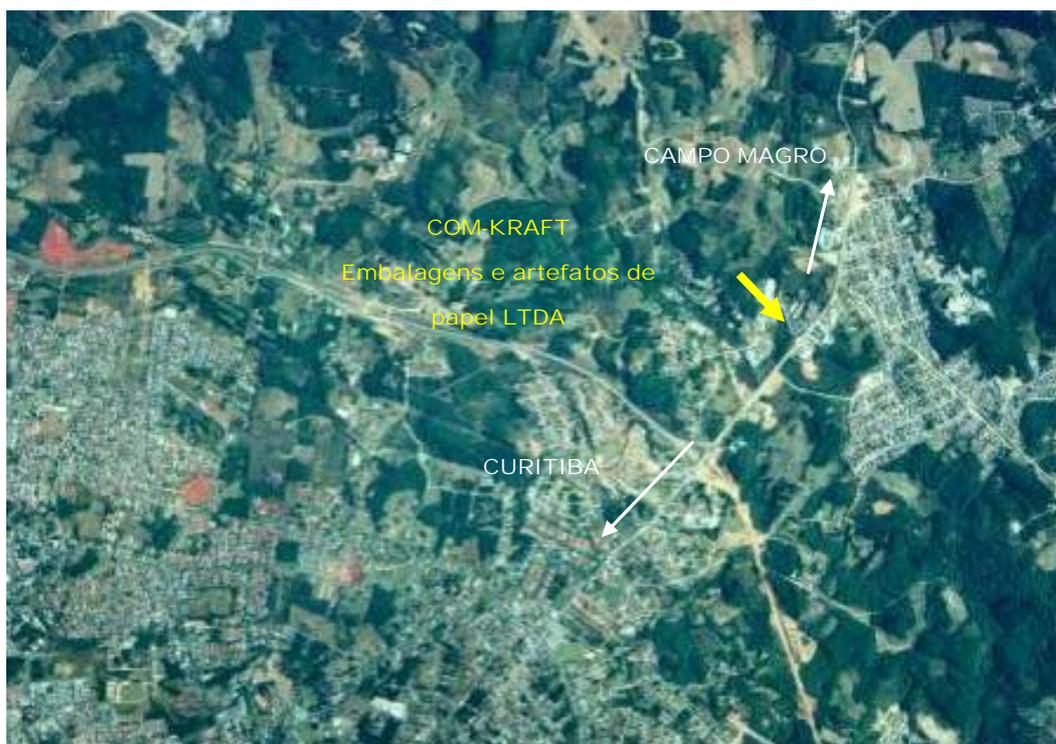


Figura 3.1 – Localização do talude estudado

A Figura 3.2 apresenta uma vista superior da área da fábrica e, a Figura 3.3, mostra o perfil estudado.



Figura 3.2 – Vista geral do talude



Figura 3.3 – Talude estudado

Observações de campo mostraram duas descontinuidades principais (fraturas herdadas) no perfil. A primeira tem direção de 30°NE e mergulho de 88° na direção da formação enquanto, a segunda, possui uma direção de 330°NE e mergulho 72° na direção oposta à formação.

Conforme será discutido adiante, o perfil de intemperismo apresenta camadas com distintos graus de alteração.

3.1.2. Aspectos climáticos e vegetação

O clima da área estudada, pelo sistema de Köppen, é do tipo Cfb, descrito como caracteristicamente úmido, sem estação seca. A temperatura média do mês quente é inferior a 22°C . São esperadas mais de dez geadas noturnas anuais. A pluviosidade não segue gradientes bem definidos, mas sempre atinge mais de 1000 mm anuais (Maack, 1968).

Segundo Maack (1968), na região específica de Campo Magro, tem-se uma zona de culturas, onde se dá o completo desaparecimento das associações florísticas naturais do mato e do campo. Corresponde à zona de cultura de Curitiba, onde podem se desenvolver também áreas de pastagens.

3.1.3. Geologia e geomorfologia

Segundo Batolla Jr *et al.* (1977) na área da folha Curitiba aflora uma gama variada de rochas sendo bem representadas as de natureza metamórfica.

A área estudada, segundo Maack (1947), está toda enquadrada na unidade geomorfológica denominada Primeiro Planalto Paranaense.

O Primeiro Planalto Paranaense situa-se entre a Serra do Mar e a Escarpa Devoniana formada por sedimentos da Bacia do Paraná a oeste. Dentro deste planalto identificam-se alguns compartimentos paisagísticos formados em função de existirem conjuntos litológicos distintos que respondem diferentemente aos agentes modeladores do relevo. Assim, cada um destes conjuntos pode ser descrito separadamente.

A região de Campo Magro, mais especificamente o perfil em questão, encontra-se no domínio das rochas do complexo Gnáissico-Migmatítico (Figura 3.4).

Segundo o mapa geológico da Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba COMEC, o Complexo Gnáissico Migmatítico engloba migmatitos bandados, com paleossoma de gnaisses anfíbolíticos, metamáficas (magnesianas) metaultramáficas; neossoma de composição quartzo-feldspática em bandas ou injeções pegmatóides.

Neste domínio o relevo é dissecado e formado por inúmeros morros subarredondados que denotam uma grande uniformidade para a área de ocorrência. Praticamente não existe o relevo de cristas. Os divisores de água, ou interflúvios, são de pequenas dimensões, pois se apresentam muito recortados embora menos dissecados do que as rochas graníticas. Os vales são relativamente profundos, mas não têm qualquer orientação preferencial. A ação da tectônica rígida na modelagem do relevo resume-se ao aprisionamento de alguns cursos d'água em linhas de falhas e fraturas. A drenagem exhibe um padrão nitidamente dentrítico (Batolla Jr *et al.* 1977).

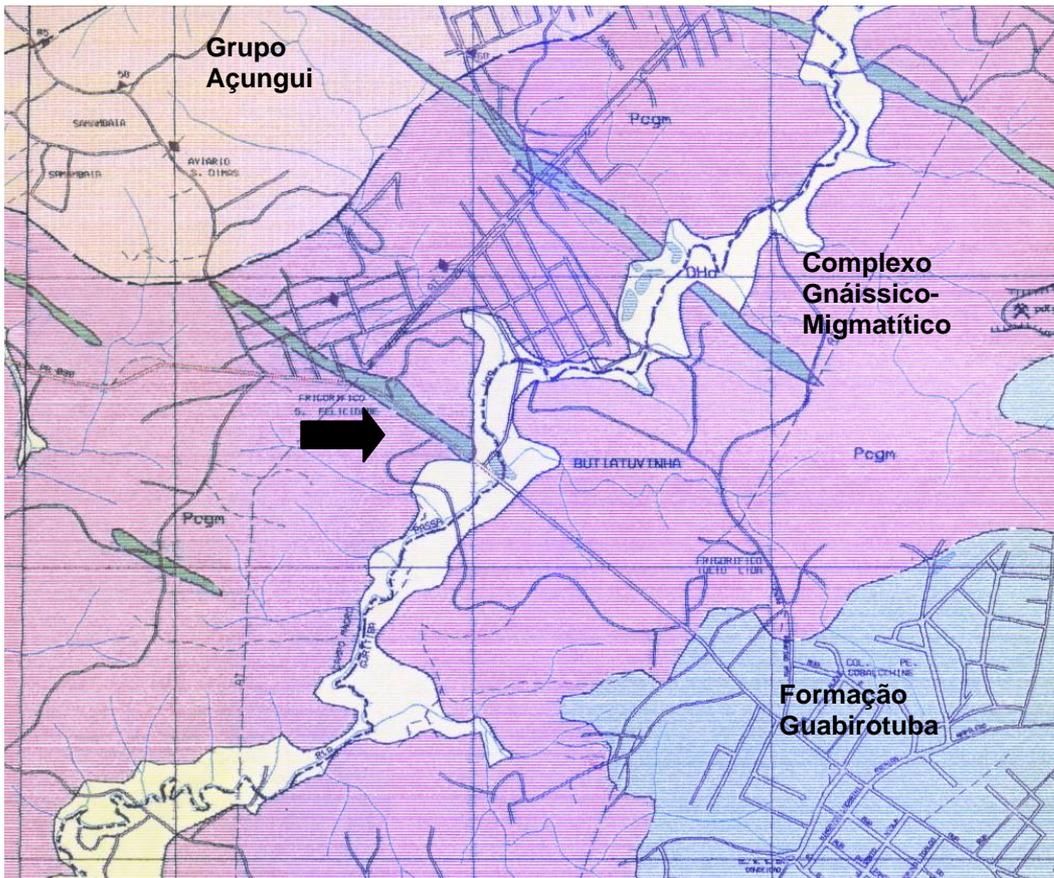


Figura 3.4 – Mapa geológico da área estudada (COMEC, 1985)

3.2. Amostragem

Ao longo de todo o talude que constitui o perfil, cuja altura varia de 6 a 12 metros e cuja extensão é de aproximadamente 50 metros, escolheu-se uma vertical para realização dos trabalhos. Na vertical escolhida, com altura de 12 metros, o perfil foi dividido em cinco camadas com base em suas características morfológicas para a amostragem. Na base do perfil executou-se uma sondagem rotativa que perfurou 13,8 metros para coleta de amostras de rocha. No topo do talude, foi aberto um poço de 4 metros de profundidade.

3.2.1. Localização, coleta e denominação das amostras de solo

Após a limpeza da vertical escolhida, recolheram-se amostras de solo indeformadas e deformadas.

Os trabalhos desenvolvidos podem ser divididos em dois grupos:

- Montagem de um andaime de 10 metros à frente da faixa escolhida para realização das coletas,
- Abertura de um poço de 4 metros de profundidade no topo do perfil para a retirada de blocos indeformados.

Com o auxílio do andaime (Figura 3.5) foram coletados blocos indeformados utilizando-se tubos de PVC de diâmetro igual a 20 centímetros e altura igual a 10 centímetros, em cinco diferentes profundidades. As amostras foram coletadas na posição vertical ao longo do perfil (Figura 3.6). Foram também coletadas amostras deformadas nas cinco diferentes profundidades.



Figura 3.5 – Andaime para coleta de amostras de solo



Figura 3.6 – Coleta de amostras indeformadas para ensaios de laboratório

A abertura de um poço pôde, além de atender à finalidade de prover material para ensaios de laboratório, que serão descritos no Capítulo 4, proporcionar uma ótima oportunidade para a observação direta das feições morfológicas do perfil.

A escavação do poço foi manual e se deu no mês de agosto de 2005. Primeiramente foram escavados 2 metros e retirados dois blocos. Na seqüência, foram escavados mais 2 metros e retirados outros dois blocos (Figura 3.7). O trabalho manual durou quatro dias consecutivos. No terceiro destes dias ocorreu uma precipitação que pode ter alterado a umidade dos últimos blocos.



Figura 3.7 – Poço para coleta de blocos indeformados

A divisão em cinco camadas foi baseada em algumas características morfológicas tátil-visuais tais como cor, foliações, fraturas, textura, estrutura, heterogeneidades mineralógicas, espessura das camadas e feições reliquias. A Figura 3.8 mostra os locais de coleta das amostras ao longo do perfil e as denominações que receberam para efeito de análise. 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 uma nova limpeza do perfil cada vez que se reiniciavam os trabalhos de coleta.

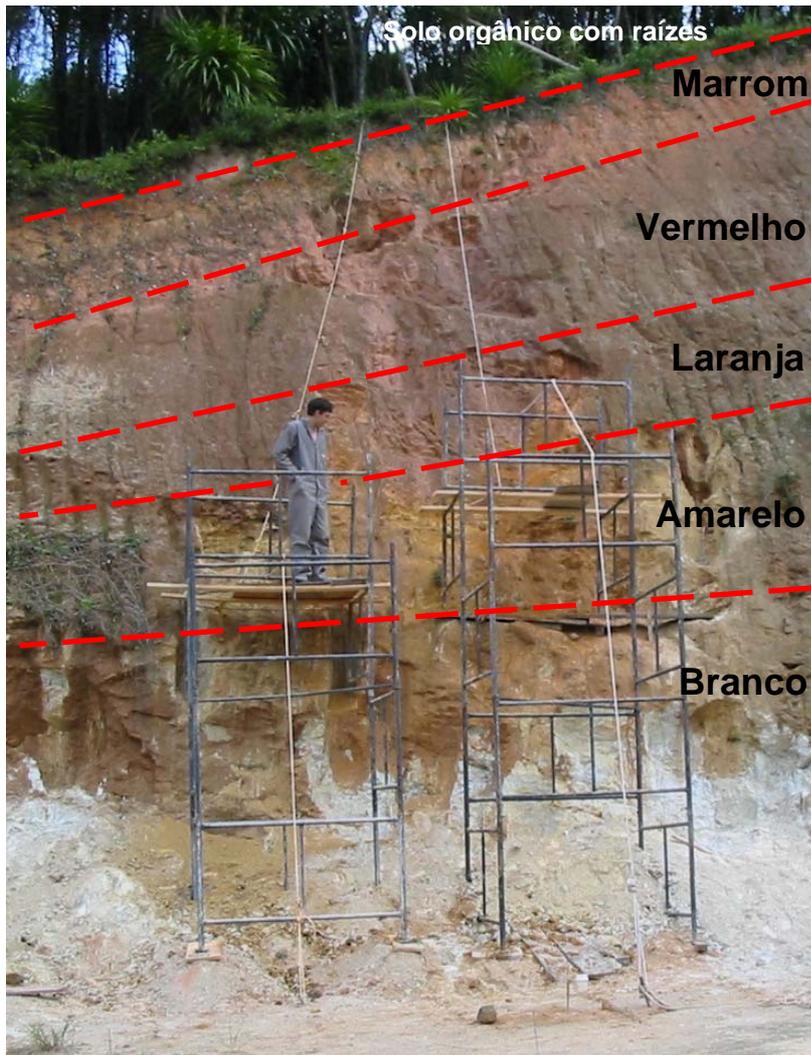


Figura 3.8 – Perfil estudado dividido em cinco camadas a partir de suas características tátil-visuais

3.2.2. Sondagem

Como método direto de investigação e também com a finalidade de coletar amostras de rocha do perfil foi realizada uma sondagem mista na base do talude estudado (Figura 3.9). As sondagens mistas são aquelas executadas à percussão na porção do terreno penetrável por este processo e por meio de sonda rotativa nos materiais impenetráveis pelo método percussivo. No caso deste trabalho a sondagem foi executada à percussão nos níveis de solo e por sondagem rotativa na rocha.



Figura 3.9 – Procedimento de sondagem para coleta de amostras de rocha

A sondagem rotativa executada utilizou coroa diamantada de diâmetro Ax (diâmetro interno de 34,9 mm). As amostras recuperadas se apresentaram muito fraturadas. O objetivo inicial da sondagem era retirar testemunhos de rocha de diferentes profundidades até se atingir a rocha sã. No entanto, após perfurados 13,8 metros e, tendo-se observado que o material se apresentava ainda muito fraturado, optou-se por encerrar os trabalhos de sondagem e utilizar apenas o material recuperado até esta profundidade. Assim, vale ressaltar que embora se procurasse analisar um perfil de solo residual, este trabalho não apresenta dados a respeito da rocha intacta que originou o perfil. O material coletado foi colocado em caixas de madeira obedecendo-se rigorosamente à seqüência de profundidade dos materiais retirados em cada manobra de sondagem (Figura 3.10). O boletim desta sondagem está apresentado no Anexo I.



Figura 3.10 – Testemunhos de rocha recuperados

Face ao grau de fraturamento da rocha, poucos foram os testemunhos de rocha recuperados com mais de 10 centímetros de comprimento, nos quais se pôde observar algumas características macroscópicas tais como foliações, fraturas e heterogeneidades mineralógicas (Figura 3.11).



Figura 3.11 – Testemunho de rocha obtido a partir da sondagem

3.2.3. Descrição morfológica dos solos

Os solos coletados foram denominados, segundo suas características tátil-visuais, solo Branco, solo Amarelo, solo Laranja, solo Vermelho e solo Marrom.

A descrição morfológica dos solos foi feita em campo e complementada em laboratório. A variação da coloração das diferentes camadas foi a característica que mais influenciou na denominação que receberam.

Solo Marrom

O solo Marrom (Figura 3.12) é o de coloração mais homogênea. Apresenta-se vermelho escuro com tendência para o marrom e alguns pontos pretos. Sua textura é silto argilosa. Quando úmido é levemente plástico e um pouco pegajoso. É o menos friável dos cinco solos. Não se observam foliações reliquiares.



Figura 3.12 – Solo Marrom

Solo Vermelho

O solo Vermelho (Figura 3.13) é menos homogêneo que o anterior por apresentar pontos pretos localizados. Sua textura é silto arenosa. Apresenta consistência ligeiramente plástica quando úmido, mas não pegajosa. Observam-se eventuais fraturas reliquiares impregnadas por óxido de ferro.



Figura 3.13 – Solo Vermelho

Solo Laranja

O solo Laranja (Figura 3.14) tem coloração predominantemente alaranjada, com muitos veios pretos. Os veios são orientados e no manuseio mancham a mão de preto sugerindo a presença de manganês, que foi confirmada com ensaio químico em laboratório. As amostras de solo muitas vezes ao serem coletadas se rompiam preferencialmente na interface dos veios pretos. Apresenta textura siltosa e é friável.



Figura 3.14 – Solo Laranja

Solo Amarelo

O solo Amarelo (Figura 3.15) tem coloração de amarelo claro a escuro. Nas partes claras observam-se regiões brancas e, nas partes escuras, observa-se presença acentuada de pontos pretos. O material é siltoso e mais friável que o Laranja.



Figura 3.15 – Solo Amarelo

Solo Branco

O solo Branco (Figura 3.16) tem coloração clara, predominantemente branca com partes amareladas e alguns pontos marrons, pretos e esverdeados. O material é o mais friável de todo o perfil, se desmanchando facilmente quando se tenta retirar um bloco do campo. Principalmente por esta razão, as amostras indeformadas tiveram que ser coletadas encamisadas em tubos de PVC. O solo Branco é granular e tem textura arenosa. Material essencialmente quartzofeldspático.

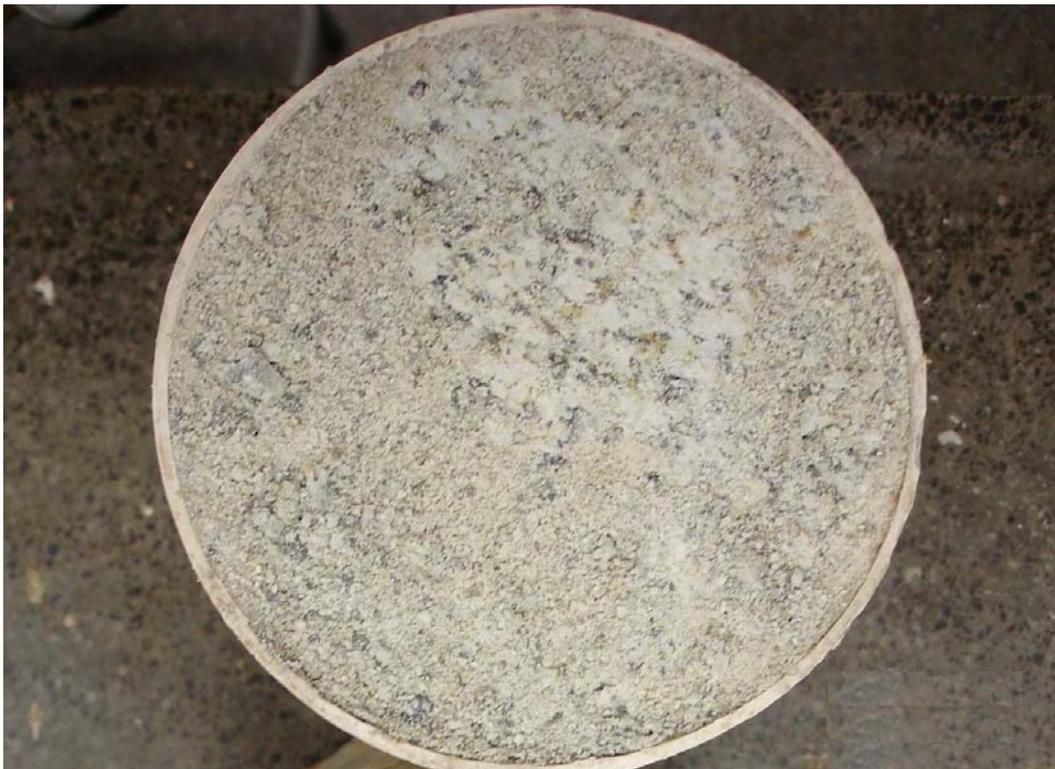


Figura 3.16 – Solo Branco

3.2.4.

Descrição macroscópica dos testemunhos de sondagem

As descrições macroscópicas dos testemunhos de sondagem obtidos na sondagem rotativa foram realizadas no Laboratório de Geotecnia e Meio Ambiente da PUC-Rio. A descrição foi realizada em ambiente claro utilizando-se lupa de mão. Observou-se o grau de alteração e fraturamento dos materiais bem como sua mineralogia à vista desarmada. Os testemunhos foram descritos morfológicamente e os resultados estão listados a seguir. Toda a parte de

petrografia constante desta dissertação contou com o apoio do Professor Rubem Porto Jr. do Departamento de Geociências da UFRRJ.

R 01 (19,9m)

A rocha é holocristalina¹, fanerítica², de tons esbranquiçados. Apresenta contato entre uma porção mais clara (leucocrática³) e outra mais escura (mesocrática⁴).

A composição mineralógica é dada por: microclina, plagioclásio, quartzo e biotita como minerais essenciais. A microclina apresenta-se em grãos médios⁵, hipidiomórficos⁶ de cor rosa, com alteração observável e hábito equidimensional.

O plagioclásio apresenta-se em grãos médios, hipidiomórficos de cor esbranquiçada, decorrente de alteração, eventualmente amarelados, fruto da presença de óxido de ferro secundário.

O quartzo é granular, em grãos médios, xenomórficos⁷, translúcidos, de brilho vítreo.

A biotita tem hábito planar, cor preta e encontra-se concentrada em alguns planos preferenciais na rocha. Tons esverdeados nos grãos apontam para eventual presença de clorita por substituição.

A amostra apresenta-se bastante alterada. A cor esbranquiçada é dada fundamentalmente pela alteração dos feldspatos (Figura 3.17).

¹ Rocha constituída exclusivamente de minerais cristalizados, sem amorfos.

² Textura de rochas eruptivas em que todos ou quase todos os cristais, pelas dimensões, são visíveis a olho nu.

³ Predominância de minerais claros e menos de 30-37% de minerais escuros.

⁴ Minerais claros e escuros aproximadamente em quantidades iguais sendo composta por mais de 30-37% e menos de 60-67% de minerais escuros.

⁵ Muito fino < 0,1 mm; fino 0,1-1,0 mm; médio 1,0-5,0 mm; grosso 5,0-15,0 mm; muito grosso > 15 mm.

⁶ Mineral de forma parcialmente desenvolvida, limitada em até duas faces cristalinas.

⁷ Mineral de forma pouco desenvolvida, não limitada por faces cristalinas.



Figura 3.17 – Testemunho de sondagem R 01

R 02 (24,4m)

A rocha é anisotrópica apresentando foliação plano-paralela marcada pela presença de grãos de quartzo fitados (grãos recristalizados) que passam a subordinar a presença dos feldspatos (principalmente a microclina). A biotita também tem presença marcante.

A rocha tem granulometria média, é holocristalina, fanerítica de tons esbranquiçados.

Os feldspatos (microclina e plagioclásio) se apresentam mais preservados que na amostra R 01. A microclina apresenta uma alteração não tão observável quanto na amostra anterior.

O plagioclásio apresenta-se em cor branca leitosa, menos alterado que na amostra anterior.

O quartzo é granular, em grãos finos e alinhados formando fitas.

A biotita encontra-se em quantidade menor que na amostra R 01, grãos marrons e finos.

A amostra é leucocrática e apresenta-se menos alterada que a anterior (Figura 3.18).



Figura 3.18 – Testemunho de sondagem R 02

R 03 (25,5m)

A rocha é anisotrópica, holocristalina, fanerítica, hololeococrática de granulometria média.

A microclina apresenta-se em poucos grãos, médios, hipidiomórficos, de cor rosa, pouco alterados.

O ortoclásio apresenta-se em grãos médios, hipidiomórficos, cinza escuro distribuídos de forma alongada ao longo de um plano (formando fitas).

O quartzo é granular, em grãos médios, xenomórficos, translúcidos e de brilho vítreo.

A amostra se encontra mais preservada que as demais (Figura 3.19).



Figura 3.19 – Testemunho de sondagem R 03

R 04 (25,8m)

A rocha é anisotrópica, holocristalina e fanerítica. Apresenta uma descontinuidade marcada pela presença de uma parte leucocrática⁸ (quartzo + feldspato) e uma mesocrática⁹ (biotita).

Na parte leucocrática observa-se grande quantidade de plagioclásio branco leitoso, em grãos médios, hipidiomórficos, medianamente alterados.

O quartzo é granular, com brilho vítreo, acinzentado e xenomórfico.

O ortoclásio apresenta-se em grãos médios, hipidiomórficos, cinza escuro.

Já na parte mesocrática observa-se biotita de cor preta a esverdeada, hipidiomórfica de grãos médios, microclina rosa pouco alterada, plagioclásio branco leitoso e quartzo. O quartzo se apresenta em menor quantidade que na feição leucocrática.

As análises macroscópicas das amostras indicam uma diminuição do grau de intemperismo com o aumento da profundidade (Figura 3.20).

⁸ Predominância de minerais claros e menos de 30-37% de minerais escuros.

⁹ Tons cinza médio com minerais claros e escuros aproximadamente em quantidades iguais sendo composta por mais de 30-37% e menos de 60-67% de minerais escuros.



Figura 3.20 – Testemunho de sondagem R 04