



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
BACHARELADO DE GEOLOGIA
Disciplina: GN 304 - Trabalho de Campo



Relatório
Grupo 7

AUTORES:

Bernardo Luiz Reina De Carvalho Viana	251777
Giovanna Coutinho Ventriglio	251091
João Pedro Benatti de Moraes	251811
Nicoly Caroliny Carvalho Rodrigues	199982
Reynaldo Souza De Carvalho	251874

RESUMO

O seguinte relatório foi realizado pela disciplina de Trabalho de Campo, do Instituto de Geociências da Unicamp. Este, consiste na apresentação de dados, métodos e objetivos, não somente dos campos realizados, mas também da matéria como um todo.

As aulas da disciplina buscaram explicar o básico acerca do que encontrariamos em campo, sendo complementadas com as experiências práticas realizadas neste. Assim, o seguinte relatório tem como objetivo, resumidamente, alocar os aprendizados gerais da matéria, a partir da descrição das unidades geológicas mais a frente apresentadas.

Durante as viagens, foram recolhidas amostras, posteriormente analisadas nos laboratórios da Unicamp. Tais análises serviram de base para o conhecimento mineralógico dos locais visitados, gerando maior exploração dos locais, geologicamente falando.

ÍNDICE DE FIGURAS:

- Figura 3.1 - Mapa de localização das quatro pedreiras visitadas neste campo.
- Figura 3.2 - Mapa geológico da região que engloba as três pedreiras visitadas.
- Figura 3.3 - Diagrama QAPF para rochas plutônicas.
- Figura 3.4 - Mapa morfológico da região que engloba as três pedreiras visitadas.
- Figura 3.5 - Modelo digital de terreno das principais feições da bacia do paraná e regiões adjacentes
- Figura 3.6 - Mapa pedológico da região que engloba as três pedreiras visitadas.
- Figura 3.7- Mapa de detalhes que realça zonas de possível interesse de estudo da região que engloba a Dibase Hortolândia.
- Figura 3.8 - Mapa de detalhes que realça zonas de possível interesse de estudo da região que engloba a Pedreira Quibrita.
- Figura 3.9 - Mapa de detalhes que realça zonas de possível interesse de estudo da região que engloba a Dibase Pedreira.
- Figura 3.10 - Mapa de detalhes que realça zonas de possível interesse de estudo da região que engloba a Pedreira Barbieri.
- Figura 4.1 - Fotografia da estufa com as amostras coletadas pelos grupos
- Figura 4.2 - Fotografia do britador usado para moer as amostras.
- Figura 4.3 - Fotografia do Destorrador utilizado
- Figura 4.4 - Fotografia do processo de quarteamento da amostra.
- Figura 4.5 - Fotografia mostrando os moinhos de bola, usados para desagradar ainda mais as amostras.
- Figura 4.6 - Fotografia mostrando as amostras sendo separadas e identificadas.
- Figura 4.7 - Fotografia mostrando o equipamento de Difração de Raio-X
- Figura 5.1.1 - Mapa de Localização do Ponto 1. Fonte: Google Earth Pro
- Figura 5.1.2 - Mosaico feito do Ponto 1 descrito na Dibase Pedreira
- Figura 5.1.3 - Fotografia do ponto 1 mostrando a orientação das camadas no afloramento
- Figura 5.1.4 - Amostra de mão correspondente ao gnaisse mais fresco
- Figura 5.1.5 - Resultados da análise de DRX de amostra da figura 5.1.3
- Figura 5.1.6 - Migmatito encontrado no ponto 1, é importante destacar a segregação da mineralogia da rocha de forma muito aparente, o paleossoma de aparência escura ainda preserva as texturas e as estruturas da rocha que gerou o gnaisse
- Figura 5.2.1 - Foto do afloramento no ponto 2

Figura 5.2.2 - Foto tirada do afloramento no ponto 2 mostrando a formação de galerias para percolação preferencial de água, galerias destacadas em vermelho

Figura 5.2.3 - Amostra de mão correspondente ao gnaisse alterado

Figura 5.2.4 - Resultados da análise de DRX da amostra da figura 5.2.3

Figura 5.2.5 - Foto mostrando uma das poucas rochas frescas presentes no afloramento, a segregação do neossoma e o paleossoma fica extremamente clara

Figura 5.2.6 - Foto mostrando um gnaisse intemperizado e recoberto por manganês, um indicador do caminho preferencial para percolação de líquidos

Figura 5.3.1 - Amostra do afloramento no ponto 3

Figura 5.3.2 - Foto do afloramento do ponto 3, nota-se a formação de galerias e a maior consolidação do material encontrado

Figura 5.3.3 - Amostra de mão correspondente ao gnaisse intemperizado

Figura 5.3.4 - Foto de uma das fraturas registradas

Figura 5.3.5. - Análise de DRX para a amostra da figura 5.3.3

Figura 5.3.6. - Foto mostrando o *Sill* intrusivo no ponto 3

Figura 5.3.7 - Amostra de mão correspondente a intrusão esverdeada.

Figura 5.3.8. - Intrusão de Actinolita-Xisto vista no segmento 5 destacada com seta vermelha

Figura 5.3.9 - Foto tirada do segmento 7 mostrando o limite do que podemos confiantemente chamar de regolito a um perfil de solo em formação, destacado em vermelho.

Figura 5.3.10 - Análise de DRX associada a outra amostra do Xisto

Figura 5.3.11 - Amostra de DRX feita do Xisto amarelo

Figura 5.3.12 - Amostra de DRX feita do Xisto vermelho

Figura 5.4.1 - Localização da Pedreira Barbieri

Figura 5.4.2 - Perfil de Alteração Observado com as 7 zonas estudadas destacadas

Figura 5.4.3 - Análise de DRX de amostra coletada na zona 1

Figura 5.4.4 - Análise de DRX de amostra coletada na zona 2

Figura 5.4.5 - Análise de DRX de amostra coletada na zona 3

Figura 5.4.6 - Análise de DRX de amostra coletada na zona 4

Figura 5.4.7 - Análise de DRX de amostra coletada na zona 5

Figura 5.4.8 - Análise de DRX de amostra coletada na zona

Figura 5.4.9 - Análise de DRX de amostra coletada na zona 7

Figura 5.5.1 - Localização da Pedreira Quibrita

Figura 5.5.2 - Roseta elaborada a partir das medidas de fraturamento coletadas no ponto 5.1

- Figura 5.5.3 - Ponto 5.1 com os planos preferenciais de intemperismo destacados em vermelho
- Figura 5.5.4 - Análise de DRX de amostra retirada do ponto 5.1
- Figura 5.5.5 - Ponto 5.2, início da transição rocha-regolito destacado em vermelho
- Figura 5.5.6 - Análise de DRX de amostra de basalto alterado
- Figura 5.5.7 - Imagem do Ponto 5.3
- Figura 5.5.8 - Imagem do Ponto 5.4
- Figura 5.5.9 - Imagem do ponto 5.5, camadas I, II e III destacadas
- Figura 5.5.10 - Análise de DRX de amostra de basalto alterado (equivalente à figura 5.5.6)
- Figura 5.5.11 - Análise de DRX de amostra coletada na camada mais próxima a base
- Figura 5.5.12 - Análise de DRX de amostra retirada da camada intermediária
- Figura 5.5.13 - Análise de DRX da camada do topo
- Figura 5.5.14 - Análise de DRX do saprolito do ponto 5
- Figura 5.5.15 - Mosaico elaborado para visualização do perfil completo
- Figura 5.6.1 - Mapa de localização do ponto 6
- Figura 5.6.2 - Roseta Elaborada com dados do Ponto 1
- Figura 5.6.3 - Roseta elaborada com dados do ponto 2
- Figura 5.6.4 - Roseta Elaborada com dados do ponto 3
- Figura 5.6.5 - Roseta Elaborada com dados do ponto 4
- Figura 5.6.7 - Exemplos de planos medidos no afloramento (destacados em vermelho)
- Figura 5.8.1 - Grade Metamórfica para rochas básicas
- Figura 5.8.2 - Gráfico relacionando as zonas de Alteração com a razão entre Quartzo e os Feldspatos
- Figura 5.8.3 - Diagrama QAPF para rochas plutônicas

ÍNDICE DE TABELAS:

Tabela 1 - Direções de Fraturamento medidas no Ponto 5.1

Tabela 2 - Medidas Realizadas no Ponto 6

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	8
3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS	9
4. MATERIAIS E MÉTODOS	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6. CONCLUSÃO	84
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

1. INTRODUÇÃO

Do dia 3 de outubro de 2022 até o dia 7, realizamos uma atividade de campo dentro da disciplina de Trabalho de Campo (GN304) sob a tutela dos professores Alfredo Borges de Campos, Alexandre Campane Vidal e Ricardo Perobelli Borba com o acompanhamento do professor Alessandro Batezelli e o auxílio do PED João Marcos Marquezine Leite e o PAD Vinicius de Souza Brito, esta atividade de campo compreendeu um estudo geral sobre a geologia, a pedologia e a relação entre solo - rocha ao longo da região metropolitana de Campinas em 4 cidades diferentes, Hortolândia e Pedreira em dibases ambientais e Campinas e Morungaba em pedreiras.

A Pedreira Quibrita em Campinas trabalha com a extração de areia e pedra britada para a construção civil especialmente para calçamentos, muro de construção e concreto.

As pedreiras da dibase ambiental em Hortolândia e pedreira são usinas de reciclagem de agregados e materiais de construção, lá eles são beneficiados e podem ser revendidos como brita e areia para concreto, tijolos, telhas e argamassa para construção.

A Pedreira Barbieri em Morungaba se especializa na comercialização de pedras ornamentais produzidas a partir da mineração das rochas plutônicas encontradas na região.

As regiões visitadas nos permitiram estudar, devidamente, as diferenças entre solo, saprolitos e rocha fresca.

2. OBJETIVOS

Os objetivos desses quatro dias de campo foram aprender os procedimentos por trás de uma atividade de campo em geociências, a postura que um geólogo deve ter ao sair para desenvolver uma análise, os procedimentos para escolha e coleta de amostras, descrição de afloramentos, criação de mapas geológicos e estudo de feições mineralógicas, petrológicas, estruturais e geoquímicas.

Nesse sentido, o entendimento acerca de processos de intemperismo químico, ambientes de reação e formação de produtos de alteração como o regolito e o seu saprólito se mostra essencial nesta disciplina, especialmente dentro de um contexto geológico tropical e intertropical como é o caso do Brasil, onde as condições de intemperismo podem atingir níveis extremos pelo grande índice pluviométrico encontrado ao longo de boa parte do país. Com base nisso, se torna também nosso grande objetivo, escrever um relatório com base no que foi observado, a fim de elaborarmos hipóteses sobre o que foi visto em campo, exercitarmos o hábito de pesquisa, buscando na extensa bibliografia sobre o assunto e aprendermos técnicas de mapeamento de feições superficiais e estruturais como falhas.

Para que conseguissemos desenvolver análises geoquímicas com um grau maior de complexidade e sofisticação sem um contexto maior fornecido pelas disciplinas de petrologia, utilizamos uma instrumentação especial e que nos permitiu determinar a composição química de amostras de rochas frescas ou alteradas, neste sentido, aprendizados sobre a prática de preparação de amostras e como estudá-las em ambiente de laboratório também foi um dos propósitos do desenvolvimento do trabalho, juntamente com a compreensão dos padrões no desenvolvimento de relatórios dentro do campo das geociências.

3. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS

a) Geologia Regional

A atividade de campo desenvolvida na área de estudo descrita acima irá compreender uma série de diferentes classes litológicas, classes cuja gênese abrange o enorme período de tempo desde o último grande evento de orogenia no Brasil que levou a formação do paleocontinente Gondwana no pré-cambriano tardio. As formações e os grupos que serão estudados nos fornecem evidências sobre o passado geológico do Brasil, a existência de Gondwana, sua formação e sua quebra, além de nos fornecer importantes indicadores de províncias metalogênicas onde minerais economicamente úteis podem ser extraídos e campos de fósseis que nos dão indícios sobre as criaturas que já rondaram pelo continente.

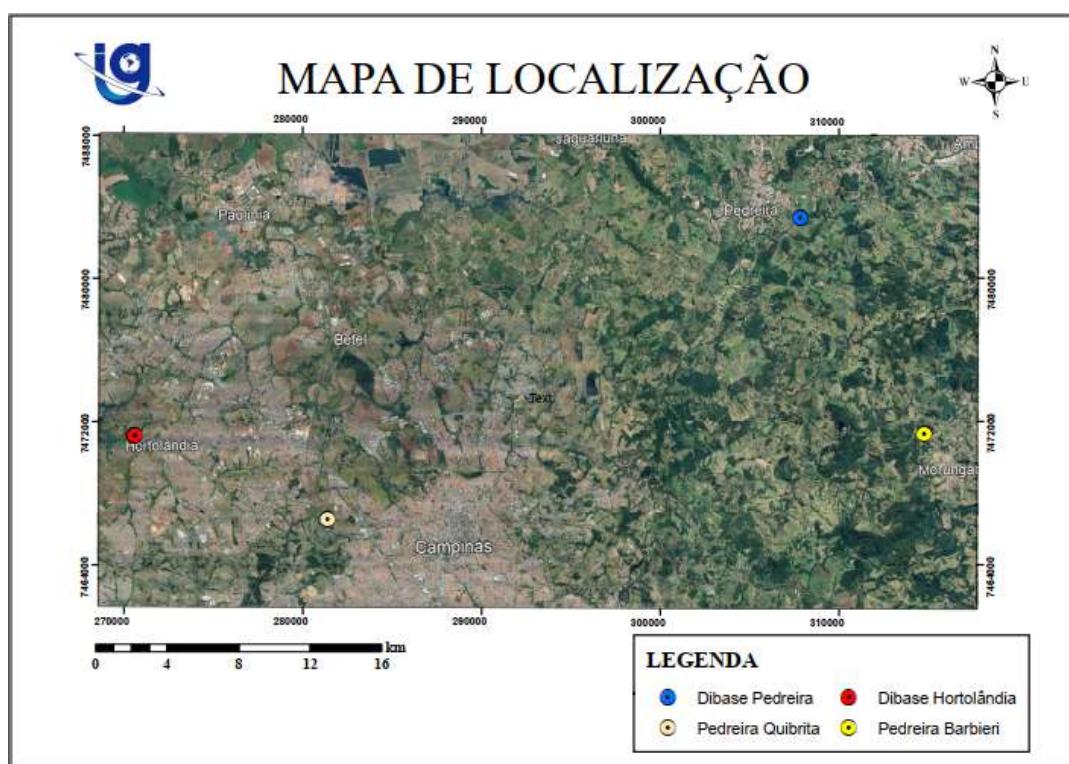


Figura 3.1 - Mapa de localização das quatro pedreiras visitadas neste campo.

Por meio do mapa geológico abaixo, podemos observar que os pontos que serão estudados fazem parte dos domínios estruturais do Complexo Amparo, Complexo Socorro-Guaxupé, Grupo Itararé e Grupo São Bento que são datados do Paleoproterozóico, Neoproterozóico tardio, Carbonífero e do Cretáceo respectivamente.

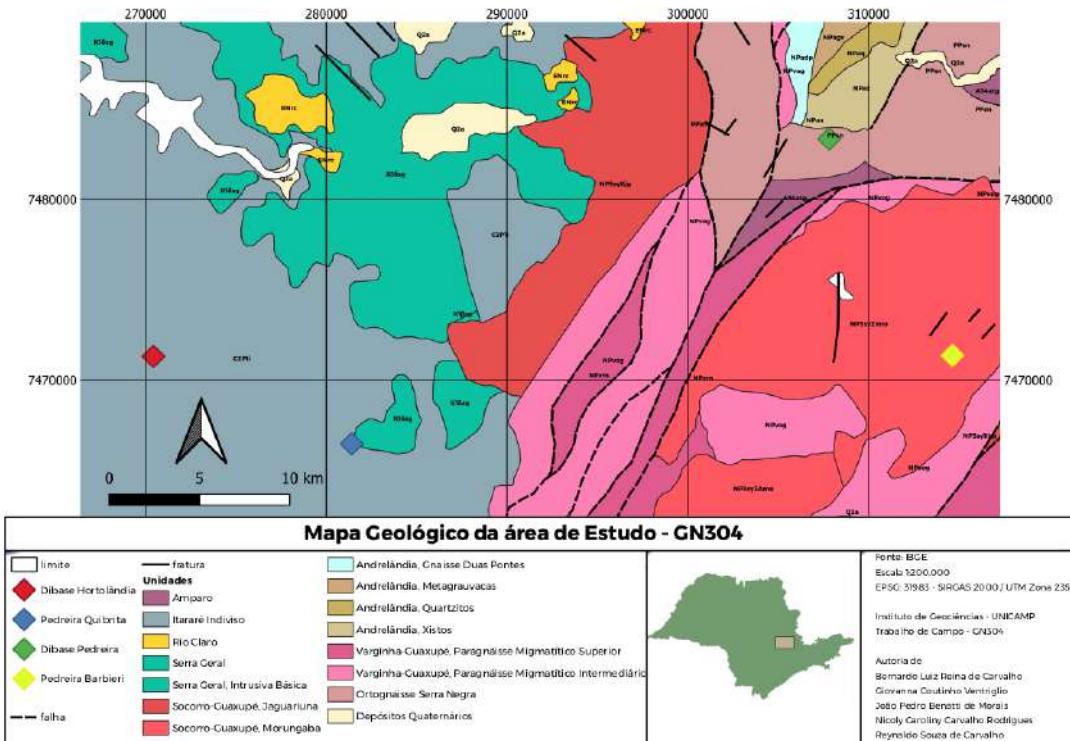


Figura 3.2 - Mapa geológico da região que engloba as três pedreiras visitadas.

Complementando a legenda do mapa, podemos reorganizar as unidades ilustradas de forma que fiquem coerentes com relação à estratigrafia, seguimos a legenda com uma breve descrição de cada uma delas.

Arqueano

A34etg Complexo Amparo (3024 - 2772 Ma U-Pb) - Migmatito derivado de rochas ígneas a partir de leucossomas e melanossomas com composição granítica.

Paleoproterozóico

PPsn Ortognaisse Serra Negra (2540-2400 Ma Sm-Nd 2136-2070 Ma U-Pb) - Hornblenda-Biotita Gnaisse migmatizados e leucogranitóides.

Neoproterozóico

NPym
NPvog
NPvg Complexo Varginha Guaxupé (643-612 Ma U-Pb) - Cordierita-Granada-Silimanita-Biotita Gnaisse com Biotita-Hornblenda Nebulito e Granada-Ortopiroxênio Granulito.



Grupo Andrelândia (630 Ma U-Pb) - Unidades de gnaisses calcissilicáticos, granada-muscovita-biotita-plagioclásio gnaisse e ortoquartzitos.



Orógeno Socorro-Guaxupé (626 - 577 Ma U-Th-Pb) - Granitos alcalinos com alto potássio e granitos tipo I.

Paleozóico



Grupo Itararé (360-270 Ma U-Pb) - Arenitos, Siltitos, Folhelhos, Ritmitos e Conglomerados de origem glacial.

Mesozóico



Grupo São Bento (138-128 Ma Ar-Ar) - Basalto, Andesito Basáltico e Diques de Diabásio.

Cenozóico



Formação Rio Claro (745.000 - 15.000) - Cascalhos, Areia e Argilito.

As unidades geológicas do complexo Socorro-Guaxupé que afloram no ponto da pedreira Barbieri correspondem aos granitóides Morungaba, uma sequência de granitos tipo I, ou seja, aqueles que possuem uma grande saturação em sílica, grande quantidade de sódio e cálcio e com quantidades moderadas de alumínio, este é um forte indicativo que o protólito que gerou esses granitos era ígneo e formado em condições infracrustais. Quanto à mineralogia, esses granitóides possuem grandes quantidades de minerais félscicos como quartzo, plagioclásio e K-feldspato como microclínio, nesse tipo de granito, a participação do quartzo na composição de sílica da rocha é menor do que nos demais granitóides. Uma boa quantidade dos granitos aflorantes são metaluminosos ou subperaluminosos, neste caso a quantidade de óxido de alumínio é muito baixa para a formação de fases aluminosas então os anfibólios serão priorizados e a rocha terá a hornblendita como principal mineral índice, podendo haver também a formação de piroxênios, no caso de alguns monzogramitos aflorantes, ocorrem associações que podem ser peraluminosas, onde a quantidade de alumínio supera a soma da concentração dos óxidos de cálcio, sódio e potássio, nesse caso, as micas brancas como a muscovita podem coexistir na rocha junto com as biotitas, em todos os casos, titanita e ilmenita podem aparecer como minerais acessórios.

A partir das considerações mineralógicas feitas acima e de acordo com o diagrama QAPF para rochas plutônicas, esperamos encontrar rochas monzoníticas, aquelas onde o teor de silicatos é representado quase exclusivamente pelos feldspatos, o teor de quartzo na rocha

pode ultrapassar 5% mas nunca atingir valores maiores que 20%, esperamos encontrar então monzogranitos, monzodioritos, quartzo-monzonitos e granodioritos com dioritos aparecendo marginalmente. Todos com textura fanerítica, equigranular e com algum grau de peraluminosidade, variando entre as composições.

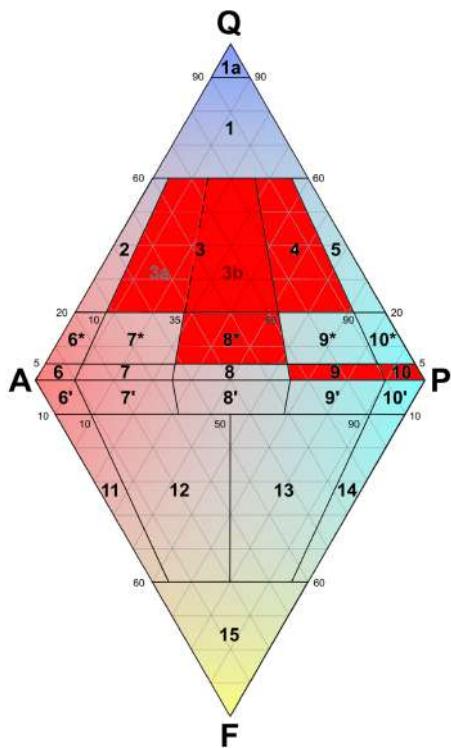


Figura 3.3 - Diagrama QAPF para rochas plutônicas.

O Complexo Amparo será estudado na base da cidade de Pedreira, a principal unidade geológica que será estudada será o ortogneisse Serra Negra, uma unidade de rochas metamórficas com protólito básico a intermediário como gabros e tonalitos que formam gnaisses de fácies granulito, esses gnaisses muitas vezes são retrometamorfizados e estabilizados em fácies xisto-verde a anfibolito, dentro dessa composição, temos então três litofácies identificadas: Gnaisse de fácies granulito, de fácies anfibolito e de fácies xisto-verde. O primeiro apresenta granulação média, cor cinza-escuro e sua composição é principalmente de plagioclásio, clinopiroxênio como augita, ortopiroxênio como enstatita e ferrosilita e hornblenda, apatita, titanita e zircão podem aparecer como minerais acessórios. O gnaisse anfibolítico apresenta textura similar a do anterior porém retrometamorfizado para a fácies anfibolito, nesse caso, os piroxênios se revertem em anfibólios como a actinolita e a tremolita, ocorre também a formação de epidoto, sericita, biotita e raramente clorita, anfibolitos também ocorrem nessa unidade, eles possuem a paragênese hornblenda + plagioclásio + epidoto + clorita + biotita, estes corpos seguem a zona de cisalhamento

localizada na serra do Azeite onde também aparecem filitos, formações ferríferas e paragnaisse. O gnaisse de fácie xisto-verde apresenta lentes de biotita e hornblenda sem um bandamento característico e com presença de porfiroclastos.

O Grupo Itararé aflora nos pontos da dibase de hortolândia e a pedreira quibrita, o grupo foi definido originalmente no estado do Paraná e aflora em São Paulo pela influência dos rios que compõem a bacia do Paraná, é principalmente associado a erosão entalhada em rochas cristalinas pré-silurianas e sedimentos retrabalhados da Formação Furnas (sul do Estado de São Paulo) depositados ao longo do Permiano e se consolidando no Carbonífero, a petrografia do grupo Itararé é caracterizado pela associação de litofácies de maioria detritica e presença de sedimentos rítmicos que se alteram em estratificações plano-paralelas de arenitos finos a grossos, Diamictitos de matriz lamosa, siltitos cinza claro e folhelhos cinza mais escuros (comumente chamados de Varvitos) com presença de conteúdo fossilífero e clastos de carvão. Este tipo de formação se deu por conta do acúmulo em lagos com superfície que, de tempos em tempos, se encontra gelado; também se notam seixos movidos por camadas flutuantes de gelo.

O grupo São Bento é composto por três formações principais, a formação Botucatu e as duas variedades da formação Serra Geral encontradas, para este trabalho de campo, apenas a formação Serra Geral básica irá aflorar, essa formação é resultado da reativação da plataforma sul-americana durante o cretáceo associado a quebra do continente Gondwana, ela está associada a redes de diques e fluxos de magma que iriam intrudir sobre os sedimentos da formação Itararé gerando diversos contatos e descontinuidades entre as duas formações. A composição mineralógica desses diques é principalmente de diabásio, com dioritos, andesitos e traquiandesitos ocorrendo em alguns pontos, os diabásios encontrados são cinzas, granulação fina, compostos por plagioclásio, clinopiroxênios, ilmenita, magnetita e olivina, os plagioclásio compõem de 25 a 50% dos corpos estudados e podem ser desde labradorita naqueles mais básicos até oligoclásio, os piroxênios são representados pela augita e como minerais acessórios, podemos ter apatita, quartzo, clorita e alguns anfibólitos. A grande característica que define esse grupo de rochas ígneas em contraste com as vistas anteriormente é a alta concentração do óxido de titânio.

b) Geomorfologia da Área

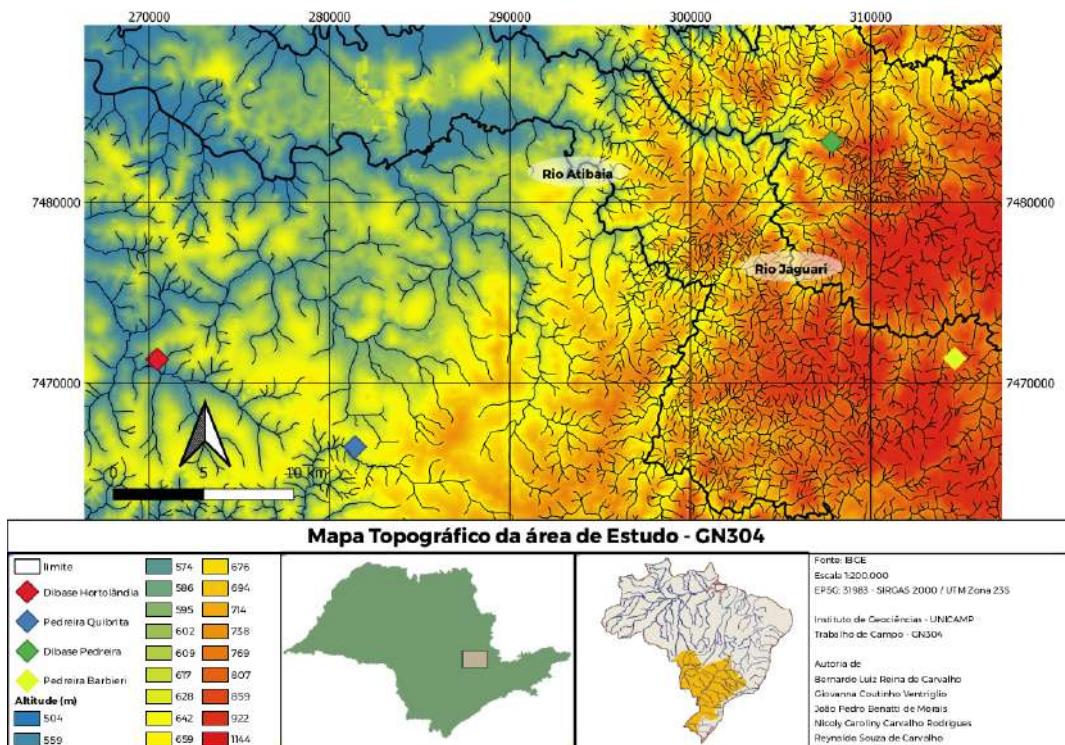


Figura 3.4 - Mapa morfológico da região que engloba as três pedreiras visitadas.

Na região oriental do sudeste brasileiro, existe uma estrutura com aparência similar a um arco denominada de depressão periférica, essa estrutura geomorfológica é composta principalmente pelo pacote sedimentar do grupo itararé, intrudido pelas rochas ígneas da formação serra geral, essa região recebe este nome pois está localizada entre o planalto atlântico composto pelas serras da Mantiqueira e do Mar em São Paulo e a de Diamantina, Espinhaço e Canastra em Minas Gerais e pelas cuestas basálticas cujo front pode ser encontrado na região próxima da Região Metropolitana de Piracicaba e que terminam no Rio Tietê, o principal afluente do rio Paraná em São Paulo.

As Cuestas basálticas cruzam o estado no sentido nordeste-sudoeste e estão ligadas a reativação da plataforma sul-americana mencionada anteriormente e que teria dado início ao evento de magmatismo fissural conhecido como Formação Serra Geral, sua escarpa seria composta por declives elevados formando grande anfiteatros, esse front é sustentado pelos arenitos do antigo deserto Botucatu e pelas intrusões do Serra Geral, o pacote intrudido geraria grandes formações ígneas e metassedimentares que resistem melhor ao processo de erosão, no topo da serra em São Pedro diversos canais de drenagem se iniciam e cortam a área gerando planícies meandrinas em diversos pontos.

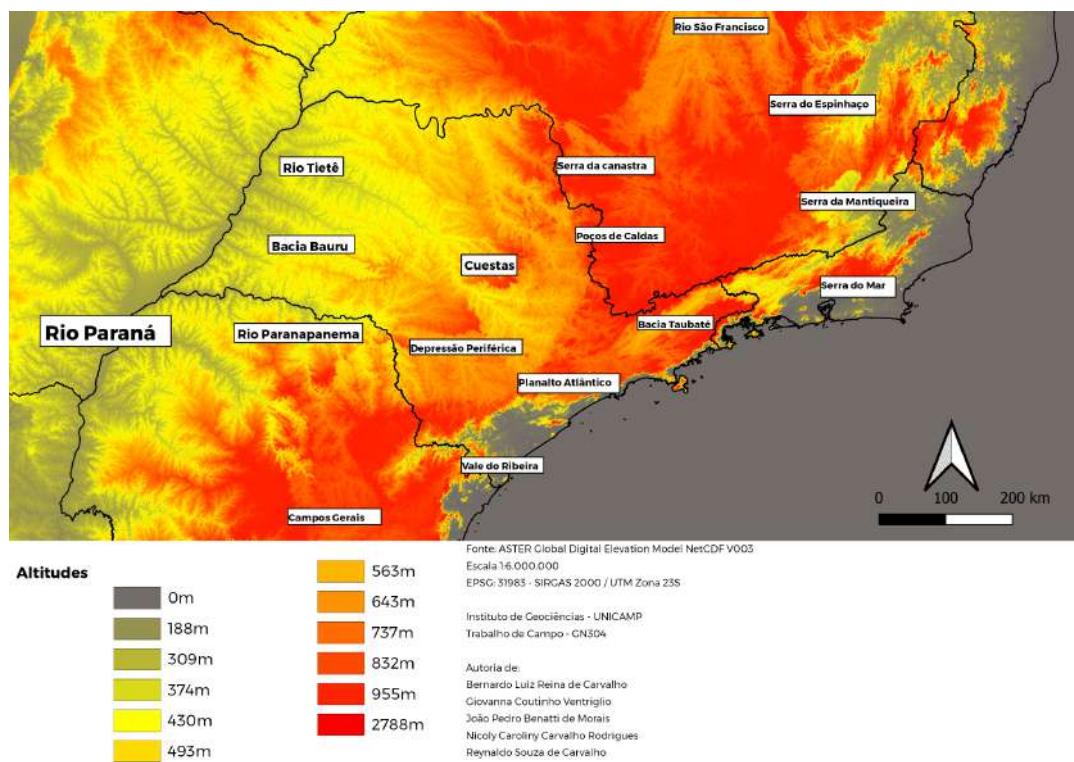


Figura 3.5 - Modelo digital de terreno das principais feições da bacia do paraná e regiões adjacentes

A imagem acima mostra um modelo digital de terreno de São Paulo mostrando as três regiões mencionadas acima, o planalto atlântico no leste onde a base de pedreira e a pedreira Barbieri estão localizadas, as cuestas basálticas no oeste e entre elas, a depressão periférica onde a base de hortolândia e a pedreira quibrita estão localizadas, esse modelo fornece grande ênfase para a hidrologia do região, o principal corpo de água visto no canto esquerdo do mapa é o rio paraná que se encontra com o tietê, seu maior afluente em São Paulo e o rio paranapanema ao sul. Os rios Atibaia, Jaguari, Camanducaia e Capivari são os principais afluentes do Tietê que circulam por São Paulo.

c) Pedologia

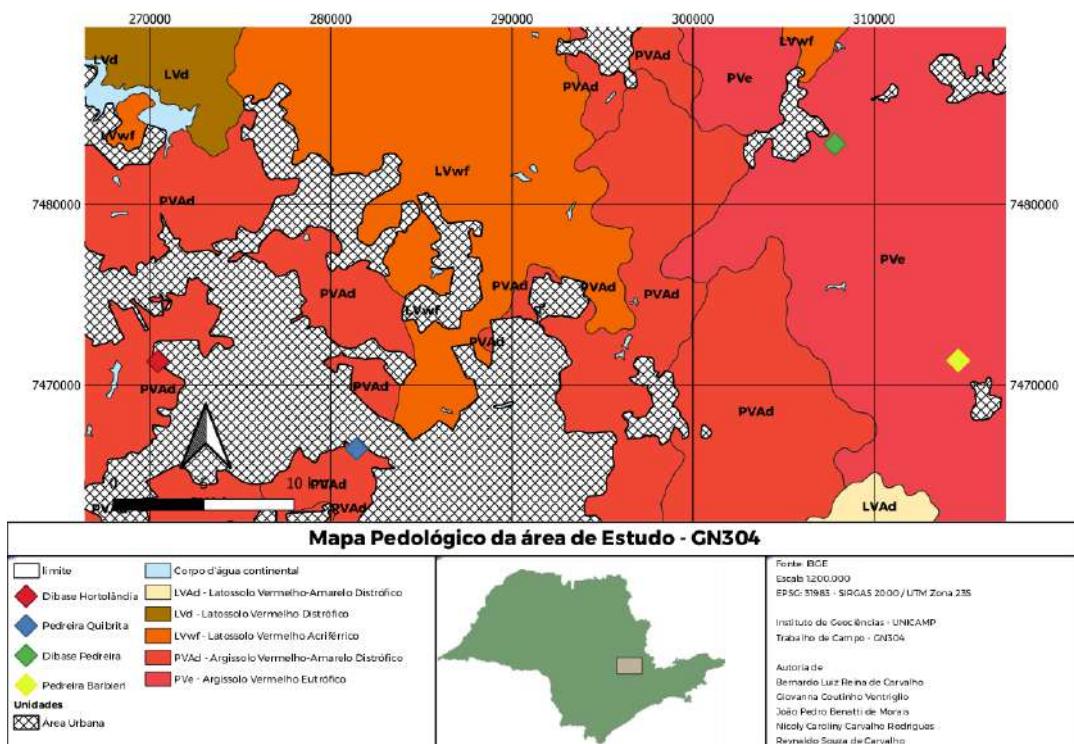


Figura 3.6 - Mapa pedológico da região que engloba as três pedreiras visitadas.

Assim como foi feito com o mapa geológico, podemos expandir a legenda com mais informações sobre as feições pedológicas encontradas na área de estudo.

Pve - Argissolo Vermelho Eutrófico - Solo com horizonte B abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa, matiz 2.5YR e que apresenta saturação por base maior ou igual a 50% na maior parte do horizonte B

PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico - Solo com horizonte B abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa, ou alta se a saturação por base foi baixa o suficiente, apresenta saturação por bases menor que 50% na maior parte do horizonte B

LVwf - Latossolo Vermelho Acríférrego - Solo formado com horizonte B latossólico e que pode apresentar caráter concrecionário, litoplástico ou horizonte A húmico.

Lvd - Latossolo Vermelho Distrófico - Solo que apresenta horizonte B latossólico, com presença de horizonte A proeminente ou húmico ou com presença de gradiente textural no horizonte B, ou caráter concrecionário ou retrátil

LVAd

- Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico - Solo que apresenta horizonte B latossólico, com presença de horizonte A proeminente ou húmico ou com presença de gradiente textural no horizonte B, ou caráter concrecionário ou retrátil

A partir da Geologia e das condições topográficas estudadas anteriormente, temos grandes informações sobre a pedologia da região estudada, os pontos estudados estão quase sempre inseridos em ou nas proximidades de um contexto urbano, neste caso, não podemos ter informações precisas sobre a pedologia da região olhando apenas para a pedologia no ponto em si, precisamos olhar os arredores e as partes naturais do terrenos, vemos dessa forma então que os pontos estão em regiões onde predominam latossolos e argissolos, essas duas classes de solos são típicas dessa região por serem formadas em cima dos sedimentos do grupo Itararé e dos maciços plutônicos e metamórficos da formação Serra Geral e dos orógenos do planalto atlântico, dos cinco subgrupos representados no mapa, apenas dois serão devidamente relevantes para o estudo de campo, o argissolo vermelho eutrófico presente na base de hortolândia e na pedreira quibrita e o argissolo vermelho-amarelo distrófico da base de pedreira e a pedreira barbieri.

Ambos são argissolos, isso indica que eles devem obedecer alguns critérios, eles devem apresentar horizonte B imediatamente abaixo de qualquer horizonte A ou E, eles devem possuir argila de atividade baixa, no caso de possuírem atividade alta, isto deve ocorrer apenas quando a saturação por bases é baixa ou o solo apresenta grande caráter alumínico. O horizonte diagnóstico deste tipo de solo é o horizonte B textural, ou Bt, este horizonte deve possuir textura mais fina que a francoarenosa onde o incremento de argila deve obedecer a razão de 1.50 para horizontes com teor de argila maior que 400g / kg de solo, a presença de cerosidade se torna um atributo também diagnóstico.

d) Mapa de Detalhe dos Pontos

Dibase Hortolândia - 270440m E, 7471311m S

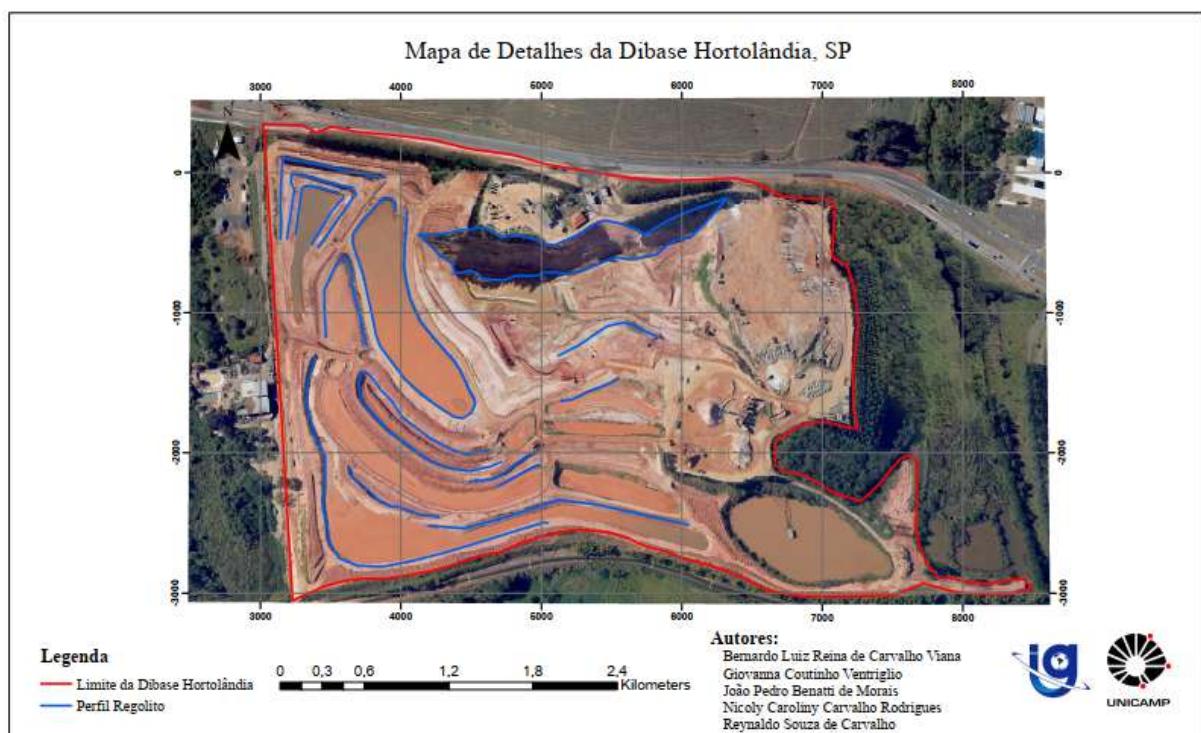


Figura 3.7 - Mapa de detalhes que realça zonas de possível interesse de estudo da região que engloba a Dibase Hortolândia.

A Dibase localizada no município de Hortolândia encontra-se inserida num contexto de interface das rochas sedimentares da Bacia do Paraná; um embasamento pré-cambriano constituído de rochas graníticas e gnáissicas-migmatíticas presente em municípios vizinhos como Campinas e Americana.

Já no âmbito da pedologia da região, temos que marcam-se a presença de Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelho Amarelo e Podzólico Vermelho-Amarelo. Ou seja, temos como característica marcante da amostra não só uma baixa concentração de Fe_2O_3 possibilitando que a relação molecular $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ seja superior à 3,14; como também uma textura entre média a arenosa de estrutura maciça e porosa atreladas à Formação Itararé.

Geomorfologicamente falando, a Dibase engloba uma região do município de Hortolândia que é majoritariamente constituído por Colinas Amplas; além disto, também consta-se a presença de terrenos de alta e muito alta suscetibilidade à erosão por sulcos, ravinas e voçorocas, a qual culmina em uma drenagem entalhada e de elevada densidade.

Pedreira Quibrita - 281409m E, 7466470.00m S

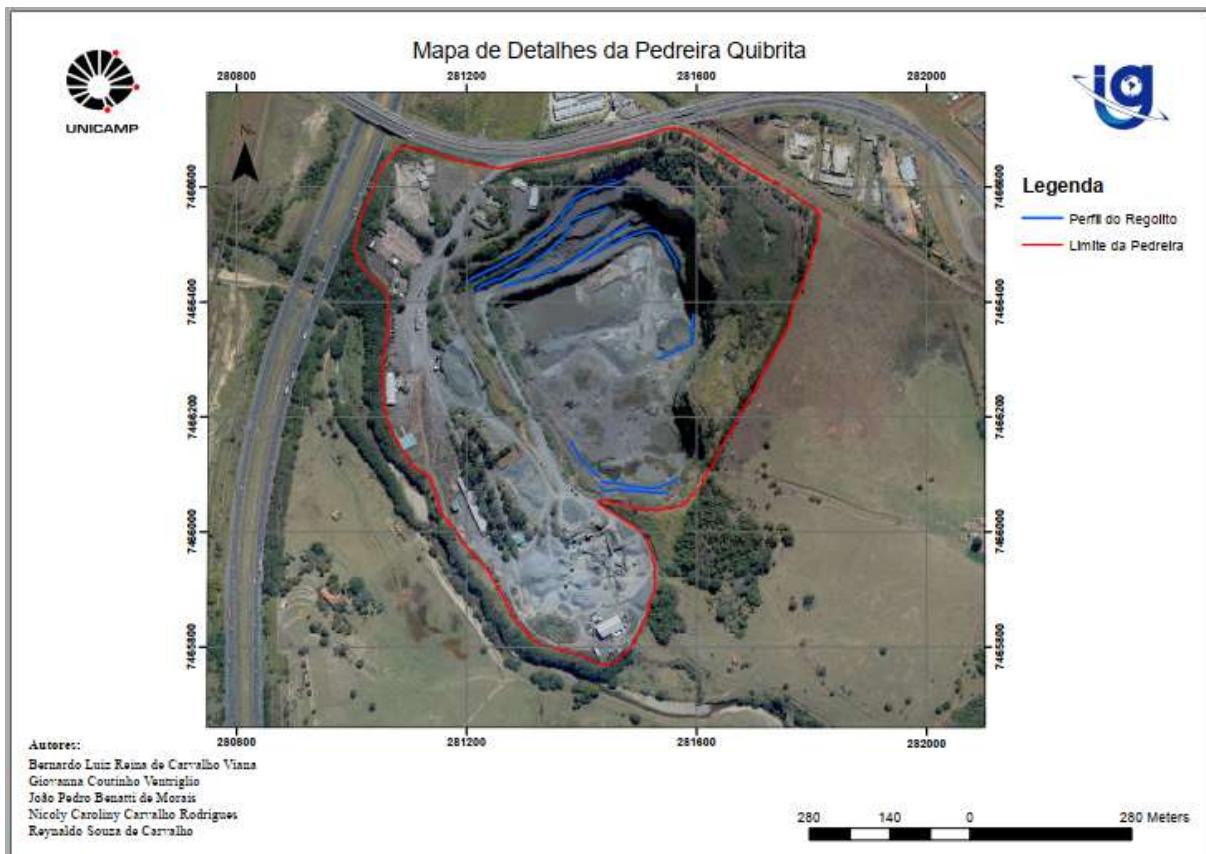


Figura 3.8 - Mapa de detalhes que realça zonas de possível interesse de estudo da região que engloba a Pedreira Quibrita.

O contexto geológico associado à pedreira Quibrita diz respeito principalmente ao Grupo Itararé, o qual é caracterizado pelo predomínio de rochas sedimentares, e tem sua origem e consolidação ao longo do Carbonífero e do Permiano.

Na região de Campinas, Grupo Itararé se apresenta em diferentes unidades geológicas, podendo ser composto por arenitos, lamitos e diamictitos, podendo ocorrer individualmente ou simultaneamente ao longo de tais unidades. A região da pedreira em questão está associada com Diamictitos com Clastos Estriados, Diamictitos Espessos, Folhelhos e Arenitos muito finos (SOUZA FILHO, 1986), os quais compõem uma formação geológica complexa e intrincada na região.

Em termos geomorfológicos, a região conta principalmente com a presença de Colinas Médias e Amplas, podendo também haver porções de relevo caracterizadas pela presença de Morros Alongados e Espigões. Em termos pedológicos, predomina na região de estudo o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico

Apesar de a pedreira em questão estar inserida no contexto do Grupo Itararé, é de relevância para o estudo apontar que, próximo a região em estudo também há afloramentos associados à Formação Serra Geral, a qual é caracterizada por também estar relacionada a rochas magmáticas e ocorrer ao longo de grande parte da porção sul do território brasileiro.

Dibase Pedreira- 307825.00 m E, 7483354.00 m S

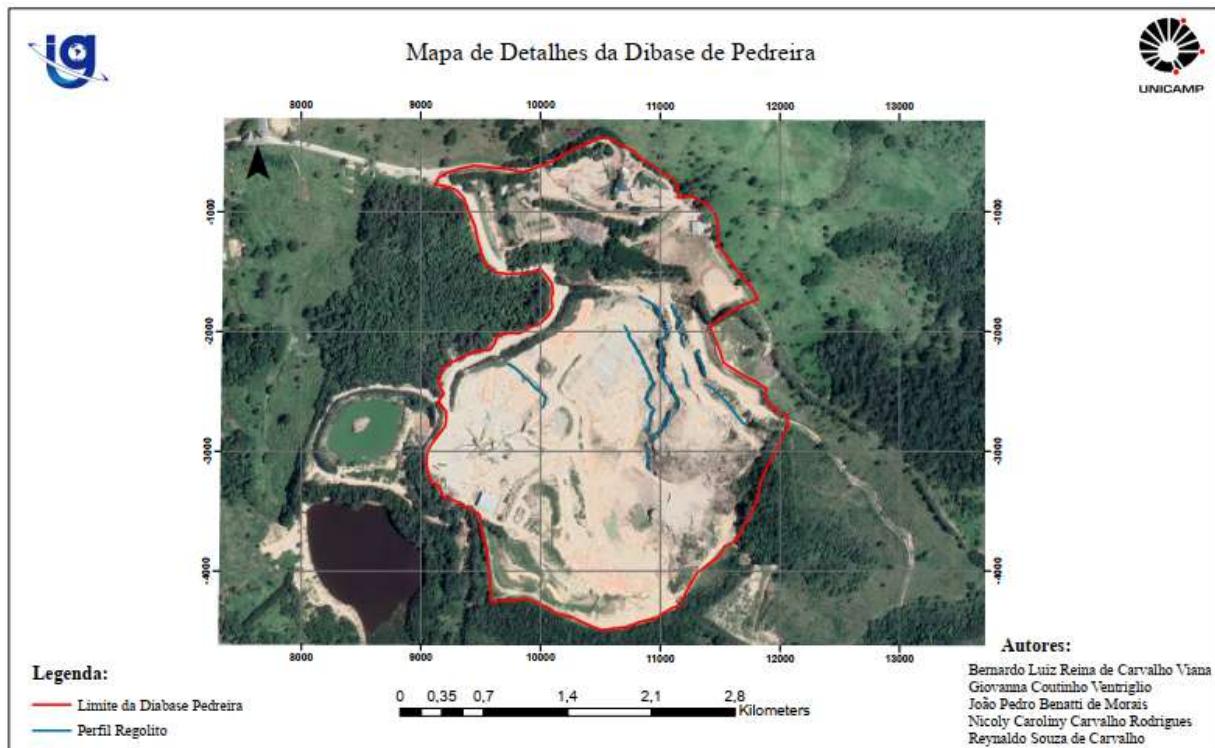


Figura 3.9 - Mapa de detalhes que realça zonas de possível interesse de estudo da região que engloba a Dibase Pedreira.

A Dibase Pedreira está localizada no município de Pedreira, SP, fazendo parte da Região do Circuito das Águas Paulista.

Quanto à geologia, a área está situada na Província Mantiqueira e na Borda da Bacia do Paraná, sendo comum a presença de rochas magmáticas e metamórficas, como granitos e gnaisses do período pré-cambriano. Esse tipo de rocha presente favorece o aparecimento de aquíferos, devido às suas fraturas e descontinuidades. A respeito da geomorfologia, a região é formada por cristas, colinas e morros altos pertencentes ao Planalto Atlântico. Já em relação à pedologia, são encontrados, na região do Circuito das Águas, Argissolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelho Amarelos, Gleissolos Háplicos e Neossolos Litólicos. Por fim, seu clima é do tipo subtropical úmido e o principal rio que drena pela cidade de Pedreira é o Rio Jaguari.

Pedreira Barbieri - 314645.00 m E , 471365.00 m S

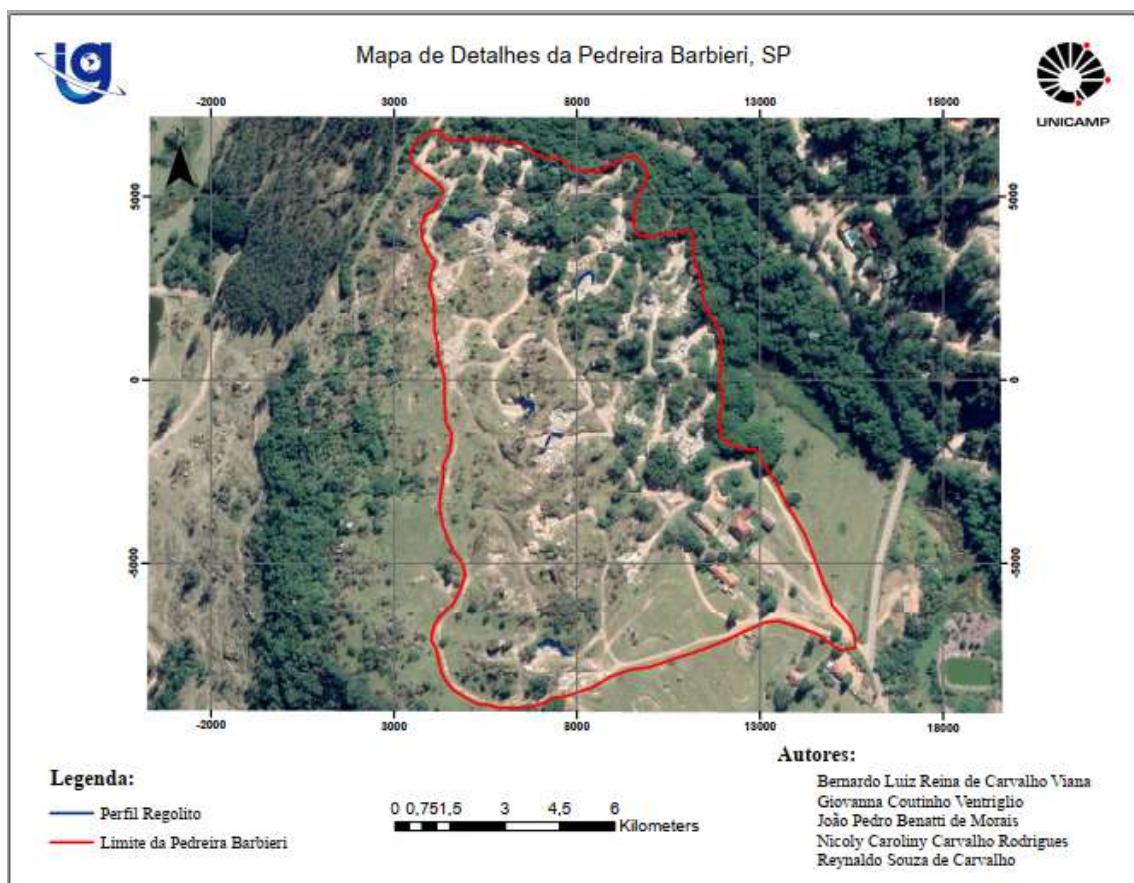


Figura 3.10 - Mapa de detalhes que realça zonas de possível interesse de estudo da região que engloba a Pedreira Barbieri.

A pedreira em questão se localiza na região de Morungaba, São Paulo, estando dentro do maciço granítico da região, também conhecido como complexo Morungaba. Os granitóides encontrados na região datam do ciclo geodinâmico Brasiliano (entre 950 Ma e 490 Ma, do Neoproterozóico ao início do Fanerozóico), no qual a orogênese Brasiliana (670 Ma - 550 Ma), que deu origem aos granitos em questão, foi uma colisão associada a junção do Gondwana. Tais granitóides, assim como alguns migmatitos, são tidos como parte do Grupo Pinhal, devido aos processos de granitogênese e migmatização intensos.

A cidade se localiza no Planalto Atlântico, possuindo argissolos do tipo vermelho e vermelho-amarelo. Se encontra na bacia hidrográfica Piracicaba/Capivari/Jundiaí, está sobre o aquífero Cristalino, além de ter o rio Jaguari como o seu principal.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os primeiros passos da preparação do material pré-campo envolveram a confecção de mapas com o auxílio dos softwares Arcgis e Qgis. Foram confeccionados cinco tipos de mapas: um mapa de localização, um mapa de topografia, um mapa geológico e um mapa de solos, além de quatro mapas de detalhes, referentes às quatro pedreiras visitadas. O mapa topográfico foi confeccionado utilizando dados do Modelo de Elevação Digital Aster NetCDF V003¹, enquanto que os mapas geológico e de solos utilizam dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)² e do Serviço Geológico do Brasil (CPRM)³. Já os mapas de detalhes e de localização foram feitos a partir de imagens do software Google Earth Pro. Além disso, o estudo antecipado da geologia regional, usando especialmente os dados da CPRM, foi fundamental para uma melhor interpretação das feições presentes em cada ponto visitado.

Durante o campo, foram feitos: desenhos esquemáticos dos afloramentos, ressaltando as principais características de cada ponto, como a granulometria, cor e mineralogia; coleta de amostras, as quais foram utilizadas no teste de Difração de Raios X; medições de planos de falha e de fraturas, usando bússolas do modelo Clark. As medições dos planos foram plotadas em estereogramas usando o software Online Stereonet Program - Visible Geology. A cada dia, fomos em locais diferentes para que nossas análises fossem amplas e pudéssemos compreender as diferentes nuances da difração de raio-x em tipos de rochas e afloramentos diferentes. O grupo visitou 6 pontos e coletou 20 amostras no total para serem analisadas.

Utilizando as amostras coletadas por todos os grupos, foram realizados testes de difração de raio-X, dentro do laboratório de difração de raio-X do Instituto de Geociências da Unicamp, para determinar com precisão a composição de minerais das amostras. Os resultados do DRX, juntamente com uma breve história do local e sua análise macroscópica, encontram-se posteriormente neste relatório, em RESULTADOS.

Etapas da Difração de Raio-x:

- I. Secagem das amostras na estufa.



Figura 4.1 - Fotografia da estufa com as amostras coletadas pelos grupos.

- II. Britador - moagem das amostras.



Figura 4.2 - Fotografia do britador utilizado.

III. Destorrador manual e mecânico - desagrega ainda mais as amostras.



Figura 4.3 - Fotografia do Destorrador utilizado.

IV. Processo de quartear as amostras já desagregadas ou britadas.

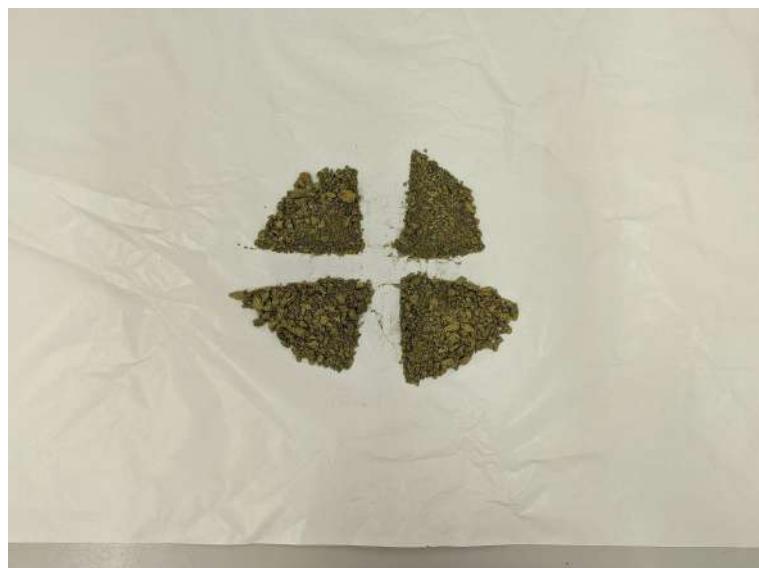


Figura 4.4 - Fotografia do processo de quarteamento da amostra.

V. Processo de moagem, usando os moinhos de bola e de panela.



Figura 4.5 - Fotografia mostrando os moinhos de bola, usados para desagradar ainda mais as amostras.

VI. Processo de armazenagem e identificação.



Figura 4.6 - Fotografia mostrando as amostras sendo separadas e identificadas.

VII. Realização do teste de Difração de Raio-X e posterior interpretação usando o programa HighScore Plus.



Figura 4.7 - Fotografia mostrando o equipamento de Difração de Raio-X.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Dia 1 - Segunda-feira (03/10/2022)

Local: Dibase Mineradora, Pedreira - SP

Ponto 1

Coordenadas: Lat.: 03079848; Lon.: 7483252;

Cota: 737 m;

Fuso: 23K

O **Ponto 1** está localizado em uma pedreira da empresa Dibase, localizada na cidade de Pedreira-SP, a pedreira pode ser acessada por meio da rodovia João Beira, SP-095, a rodovia transversal que começa em Bragança Paulista e termina em Jaguariúna, a partir dela é possível acessar a pedreira por meio das vias de acesso do perímetro urbano da cidade.



Figura 5.1.1 - Mapa de Localização do Ponto 1. Fonte: Google Earth Pro

Na região da pedreira existem três tipos de areias, brita e feldspato coletados pela mineradora em questão. A coleta é feita na frente de lavra e necessita de um desmonte

hidráulico (explosões) para isso. Foram estudadas três localidades diferentes dentro da área, que serão mais detalhadas a seguir.



Figura 5.1.2 - Mosaico feito do Ponto 1 descrito na Dibase Pedreira

O primeiro corpo descrito no afloramento foi encontrado no pé do talude, a rocha está constituída na forma de um matacão arredondado, apresenta estrutura maciça, sendo constituída por grãos grossos e recobertos por areia vinda do regolito gerado durante seu intemperismo químico. Sua estrutura foi em grande parte preservada e sua textura foi sobreposta pela textura do regolito, este corpo é intrudido em inúmeros pontos por veios de quartzo e veios graníticos.



Figura 5.1.3 - Fotografia do ponto 1 mostrando a orientação das camadas no afloramento

O regolito desse ponto em questão possui uma transição horizontal e diagonal entre saprolito e sedimentos médios, de forma que toda a porção transportada já teria se depositado no chão, visto que se trata de um talude e o material se apresenta inconsolidado, gradualmente alterando sua granulometria até uma areia que pode ser consequência da escavação e mineração em si. O regolito observado apresenta concreções de manganês.



Figura 5.1.4 - Amostra de mão correspondente ao gnaisse mais fresco

Em escala de amostra de mão, é possível observar que os veios que intrudem a amostra de mão se tratam de veios de quartzo, a amostra é composta por minerais rosados e mais esbranquiçados que podem ser feldspatos, além disso, foi possível também visualizar o quartzo nativo da rocha.

A fim de se obter mais detalhes, em termos mineralógicos, sobre o ponto 1, realizou-se teste de DRX com amostra coletada, cujos resultados se apresentam abaixo:

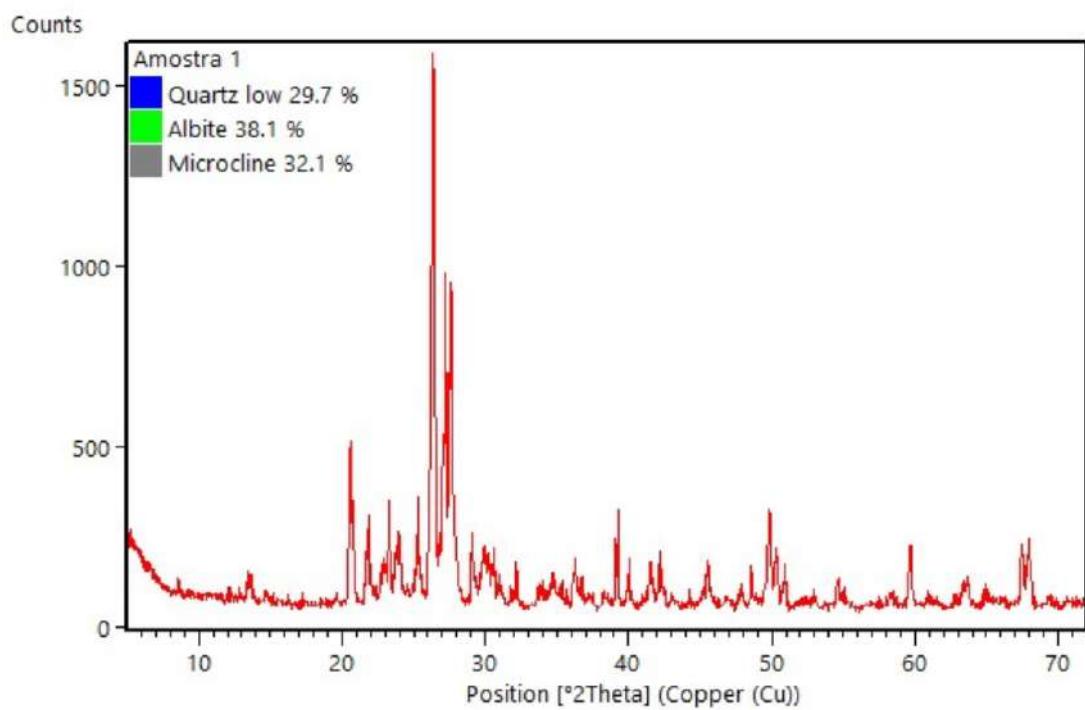


Figura 5.1.5 - Resultados da análise de DRX de amostra da **Figura 5.1.3**

A análise de DRX revela que a amostra coletada possui Quartzo, Albita e Microclínio em sua composição. O quartzo é composto unicamente por SiO_2 disposto no formato de tetraedros, ele corresponde a 29.7% da composição mineralógica, os feldspatos encontrados pertencem a um grupo maior constituído por 2 séries diferentes, os plagioclásios que possuem cor esbranquiçada e estrutura cristalina triclínica e os ortoclásios que são rosados e possuem estrutura monoclínica, sendo que seus principais minerais são a albíta, o membro sódico do grupo com fórmula $NaAlSi_3O_8$, anortita, o membro cálcico com fórmula $CaAl_2Si_2O_8$ e o microclínio que é o membro potássico com fórmula $KAlSi_3O_8$, a amostra identificada apresenta 2 destes feldspatos, a albíta com 38.1% e o microclínio com 32.1%.

Um aspecto importante a ser discutido é que a partir desta mineralogia, sem nenhum conhecimento prévio sobre a geologia da região, não é possível categorizar essa amostra dentro de qualquer uma das rochas que tipicamente participam do ciclo das rochas, o DRX não identificou a presença de minerais máficos como biotita e piroxênio ou de argilominerais e filossilicatos como muscovita e caulinita. A partir da pesquisa feita no pré-campo, é possível determinar que esta região pertence a formação do gnaisse Serra Negra, uma rocha metamórfica que em condições normais apresenta Hornblenda, a variedade mais comum do anfibólito e Biotita, um mineral máfico comum em rochas ígneas e metamórficas além dos minerais félsicos que foram discutidos acima. Uma hipótese que pode ser levantada é que a

amostra estudada corresponde não ao gnaisse serra negra consolidada mas a uma porção segregada de sua mineralogia, ao longo do processo de metamorfismo, certas porções da rocha podem ter sofrido fusão parcial antes que outras, no caso, as porções félsicas, o neossoma da rocha, composto pelo leucossoma, representado pelos minerais félsicos e pelo melanossoma, representado por alguns pequenos minerais máficos teriam uma temperatura de fusão muito maior que o paleossoma, a porção verdadeiramente máfica da rocha, quando a temperatura foi elevada durante o metamorfismo, o paleossoma foi segregado do neossoma e os minerais máficos se fundiram primeiro. Se este for o caso, então a amostra 1 corresponde ao neossoma do gnaisse serra negra, um migmatito.



Figura 5.1.6 - Migmatito encontrado no ponto 1, é importante destacar a segregação da mineralogia da rocha de forma muito aparente, o paleossoma de aparência escura ainda preserva as texturas e as estruturas da rocha que gerou o gnaisse.

5.2 - Ponto 2

Coordenadas: Lat.: 030803; Lon.: 7483442;

Cota: 771 m;

Fuso: 23K



Figura 5.2.1 - Foto do afloramento no ponto 2.

O afloramento estudado apresenta grande quantidade de zonas de deslizamento e transporte de colúvio, isso se dá pela presença de fraturas nas rochas mais consolidadas e o processo de erosão naquelas mais desagregada, este afloramento é formado majoritariamente por sedimentos arenosos e siltosos, com uma porção de argila presente como produto de alteração química, os sedimentos encontrados são em geral mal selecionados podendo atingir até mesmo a escala granulométrica dos blocos, a região ainda está contida dentro do conjunto do gnaisse Serra Negra sendo que as rochas frescas são encontradas apenas em profundo estado de migmatização.

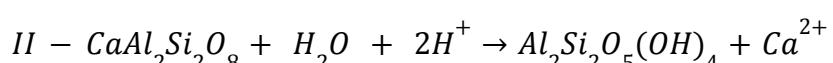
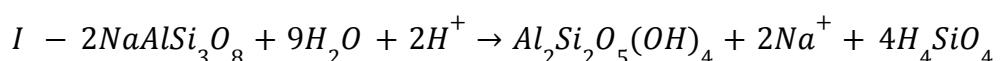
O processo de intemperismo nessa região foi beneficiado pela presença das três estruturas introduzidas anteriormente, as fraturas contidas no afloramento podem ser naturais como também podem ser artificiais, aquelas naturais estão associadas a zona transcorrente que passa por campinas e define uma zona de cisalhamento, todas as demais falhas na região são

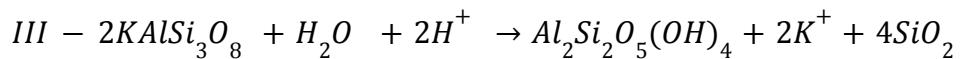
então orientadas por esta zona de cisalhamento, as artificiais foram provocadas pelo movimento das máquinas e o uso de dinamite que desagrega alguns blocos e causa o desmoronamento de porções do afloramento. A percolação de água segue um caminho preferencial penetrando as areias pela grande distância de um grão e o outro e tomando vantagem da falta de um cimento que impermeabilize a rocha, dessa forma a formação de canais e o início da formação de voçorocas é propiciado pela desagregação do material e intensificado pela percolação de água da chuva.



Figura 5.2.2 - Foto tirada do afloramento no ponto 2 mostrando a formação de galerias para percolação preferencial de água, galerias destacadas em vermelho

Os 3 minerais identificados nos gnaisses encontrados nesta pedreira são os minerais mais abundantes na terra e por causa da disposição de suas estruturas cristalinas, também são os menos suscetíveis ao processo de intemperismo, isso significa que a composição mineralógica desta rocha deveria ser alterada muito lentamente ao longo do tempo, ao longo da exposição da rocha ao intemperismo, a principal reação que deveria ocorrer seria a alteração química do feldspato em argilominerais, principalmente a caulinita como pode ser visto nas reações abaixo:





A partir destas reações, é possível determinar que a reação de intemperismo depende não só da presença de água como da presença de íons hidrônio que garantem uma acidez maior ao meio aquoso, quando essas condições são respeitadas, a reação ocorre levando a produção de caulinita, um argilomineral claro e que pode ser visto em campo como um pó pouco agregado e esbranquiçado, o cátion presente no feldspato também é liberado em solução aquosa podendo ser transportado pela água até infiltrar o solo e também ocorre a liberação de algum produto secundário como sílica ou ácido silícico que é logo decomposto em sílica hidratada.

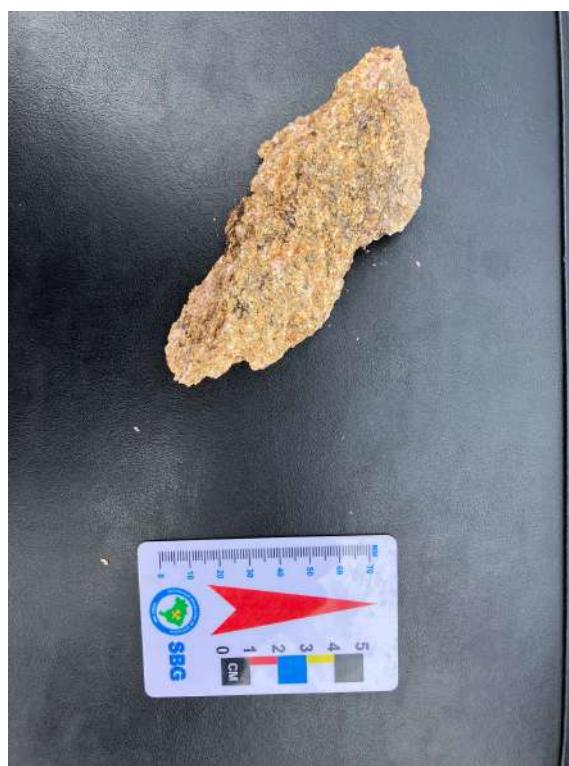


Figura 5.2.3 - Amostra de mão correspondente ao gnaisse alterado

Olhando para a amostra, vemos que o regolito formado pelo seu intemperismo é arenoso, mal selecionado com cores que variam de branco a castanho com pequenos clastos de quartzo e feldspatos em meio a areia, ocorre a formação de argila intersticial que pode estar associada a formação de argilominerais pelo intemperismo dos feldspatos, uma análise de drx foi feita sobre uma porção mais intemperizada.

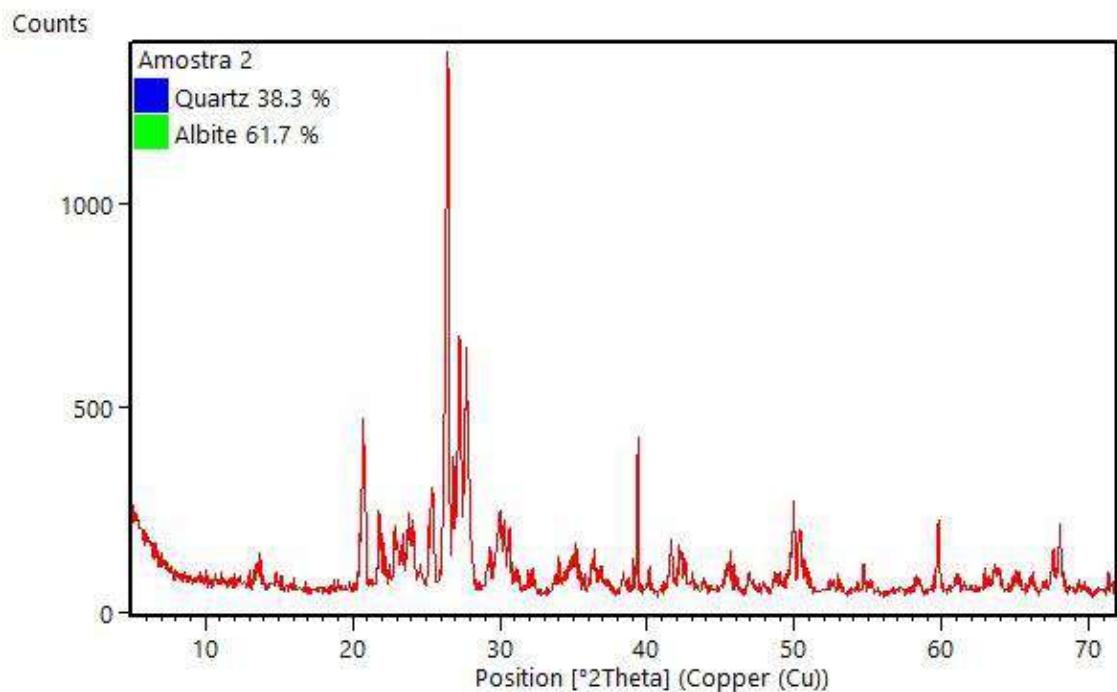


Figura 5.2.4 - Resultados da análise de DRX da amostra da figura 5.2.3

A análise do DRX mostrou que quando comparamos a composição da rochas já intemperizada com a fresca observada no ponto anterior, vemos que se mostrou igual, as grandes mudanças que podem ser observadas é que a rocha não apresenta mais K-Feldspato enquanto a sua composição de Quartzo e Plagioclásio seria maior, ela aumentou em 8.6% para o quartzo e em 23.6 para a albita, neste caso, não é possível estabelecer qualquer relação entre a ausência do microclínio e o incremento na composição dos demais minerais, caso o microclínio tivesse sido completamente intemperizado, esperaríamos que o produto de seu intemperismo fosse mostrado na análise do DRX, quando fazemos a razão $\frac{\text{Quartzo}}{\text{Feldspato}}$ na primeira análise, vemos que ela é de aproximadamente 0.7795, enquanto que para a segunda análise, ela é de 0.6207, se o plagioclásio tivesse sido consumido durante o intemperismo assim como o K-Feldspato, esperaríamos que esta razão aumentasse em virtude da quantidade de plagioclásio diminuir. Outra razão para não ser possível estabelecer razões concretas entre as duas análises é que não é possível determinar se ambas pertencem ao mesmo afloramento, se não pertencerem ao mesmo corpo rochoso, então a diferença composicional pode ser explicada simplesmente por serem duas rochas diferentes.



Figura 5.2.5 - Foto mostrando uma das poucas rochas frescas presentes no afloramento, a segregação do neossoma e o paleossoma fica extremamente clara

A hipótese mais provável então é que a segunda análise se trate de um outro corpo gnáissico sem microclínio ou com quantidades muito pequenas e que foram rapidamente intemperizadas e transformadas em argilominerais, no processo de reação, a caulinita é formada em solução aquosa então boa parte do produto da reação pode ser transportado pela água e depositado em outro lugar da pedreira. Uma ótima forma de visualizar a forma que a água é capaz de penetrar a rocha e provocar alterações em sua estrutura é por meio da formação de pseudofósseis. O manganês no formato dos minerais Pirolusita ($Mn^{4+}O_2$) ,

Rodocrosita ($MnCO_3$) e Manganita [$Mn^{3+}O(OH)$] é formado em processos associados à alteração hidrotermal, então geralmente acompanham a percolação de fluídos, dessa forma, quando um fluido rico em manganês percola sobre uma rocha, ela perde velocidade pelo atrito imposto e dessa forma, o manganês acaba sendo depositado formando esse hábito dendrítico.



Figura 5.2.6 - Foto mostrando um gnaisse intemperizado e recoberto por manganês, um indicador do caminho preferencial para percolação de líquidos.

5.3 - Dia 2 - Terça-Feira (04/10/2022)

Ponto 3

Coordenadas: Lat.: 0308014; Lon.: 7483475;

Cota: 787 m;

Fuso: 23K



Figura 5.3.1 - Amostra do afloramento no ponto 3

A Dibase da cidade de Pedreira foi revisitada no dia seguinte, Terça-Feira, dia 4 de outubro, o propósito desta segunda viagem foi visitar a porção superior do talude da pedreira, a porção foi escavada afim de extrair o regolito mais intemperizado da pedreira, mas também para que ocorra o controle do fluxo de água durante a época de chuvas, a escavação de buracos e valetas na porção superior foi feita para criar um caminho de escoamento de água e impedir que ela causa toda o desabamento de toda a estrutura do talude sob os trabalhadores e as máquinas. Por constituir um grande afloramento horizontal, o ponto foi dividido em segmentos diferentes.



Figura 5.3.2 - Foto do afloramento do ponto 3, nota-se a formação de galerias e a maior consolidação do material encontrado

Segmento 1: O principal corpo encontrado foi um regolito com granulometria variando de areia média a grossa de cores bege e branco, além de cascalhos de diversos minerais diferentes, sendo mal selecionado. O material inconsolidado ali presente (saprolito e sedimentos) pode ser *in situ*, mas também possui partes transportadas da parte de cima da vertente (colúvios) - sendo transportados naturalmente na parte alta da vertente e antropicamente na parte mais baixa. Esse regolito possui mosqueados e pequenos veios de quartzo, além de uma intensa bioturbação, tanto por plantas quanto por pequenos artrópodes.



Figura 5.3.3 - Amostra de mão correspondente ao gnaisse intemperizado

Segmento 2: As análises foram feitas considerando que estariam mais próximas do horizonte pedológico e o início do solo, dessa forma, espera-se que os corpos encontrados lá estejam *in situ* e em um grau de intemperização maior para que um gradiente de intemperismo seja formado com relação ao solo, em comparação ao **Segmento 1**, essa área do regolito passou por um processo mais intenso de intemperismo químico e/ou um processo menos intenso de erosão, pois possui uma superfície mais consolidada e de cor mais escura. Esse local possui algumas fraturas, das quais foram retiradas medidas de duas, dadas a seguir:

- **Fratura 1:** se encontra preenchida por um quartzo azulado, possuindo 6 centímetros de descontinuidade ao longo de seu percurso, e suas medidas são N 32° / 45°.
- **Fratura 2:** se encontra horizontal ao plano, possuindo medidas N 28° E / 90°.

O corpo gnáissico estudado anteriormente também foi revisitado e uma análise de DRX foi feita segundo sua composição mineral.

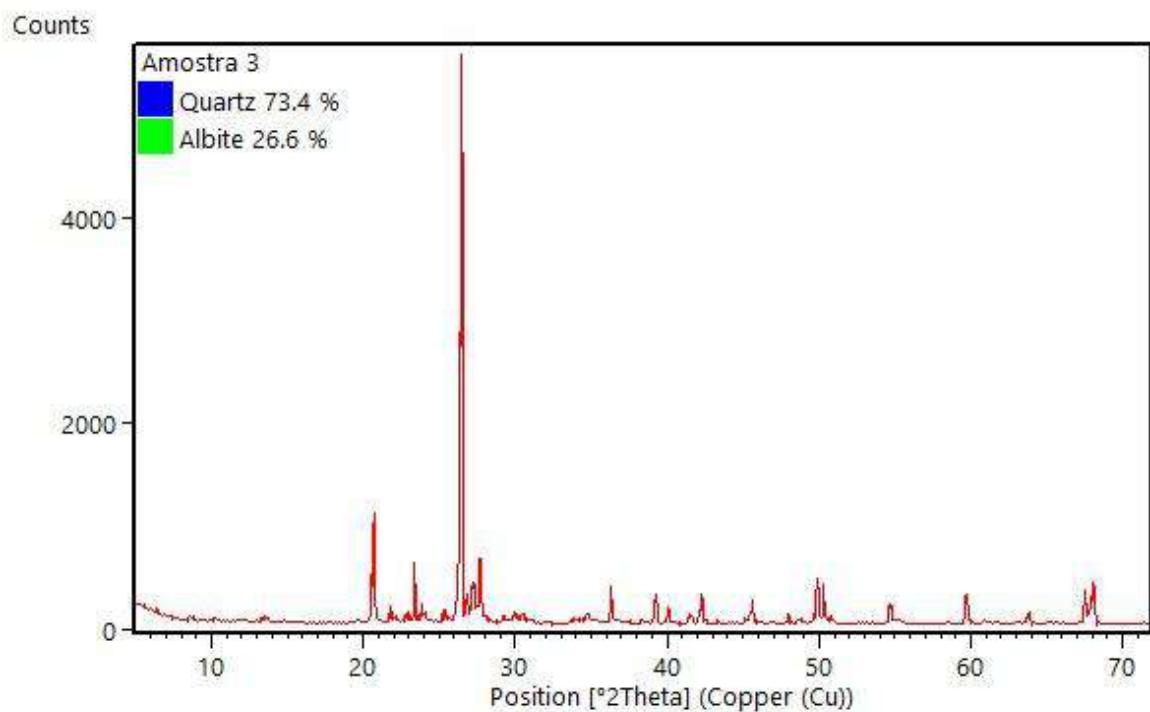


Figura 5.3.4 - Análise de DRX para a amostra da figura 5.3.3

A partir da análise de DRX, observou-se o mesmo resultado visto anteriormente, dessa vez a razão entre $\frac{\text{Quartzo}}{\text{Feldspato}}$ atingiu o valor de 2.759 indicando que o quartzo não se tornou apenas o mineral predominante na rocha como também é possível visualizar que a proporção de feldspato pode ter diminuído por processos intempéricos, ainda assim, não é possível determinar qual foi o produto da reação do plagioclásio considerando que o produto não foi identificado pelo DRX então outra possibilidade é que essa amostra se trate apenas de outro corpo gnáissico e que não há nenhuma relação que possa ser estabelecida entre os dois.

Segmento 3: Ao longo da pedreira, foi possível observar que os gnaisses da formação eram intrudidos em diversos pontos por rochas coloridas, elas possuíam cores vermelhas, amarelas e verdes e formavam grandes diques que cortam pelo afloramento, em amostra de mão, era possível perceber que mesmo as rochas mais frescas eram muito quebradiças e se partiam em sentidos preferenciais, formando folhas



Figura 5.3.5 - Foto mostrando o dique intrusivo no ponto 3.



Figura 5.3.6 - Amostra de mão correspondente a intrusão esverdeada.

A região em si era cheia de fraturas, duas foram medidas onde uma parecia ser mais nova que a outra:

- **Fratura mais nova:** $100^\circ / 70^\circ$
- **Fratura mais antiga:** $52^\circ / 65^\circ$

As amostras coletadas em estado fresco apresentavam uma cor majoritariamente verde, indicando que algum mineral verde como a clorita, olivina ou anfibólio poderia estar presente nesta rocha, a quebra preferencial em folhas e a fragilidade da rocha indica que ela é muito similar a uma rocha sedimentar, podendo ter muscovita e outros filossilicatos dentro de sua paragênese mineral, ela também apresentava minerais félscicos como quartzo e plagioclásio assim como foi visto anteriormente.

Essa associação mineral deixava essa rocha muito mais próxima do conjunto das rochas pelíticas do que das ígneas, a fim de confirmar a natureza desta rocha e sua mineralogia, um DRX foi feita da amostra.

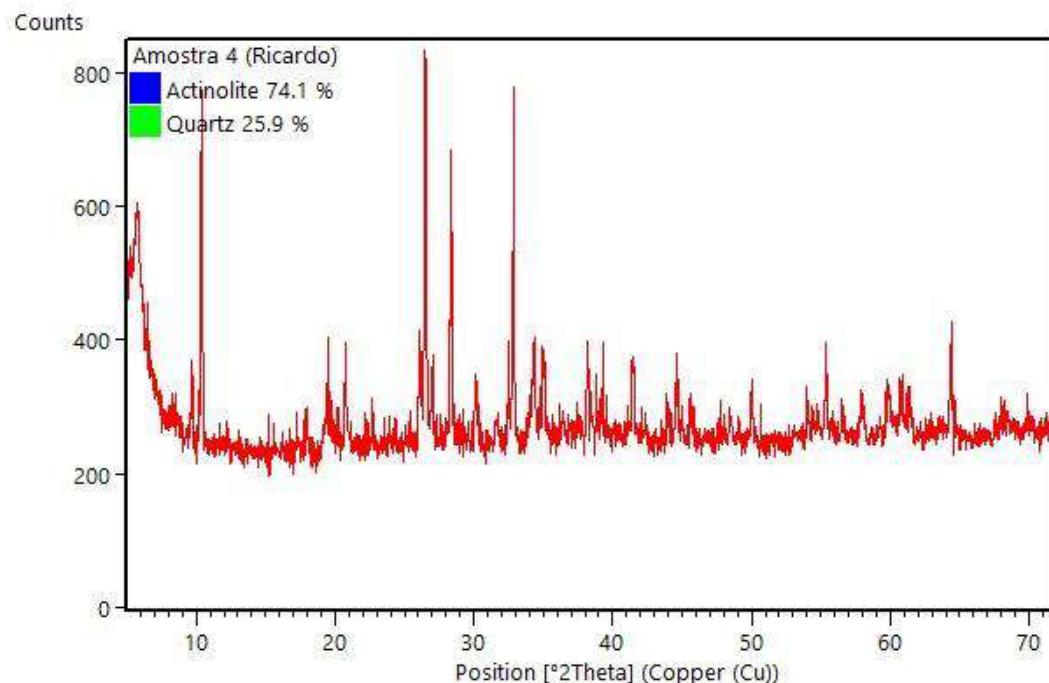


Figura 5.3. - Análise de DRX correspondente a amostra da figura 5.1.10

Olhando para o DRX, fica óbvio que a cor esverdeada presente na amostra se deu pela presença da Actinolita, este mineral faz parte da categoria dos anfibólitos sendo especificamente o membro intermediário entre a tremolita que é rica em cálcio e a

ferroactinolita que é rica em ferro, a actinolita possui fórmula $Ca_2(Mg, Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$ e ocorre com sistema cristalino Monoclínico, é um mineral comum, geralmente encontrado em rochas de metamorfismo regional de baixo a médio grau, ocorre associado a diversos outros minerais de baixo grau como clorita e epidoto que também podem fornecer uma coloração esverdeada para a rocha, se esse for o caso e a rocha for uma rocha metamórfica de baixo a médio grau, podemos dizer então que a quebra preferencial é uma foliação típica em xistos chamada de xistosidade, isso ocorre pela orientação de minerais filossilicatos e com hábito placóide, determinar a origem dessa rocha é possível somente com estudos em lâmina, mas seria possível denominar que essa rocha é uma actinolita-xisto, uma rocha metamórfica de facies anfibolito. Entretanto, a presença de actinolita ao invés de hornblenda impõe algumas dúvidas sobre a possibilidade do anfibólito presente na rocha ser um produto de alteração invés de um mineral em equilíbrio. A actinolita ocorre como produto de alteração de piroxênios e hornblendas em um processo conhecido como uralitização, se este for o caso, então esta rocha pode não ter sido metamorfizada em fácies anfibolito, mas sim retrometamorfizada de alguma rocha com hornblenda ou piroxênios como um granulito. A presença de uma textura placóide também fornece evidências para um possível retrometamorfismo em fácies xisto verde onde micas e argilominerais como a muscovita são reintroduzidas na rocha.

Podemos destacar também que esta rocha apresenta diversas similaridades ao diabásio, uma rocha magmática composta por plagioclásio, piroxênio, magnetita e ilmenita, esta rocha está associada a formação de diques e sills onde aparece como um corpo de granulometria fina e textura afanítica. O piroxênio encontrado é majoritariamente o clinopiroxênio como a Augita que possui Alumínio, Titânio e Sódio além de Cálcio, Ferro e Magnésio, o diabásio apresenta anfibólitos em sua composição mas apenas no formato de produtos de alteração como a actinolita, então é também possível discutir que a amostra possa se tratar de um diabásio que teve seu piroxênio alterado por uralitização, é até mesmo possível que no caso da rocha ser metamórfica que o diabásio tenha servido como protólito.

- **Segmento 4:** Realizamos a medida de uma fratura, dada a seguir: $358^\circ / 85^\circ$
- **Segmento 5:** Encontramos uma argila com cerosidade e um gradiente de cor que variava de verde para laranja e, por fim, vermelho, sendo o veio verde, uma intrusão do actinolita-xisto que grada até uma argila vermelha.



Figura 5.3.8 - Intrusão de Actinolita-Xisto vista no segmento 5 destacada com seta vermelha

- **Segmento 6:** Realizamos a medida de uma fratura, dada a seguir: $294^\circ / 30^\circ$
- **Segmento 7:** Esse ponto se localizava à esquerda do **Segmento 1**, podendo ser considerado também um “**Segmento 0**”. Graças a presença de xistosidade, foi possível notar a existência de um xisto intemperizado, que possui variação e coloração variando do verde (actinolita) ao branco (caulinita).



Figura 5.3.9 - Foto tirada do segmento 7 mostrando o limite do que podemos confiantemente chamar de regolito a um perfil de solo em formação, destacado em vermelho.

As Figuras 5.3.8 e 5.3.9 apresentam o produto de alteração do actinolita xisto interpretado acima, a partir da análise por DRX destas amostras, podemos ver como que o intemperismo químico do xisto ocorreu e quais processos e reações podem ser usados para explicar tal reação.

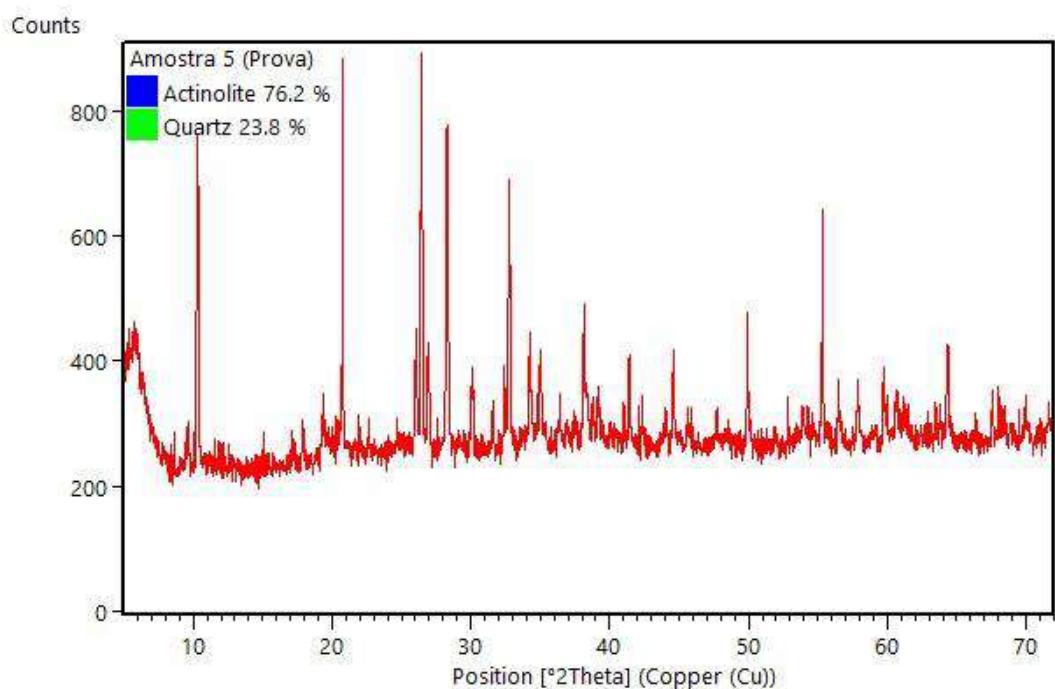


Figura 5.3.10 - Análise de DRX associada a outra amostra do Xisto

O Actinolita-Xisto encontrado no segmento 5 apresenta um gradiente de cores que varia de verde a amarelo e termina em vermelho, a análise de DRX da figura 5.1.12 é do xisto de cor verde encontrado no segmento, a análise é a mesma, podemos estimar que seja um actinolita-xisto por ser composto em grande maioria por actinolita e por apresentar características estruturais e mineralógicas similares a uma rocha metamórfica de baixo grau, porém, é possível também fazer um estudo reológico sobre esta amostra, considerando que a região da pedreira é penetrada por fraturas em diversos pontos diferentes, seria possível interpretar que se a rocha fosse de um grau metamórfico maior ou fosse ígnea, ela teria uma competência maior e seria dobrada pelas fraturas, ao invés disso, vemos que ela é fraturada.

Um DRX também foi feito para as demais porções do Xisto, começando pela porção amarela, intermediária.

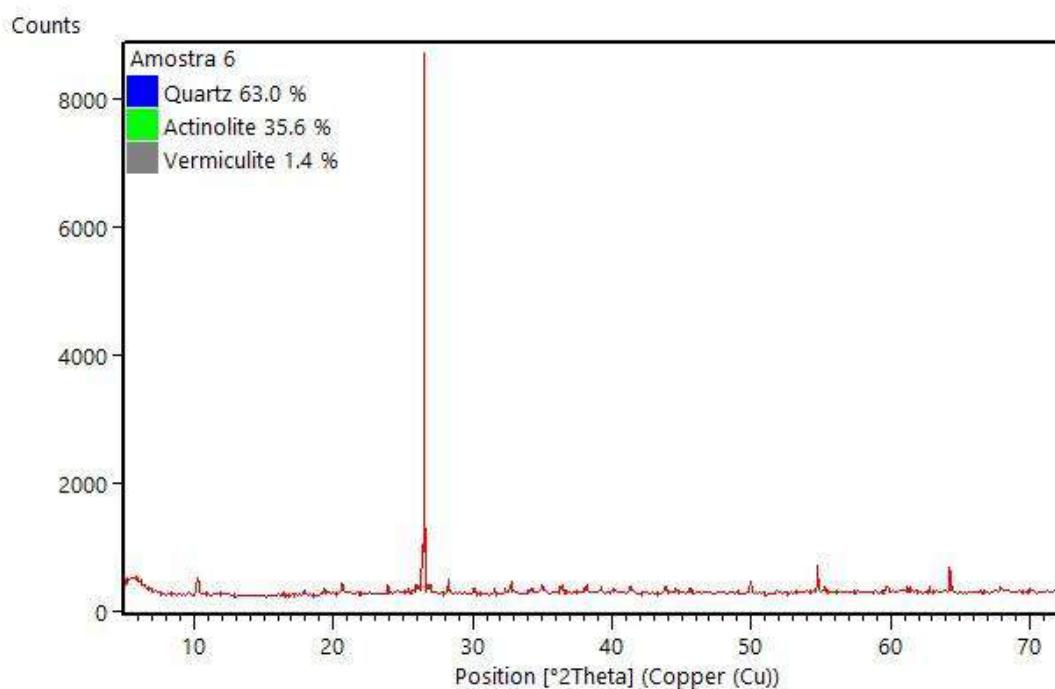
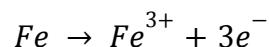


Figura 5.3.11 - Amostra de DRX feita do Xisto amarelo

O DRX revelou que boa parte da Actinolita foi transformada em Vermiculita, um argilomineral de Magnésio e Ferro e Alumínio com fórmula $(Mg, Fe^{3+}, Al)_3(Al, Si)_4O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O$, as proporções de actinolita na rocha variam de 76.2% até 35.6% indicando que essa amostra tem 40.6% de actinolita enquanto ocorreu a introdução de 1.4% de vermiculita, isso mostra que a queda da proporção da actinolita junto com a introdução da vermiculita fez com que a rocha adquirisse a cor amarelada, agora um questionamento possível é a origem da vermiculita e para onde que a actinolita pode ter ido, a primeira pergunta é mais fácil de responder, olhando para a fórmula estrutural da vermiculita, vemos que ela possui magnésio, ferro e alumínio, quando olhamos para os principais minerais que compõem o xisto verde, o primeiro mineral que pode chamar a atenção é a clorita, ela é um mineral de magnésio, ferro e alumínio associado a rochas metamórficas de baixo grau com sistema monoclinico e fórmula $(Mg, Al, Fe)_{12}[(Si, Al)_8O_{20}](OH)_{16}$, ele possui propriedades similares à dos minerais vistos anteriormente e pode ser em si o processo de alteração de outros minerais como anfibólio e piroxênios, se a clorita puder ser identificada como a possível origem da vermiculita, então a reação dessa alteração pode ter ocorrido por meio da remoção da camada de hidroxila presente na estrutura cristalina da clorita, essa

camada de hidroxila removida pode então reduzir o ferro presente na estrutura segundo a equação:



Temos, também, o DRX da porção avermelhada do xisto:

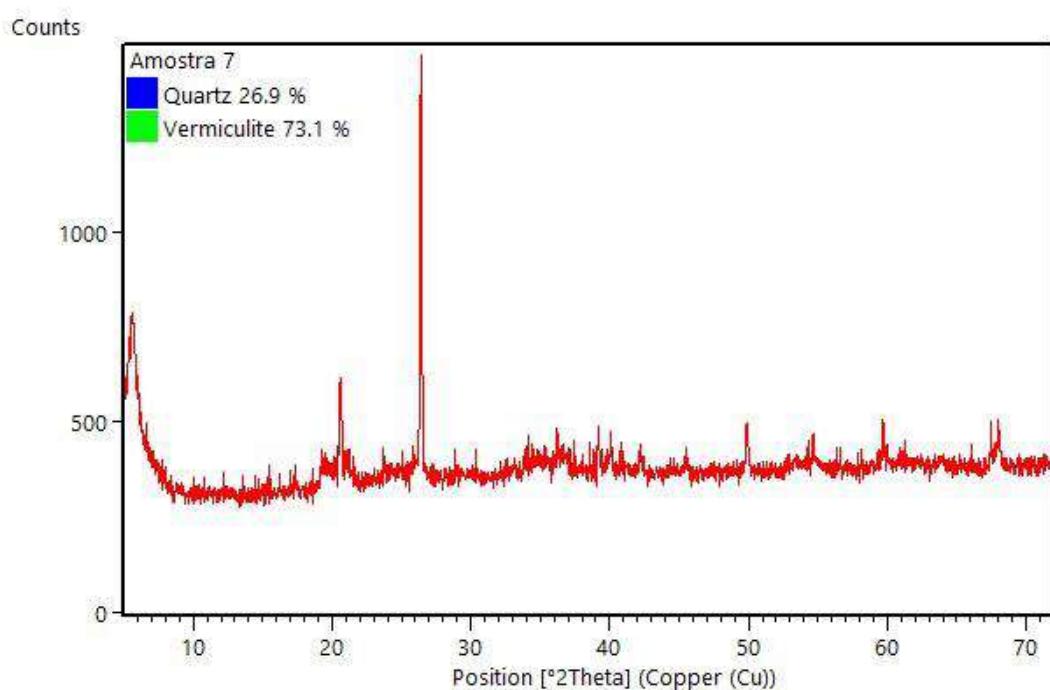


Figura 5.3.12 - Amostra de DRX feita do Xisto vermelho

A porção avermelhada do Xisto indica que não há mais actinolita presente na amostra, apenas a vermiculita, nesse ponto, é possível questionar o que ocorreu com a actinolita que sofreu uma grande redução ao longo do intemperismo. É possível assumir que ela também tenha sido alterada em outros minerais diferentes como limonita, goethita e alguns argilominerais ou também que tenha sido alterada em clorita e logo em seguida em vermiculita, isso poderia explicar a queda na quantidade de actinolita na porção amarela do xisto.

5.4 - Dia 3 - Quarta-Feira (05/10/2022)

Ponto 4

Local: Pedreira Barbieri, Morungaba - SP

Coordenadas: 23K 0314502 7471526

Cota: 819 metros

O **Ponto 4** está localizado na Pedreira Barbieri, na cidade de Morungaba-SP, a pedreira pode ser acessada por meio da rodovia Engenheiro Constâncio Cintra, SP-360, a rodovia radial que começa em Jundiaí e termina em Amparo, a partir dela é possível acessar a pedreira por meio da avenida de acesso Miguel José Miguel. Nessa pedreira ocorre a retirada de matações, e os blocos de rocha obtidos a partir dos mesmos serão utilizados para revestimento, produção de calçadas e outros.

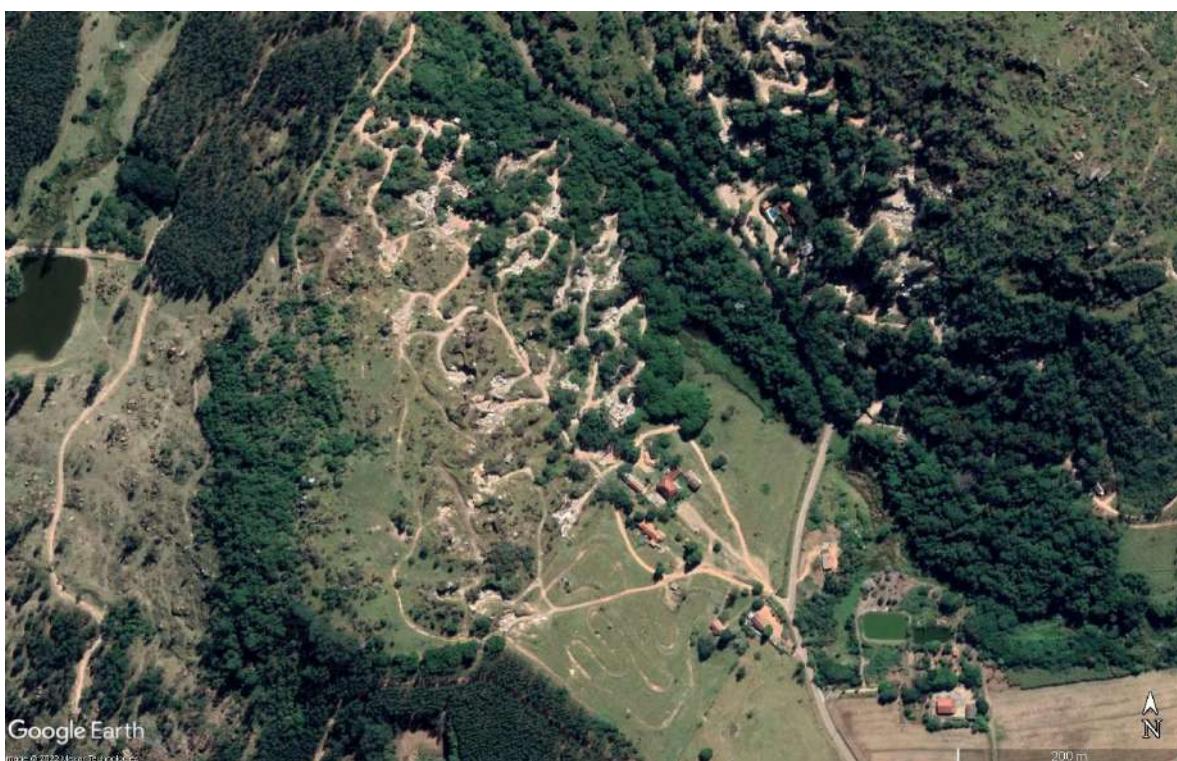


Figura 5.4.1 - Localização da Pedreira Barbieri.

O granito retirado dessa região é fragmentado artesanalmente, havendo um menor uso de maquinários, por profissionais capacitados, que identificam os veios dessas rochas, permitindo assim maior precisão nos cortes realizados nas rochas. Um risco superficial realizado com uma talhadeira é suficiente para direcionar a quebra da rocha, a partir da qual são feitos furos, inicialmente com furadeira, que são reforçados com ponteiros, assim, o limite

do furo é percebido devido ao som que as ferramentas realizam e o granito é cortado ao aplicar-se certa pressão sobre ele. Nesta pedreira, é utilizado problaster ao invés de pólvora para detonar a rocha.

O saprolito de granito encontrado nessa pedreira é popularmente chamado de “pedra mole”, que seria o granito muito intemperizado, mas ainda consolidado. Ele pode ser utilizado para revestimento de paredes e, nesse caso, é vendido como “moledo”.

O ponto 4, observado dentro da Pedreira Barbieri, consiste em um perfil de alteração horizontal de granito, sendo visível a transição entre rocha fresca e regolito.

Esse tipo de perfil de alteração é característico de rochas ígneas, pois, por serem isotrópicas em relação ao meio, acabam formando estruturas arredondadas. Em todo o perfil, o quartzo aparenta estar escuro, devido a não entrada de luz onde ele se encontra. O regolito, por ter alteração horizontal, pode ser separado em sete zonas para observação, sendo que, retirou-se uma amostra de cada zona para a realização de análise de DRX, permitindo a seguinte descrição de cada zona:



Figura 5.4.2 - Perfil de alteração observado com as 7 zonas estudadas destacadas

- 1) Rocha fresca (granito). Todos os minerais estão bem consolidados e, ao bater na rocha com um martelo, ouvimos um som claramente metálico.

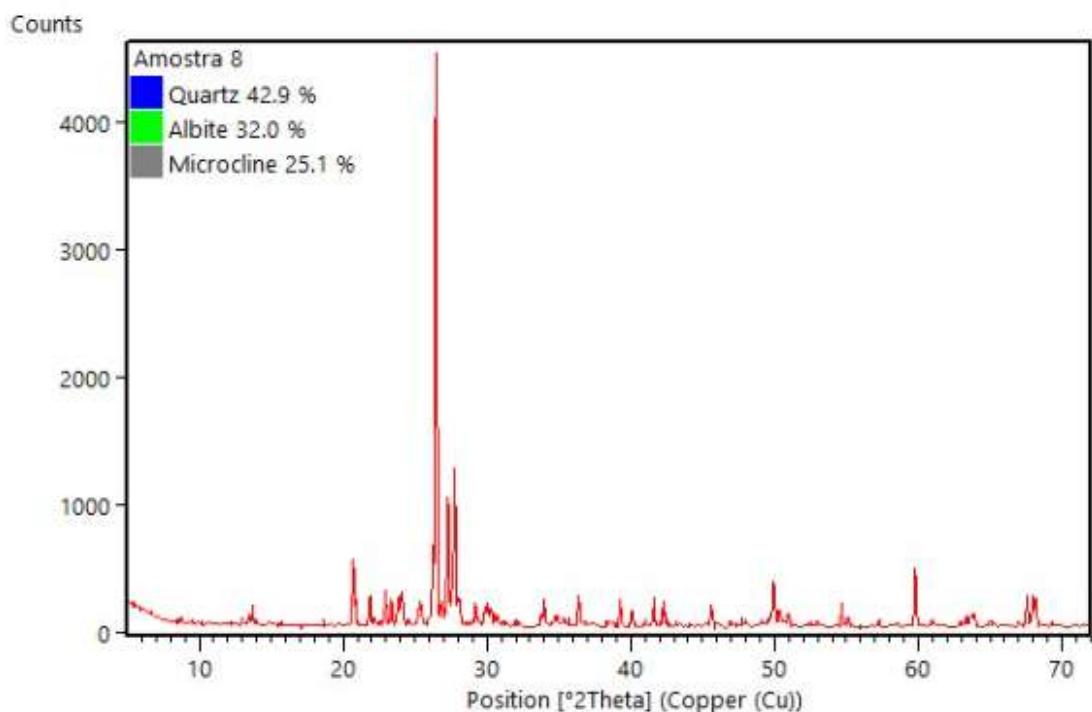


Figura 5.4.3 - Análise de DRX de amostra coletada na zona 1

Pela análise de DRX, pode-se aferir que há, nesse granito, além da presença em significativa proporção de quartzo, uma presença de Feldspatos Alcalinos, aqui representados pela Albite ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) e pelo Microclínio (KAlSi_3O_8), estabelecemos a razão entre os dois feldspatos $\frac{Pl}{Kfs}$ como sendo igual a 1,28 enquanto a razão entre os silicatos $\frac{\text{Quartzo}}{\text{Feldspato}}$ é de 0,751, um valor ligeiramente menos que aquele visto no migmatito da pedreira anterior.

- 2) O intemperismo fica claro aqui. Alguns minerais já perderam sua forma e o som já não é mais tão fortemente metálico como na **Zona 1**.

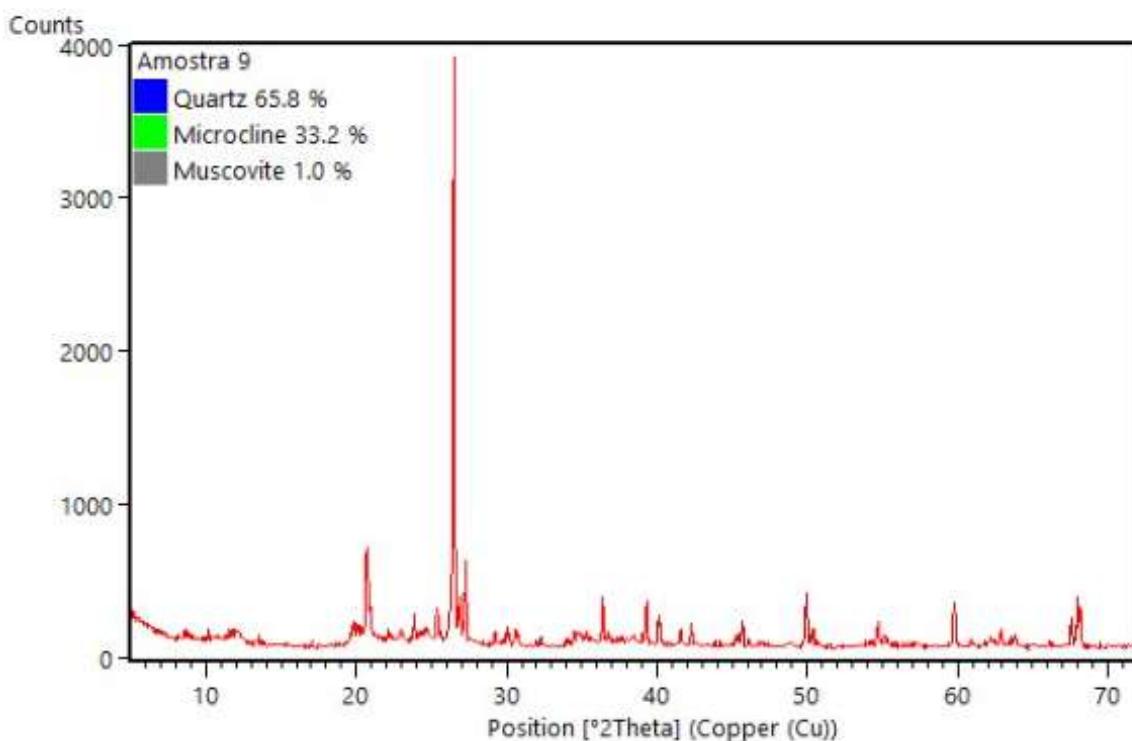
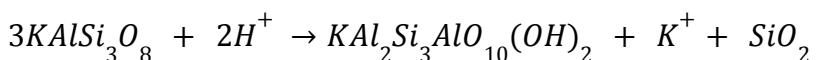


Figura 5.4.4 - Análise de DRX de amostra coletada na zona 2.

Como já observado, nessa zona os efeitos do intemperismo se tornam evidentes, e pela mineralogia, podem ser observados a partir do aumento da proporção de quartzo na amostra e da presença da mica Muscovita ($KAl_2Si_3AlO_{10}(OH)_2$), um resultado das ações do intemperismo químico sobre os feldspatos, essa transformação pode ser vista pela reação:



Vemos então que no processo de intemperismo, o microclínio presente na amostra é transformado em muscovita através de um meio fluído e ácido como a água, liberando um cátion de potássio no meio.

Olhando para as razões de feldspatos e silicatos, vemos que o DRX não identificou qualquer plagioclásio nesta amostra, isso pode ser um indício de que o plagioclásio já tenha sido alterado em algum outro argilomineral, a razão para não vermos este argilominerais na análise pode ser devido aos fenômenos de transporte e remobilização deste tipo de material, a razão de silicatos nos dá o valor 1,98, um valor considerável.

- 3) Ainda é possível observar um pouco do brilho da mica ali presente, também havendo mosquedados avermelhados pelo início de mobilização de ferro (Fe^{2+}).

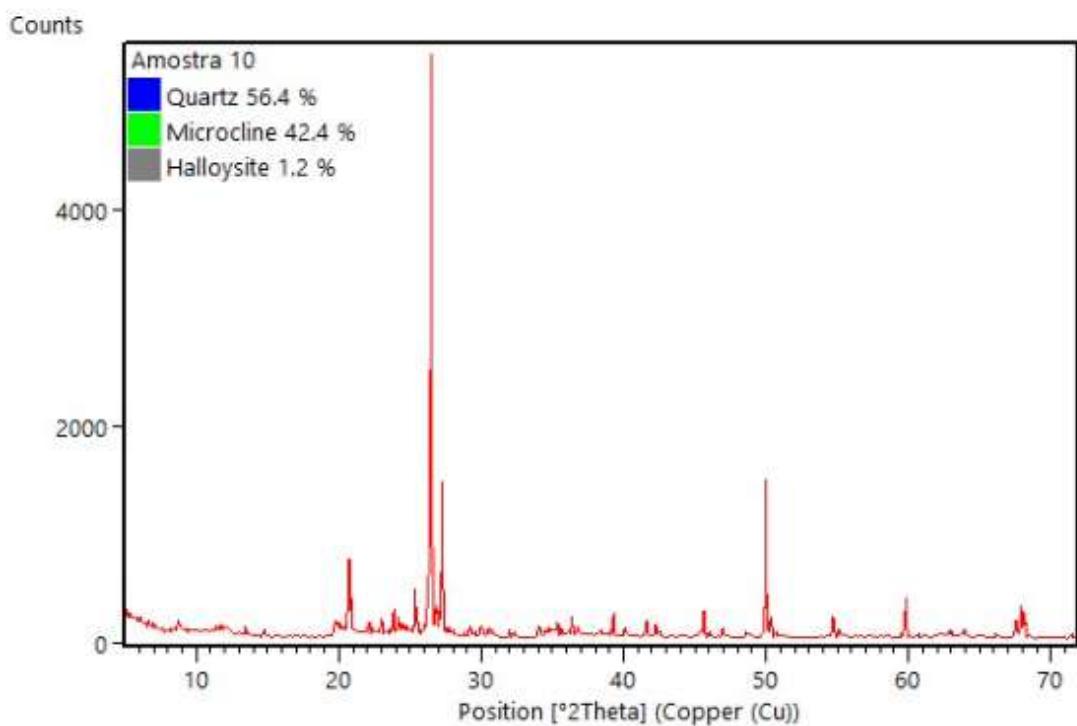
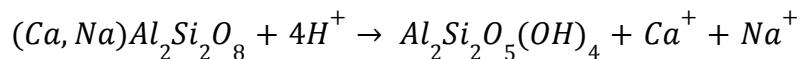


Figura 5.4.5 - Análise de DRX de amostra coletada na zona 3

Na zona 3, ainda há a presença do Quartzo e de feldspatos, no entanto, a presença de Halloysita ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) também nos indica um avanço do intemperismo, visto que a mesma tem sua gênese associada à alterações intempéricas ocorridas em aluminossilicatos, como os feldspatos e a muscovita, como é possível notar na reação a seguir:



A reação exposta descreveu os plagioclásios da reação de forma genérica a fim de mostrar que tanto os membros cálcicos quanto os sódicos geram o mesmo produto porém liberando diferentes cátions no meio aquoso. A amostra continua não identificando qualquer plagioclásio na amostra indicando que ele realmente teria sido completamente consumida, no caso da razão entre silicatos, temos o valor 1,33, uma redução considerável que pode ter vindo tanto pela redução na quantidade de quartzo deste ponto quando pelo aumento na quantidade de K-Feldspato.

- 4) A formação de argila fica mais evidente a partir desse ponto, havendo também maior consolidação da mobilização de Fe^{2+} .

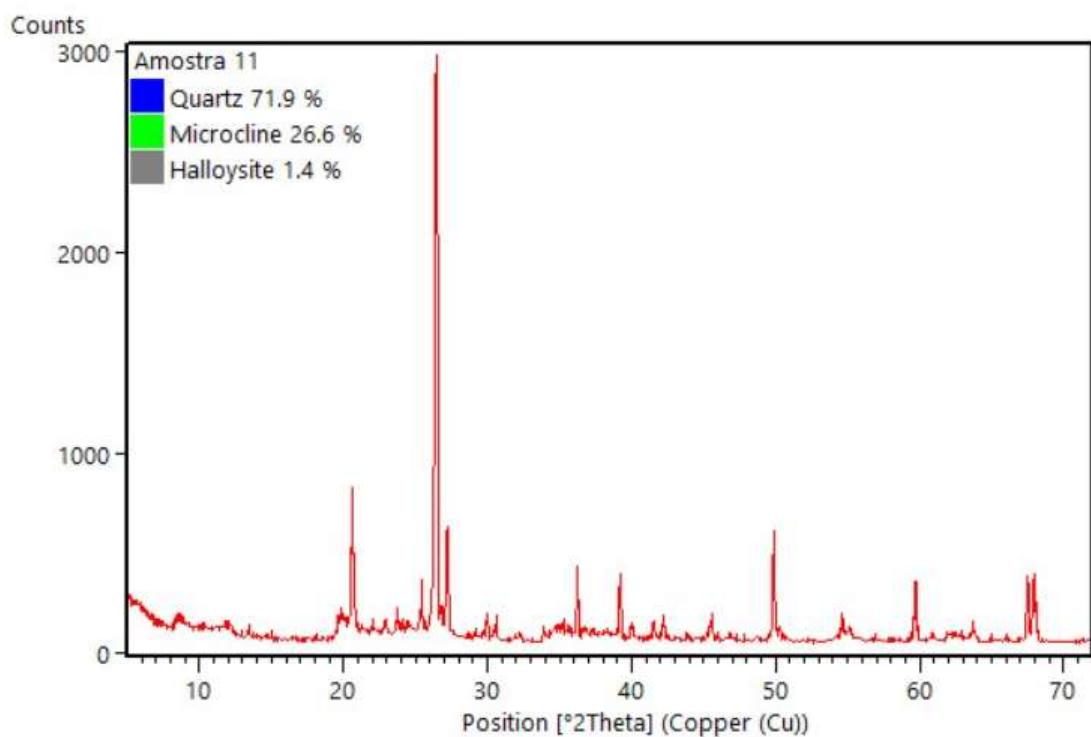


Figura 5.4.6 - Análise de DRX de amostra coletada na zona 4.

Nessa amostra, a composição mineralógica se mantém a mesma, no entanto, o aumento na proporção de quartzo em relação aos outros minerais indica, novamente, um avanço dos processos de intemperismo, visto que o quartzo, por ser um mineral mais resistente a tais processos, mantém-se presente ainda que se intensifique o intemperismo. Conforme a quantidade de Halloysita cresce na amostra, maior é a taxa de consumo do K-feldspato e isso pode ser visto cada vez mais por meio da razão dos silicatos que fornece o valor 2,7

- 5) Aqui temos bastante argila, havendo a presença de clastos rochosos, que podem corresponder a feldspatos e argila.

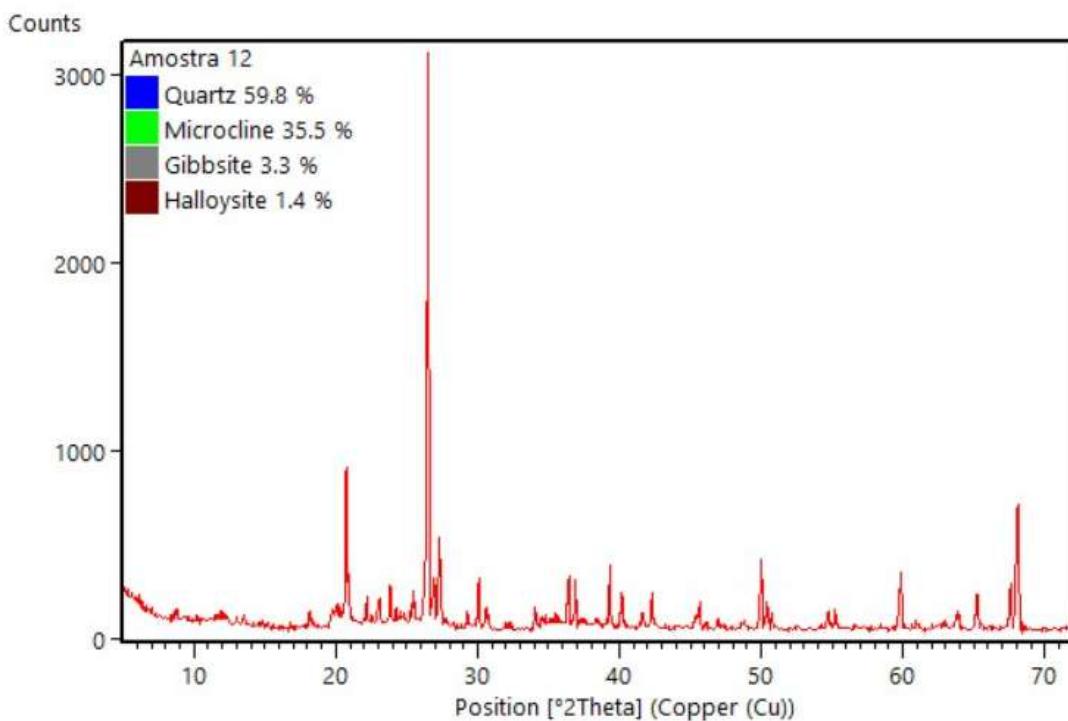
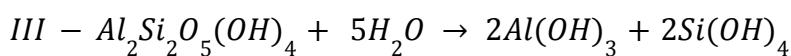
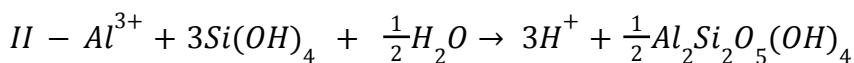
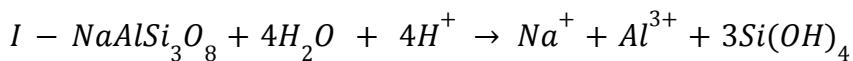


Figura 5.4.7 - Análise de DRX de amostra coletada na zona 5.

Ainda há certa manutenção na composição mineralógica do perfil, havendo como mudança principal a presença de Gibbsita ($Al(OH)_3$), um hidróxido aluminoso, cuja gênese está associada a processos de lixiviação e intenso intemperismo químico sobre rochas que contém proporções significativas de feldspatos, o que condiz com as observações realizadas, o processo de formação da gibbsita não pode ser atingido diretamente pelo feldspato, é necessário que haja outro mineral como intermediário, neste caso ele pode ser a caulinita como as reações abaixo:



A razão entre os silicatos fornece o valor 1,684 indicando outra grande queda que pode ter ocorrido pelo aumento na quantidade de feldspato ou pela menor quantidade de Quartzo na amostra.

- 6) Aqui podemos observar claramente a presença de argila, que é avermelhada. O som realizado ao batermos nessa parte com um martelo é de algo macio.

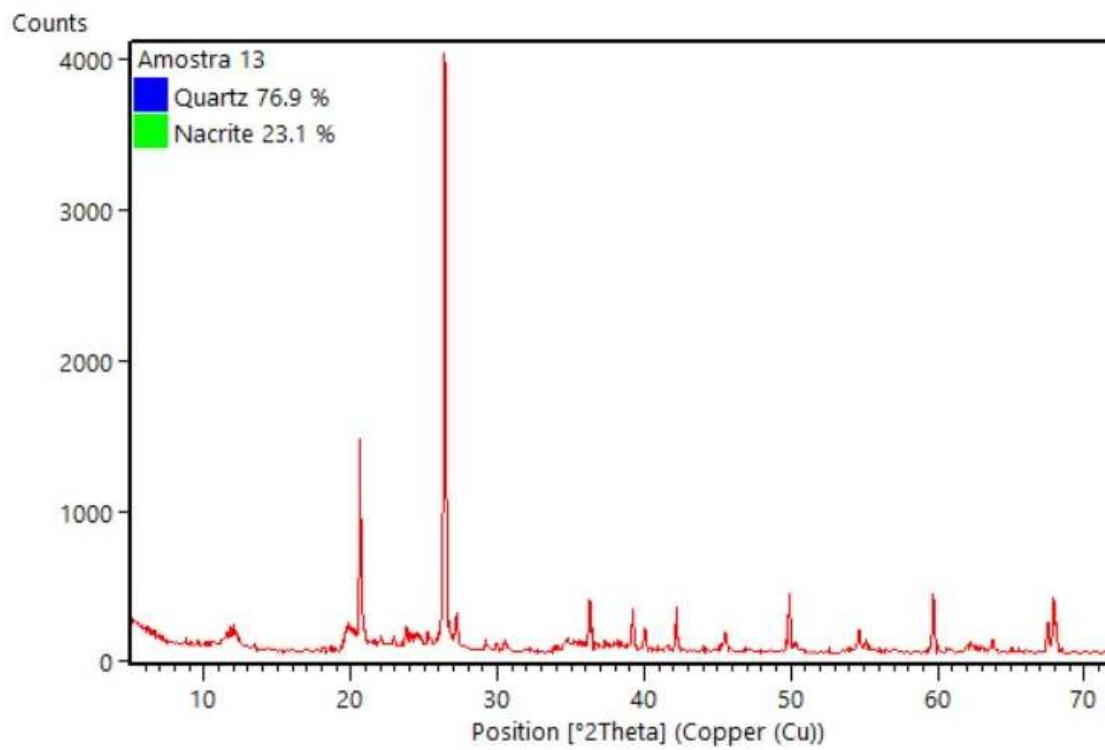


Figura 5.4.8 - Análise de DRX de amostra coletada na zona 6.

Nessa amostra, a grande proporção de quartzo, acompanhada da presença de Nacrita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), um polimorfo da Caulinita, indica que a alteração dos feldspatos segue ocorrendo, pois a mesma se origina a partir desses processos, é possível notar que a nacrita, a caulinita e a halloysita possuem a mesma fórmula estrutural, isso ocorre pois estão no mesmo grupo, a única diferença notável entre os três é o sistema cristalino e a forma em que os octaedros estão dispostos na camada, a halloysita é monoclinica e tem formato tubular enquanto a caulinita e a nacrita são triclinicas e monoclinicas respectivamente com formato de placa.

- 7) Granito plenamente alterado, rocha já transformada em regolito.

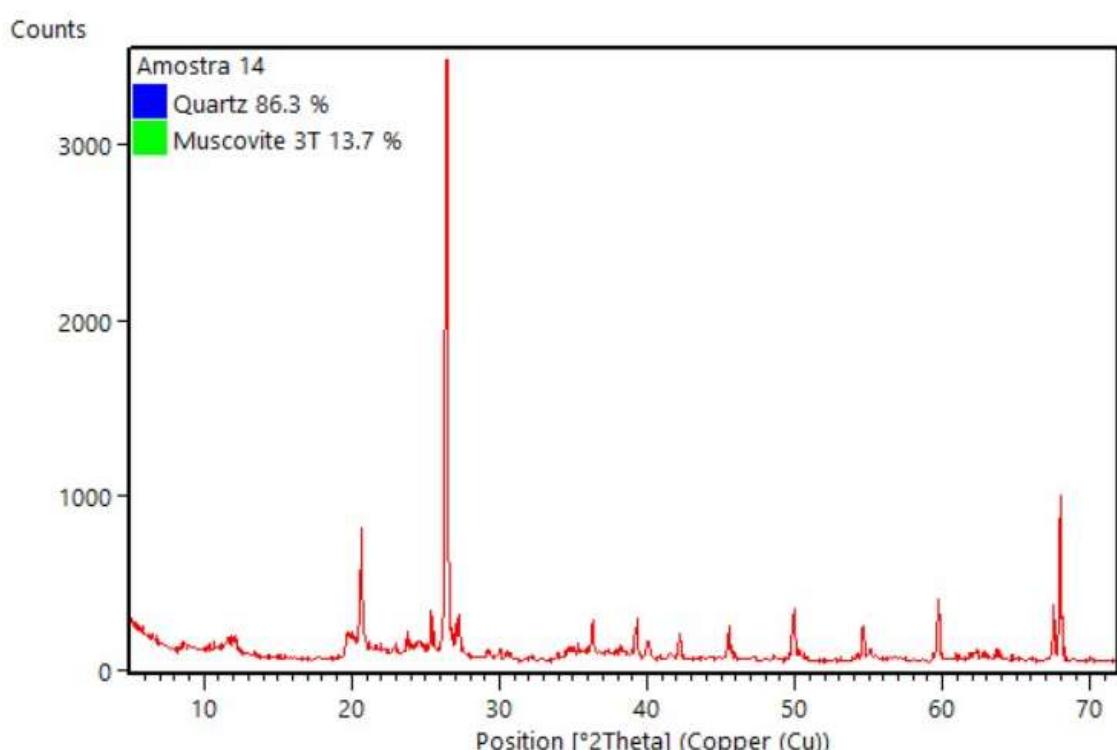


Figura 5.4.9 - Análise de DRX de amostra coletada na zona 7

A análise de DRX dessa amostra apenas confirma as observações realizadas em campo, novamente, a dominância do Quartzo na amostra e a presença de Muscovita 3T (politipo trigonal da muscovita), indicam como o intemperismo químico afetou a rocha analisada.

Em suma, a descrição do Ponto 4 constitui em observar, e a partir de análises mineralógicas mais precisas, constatar que se trata de um perfil de alteração, no qual, graças à intensidade do intemperismo químico, a rocha fresca sofre grandes alterações, e consequentemente, forma um regolito rico em quartzo e com a presença de minerais resultantes de alterações, em especial sobre minerais feldspatos, que existiam em significativa proporção na rocha original.

5.5 - Dia 4 - Quinta-Feira (06/10/2022)

Ponto 5

Local: Pedreira Quibrita, Campinas -SP

Coordenadas: 23K S281511 E746646N

Cota: 625 metros

O **Ponto 5** está localizado na Pedreira Quibrita, na cidade de Campinas-SP, a pedreira pode ser acessada por meio da rodovia Jornalista Francisco Aguirre Proença, SP-101, a rodovia Campinas-Monte Mor que começa em Campinas e termina em Tietê. A litologia da região é formada por basalto, cuja extração é utilizada para a construção civil.



Figura 5.5.1 - Localização da Pedreira Quibrita.

Por conta da mineralogia do basalto, quando este sofre intemperismo químico - por conta da percolação de água - há a alteração para argila. Observamos um perfil de alteração deste basalto, que possui 62 metros horizontalmente, separando-o em 5 subPontos, listados aqui:

- **Ponto 5.1:**

Distância horizontal: 12 metros. Aqui temos a rocha fresca de basalto, que altera para argila nos locais onde existem fraturas. É imaginado que tais fraturas sejam naturais e não por conta de explosivos, já que se esse fosse o caso, as fraturas seriam radiais. Realizamos trinta medidas para descobrirmos a direção de fraturamento preferencial desse afloramento, dadas a seguir:

Direções de fraturamento										
1	N 252°/70°	7	N 338°/89°	13	N 140°/0°	19	N 250°/15°	25	N 209°/82°	
2	N 164°/90°	8	N 304°/75°	14	N 120°/10°	20	N 140°/90°	26	N 240°/62°	
3	N 150°/90°	9	N 150°/40°	15	N 40°/10°	21	N 240°/51°	27	N 159°/89°	
4	N 318°/83°	10	N 229°/89°	16	N 142°/86°	22	N 242°/22°	28	N 40°/55°	
5	N 140°/84°	11	N 100°/15°	17	N 210°/90°	23	N 223°/90°	29	N 153°/89°	
6	N 64°/77°	12	N 140°/25°	18	N 138°/85°	24	N 203°/90°	30	N 244°/54°	

Tabela 1 - Direções de Fraturamento medidas no Ponto 5.1

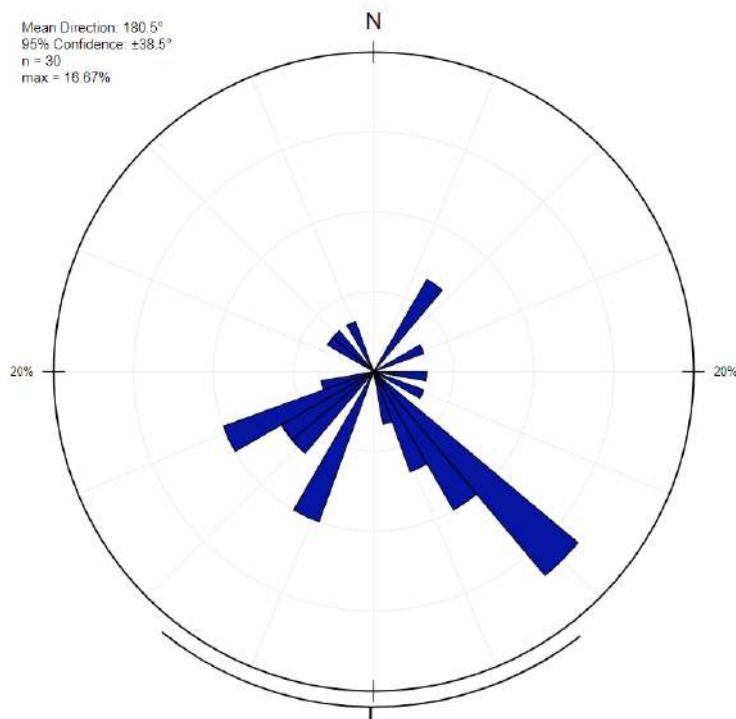


Figura 5.5.2 - Roseta elaborada a partir das medidas de fraturamento coletadas no ponto 5.1

Ainda no ponto 5.1, a presença das fraturas e microfraturas criou planos preferenciais para o intemperismo, isto é, as fraturas criam caminhos que facilitam fatores intempéricos

como a percolação de água, deixando visível a maior alteração da rocha próxima a esses planos preferenciais.

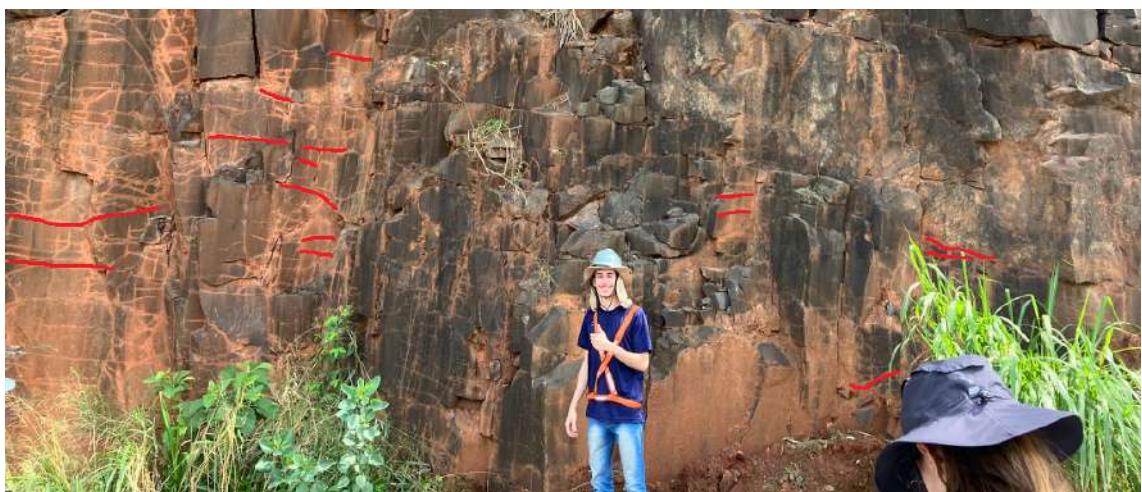


Figura 5.5.3 - Ponto 5.1 com os planos preferenciais de intemperismo destacados em vermelho.

A partir de amostra de basalto fresco coletada, realizou-se análise de DRX para obter mais informações sobre a mineralogia do mesmo:

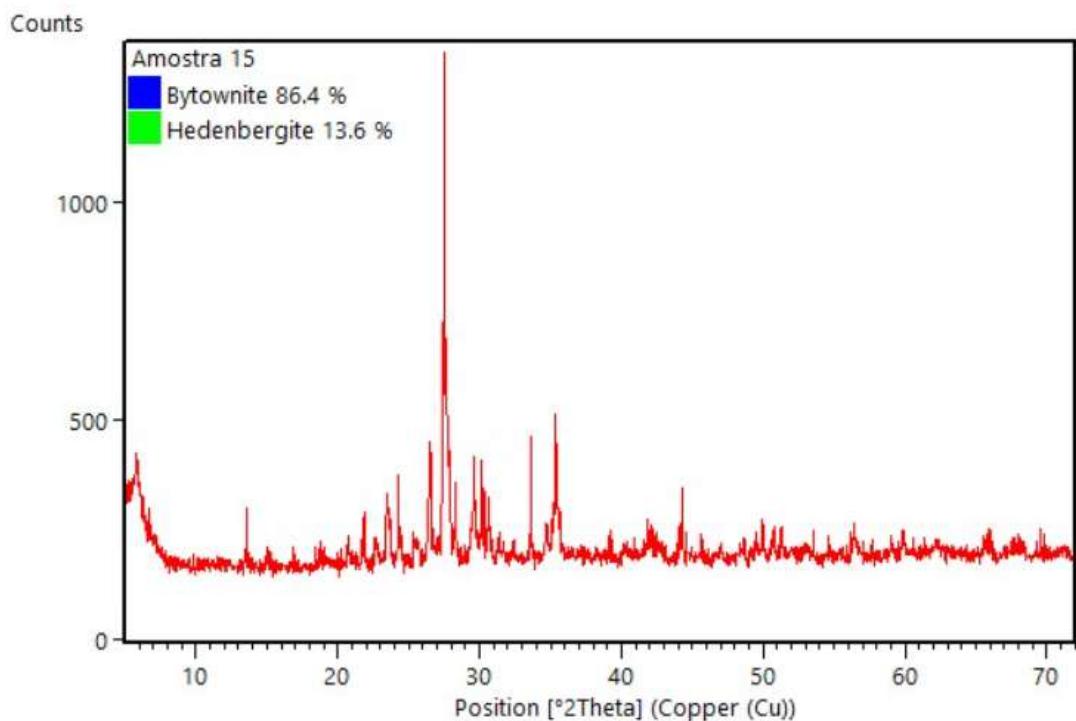


Figura 5.5.4 - Análise de DRX de amostra retirada do ponto 5.1.

A análise DRX indica grande presença de Bytownita ($Ca, Na)(Si, Al)_4O_8$, que faz parte do grupo dos Plagioclásios, e Hedenbergita ($CaFe^{2+}Si_2O_6$), que faz parte do grupo dos

Clinopiroxênios. A presença destes dois minerais serve como indicador claro que a rocha tratada é uma rocha magmática plutônica de natureza básica, a mineralogia principal é constituída de um plagioclásio que atua como um intermediário entre os dois end-members, albita e anortita enquanto a hedenbergita é típica de basaltos e rochas básicas.

- **Ponto 5.2:** Distância horizontal: 9 metros.

No ponto 5.2, a alteração sofrida pela rocha marcava o início da transição rocha-regolito, já era possível observar com clareza os efeitos do intemperismo químico sobre o afloramento.



Figura 5.5.5 - Ponto 5.2, início da transição rocha-regolito destacado em vermelho

Se tratando do basalto alterado, a mineralogia deste também foi estudada a partir de análise de DRX:

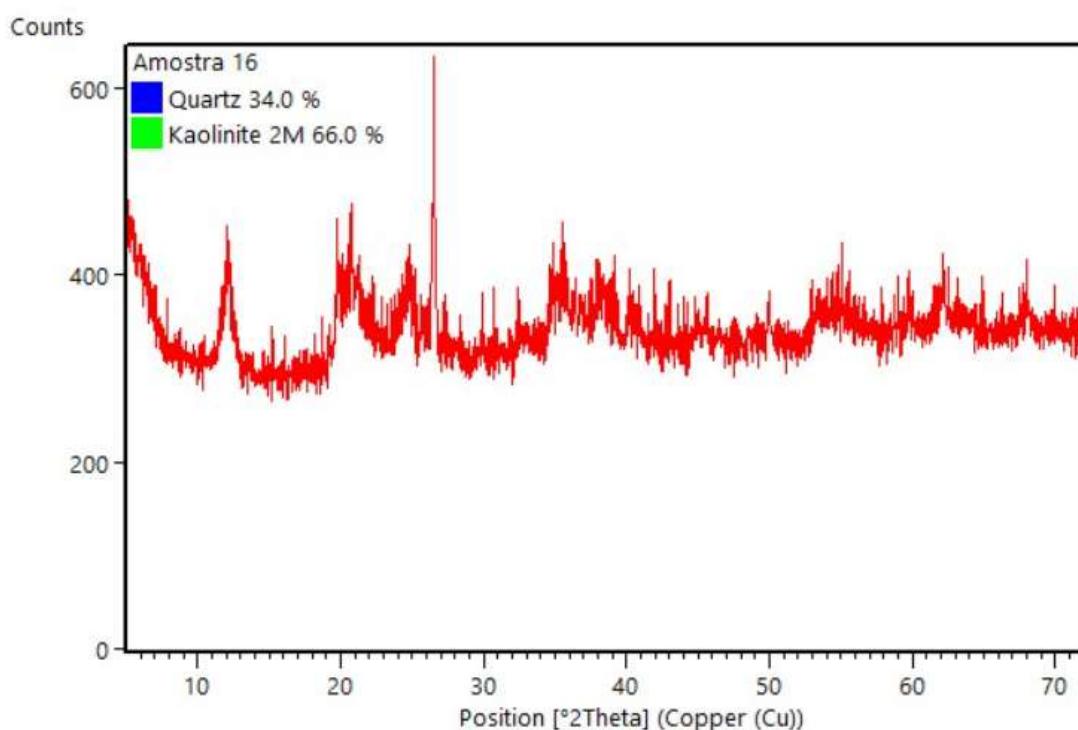


Figura 5.5.6 - Análise de DRX de amostra de basalto alterado

Nessa análise, a presença do Quartzo e da Caulinita 2M ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) são indicadores do processo de intemperismo, o Quartzo em razão de ser mais resistente ao intemperismo tem sua proporção aumentada, enquanto a Caulinita surge como produto da alteração dos silicatos fomentada pelo intemperismo químico.

- **Ponto 5.3:** Distância horizontal: 9 metros.

Na sua parte inferior, é possível ver basalto intemperizado, recoberto por saprolito e um solo com frações amareladas. Não muito inconsolidado. Percebe-se que, gradualmente, o regolito se faz mais presente, diminuindo a presença de rocha fresca, que está sendo alterada



Figura 5.5.7 - Imagem do Ponto 5.3.

- **Ponto 5.4:** Distância horizontal: 18 metros

É mal selecionado, com variações granulométricas de cascalho a argila, formado por colúvios transportados e saprolitos mais soltos, possuindo solo na sua parte superior.



Figura 5.5.8 - Imagem do Ponto 5.4.

A partir dos 39 metros de distância horizontal, possui a presença de musgos, alterando sua composição mineral até o final desse subponto.

- **Ponto 5.5:** Distância horizontal: 14 metros.

Possui uma linha de seixos que pode ser de quartzo ou caulinita, possuindo algumas camadas, variando de cores amarelas e avermelhadas para acinzentadas e roxas. A parte mais baixa possui argila e areia fina, de coloração vermelha e amarela, seguida pela parte do meio, que é composta por argila, areia média e a linha de seixos em questão, além de ter colorações variando entre cinza e roxo. A parte superior é majoritariamente composta por matações.

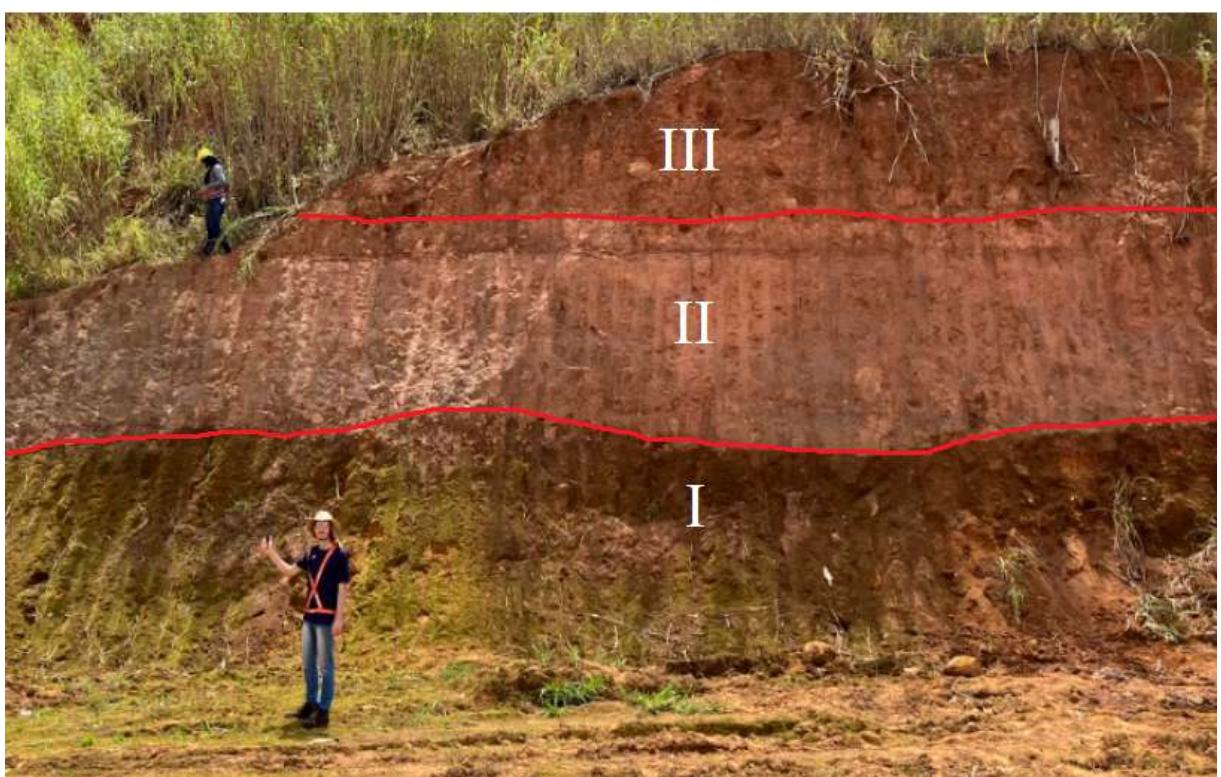


Figura 5.5.9 - Imagem do ponto 5.5, camadas I, II e III destacadas

No ponto 5.5, a fim de obter mais informações sobre as diferentes camadas apresentadas, realizou-se teste de DRX com amostras coletadas em cada camada.

- I. Teste de DRX da base: O teste referente à base é equivalente ao da figura 5.5.6, pois ambos dizem respeito ao basalto alterado.

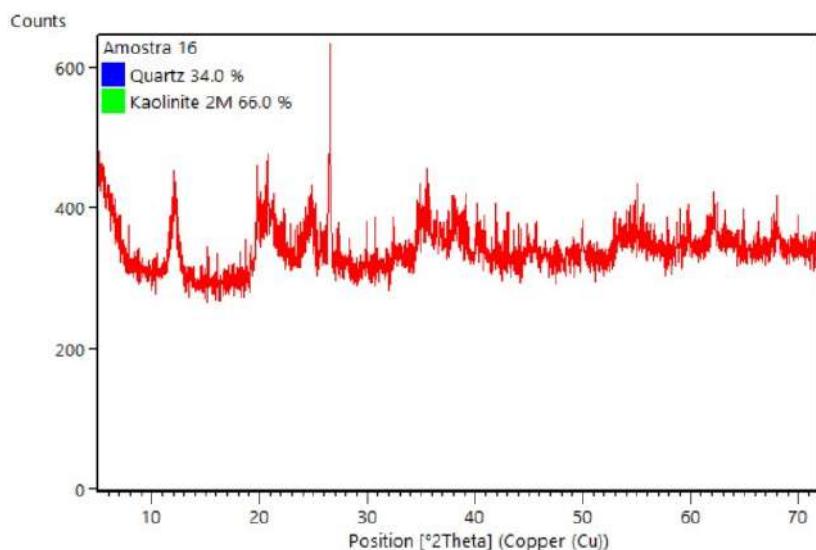


Figura 5.5.10 - Análise de DRX de amostra de basalto alterado (equivalente à figura 5.5.6)

- II. Teste de DRX da camada mais próxima a base: O teste de DRX aponta presença de Quartzo em grande quantidade, além da presença de Caulinita, a qual é produto da alteração de feldspatos e outros silicatos, logo, a análise mostra o avanço dos processos de intemperismo.

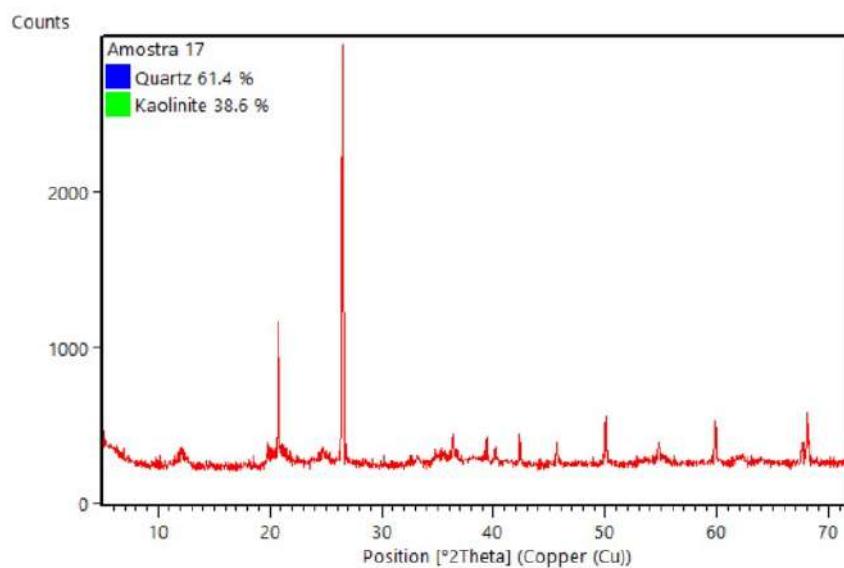


Figura 5.5.11 - Análise de DRX de amostra coletada na camada mais próxima a base

- III. Teste de DRX da camada intermediária: Esse teste é semelhante ao exposto na figura 5.5.11, visto que a Nacrita é um polimorfo da Caulinita, logo, a interpretação se daria de maneira semelhante, ressaltando apenas que a maior proporção de Quartzo indica maior alteração da rocha.

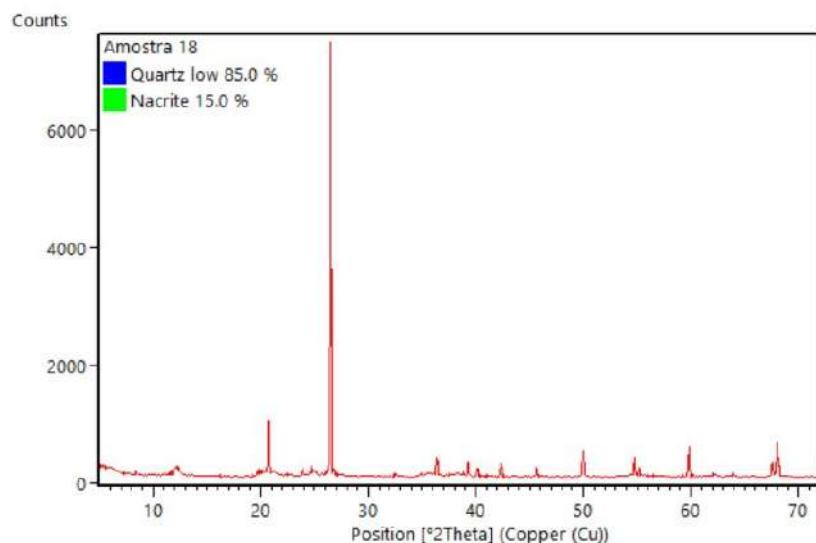


Figura 5.5.12 - Análise de DRX de amostra retirada da camada intermediária

IV. Teste de DRX da camada do topo: Nessa análise, há a presença de Ilmenita ($Fe^{2+}TiO_3$), um óxido frequentemente encontrado como mineral acessório em rochas ígneas, o que explicaria sua presença neste teste. Além disso, também se faz presente a Nordstrandita [$Al(OH)_3$], um polimorfo da Gibbsita, que tem sua gênese associada a processos de intemperismo químico em feldspatos, daí o possível motivo para sua presença nessa amostra.

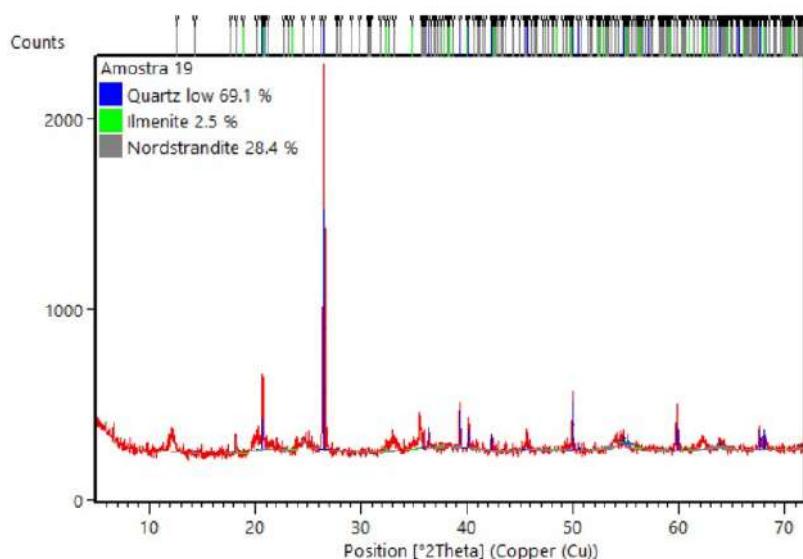


Figura 5.5.13 - Análise de DRX da camada do topo

Também foi coletada, no ponto 5, amostra de porção mais acinzentada que compunha parte do saprolito deste afloramento, da qual realizou-se teste de DRX:

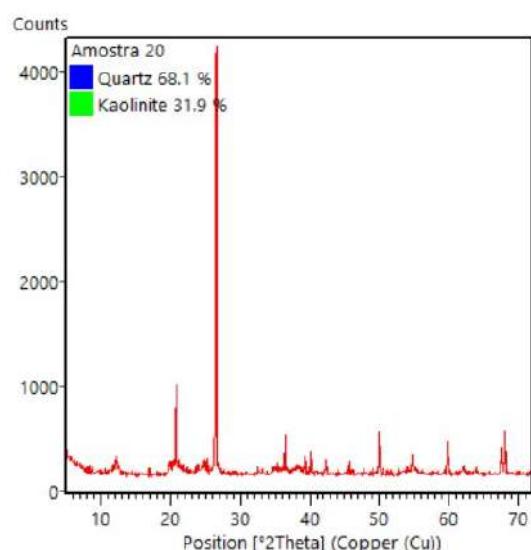


Figura 5.5.14 - Análise de DRX do saprolito do ponto 5

Esse teste solidifica as conclusões de que se trata de uma alteração fruto de intemperismos químicos, visto que a Caulinita tem como principal fator motivador de sua gênese tais processos.

Em suma, entende-se que o ponto 5 consistia também em um perfil de alteração, dessa vez de basalto, uma rocha ígnea, cujos minerais, em especial os feldspatos, foram sujeitos a fortes processos de intemperismo, em especial intemperismo químico.



Figura 5.5.15 - Mosaico elaborado para visualização do perfil completo.

5.6 - Ponto 6

Local: Parque do Chapadão, Campinas - SP

Coordenadas: 23K 283157 E; 7465390

Cota: 650 metros

O local observado no Ponto 6 está localizado no Parque do Chapadão ainda na cidade de Campinas, ele pode ser acessado por meio da Avenida Lix da Cunha e logo em seguida pela Avenida Marechal Rondon, o ponto consiste no contato entre as formações Itararé e Serra Geral, portanto encontram-se, em aspectos litológicos, um basalto e solos avermelhados oriundos deste.



Figura 5.6.1 - Mapa de localização do ponto 6.

Neste ponto, foram medidas, com a utilização de bússolas, a altitude de diversas falhas ao longo de diferentes porções do afloramento, os resultados das medidas foram então organizados em tabelas, a partir das quais foram elaborados diagramas de roseta para a identificação da direção geral das falhas.

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5	Medida 6
Ponto 1	N 144°/25°	N 198°/30°	N 158°/25°	N 102°/77°	N 96°/90°	N 140°/85°
Ponto 2	N 72°/80°	N 65°/90°	N 88°/85°	N 235°/73°	N 280°/10°	—
Ponto 3	N 130°/90°	N 40°/90°	N 260°/90°	N 210°/90°	N 170°/85°	—
Ponto 4	N 211°/89°	N 135°/90°	N 192°/90°	N 225°/90	—	—

Tabela 2 - Medidas Realizadas no Ponto 6

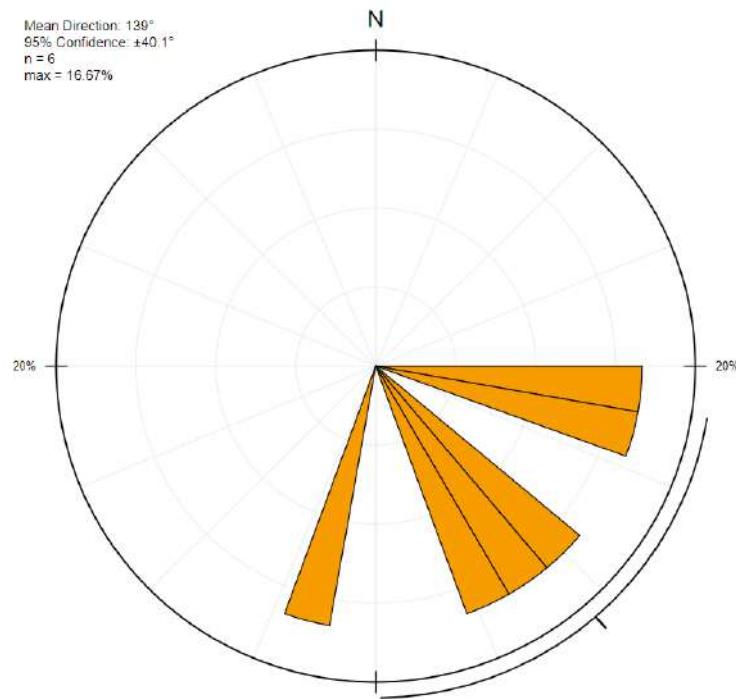


Figura 5.6.2 - Roseta elaborada com dados do Ponto 1

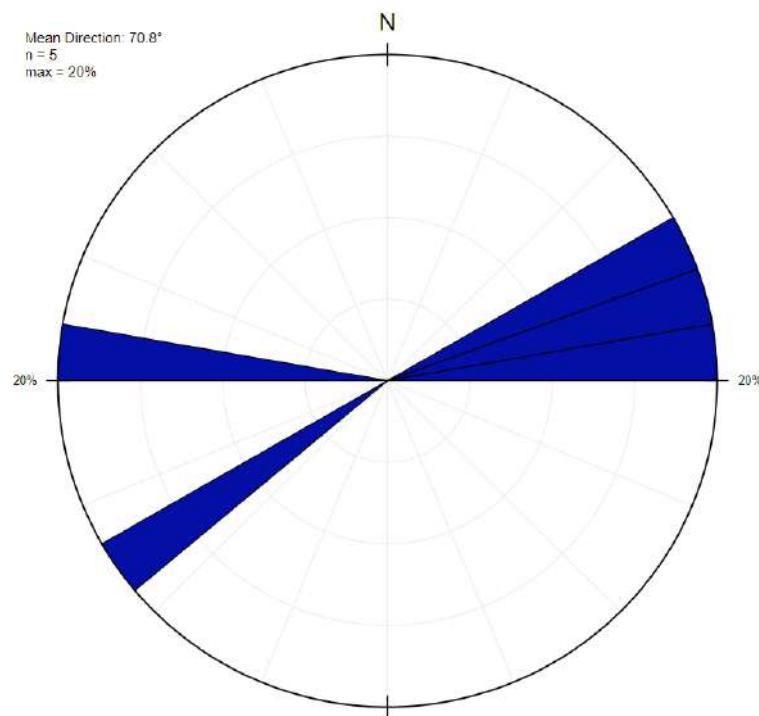


Figura 5.6.3 - Roseta elaborada com dados do ponto 2

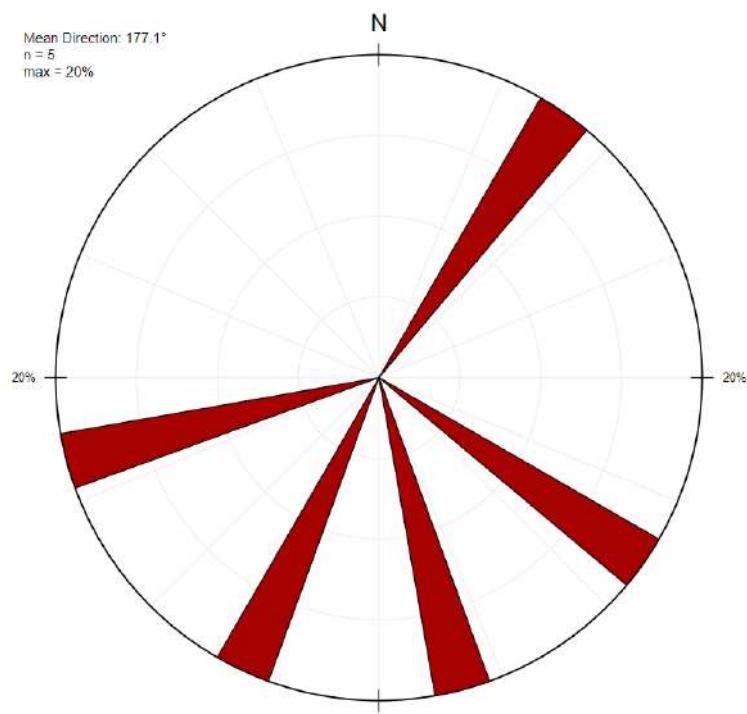


Figura 5.6.4 - Roseta Elaborada com dados do ponto 3

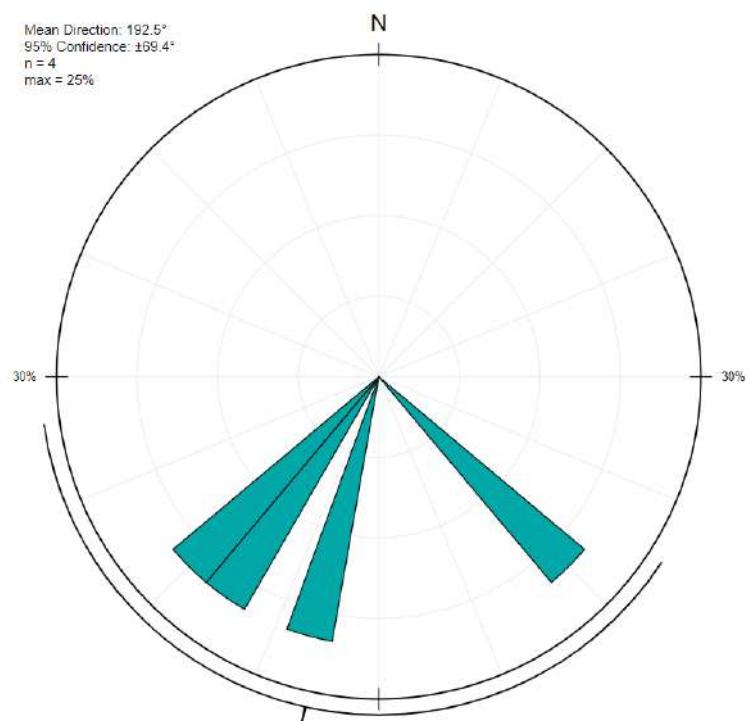


Figura 5.6.5 - Roseta elaborada com dados do ponto 4.



Figura 5.6.7 - Exemplos de planos medidos no afloramento (destacados em vermelho)

5.7 - Dia 5 - Sexta-feira (07/10/2022)

Local: Dibase Mineradora, Hortolândia - SP

A visitação ao local foi cancelada devido ao tempo chuvoso, que tornou o local inviável para as atividades a serem realizadas.

5.8 - Análise integrada dos resultados

Conforme apresentado durante o decorrer do trabalho, o intuito e objetivo realizados durante o trabalho foram pautados em identificar, relacionar e interpretar os processos que ocorreram nas regiões estudadas; para que assim, possamos não só ter um melhor entendimento da paleoevolução ambiental da região; mas também, como isto reflete nas rochas e regolitos analisados.

O primeiro ponto descrito foi na base da cidade de Pedreira, com base na análise feita em campo e laboratório e em associação com a pesquisa desenvolvida sobre a bibliografia presente, vimos que este ponto está inserido dentro do contexto geológico do embasamento pré-cambriano do estado de São Paulo, as rochas encontradas são principalmente metamórficas, plutônicas e vulcânicas, a composição encontrada é principalmente de gnaisses, migmatitos, diabásios, basaltos, gabros e diversos corpos intrusivos e encaixantes como diques e sills. A geologia do ponto estudado corresponde a um campo onde ocorreram processos de metamorfismo regional de médio a alto grau, estes processos ocorreram em um contexto de alta temperatura e média pressão levando a formação de rochas metamórficas em fácies granulito e que posteriormente poderiam ter sido retrometamorfizadas para fácies anfibolito e xisto verde, a mineralogia destas rochas em seu estado mais fresco só poderia ser confirmada verdadeiramente por meio de um estudo geoquímico e petrográfico com uso de lâmina microscópica. O primeiro corpo encontrado se tratava de um gnaisse extremamente intemperizado cujo regolito apresentava diversas intrusões de veios de quartzo e veios graníticos, como também se encontrava muito inconsolidado devido a percolação de água nas fraturas e ao intemperismo. Foi possível observar que as porções minerais deste gnaisse estavam possivelmente segregadas, o melanossoma e o neossoma aflorando em campo, o neossoma encontrado apresentava 3 minerais identificados, Quartz, Albite e Microclínio, não é possível identificar o protólito desta rocha sem uma análise petrográfica e petrológica do neossoma encontrado e do paleossoma que indicaria a mineralogia máfica da rocha. O segundo corpo encontrado foi determinado como sendo um actinolita-xisto, ou seja uma rocha metamórfica de baixo a médio grau de fácies anfibolito, apenas uma análise em lâmina poderia confirmar entretanto, seria possível estimar que o protólito desta rocha poderia ser composto por piroxênios que no momento do retrometamorfismo de fácies granulito para fácies anfibolito teriam sido transformados em actinolita.

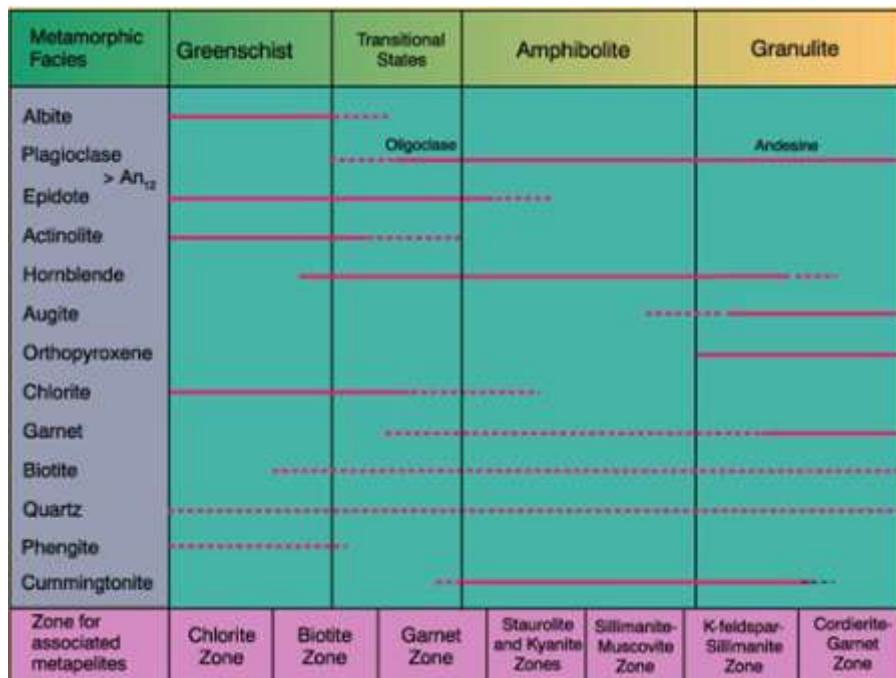


Figura 5.8.1 - Grade Metamórfica para rochas básicas

Conseguimos ver por meio da grade acima que a Actinolita deixa seu estado de estabilidade ao atingir fácie anfibolito e é logo substituída pela Hornblenda que permanece estável até a fácie Granulito, isso ocorre pois durante a transição de fácie Xisto Verde para Anfibolito, diversos minerais aluminosos como a Clorita, a Fengita e alguns Feldspatos se tornam instáveis, neste momento, o alumínio presente em suas estruturas precisa ser comportado em algum outro mineral, então a Hornblenda é formado de forma preferencial pois comporta mais alumínio em sua estrutura cristalina. Vemos então que a presença de Actinolita em uma rocha metamórfica pode indicar duas coisas, que a actinolita foi formada por meio do metamorfismo progressivo das fácies Sub-Xisto Verde até a fácie Xisto Verde ou que ela foi formada por metamorfismo regressivo a partir da Uralitização dos Piroxênios em um Granulito.

Portanto, considerando-se as informações levantadas no pré-campo, podemos ver que a região estudada está inserida dentro de um contexto muito mais próximo do embasamento pré-cambriano do estado de São Paulo, as unidades encontradas possuem pelo menos 2100 Ma sendo paleoproterozóicas em origem, porém suas idades de metamorfismo podem ser neoproterozóicas e atingir pelo menos 600 Ma, a presença de corpos intrusivos na rocha podem estar associadas a outras formações como o corpo plutônico da suíte Morungaba que também foi visitada nesta atividade, esta suíte se distribui pela zona de cisalhamento Campinas-Pedreira formando uma faixa que delimita o domínio Jundiaí de idade

Neoproterozóica e o domínio Amparo de idade arqueano-paleoproterozóica, esperamos que as medidas tiradas com a bússola sigam as direções de estiramento dos minerais impostas pela zona de cisalhamento

No dia 06 de outubro, analisamos o trabalho desenvolvido na Pedreira Barbieri, uma zona contendo perfis de alteração de um granito; assim, após ter sofrido elevado grau de intemperismo, uma zona de alteração de saprolito para regolito foi evidenciada e, com a análise de DRX, pudemos confirmar sua litologia, ao longo da descrição, reunimos diversos valores para a razão entre os silicatos presentes, podemos agrupar todos estes pontos em um gráfico como tal



Figura 5.8.2 - Gráfico relacionando as zonas de Alteração com a razão entre Quartzo e os Feldspatos

Olhando para as zonas de Alteração, vemos que a razão entre Quartzo e Feldspato gradativamente aumenta, indicando que o primeiro movimento no processo de intemperismo veio por meio do consumo do feldspato, com uma diminuição na quantidade de feldspatos, o quartzo iria representar uma porção maior da mineralogia da rocha, a partir da zona B, todo o plagioclásio na rocha é consumido e alterado em algum tipo de argilomineral, desta forma, o K-feldspato passa a ter uma porcentagem maior na composição levando a uma queda na razão, conforme um dos produtos de alteração dos feldspatos, a Halloysita começa a ser formada, a razão começa a aumentar novamente com uma diminuição na quantidade de

K-Feldspato até cair novamente na zona D, esta queda pode ter ocorrido por algum fenômeno de mobilização de uma camada de saprolito de uma zona para a outra, uma camada contendo mais K-Feldspato pode ter sido mobilizada até se misturar com esta, levando a um acréscimo na quantidade de K-Feldspato na rocha. Outro aspecto que corrobora esta hipótese é que nas demais zonas que não foram descritas neste gráfico, o K-Feldspato está ausente, indicando que conforme o front de intemperismo foi percorrendo o paredão, o K-Feldspato natural do granito foi completamente consumido e o único que sobrou teria que ter vindo de outra porção da vertente.

Olhando para a porcentagem dos minerais félscicos na rocha fresca, podemos retornar nossa análise para o diagrama QAPF mostrado no pré-campo e relacionar o granito encontrado lá e assim conseguir denominar esta rocha com base em sua composição. Para a rocha fresca temos que a porcentagem em massa de Quartzo foi de 42.9%, a de Albita foi de 32% enquanto a de Microclinio foi de 25.1%. Pela composição de quartzo na rocha, vemos que ela precisaria estar dentro da faixa entre 20% e 60% onde ficam os tonalitos, granodioritos, monzogranitos e sienogranitos, a quantidade de plagioclásio na rocha é de 32% colocando este granito na escala dos sienogranitos, talvez atingindo os monzogranitos em algum ponto.

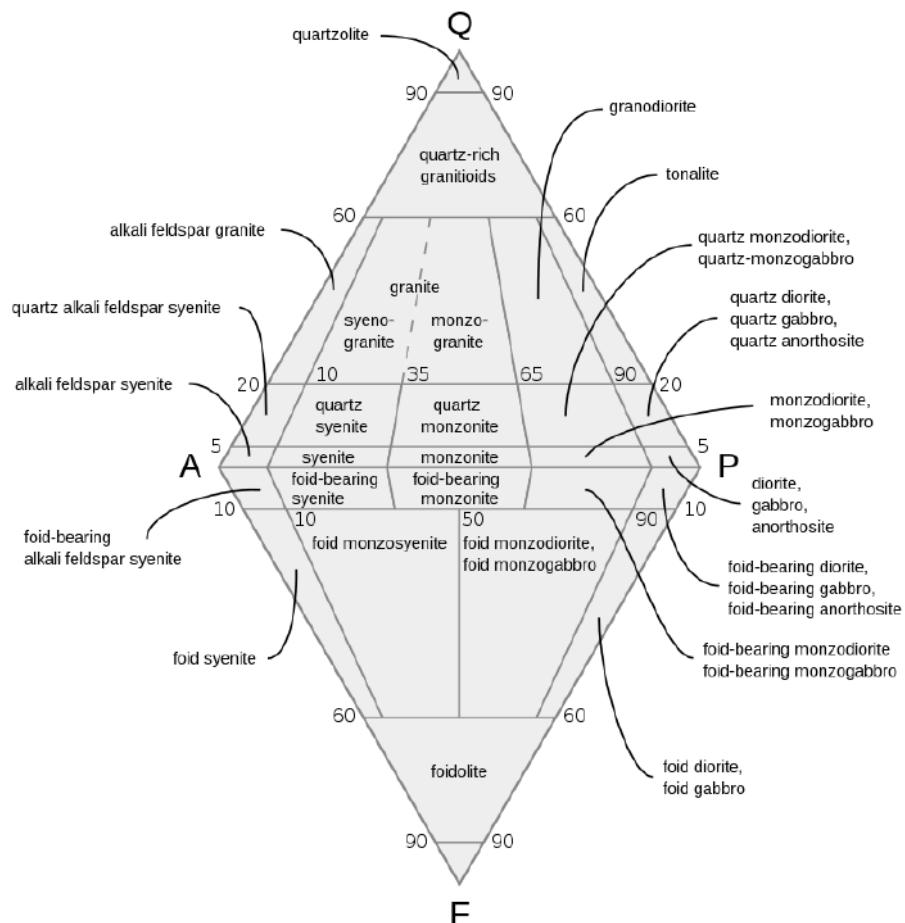


Figura 5.8.3 - Diagrama QAPF para rochas plutônicas

Sienogramitos são rochas ígneas de granulometria grossa compostas principalmente de Quartzo, K-Feldspato e Plagioclásio de forma que a quantidade de Plagioclásio seja maior que de Kfs, esta rocha é caracterizada pelo aparecimento de biotita ao invés de Hornblenda e a presença de Muscovita e Rutilo como minerais acessórios.

No dia 07 de outubro, estudamos a Pedreira Quibrita e nela observamos a estrutura de um processo de alteração mais intenso: um basalto extremamente fraturado e intemperizado, por conta disso, grande parte da mineralogia associada ao regolito está relacionada com as argilas resultantes dos processos vivenciados pela rocha magmática plutônica básica. Segundo as pesquisas realizadas durante o pré-campo, a região estudada se encontra no contexto de contato entre a Formação Serra Geral com o Grupo Itararé. Apesar de neste afloramento encontrarmos tanto zonas de alteração *in situ* quanto transportadas, a identificação de ambas se deu de maneira clara e precisa pois sempre levávamos em consideração o grau de alteração e a disposição das estruturas no afloramento.

Este contato é melhor visto e analisado durante a visita ao ponto 6, no Chapadão de Campinas; no qual, foi possível observar solos avermelhados oriundos do afloramento do basalto da Formação Itararé, foi neste afloramento onde também conseguimos obter diversas medidas com a bússola, quando analisamos os diagramas gerados, vemos que a direção majoritária obtida para as medidas foi de S e SE, formando um movimento quase oposto a aquele desenvolvido pela zona de cisalhamento de Campinas.

Dessa forma, tendo em vista este panorama do que foi discutido e concluído durante a realização do trabalho, podemos inferir que os regolitos estudados possuem suas origens em rochas tanto ígneas quanto metamórficas. Apesar da variação na composição mineralógica de cada um e seus diferentes estados de intemperismo, foi possível enfatizar através de seu estudo detalhado, que em praticamente todas as pedreiras estudadas, foram encontrados fraturas que acabavam por se tornarem zonas preferenciais de percolação de água; podemos inferir então que essa recorrência se deve por conta da geologia da região estudada.

6. CONCLUSÃO

O principal foco dos trabalhos de campo realizados na disciplina GN 304 envolveu um contato inicial dos alunos com esse tipo de atividade, a qual é extremamente importante e se repetirá inúmeras vezes no decorrer da graduação.

Da mesma forma, os estudos desenvolvidos em cada um dos pontos visitados permitiram observar na prática alguns conceitos abordados durante as aulas teóricas, especialmente relacionados aos saprolitos e regolitos. Foram feitas análises no local em uma tentativa de determinar sua origem, *in situ* ou transportada, assim como o uso posterior de laboratórios para confirmar ou não essas observações.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] NASA. Earth Data Search, c2000. Aster Global Model Digital Elevation NetCDF V003 Disponível em:
<https://search.earthdata.nasa.gov/search?q=C1575731655-LPDAAC_ECS>. Acesso em: 3 de dez. de 2022.
- [2] IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, c2022. Downloads. Disponível em:
<<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 3 de dez. de 2022.
- [3] SGB: Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Dados, informações e produtos do Serviço Geológico do Brasil, 2022. Disponível em:
<<https://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>>. Acesso em: 3 de dez. de 2022.
- ADDISON, John. VERMICULITE IS NOT ASBESTOS. Addison-Lynch, Edinburgh, February 1994. Disponível na internet
em <<https://www.vermiculite.org/wp-content/uploads/2014/10/Vermiculite-is-not-asbestos.pdf>>. Acesso em 03 de dez de 2022.
- BAULUZ, Blanca. (2015). HALLOYSITE AND KAOLINITE: TWO CLAY MINERALS WITH GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL IMPORTANCE. Revista de la Real Academia de Ciencias. Zaragoza.. 70. 1-33.
- BITAR, Omar, et. al. Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massas e inundações, Município de Hortolândia, SP. São Paulo, 2018. Disponível em:
<https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/21263/mapa_hortolandia_sp_suscet.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26 de Setembro de 2022.
- CAMARGO, Livia. MINERALOGIA DA ARGILA E ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM ARGISSOLO EM CURVATURAS DE RELEVO.
<<https://www.fcav.unesp.br/Home/download/pgtrabs/pv/m/3734.pdf>> Acesso em: 01 de outubro de 2022
- ESS 312 Geochemistry | Water-rock reactions. Constructing a phase diagram for feldspar weathering. Disponível na internet em
<http://faculty.washington.edu/stn/ess_312/notes/ESS_312_Fsp_weathering.pdf>. Acesso em 02 de dez de 2022.
- FDTE. Relatório de avaliação ambiental preliminar. Hortolândia, SP, 2019. Disponível em:
<<http://transparencia.hortolandia.sp.gov.br/upload/llicitacao/arquivos/5d3849d72b0b057099699.pdf>>. Acesso em: 26 de Setembro de 2022.

MILANI, E. J. (2004). Comentários sobre a origem e evolução tectônica da Bacia do Paraná. Mantesso-Neto, V. Bartorelli, A. Carneiro, CDR, 265-291.

MORUNGABA PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO E PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Volume I, 2016. Disponível em:

<https://ecrie.com.br/sistema/conteudos/arquivo/a_73_1_2_21062022155319.pdf>. Acesso em: 29 de setembro de 2022.

NELSON, A. Stephen. Weathering & Clay Minerals. Tulane University, EENS 2110, Mineralogy. 18 Nov 2014. Disponível na internet em <<https://www2.tulane.edu/~sanelson/eens211/weathering&clayminerals.htm>>. Acesso em: 02 de dez de 2022.

PONTE, Maxwell Luiz; CAMARGO, Renan Pinton; PIRANHA, Joseli Maria. DIVERSIDADE GEOLÓGICA, BIOLÓGICA E CULTURAL NO TERRITÓRIO DO CIRCUITO DAS ÁGUAS PAULISTAS: caracterização e resultados preliminares. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2020/TRABALHO_EV138_MD1_SA26_ID993_23112020084724.pdf>. Acesso em: 30 de setembro de 2022.

R.R. Anand, R.J. Gilkes, Weathering of hornblende, plagioclase and chlorite in meta-dolerite, Australia, Geoderma, Volume 34, Issues 3–4, 1984, Pages 261-280, ISSN 0016-7061, Disponível na internet em 02 de Dezembro de 2022. Disponível em <[https://doi.org/10.1016/0016-7061\(84\)90043-0](https://doi.org/10.1016/0016-7061(84)90043-0)>

RAJ, John. (1993). Clay Minerals in the Weathering Profile of a Quartz-Muscovite Schist in the Seremban Area, Negeri Sembilan. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science. 16. 129-136.

RICE, T. J et al. Chemical, Morphological, and Mineralogical Characteristics and Transformations.SOIL SCI. SOC. AM. J., VOL. 49, 1985. Disponível na internet em <<https://core.ac.uk/download/pdf/77510547.pdf>>. Acesso em: 02 de dez. de 2022.

ROBERTSON, I.D.M., Eggleton, R.A. Weathering of Granitic Muscovite to Kaolinite and Halloysite and of Plagioclase-Derived Kaolinite to Halloysite. Clays Clay Miner. 39, 113–126 (1991). <https://doi.org/10.1346/CCMN.1991.0390201>

SALGADO-CAMPOS, V. M. J. et al. Mineralogical characterization of clay mineral assemblages from Rio de Janeiro pegmatites to identify kaolinite and/or halloysite deposits. Cerâmica [online]. Epub, 30 de out. de 2020, v. 66, n. 380, pp. 483-495. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0366-69132020663802928>>.. ISSN 1678-4553. Acesso em: 3 de dez. de 2022.

SÃO PAULO (Estado). Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. Escala 1: 25: 000. 2017.

SCHOBENHAUS, C. BRASILIANO. Disponível em:
<<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/brasiliano.htm>>. Acesso em: 29 de setembro de 2022

SOUZA FILHO, Edvard Elias de. Mapeamento faciológico do Subgrupo Itararé na quadrícula de Campinas (SP). 1986. Dissertação (Mestrado em Paleontologia e Estratigrafia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986. Disponível em:
<doi:10.11606/D.44.1986.tde-10082015-091137>. Acesso em: 2022-09-30.
USGS. U. S. Geological Survey, [s.c.]. KAOLINITE GROUP. Disponível em:
<<https://pubs.usgs.gov/of/2001/of01-041/htmldocs/clays/kaogr.htm>>. Acesso em: 3 de dez. de 2022.

WERNICK, Eberhard. A GEOLOGIA DO MACIÇO GRANÍTICO DE MORUNGABA, LESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. São Carlos, 2021. Disponível em:
<<http://repositorio.eesc.usp.br/bitstream/handle/RIEESC/7657/A%20geologia%20do%20mac%C3%A7o%20gran%C3%ADtico%20de%20Morungaba%2C%20leste%20do%20estado%20de%20S%C3%A3o%20Paulo.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 29 de setembro de 2022.

WILSON, M. J. Weathering of the primary rock-forming minerals: processes, products and rates. Clay Minerals(2004) 39, 233–266. The Macaulay Institute, Craigiebuckler, Aberdeen. Disponível na internet em
<https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/5A8715FD71CA51CA3617D2C4386A3530/S0009855800001965a.pdf/weathering_of_the_primary_rockforming_minerals_processes_products_and_rates.pdf>. Acesso em: 02 de dez de 2022.

Mantesso-Neto, V. Bartorelli, A. Carneiro, CDR, 265-291. Geologia e recursos minerais do estado de São Paulo.