



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
UNIDADE ARAXÁ**

ALEXANDRE DE OLIVEIRA BOLINA E SOUSA

**MINERAIS PESADOS NOS ALUVIÕES DO RIO ARAGUARI, NA REGIÃO
DE DESEMBOQUE, MINAS GERAIS**

ARAXÁ-MG

2022

ALEXANDRE DE OLIVEIRA BOLINA E SOUSA

**MINERAIS PESADOS NOS ALUVIÕES DO RIO ARAGUARI, NA
REGIÃO DE DESEMBOQUE, MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Federal de
Educação Tecnológica de Minas Gerais
- Unidade Araxá, como requisito parcial
para obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Minas.

Orientador(a): Dr. Maurício Antônio
Carneiro


ARAXÁ-MG

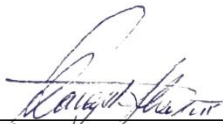
2022

**MINERAIS PESADOS NOS ALUVIÕES DO RIO ARAGUARI, NA
REGIÃO DE DESEMBOQUE, MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Federal de
Educação Tecnológica de Minas Gerais
- Unidade Araxá, como requisito parcial
para obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Minas.

Data de Defesa: Araxá, 09 de dezembro de 2022.

Presidente e Orientador(a):  Prof. Dr. Maurício Antônio Carneiro – Geólogo.
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

Membro Titular:  Prof. Dr. Adilson Rangel Alves – Eng. Agrimensor.
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

Documento assinado digitalmente



SILVANIA ALVES BRAGA DE CASTRO

Data: 22/12/2022 15:21:08-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Membro Titular: Prof. MSc. Silvania Alves Braga de Castro – Eng. Geóloga.
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - Unidade Araxá

AGRADECIMENTOS

A Deus agradeço por guiar sempre meus passos nos momentos de dificuldade enfrentados neste meu percurso pela faculdade e principalmente, pela vida. Agradeço a Deus todas as minhas conquistas e vitórias.

Quero agradecer aos meus pais, que possibilitaram que eu chegasse até aqui, me apoiando nos momentos difíceis e me aconselhando sempre que precisei.

Gostaria de deixar meus sinceros agradecimentos ao Professor Doutor Maurício Antônio Carneiro por sua contribuição a este trabalho com sua experiência profissional, incentivo, orientação e confiança depositada.

Por fim, tenho de agradecer a mim mesmo. Obrigado por passar tantas noites em claro, por trabalhar arduamente por seus pais, por ter fé e esperança em uma vida melhor. Obrigado por virar a página, se cuidar e procurar apoio, por de toda forma se empenhar na construção deste TCC.

RESUMO

Os cursos fluviais possibilitam o transporte e a deposição de sedimentos em áreas de baixa energia denominadas de barras de pontal ou depósitos aluvionares. Nessas regiões, em que sedimentos grosseiros se acumulam, também são encontrados os minerais pesados de aluvião. Quando o depósito aluvionar contém substâncias de uso econômico, é dito que está mineralizado. Assim, os depósitos aluvionares mineralizados são aqueles que possuem certos minerais de elevada densidade e dureza. Esse material é oriundo do processo erosivo das diferentes rochas matriz, localizadas na bacia hidrográfica do principal curso fluvial. O estudo dos minerais pesados de aluvião é uma das mais antigas técnicas de prospecção mineral usadas no mundo. Dependendo do tipo de mineral encontrado, a sua presença no aluvião, indica que, à montante do ponto de coleta da amostra, esses minerais estão associados à alguma mineralização primária. Os minerais de aluvião têm como características alta densidade, dureza, facilidade de preservação em ambientes de intemperismo químico e físico acentuados e fácil identificação visual, de modo a correlacioná-los a muitos depósitos minerais primários. Assim sendo, realizou-se um estudo de caracterização mineralógica dos minerais pesados de aluvião do rio Araguari, que ocorrem no entorno do distrito de Desemboque, município de Sacramento-MG. Essa escolha reside no fato de que, no século XVIII, uma quantidade razoável de ouro aluvionar foi extraída, e a mineração impulsionou a economia local, de modo que duas igrejas barrocas e um promissor vilarejo foram edificadas no distrito. No entanto, essa fase de mineração passou e o povoado regrediu. Apenas as duas igrejas barrocas, e algumas poucas casas barrocas, permaneceram de pé. Já ao final de século XVIII, diamantes foram encontrados na região da Serra da Canastra e havia relatos de diamantes retirados dos aluviões no entorno do distrito de Desemboque. Em assim, foi realizado um estudo de caracterização mineralógica dos minerais pesados aluvionares do Rio Araguari, no entorno do distrito de Desemboque. Muito embora não tenhamos encontrado resquícios de ouro nas amostras estudadas, cristais de diamantes de várias colorações e aspectos minerais foram identificados. Isso posto, além de contribuir para o conhecimento geológico da região, a presença de diamantes nas amostras estudadas pode suscitar um critério prospectivo para a identificação da fonte primária de diamantes na bacia do rio Araguari.

Palavras-chave: Aluvião. Caracterização petrográfica. Desemboque. Depósitos minerais. Ouro. Diamante.

ABSTRACT

The alluvial courses allow the transport and deposition of sediments in areas of low energy called point bars or alluvial deposits. In these regions, where coarse sediments accumulate, heavy alluvial minerals are also found. When the alluvial deposit contains substances of economic use, it is said to be mineralized. Thus, mineralized alluvial deposits are those that have certain minerals of high density and hardness. This material comes from the erosive process of the different matrix rocks, located in the hydrographic basin of the main river course. The study of alluvial heavy minerals is one of the oldest mineral prospecting techniques used in the world. Depending on the type of mineral found, its presence in the alluvium indicates that, upstream of the sample collection point, these minerals are associated with some primary mineralization. Alluvial minerals are characterized by high density, hardness, ease of preservation in chemical and physical weathering environments and easy visual identification, to correlate them with any primary mineral deposits. Therefore, a mineralogical characterization study was carried out of the heavy alluvial minerals of the Araguari River, which occur in the surroundings of the district of Desemboque, municipality of Sacramento-MG. This choice lies in the fact that, in the 18th century, a reasonable amount of alluvial gold was extracted, and mining boosted the local economy, so that two baroque churches and a promising village were built in the district. However, this mining phase passed, and the village regressed. Only the two baroque churches, and a few baroque houses, remain standing. At the end of the 18th century, diamonds were found in the Serra da Canastra region and there were reports of diamonds taken from the alluvium around the district of Desemboque. In this way, a mineralogical characterization study of the alluvial heavy minerals of the Araguari River, in the surroundings of the district of Desemboque, was carried out. Although we did not find traces of gold in the studied samples, diamond crystals of various colors and mineral aspects were identified. That said, in addition to contributing to the geological knowledge of the region, the presence of diamonds in the studied samples can raise a prospective criterion for identifying the primary source of diamonds in the Araguari basin river.

Keywords: Alluvium. Petrographic characterization. Desemboque. Mineral deposits. Gold. Diamond.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Geologia da região.	15
Figura 2 - Região banhada pelo rio Araguari, desde sua nascente (pouco acima do Rancho).	16
Figura 3 - Foto do distrito de Desemboque com destaque uma das igrejas católicas do lugar.	17
Figura 4 - Modelo esquemático de formação e de intrusão de uma intrusão kimberlítica com diamantes na superfície terrestre e sua mineração.....	21
Figura 5 - Imagem representativa de Aluviões em barras de pontal.....	23
Figura 6 - Exerto do Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, exibindo detalhes da região estudada. A seta aponta a região de Desemboque nas margens do rio Araguari. Escala: 1:1.000.000.	24
Figura 7 - Exerto da legenda do Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais.	25
Figura 8 - Geologia do entorno do distrito de Desemboque. Grupo Canastra - Granada-mica xisto (marrom), quartzitos (amarelo), Muscovita Xisto (Beje), Grupo Araxá – Biotita- muscovita gnaisse bandado (vermelho).....	25
Figura 9 - Exerto da legenda da Geologia da folha Desemboque.	26
Figura 10 - Localização geográfica dos pontos amostrados para realização deste trabalho na área de estudada.....	28
Figura 11 - Peneira e bacia utilizada no campo para coleta de amostra em um dos locais previamente escolhido para prospecção mineral de minerais pesados.....	29
Figura 12 - Algumas das amostras a serem peneiradas.	29
Figura 13 - Peneiras utilizadas no peneiramento.	30
Figura 14 - Balança analítica de precisão.	30
Figura 15 - Peneirador de bancada.....	31
Figura 16 - Peneiras e amostras peneiradas em sua granulometria.	31
Figura 17 - Quarteador tipo Jones.	32
Figura 18 - Imã de mão, processo de retirada da magnetita.	32
Figura 19 - Materiais utilizados para concentração gravimétrica, tabelas dos materiais.....	33
Figura 20 - Realização da concentração gravimétrica.....	34
Figura 21 - Secagem das amostras após concentração gravimétrica.	34
Figura 22 - Lupa binocular e demais materiais utilizados para descrição mineralógica das amostras.....	35
Figura 23 - Tubos com álcool e os minerais separados.	35
Figura 24 - Foto a e b mostra a visão a olho nu da amostra analisada.	36
Figura 25 - Visão um pouco mais ampliada da amostra.....	36
Figura 26 - Imagem A (esquerda) e Imagem B (direita) mostrando diferentes ampliações da amostra analisada.	37
Figura 27 – Visão da amostra analisada mais ampla (esquerda) e imagem com zoom (direita) e uma pirita ao centro.	37
Figura 28 - Estaurolita (cruz de Santo André) (a), Titanita amarela (b), ilmenita (c) e anfibólios(d).....	38
Figura 29 - Minerais com brilho metálico, (a) Visão macro dos minerais com luz transmitida, (b) visão ampliada dos minerais com luz de fundo, (C) mineral prateado ao centro com luz de fundo.....	38
Figura 30 – Anfibólio.....	38
Figura 31 - Visão a olho nu da amostra 13F.	39
Figura 32 - Visão com da amostra com luz transmitida (esquerda) visão da amostra com luz de baixo (direita).	39
Figura 33 - Fotografia que mostra porção com muitos fragmentos de rocha, com poucos minerais de interesse.....	40
Figura 34 - Minerais pre selecionados para análise, serão evidenciados logo abaixo.....	40

Figura 35 - (a) Anfibólios, (b) Piroxênio, (c) Clorita, (d) Minerais opacos, (e) Zircões, (f) Granada, (g) Fragmentos incolores (provavelmente mica), (h) Titanita, (i e j) Piritas.	41
Figura 36 - Fotografia a olho nu da amostra.	42
Figura 37 - Imagem da Amostra em visão mais macro (esquerda) e a (direita) imagem já mais ampliada dando foco em zircões, evidenciados por setas.	42
Figura 38 - Visão com luz transmitida á esquerda e visão com luz de fundo da amostra á direita.....	43
Figura 39 – (a) Pirita? e (b) Ilmenitas?	43
Figura 40 - Diopsídios? Ou anfibólios?	43
Figura 41 - Minerais pré-selecionados para melhor análise.	44
Figura 42 - Algumas imagens ampliadas da Figura 42.	44
Figura 43 - Minerais separados e selecionados para melhor análise.	45
Figura 44 - (a) fragmentos de mica; (b) anfibólio(prismáticos), clorita verde claro(placóides) e piroxênio(esquerda), (c) minerais incolores, pirita, clorita, zircões (d) titanita caramelo.	45
Figura 45 - (Esquerda) Topázio imperial na cor caramelo e fragmentos de Granada incolor. Topázios na cor vermelha? (ou rutilos?).....	46
Figura 46 - Zircão, Granada (piropo?).....	46
Figura 47 - Zircões.....	46
Figura 48 - diamante amarelo e outros minerais(esquerda), diamante incolor octaedro(direita) e o diamante amarelo ampliado e com luz de fundo da imagem à esquerda.	47
Figura 49 - Imagem do diamante amarelo octaedro (1a- luz transmitida e 1b- luz de fundo) e diamante rolado (2b- Luz transmitida e 2b- Luz de fundo).	47
Figura 50 - Imagem a olho nu da amostra	48
Figura 51 - Visão geral da amostra.	48
Figura 52 - Fragmentos de rochas da amostra e alguns minerais em visão mais ampliada.	49
Figura 53 - Imagem ampliada da amostra com Zircão ao centro e possíveis cromitas.....	49
Figura 54 - Seleção dos minerais de interesse para análise, evidenciados logo abaixo.....	50
Figura 55 - Minerais opacos, minerais com brilho metálico, possível estauroлита (retangulares)? e ilmenita?	50
Figura 56 – Titanita placóides, anfibólios (prismáticos claros, piroxênios (prismáticos escuros).....	51
Figura 57 – (a) Micas, minerais opacos e um mineral verde (possível diopsídio?). (b) Topázio.....	51
Figura 58 - Imagem: (a)Piritas, mineral negro não identificado placóide, (b) Ilmenitas e dois possíveis diamantes negros ao centro? Não são magnéticos.....	51
Figura 59 - Visão a olho nu da imagem.....	52
Figura 60 – (a) Visão com luz transmitida e (b) visão com luz de fundo da amostra.	52
Figura 61 – (a) Granada vermelha (piropo?) e (b) Granada rosada.	53
Figura 62 - (a) Imagem vista do estereoscópio e (b) Anfibólio isolado ao centro.....	53
Figura 63 - Minerais não identificados (diopsídios?). (a) imagem com luz transmitida (b) imagem com luz de fundo.	53
Figura 64 - Visão a olho nu da amostra A22, luz transmitida.	54
Figura 65 - Visão Dos minerais amostra A22 com luz transmitida.....	55
Figura 66 – (a) Visão com luz transmitida e (b) visão com luz de fundo dos minerais.....	55
Figura 67 - Diamantes exibindo cristais eudricos bipiramidais. (a) visão luz transmitida, (b) visão com luz de fundo e (c) visão por outro ângulo com luz transmitida.	56
Figura 68 - Pré separação dos minerais de interesse, evidenciados logo abaixo.....	56
Figura 69 - (a) Apatitas incolores, com dois zircões ao centro e (b) fragmentos de mica.	57
Figura 70 - (a) Granadas em fragmentos vermelhos (piropo?) e (b)Granada piropo.	57
Figura 71 – (a) Anfibólios e (b1 e b2) Topázios.....	57
Figura 72 - Zircões.....	58
Figura 73 - Minerais opacos, granada, topázio, mineral de brilho prateado, titanita.	58
Figura 74 - Imagem a olho nu da amostra.	59

Figura 75 - Imagem dos minerais pelo estereoscópio sem ampliação.	59
Figura 76 - Imagem ampliada dos minerais com luz transmitida.	60
Figura 77 - Imagem utilizando luz transmitida (esquerda) e imagem utilizando luz de fundo(direita).	60
Figura 78 - Minerais separados para análise.	61
Figura 79 - Minerais separados para análise.	61
Figura 80 – (a) Granada amarela e granada vermelha (piropo?) e (b) granada piropo.	62
Figura 81 - (a) Zircões selecionados da Figura 79 e (I, II E III são zircões selecionados da amostra).	62
Figura 82 - Estaurolita (Cruz de Santo André).	63
Figura 83 - Silicatos não identificados.	63
Figura 84 - Anfibólios, ilmenita (arredondada e negra), rutilo? e titanita?	63
Figura 85 – Anfibólios.	64
Figura 86 - Minerais opacos (pirita, ilmenita), contêm estaurolita (geometria retangular)? ...	64
Figura 87 - (a)Rutilos? e (b) apatitas incolores.	65
Figura 88 - (a) Granadas e (b) Titanitas.	65
Figura 89 - Topázios.	65
Figura 90 - Minerais e rochas visto a olho nu.	66
Figura 91 - Visão com luz de frente a esquerda, visão com luz de fundo de outra perspectiva a direita.	66
Figura 92 - Minerais já selecionados por cor e hábito para análise.	67
Figura 93 - (a) Granada piropo, (b) anfibólio, (c) ilmenita tabular, (d) granada caramelo, (e)titanita, (f) minerais esverdeados, (g, h) pirita e minerais opacos arredondados e opacos alongados.	67
Figura 94 - (i) titanita caramelo, (j) apatita e minerais transparentes não identificados, (k) zircão, (l) diamante, (m) Rutilo.	68
Figura 95 – (a) Granada piropo, (b) mineral esverdeado (Diopsídio? Piroxênio?), (c) Rutilo (d) Topázio branco.	68
Figura 96 – (a) Titanitas, (b) zircões e mineral esverdeado, (c) Topázios vermelho (ou rutilo?).	68
Figura 97 - (a) Zircão, (b) possíveis diamantes e (c) Ilmenita (escura) e diamantes.	69
Figura 98 - (a)Imagem por outro ângulo dos diamantes da Figura 98 C, (b) Vista por outro ângulo dos diamantes com luz transmitida e (c) visão com luz de fundo.	69
Figura 99 - Sequência de fotos mostrando a ampliação até o diamante amarelo da figura 99.	70
Figura 100 – MINERAIS	71

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas dos pontos coletados nos aluviões do Rio Araguari-MG, região do Desemboque.	28
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	18
<u>2.1.O OURO</u>	18
2.1.1. O CICLO DO OURO	19
<u>2.2.O DIAMANTE</u>	19
2.2.1. O CICLO DO DIAMANTE	21
2.3. DEPÓSITO DE ALUVIÃO	22
2.4. GEOLOGIA DA REGIÃO EM ESTUDO	23
2.5. RECURSOS MINERAIS DA REGIÃO	26
3. METODOLOGIA.....	27
3.1. COLETA DAS AMOSTRAS (TRABALHO DE CAMPO).....	27
3.2. PÓS-PENEIRAMENTO DAS AMOSTRAS EM LABORATÓRIO.....	29
3.3. CONCENTRAÇÃO GRAVIMÉTRICA.....	33
3.4. CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DOS MINERAIS PESADOS.....	35
<u>3.4.1.AMOSTRA 13 G</u>	36
3.4.2. AMOSTRA 13 F.....	39
3.4.3. AMOSTRA 20	41
3.4.4. AMOSTRA 10 F.....	48
3.4.5. AMOSTRA 10 G	52
3.4.6. AMOSTRA A22	54
3.4.7. AMOSTRA 08	59
3.4.8. AMOSTRA 23.....	66
4.DISSCUSSÃO E CONCLUSÃO	71
5.REFERÊNCIAS.....	74

1. INTRODUÇÃO

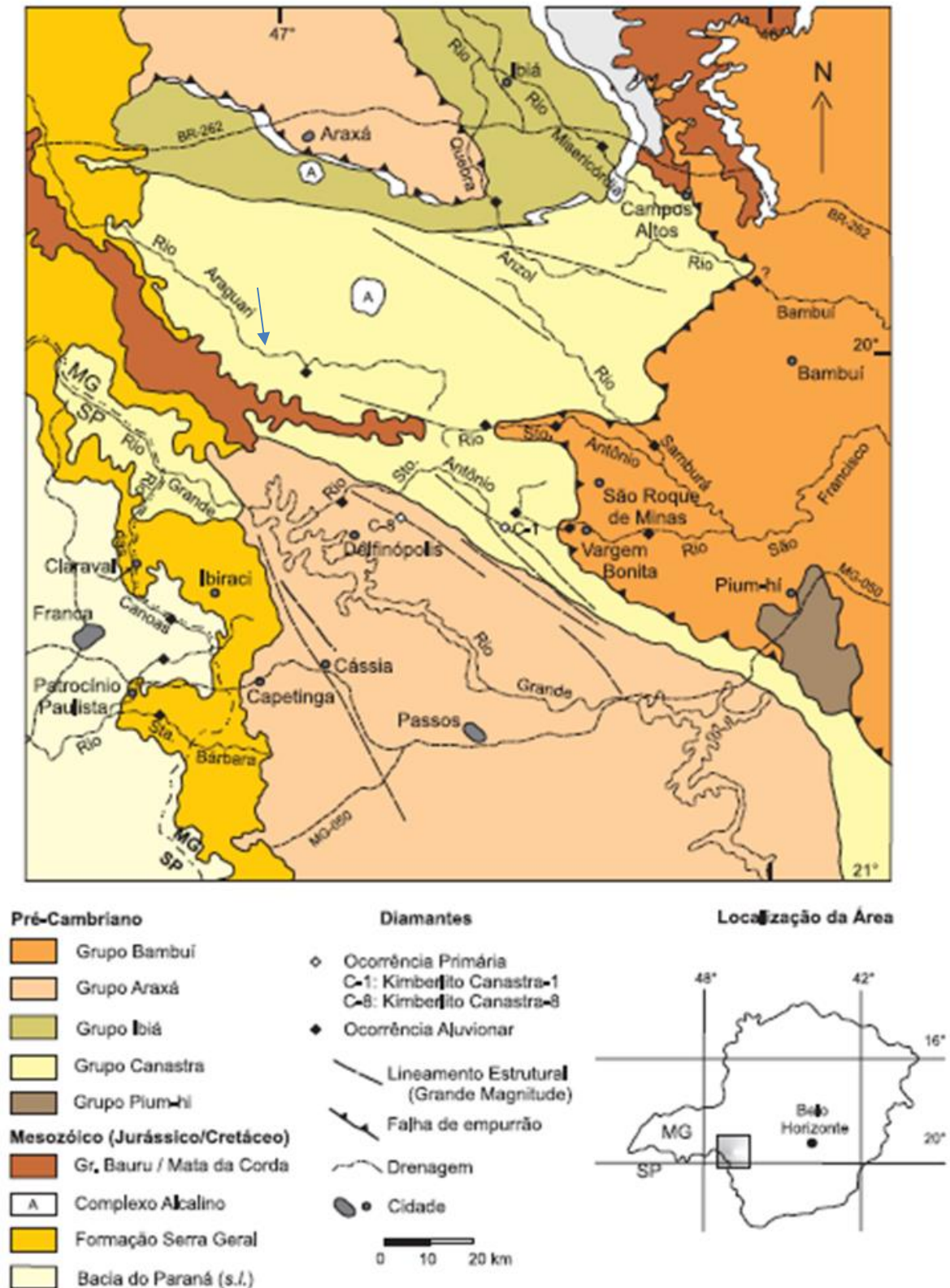
A caracterização petrográfica de minerais pesados de aluvião é um estudo importante para o reconhecimento de parâmetros da evolução geodinâmica cenozoica de uma região. É, também, um método consagrado de prospecção mineral pois permite a identificação dos espécimes minerais e, também, da natureza petrográfica da rocha matriz e do padrão de dispersão dos sedimentos.

Como se sabe, os cursos fluviais possibilitam o transporte e, também, a deposição de sedimentos em áreas de baixa energia denominadas de barras de pontal ou depósitos aluvionares. Nesses locais, em que sedimentos grosseiros se acumulam, também são encontrados os minerais pesados. Quando o depósito aluvionar contém substâncias de uso econômico é dito que está mineralizado. Assim, os depósitos aluvionares mineralizados são aqueles que possuem certos minerais de elevada densidade, dureza ou resistência à abrasão. Neste caso citam-se como exemplo o ouro, diamante, cromita, granadas, cassiterita entre outros.

Uma grande quantidade desses minerais já foi retirada das drenagens brasileiras, especialmente o ouro e o diamante. Um exemplo disso, nas proximidades de Araxá, e mais precisamente na região do Desemboque, é o Rio Araguari. Este rio tem a sua nascente no município de São Roque Minas e percorre 475 quilômetros de sul para norte, pelo Triângulo Mineiro, passando por diversos municípios, antes de desaguar a norte no Rio Paranaíba.

Geologicamente, grande parte desse território pertence ao “Grupo canastra”, (Figura 1) termo utilizado para descrever um grupo de rochas metamórficas de médio a baixo grau que ocorrem em uma zona contínua entre o sudoeste de Minas Gerais e o oeste e centro de Goiás (BARBOSA *et al.* 1970). Segundo esse autor, os filitos *sensu strictu* predominam amplamente sobre os quartzitos existentes, mas também ocorrem filitos grafitosos, quartzitos ferruginosos, itabiríticos e xistos granatíferos.

Figura 1 - Geologia da região.



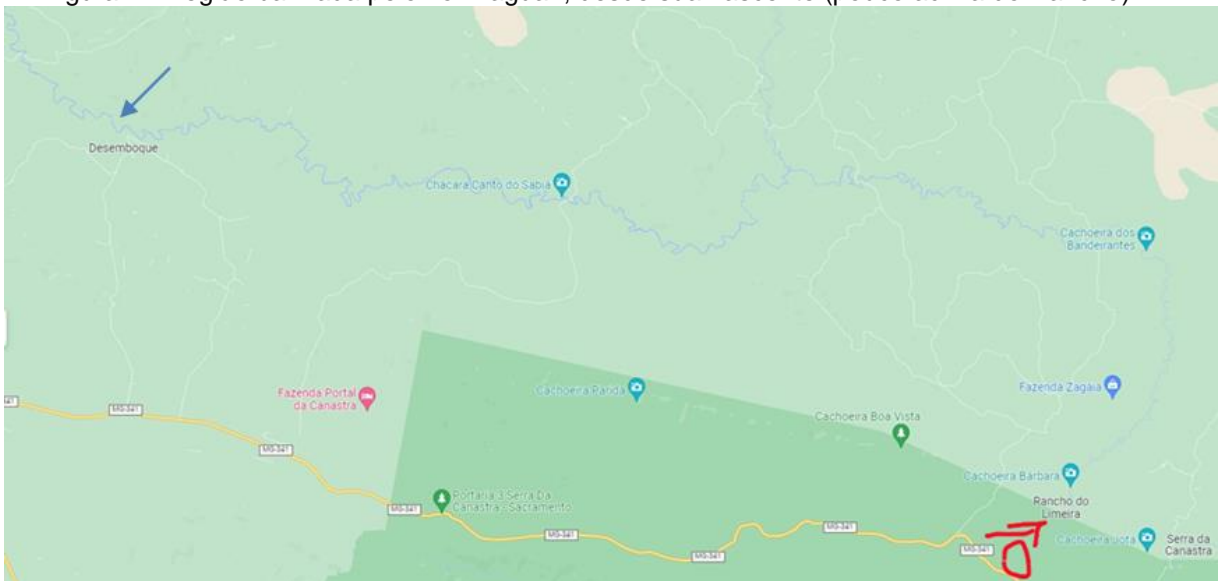
Fonte: Modificado de HEINECK *et al.*, 2003.

Supostamente, essa formação geológica seria a fonte primária do depósito aurífero que foi explorado nos aluviões do Rio Araguari na região do distrito

de Desemboque (Figuras 1, 2 e 3) município de Sacramento.

Isto aconteceu em meados da quarta década do século XVIII, quando o bandeirante guarda-mor Agostinho Nunes Abreu, seguido pelos capitães Estanislau de Toledo Pisa e Bartolomeu Bueno do Prado, descobrem ouro nas imediações as cabeceiras do Rio das Velhas (hoje chamado Rio Araguari). Porém, foi em 1766 que a última expedição venceu os índios Araxá e Kaiapós, liberando a região e possibilitando condições para a sua exploração, que antes era considerada hostil devido aos ataques dos índios.

Figura 2 - Região banhada pelo rio Araguari, desde sua nascente (pouco acima do Rancho).



Fonte: Google maps 2022.

Segundo Pontes (1978), foram extraídas, dessa região, cerca de 100 arrobas de ouro (aproximadamente 1500 kg), entre os anos de 1743 e 1781. Há também relatos da presença de diamante nesses aluviões, o que pode ser confirmado nesse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

Essa mineração impulsionou a economia local, de modo que duas igrejas barrocas, uma delas suntuosa até, foram edificadas no vilarejo de Desemboque (Figura 4). No entanto, essa fase de mineração passou, o povoado regrediu e poucas casas barrocas, permaneceram de pé, além das duas igrejas.

Figura 3 - Foto do distrito de Desemboque com destaque uma das igrejas católicas do lugar.



Fonte: Dr. Maurício Antônio Carneiro.

Considerando esse histórico mineral e, em continuidade ao projeto do Prof. Dr. Maurício Antônio Carneiro, que vem estudando essa região, realizou-se a Caracterização de minerais pesados dos aluviões do Rio Araguari na região do Desemboque – Minas Gerais. Com isso, espera-se contribuir para o conhecimento geológico da região e, ao mesmo tempo, apresentar um critério prospectivo para a localização da fonte primária do diamante na região, em termos da paragênese mineral encontrada no aluvião.

A metodologia utilizada, baseia-se na premissa de que a abundância e a granulometria dos minerais pesados, em sedimentos, são função do tipo litológico e de outras características da rocha-fonte. Assim, esse estudo trará informações acerca da paragênese relacionada à mineralização primária à montante.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O histórico da mineração no Brasil está ligada diretamente com a mineração de aluvião. Para Germany (2002, p.06) “As primeiras catas ou garimpos foram feitos em São Paulo, em São Vicente, no Vale da Ribeira, e os bandeirantes paulistas espalharam-se depois por Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. O ouro e os diamantes dos aluviões eram retirados manualmente com pás, lançando-se em calhas, depois bateados, sendo que os rejeitos eram lançados manualmente em locais próximos. “

Os elementos farejadores, objetivo de análise deste trabalho, de acordo com o Instituto Norte-americano de Geociências, são elementos relativamente móveis, que ocorrem em forte associação com um elemento ou minério, mas podem ser mais facilmente detectados por métodos analíticos, pois formam auréolas mais abrangentes ao redor de um corpo de interesse. McQueen & Munro (2003), destacam que o estabelecimento de elementos farejadores pode ajudar na identificação de associações entre elementos e rochas hospedeiras, reduzindo ruídos geoquímicos e aperfeiçoando técnicas exploratórias

Utilizar os minerais farejadores em campanhas exploratórias para encontrar depósitos minerais específicos, consiste na grande dificuldade de identificar o elemento que compõe o minério. Esse empecilho se dá, muitas vezes, pelo trabalho árduo que seria interpretar os dados de determinados minerais, ou seja, suas propriedades geoquímicas e analíticas.

2.1. O OURO

Segundo Lobato e Costa (2018, p. 03) o Ouro, elemento químico de símbolo Au, ocorre sob a forma de metal de cor amarela, denso e brilhante, de dureza 2,5 a 3, densidade entre 15 e 19,3 g/cm³, sendo membro do grupo 1B da tabela periódica dos elementos químicos, juntamente com a prata (Ag) e o cobre (Cu). Foi um dos primeiros minerais usados nas culturas pré-históricas. Desde a antiguidade seus ornamentos estão entre os objetos metálicos mais conhecidos, valiosos e cobiçados pela humanidade.

O metal e suas diversas ligas metálicas são empregados em joalherias, fabricação de moedas e padrão monetário em muitos países. Devido à sua boa condutividade elétrica, resistência à corrosão e uma boa combinação de

propriedades físicas e químicas, apresenta diversas aplicações industriais. Para sua obtenção, diversos métodos são empregados desde a sua extração passando pelo seu beneficiamento e posteriormente nos processos metalúrgicos.

2.1.1. O CICLO DO OURO

O ciclo do ouro no Brasil, segundo MACEDO (2020), começa quando bandeirantes descobriram jazidas de ouro nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás. No século XVII, o bandeirante paulista Fernão Dias Paes Leme (1608 – 1681), deixou o estado de São Paulo com seus seguidores em busca de prata e esmeraldas na região do Sabará (Minas Gerais). No entanto, foi somente no final do século XVII que o ouro foi descoberto no atual território de Minas Gerais. Por outro lado, os diamantes só foram descobertos na segunda década do século XVIII.

Porém, foi no século XVIII que o ciclo do ouro atingiu seu auge, o que propiciou além do bom desenvolvimento econômico, um aumento da circulação de mercadorias e pessoas nas áreas de exploração.

Os primeiros depósitos de ouro foram chamados de “ouro de aluvião”, o que significa que foi encontrado em vales de rios. Encontrados primeiramente nos vales do Rio Doce e Rio das Mortes, o que culminou na extensa migração para a região de Minas Gerais. (MACEDO, 2020).

2.2. O DIAMANTE

O diamante, é um mineral do Grupo dos Elementos Nativos e é composto de carbono puro (C), assim como o mineral grafite, mas difere desse na organização dos átomos em sua rede cristalina. A densidade deste mineral varia entre 3,51 e 3,55 g/cm³ e tem dureza Mohs de 10 (CHAVES, 2003). É o mineral mais duro encontrado na Terra. Seu brilho é chamado de adamantino, e sua cor natural varia do incolor ao amarelo, azul, verde, rosa, vermelho e âmbar. Variedades de cor preta a preta acinzentada, opaca, mais quebradiça do que cristalina são usados como material abrasivo na indústria.

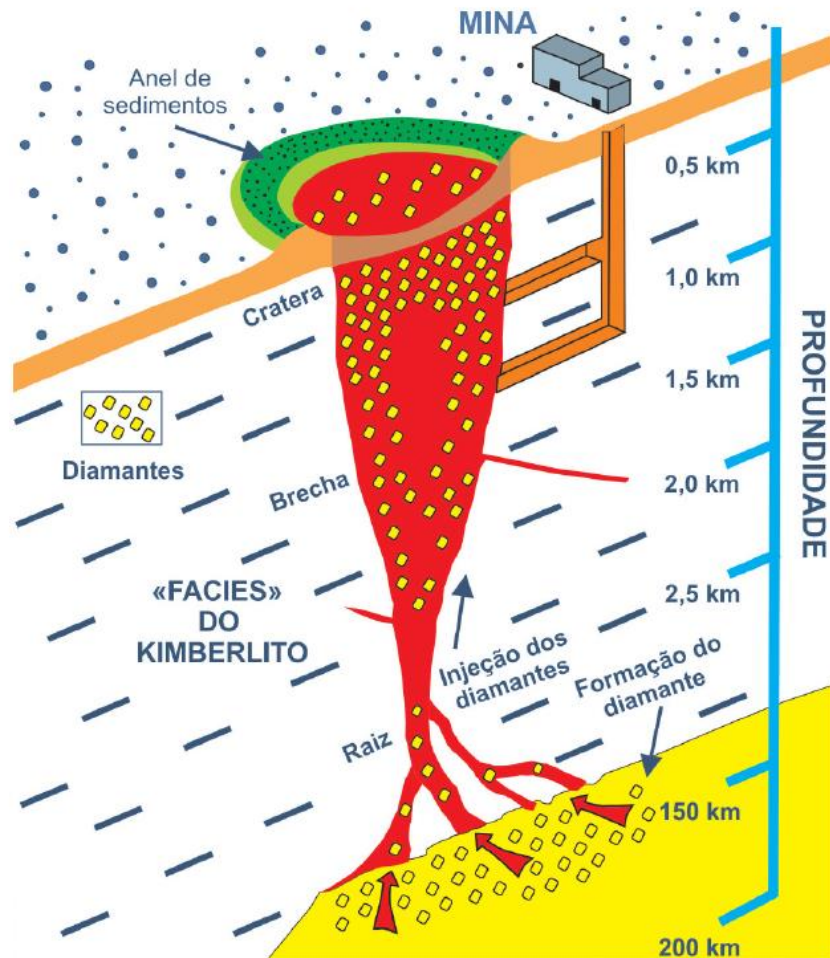
Segundo o Museu de Minerais, Minérios e Rochas “Prof. Dr. Heinz Ebert”, em termos de origem, esses minerais são formados em grande profundidade no

manto, sob condições especiais de pressão e temperatura. Quanto maior o grau geotérmico, mais profundo é o ambiente de formação. Portanto, este mineral só pode ocorrer em magmas de origem profunda e ascensão rápida (kimberlíticos e lamproíticos), visto na Figura 5. A paragênese mineral implica na presença de forsterita, flogopita, diopsídio, ilmenita, granada piropo, rutilo, brookita, minério de ferro vermelho, magnetita, turmalina, ouro, zircão e topázio (no caso de pláceres). O Seu uso se estende desde em joalheira (gema), ferramentas de corte, brocas, abrasivos, serras diamantadas, fios diamantados, a “canetas” para cortar vidro etc.

Os kimberlitos são definidos por Kirkley *et al.* (1991) (apud Chaves e Chambel, 2003) como rochas hídricas, ultrabásicas, ricas em voláteis (CO₂ e H₂ O) e potássicas, composta de fragmentos de eclogitos e/ou peridotitos, em uma matriz fina formada predominantemente de olivina, calcita, serpentina, flogopita, diopsídio, granada, ilmenita e enstatita. Normalmente, aparecem na forma de chaminés intrusivas na crosta (pipes), podendo até apresentar contribuições variáveis de xenófilos das rochas por onde passou a intrusão.

Os depósitos secundários de diamantes consistem em depósitos aluviais e coluviais, que podem ser depósitos antigos ou recentes podendo conter diamantes liberados da alteração e desagregação de corpos kimberlíticos. Os diamantes são excepcionalmente resistentes ao intemperismo e permanecem nesses depósitos coluviais e aluviais juntamente com outros minerais pesados, dos quais podem ser recuperados por "garimpo" ou processos de mineração mecanizados.

Figura 4 - Modelo esquemático de formação e de intrusão de uma intrusão kimberlítica com diamantes na superfície terrestre e sua mineração.



Fonte: Modificado de Gemas do Brasil.

Os minerais associados ao aluvião são mais resistentes como quartzo, ouro, cianita, rutilo, magnetita e hematita. Além disso, granada piropo e diopsídio são minerais específicos de quase todos os kimberlitos e são, portanto, minerais típicos de depósitos aluvionares de diamantes. No passado, estes e outros minerais "associados" aos diamantes em depósitos aluviais eram referidos como "minerais satélites", mas tais termos não implicavam qualquer associação genética entre eles e os diamantes (CHAVES, 1997).

2.2.1. O CICLO DO DIAMANTE

A mineração de diamantes no Brasil começou no século 18, no estado de Minas Gerais, inteiramente de fontes secundárias. Segundo Guimarães (1955) e Barbosa (1991), a primeira "pedra" teria sido recuperada em 1714 por Francisco

Machado da Silva nas lavras de ouro do rio Pinheiro, no Arraial do Tijuco (atual Diamantina). Segundo Reis (1959), a confirmação de que esses minerais eram diamantes legítimos seria feita por Sebastião Leme do Prado, especialista na “pedra” preciosa, e um monge não identificado que trabalhava nas minas de diamantes da Golconda, na Índia.

Quando se confirmou a legitimidade dos diamantes, os mesmos, começaram a ser minerados e comercializados às escondidas por escravos, seus senhores e garimpeiros. Os diamantes recuperados eram contrabandeados para a Europa e vendidos como se tivessem vindo da Índia (BARBOSA, 1991; CHAVES E CARDOSO, 2003). Mas foi somente em 1730 que a Coroa Portuguesa teve conhecimento real da extração de diamantes em Minas Gerais (LIMA JR., 1945 *apud* BARBOSA, 1991), mas os garimpos clandestinos e comercializações ilegais já estavam fora de controle. Em tentativa de combate aos mesmos, a Coroa Portuguesa criou o Distrito Diamantino do Serro Frio, cuja administração independente se reportava diretamente a Lisboa (CHAVES & CARDOSO, 2003).

Apenas dois séculos depois, os primeiros kimberlitos brasileiros foram descobertos no oeste do estado. Atualmente, existem 775 intrusões magmáticas de afinidades máfico-ultramáficas alcalinas em Minas Gerais, representadas por kimberlito, piroxênio potássico e rocha vulcânica metamórfica, sendo a maior área diamantífera do Brasil. A região da Serra da Canastra, além de importante área de atividade garimpeira no passado, apresenta o primeiro kimberlito em território nacional com teor econômico comprovado, o Canastra-1. Por fim, a região oeste de Minas Gerais se destaca por apresentar as maiores concentrações de diamantes grandes (>50 ct) e de corpos kimberlíticos conhecidos no Brasil.

2.3. DEPÓSITO DE ALUVIÃO

Os depósitos aluviais são áreas onde se acumulam sedimentos clásticos (CRISTAL JR, 2022). Esses sedimentos são provenientes de rochas à montante que foram alteradas e erodidas e as partículas mais resistentes ao intemperismo e à redução granulométrica são transportadas e, ocasionalmente, depositadas de acordo com as estações chuvosas. Esses depósitos são conhecidos como barras de pontal (Figura 6), nas margens convexas dos cursos fluviais. Segundo Guerra e Guerra (2003), são detritos ou sedimentos de qualquer natureza, carregados e

depositados pelos rios. Este material é retirado das margens e das vertentes, sendo levado em suspensão pelas águas dos rios que o acumulam em bancos, constituindo os depósitos aluvionares.

Quando um depósito aluvial contém material de uso econômico, podemos dizer que está mineralizado. Assim, depósitos mineralizados aluviais são aqueles que contêm material que constitui rochas geradoras durante o transporte fluvial.

Figura 5 - Imagem representativa de Aluviões em barras de pontal.



Fonte: Oficina70.com

2.4. GEOLOGIA DA REGIÃO EM ESTUDO

As feições geológicas do entorno do distrito de Desemboque e a legenda das unidades representadas no mapa estão apresentados nas Figuras 7, 8, 9 e 10. Dois domínios tectônicos distintos são identificados nessa região: a Faixa Brasília e Bacia do Paraná (SIMÕES & LUIZ, 2017).

A faixa Brasília, é representada pelo Grupo Canastra (Figuras 7, 8, 9 e 10). Inicialmente, o termo “grupo Canastra” foi utilizado em meados de 1970 por uma equipe de geólogos liderada por Otávio Barbosa para indicar o conjunto de rochas predominantemente arenosas encontradas na serra homônima (MORAES & SEER, 2015). Segundo esses autores, os xistos *sensu strictu* predominam amplamente sobre os quartzitos existentes, mas também ocorrem xistos grafitosos, quartzitos ferruginosos, itabiríticos e xistos granatíferos, metamorfisados em fácies xisto verde e segundo Silva *et al.* (2012), mostram uma grande complexidade tectônica e estratigráfica. O grupo Canastra está envolvido em um complexo sistema de nappes e o contato entre as várias unidades envolve zonas de cisalhamento de

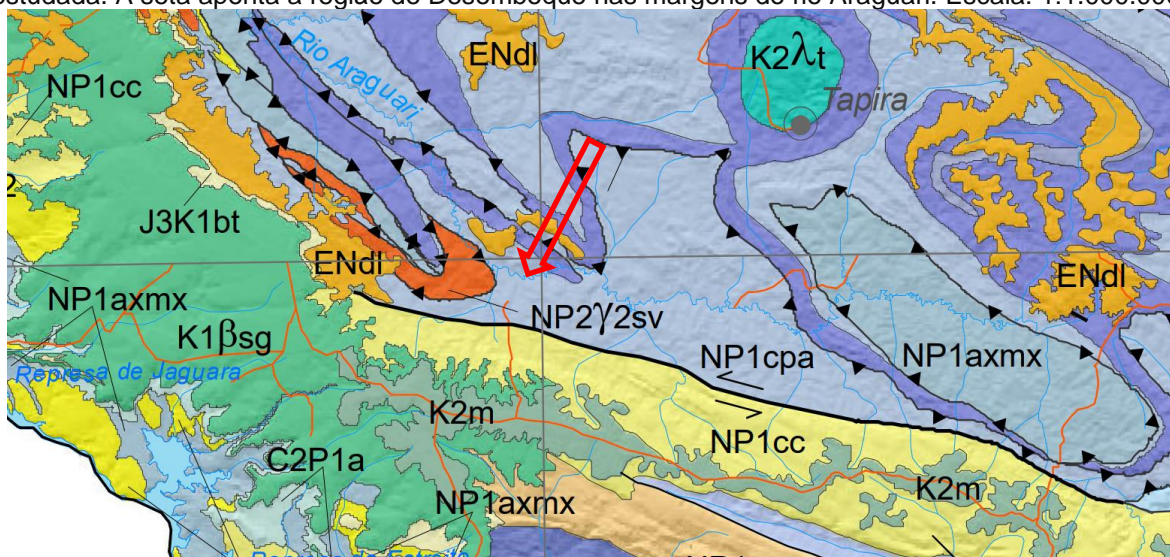
baixo ângulo com forma arqueada de dobras em bainha desenvolvendo rampas laterais de cisalhamento (ANDRADE, 2012).

Os sedimentos que deram origem a esse grupo, antes de passarem pelo processo de metamorfismo em função do Ciclo Brasileiro, estão associados a uma margem passiva na borda oeste do Cráton São Francisco que se tornou palco de sedimentação entre a segunda metade do Mesoproterozo e início do Proterozóico (NAZAR, 2018).

Subordinadamente ocorrem rochas carbonáticas e corpos máficos e ultramáficos intrusivos. A idade deposicional das rochas do Grupo Canastra não foi determinada. Entretanto, (VALERIANO *et al.*, 2004) e (RODRIGUES *et al.*, 2010) realizaram a datação U-Pb de zircão detrítico da região de Araxá e Paracatu, o que permitiu inferir a idade deposicional máxima dessas rochas em 1040 Ma.

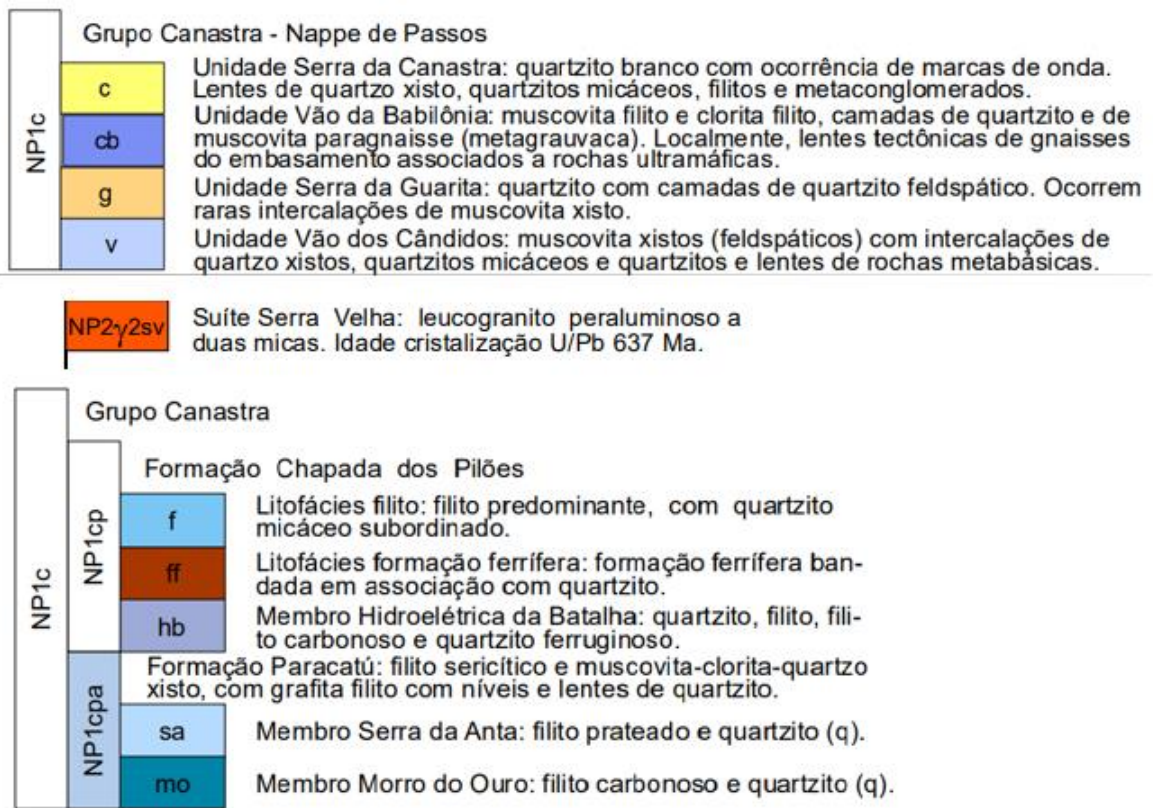
A Bacia do Paraná ocorre a oeste, sudoeste/sul da região e está representada pela Formação Serra Geral, constituída na área por basaltos. As partes centrais dos derrames basálticos (e diabásios correspondentes) são quase sempre microcristalinos, apresentando como composição mineralógica essencialmente plagioclásio, olivina e piroxênio. Segundo Pacca (1997), as zeólitas, minerais de cobre, quartzo e argilominerais são registrados em amígdalas. A idade desses derrames é considerada em 133 - 131Ma.

Figura 6 - Exerto do Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, exibindo detalhes da região estudada. A seta aponta a região de Desemboque nas margens do rio Araguari. Escala: 1:1.000.000.



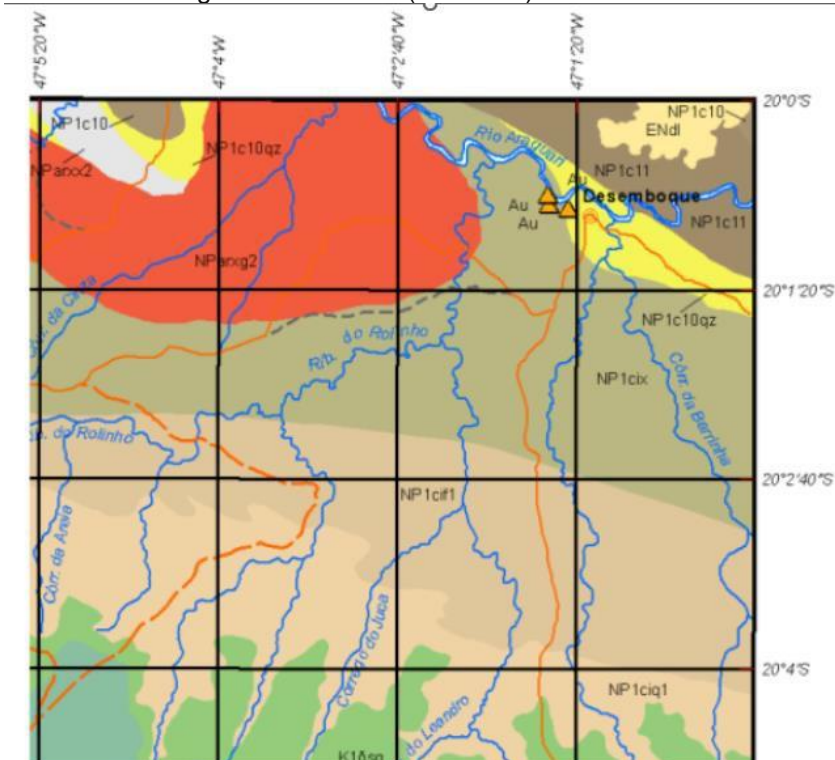
Fonte: Adaptado do portal da Geologia, 2022.

Figura 7 - Exerto da legenda do Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais.



Fonte: Adaptado do portal da Geologia, 2022.

Figura 8 - Geologia do entorno do distrito de Desemboque. Grupo Canastra - Granada-mica xisto (marrom), quartzitos (amarelo), Muscovita Xisto (Beje), Grupo Araxá – Biotita-muscovita gnaiss bandado (vermelho).



Fonte: Adaptado de Portal da Geologia, 2022.

Figura 9 - Exerto da legenda da Geologia da folha Desemboque.

GRUPO CANASTRA (SEGMENTO TAPIRA)	
NP1c11	Granada-mica xisto com intercalações centimétricas a métricas de granada-grafita xisto, granada-quartzo xisto, granada quartzito e albita- granada-mica xisto.
NP1c10 _{qz}	Granada-grafita-muscovita xisto, de cor cinza, vermelho quando alterado, com intercalações decimétricas a métricas de quartzito, individualizados no mapa quando mais expressivos (qz).
NP1cix	Muscovita xisto, localmente grafitoso, de cor cinza, quando alterado apresenta cor vermelha. Localmente possui granulação muito fina dando aspecto de filito com brilho sedoso. Apresenta intercalações ocasionais de quartzito.
GRUPO CANASTRA (SEGMENTO SERRA DA CANASTRA)	
NP1c14 _{qz gn}	Muscovita (+/-) clorita filito a xisto fino, com bandamento marcado por variações mais e menos quartzosas. Localmente ocorrem com camadas de quartzito (q) e de gnaiss (gn).
NP1ciq3	Quartzitos puros e quartzitos micáceos, em proporções variáveis de micas, com raras intercalações xistosas.
NP1ci3	Clorita-muscovita filito com intercalações métricas de quartzito.
NP1ciq1	Quartzito micáceo branco com cor de alteração amarelada. Localmente ocorrem camadas métricas de muscovita filito a xisto fino, acinzentado.
NP1cif1	Filitos, em geral alterados, com laminação rítmica.
GRUPO CANASTRA (SEGMENTO REPRESA DE ESTREITO)	
NP1ciq _{ms}	Quartzitos puros a levemente micáceos, exibindo, em geral, o contorno original do grão sedimentar (metarenitos). Localmente com estratificações cruzadas e marcas de onda preservadas. Associam-se domínios de quartzo xisto muito fino, provável metassilito (ms) de cor esbranquiçada.
NP1ciqm	Quartzito micáceo com grãos sedimentares preservados.

Fonte: Adaptado do portal da Geologia, 2022.

2.5. RECURSOS MINERAIS DA REGIÃO

As substâncias minerais apresentadas nesta região possuem potencial para exploração. Dentre os minerais, estão:

Areia – Explorado nas margens e nos leitos ativos dos rios e nas planícies aluvionares. Sendo destinado à construção civil e revestimento.

Água – Explorada com o intuito de engarrafamento na região onde estão alojadas em fraturas do diabásio da Formação Serra Geral e dos quartzitos.

Basalto – Registros da Agência Nacional da Mineração relata a existência em algumas dessas áreas com uso direcionado ao revestimento.

Caulim – Em estágio avançado de alteração estão localizados ao sul do distrito de Desemboque, ocorrem metarritmitos, filitos, quartzitos e xistos.

Fosfato – Abriga uma porção de quartzitos puros e micáceos, arenitos, basaltos e conglomerados da Bacia Sedimentar do Paraná. Porém, não há registros de exploração.

Quartzito – Rocha abundante é usada como rocha ornamental e de revestimento na região.

Serpentinito – Ocorre a presença de lentes máficas e ultramáficas, mas sem registros de exploração.

Diamante – Ocorre relacionado às rochas ultramáficas e ultrapotássicas que existem na região da Serra da Canastra. A exploração foi interrompida no fim da década de 90 e em vários locais encontram-se vestígios abandonados de

exploração, como pilhas de seixo e canais de águas desviados.

Ouro – Com registro de exploração até o final do século XX, ocorreu a partir de depósitos aluvionares sendo composto essencialmente por areia, seixos de diferentes tamanhos e argila (SILVA, 2006).

3. METODOLOGIA

A caracterização mineralógica de minerais pesados é uma ferramenta fundamental na interpretação do potencial exploratório das unidades estratigráficas. Aspectos analisados em laboratório utilizando lupa e ou microscópico possibilitam o conhecimento da textura, característica do grão e até mesmo a diagênese e ajudam a definir as condições deposicionais e pós-deposicionais dos sedimentos. Devido à grande variedade de minerais pesados, esta análise é uma das técnicas mais importantes e amplamente inter-relacionadas para determinar a origem de diferentes tipos de rochas, bem como rastrear padrões de dispersão de sedimentos, possíveis localizações de depósitos econômicos, elucidação de processos diagenéticos etc., (MANGE & MAURER, 1992).

3.1. COLETA DAS AMOSTRAS (TRABALHO DE CAMPO)

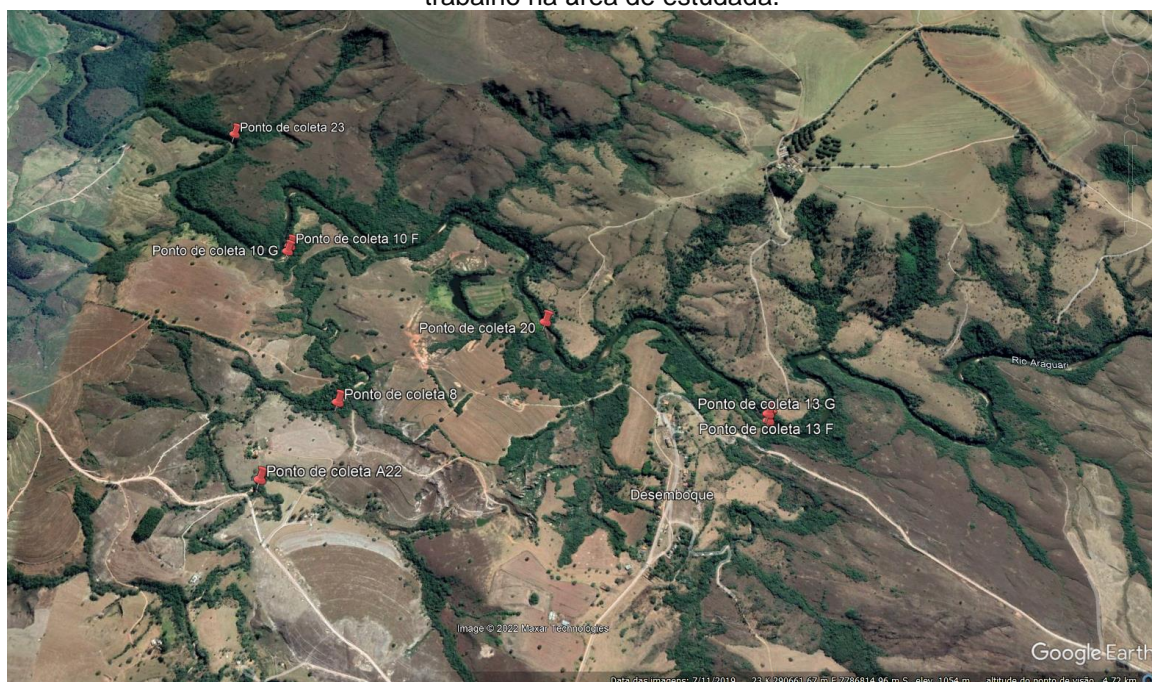
Visitas ao campo foram realizadas com intuito de coletar amostras de sedimentos aluvionares do rio Araguari, na altura do distrito do Desemboque, Minas Gerais. Participaram deste trabalho de coleta de amostras os alunos do curso de Engenharia de Minas do Cefet Araxá, sob a supervisão do professor Dr. Maurício Antônio Carneiro que desenvolve um projeto de prospecção mineral na área.

A região onde foi realizada a coleta de amostras pode ser observada na Figura 11, assim como a localização dos pontos de coleta. As amostras foram selecionadas em pontos distintos ao longo do rio, para separação dos minerais pesados em todas as frações grosseira (cascalho + areia).

Foram coletadas 6 amostras (Tabela 1), sendo o ponto 10 e 13 divididos em ponto 10F, 10G, 13F e 13G, significando frações finas e grosseiras, num total 36 quilos, em média 6 quilos por amostra, para análise em laboratório do CEFET- MG, Araxá. Para o posicionamento geográfico foi utilizado um GPS (Global Positioning System).

No campo, as amostras de aluvião foram peneiradas tradicionais de construção civil, (Figura 12) respectivamente, e o passante foi recolhido numa bacia de plástico e acondicionado em sacos plásticos, previamente identificados com a numeração das amostras. O seu posicionamento geográfico foi obtido utilizando-se de um aparelho de GPS (Global Positioning System). Ao chegar no laboratório passaram por desidratação em estufa à temperatura de 100 graus, em seguida foram acondicionadas em sacos plásticos e identificadas (Figura 13).

Figura 10 - Localização geográfica dos pontos amostrados para realização deste trabalho na área de estudada.



Fonte: Google Earth.

Tabela 1 - Coordenadas dos pontos coletados nos aluviões do Rio Araguari-MG, região do Desemboque.

Coordenadas UTM Zona 23K			
Pontos de Coleta	X	Y	Elevação (m)
Ponto 08	287308	7785688	1097
Ponto 10	287120	7786429	1082
Ponto 13	288947	7785705	958
Ponto 20	288086	7786078	957
Ponto A22	287055	7785357	963
Ponto 23	286675	7786976	954

3.2. PÓS-PENEIRAMENTO DAS AMOSTRAS EM LABORATÓRIO.

O peneiramento correto das amostras em laboratório é fundamental para identificação mineralógica das amostras de minerais pesados. Pois, além da seleção no tamanho do grão envolve também a seleção na forma do grão. Este fato é extremamente importante no caso dos minerais pesados, que exibem uma variação na forma muito maior que os minerais leves (WANG & KOMAR, 1985). Além da seleção do tamanho das partículas, a triagem também inclui a seleção do formato das partículas.

Figura 11 - Peneira e bacia utilizada no campo para coleta de amostra em um dos locais previamente escolhido para prospecção mineral de minerais pesados.



Fonte: Maurício Antônio Carneiro.

Figura 12 - Algumas das amostras a serem peneiradas.



A etapa de pós-peneiramento foi realizada no Laboratório de Tratamento de Minérios do CEFET/Araxá, utilizando-se de um agitador mecânico (CDC, modelo PV - 08) e um conjunto de peneiras (série Tyler: 60 mm; 100 mm e fundo), por um período de 10 minutos para cada amostra. Cada fração obtida a partir do peneiramento foi pesada e etiquetada, e estes dados utilizados para estudos granulométricos. A sequência de peneiramento compreendeu seis passos, a saber:

1º. passo: Foi selecionado um conjunto de três peneiras da série Taylor entre 60# a 100#, com o fundo de 100#, e uma peneira de 30# para funcionar como um pré-peneiramento de partículas maiores e não ter risco de estas partículas maiores atrapalharem as particular abaixo de 60# passarem pela peneira (Figura 14).

Figura 13 - Peneiras utilizadas no peneiramento.



2º. passo: Utilizou-se uma balança de precisão (UPX, modelo C6 MT serie 10179/2015, Figura 15) para separar alíquotas de 200g por vez de material a ser inserido nas peneiras para se iniciar o peneiramento.

Figura 14 - Balança analítica de precisão.



3º. passo: Peneirou-se as amostras utilizando um peneirador de bancada (CDC, modelo 13LMD2, Figura 16) durante um período de 10 minutos por amostra.

Figura 15 - Peneirador de bancada.



4º. passo: As frações das amostras com granulometria entre 60# e 100# foram acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados (Figura 17) com os dados da amostragem. As outras frações retornaram à embalagem original das amostras.

Figura 16 - Peneiras e amostras peneiradas em sua granulometria.



5º. passo: As frações das amostras com granulometria entre 60# e 100# foram quarteadas num quarteador do tipo Jones (Figura 18). As amostras mais volumosas foram quarteadas de 2 a 6 vezes com intuito de homogeneizá-las e reduzir o seu volume (amostra 20 e 22 foram passadas seis vezes, amostra 23 e amostra 4 foram passadas três vezes, já as amostras 10F e 13 F foram passadas duas vezes). As amostras de menor volume (amostra 10G e amostra 13 G) não precisaram obedecer a essa prática.

Figura 17 - Quarteador tipo Jones.



6º. passo: Depois de quarteadas as amostras foram submetidas a um imã de mão de 5.000 Gauss para extrair os minerais magnéticos (Figura 19). Para isso as amostras foram depositadas sobre um papel sulfite limpo e o imã de mão foi embalado num saco plástico para não agregar minerais na sua superfície. A cada amostra os papeis e os sacos plásticos foram eliminados para evitar a contaminação das amostras.

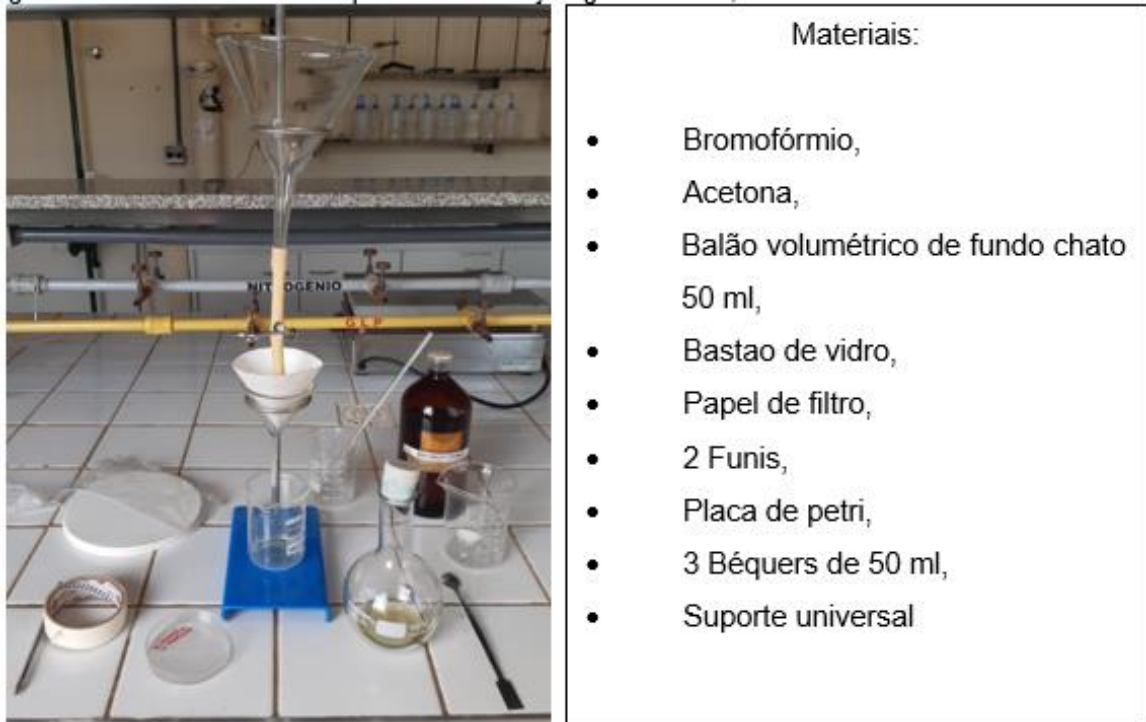
Figura 18 - Imã de mão, processo de retirada da magnetita.



3.3. CONCENTRAÇÃO GRAVIMÉTRICA

Para obtenção dos minerais pesados de cada amostra, elas foram submetidas ao processo de concentração gravimétrica, realizada no Laboratório Química do CEFET/Araxá. Para isso foi necessário montar uma estrutura para concentração dos minerais pesados utilizando-se dos seguintes materiais e substâncias (Figura 20).

Figura 19 - Materiais utilizados para concentração gravimétrica, tabelas dos materiais.



A concentração gravimétrica compreendeu os seguintes passos a saber:

1º. passo: Num funil de vidro com bromofórmio (Figura 20) vai-se, de forma lenta, despejando-se a amostra quarteada obtida do peneiramento e fazendo movimentos circulares com um bastão de vidro para impedir o aglutinamento da amostra.

Agita-se por alguns segundos e em seguida espera-se pela deposição dos minerais mais pesados que o bromofórmio (densidade 2,8), na extremidade do funil que está ligada a uma mangueira de silicone e travada, realiza-se duas leves pipetagens para retirada do material pesado (Figura 21).

Figura 20 - Realização da concentração gravimétrica.



Os minerais leves permanecem suspensos no bromofórmio. Em seguida, o bromofórmio é recuperado em um béquer de 50 ml para ser utilizado em uma próxima amostra, tomando cuidado para que o mesmo não se contamine, e em seguida, a acetona é utilizada para retirada e limpeza dos minerais que ficam encrustados na vidraria, para que assim, a próxima amostra a ser tratada não se contamine. O bromofórmio puro, após a realização da atividade, retorna ao recipiente de origem e a alíquota de acetona + bromofórmio que restou é acondicionada em um béquer de fundo chato com tampa e etiquetado, para posteriormente se recuperar o bromofórmio puro (Figura 21).

2º. passo: Após as amostras estarem secas, foram separadas em dois sacos plásticos, minerais pesados e minerais leves (Figura 22).

Figura 21 - Secagem das amostras após concentração gravimétrica.



3.4. CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DOS MINERAIS PESADOS

Para caracterização dos minerais pesados das amostras em estudo, coletadas nos aluviões do rio Araguari, nas imediações de Desemboque, utilizou-se de uma lupa binocular da Laborana (modelo STMRO-B) existente no Laboratório de Tratamento de Minérios do CEFET/Araxá.

Para isso, além da lupa, foram utilizados outros materiais e substâncias mostrados logo abaixo (Figura 23).

Após as análises, as amostras foram acondicionadas em tubinhos para ser enviadas para laboratório (Figura 24).

Figura 22 - Lupa binocular e demais materiais utilizados para descrição mineralógica das amostras.

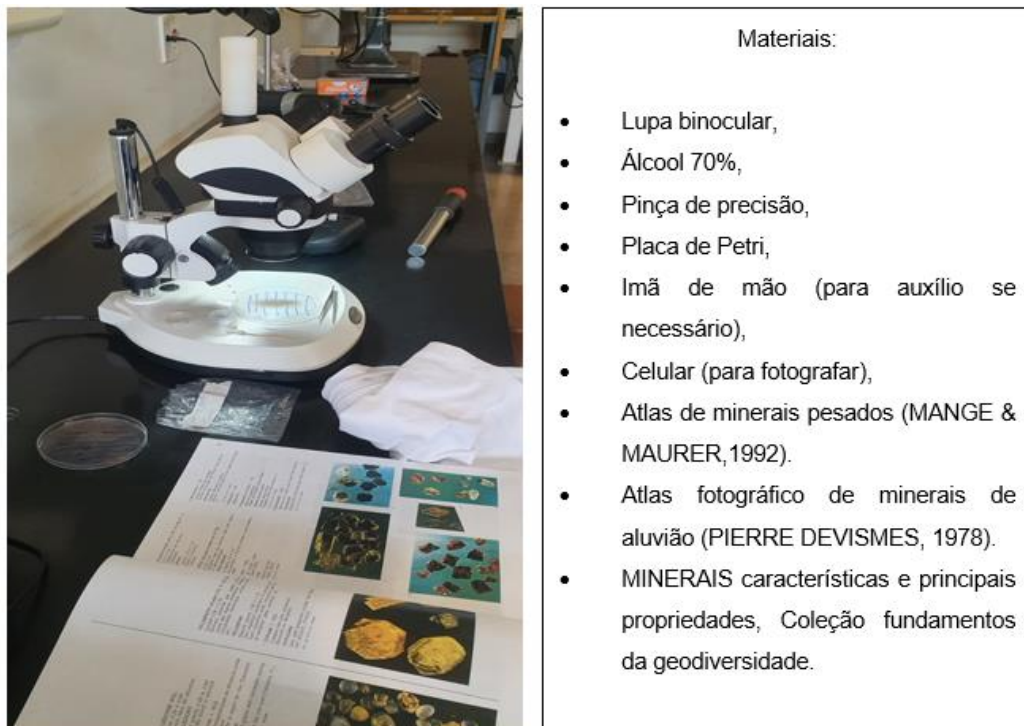


Figura 23 - Tubos com álcool e os minerais separados.



3.4.1. AMOSTRA 13 G

Amostra constituída predominantemente por mica (Figuras 25 a 31), que provavelmente vem dos xistos ou filito da região, possui também fragmentos que podem ser de minerais ou de rocha que estão oxidados e variam de coloração marrom a vermelho. Existem minerais cinzentos com brilho metálico em fragmentos muito pequenos.

Estão presentes com certeza alguns fragmentos de rochas, como de quartzito de coloração amarelada e fragmentos de xistos de coloração esverdeada.

A mica possui coloração variando de transparente, cinza e até dourado. Permitindo que a amostra se apresente com uma coloração predominantemente dourada, vista a olho nu.

Na fração grosseira foram encontrados anfibólios, estauroлита (cruz de Santo André), ilmenita, titanita.

Figura 24 - Foto a e b mostra a visão a olho nu da amostra analisada.



Figura 25 - Visão um pouco mais ampliada da amostra.



Figura 26 - Imagem A (esquerda) e Imagem B (direita) mostrando diferentes ampliações da amostra analisada.

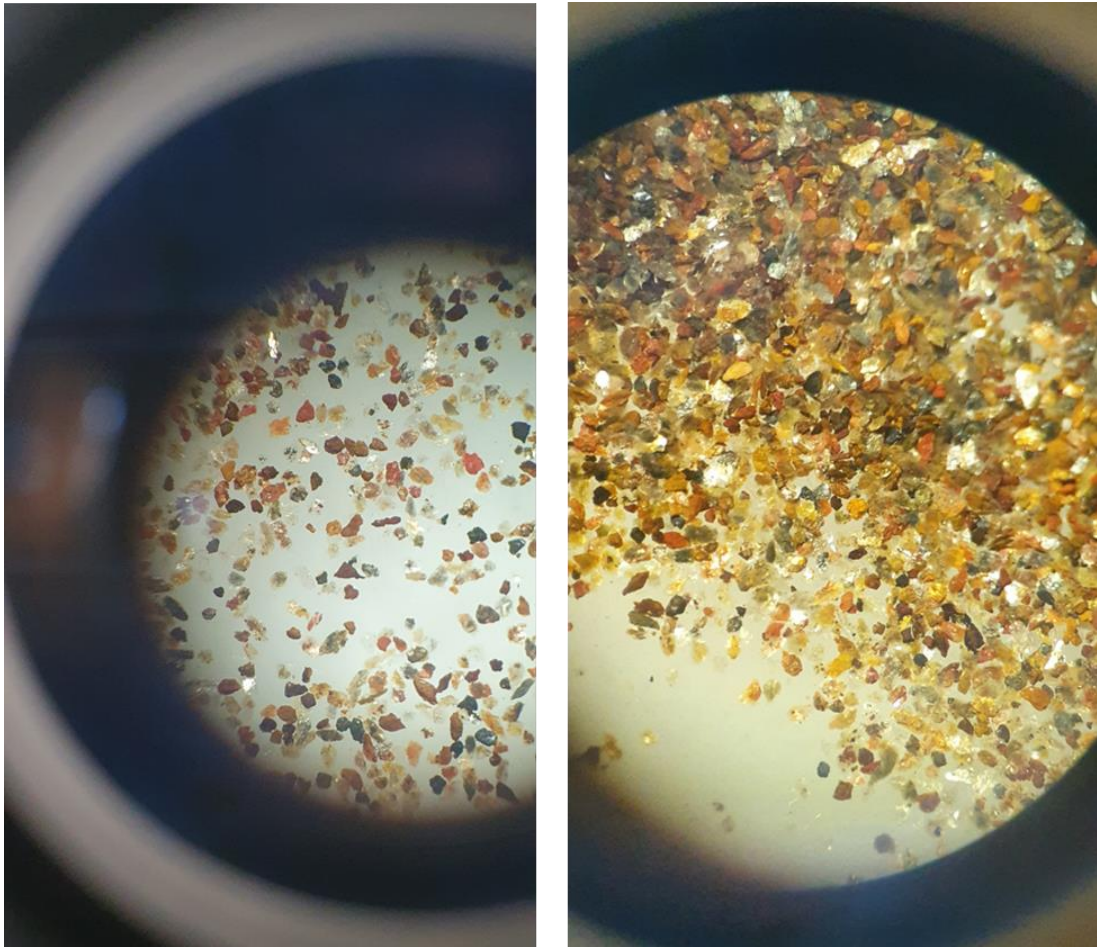


Figura 27 – Visão da amostra analisada mais ampla (esquerda) e imagem com zoom (direita) e uma pirita ao centro.

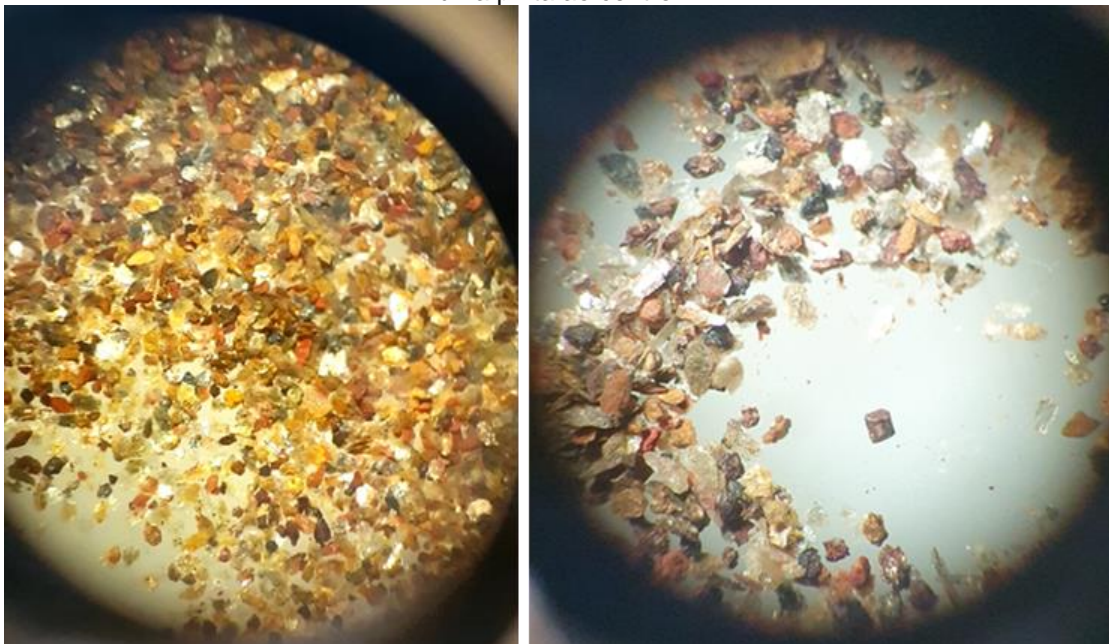


Figura 28 - Estauroлита (cruz de Santo André) (a), Titanita amarela (b), ilmenita (c) e anfibólios(d).

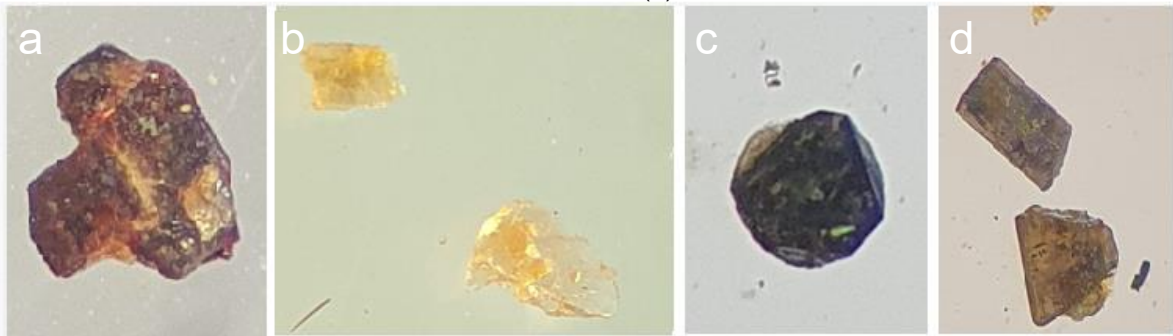


Figura 29 - Minerais com brilho metálico, (a) Visão macro dos minerais com luz transmitida, (b) visão ampliada dos minerais com luz de fundo, (C) mineral prateado ao centro com luz de fundo.

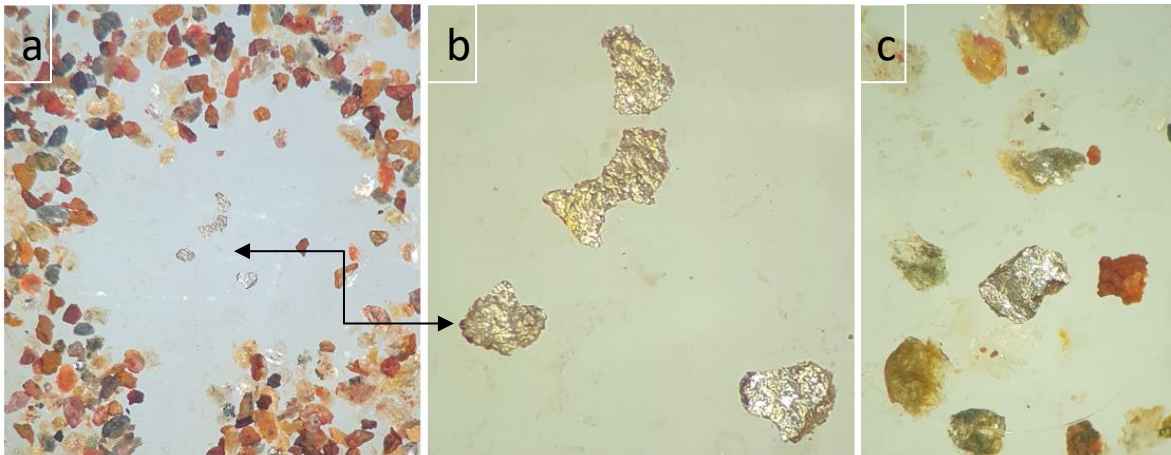
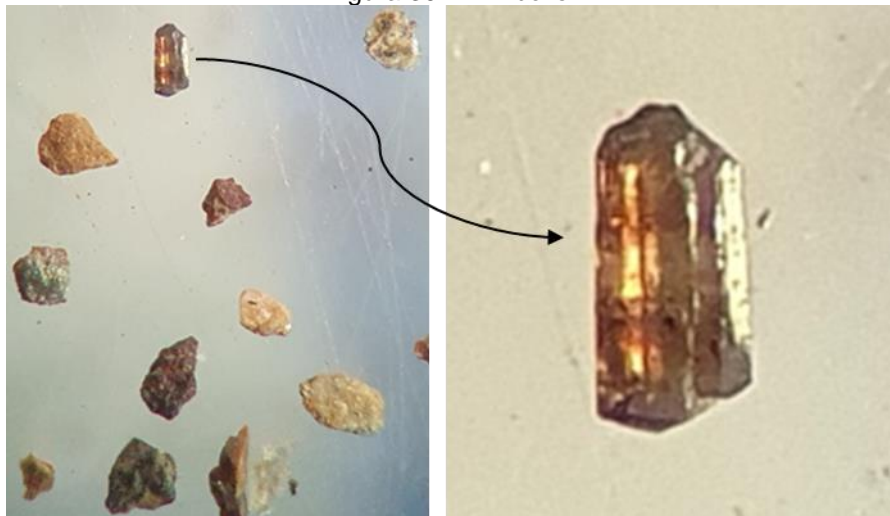


Figura 30 – Anfibólio.



3.4.2. AMOSTRA 13 F

Na fração fina (Figuras 32 a 36) destacam-se os minerais Anfibólios, Clorita, Fragmentos incolores (provavelmente mica), Granadas, Minerais opacos, Turmalina, Titanita, Piroxênio, Piritas e Zircões.

Figura 31 - Visão a olho nu da amostra 13F.



Figura 32 - Visão com da amostra com luz transmitida (esquerda) visão da amostra com luz de baixo (direita).

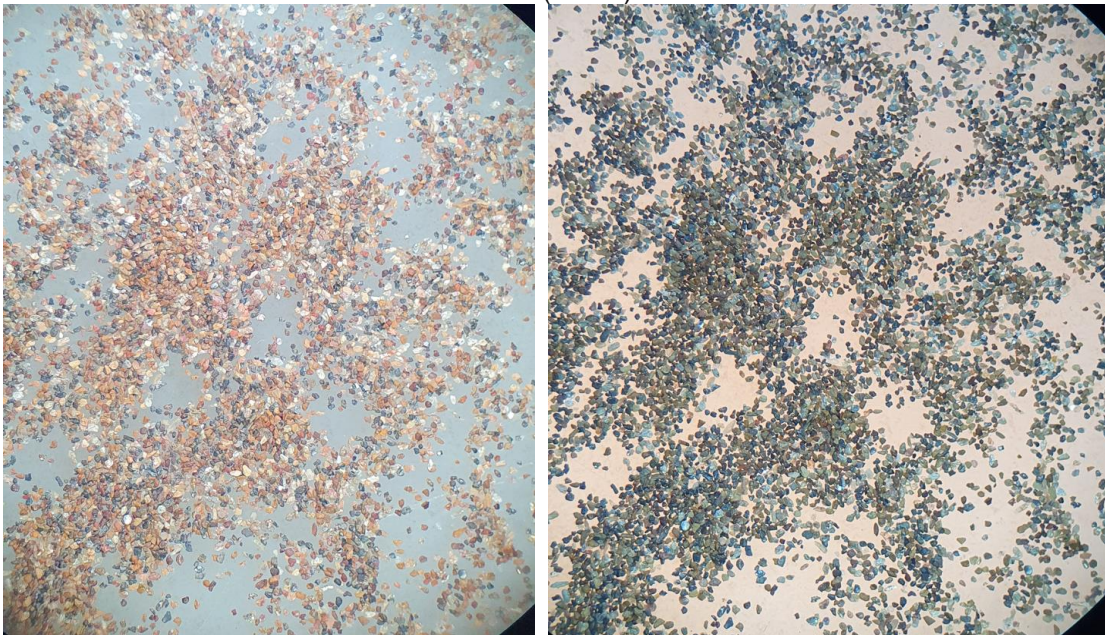


Figura 33 - Fotografia que mostra porção com muitos fragmentos de rocha, com poucos minerais de interesse.



Figura 34 - Minerais pre selecionados para análise, serão evidenciados logo abaixo.

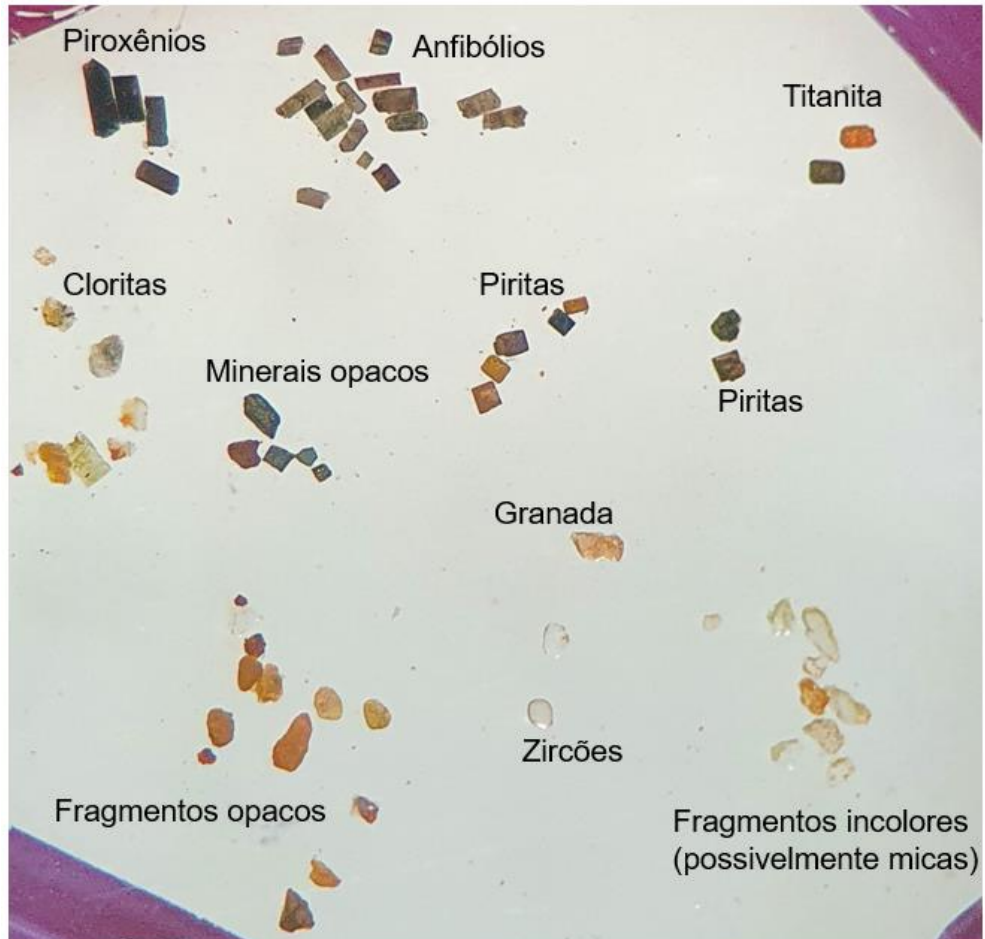
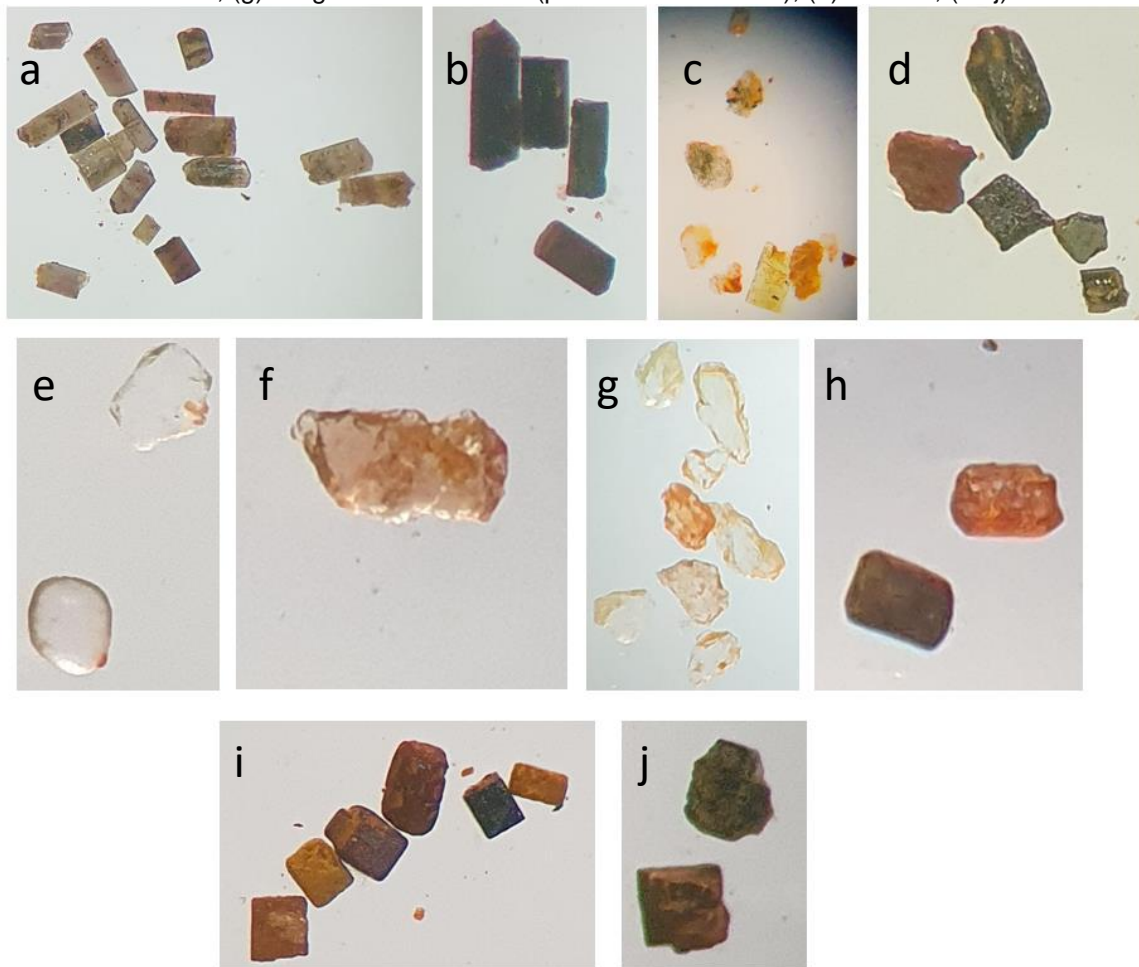


Figura 35 - (a) Anfibólios, (b) Piroxênio, (c) Clorita, (d) Minerais opacos, (e) Zircões, (f) Granada, (g) Fragmentos incolores (provavelmente mica), (h) Titanita, (i e j) Pirritas.



3.4.3. AMOSTRA 20

A amostra é constituída por uma variedade muito grande de minerais micáceos variando de coloração, minerais opacos e minerais opacos com brilho metálico, minerais com hábitos prismáticos, hábitos octaédricos, brilho adamantino e vítreo. De modo geral, em sua maioria, a amostra é constituída por fragmentos de rochas, sendo alguns identificados como de xistos e quartzitos (Figura 39).

Os minerais de interesse (Figuras 42 e 44) separados para análise encontrados nesta amostra foram anfibólio, clorita verde, granada, topázio (Figura 46), titanita caramelo, piroxênio, pirita, minerais micáceos e zircão (Figuras 38, 40, 41, 43, 45, 47 e 48), diamantes (Figuras 49 e 50).

Figura 36 - Fotografia a olho nu da amostra.



Figura 37 - Imagem da Amostra em visão mais macro (esquerda) e a (direita) imagem já mais ampliada dando foco em zircões, evidenciados por setas.

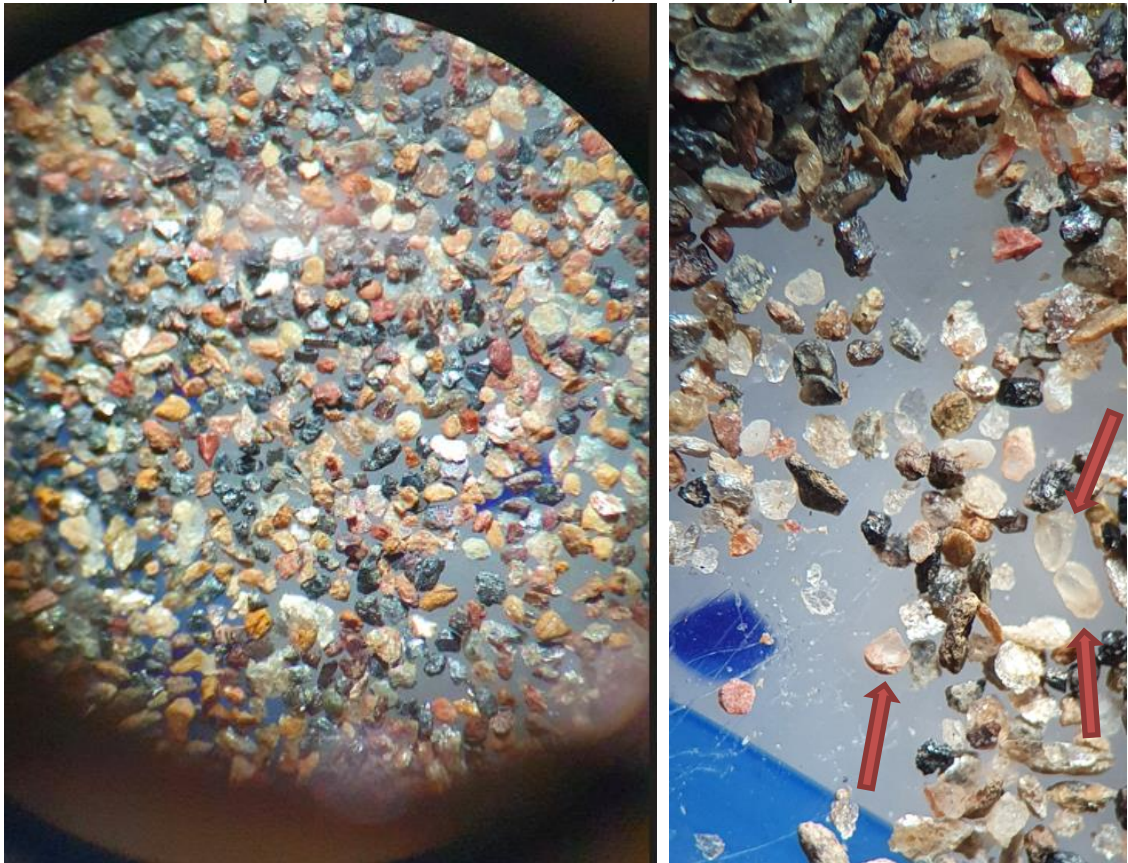


Figura 38 - Visão com luz transmitida à esquerda e visão com luz de fundo da amostra à direita.

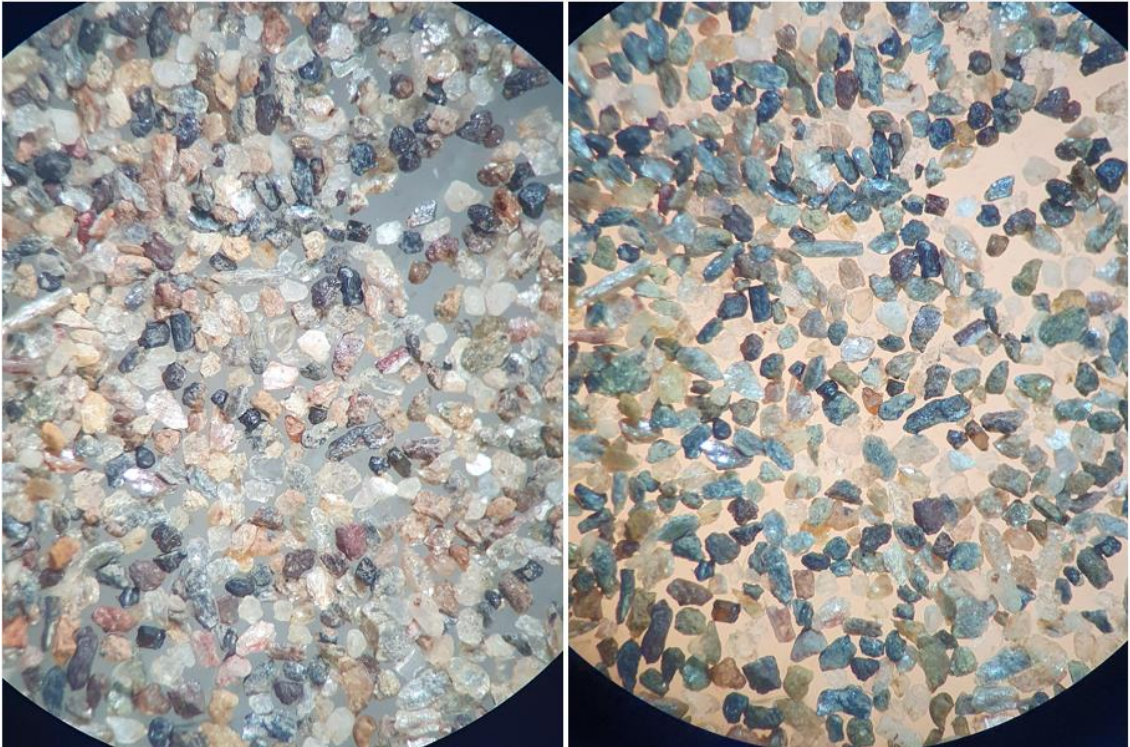


Figura 39 – (a) Pirita? e (b) Ilmenitas?

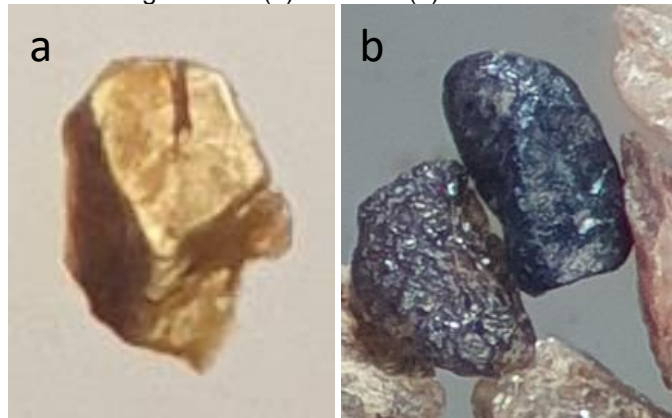


Figura 40 - Diopsídios? Ou anfibólios?



Figura 41 - Minerais pré-selecionados para melhor análise.



Figura 42 - Algumas imagens ampliadas da Figura 42.



Figura 43 - Minerais separados e selecionados para melhor análise.

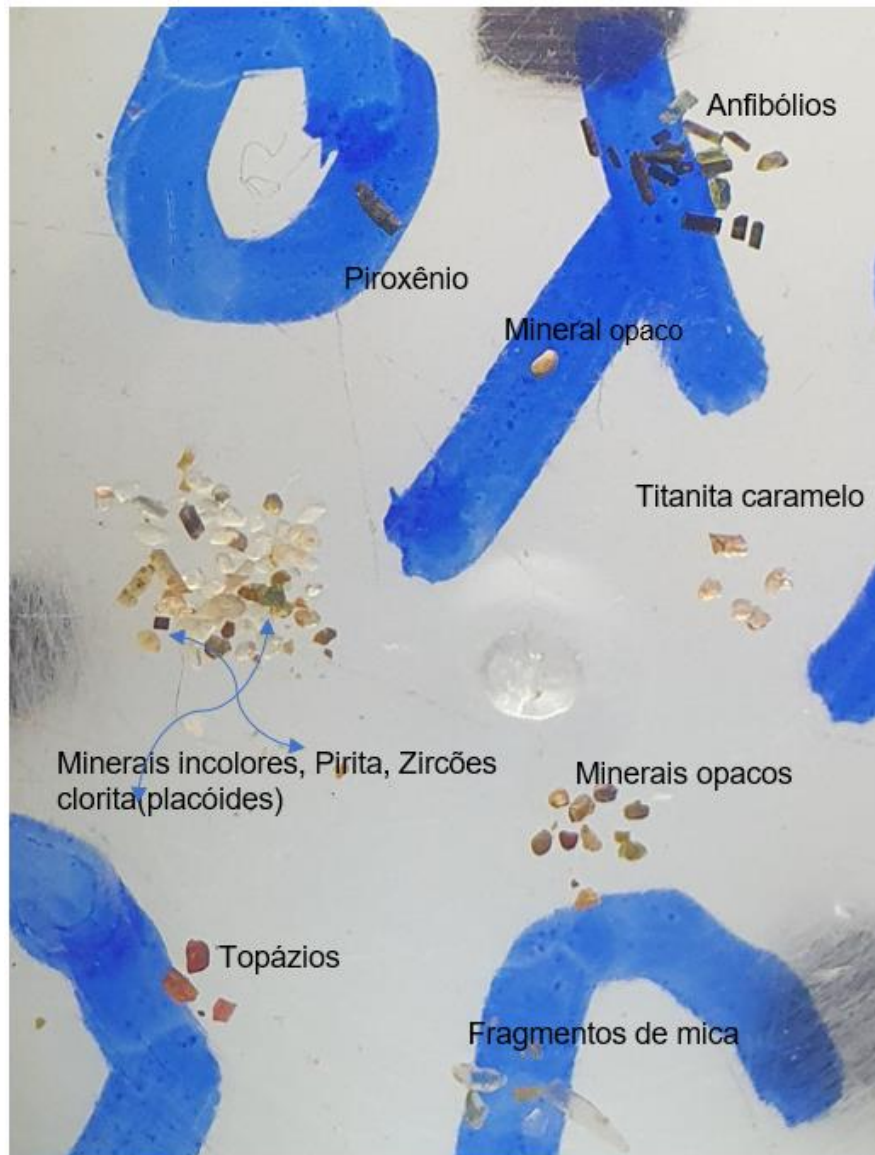


Figura 44 - (a) fragmentos de mica; (b) anfibólio(prismáticos), clorita verde claro(placóides) e piroxênio(esquerda), (c) minerais incolores, pirita, clorita, zircões (d) titanita caramelo.

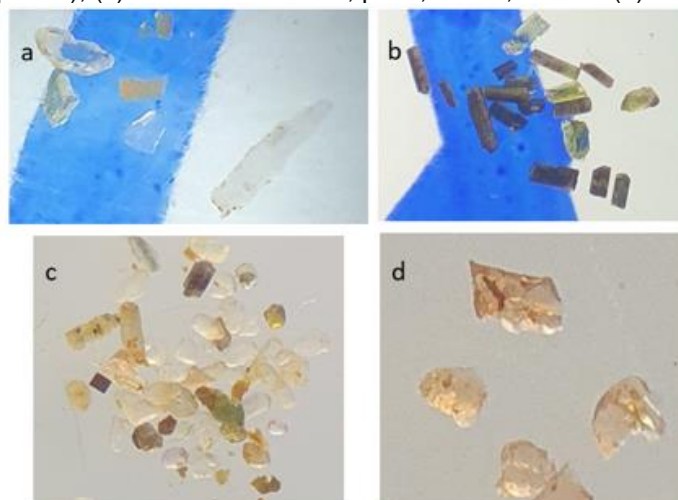


Figura 45 - (Esquerda) Topázio imperial na cor caramelo e fragmentos de Granada incolor. Topázios na cor vermelha? (ou rutilos?).

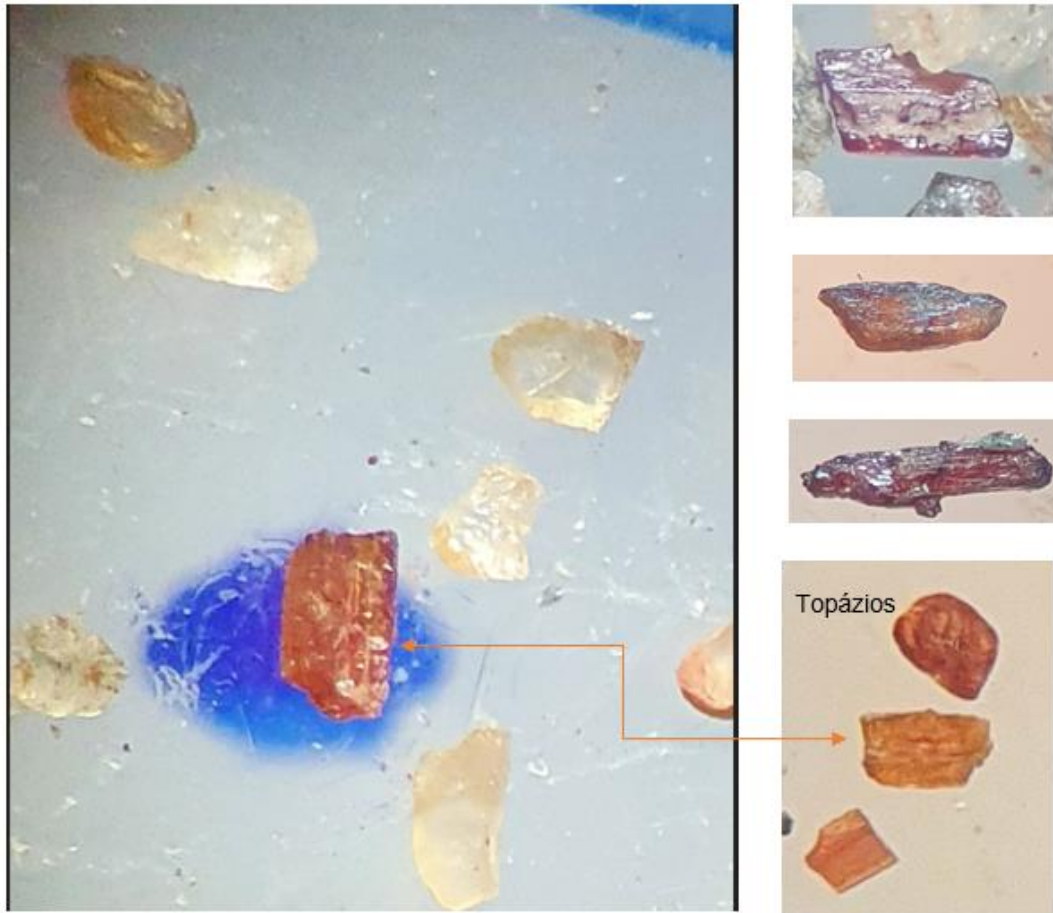


Figura 46 - Zircão, Granada (piropo?).

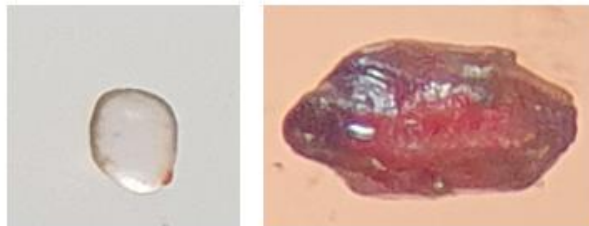


Figura 47 - Zircões.



Figura 48 - diamante amarelo e outros minerais(esquerda), diamante incolor octaedro(direita) e o diamante amarelo ampliado e com luz de fundo da imagem à esquerda.

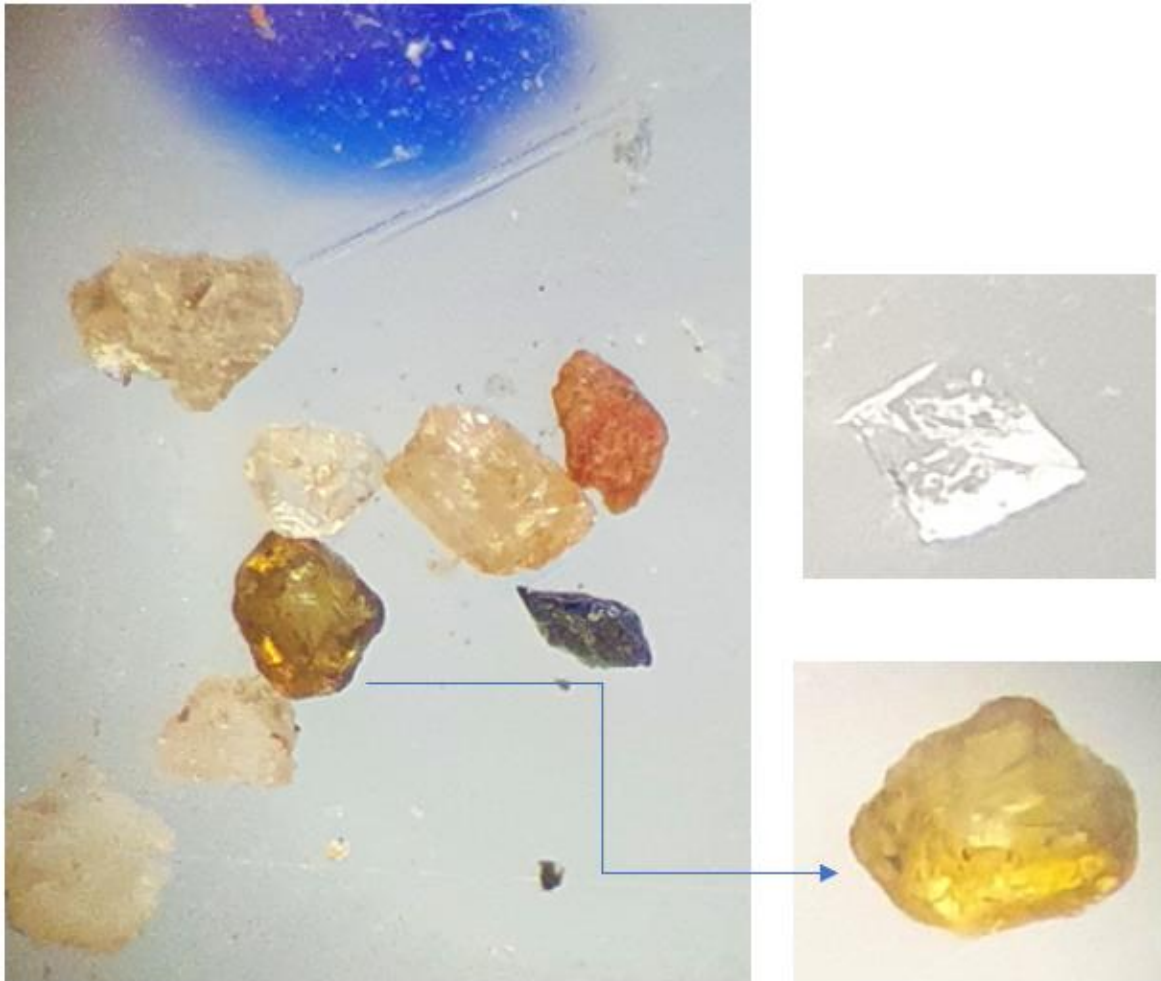
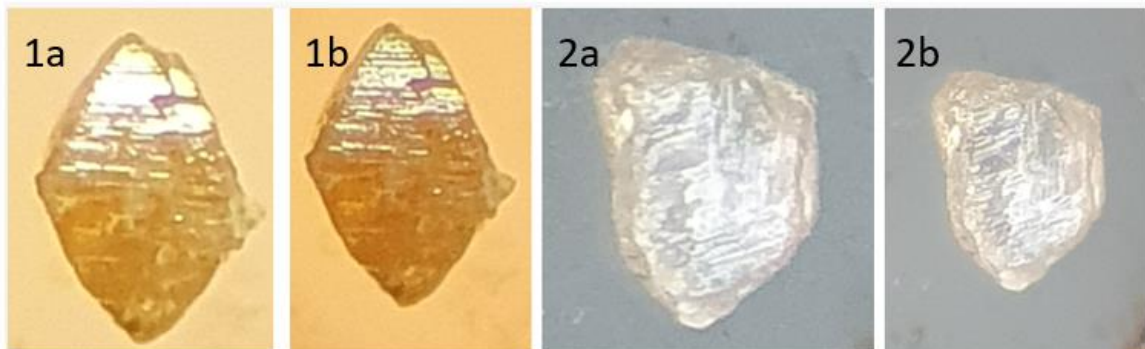


Figura 49 - Imagem do diamante amarelo octaedro (1a- luz transmitida e 1b- luz de fundo) e diamante rolado (2a- Luz transmitida e 2b- Luz de fundo).



3.4.4. AMOSTRA 10 F

A fração fina da amostra 10 compreende as Figuras 51 á 59 e apresenta em sua maioria fragmentos de rocha, contendo micas e xistos.

Dentre os minerais de interesse encontrados na amostra estão os Anfibólios, Piratas, Turmalinas, Topázio, Piratas e Zircão.

Existem muitos minerais opacos, possíveis estaurolitas retangulares e cromitas.

Figura 50 - Imagem a olho nu da amostra



Figura 51 - Visão geral da amostra.



Figura 52 - Fragmentos de rochas da amostra e alguns minerais em visão mais ampliada.



Figura 53 - Imagem ampliada da amostra com Zircão ao centro e possíveis cromitas.

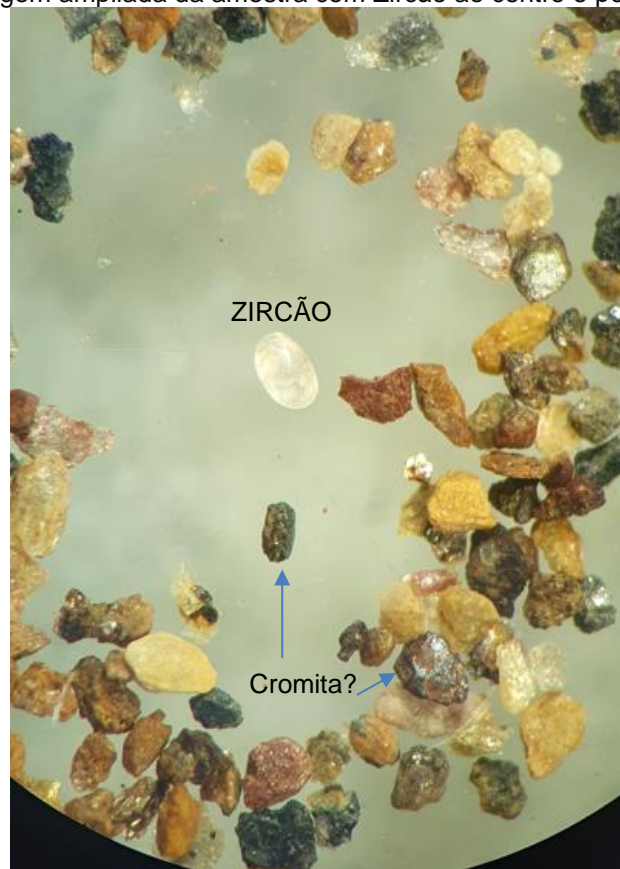


Figura 54 - Seleção dos minerais de interesse para análise, evidenciados logo abaixo.

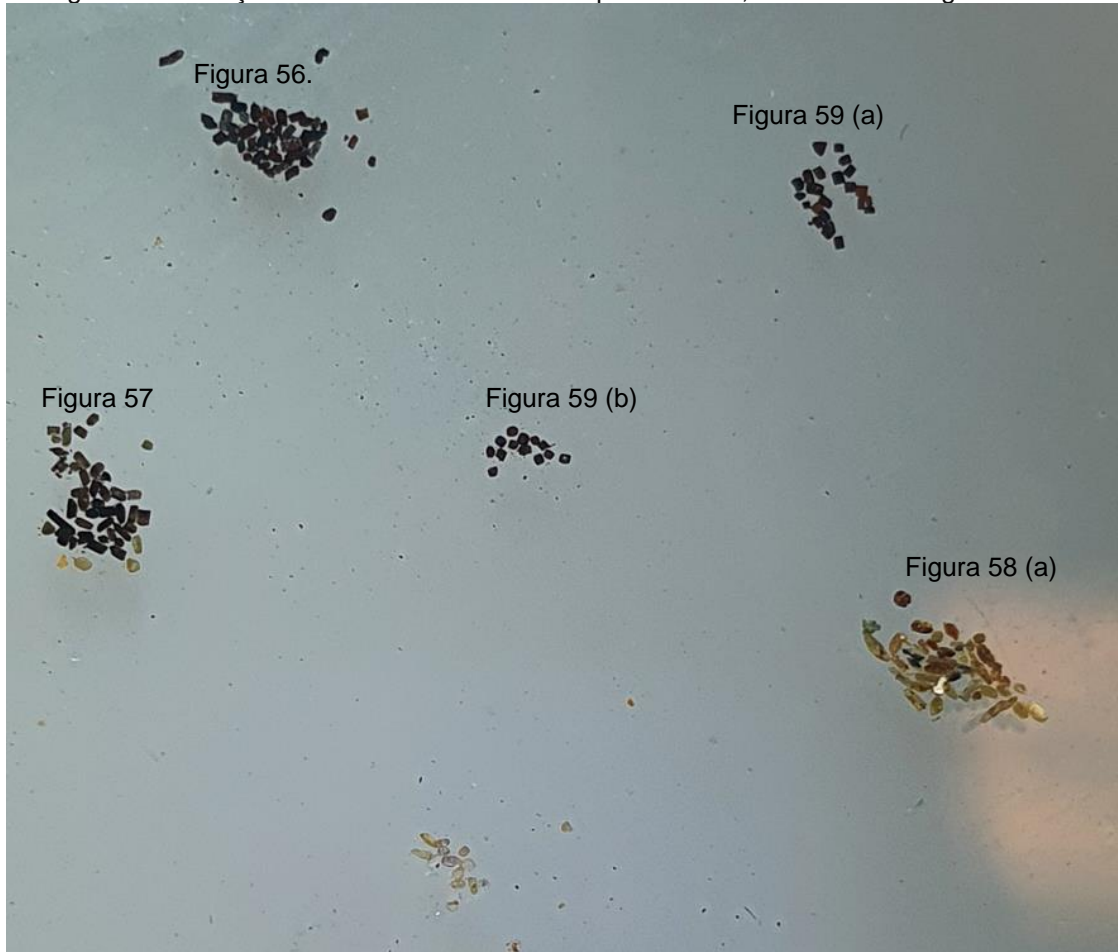


Figura 55 - Minerais opacos, minerais com brilho metálico, possível estaurólita (retangulares)? e ilmenita?

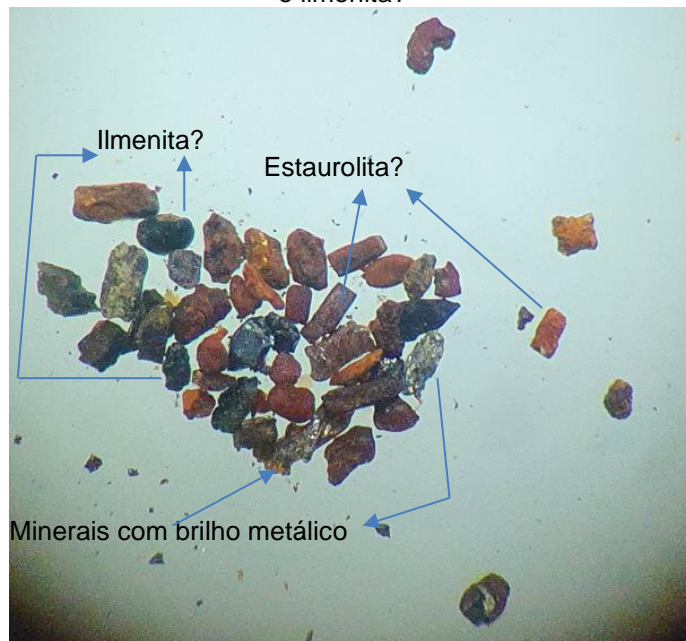


Figura 56 – Titanita placóides, anfibólios (prismáticos claros, piroxênios (prismáticos escuros).

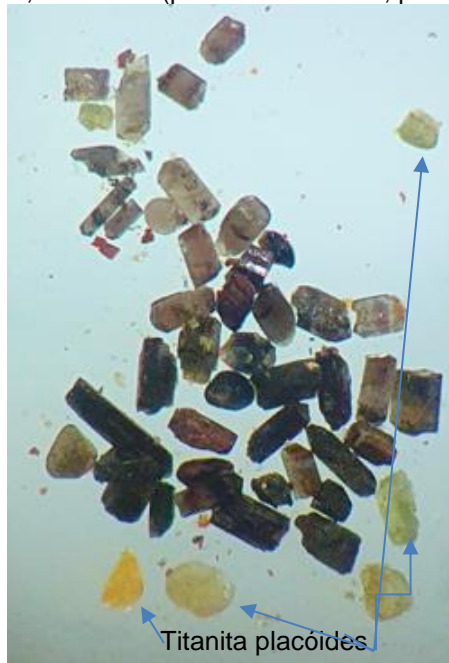


Figura 57 – (a) Micas, minerais opacos e um mineral verde (possível diopsídio?). (b) Topázio.

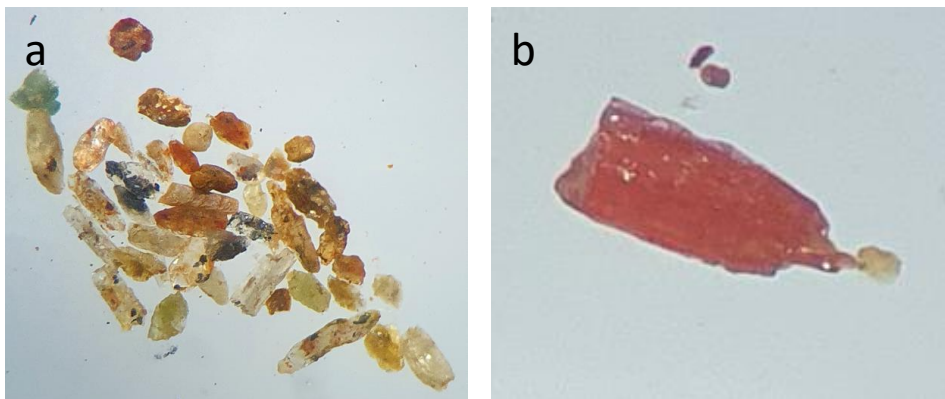
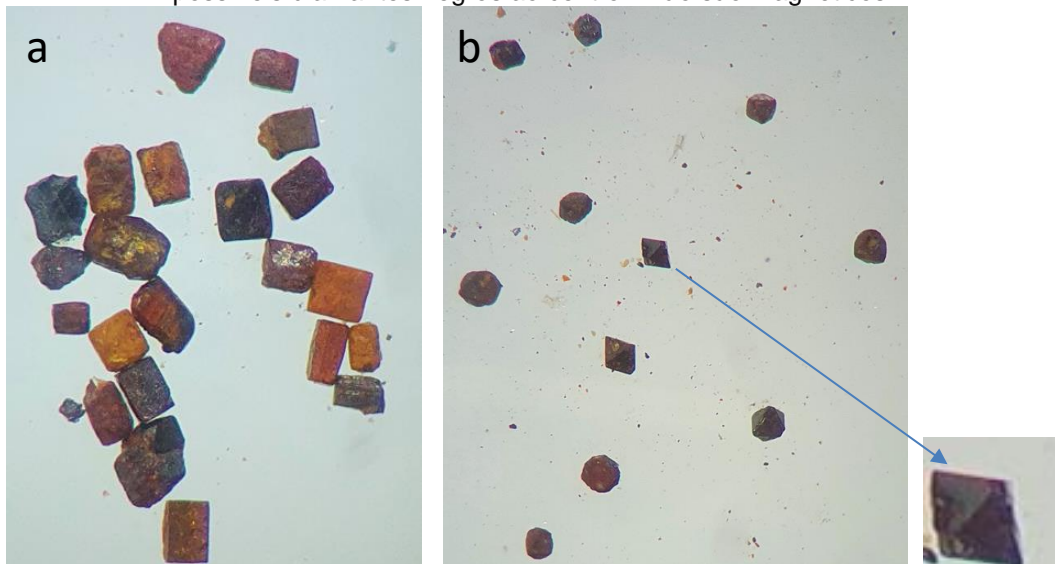


Figura 58 - Imagem: (a)Piritas, mineral negro não identificado placóide, (b) Ilmenitas e dois possíveis diamantes negros ao centro? Não são magnéticos.



3.4.5. AMOSTRA 10 G

A amostra da fração grosseira (Figuras 60 a 64) apresenta muitos fragmentos de rocha contendo xistos e micas com certeza. Mas com poucos minerais de interesse, contendo poucas turmalinas e granadas,

Os minerais de interesse selecionados foram a granada vermelha, fragmentos de granada rosada e turmalina.

Figura 59 - Visão a olho nu da imagem.

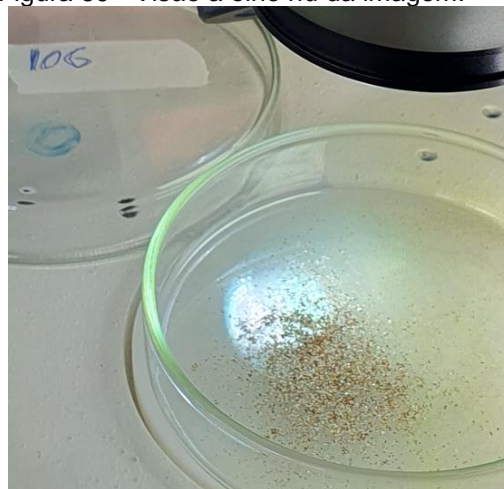


Figura 60 – (a) Visão com luz transmitida e (b) visão com luz de fundo da amostra.

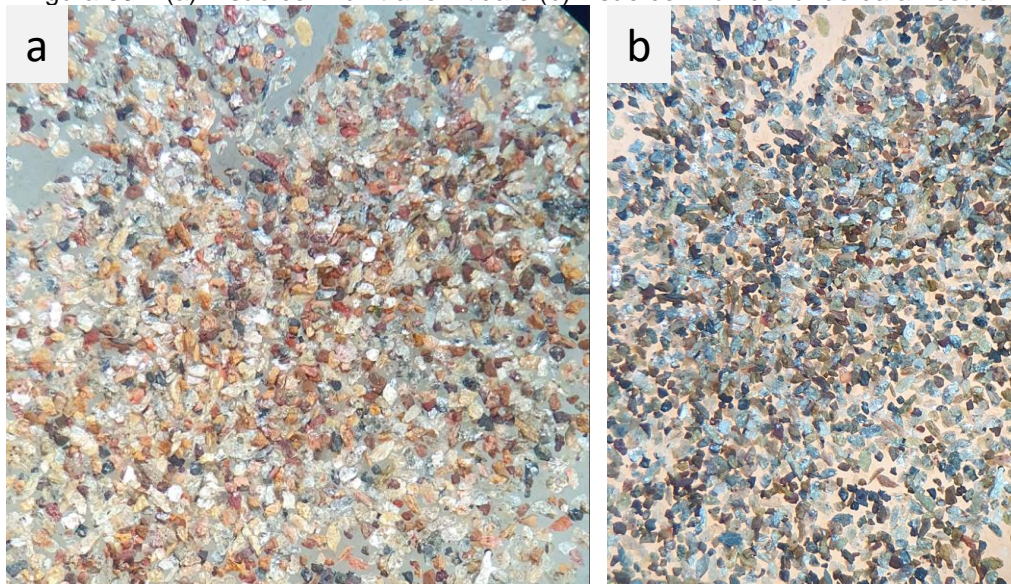


Figura 61 – (a) Granada vermelha (piropo?) e (b) Granada rosada.

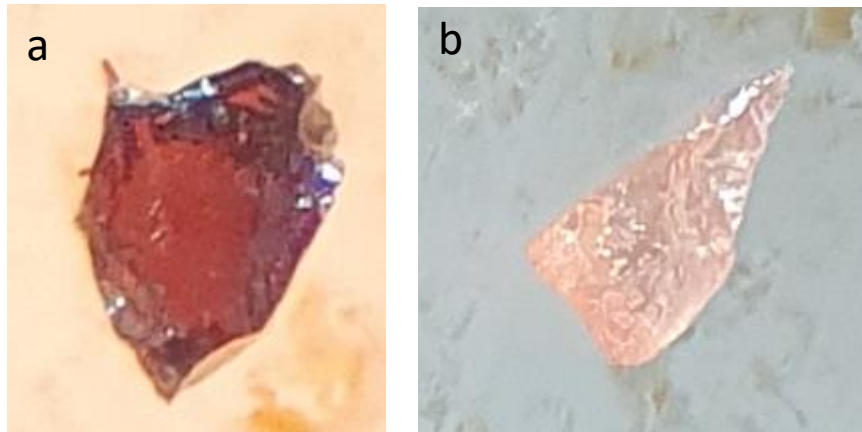


Figura 62 - (a) Imagem vista do estereoscópio e (b) Anfibólio isolado ao centro.

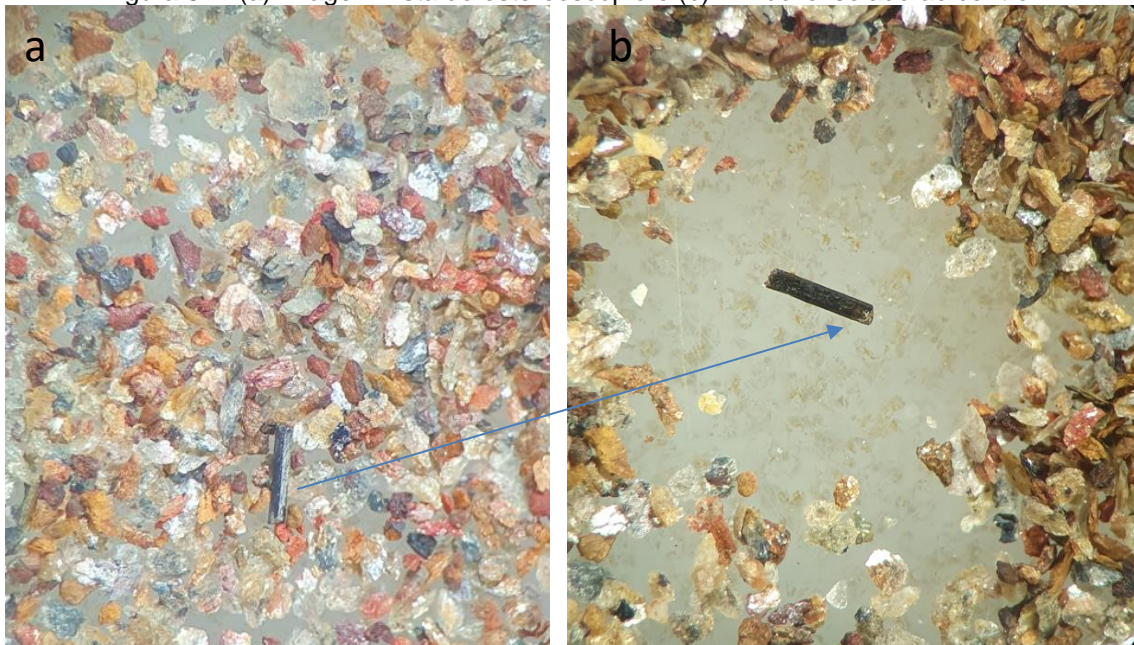
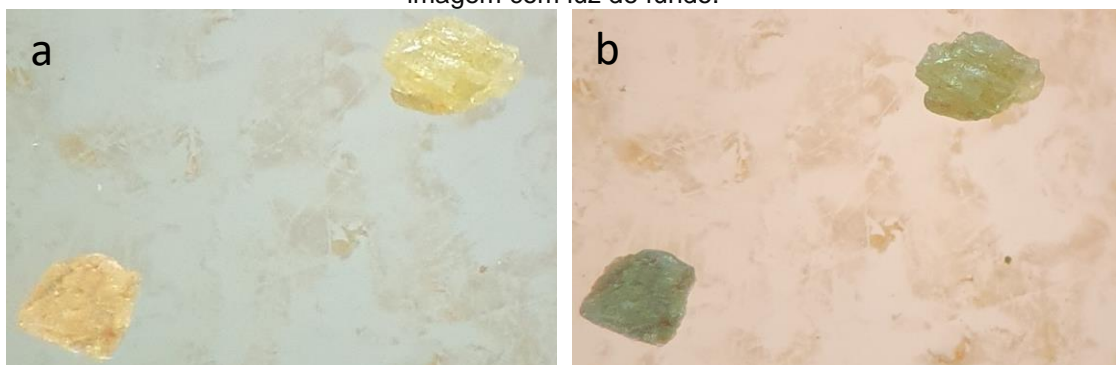


Figura 63 - Minerais não identificados (diopsídios?). (a) imagem com luz transmitida (b) imagem com luz de fundo.



3.4.6. AMOSTRA A22

A amostra foi retirada de um afluente do Rio Araguari, porém, com a mineralogia semelhante às demais. Sendo constituída basicamente de fragmentos de rochas, minerais opacos à vítreos, alguns com brilho adamantino (Figura 68).

Os minerais de interesse encontrados foram os anfibólios, apatitas, diamantes, granadas, titanita, opacos e zircões (Figuras 66 a 75).

Figura 64 - Visão a olho nu da amostra A22, luz transmitida.



Figura 65 - Visão Dos minerais amostra A22 com luz transmitida.

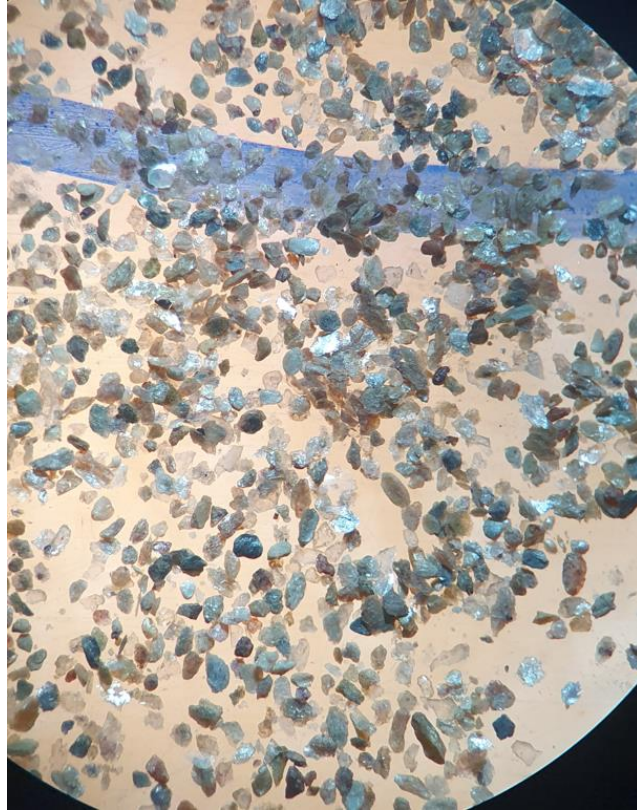


Figura 66 – (a) Visão com luz transmitida e (b) visão com luz de fundo dos minerais.

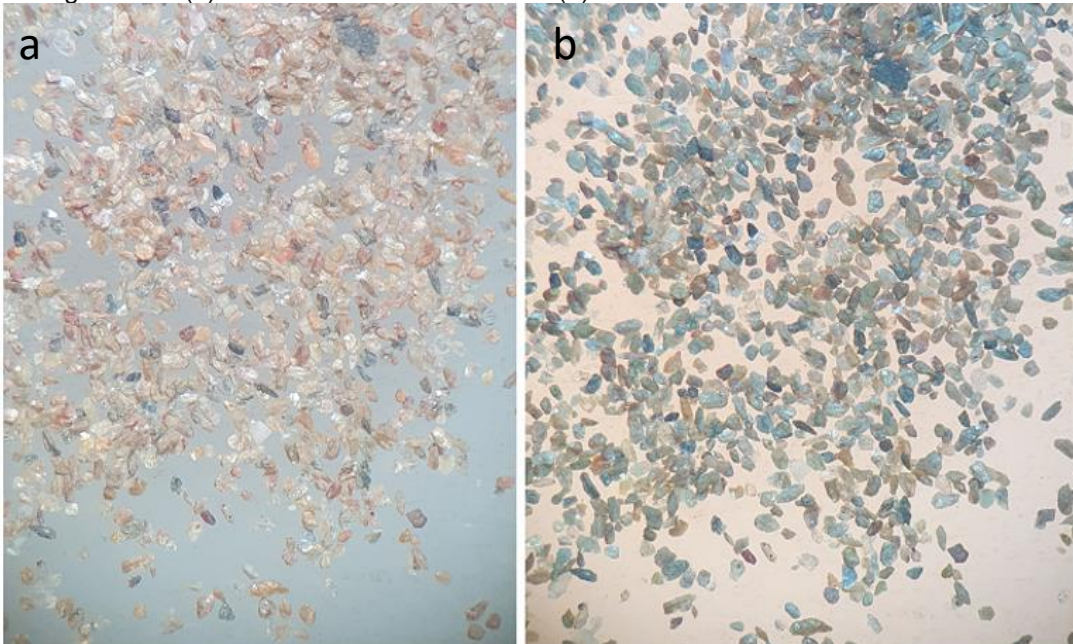


Figura 67 - Diamantes exibindo cristais eudricos bipiramidais. (a) visão luz transmitida, (b) visão com luz de fundo e (c) visão por outro ângulo com luz transmitida.

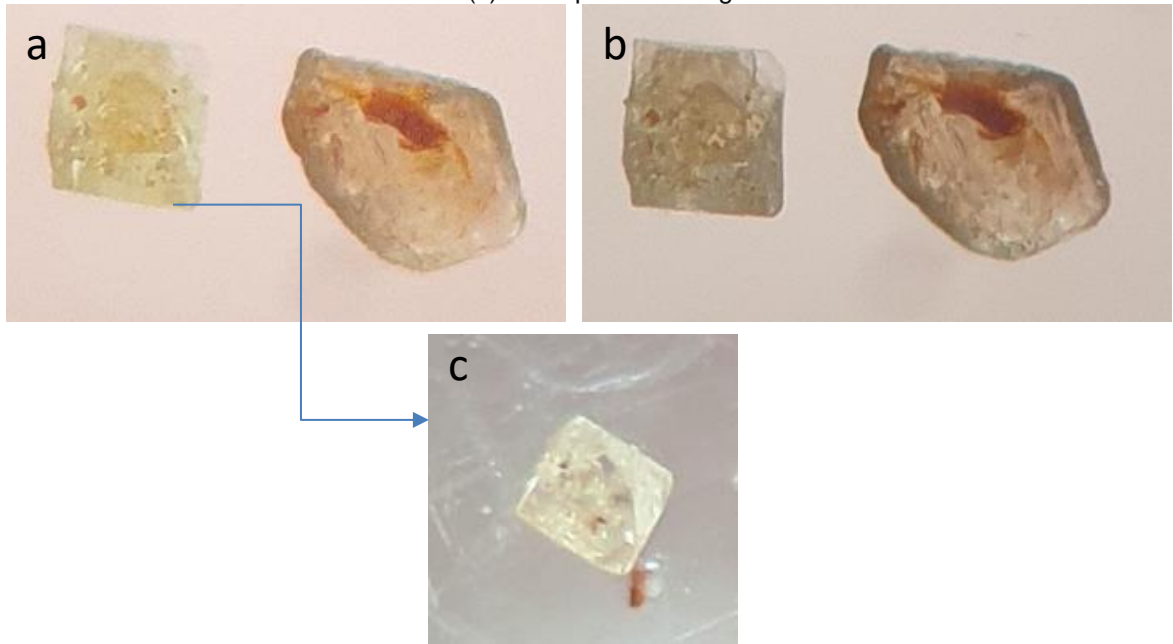


Figura 68 - Pré separação dos minerais de interesse, evidenciados logo abaixo.

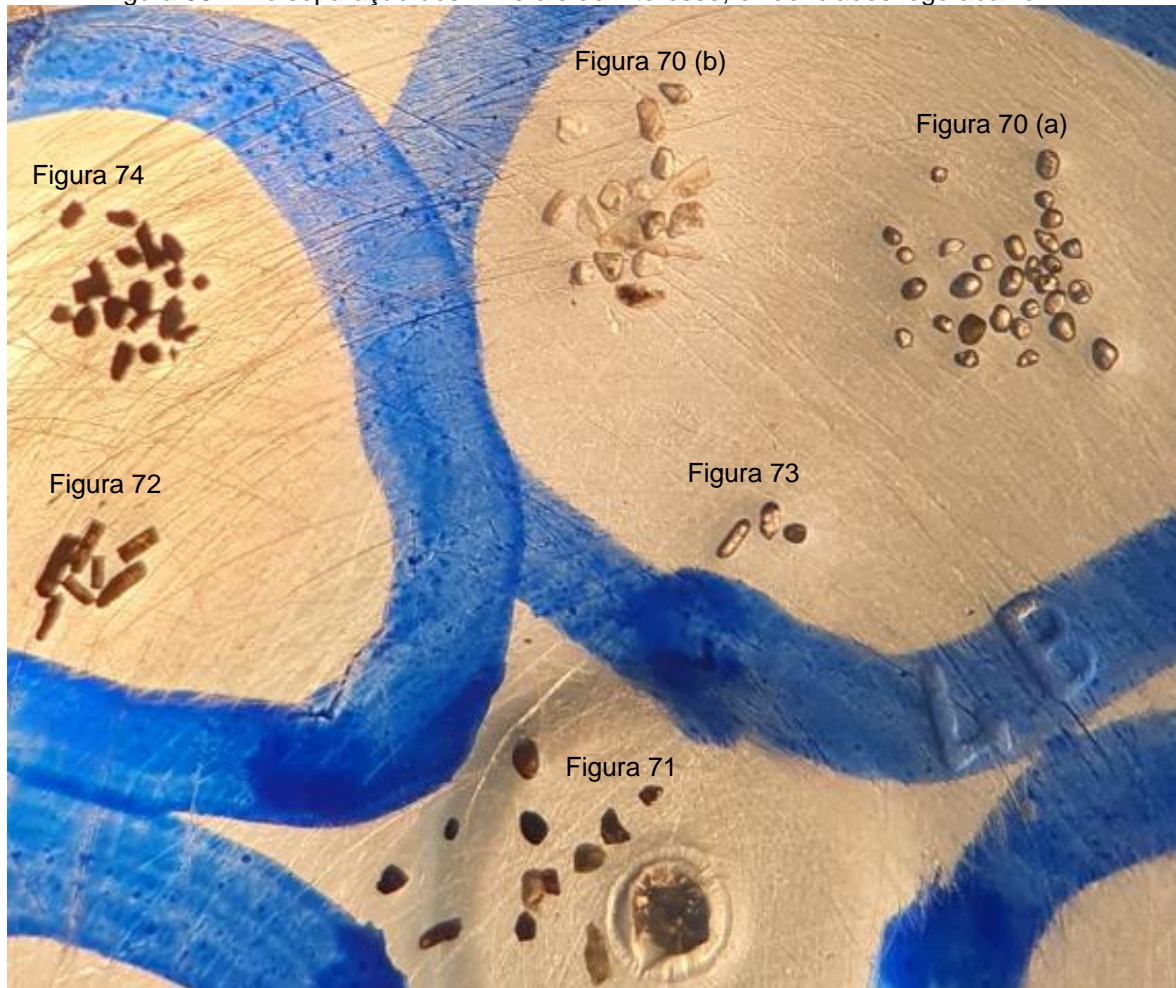


Figura 69 - (a) Apatitas incolores, com dois zircões ao centro e (b) fragmentos de mica.

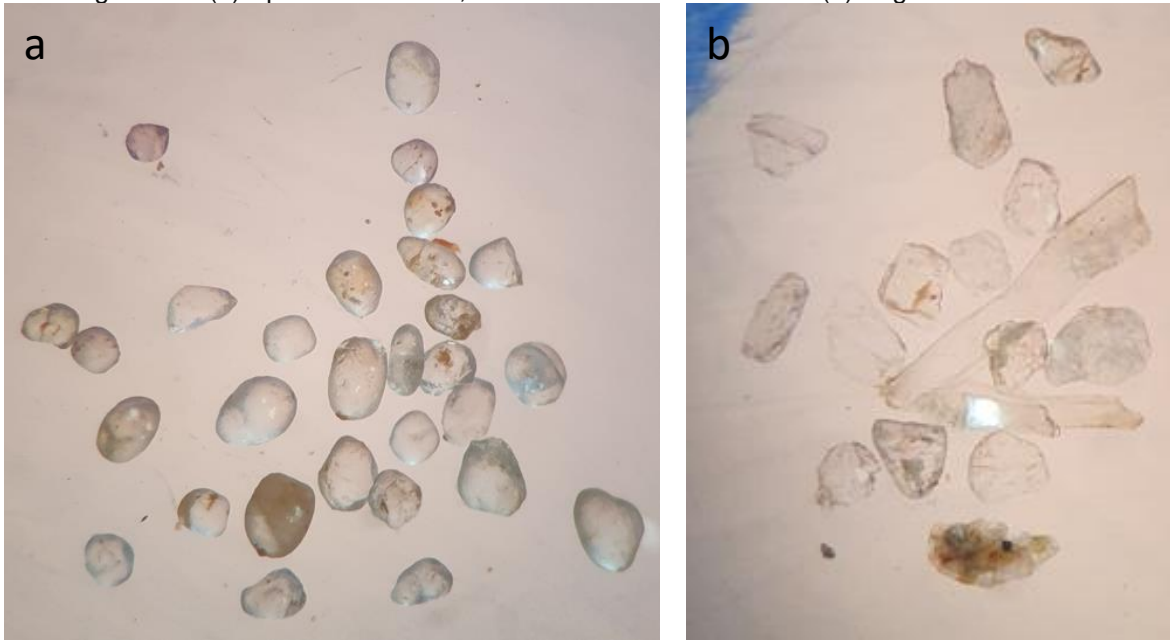


Figura 70 - (a) Granadas em fragmentos vermelhos (piropo?) e (b) Granada piropo.

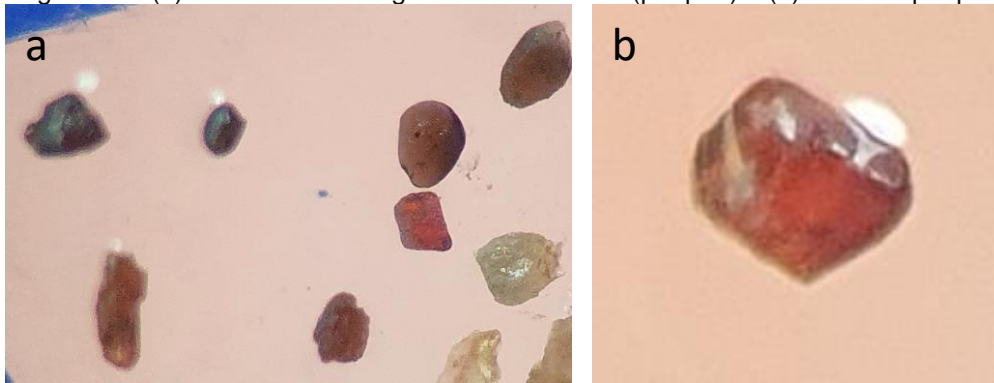


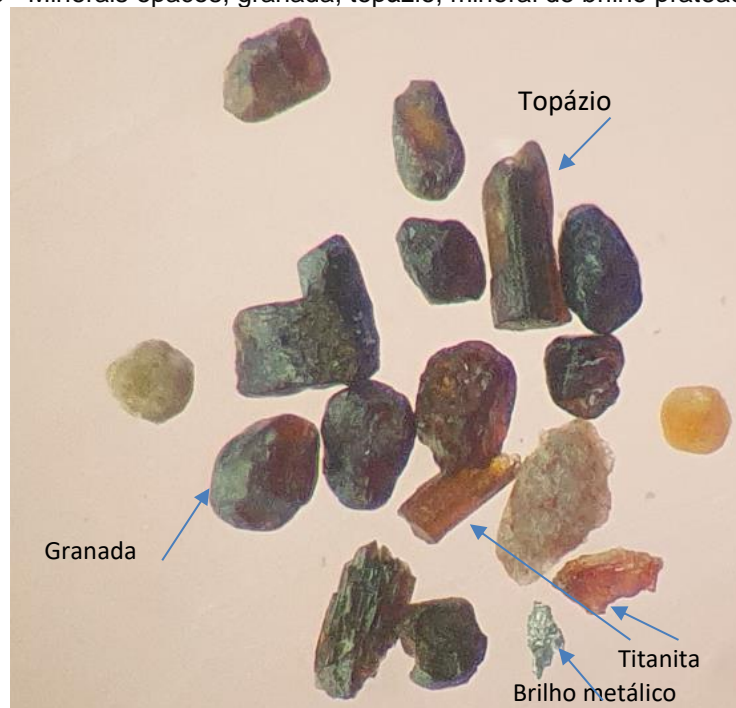
Figura 71 – (a) Anfibólios e (b1 e b2) Topázios.



Figura 72 - Zircões.



Figura 73 - Minerais opacos, granada, topázio, mineral de brilho prateado, titanita.



3.4.7. AMOSTRA 08

A amostra está localizada no mesmo aflente da amostra A22, porém, mais próxima do leito do rio Araguari. Constituída de muitos fragmentos de rocha, principalmente micáceos e xistosos. (Figuras 75 a 78).

Com diversos minerais de interesse (Figuras 79 a 90), tais como anfibólios, apatitas, cloritas verdes, turmalinas, topázios, ilmenitas, granadas, granadas piropo, piritas, zircões e estaurolitas (cruz de Santo André).

Figura 74 - Imagem a olho nu da amostra.



Figura 75 - Imagem dos minerais pelo estereoscópio sem ampliação.

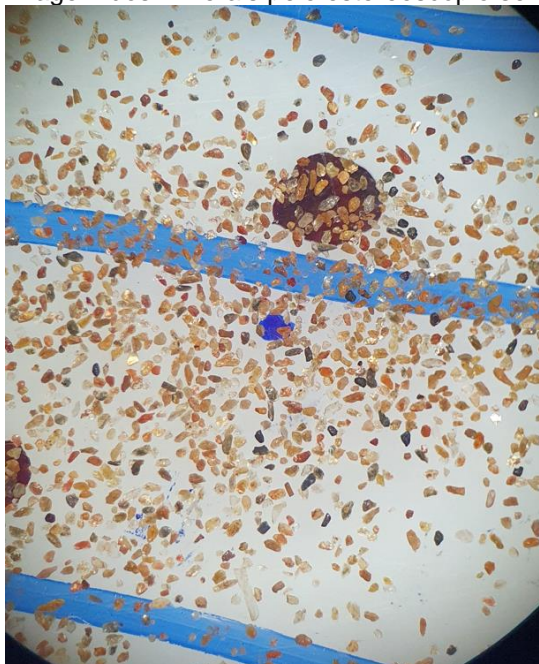


Figura 76 - Imagem ampliada dos minerais com luz transmitida.



Figura 77 -Imagem utilizando luz transmitida (esquerda) e imagem utilizando luz de fundo(direita).

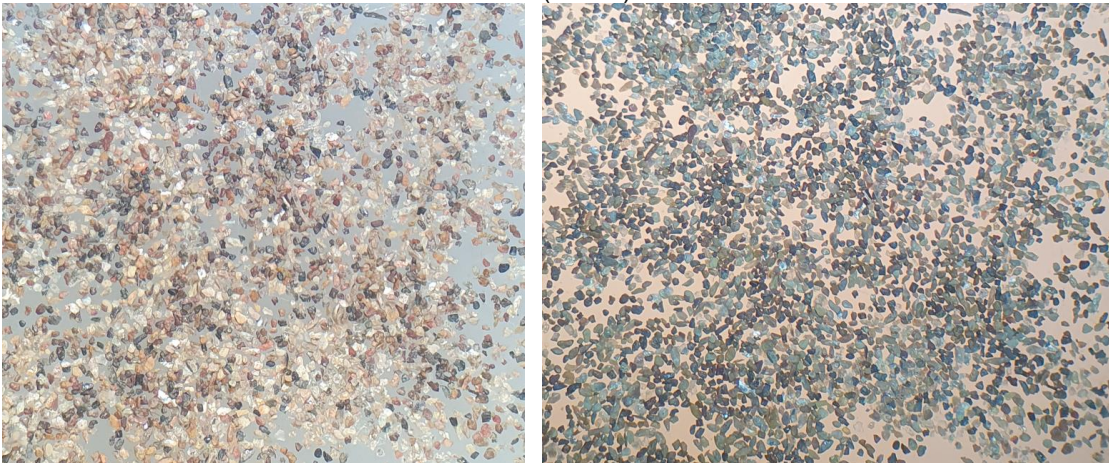


Figura 78 - Minerais separados para análise.

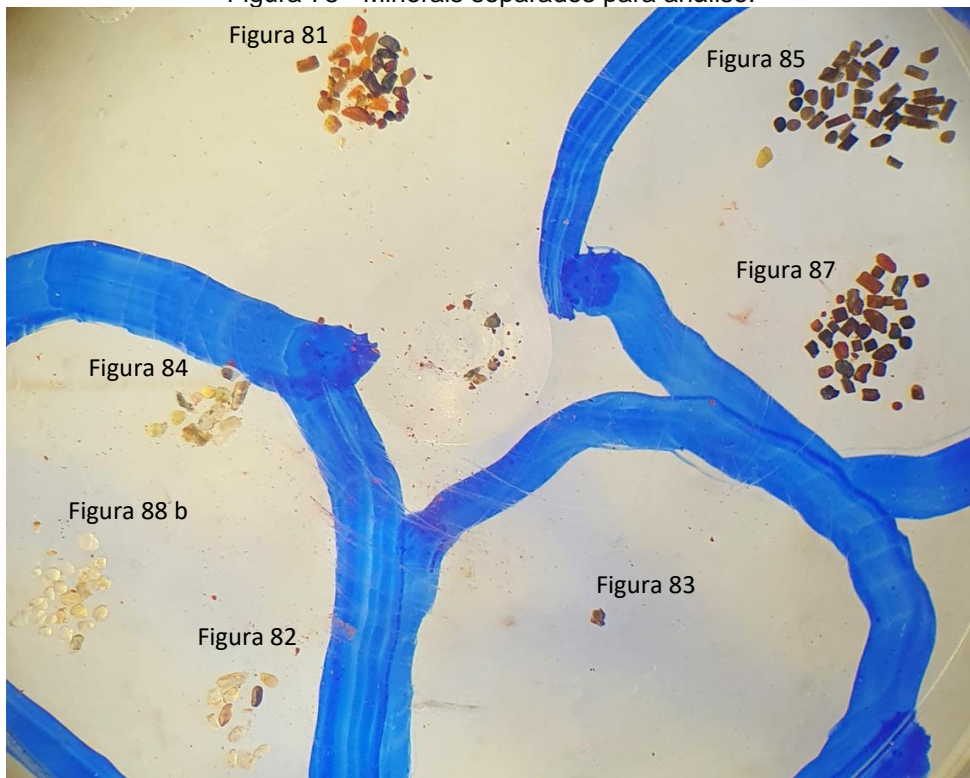


Figura 79 - Minerais separados para análise.

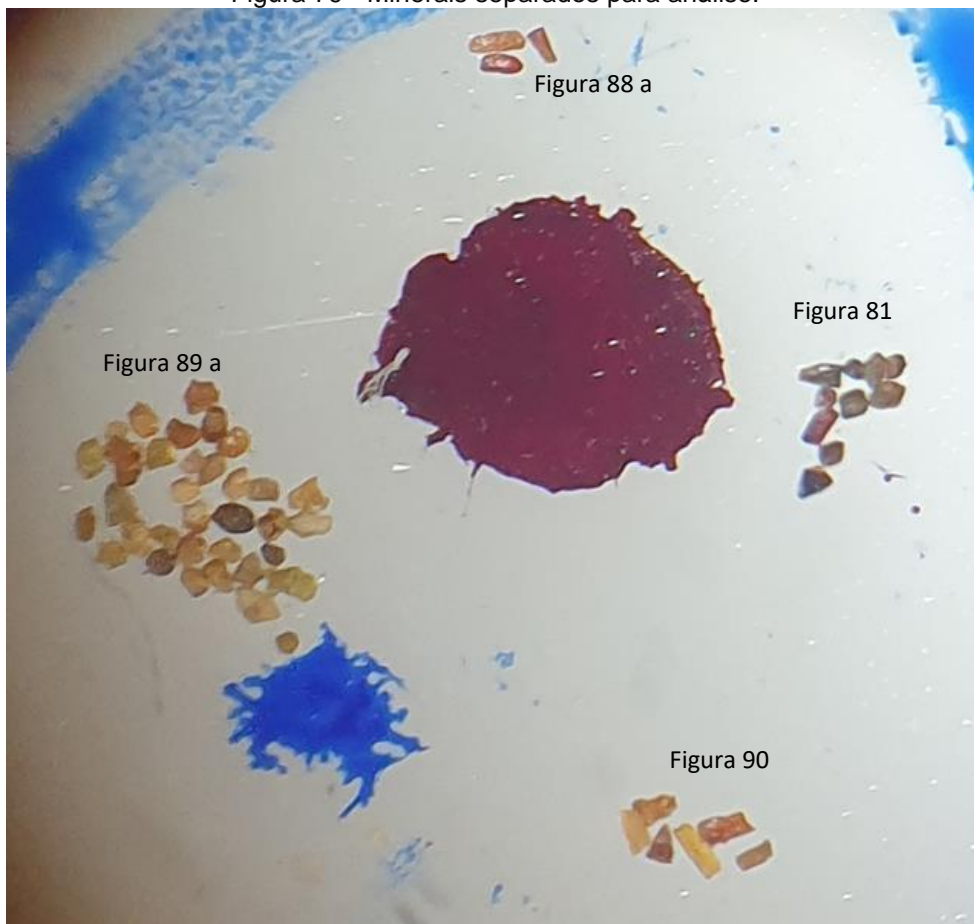


Figura 80 – (a) Granada amarela e granada vermelha (piropo?) e (b) granada piropo.

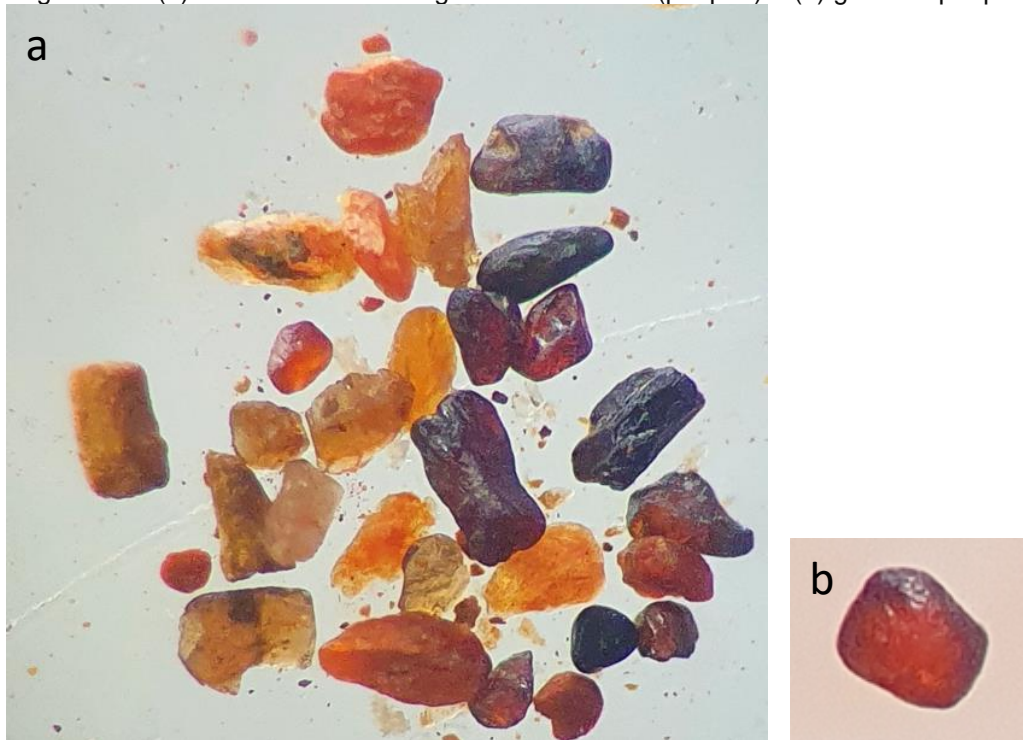


Figura 81 - (a) Zircões seleccionados da Figura 79 e (I, II E III são zircões seleccionados da amostra).

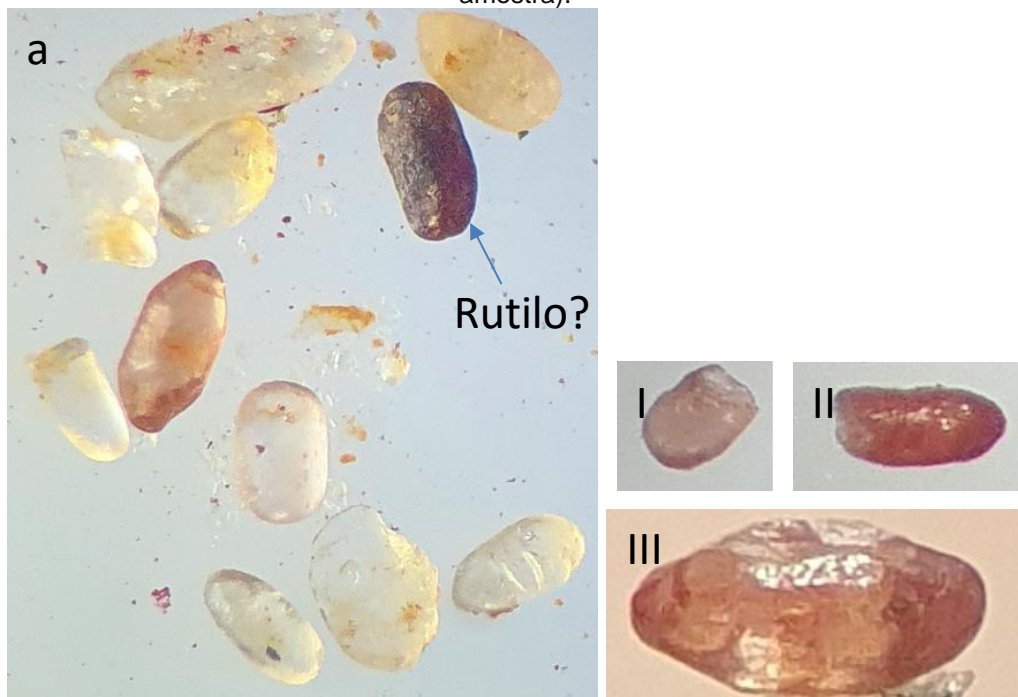


Figura 82 - Estaurolita (Cruz de Santo André).



Figura 83 - Silicatos não identificados.



Figura 84 - Anfibólios, ilmenita (arredondada e negra), rutilo? e titanita?

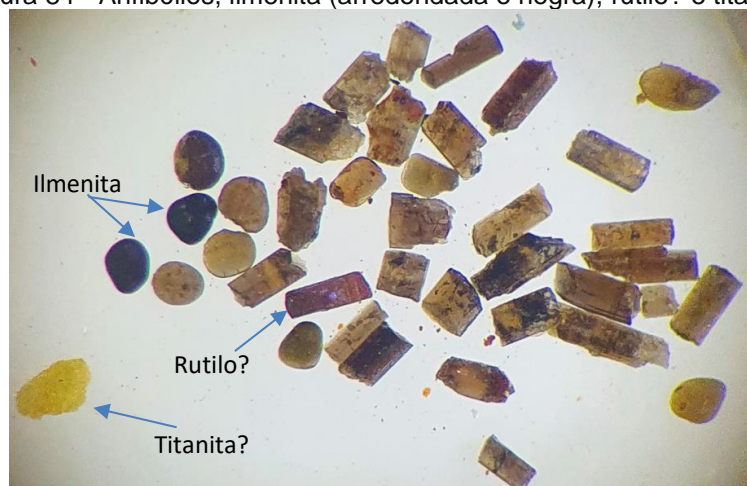


Figura 85 – Anfibólios.

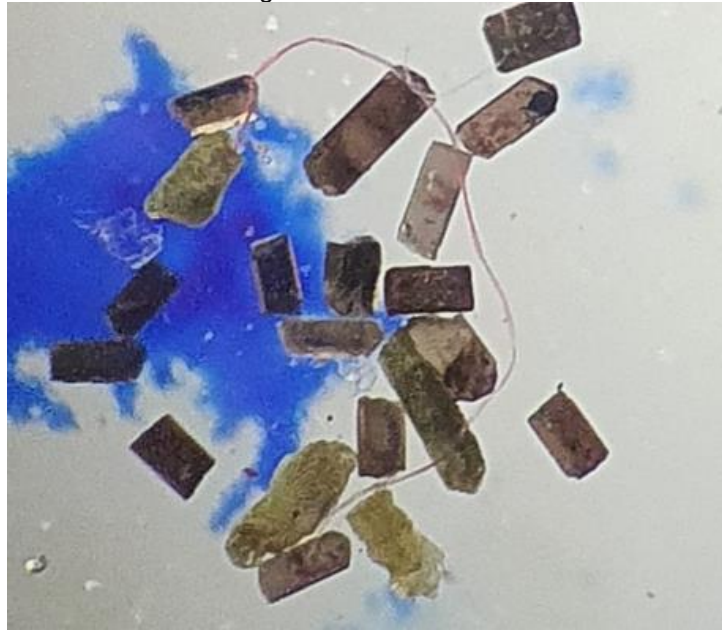


Figura 86 - Minerais opacos (pirita, ilmenita), contêm estaurólita (geometria retangular)?

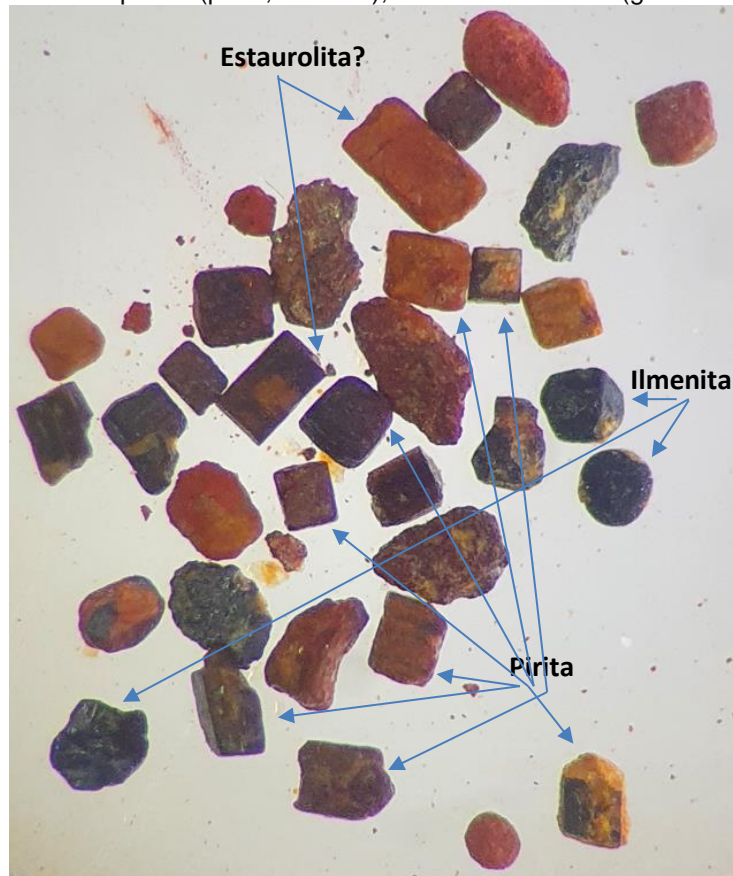


Figura 87 - (a)Rutilos? e (b) apatitas incolores.

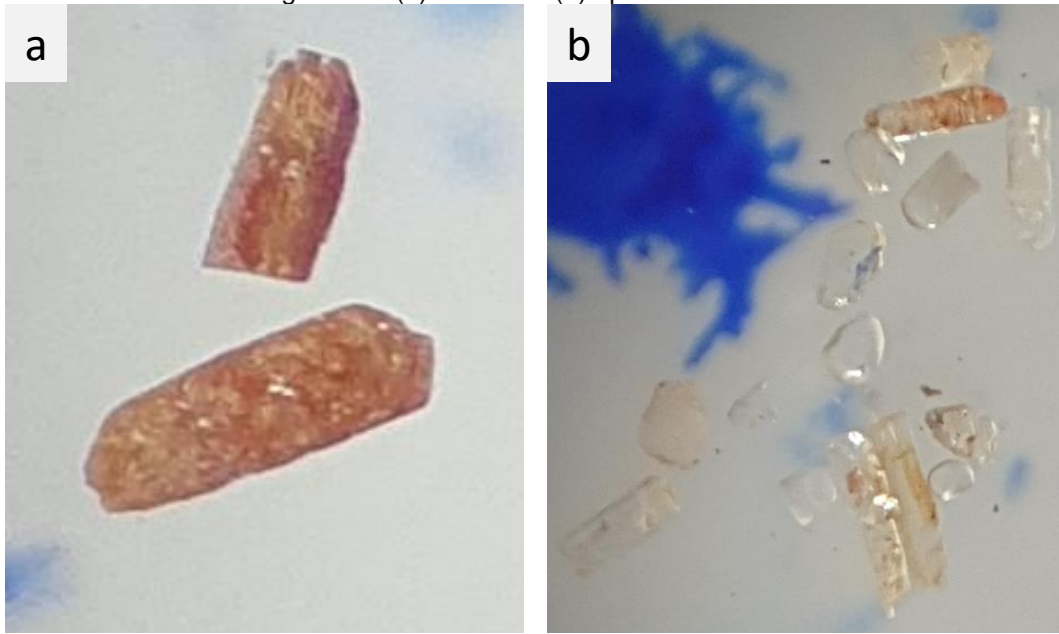


Figura 88 - (a) Granadas e (b) Titanitas.

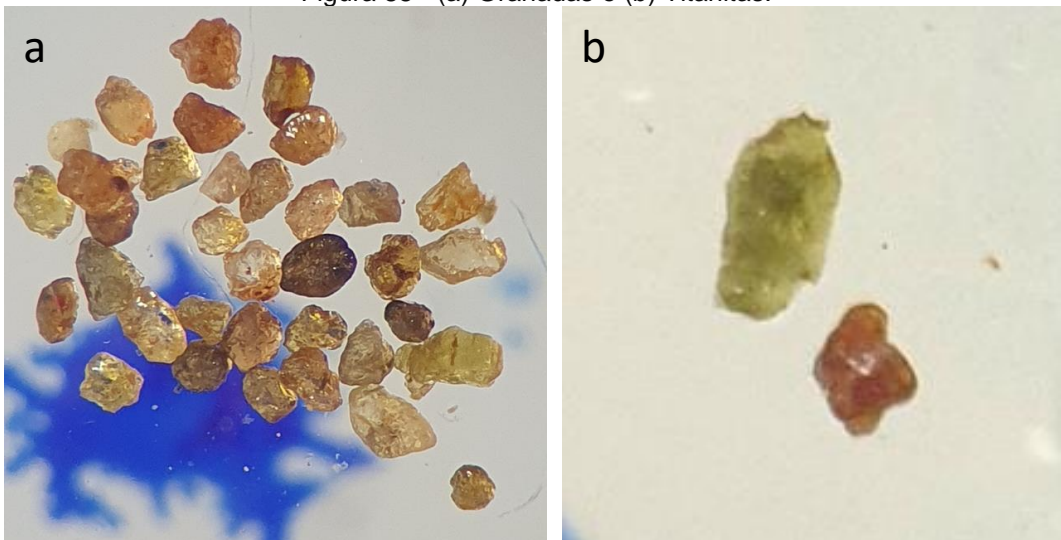
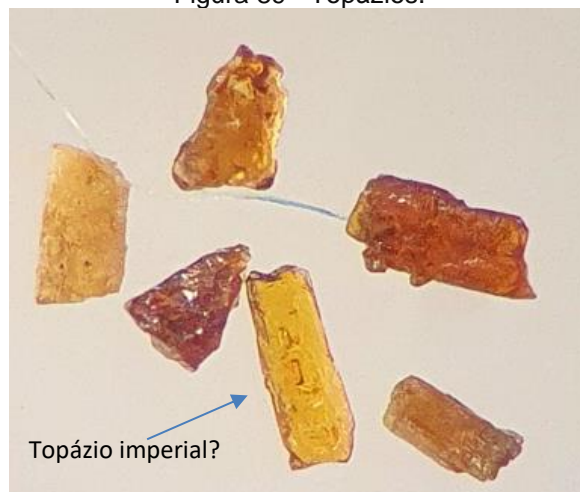


Figura 89 - Topázios.



3.4.8. AMOSTRA 23

A amostra analisada apresenta materiais com uma grande variedade de fragmentos de rochas e de minerais (Figuras 91 e 92), principalmente translúcidos e/ou prismáticos. Constituída também de muita mica e xistos variando suas colorações.

Os minerais de interesse encontrados (Figuras 93 á 100) são Anfibólios, Apatitas, Diamantes, Granadas caramelo, Granadas piropo, Ilmenitas tabulares, Piratas, Rutilo, Titanitas, Topázios brancos e zircões

Figura 90 - Minerais e rochas visto a olho nu.



Figura 91 - Visão com luz de frente a esquerda, visão com luz de fundo de outra perspectiva a direita

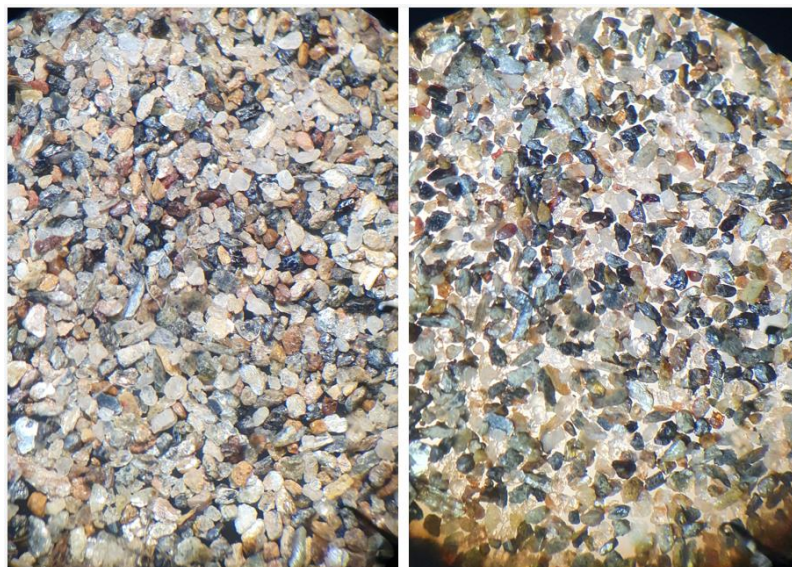


Figura 92 - Minerais já selecionados por cor e hábito para análise.

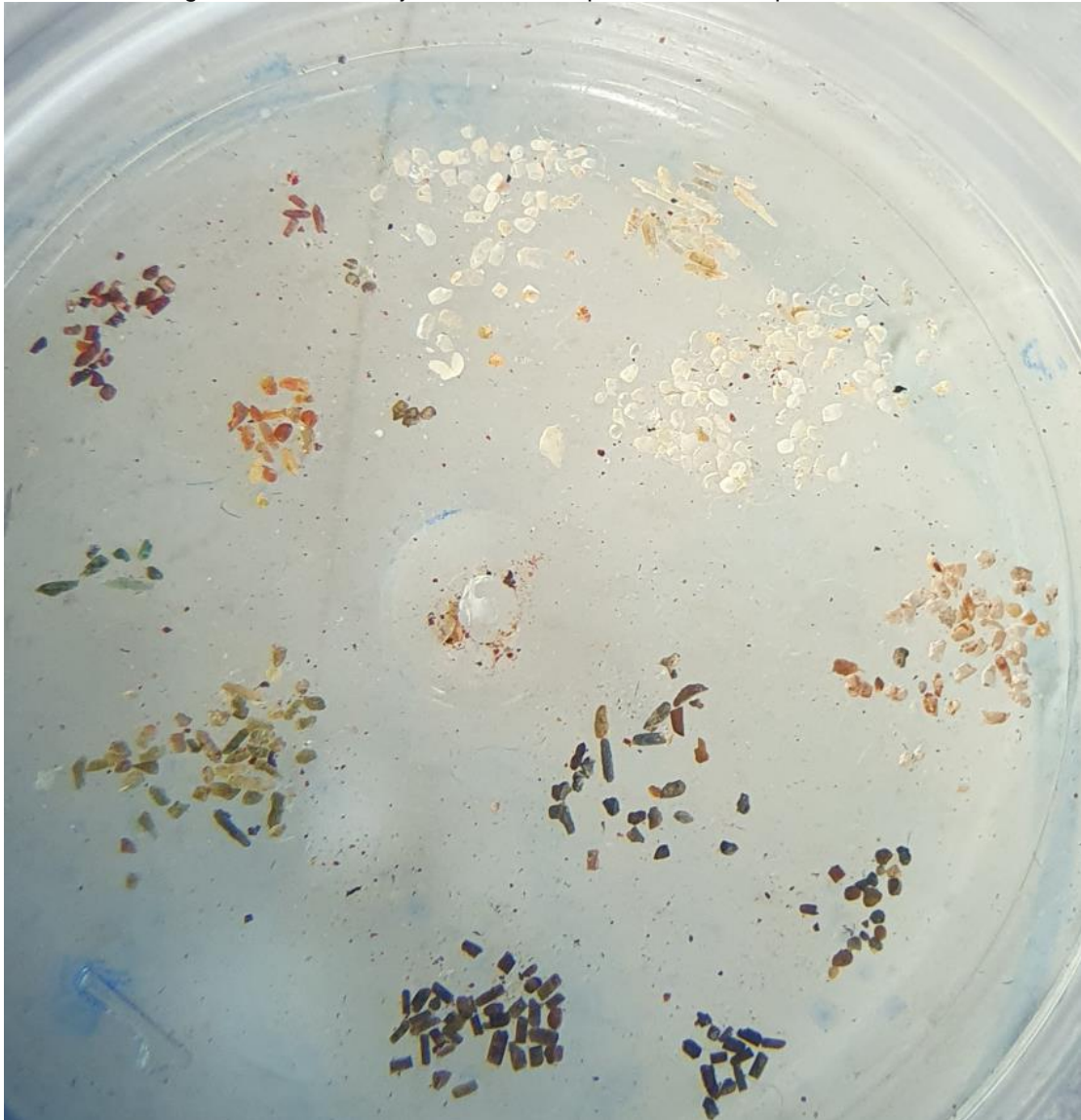


Figura 93 - (a) Granada piropo, (b) anfibólio, (c) ilmenita tabular, (d) granada caramelo, (e) titanita, (f) minerais esverdeados, (g, h) pirita e minerais opacos arredondados e opacos alongados.

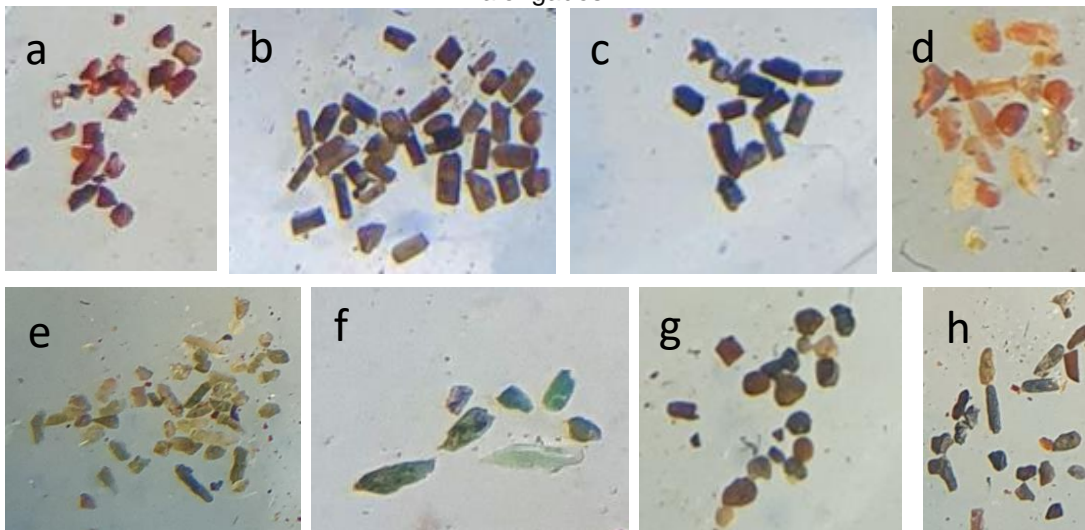


Figura 94 - (i) titanita caramelo, (j) apatita e minerais transparentes não identificados, (k) zircão, (l) diamante, (m) Rutilo.

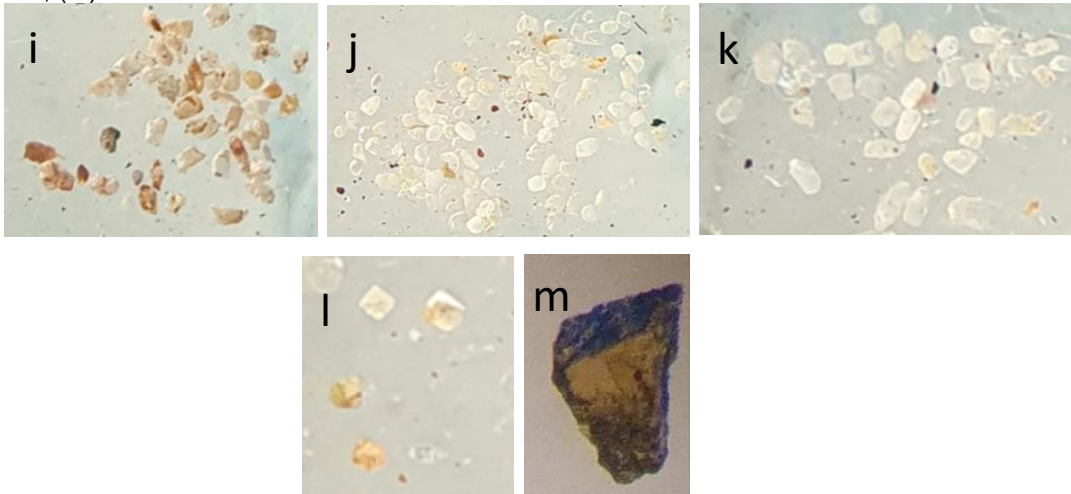


Figura 95 – (a) Granada piropo, (b) mineral esverdeado (Diopsídio? Piroxênio?), (c) Rutilo (d) Topázio branco.

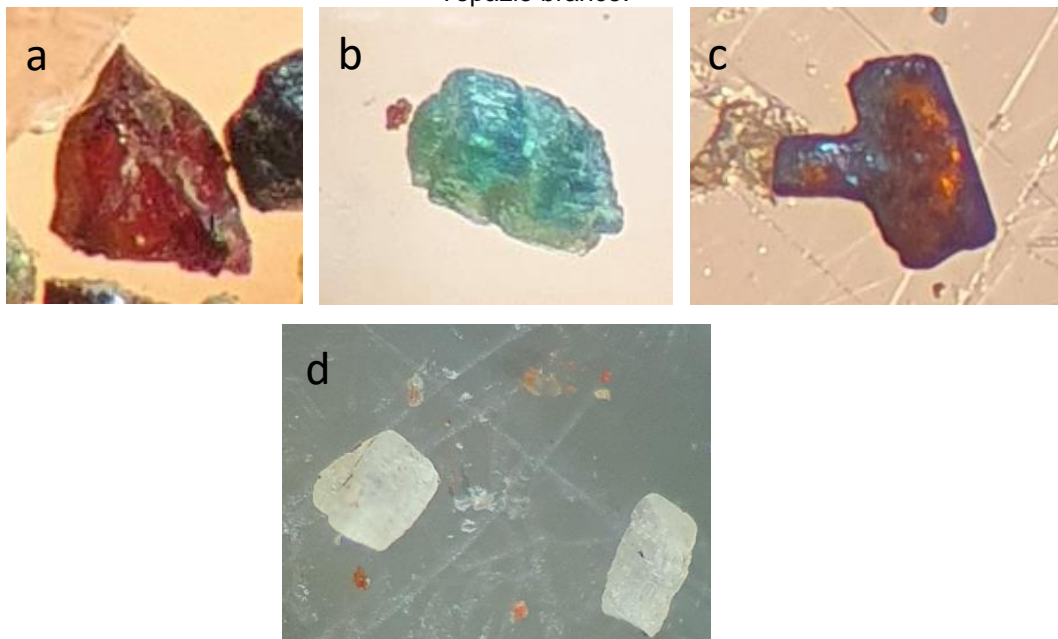


Figura 96 – (a) Titanitas, (b) zircões e mineral esverdeado, (c) Topázios vermelho (ou rutilo?).

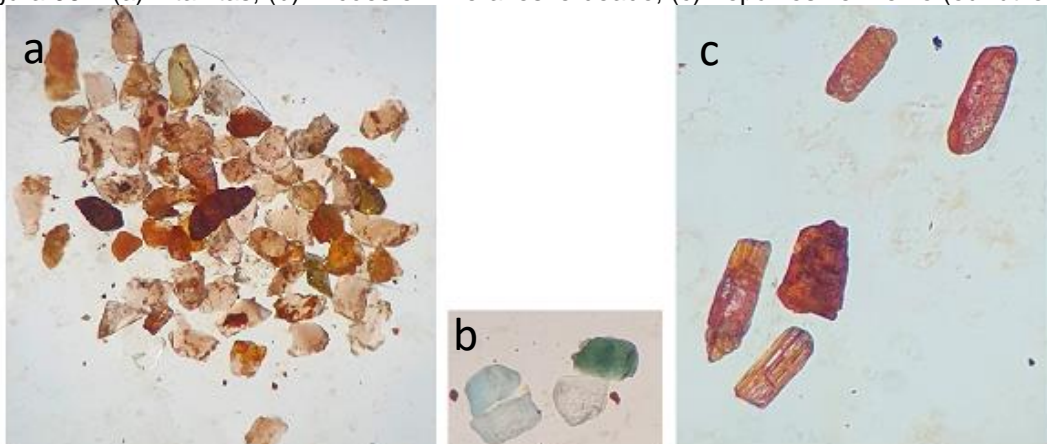


Figura 97 - (a) Zircão, (b) possíveis diamantes e (c) Ilmenita (escura) e diamantes.

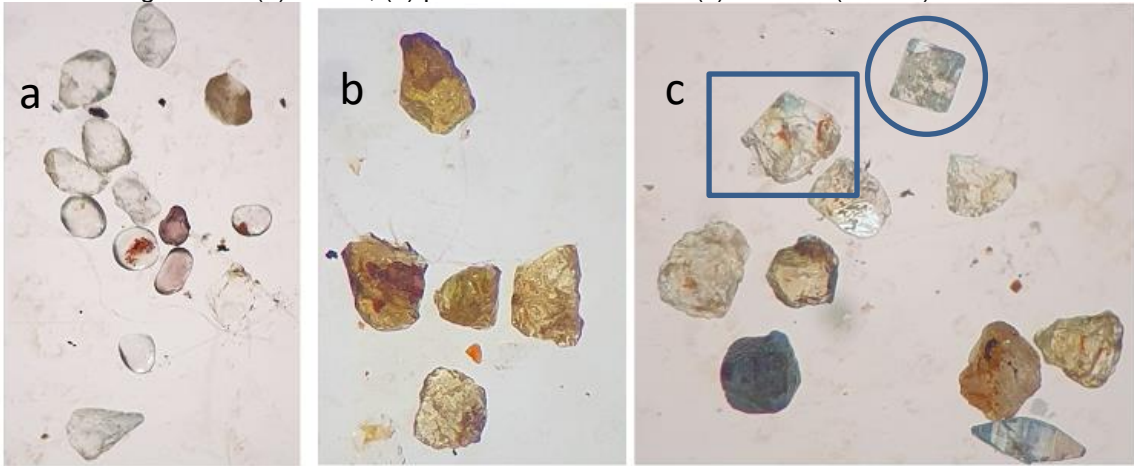
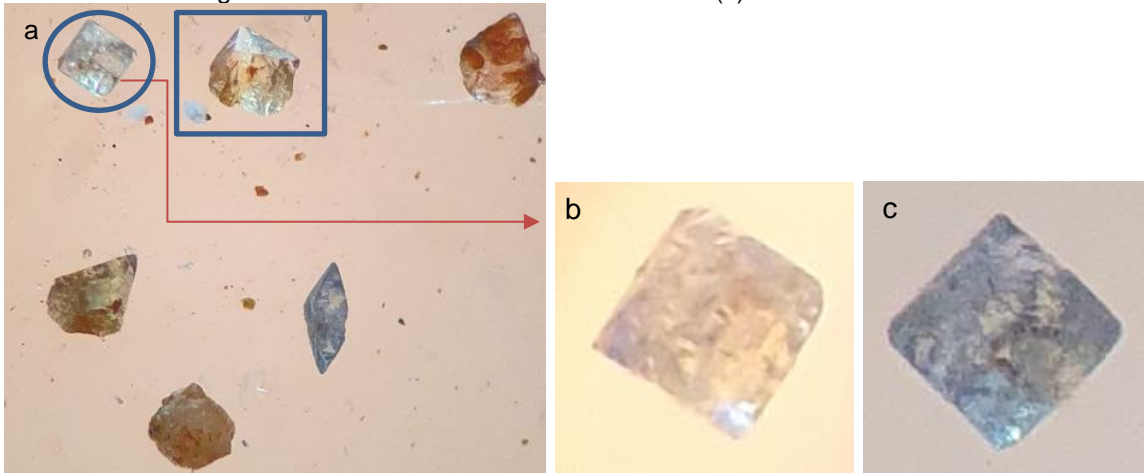


Figura 98 - (a) Imagem por outro ângulo dos diamantes da Figura 98 C, (b) Vista por outro ângulo dos diamantes com luz transmitida e (c) visão com luz de fundo.



Legenda:

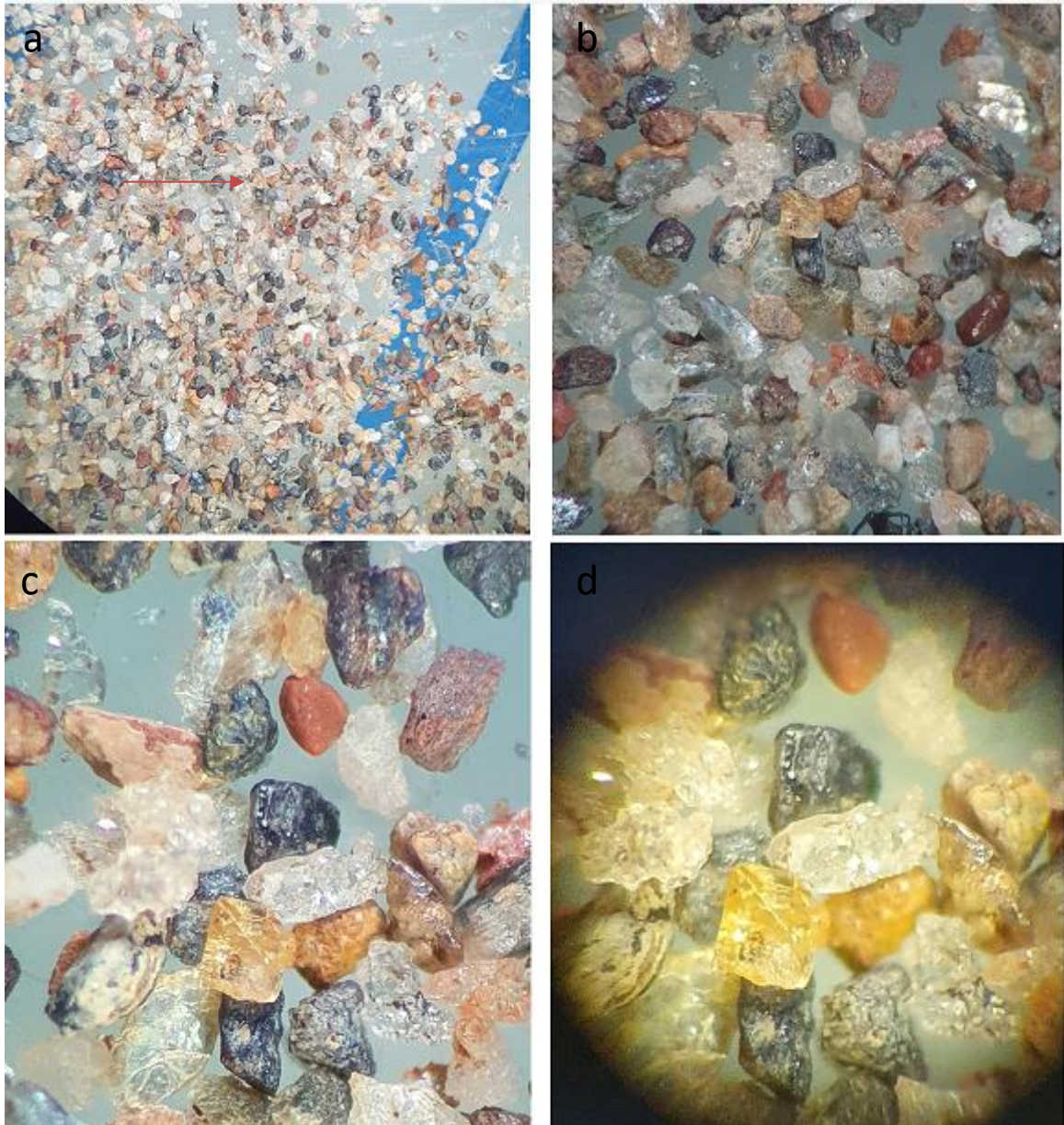


Mesmo diamante.



Mesmo diamante.

Figura 99 - Sequência de fotos mostrando a ampliação até o diamante amarelo da figura 99.



4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Conforme pode ser visto na Figura 101 os minerais têm propriedades físicas e químicas que permitem identificá-los como espécies distintas. Dentre as propriedades físicas se destacam as propriedades óticas (cor, traço e brilho), mecânicas (dureza, clivagem e fratura) e a densidade (todos os minerais estudados são tidos como minerais pesados porque foram concentrados através do bromofórmio). Considerando essas propriedades e a excelente compilação fotográfica e teórica do manual de minerais de aluvião (DEVISMES, 1978) é que foi possível identificar as variedades descritas no capítulo anterior.

Figura 100 – MINERAIS



Fonte: Publicado por Caio Henriques Quintanilha, em <https://slideplayer.com.br/slide/15011680/>. Ano:2018.

De modo geral, foram encontrados nesta caracterização mineralógica uma grande diversidade de minerais, sendo eles: anfibólio verde, micas (clorita, muscovita), rutilo, estauroлита, pirita, apatita, zircão, titanita, topázio, diamante, ilmenita, espinélio (cromita), granadas [vermelha (piropo?), amarela].

Os minerais mais frequentes, em quase todas as amostras, foram as micas (seja a muscovita ou a clorita) e o anfibólio verde. A clorita abrange um extenso grupo de minerais gerados pela transformação de silicatos

ferromagnesianos em condições de metamorfismo retrogrado ou intemperismo. É a mica característica do metamorfismo de baixo grau estando presente em diferentes tipos de rochas, desde que a paragênese original tenha minerais ferromagnesianos, como dito acima. Sua complexa estrutura atômica permite a interação de distintos grupos químicos numa extensa solução sólida, com inúmeros tipos de exemplares. A muscovita faz parte de uma das rochas mais comuns da região - Muscovita Xisto - e a sua origem tanto pode ser ígnea ou metamórfica. No caso em estudo ela é o constituinte principal dos Muscovita xistos, e pode ter sido gerada no decorrer do processo metamórfico que gerou essas rochas ou advindas de sedimentos de origem ígnea (granitóides).

O anfibólio verde (tremolita-actinolita?) indica que, regionalmente, as rochas estão na fácies xisto verde, tendendo a anfibolito de baixo grau, em consonância com a clorita. A presença de rutilo corrobora essa paragênese metamórfica. No entanto, a presença ocasional de estauroлита, em algumas amostras, indica que pelo menos, em alguns locais, o metamorfismo das rochas do grupo Canastra atingiu graus mais elevados, muito embora não tenha sido descrito, até agora, na paragênese das rochas deste grupo, o que torna essa identificação uma novidade.

Os minerais pirita, apatita, zircão, titanita e topázio apareceram com frequência e são acessórios de rochas ígneas e metamórficas. Mas a presença de topázio, por outro lado, é inusitada e pode indicar a presença de greisens na região. Esse tipo de rocha é considerado um metalotecto para vários depósitos minerais.

Os zircões apareceram com maior frequência e em maior quantidade, tendo em vista sua alta resistência, ao lado da granada, turmalina e rutilo. Podem ser utilizados para consubstanciar as discussões sobre a contribuição dos sedimentos da Formação Canastra como fonte principal dos sedimentos de fundo do rio Araguari. Adicionalmente podem ser utilizados para estudos geoquímicos e petrológicos, que auxiliarão na identificação de área fonte e procedência de possíveis ocorrências de rochas ígneas ou greisens.

As assinaturas químicas dos zircões são dependentes dos tipos de rochas ígneas principalmente relativas aos conteúdos de Hf, Y, Nb, Ta, ETR, P, U e Th (Murali *et al.*, 1983; Pupin, 1980, 2000), que são empregadas como indicador em potencial de proveniência. Esse mineral ocorre como acessório de rochas félsicas (ácidas e intermediárias) diversas e é raro nas máficas e ultramáficas

(Heaman & Tarney, 1989), e suas assinaturas estão ligadas a fatores como variação de temperatura, de pressão, da fugacidade de oxigênio, e composição química inicial do magma (Belousova & Griffin, 2002).

Além disso, podem ser usados para determinação geocronológica para estabelecer as etapas de evolução tectônica da região.

Os minerais ilmenita, espinélio (cromita), granada [vermelha (piropo?)] são satélites usuais de ocorrências aluvionares diamantíferas e, como tal, estão associadas as ocorrências de diamantes encontrados nos pontos A22, 20 e 22. Isso foi uma grata surpresa desse trabalho, terem sido encontrados com tamanha frequência nas amostras estudadas, muito embora houvesse informações anteriores da sua presença no entorno de Desemboque.

Como eles estão relacionados a drenagem fluvial do rio Araguari, esses diamantes, a princípio, não pertencem a província diamantífera da serra Canastra por que o rio Araguari não corta os terrenos dessa província.

Portanto, é lícito imaginar que temos uma província diamantífera no entorno da bacia do rio Araguari, podendo ou não fazer parte da província diamantífera da serra da Canastra (Figura 9).

Os minerais satélites diamantíferos e, os próprios diamantes descritos e visualizados nas amostras estudadas, corroboram para a ideia de que na bacia fluvial do rio Araguari existe a possibilidade de se encontrar fontes rentáveis economicamente desses minerais.

Resta agora identificar os corpos magmáticos de kimberlito e/ou lamproitos nos domínios da bacia do rio Araguari e, por isso, é fundamental a continuidade da pesquisa em andamento.

Finalmente, diante de todos os resultados apresentados, é significativo a continuidade do estudo desses minerais de aluvião utilizando-se técnicas analíticas mais acuradas, seja Difratometria de raios X ou microscopia eletrônica ou Ramam que poderão fornecer a composição química dos minerais identificados nessa caracterização mineralógica.

5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, K.W. **Química de minerais indicadores de intrusões kimberlíticas com ênfase na província diamantífera Serra da Canastra (MG): importância na prospecção de intrusões férteis.** Dissertação de Mestrado em Geologia, UFMG, Belo Horizonte. 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MPBB-8YYFRZ>>. Acesso em 06 nov. 2022.

BARBOSA, O., BRAUN, O.P.C., DYER, R.C., CUNHA, C.A.B.R. **Geologia da região do Triângulo Mineiro.** Rio de Janeiro. DNPM/DFPM. (Boletim 136). 1970.

BELOUSOVA, E., GRIFFIN, W., O'REILLY, S.Y., FISHER, N. 2002. **Igneous zircon: trace element composition as an indicator of source rock type.** Contrib Mineral Petrol 143, 602–622 (2002). 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00410-002-0364-7>. Acesso em: 06 nov. 2022

CHAVES M. L.S.C., BRANDÃO P.R.G., GIRODO A.C., BENITEZ L. **Kimberlito Canastra-1 (São Roque de Minas, MG): geologia, mineralogia e reservas diamantíferas.** Revista Escola de Minas, 61(3):357-364. doi: 10.1590/S0370-44672008000300014. 2008.

CAMPOS, D.A. INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., **TECTONIC EVOLUTION OF SOUTH AMERICA,** Rio de Janeiro. 2000.

CHAVES, M. L., CHAMBEL, L. **DIAMANTE: A PEDRA, A GEMA, A LENDA.** Oficina de textos, 2003. Disponível em: <<https://www.ofitexto.com.br/livro/diamante-a-pedra-a-gema-a-lenda/>>. Acesso: 06 nov. 2022

CHI WANG, PAUL & D. KOMAR. **Journal of Sedimentary Research** (1985) ubs.geoscienceworld.org.

CORREIA, R. **Aluvião: o que é e como pode ser explorado?** Minas Jr Consultoria Mineral. Disponível em: <<http://culturasacramento.com.br/historico-de-desemboque>>. Acesso em: 08 jun. 2022.

CRISTAL JR., Exploração em aluvião: quais os tipos e os maquinários usados. Cristaljr.com. 2022. Disponível em: <<https://cristaljr.com/exploracao-em-aluviao-o-que-e-quais-os-tipos-e-quais-maquinaris-usados/>>. Acesso em: 06 nov 2022.

DEVISMES, P. **Atlas photographique des minéraux d'alluvions.** 95. Ed. Mémoire de Bureau de recherches géologiques et minières, 1978.

GERMANY, DARCY JOSÉ. **A mineração no Brasil.** Rio de Janeiro: Ctmineral, 2002. 06 pag.

HASUI, Y. & HARALYI, N.L.E. **Aspectos Lito-estruturais e Geofísicos do Soerguimento do Alto Paranaíba.** Geociências, São Paulo, v.10, p. 67-77, 1991.

HEAMAN, L., TARNEY, J. 1989. **U–Pb baddeleyite ages for the Scourie dyke swarm**, ... Nature 340, 705–708 (1989). Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/340705a0>>. Acesso em: 06 nov. 2022.

INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., **TECTONIC EVOLUTION OF SOUTH AMERICA**, Rio de Janeiro, D.A CAMPOS. 2000.

LOPES, M. **O que é a Pesquisa Mineral**. Técnico e Mineração, set. 2013. Disponível em: <<https://tecnicoeminerao.com.br/o-que-e-a-pesquisa-mineral/>>. Acesso em: 06 nov. 2022.

LOBATO, L. M., COSTA, M. A., **Ouro**. Recursos minerais de minas gerais-ouro. 2018. Disponível em: <<http://recursomineralmg.codemge.com.br/wp-content/uploads/2018/10/Ouro.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2022.

MANGE, M.A. & MAURER, F.W. **Heavy Minerals in Color**. Chapman & Hall, London, 1992.

MACEDO, M. **Ciclo do Ouro**. Educa+Brasil. 2020. Disponível em: <<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/historia/ciclo-do-ouro>>. Acesso em: 08 jun. 2022.

MORAES, L. C. de &, SEER, H. J. **Serra da Canastra: de mar a montanha**. Ciência Hoje, 55(328), 25-29. 2015.

MCQUEEN G. K.; MUNRO D. C. **Weathering-Controlled Fractionation of Ore and Pathfinder Elements at Cobar, NSW**. Advances in Regolith, 2003. p. 296-300

MINERAIS, Publicado por Caio Henrique Quintanilha. 2018. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/15011680/>>. Acesso em: 06 nov. 2022

NAZAR, T.I.S.M.O. **Chapadão do Diamante na Serra da Canastra/MG, Brasil: caracterização geomorfológica e análise integrada do meio físico a partir de dados multifontes**. Tese de Doutorado em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/21251>>. Acesso em: 06 nov. 2022

PONTES, H. **História de Uberaba e a civilização no Brasil central**. Uberaba, Academia de Letras do Triângulo Mineiro. 1978.

PORTAL DA GEOLOGIA. **Mapeamento Geológico**. Publicação. Minas Gerais. 2017.

SANTOS, T.J., COSTA, L. M., SILVA, J. F., **Geologia do Continente Sul-Americano: evolução e obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Tese do programa de Pós-Graduação da faculdade de Geologia, Universidade Federal do Pará, Belém. 2004. Disponível em: <<https://gmga.com.br/03-a-contribuicao-da>>

formacao-barreiras-como-fonte-dos-sedimentos-dos-manguezais-e-de-fundo-do-rio-marapanim-na-regiao-de-marapanim-pa-com-base-na-assinatura-de-minerais-pesados/>. Acesso em 06 nov. 2022.

SILVA, C.H. da. **Evolução geológica da Faixa Brasília na região de Tapira, sudoeste de Minas Gerais**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). 2006. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/103025>>. Acesso em: 06 nov. 2022.

SILVA, C.H., SIMÕES, L.S.A., DAMÁZIO, W.L., FERREIRA, S.N., LUVIZOTTO, G.L. **O Grupo Canastra em sua área-tipo, região de Tapira, sudoeste do estado de Minas Gerais**. Geologia USP, Série Científica, 12(2), 83-98. 2012

SILVA, M.A., PINTO, C.P., PINHEIRO, M.A.P., LOMBELLO, J.C., PINHO, J.M.M.P., GOULART, L.E.A., MAGALHÃES, J.R. **Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais**. Projeto Geologia do Estado de Minas Gerais. Escala: 1:1.000.000. Belo Horizonte. 2020, 1 mapa.

SILVA, J.C. **Onde está o ouro nos rios, ouro de aluvião**. Oficina70.com. 2017. Disponível em: <<https://www.oficina70.com/2017/01/onde-esta-o-ouro-em-rios.html>>. Acesso em: 06 nov 2022.

SIMÕES, L .S.A., MARTINS J.E.S., VALERIANO C.M., GODOY A.M., ARTUR A.C. *et al.* **Projeto Triângulo Mineiro**. Programa de Mapeamento Geológico do Estado de Minas Gerais, 2017. 106 pag.

TEIXEIRA, J. B. G. **Recursos Minerais**. In: HASUI, Yociteru et al. Geologia do Brasil. São Paulo: Beca, 2012. p. 814-832.

VALERIANO C.M., DARDENNE M.A., FONSECA M.A., SIMÕES L.S.A., SEER H.J. **A evolução tectônica da Faixa Brasília**. In: V. Mantesso-Neto, A. BARTORELLI, C.D.R. CARNEIRO, B.B. BRITO NEVES (eds).

ZAGO, V. C. P.; **Manual para Elaboração de Trabalho de Conclusão de Curso I e II**. Belo Horizonte: CEFET/MG, 2014. 69 pag.