

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ESTUDO PETROGRÁFICO E LITOQUÍMICO DE AMOSTRAS DO VEIO DA GALERIA 4590
DO NÍVEL 4 DA MINA DE OURO DA MINERAÇÃO TABIPORÃ LTDA, EM CAMPO LARGO,
PARANÁ.

Wesley Ferreira de Souza

Orientador: Professor Doutor Gustavo Corrêa de Abreu

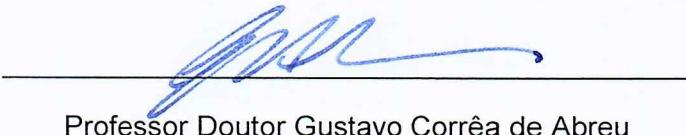
Monografia de Trabalho de Formatura

TF - 16/48

São Paulo
2016

TF
S729
WF.e

De acordo:



Professor Doutor Gustavo Corrêa de Abreu

AGRADECIMENTOS

Quero começar agradecendo a Mineração Tabiporã Ltda que com a sua gentil ajuda tornou possível a realização deste projeto.

Agradeço ao professor e amigo Gustavo Abreu, que durante esses anos de curso de geologia sempre foi sincero sobre os meus erros, teve paciência e me encorajou a me dedicar ao máximo nos estudos.

Quero agradecer a minha mãe Iolanda, meu irmão William e minha cunhada Carolina, que me apoiaram e sempre apontaram os meus erros durante toda a minha vida. Agradeço pelos momentos que passamos juntos independente das circunstâncias.

Tive o imenso prazer de fazer parte da Família Geoatlética USP. Agradeço pelos bons e maus momentos juntos, pelas pautas ácidas, pelas brigas, pelas vitórias e pelas derrotas, pelas reuniões intermináveis e dos momentos de extrema alegria que passei com vocês. Obrigado por tornar minha vida um pouco mais difícil e complicada.

Agradeço a Turma 55 pela companhia durante estes anos de geologia, e principalmente ao Lucas Henrique, Fábio Sartório e a Lorena Guering pela inenarrável amizade e apoio a todas as minhas conquistas e derrotas durante estes últimos anos. Espero estar com vocês sempre.

Não posso me esquecer de meu pai, Antônio Merceis de Souza. O tempo passa muito rápido e às vezes é difícil me lembrar do jeito ou do rosto dele. Mas ainda me lembro de algumas lições e correções, e dele sempre me ensinar a ser o melhor que eu pudesse para com todos. Se hoje eu sou uma pessoa de caráter, foi porque ele e minha mãe me colocaram no caminho correto.

Por último, mas não menos importante, agradeço aos professores e professoras do Instituto de Geociências. Vocês fizeram a diferença na minha vida pessoal e profissional com os seus bons exemplos e ensinamentos. Obrigado.

Wesley.

RESUMO

O Granito Passa Três é uma intrusão alongada a N45E, com cerca de 5km² de área aflorante. Localiza-se no município de Campo Largo (PR), e pertence à Faixa Apiaí. Está em contato intrusivo com rochas da Formação Água Clara (a sudeste), e tectônico com rochas da Formação Votuverava (a noroeste). O granito está intensamente hidrotermalizado e hospeda veios de quartzo leitosos sulfetados, contendo ouro, fluorita, carbonatos, sericita, pirita e calcopirita. Os estudos feitos no granito procuraram estabelecer através de geologia isotópica, inclusões fluidas, tipologia de zircão, geoquímica e métodos descritivos, como petrografia de lâminas delgadas e seções polidas, a gênese da mineralização aurífera e identificar os diferentes tipos de veios existentes no corpo.

O veio da galeria 4590 do nível 4 mostrou características diferentes da grande maioria dos veios auríferos explotados no Granito Passa Três. A geoquímica pelo método ICP-MS do veio mostra altos teores de Au, Ag, Mo, Sr, Bi, Pb, Cu e As, com teor médio de 162,8 g/t de Au pelo método *Fire-Assay*. As correlações lineares mostram forte relação entre Au com Bi, Te, As, Ag, Cu, Mo, Pb e Sr, relações que revelam um fluido mineralizado enriquecido nesses elementos. As descrições das lâminas e seções polidas do veio mostram textura brechada e *stockwork*, remobilização do conteúdo aurífero, mineralogia com esfalerita, pirita, calcopirita, galena, covelina e bornita que corresponde aos elementos com alta concentração analisados na geoquímica.

Além desses fatores petrográficos e químicos, o veio apresenta controle estrutural, relação aproximada de 2:1 entre os teores médios de Au e Ag, deformação não penetrativa, cavidades não deformadas bordejadas por ágata e calcedônia, e vénulas não deformadas de calcedônia. Dentro das características descritas, o veio da galeria 4590 é um veio diferente dos outros veios auríferos alojados no Granito Passa Três.

ABSTRACT

The Passa Três Granite is an elongated N45E intrusion, with about 5km² of outcropping area, located in Campo Largo (PR), and belongs to the Apiaí Belt. Its SE limit is defined by the intrusive contact with Água Clara Formation, and at NW its border is determined by the tectonic contact with Votuverava Formation. The granite is intensely hydrothermalized and hosts milky sulfide quartz veins containing gold, fluorite, carbonates, sericite, pyrite and chalcopyrite. Studies in this area sought to explain the genesis of gold mineralization and identify the different types of veins in the body through isotopic geology, fluid inclusions, zircon typology, geochemistry and descriptive methods, such as petrography of thin and polished sections.

The level-4-gallery-4590 vein showed different characteristics compared to the majority auriferous veins exploited in Pass Três Granite. The geochemical data by ICP-MS method shows high levels of Au, Ag, Mo, Sr, Bi, Pb, Cu, and As, and by Fire-Assay an average content of 162.8 g/t Au. Linear correlations show strong relationship with Au Bi, Te, As, Ag, Cu, Mo, Pb and Sr, which reveal an enriched mineralized fluid in these elements. The descriptions of the polished sections shows stockwork and breccia texture, auriferous content remobilization, mineralogy with sphalerite, pyrite, chalcopyrite, galena, bornite and covellite, corresponding to the high-concentrated elements analyzed in geochemistry.

In addition to these petrographic and chemical factors, the vein has structural control, approximate ratio of 2:1 between the average levels of Au and Ag, unpenetrated deformation, non-deformed cavities bordered by agate and chalcedony, and undisturbed chalcedony venules. Within the described features, the level-4-gallery-4590 vein is different from the others auriferous veins hosted in Passa Três Granite.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. METAS E OBJETIVOS	2
2.1. JUSTIFICATIVA PARA A PESQUISA	2
3. FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
3.1. GEOLOGIA DO GRANITO PASSA TRÊS	4
3.2. MODELOS METALOGENÉTICOS AURÍFEROS.....	6
3.2.1. <i>Epitermal</i>	6
3.2.2. <i>Au-Orogênico</i>	7
3.2.3. <i>IRGS (Intrusion-related Gold systems)/ Pórfiro Reduzido</i>	7
3.2.4. <i>Pórfiro</i>	8
3.3. MINERALIZAÇÃO AURÍFERA NO GRANITO PASSA TRÊS.....	8
3.3.1. <i>Estrutura e deformação das mineralizações auríferas</i>	9
3.3.2. <i>Mineralogia</i>	10
3.4. CARACTERÍSTICAS DO VEIO DA GALERIA 4590, NÍVEL 4 DA MINA DO BARREIRO, MINERAÇÃO TABIPORÃ	10
4. MATERIAIS E MÉTODOS	12
5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	13
5.1. RESULTADOS OBTIDOS.....	13
5.1.1. <i>Descrição do Veio Aurífero da Galeria 4590, nível 4.</i>	13
5.1.2. <i>Geoquímica</i>	21
6. INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DO RESULTADOS OBTIDOS.....	26
7. CONCLUSÃO.....	28
8. BIBLIOGRAFIA.....	28
9. ANEXOS	31
9.1. CERTIFICADO DE ANÁLISE	31
9.2. TABELA DE GEOQUÍMICA DA ACME LABS	32
9.3. TABELA DE FIRE-ASSAY - LABORATÓRIO DA MINERAÇÃO TABIPORÃ.....	35
9.4. TABELAS DE AMOSTRAS E TEORES GEOQUÍMICOS.....	36

1. INTRODUÇÃO

A Mineração Tabiporã Ltda vem, por muitos anos e de maneira sustentável, explorando e explotando o ouro no distrito de Povinho de São João, no município de Campo Largo, PR (Figura 1). A considerar a explotação dos corpos mineralizados do granito Passa Três, vem contribuindo com a economia local através da geração de 500 empregos diretos na região pobre do Vale do Açungui, Campo Largo - PR.

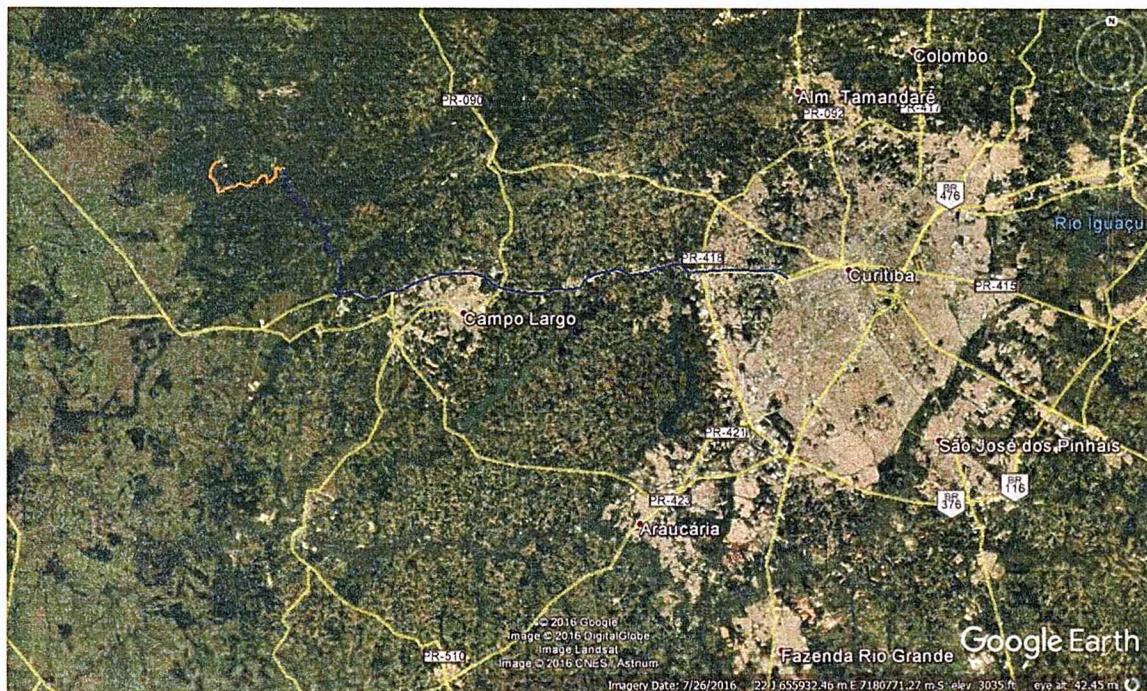


Figura 1 - O acesso a área é feito através da Estrada Municipal do Prata (traço laranja), através da estrada de cimento vindo da PR-418 (traço azul) com partida de Curitiba-PR. Mapa extraído do Google Earth 2016.

Trabalhos realizados na região, como Soares e Goes (1987), Piekarz (1992) Picanço (2000), Tommasini (2010), Cury *et al.* (2008) e Turini Neto (2012), procuraram esclarecer a evolução magmática do granito, a origem e a temporalidade da mineralização aurífera através de diversos métodos, como geologia isotópica, inclusões fluidas, tipologia de zircão, geoquímica, e métodos descritivos, assim como petrografia microscópica.

Esses trabalhos de Piekarz (1992), Picanço (2000), Tommasini (2010) e Turini Neto (2012) tem estudos que ao longo dos anos trouxeram novas informações a respeito da evolução magmática do granito, evolução tectônica, das alterações hidrotermais, petrografia e feição dos veios auríferos do Granito Passa Três. Porém, a medida que a exploração no granito Passa Três avança, novas informações são reveladas e complementam os estudos já feitos no granito, como é o caso do veio da galeria 4590, do nível 4, da mina principal (Mina do Barreiro) de alto teor aurífero (teor médio de 37,2g de Au por tonelada através do método analítico ICP-MS - Anexo 9.2 - e teor médio de 162,8 de Au por toneladas através do método Fire Assay – Anexo 9.3).

2. METAS E OBJETIVOS

O trabalho visa contribuir com o conhecimento sobre a gênese da mineralização aurífera no Granito Passa Três, tentando esclarecer as estruturas e texturas encontradas.

A princípio, a galeria 4590, do nível 4, da mina principal, revelou um veio de alto teor aurífero, com textura *comb*, drusas de quartzo bordejadas por ágata e calcedônia, estrutura *stockwork*, *zig saw* e brechada, e que se pretende buscar o entendimento destas evidências e efeitos na fase da mineralização aurífera.

Assim, com a petrografia de luz transmitida e refletida, litoquímica, e geoquímica, este projeto busca adicionar novas informações sobre a mineralização aurífera no Granito Passa Três, e fomentar novas discussões sobre a metalogenia do ouro da Mina Tabiporã.

2.1. Justificativa para a pesquisa

Durante trabalhos pretéritos na mina feitos pelo orientador deste projeto, notou-se que o veio em questão apresentava características distintas dos veios tipicamente orogênicos, como defendido por diversos outros autores, como Picanço (2000) e Tommasini (2010), inclusive do próprio orientador deste trabalho.

Picanço (2000), Tommasini (2010) e Abreu e Turini Neto (2013) descrevem feições tipicamente orogênicas para os veios auríferos da mina, porém nunca citando textura crustiforme com calcedônia e ágata, e com textura *comb* composta por cristais de quartzo (Figura 9 e Figura 10, no item 3.4 – Características do Veio da Galeria 4590, nível 4 da Mina do Barreiro, Mineração Tabiporã), são limitados por falhas, continuidade horizontal ou quaisquer feições de natureza epitermal e/ou pôrfiro, ou até mesmo de dados geoquímicos peculiares que levariam a entender que este veio tem origem diferente dos demais veios mapeados no Granito Passa Três nos estudos já publicados.

Então, busca-se testar a hipótese da influência do epitermalismo na mineralização aurífera do Granito Passa Três, investigando como tais evidências atuaram nos processos metalogenéticos, se pré, sin ou pós mineralização principal.

Assim, com o apoio da Mineração Tabiporã Ltda que gentilmente forneceu diversos dados sobre as análises geoquímicas feitas no granito e na mineralização estudada, este trabalho visa enriquecer o conhecimento dos veios mineralizados para auxiliar no entendimento da metalogênese, bem como de novos modelos auríferos no Granito Passa Três.

3. FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

O granito Passa Três situa-se na Faixa Apiaí, um compartimento tectônico do Cinturão Ribeira (Hasui et al. 1975) que, por sua vez, pertence a porção central da Província Estrutural Mantiqueira (Almeida et al., 1977 e Almeida, 1981).

O granito se encaixa entre rochas da Formação Votuverava à Oeste, do Grupo Setuva, e rochas da Formação Água Clara à leste do Grupo Açuengui (Figura 3 e Figura 4). Ambos os grupos são formados por unidades constituídas de antigas bacias sedimentares metaforfizadas. A oeste do granito, encontra-se o Grupo Açuengui, metamorfismo de baixo grau, fácies xisto verde, em contato tectônico com granito. A leste do granito, encontra-se o Grupo Setuva, metamorfizado com rochas na transição de fácies xisto verde alto para a anfibolito, em contato intrusivo com o granito (Abreu e Turini Neto, 2013) (Figura 2), com metamorfismo de contato e presença de apófises graníticas.

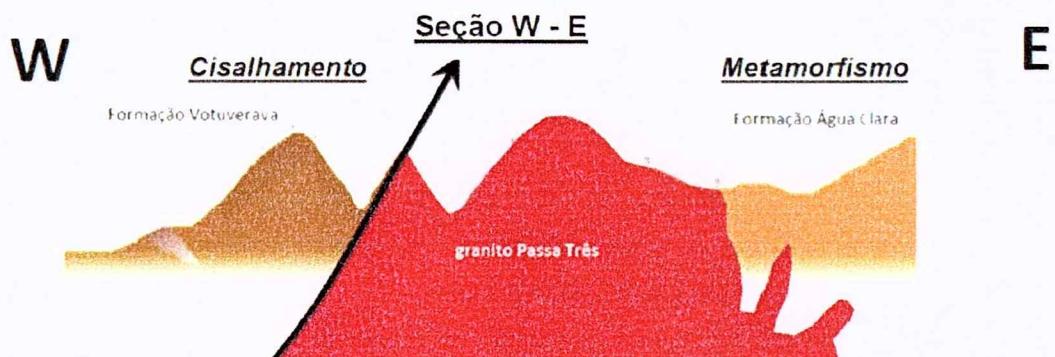


Figura 2 - Seção geológica W-E mostrando o contato tectônico com a Formação Votuverava e contato intrusivo com a Formação Água Clara e apófises do granito (Abreu e Turini Neto, 2013).

As rochas do Grupo Setuva compreendem litotipos de sequência vulcanossedimentar que se originou no Mesoproterozoico, e posteriormente foi metamorfizada na zona da biotita e granada, atingindo localmente a zona da estaurolita (Fritzsons Jr. *et al.*, 1982).

O Grupo Açuengui é composto por meta-arenitos, metapelitos, metarritimitos, metacalcários e metadolomitos originados em sistemas deposicionais fluviais, litorâneos, plataformas carbonáticas e terrígenas. A deposição deste grupo é considerada de idade Neoproterozoica gerada após a colisão arco-continentale que deformou o Grupo Setuva (Fritzsons Jr. *et al.*, 1982, Piekarz, 1992). As rochas do Grupo Açuengui foram deformadas devido a um sistema de cavalgamento rúptil-dúctil de baixo ângulo que lenticularizou e reempilhou as unidades associadas causando um metamorfismo na fácies xisto verde (Soares, 1987, Fiori *et al.* 1985, Fiori, 1987 e 1989).

Os veios que constituem a mineralização aurífera, representam o estilo do depósito de ouro mais importante da região (Soares e Goes, 1987; Piekarz, 1992; Picanço, 2000 e Tommasini, 2010), com teores que alcançam mais de 50g/t e média nos veios de 11g/t. Os autores acima citados destacam uma forte alteração serícítica, com presença de carbonatos e fluorita, associados ou não aos veios de quartzo mineralizados.

Picanço (2000) interpretou, pelo método Sm/Nd em fluorita, que a idade final de colocação do granito é representada pela isócrona de idade 616 ± 36 Ma, e ainda, por meio de datação K/Ar em muscovita e sericita, que o período tardimagnético do granito seria por

volta de 600 Ma. O ouro estaria, segundo Picanço (2000), associado com calcopirita preenchendo fraturas em cristais de pirita, a idade do processo onde o ouro se alojou nos interstícios dos cristais de pirita, seria entre o intervalo 510 a 527 Ma, interpretados através dos resultados K/Ar em sericitas de zonas de falha (528 ± 10 M.a.), Rb-Sr da encaixante mineralizada (526 ± 23 M.a., ri 0,709), Rb-Sr de lixiviados de pirita (510 ± 13 ri 0,711). Picanço (2000), ainda comenta que a remobilização do fluido mineralizado, pode estar relacionado a reativações posteriores de falhas, talvez relacionadas com o estabelecimento da bacia Camarinha ou, com a cratonização da área, sobre essa possibilidade de reativação tardia de falhamentos teria idades de 384 ± 62 M.a.

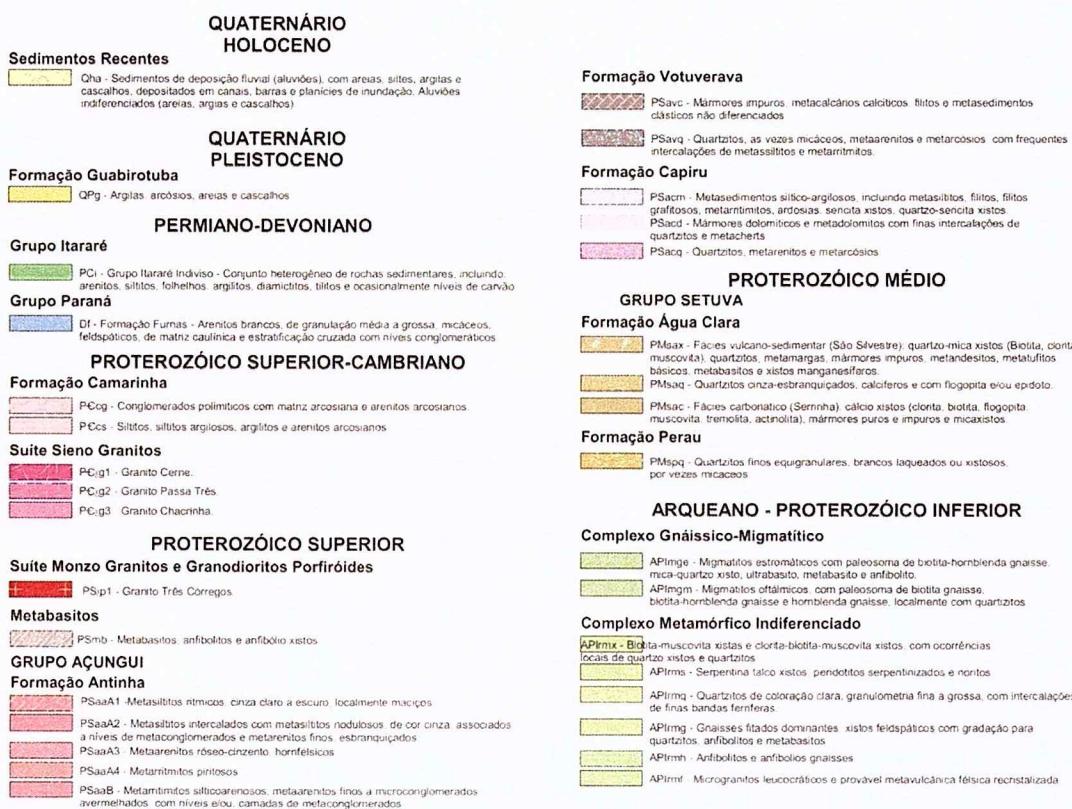


Figura 3 - Legenda do mapa geológico, da Figura 4, extraído da folha Ponta Grossa - SG-022-X-C - MINEROPAR (2005).

3.1. Geologia do Granito Passa Três

O alojamento e a deformação do Granito Passa Três, segundo Piekarz (1992), possivelmente foi controlado por uma zona de cisalhamento transcorrente dextral (ZCT-Falha do Cerne).

Piekarcz (1992) descreve o Granito Passa Três, como formado por dois conjuntos de rochas que determinam dois domínios principais no granito. O primeiro conjunto ocorre um sienogranito de cor rosa, rico em minerais máficos, equigranular e de granulação média a grossa. O segundo predomina um sienogranito leucocrático róseo, equigranular médio.

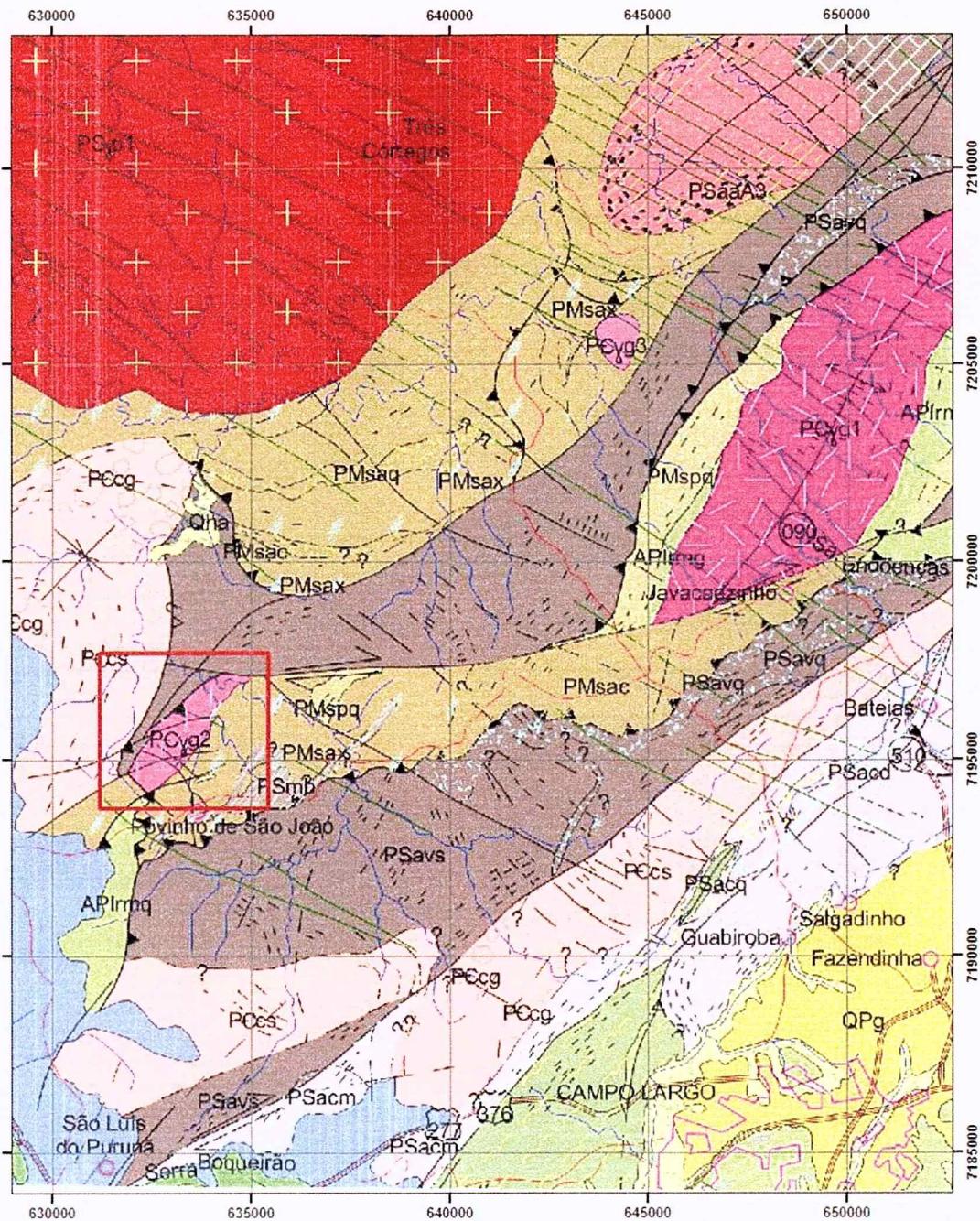


Figura 4 - Mapa geológico extraído da folha Ponta Grossa - SG-22-X-C - MINEROPAR (2005). Legenda na Figura 3, na página 4.

Ambos os tipos de sienogranitos teriam origem num mesmo magma mantélico ainda pouco evoluído, com composição próxima de um "diorito" (Abreu e Turini Neto, 2013). Ainda, segundo Piekarz (1992) e Picanço (2000) as fases tardias são representadas por veios de aplitos, pegmatitos com muscovita primária, microgranitos e a presença de veios de quartzo ricos em sulfetos, que se alojaram num granito classificado com sendo do segundo conjunto, sienogranito leucocrático róseo. No entanto, através de estudos litogegeoquímicos e balanços

de massa, observou-se que durante a atuação dos processos da alteração hidrotermal, com forte cisalhamento, houve modificação da composição original da rocha (Turini Neto, 2012).

3.2. Modelos Metalogenéticos Auríferos

Os principais modelos metalogenéticos para depósitos de ouro são tipo epitermal, pôrfiro, Au-orogênico e IRGS (*Intrusion-Related Gold System*), também chamado de pôrifo reduzido. A fim de orientar os resultados obtidos neste trabalho, abaixo estão destalhadas características de cada tipo de depósito.

3.2.1. Epitermal

Depósitos epitermais são importantes fontes de ouro e prata, se formam em profundidades de até 1,5km da superfície e em temperaturas abaixo de 300°C. Este sistema hidrotermal se desenvolve comumente em associação com magmatismo ácidos e intermediários, em arcos vulcânicos em margens convergentes, como também em *intra-arc*, *back-arc*, e riftes pós colisionais (Sillitoe e Hedenquist, 2003).

A classificação de Simmons *et al.* (2005) é baseada na alteração hidrotermal, na assembleia de minerais de ganga e na oxidação de enxofre que compõe os sulfetos. Surgem, assim, dois tipos de mineralizações, uma com quartzo ± calcita ± adulária ± illita, e outra com quartzo + alunita ± pirofilita ± diquita ± caolinita, assembleias que refletem o pH das soluções hidrotermais.

Depósitos com quartzo ± calcita ± adulária ± illita denominam-se como do tipo *low-sulfidation*, constituídos por minérios Au-Ag, Ag-Au, ou Ag-Pb-Zn. Electrum, acantita, sulfossais de prata, selenietos de prata e teluretos de Au e Ag são as principais associações minerais, com esfalerita, galena, e calcopirita, em menores proporções. Quartzo é o principal mineral de ganga acompanhado por calcita, adulária e illita. Estruturas bandadas, texturas crustiformes e em treliça, além das cavidades são comuns nesse tipo. A alteração hidrotermal é zonada e compreende profundas alterações propilíticas regionais com presença de argila, carbonatos e minerais do grupo das zeolitas. Os fluídos hidrotermais, portanto, tem salinidade <5 % em massa de NaCl para depósitos Au-Ag, pH quase neutro a levemente ácido onde o Nox do S é -2, o que reflete na mineralogia descrita.

Depósitos com quartzo + alunita ± pirofilita ± diquita ± caolinita classificam-se como do tipo *high-sulfidation*, constituídos por Au ± Ag ± Cu. Ouro nativo e electrum são a principal associação de minério, com variações de pirita, sulfetos de cobre, como luzonita e covelina, e sulfossais, como enargita, a qual domina os sulfetos de cobre e indica o estado de *high-sulfidation*. Quartzo, amorfo e *vuggy silica*, alunita e, por vezes, pirofilita são os principais minerais de ganga presentes neste tipo. A zona propilítica circunda a região com quartzo e alunita, diquita ± caolinita, e illita ou esmectita alterada. Os fluídos magmáticos estão associados a essa região, com pouca influência de água meteórica, conferindo um caráter

oxidante onde o Nox do S é de +6 (H_2SO_4), de pH ácido, e que reagem de modo extensivo com as rochas hospedeiras.

3.2.2. Au-Orogênico

Os depósitos de Au-orogênico auríferos são caracterizados por serem de margem de placas convergentes (ambiente colisional) e se hospedarem em rochas metamórficas de diferentes níveis crustais (5 km a 20 km), sob condições de xisto verde baixo a granulito, em temperaturas entre 250°C e 650°C (Goldfarb *et al.*, 2005).

Ainda segundo Goldfarb *et al.* (2005), as principais alterações hidrotermais são carbonatação, albitização, sericitização, silificação, sulfetação e cloritização. Essas alterações evidenciam a adição de dióxido de carbono, enxofre, potássio, água, dióxido de silício e ± sódio, quase sempre associados a zonas de cisalhamento rúptil-dúctil.

Os veios de quartzo e carbonatos são verticalmente e lateralmente contínuos e apresentam minerais sulfetados como arsenopirita, pirrotita, estibnita, pirita, além de, albita, sericita, clorita e scheelita. É comum apresentar fraturamento hidráulico e deformação rúptil-dúctil cujos veios são formados ainda em condições rúpteis (Goldfarb *et al.*, 2005).

Os fluídos apresentam salinidade levemente baixa entre <2% e <6% em massa de NaCl, 10 a 30 mol de porcentagem dióxido de carbono e pH neutro a levemente ácido, sendo definido pela assembleia que varia entre as fases albita-sericita, biotita-ankerita e plagioclásio-anfibólio ± diopsídio (Chen *et al.*, 2005).

3.2.3. IRGS (*Intrusion-related Gold systems*)/ Pórfiro Reduzido

Segundo Goldfarb *et al.* (2000), os depósitos do tipo IRGS ocorrem próximo aos ambientes de subdução relacionados a orógenos antigos à recentes, entre o final do período Cretáceo e o Eoceno. Lang e Baker (2001) definem características comuns entre os depósitos classificados como IRGS, como intrusões metaluminosas a subalcalinas de composição de intermediária a felsica que assentam-se no limite entre as séries ilmenita e magnetita; apresentando fluidos hidrotermais de composição carbonática; associação do ouro com Bi, W, As, Mo, Te, Sb e baixos conteúdos de metais base e de sulfetos (<5 vol%), com minerais de minério comumente encontrados como arsenopirita, pirrotita e pirita; alteração hidrotermal fraca e pouco pervasiva; cenário tectônico próximo a limites de placa onde o magmatismo é contemporâneo com intrusões alcalina, metaluminosa cálcio-alcalina e/ ou peraluminosa. A idade da alteração sempre muito próximo da intrusiva encaixante, nunca maior que 10 M.a. em relação com a encaixante intrusiva.

Ainda segundo Lang e Baker (2001), o depósito é dominado por sills e diques, e comumente hospedeiros de minerais de baixa temperatura. A assembleia mineral e as inclusões fluidas indicam pressões que variam de 0.3 a 3.5kbar, mostrando a variedade de profundidade de cristalização desse depósito, que também já foi chamado de pórfiro reduzido.

3.2.4. Pórfiro

Os depósitos do tipo pórfiro são formados a partir de ambientes de subducção e formação de arco magmático. Segundo Seedorff *et al.* (2005), depósitos do tipo pórfiro são importantes fontes de cinco tipos de mineralizações: Au, Cu, Mo, W e Sn. A alteração hidrotermal zonada é o guia para a identificação dos minérios porque produz uma assembleia mineral característica. A alteração potássica produz um conjunto de minerais de alta temperatura formada por biotita \pm k-feldspato, a sericítica gera muscovita \pm clorita e passa para uma alteração argílica avançada e argílica intermediária de baixa temperatura formada por argilominerais. A concentração de minério tem origem na movimentação de fluidos plutônicos e meteóricos que precipitam minerais de minério, como sulfetos e óxidos, em vênulas que cortam em grandes volumes de rochas hidrotermalmente alteradas.

Esses depósitos são associados a magmatismo andesítico, metaluminoso, cálcio-alcalino, do tipo I. Também, são quase sempre adjacentes a depósitos de *high-sulfidation*. Essas intrusões são colocadas a profundidades entre 1 a 6 km e apresentam temperatura que varia entre $\sim 200^{\circ}\text{C}$ a $\sim 600^{\circ}\text{C}$.

3.3. Mineralização Aurífera no Granito Passa Três

Este item apresenta características descritas por Piekarz (1992) e Fiori *et al.* (1984), das mineralizações auríferas associadas ao Granito Passa Três, com o objetivo de somar estas informações com as obtidas neste trabalho.

Piekarcz (1992) distinguiu dois tipos de filões auríferos. O primeiro (T1) ocorre em sistema de falhas com expressiva argilização acompanhando a mineralização, estando o granito alterado filicamente nas proximidades dos veios. O segundo tipo (T2) preenche fraturas extensionais no granito, sem movimento relativo de blocos, e esta apresenta apenas a alteração sericítica. O tipo T1 é bem representado na Mina Principal que corta transversalmente todo corpo granítico, com extensão aproximada de 800 m, direção média N50°W e mergulhos variáveis N45°-80SW. O tipo T2 restringe-se a veios menores, tanto em espessura quanto em comprimento e são tabulares, mais regulares e menos deformados que os T1.

Fiori *et al.* (1984) e Piekarz (1992), descreveram a mineralização como de origem epigenética hidrotermal, preenchendo falhas e fraturas N40-50W, citando a ocorrência de argilização e sericitização nas bordas dos veios.

Os filões auríferos apresentam-se geralmente com formas muito irregulares sendo mais comuns as tabulares, lenticulares e de bolsões. Ocorrem generalizadamente em toda a extensão do corpo granítico, variando de dimensões milimétricas até métricas, em espessos bolsões irregulares.

3.3.1. Estrutura e deformação das mineralizações auríferas

Segundo Piekarz (1992), os veios ocupam posições no diagrama Schmidt-Lambert coerentes com o modelo Riedel, onde podem ser individualizados quatro conjuntos de filões de quartzo, de acordo com a sua posição estrutural.

O primeiro conjunto, com direção média de N57°W/60°SW, é coerente com o posicionamento de falhas-fraturas direcionais antitéticas em relação à falha principal. O segundo conjunto apresenta atitudes N55°-62°E/80°SE-88°NW que coincide com estruturas antitéticas em relação à zona de transcorrência. O terceiro conjunto de veios dispõem-se segundo N26°-32°E/42°SE-76°NW que se encaixa no posicionamento de fraturas de pressão. O quarto conjunto apresenta atitudes N82°W a N82°E e mergulhos entre 76°NW a verticais, que se encaixam praticamente na bissetriz do ângulo agudo entre as posições sintéticas e antitéticas (Figura 5 e Figura 6).

Ainda, segundo Piekarz (1992), além das estruturas conforme o modelo de Riedel se observa fraturas dilatacionais causadas por pressão interna dos fluidos, resultando em aleatoriedade de posicionamento.

O autor citado acrescenta que os veios de quartzo-sulfetos auríferos se apresentam extremamente cisalhados e cataclasados, com estreitas zonas de cisalhamento dentro dos veios, e recristalização dinâmica do quartzo após seu estiramento.

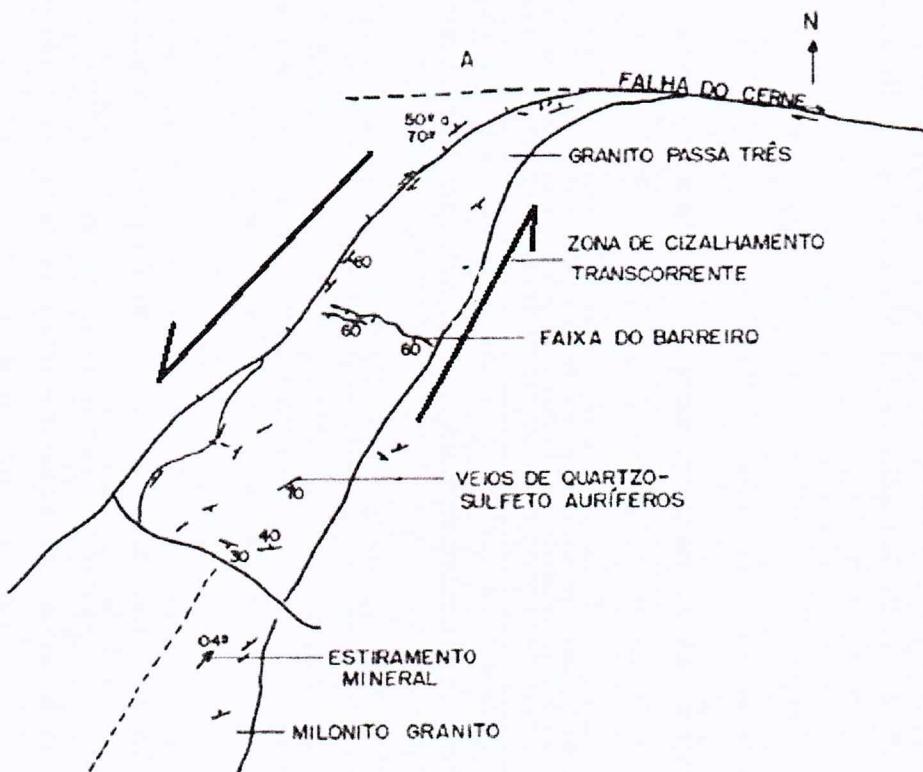
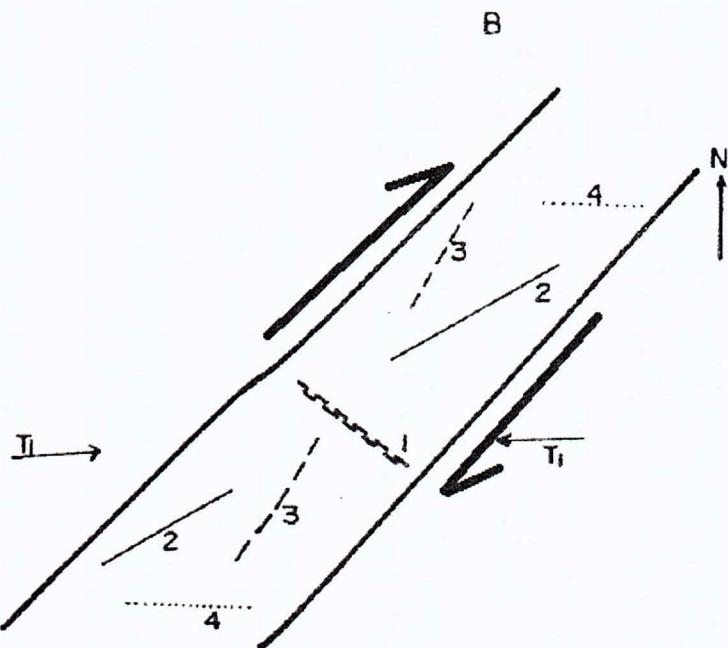


Figura 5 - Colocação dos veios no Granito Passa Três. Figura modificada de Piekarz (1992).



- 1- N57W, 60SW (POSIÇÃO ANTITÉTICA)
- 2- N58E, 82SE (POSIÇÃO SINTÉTICA)
- 3- N29E, 42SE - 76 NW (POSIÇÃO PRESSIONAL)
- 4- EW, 85N (POSIÇÃO EXTENCIONAL)

Figura 6 - Disposição dos quatro conjuntos de veios e suas posições no sistema de Riedel. Figura modificada de Piekarz (1992).

3.3.2. Mineralogia

Piekarcz (1992) descreve os veios auríferos como contendo quartzo, fluorita, carbonatos, microclínio e sericita-muscovita, entre os minerais não metálicos, e minerais metálicos, pirita, calcopirita, covelita, calcocita, digenita e bornita. Há também a presença de sulfossais de bismuto com íntima associação com o ouro. Em menor proporção há molibdenita, óxidos de ferro e minerais de alteração supergênica como goethita e malaquita. O ouro está associado aos sulfetos e ocorre em microfraturas na pirita.

3.4. Características do Veio da Galeria 4590, nível 4 da Mina do Barreiro, Mineração Tabiporã.

O veio descrito neste trabalho (Figura 7 e Figura 8) apresenta, da base para o topo, níveis denominados de S-1 a S-5, e atitude N36W/ 20SW. Em S-1, os cristais de quartzo aparecem cisalhados com sulfetos disseminados e relativo baixo teor de ouro (10,7 g/t) em relação a S-2 há a porção de sulfetos maciços, que predomina pirita e calcopirita, com alto teor de ouro (552,8 g/t). Em S-3 há a presença de quartzo leitoso com calcedônia e ágata circundando drusas e teor baixo de ouro com 9,3 g/t (Figura 9 e Figura 10). Já na parte

superior do veio, em S-4 há um fino nível argiloso com teor de ouro alto (50,5 g/t) e, em S-5, *shear zone* do veio, forte cisalhamento do contato do veio com o granito.

Segundo o anexo 9.3 de teores de Au, medidos a partir do método *Fire-Assay*, temos que o teor amostrado de ouro no veio é de 162,8 g/t em 122 centímetros de veio (cálculo feito da regularização das amostras - teor médio ponderado).

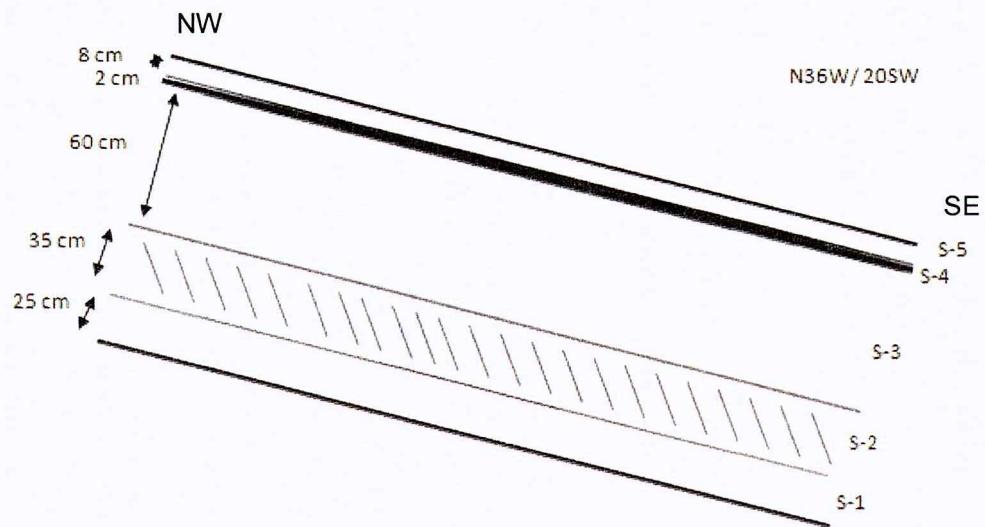


Figura 7 - Desenho esquemático do veio retirado a partir da caderneta do orientador. Espessura total do veio é de 1,3 metros. Atitude N36W/20SW.

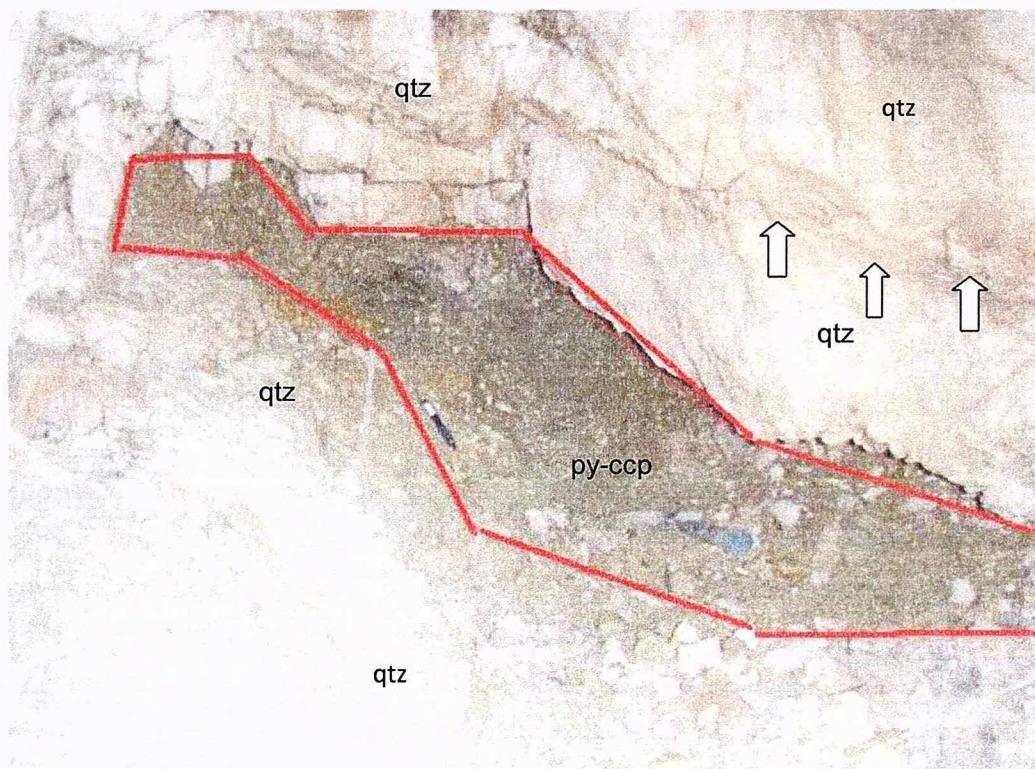


Figura 8 - Visão geral do veio - Presença de bolsão de sulfetos, pirita (py) e calcopirita (ccp), com horizonte delimitado em vermelho na porção central do veio. Presença de quartzo (qtz) bordeando o bolsão de sulfetos e de cavidades na porção apontada pela seta branca.

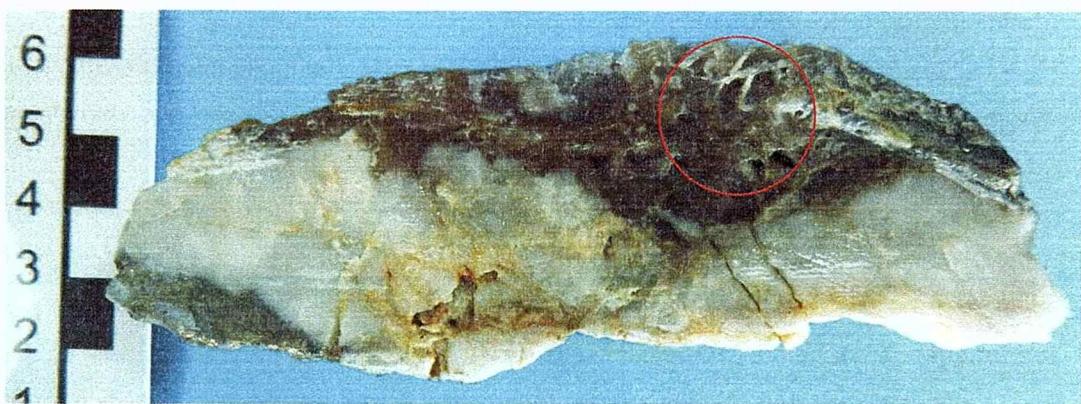


Figura 9 - Amostra retirada da porção S-3. Pequenas cavidades em evidência pelo círculo vermelho.



Figura 10 - Amostra do litotipo S-3. Cavidade bordejada por cristais de calcedônia, ágata e quartzo tipo drusa interno indicados pelas setas brancas. Presença de pirita (py) calcopirita (ccp) em bolsões aleatórios de sulfetos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras foram coletadas, pelo orientador, no veio da galeria 4590 no nível 4 da mina subterrânea principal do Granito Passa Três. As 10 amostras de mão foram coletadas, classificadas e confeccionaram-se as seções polidas e lâminas delgadas, totalizando 9 seções polidas e 9 lâminas.

Para alcançar o objetivo deste trabalho seguiu-se a seguinte metodologia:

- Levantamento bibliográfico de trabalhos relevantes para o projeto e análise dos dados já produzidos pelos mesmos;

- Descrição petrográfica de lâminas delgadas e seções polidas com o auxílio dos livros Craig *et al.* (1981), Ramdohr (1980) e Passchier e Trouw (2005), e o uso da tabela de identificação de minerais de minério por Uytenbogaardt e Burke (1971);

A descrição de amostras foi feita no Laboratório Didático de Microscopia Petrográfica (LDMP), usando o microscópio Olympus BX40, e no Laboratório de Petrografia Sedimentar, usando o microscópio LEICA DM750P, câmera fotográfica LEICA MC170 HD e programa de tratamento de imagem LAS (*Leica Assistant Suit*);

- As análises geoquímicas foram feitas pela AcmeLabs (*Acme Analytical Laboratories [Vancouver] Ltd.*) gentilmente cedidas pela Mineração Tabiporã Ltda, além de análises químicas feitas nos laboratórios da Mineração (Anexos 9.2 e 9.3), analisando 24 amostras coletadas dos veios de teores de ouro representativos da mineralização;

- Integração de dados petrográficos e geoquímicos do veio em questão, e comparação e análise com a literatura.

5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

5.1. Resultados Obtidos

As atividades de campo foram previamente feitas pelo orientador deste projeto, onde foram coletadas informações detalhadas e amostras do nível estudado.

As lâminas delgadas e seções polidas foram confeccionadas a partir das amostras de mão e são descritas a seguir de acordo com a comparição feita do veio (Figura 7). Seguido a descrição do veio, são apresentados os dados geoquímicos tratados e comparados com as análises feitas e sedidas pela Tabiporã de outros veios explotados no Granito Passa Três.

5.1.1. Descrição do Veio Aurífero da Galeria 4590, nível 4.

Segundo a descrição feita no item 3.4, o veio é dividido em litotipos S-1 a S-5 transversalmente, onde em S-4 há a presença de uma faixa argílica que não foi possível fazer uma seção polida ou lâmina delgada, e somente foi feita análise química.

A faixa S-1 corresponde a uma rocha quartzosa de aspecto leitoso, com textura holocrystalina, fanerítica inequigranular média a fina (0,1 - 3 mm), hipidiomórfica e leucocrática. Presença marcante de quartzo (55%) anedral com forte extinção ondulante, domínio de subgrãos, recristalização nas bordas e preenchendo fraturas dos cristais de pirita (Figura 11a e Figura 11b). A pirita (20%) apresenta forma anedral, com intenso fraturamento, e euédrica, onde há textura brechada, (Figura 12a e Figura 12b). A calcopirita (11%) apresenta grãos anedrais preenchendo fraturas nos cristais de pirita, e também em contato com o quartzo, onde o aspecto de deformação rúptil é evidente por estruturas de *stockwork* e brecha (Figura 12c). Associado a calcopirita, há covelina (6%) prismáticos

alongados, esfalerita (3%) anedral e bornita (traço) (Figura 12d e Figura 12e). Na porção de minerais não opacos, tem-se a presença de sericita (3%) e carbonatos (3%) sem orientação definida nos interstícios dos cristais de quartzo (Figura 11c).

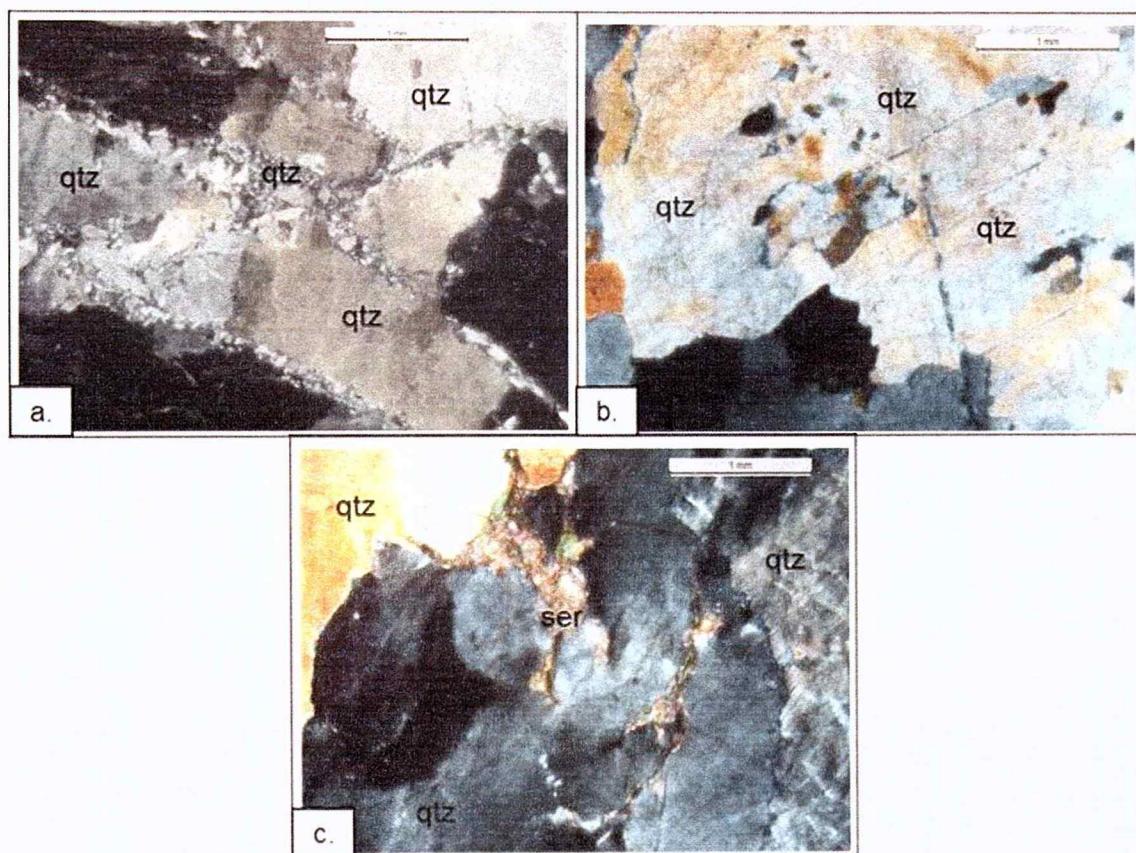


Figura 11 - S1 - a. Presença de quartzo (qtz) com extinção ondulante e recristalização de borda; b. Cristais de quartzo (qtz) com domínio de subgrãos e extinção ondulante; c. Sericita (ser) entre os grãos de quartzo.

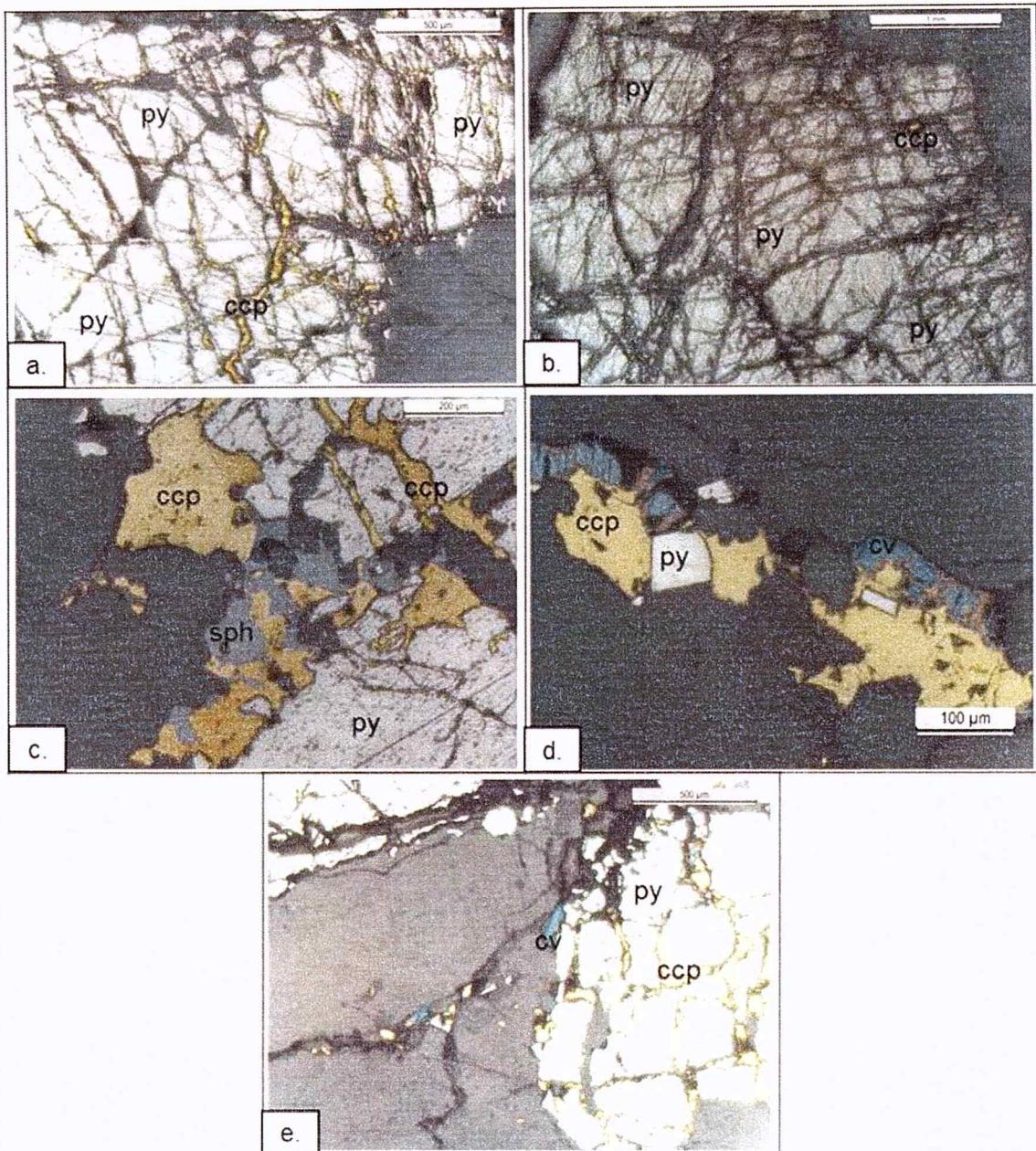


Figura 12 - S1 - a. Piritas (py) fraturadas com preenchimento de calcopirita nos interstícios; b. Piritas (py) intensamente fraturadas com textura brechada e calcopirita (ccp) nos interstícios; c. Textura brechada e zig saw, e cristais de calcopirita (ccp) englobados por cristais de piritas e calcopirita associada a esfalerita (sph) nos interstícios dos cristais de piritas euédrica; d. Cristais de covelina (cv) nas bordas dos cristais de calcopirita englobado nos cristais de piritas (py); e. Cristais anedrais de piritas fraturada (py) e calcopirita (ccp) associados a cristais de covelina (cv) e bornita. Crescimento de minerais nas fraturas dos cristais da ganga.

A zona sulfetada com altos teores de ouro analíticos localizada na faixa S-2, que apresenta forte presença de pirita (58%) anedral e, nas bordas, cristais euedrais em zonas onde estruturas brechadas e *stockworks* (Figura 14a e Figura 14b). Quartzo (25%) com extinção ondulante preenche fraturas dos cristais de pirita e compõe a matriz da rocha (Figura 13a e Figura 13b). A matriz é composta por microcristais nas bordas de grãos maiores evidenciando rotação de subgrãos, os quais apresentam leve orientação preferencial (Figura 13c). Os cristais de calcopirita (10%) anedrais identificados são englobados por pirita, e também em zonas onde a deformação rúptil é bem evidente, em que a calcopirita anedral está associada a pirita euédrica (Figura 14c e Figura 14d). A galena (3%) é observada em associação com calcopirita e bornita (traço) em locais onde a deformação produziu estruturas *stockwork* (Figura 15a e Figura 15b). O ouro (3%) observado nessa zona encontra-se, em baixa proporção, englobado pela pirita e, em proporção mais significativa, associado com calcopirita, bornita e quartzo nas fraturas da rocha (Figura 15c, Figura 15d e Figura 15e).

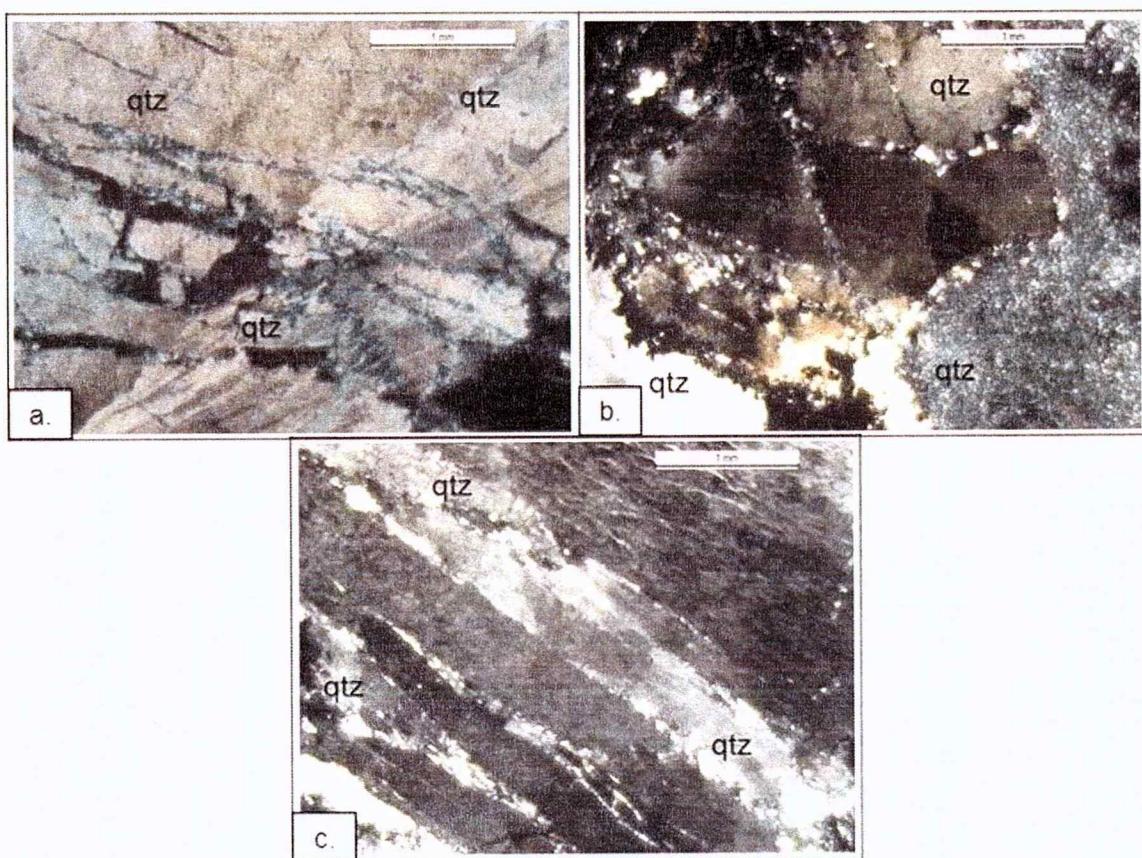


Figura 13 -S2 – a. Cristais de quartzo (qtz) com forte extinção ondulante e recristalização de borda; b. cristais de quartzo (qtz) com extinção ondulante e microcristais de calcedônia tardia nos interstícios, vênulas de calcedônia com textura *comb* e em contato com os cristais sulfetadas; c. Cristais de quartzo com extinção ondulante alongados com recristalização de borda;

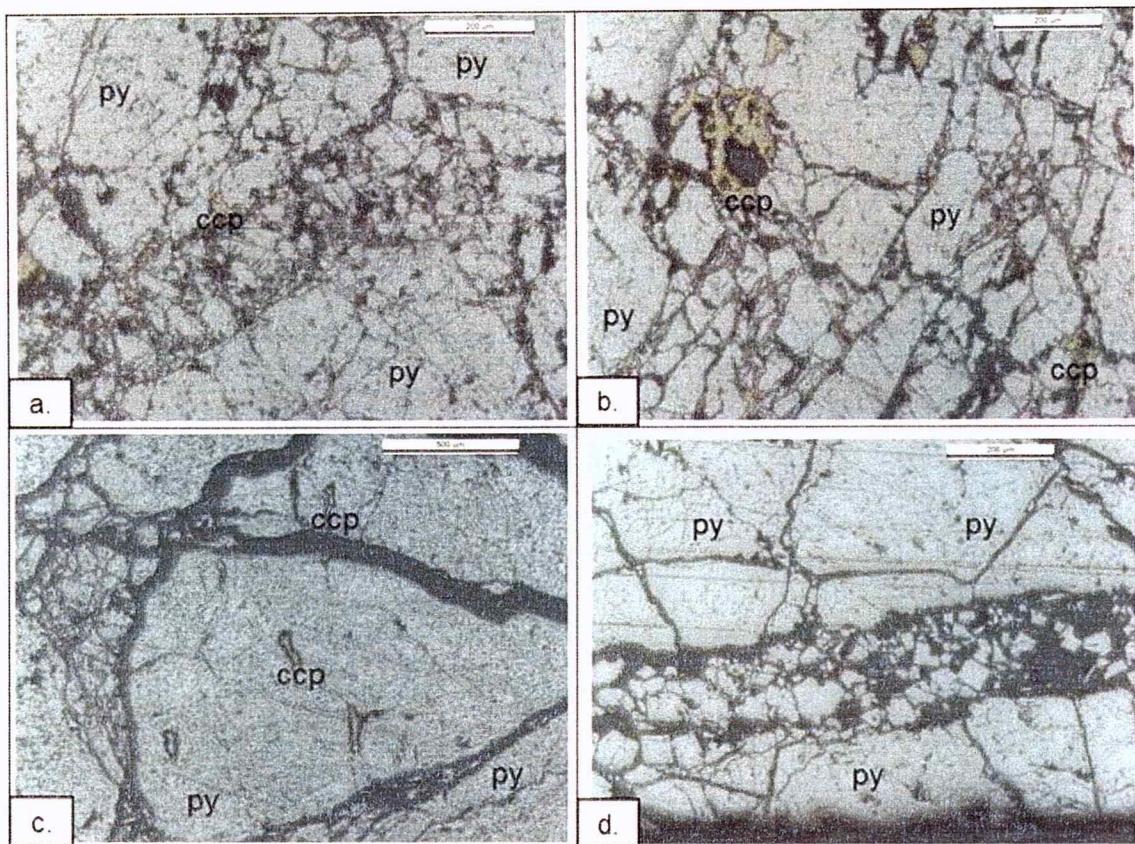


Figura 14 - S2 - a. Textura brechada em pirita (py) angulosa e calcopirita (ccp) na zona principal de cisalhamento; b. Detalhe dos cristais de pirita (py) angulosa na zona brechada e zig saw e calcopirita (ccp) nos interstícios da pirita e pirita englobando a calcopirita; c. Cristais de pirita (py) fratura e porções zig saw e duas gerações de calcopirita (ccp); d. Zona brechada e cristalização de pirita euédrica.

Na faixa S-3, o quartzo representa grande proporção modal da rocha (65%), e encontra-se com grãos em diferentes granulometrias. A primeira população dos cristais de quartzo (Qtz1) nessa porção encontra-se com extinção ondulante e rotação de subgrãos na borda com dimensões de 0,8-1mm (Figura 16a e Figura 16b). A segunda variação do quartzo (Qtz2) encontra-se em microcristais associados a carbonatos onde também há a presença de quartzo em drusas (Figura 16c e Figura 16d). Outro silicato observado é a calcedônia em finas vênulas sem deformação ou falhadas, que cortam toda a porção da rocha onde há grãos de quartzo com extinção ondulante (Figura 18a). Carbonatos (15%) estão presentes entre os interstícios dos cristais das duas populações de cristais de quartzo mencionadas, porém na porção microcristalina, alguns carbonatos tem formato bem definido, sendo identificado como cristais de calcita (Figura 18b e Figura 18c). A pirita anedral (15%) apresenta cristais fortemente fraturados com estrutura *stockwork* e *zig saw* (Figura 17a e Figura 18). Cristais de pirita euédricos (0,1mm) encontram-se nas bordas dos cristais anedrais ou em zonas de forte evidência de deformação rúptil (Figura 17b). Calcopirita (4%) anedral está presente tanto de maneira livre na ganga como nos interstícios das zonas brechadas. Há presença de sericita (traço) nos interstícios dos cristais de quartzo

da primeira variável (Qtz1) (Figura 18d). Ainda observam-se grãos de fluorita (traço) em contato com microcristais de quartzo.

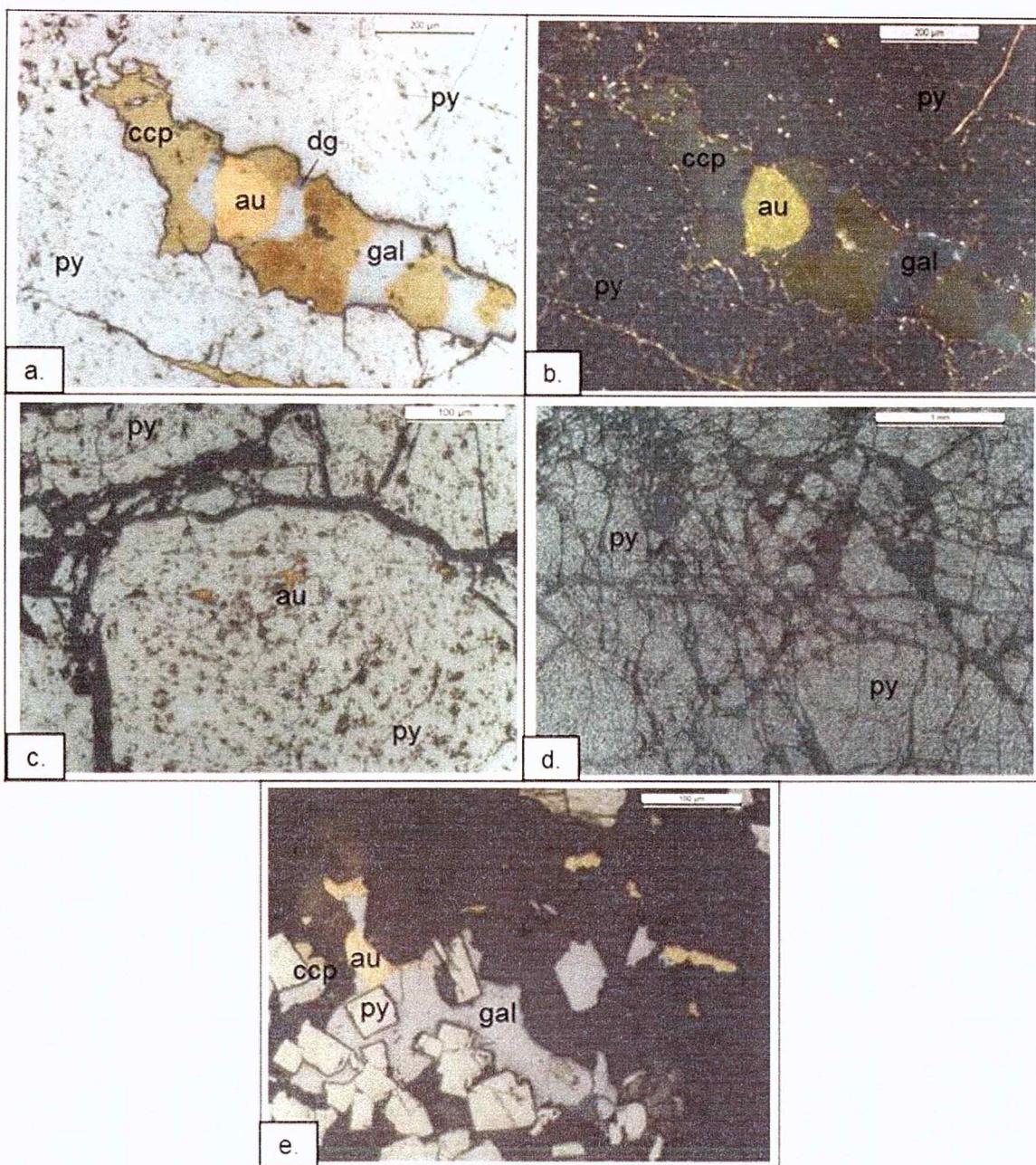


Figura 15 - S2 – a. Preenchimento de fratura na pirita (py) por cristais de calcopirita (ccp), digenita (dg), galena (gal) e ouro (au); b. Polarizadores cruzados mostrando a presença de ouro em fratura na pirita; c. Detalhe em cristal de pirita (py) englobando cristal de calcopirita (ccp); d. Pirita (py) fraturada e estrutura zig saw; e. Cristais euédricos de pirita (py) englobados parcialmente por com galena (gal), calcopirita (ccp) e ouro (au).

Na faixa S-5, o quartzo (62%) se apresenta com crescimento em uma orientação deformacional e microcristais de quartzo entre grãos de carbonatos (Figura 20a e Figura 20b). Carbonatos (20%) anedrais estão em contato com os cristais de pirita e entre grãos de quartzo alongados por deformação (Figura 20c e Figura 20d). A pirita (15%) está

intensamente fraturada e apresenta textura cataclástica e crescimento na mesma direção preferencial dos grãos de quartzo (Figura 19a eFigura 19b). Há ainda a presença de sericita (3%) nos interstícios dos cristais de pirita e quartzo. Calcopirita (traços) está presente nas fraturas de pirita. Deformação dos minerais na faixa S-5 do veio foi mais intensa com orientação dos minerais e quebra ruptil dos cristais de pirita.

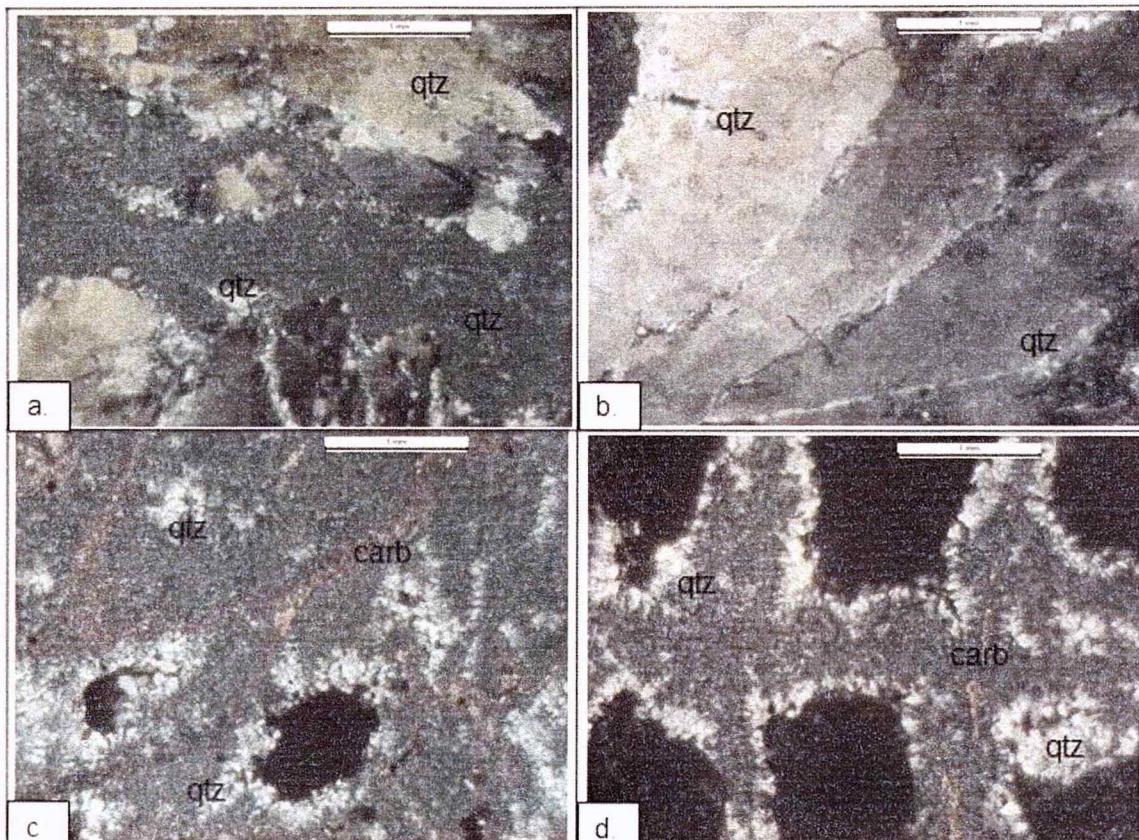


Figura 16 - S3 - a. Quartzo (qtz) com extinção ondulante, com orientação deformacional e domínio de subgrãos e quartzo; microcristais de quartzo entre grãos de quartzo com extinção ondulante. b. Quartzo com extinção ondulante com leve orientação dos cristais. c, d. Presença de cavidades com textura *comb* composta por quartzo bordejada por calcedônia e àgata, zonadas e não deformadas com carbonatos (carb) entre cavidades.

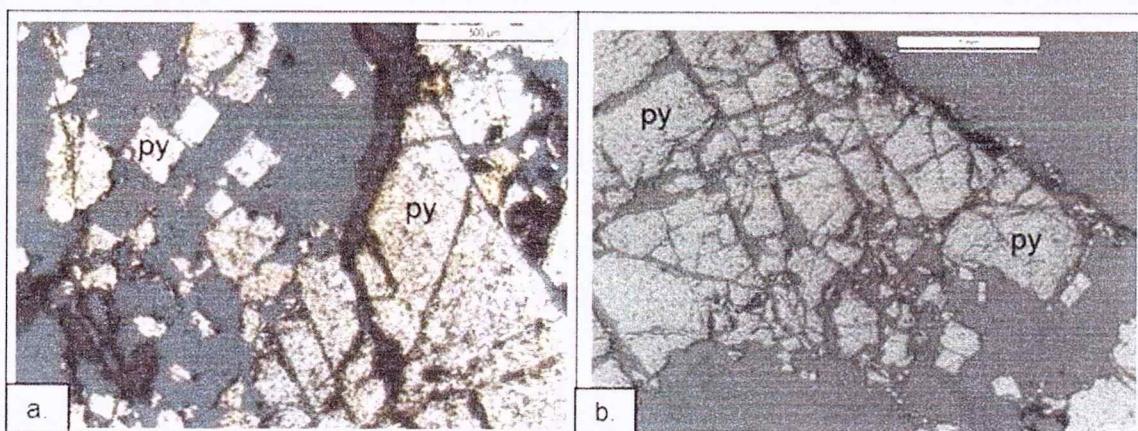


Figura 17 - S3 - a. Intenso fraturamento dos cristais de pirita (py), porção em *zig saw*; b. Piritá (py) anedral fraturada; intensa cataclase.

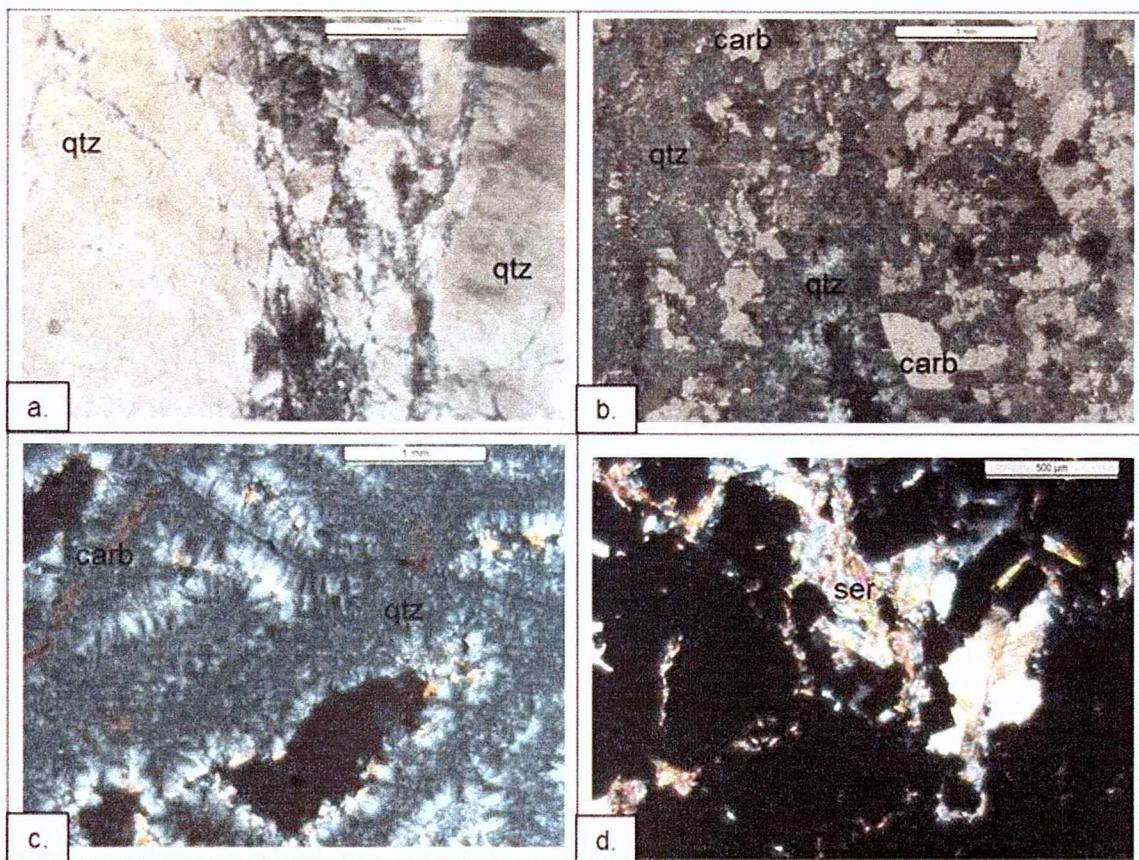


Figura 18 - S3 - a. Quartzo (qtz) com intensa deformação de borda, extinção ondulante e recristalização; b. Presença de carbonatos (carb) e microcristais de quartzo (qtz) intensamente associados à cavidades hidrotermais tardias; c. Presença de cavidades com quartzo não deformado nas bordas (qtz); f. Presença nessa porção do veio de sericita nos interstícios de opacos.

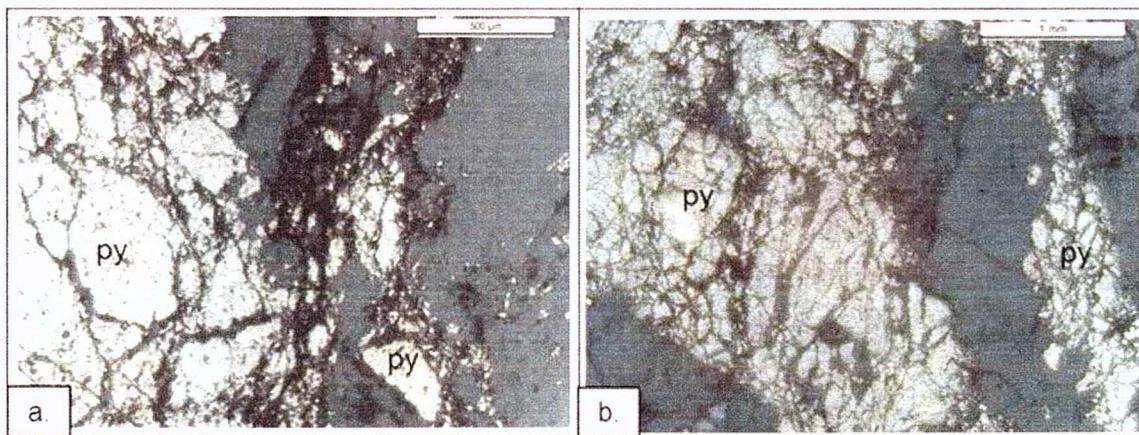


Figura 19 - S5 - a, b. Intenso fraturamento dos cristais de pirita (py) com indicadotextura cataclástica.

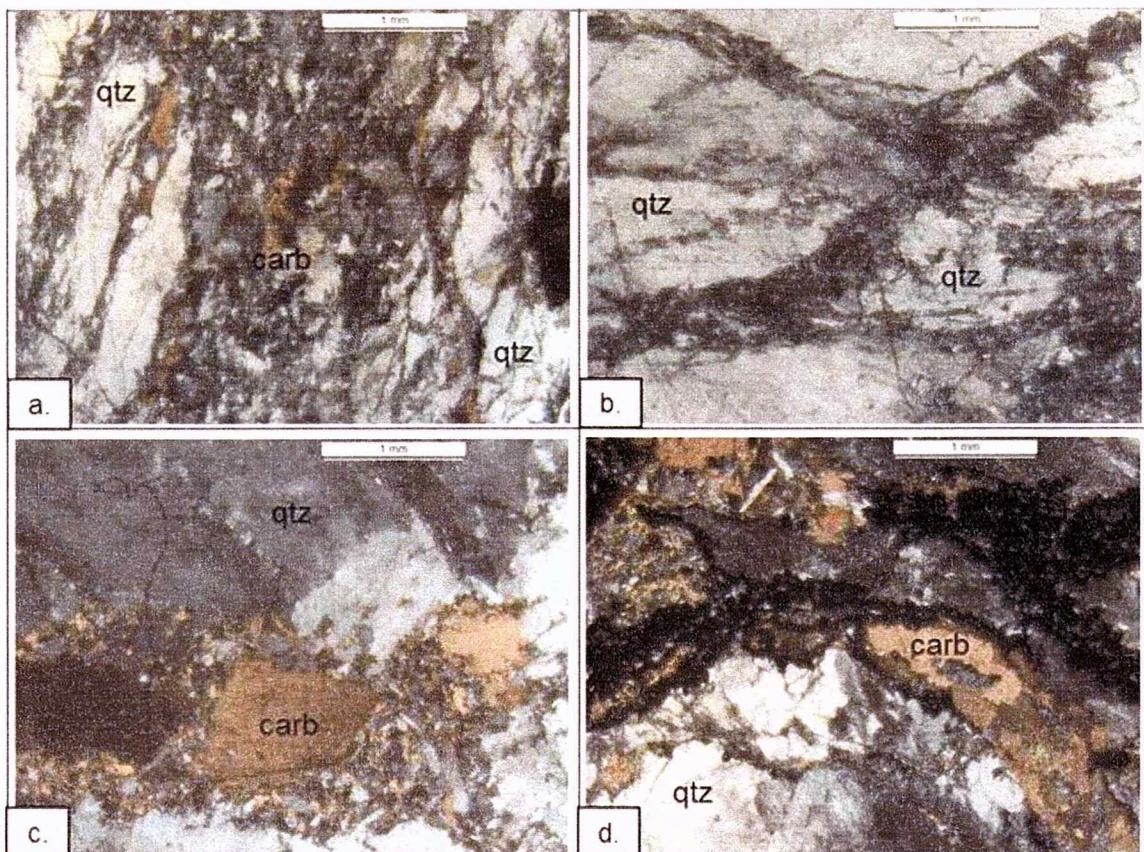


Figura 20 - S5 - a. Forte orientação dos cristais de quartzo (qtz) e carbonatos (carb) nos intertícios; b. orientação dos cristais de quartzo (qtz) com microcristais nos interstícios; c, d. Associação de carbonatos (carb) com cristais de quartzo (qtz) e sulfetos; e, f. Intenso fraturamento dos cristais de pirita (py) com aspecto fluidal.

5.1.2. Geoquímica

As análises químicas foram feitas em vinte e quatro amostras de veio auríferos explotados do Granito Passa Três, sendo quatro amostras (S-1 a S-4 - conforme anexos 8.2 e 8.4) do veio da galeria 4590, com a intenção de identificar os elementos associados à mineralização de ouro.

Dentro das análises geoquímicas obtidas, procurou-se separar e classificar os veios em baixo teor (1-10g/t), médio teor (10-70g/t), e altos teor (valores de 70-100g/t). Esses valores foram definidos com base no teor de médio da mina de 11 g/t e que podem alcançar valores de 50g/t (Tommasini, 2010). A classificação dos veios de alto teor é baseada em comparação a grande maioria dos outros veios auríferos, sem considerar o veio da galeria 4590. Também, devido ao fato das análises geoquímicas não separam os veios de acordo com os tipos de veios definidos pela literatura, procurou-se seguir o que foi definido por Piekacz (1992), Picanço (2000) e Tommasini (2010) sobre a composição aurífera de cada veio.

Assim, com base apenas no teor dos principais elementos que acompanham mineralizações de diversos tipos, foi confeccionado o grafico 1 a fim de comparar a

composição média desses elementos em cada veio classificado com o veio da galeria 4590. Importante observar que nesse diagrama *Spider* os elementos apresentam comportamento semelhante, com exceção do elemento Hg e leve separação de Au e Ag dos outros veios.



Gráfico 1 - Diagrama multielementar com a composição média dos principais elementos traços de cada veio. Eixo Y em escala logarítmica. Método de análise química: ICP-MS. Para os valores de Ag e Au usou-se os valores obtidos pelo método *Fire-Assay* devido ao limite de detecção do método ICP-MS para valores acima de 100.000ppm.

Os graficos 2, 3 e 4 tiveram por objetivos plotar as principais associações de elementos com o ouro contido em cada tipo de veio. Essa construção visa mostrar a variação de cada elemento em comparação com o ouro. A título de entendimento melhor dos gráficos, a Tabela 1 com as correlação de cada elemento foi produzida para observação dos valores absolutos de cada elemento em comparação com Au de acordo com cada tipo de veio classificados. Usou-se os valores de Au obtidos através de análise química pelo método *Fire Assay* para que ficasse claro a real composição aurífera do veio.

Tabela 1 - Tabela com os dados de correlação dos elementos com o Au.

Descrição	Correl_Ag	Correl_Cu	Correl_Mo	Correl_Se	Correl_W	Correl_As
ALTO TEOR	0.88881	0.80683	-0.07252	0.35873	0.52185	0.33379
MÉDIO TEOR	0.34652	-0.51031	0.55642	0.44516	-0.25492	-0.46164
BAIXO TEOR	0.58403	-0.00033	0.08375	0.47000	-0.59500	0.47001
VEIO DA GALERIA 4590	0.99841	0.93725	-0.81356	0.99741	-0.85866	0.95465

Correl_Bi	Correl_Sb	Correl_Sr	Correl_Zn	Correl_Hg	Correl_Pb
0.79626	0.52214	-0.41519	0.17185	0.45543	0.66089
-0.66665	-0.40706	0.66065	0.55846	-0.49129	-0.46616
0.78286	0.46745	-0.59621	0.27208	0.05880	0.61019
0.99731	0.98235	0.04709	-0.23394	0.94327	0.99855

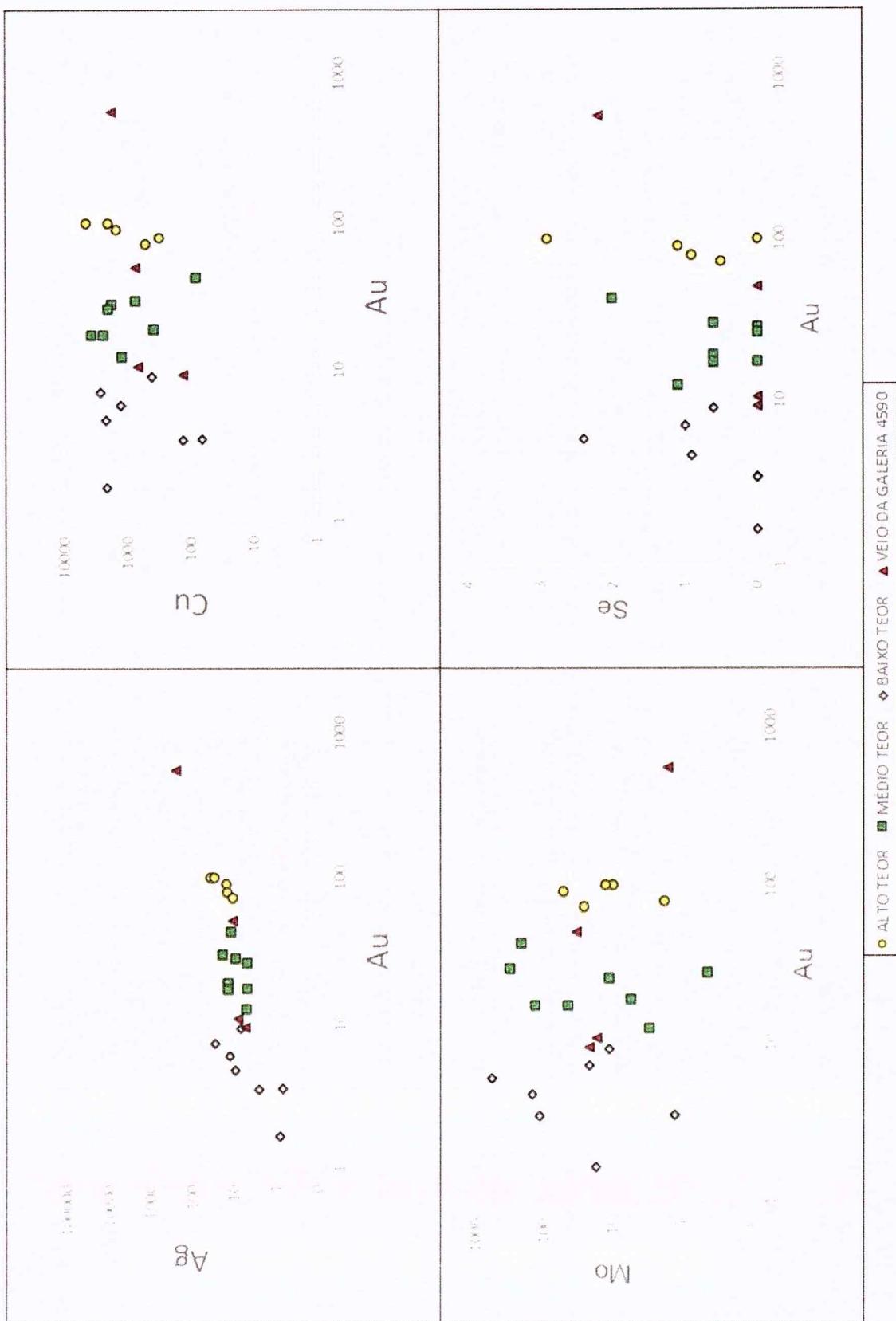


Gráfico 2 - Os gráficos acima mostram as correlações dos principais elementos de cada tipo de veio com o Au. Notar a correlação entre Cu com o Au no veio da galeria 4590, correlação que não é acompanhada para os outros veios. Não se obteve uma correlação evidente de Se e Mo com os diversos teores de Au tipificados.

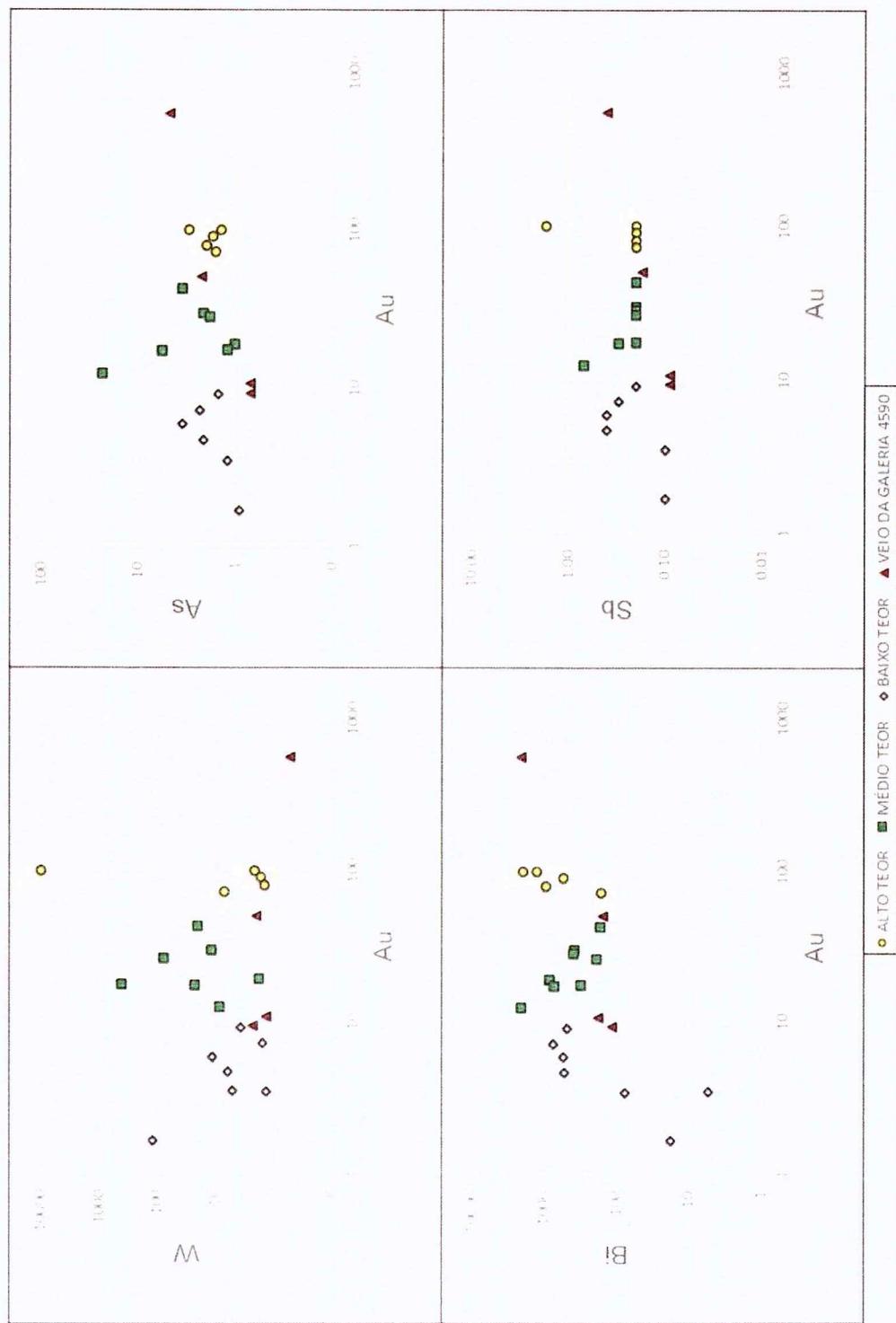


Gráfico 3 - Os gráficos acima mostram uma boa correlação do Au no veio da galeria 4590 com os elementos Bi, Sb e As, correlação que não se reflete para os outros veios para estes mesmos elementos.

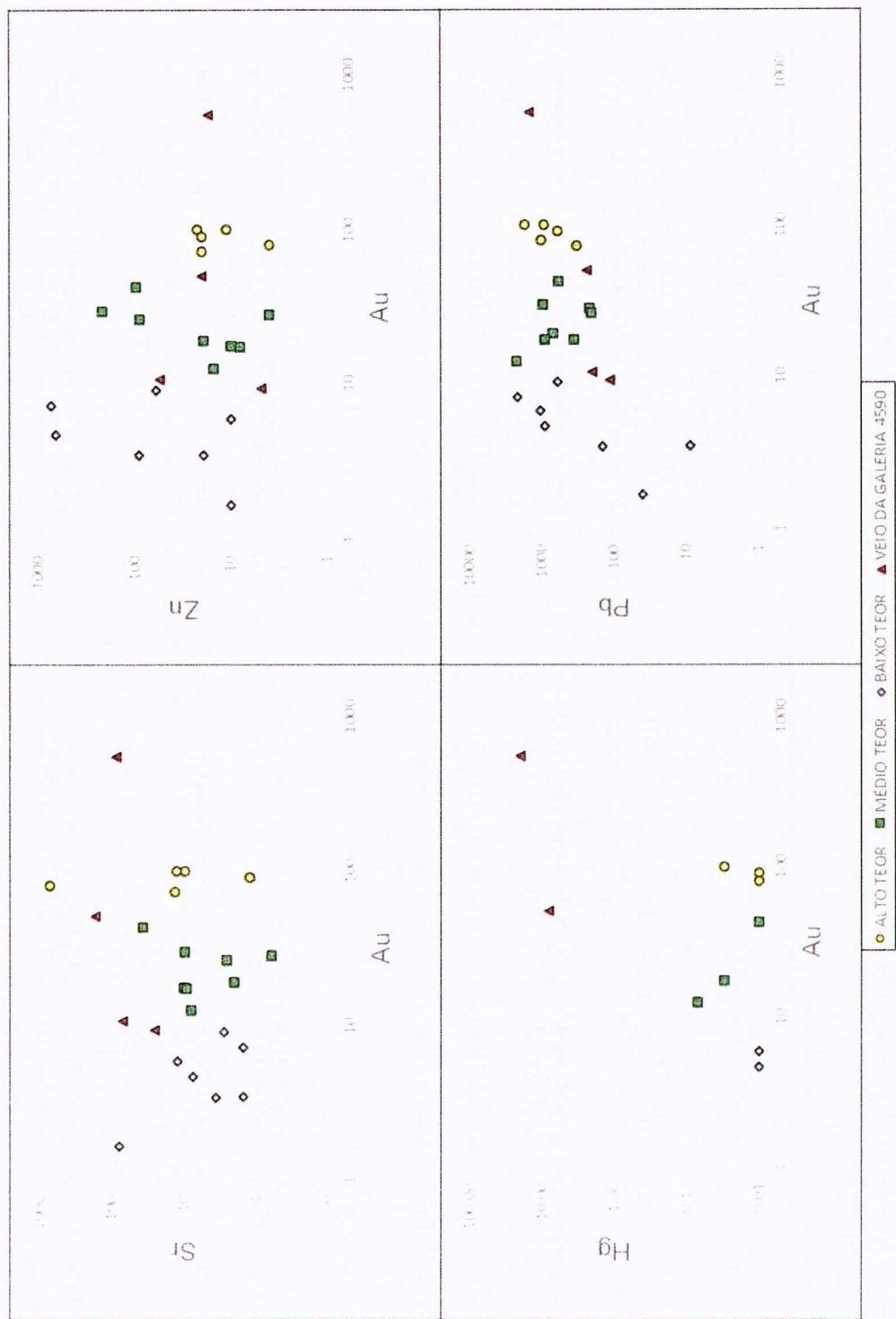


Gráfico 4 - Os gráficos mostram forte correlação do Au com os elementos Pb e Hg do veio da galeria 4590, que não é acompanhado por nenhuma correlação dos outros veios analisados do Granito Passa Três.

A análise geoquímica feita e uso de geoestatística, revelam resultados significativos e, de até certo ponto, coerentes com a mineralogia observada na petrografia. Os altos teores de cobre e forte correlação com Au, são corroborados pela presença significativa de calcopirita ($CuFeS_2$) e covelina (CuS). O alto teor chumbo e a boa correlação com Au foi refletida na presença de galena (PbS), intimamente relacionado com a mineralização (Figura 15a). Embora o zinco esteja em baixos teores e não apresente boa correlação com Au, a presença de esfalerita (ZnS) na porção S-1 comprova a relação.

O elemento Mo tem baixo teor e baixa correlação com Au, o que é compatível com a não observação de molibdenita (MoS_2) no veio. Também apresenta forte correlação o elemento Sb, porém não foi observado, por exemplo, estibinita (Sb_2S_3) na análise petrográfica.

Os resultados de correlação ainda mostram a forte correlação do Au com Te, Bi, As, Ag, Se e Hg, porém não foi observado na petrografia minerais que refletissem a presença desses elementos. Sendo necessários, talvez, outros métodos analíticos.

Importante ainda ressaltar com base nos dados de *Fire Assay* (Anexo 9.3), os teores de Au e Ag tem uma relação Ag/Au de 1:2 que se reflete na seção polida com uma leve coloração esverdeada dos grãos de ouro.

6. INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DO RESULTADOS OBTIDOS

As descrições petrográficas do veio da galeria 4590 revelam uma mineralogia composta por minerais translúcidos como quartzo, carbonato e sericita, e minerais opacos como pirita, calcopirita, covelina, esfalerita, galena e ouro. Sendo que o ouro encontra-se em fraturas na pirita, às vezes na forma livre ou associado a calcopirita e galena. Estruturas *stockwork*, *zig saw* e brechada são comuns ao longo do veio, tendo os interstícios preenchidos por quartzo-calcopirita-ouro, quartzo-calcopirita-esfalerita e calcopirita- ouro-galena.

O destaque maior é a presença de textura crustiforme com carbonatos, calcedônia e ágata associados às cavidades hidrotermais tardias com textura *comb* composta por quartzo não deformado. Esta observação é relevante e não foi descrita como característica de outros veios auríferos no Granito Passa Três.

Os resultados geoquímicos mostraram elevados teores para elementos Ag, Bi, Cu, Hg, Pb, Sr, Sb e Te, e baixos teores para Mo e W, onde na análise geoquímica, o Au teve alta correlação principalmente com Ag, Bi, As, Cu, Sb e Pb, embora, dentro desses elementos, nas descrições de seções polidas identificou-se apenas os minerais calcopirita e galena intimamente associados com ouro.

Picanço (2000) interpretou, pelo método Sm/Nd em fluorita, que a idade final de colocação do granito é representada pela isócrona de idade 616 ± 36 Ma. O ouro estaria associado com calcopirita preenchendo fraturas em cristais de pirita, a idade do processo onde o ouro se alojou nos interstícios dos cristais de pirita, seria entre o intervalo 510 a 527

Ma, interpretados através dos resultados K/Ar em sericitas de zonas de falha (528 ± 10 M.a.), indicando que a mineralização do ouro é muito mais jovem que a idade do granito e de mesma idade da zona de falha. Porém, o veio descrito neste trabalho, mostra que possivelmente houve uma remobilização da mineralização posterior a zona de falha devido ao alojamento desse veio em um domínio aberto de falhas já pré existentes.

Turini Neto (2012), descreve o granito cristalizado a partir de um magma pouco evoluído com composição próxima do campo do "diorito", que devido ao intenso hidrotermalismo, foi classificado como sienogranito e sienito. O ambiente de formação do granito seria tardi-orogênico, ou intra-placa. A mineralização aurífera seria orogênica, corroborada pela alteração marcada por sericita, carbonato, fluorita, ao redor de veios de quartzo sulfetados e auríferos, em sua vasta maioria deformados (Abreu e Turini Neto 2013). A deformação no veio da galeria 4590 mostrou quartzo com extinção ondulante e recristalizado, estruturas *stockwork*, *zig saw* e brecha, mas não deformou as cavidades com texturas *comb* e *crustiforme*.

Em todas as suas análises de geotermométricas, Piekarz (1992) indica que a temperatura de cristalização do granito foi em torno de 780°C , e mostra que a deposição do ouro foi em temperaturas próximas a 265°C - 280°C e pressões por volta de 1240 bar. Devido a essa diferença nas temperaturas, o autor atesta que ocorreu várias fases de transporte do conteúdo mineralizado dentro do corpo, até este se concentrar nos veios de quartzo sulfetados, alojados em falhas e fraturas (ZCT). Em análises de inclusões fluidas, Piekarz *op. cit.* indica que na Faixa do Barreiro houve o acesso de água meteórica através de falhas que interagiram com os fluidos mineralizantes que desestabilizou os complexos de enxofre e ocasionou a cristalização de pirita e ouro.

Hedenquist *et al.* (2000) indicam que as evidências para a ocorrência de *boiling* em sistemas hidrotermais, podem ser dadas pela presença de adulária, calcita placóide (*bladed calcite*), por vezes substituída por calcedônia (Figura 16b), e indiretamente, pela presença de brechas hidrotermais, as quais indicam fraturamento hidráulico devido ao aumento da pressão de vapor (Figura 14a e Figura 14d). O *boiling* concentra um fluido rico em sílica, o que permite uma supersaturação e a precipitação de quartzo drusiforme e veios de calcedônia bandados (Figura 10, Figura 13b e Figura 16a).

O *mixing* envolve a mistura de fluidos (água) de diferentes densidades e temperaturas, o que dificulta a inferência das composições das águas presentes no sistema. Segundo Robb (2008), a precipitação do ouro acontece se a mistura produzir uma mudança de fluidos redutores e de pH neutro para fluidos em condições oxidadas e ácidas. Assim, segundo Hedenquist *et al.* (2000), a precipitação de pirita, presença de gases e ambiente ácido, são evidências de *boiling* e *mixing*.

7. CONCLUSÃO

O veio da galeria 4590 apresenta principalmente enriquecimento nos elementos Bi, Te, Pb, As, Ag e Cu, relação Ag/Au de 1:2 com leve coloração verde dos grãos de ouro devido a presença de Ag, composta de minerais como calcopirita, esfalerita e covelina em associado com ouro, e carbonatos e calcedônia bordejando às cavidades não deformadas com texturas crustiforme e *comb*, e vênulas de calcedônia não deformadas.

Segundo Simmons *et al.* (2005) e Hendequist *et al.* (2000), o veio da galeria 4590 tem características de um depósito do tipo *low sulfidation*, com características como calcedônia associada com carbonatos placóides, texturas crustiforme e *comb*, mineralogia semelhante com a geoquímica, e correlação entre elementos condizente.

O alojamento do fluido mineralizado e cristalização do veio possivelmente ocorreu após a zona de cisalhamento transcorrente dextral. A remobilização do fluido mineralizado, pode estar relacionado a reativações posteriores de falhas, talvez relacionadas com o estabelecimento da bacia Camarinha ou, com a cratonização da área, assim como comenta Picanço (2000) sobre essa possibilidade de reativação tardias de falhamentos com idades de 384 ± 62 M.a.

Assim, os veios da mineralização aurífera do Granito Passa Três não são majoritariamente do tipo orogênico como visto na comparação geoquímica e descrita petrográfica. Mas, o veio da galeria 4590 apresenta características epitermais, do tipo *low sulfidation*, como foi apresentado neste estudo.

8. BIBLIOGRAFIA

- Abreu G.C., Turini Neto G. 2013. Hydrothermal alteration of an orogenic gold mineralization on the Passa Três Granite, PR - Brazil. *In: UFRGS, Simpósio Brasileiro de Metalogenia, 3.*
- Abreu G. C. 2012. Dados coletados da caderneta de campo feita durante trabalho feito pelo orientador para a Mineração Tabiporã Ltda.
- Almeida F.F.M., Hasui Y., Neves B.B.B., Fuck R.A. 1977. Províncias estruturais brasileiras. *In: SBG, Simpósio de Geologia do Nordeste, 8, Atas, p. 363-391.*
- Almeida F.F.M. 1981. O Cráton Paramirim e suas relações com o do São Francisco. *In: SBG, Simpósio sobre o Cráton do São Francisco e suas Faixas Marginais, Atas, p. 1-10.*
- Cury, F. L., Siga Jr., O., Harara, O. M. M., Prazeres Filho, H. J., Basei, M. A. S. 2008. Aspectos tectônicos das intrusões dos Granitos do Cerne, Passa Três e Rio Abaixo, Sudeste do Pré-cambriano Paranaense. Estudo baseado em datações $39\text{Ar}-40\text{Ar}$ em micas. *In: Revista do Instituto de Geociências - USP, 8(1): 87-104.*

- Chen Y.J., Pirajno, F., Qi J.P., 2005. Origin of gold metallogeny and sources of ore-forming fluids, Jiaodong Province, Eastern China. *International Geology Review.*, **45**(5):530-549.
- Craig J.R., Vaughan D.J., Hagni R.D. 1981. Ore microscopy and ore petrography. John Wiley and Sons, New York, 406 p.
- Fiori A.P., Camargo E., Monastier M., Lima R. 1984. Lineamentos tectônicos e possíveis mineralizações associadas no pré-cambriano paranaense. UFPR/Mineropar, Curitiba, v.1, 261 p.
- Fiori A.P., Trein E., Camargo E.C., Reis Neto J.M., Nadalin J.R., Monastier M.S., Lima R.E., Veiga R.A., Fumagalli C.E., Gomes D.L., Salamuni E., Fassbinder E., Gois J.R. 1985. Estudos geológicos integrados do Pré-Cambriano paranaense. UFPR/Mineropar, Curitiba, 203 p.
- Fiori A.P. 1987. Aspectos estruturais e estratigráficos do Grupo Açuengui e Formação Itaiacoca no Estado do Paraná. UFPR/Mineropar, Curitiba, 191 p.
- Fiori A.P. 1989. Geologia do Grupo Açuengui na região de Bateias – Bocaiuva do Sul. UFPR/Mineropar, Curitiba, 151 p.
- Fritzsons J.R., Piekarcz, G., Falcade D. 1982. Geologia e potencial econômico do Grupo Setuva (PR). In: SGB, Congresso Brasileiro de Geologia, 32, *Anais*, p. 987-1001.
- Goldfarb R., Hart C., Miller L., Farmer G.L., Groves D. 2000. The Tintina gold belt – a global perspective. In: Tucker T.L., Smith M.T. (eds) *The Tintina gold belt: concepts, exploration, and discoveries*. British Columbia and Yukon Chamber of Mines Special, p. 5-34.
- Goldfarb R.J., Baker T., Dube B., Groves D.I., Hart C.J.R., Gosselin P. 2005. Distribution, character, and genesis of gold deposits. In: Soc. Econ. Geology. *Economic Geology 100th Anniversary Volume*, p. 407-450.
- Hasui Y., Carneiro C.D.R., Coimbra A.M. 1975. The Ribeira folded belt. *Rev. Bras. Geoc.* **5**(4):257-266.
- Hedenquist J. W., Arribas A., Jr., Gonzalez-Urien E. 2000. Exploration for epithermal gold deposits. In: *Reviews in Economic Geology*, **13**: 245–277.
- Lang J.R., Baker T. 2001. Intrusion-related gold systems: The present level of understanding. *Mineralium Deposita*. **36**(6): 477-489.
- Mineropar 2005. Mapa geológico de Campo Largo, PR. Folha Telêmaco Borba, PR, escala 1:250.000.
- Passchier C.W., Trouw R.A.J. 2005. Deformation Mechanisms. In: Passchier C.W., Trouw R.A.J. (eds) *Microtectonics*. Springer, Berlin, p. 25-66.
- Picanço J.L. 2000. Composição isotópica e processos hidrotermais associados aos veios auríferos do maciço granítico Passa Três, Campo Largo, PR. Dissertação de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 175 p.

- Piekarz G.F. 1992. O maciço granítico Passa Três e as mineralizações auríferas associadas. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 111 p.
- Ramdohr P. 1980. The ore mineral and their intergrowths. Pergamon Press, Heidelberg, 1200 p.
- Robb L.J. 2008. Magmatic-hydrothermal ore-forming processes. In: Robb L.J. (ed) *Introduction to ore-forming processes*. Blackwell, Oxford, p. 75-125.
- Seedorff E., Dilles J.H., Proffett Jr. J.M., Einaudi M.T., Zurcher L., Stavast W.J.A., Johnson D.A., Barton M.D. 2005. Porphyry deposits: characteristics and origin of hypogene features. In: Soc. Econ. Geology. *Economic Geology 100th Anniversary Volume*, p. 251-298.
- Simmons S.F., White N.C., John D.A. 2005. Geological characteristics of epithermal precious and base metal deposits. In: Soc. Econ. Geology. *Economic Geology 100th Anniversary Volume*, p. 455-522.
- Sillitoe R.H., Hedenquist J.W. 2003. Linkages between volcanotectonic settings, ore-fluid compositions, and epithermal precious metal deposits. In: Society of Economic Geologists. *Special Publication*, **10**:315-349.
- Soares P.C. 1987. Sequências tectono-sedimentares e tectônica deformadora no centro-oeste do Escudo Paranaense. In: SBG, Simpósio Sul Brasileiro de Geologia, 3, *Anais*, p. 743-772.
- Soares P.C., Góis J.R. 1987. Geologia do Granito Passa Três (Paraná) e suas mineralizações auríferas. In: SBG, Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, 3, *Anais*, p. 497.
- Tommasini D. 2010. Gênese da mineralização aurífera do maciço granítico Passa Três, Campo Largo, PR. Trabalho de Formatura, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 23 p.
- Turini Neto G. 2012. Estudos geoquímicos da mineralização aurífera do Granito Passa Três, PR. Trabalho de Formatura, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 47 p.
- Uyttenbogaardt W., Burke E.A.J. 1971. Table for microscopic identification of ore minerals. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 430 p.
- White N.C., Hedenquist J.W. 1995. Epithermal gold deposits: styles, characteristics and exploration. *SEG Newsletter*. **23**:1,9-13.

9. ANEXOS

9.1. Certificado de Análise



A Bureau Veritas Group Company

Acme Analytical Laboratories (Vancouver) Ltd
9050 Shaughnessy St, Vancouver BC V6P 6E5 CANADA
PHONE (604) 253-3158

www.acmelab.com

CERTIFICATE OF ANALYSIS

GOI13000564.1

CLIENT JOB INFORMATION

Project: Project Not Given
Shipment ID: 381
P.O. Number: Mineracao Tabipora Ltda
Number of Samples: 29

SAMPLE DISPOSAL

Acme does not accept responsibility for samples left at the laboratory after 90 days without prior written instructions for sample storage or return.

SAMPLE PREPARATION AND ANALYTICAL PROCEDURES

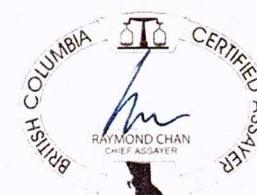
Procedure Code	Number of Samples	Code Description	Test Wgt (g)	Report Status	Lab
R200-250	29	Crush, split and pulverize 250 g rock to 200 mesh			GOI
XWSH	29	Extra Wash with Glass between each sample			GOI
Ship	29	Shipping charges for collect packages			GOI
RPLP	29	Sort, label and box pulps			GOI
1F06	29	1:1:1 Aqua Regia digestion Ultratrace ICP-MS analysis	30	Completed	VAN
2A04	4	NaOH fusion, analysis by specific ion electrode	0.2	Completed	VAN
2A08	4	Total C Analysis by Leco	0.1	Completed	VAN
DISP2	29	Heat treatment of Soils and Sediments			VAN

ADDITIONAL COMMENTS

Invoice To: Mineracao Tabipora Ltda
Estrada Municipal do Prata
S/N
Barreiro 63.600-000
BRASIL

CC:

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval, preliminary reports are unsigned and should be used for reference only. All results are considered the confidential property of the client. Acme assumes the liabilities for actual cost of analysis only. Results apply to samples as submitted. * asterisk indicates that an analytical result could not be provided due to unusually high levels of interference from other elements.



9.2. Tabela de geoquímica da AcmeLabs



www.acmelab.com

Acme Analytical Laboratories (Vancouver) Ltd

9050 Shaughnessy St. Vancouver BC V6P 6E5 CANADA

PHONE (604) 253-3158

Client: **Mineracao Tabipora Ltda**
 Estrada Municipal do Prata
 S/N
 Barreiro 83.600-000 BRASIL

Project: Project Non Given
 Report Date: June 26, 2013

Page: 2 of 2

Part: 1 of 1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

GOI13000564.1

Method	WGHT	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30		
	Analyte	Wgt	Ag	Al	As	Au	B	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Ga	Hf	
	Unit	kg	ppb	%	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	
	MDL	0.01	2	0.01	0.1	0.2	1	0.5	0.1	0.02	0.01	0.01	0.1	0.1	0.5	0.02	0.01	0.01	0.1	0.02	
BR-01	Sediment	1.90	1595	0.93	1.0	432.1	7	318.6	2.2	34.86	1.17	0.12	130.9	5.2	12.8	2.40	191.5	1.73	4.1	0.1	0.80
BR-02	Sediment	2.20	972	0.86	0.5	356.2	4	416.5	1.5	28.15	1.17	0.06	136.2	3.7	12.0	2.16	144.1	1.61	3.7	<0.1	0.80
BR-03	Sediment	3.74	366	0.50	0.3	378.1	<1	1088	0.8	6.28	0.89	0.02	93.5	1.7	7.7	0.86	77.13	1.12	2.5	0.1	0.33
BR-04	Sediment	2.79	382	0.53	0.2	360.0	3	1171	1.0	6.36	0.91	0.05	91.7	1.7	5.6	0.87	74.80	1.09	2.8	<0.1	0.33
PXC-01	Sediment	1.17	118	0.49	0.3	125.1	2	310.5	0.9	0.95	0.13	0.09	86.2	7.6	6.2	0.46	68.27	0.90	1.5	<0.1	0.15
S-01	Sediment	1.05	8306	0.27	0.7	10709	2	14.5	0.6	176.1	0.56	0.26	31.7	6.6	192.0	0.51	670.8	5.94	1.5	<0.1	0.18
S-02	Sediment	1.03 >100000	0.07	4.8 >100000		2	3.6	<0.1	>2000	2.09	0.48	8.4	41.0	167.1	0.05	1821	28.18	0.4	0.3	0.05	
S-03	Sediment	0.94	5391	0.13	0.7	9346	1	40.5	0.2	114.5	0.12	0.03	8.3	3.0	274.9	0.19	131.0	3.32	0.8	<0.1	0.07
S-04	Sediment	0.81	10976	0.36	2.2	50517	2	15.5	0.7	151.1	0.67	<0.01	7.6	7.8	245.2	0.71	742.6	5.17	2.2	<0.1	0.47
TAB-01	Sediment	2.50	15152	0.49	8.4	7691	3	1.5	1.0	823.0	0.87	2.77	67.5	58.9	49.8	0.81	8988	26.37	2.5	0.1	0.70
TAB-02	Sediment	2.26	16437	0.43	9.0	9295	2	1.0	1.0	890.4	0.84	2.80	62.6	60.0	33.6	0.64	9461	27.38	2.2	<0.1	0.67
TAB-03	Sediment	1.97	18997	0.60	8.5	12102	2	1.0	1.0	887.5	0.76	3.28	65.7	60.1	33.9	0.77	9014	27.96	2.5	0.2	0.60
TAB-04	Sediment	2.01	15967	0.32	8.6	8954	1	1.1	1.2	963.5	0.85	2.90	63.8	58.7	24.6	0.69	>10000	27.74	1.6	0.1	0.71
TAB-05	Sediment	1.94	16110	0.40	8.9	8047	2	1.17	1.0	950.1	0.86	2.87	64.0	63.5	27.3	0.76	9736	27.91	1.9	0.3	0.68
TAB-06	Sediment	1.80	15090	0.36	7.9	8436	1	1.7	1.2	897.5	0.87	2.38	59.2	61.4	35.0	0.72	8887	27.35	2.1	0.3	0.80
TAB-07	Sediment	1.99	15408	0.37	8.7	7312	2	1.3	1.0	933.3	0.86	2.72	61.6	60.5	27.6	0.68	9845	27.47	2.1	0.3	0.65
TAB-08	Sediment	1.76	20885	0.44	9.2	17429	<1	1.2	0.5	1044	0.71	3.40	57.7	67.4	26.6	0.56	9736	30.49	2.0	<0.1	0.58
TAB-09	Sediment	1.65	13545	0.43	9.1	6292	2	2.0	1.0	926.4	0.89	2.80	63.5	64.3	24.3	0.83	>10000	26.92	2.4	0.3	0.76
TAB-10	Sediment	1.82	15447	0.43	8.5	9512	3	2.2	1.2	937.2	0.88	2.83	69.2	61.2	23.9	0.89	9778	27.23	2.5	0.3	0.81
TAB-11	Sediment	1.87	14461	0.62	8.9	8434	3	11.8	0.7	863.9	0.88	2.74	74.5	59.5	44.7	0.85	8997	25.49	2.7	0.3	0.79
TAB-12	Sediment	2.25	17744	0.44	9.0	11287	3	1.0	1.4	977.9	0.78	3.06	66.1	63.2	32.7	0.74	9899	28.59	2.4	0.1	0.75
TAB-13	Sediment	1.39	16125	0.46	9.2	10396	<1	0.9	1.0	882.8	0.76	3.04	65.2	61.2	26.9	0.77	9546	26.37	2.3	0.2	0.70
TAB-14	Sediment	1.69	14684	0.41	8.5	7550	3	1.4	1.1	969.5	0.89	2.66	58.0	59.6	24.5	0.73	9245	28.30	2.3	0.2	0.65
TAB-15	Sediment	1.31	17337	0.40	8.6	11998	<1	1.1	0.7	1035	0.77	2.83	59.2	61.8	29.3	0.57	>10000	29.50	1.9	0.2	0.62
TAB-16	Sediment	1.35	14065	0.64	9.7	6082	4	1.7	1.1	875.7	0.93	3.31	76.6	65.0	25.6	1.03	9974	25.78	3.0	0.2	0.82
TAB-17	Sediment	1.95	13818	0.62	9.1	7706	2	1.6	1.6	890.8	0.94	3.00	68.6	62.6	25.8	0.99	>10000	26.57	2.8	<0.1	0.81
TAB-18	Sediment	1.54	14861	0.48	9.2	8426	2	2.0	1.4	954.0	0.91	2.98	68.8	57.5	23.6	0.93	>10000	27.38	2.7	0.1	0.86
TAB-19	Sediment	1.75	17024	0.39	8.9	10454	1	4.1	0.7	968.9	0.80	2.72	56.1	57.0	27.5	0.63	9059	28.58	2.0	0.2	0.62
TAB-20	Sediment	1.39	14614	0.45	9.3	8422	2	1.4	1.5	943.2	0.87	2.96	64.7	61.2	21.6	0.82	>10000	27.68	2.3	0.2	0.69

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.



A Bureau Veritas Group Company

www.acmelab.com

Acme Analytical Laboratories (Vancouver) Ltd

9050 Shaughnessy St. Vancouver BC V6P 6E5 CANADA

PHONE (604) 253-3158

Client:

Mineracao Tabipora Ltda

Estrada Municipal do Prata

S/N

Barreiro 83 600-000 BRASIL

Project

Project Non Given

Report Date

June 26, 2013

Page

2 of 2

Part 2 of 1

CERTIFICATE OF ANALYSIS

GOI13000564.1

Method		1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	
Analyte		Hg	In	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	Pd	Pt	Rb	Re	S	Sb	Sc
Unit		ppb	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppb	ppb	ppm	ppb	ppb	%	ppm	ppm
MDL		5	0.02	0.01	0.5	0.1	0.01	1	0.01	0.001	0.02	0.1	0.001	0.01	10	2	0.1	1	0.02	0.02	0.1
BR-01	Sediment	8	0.06	0.54	65.2	8.2	0.44	325	34.34	0.039	0.14	5.3	0.095	195.6	20	2	35.1	12	0.59	0.33	1.3
BR-02	Sediment	<5	0.03	0.47	68.0	7.6	0.40	308	25.02	0.028	0.04	4.5	0.099	125.5	<10	<2	29.2	1	0.37	0.19	1.4
BR-03	Sediment	10	<0.02	0.38	48.9	5.3	0.26	263	11.28	0.030	0.05	2.7	0.089	33.30	<10	4	21.3	3	0.11	0.10	0.8
BR-04	Sediment	6	<0.02	0.39	48.2	5.4	0.27	258	11.20	0.028	0.03	2.6	0.088	33.69	<10	<2	23.7	4	0.12	0.10	0.9
PXC-01	Sediment	11	0.02	0.27	43.7	1.0	0.04	165	0.68	0.034	<0.02	5.1	0.075	41.05	<10	<2	12.0	<1	0.07	0.14	1.1
S-01	Sediment	<5	0.14	0.22	14.4	2.6	0.23	287	16.91	0.004	0.09	9.6	0.021	201.3	<10	<2	13.4	8	6.11	0.09	0.3
S-02	Sediment	20	0.44	0.04	3.3	0.4	0.01	174	1.52	0.008	0.14	6.1	0.001	1499	<10	<2	2.1	103	>10	0.40	0.5
S-03	Sediment	<5	0.03	0.08	3.0	1.0	0.04	198	21.43	0.003	0.14	5.9	0.001	114.9	<10	<2	5.2	1	3.13	0.09	<0.1
S-04	Sediment	8	0.04	0.25	2.6	3.9	0.27	341	33.20	0.003	0.07	9.3	0.010	236.7	<10	<2	17.6	27	4.93	0.17	0.4
TAB-01	Sediment	92	0.27	0.28	33.9	5.0	0.33	198	239.1	0.183	0.53	38.2	0.034	2169	*	4	20.0	6	>10	0.86	0.8
TAB-02	Sediment	69	0.29	0.25	32.7	3.9	0.33	188	242.8	0.196	0.42	35.5	0.033	2299	*	<2	17.2	6	>10	1.07	0.6
TAB-03	Sediment	105	0.28	0.29	33.3	4.8	0.28	212	233.7	0.140	0.28	37.3	0.035	2366	*	3	18.5	13	>10	0.90	0.8
TAB-04	Sediment	82	0.32	0.17	33.8	3.0	0.29	145	248.3	0.161	0.43	35.2	0.032	2410	*	<2	13.1	11	>10	1.48	0.4
TAB-05	Sediment	48	0.33	0.23	33.8	4.1	0.32	183	257.3	0.164	0.43	34.6	0.033	2459	*	<2	15.8	10	>10	1.43	0.7
TAB-06	Sediment	100	0.26	0.21	31.8	3.6	0.29	186	242.6	0.216	0.61	38.0	0.033	2282	*	<2	14.3	13	>10	1.58	0.8
TAB-07	Sediment	75	0.26	0.21	33.3	3.6	0.30	180	252.9	0.182	0.38	34.0	0.036	2447	*	<2	14.7	8	>10	0.87	0.7
TAB-08	Sediment	98	0.37	0.19	29.8	3.4	0.27	223	231.7	0.172	0.48	39.4	0.029	2569	*	<2	12.4	13	>10	0.81	1.1
TAB-09	Sediment	46	0.30	0.26	32.9	4.7	0.33	189	252.7	0.198	0.38	35.5	0.032	2415	*	<2	18.0	18	>10	1.52	0.7
TAB-10	Sediment	104	0.31	0.26	36.1	4.6	0.35	203	256.8	0.304	0.37	36.5	0.033	2561	*	<2	18.8	10	>10	1.36	0.8
TAB-11	Sediment	95	0.24	0.28	37.6	4.5	0.34	218	232.9	0.184	0.50	37.1	0.037	2433	*	3	18.7	10	>10	0.99	1.0
TAB-12	Sediment	96	0.38	0.23	34.5	3.9	0.27	217	240.9	0.155	0.35	37.8	0.035	2550	*	<2	15.7	15	>10	1.05	0.8
TAB-13	Sediment	121	0.29	0.26	33.8	4.7	0.28	206	239.9	0.169	0.27	35.6	0.034	2520	*	6	17.1	11	>10	0.95	0.8
TAB-14	Sediment	64	0.32	0.23	30.9	3.7	0.28	185	261.8	0.161	0.32	34.0	0.029	2311	*	4	14.8	14	>10	1.36	0.7
TAB-15	Sediment	55	0.27	0.21	30.6	3.6	0.27	186	253.1	0.139	0.31	37.5	0.028	2501	*	<2	13.8	9	>10	0.89	0.8
TAB-16	Sediment	71	0.25	0.33	39.5	5.6	0.40	262	274.7	0.200	0.32	37.2	0.038	2691	*	<2	23.6	18	>10	0.93	0.7
TAB-17	Sediment	72	0.27	0.32	36.7	5.7	0.35	211	261.4	0.253	0.34	33.3	0.036	2502	*	<2	21.6	15	>10	2.18	0.7
TAB-18	Sediment	69	0.28	0.28	35.6	4.5	0.32	215	259.0	0.226	0.34	36.1	0.035	2598	*	<2	19.4	15	>10	1.14	0.8
TAB-19	Sediment	168	0.33	0.22	30.1	3.8	0.26	184	237.3	0.204	0.36	32.2	0.029	2484	*	2	15.3	10	>10	1.00	0.8
TAB-20	Sediment	81	0.34	0.27	34.5	4.5	0.29	211	248.6	0.200	0.32	34.2	0.033	2600	*	2	17.6	7	>10	1.11	0.7

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.



A Bureau Veritas Group Company

www.acmela.com

Acme Analytical Laboratories (Vancouver) Ltd

9050 Shaughnessy St Vancouver BC V6P 6E5 CANADA

PHONE (604) 253-3158

Client: **Mineracao Tabipora Ltda**
 Estrada Municipal do Prata
 S/N
 Barreiro 83 600-000 BRASIL

Project: Project Non Given
 Report Date: June 26, 2013

Page: 2 of 2

Part: 3 of 1

CERTIFICATE OF ANALYSIS**GOI13000564.1**

Method Analyte Unit MDL	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	1F30	2A F 2A Leco
	Se	Sn	St	Ta	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr	F	TOT/C
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
BR-01	Sediment	<0.1	0.6	717.3	<0.05	1.19	15.5	0.003	0.17	22.6	9	82.4	6.23	50.6	22.3	N.A. N.A.
BR-02	Sediment	<0.1	0.4	409.0	<0.05	0.95	15.9	0.003	0.14	15.5	7	69.8	5.85	46.0	19.2	N.A. N.A.
BR-03	Sediment	<0.1	0.1	329.2	<0.05	0.18	8.2	0.003	0.09	4.2	5	58.9	3.98	23.9	9.1	N.A. N.A.
BR-04	Sediment	<0.1	0.2	332.6	<0.05	0.25	8.2	0.003	0.10	4.2	5	62.4	4.10	27.3	9.8	N.A. N.A.
PXC-01	Sediment	<0.1	<0.1	88.8	<0.05	<0.02	9.0	0.001	0.16	1.7	4	0.3	8.15	65.2	4.3	N.A. N.A.
S-01	Sediment	<0.1	0.1	68.1	<0.05	9.10	2.5	0.001	0.06	3.8	2	1.3	1.52	54.9	4.7	1051.022
S-02	Sediment	2.2	0.5	83.7	<0.05	50.50	0.5	<0.001	0.06	4.6	<2	0.5	4.30	17.0	2.2	3385.<0.02
S-03	Sediment	<0.1	<0.1	24.6	<0.05	4.57	0.4	<0.001	0.03	2.2	<2	2.2	0.90	4.8	2.1	388.003
S-04	Sediment	<0.1	<0.1	166.3	<0.05	3.36	0.8	0.001	0.14	7.3	4	1.9	3.29	19.8	13.4	1024.029
TAB-01	Sediment	1.7	0.5	97.5	<0.05	18.25	26.5	0.004	0.23	15.1	5	36.2	4.46	1051	20.9	N.A. N.A.
TAB-02	Sediment	1.9	0.3	88.2	<0.05	19.11	26.2	0.003	0.24	15.8	5	35.9	4.30	1030	18.5	N.A. N.A.
TAB-03	Sediment	1.3	0.4	71.0	<0.05	19.04	25.9	0.004	0.27	15.3	6	30.0	4.44	1264	17.6	N.A. N.A.
TAB-04	Sediment	1.4	0.3	95.9	<0.05	20.18	27.2	0.002	0.24	16.2	4	44.5	3.87	1044	18.8	N.A. N.A.
TAB-05	Sediment	1.5	0.4	97.8	<0.05	19.90	28.8	0.003	0.25	17.2	5	40.1	4.19	1036	20.1	N.A. N.A.
TAB-06	Sediment	1.7	0.4	107.2	<0.05	18.77	25.9	0.003	0.21	17.8	5	41.7	4.04	975.6	20.6	N.A. N.A.
TAB-07	Sediment	1.5	0.4	96.7	<0.05	18.85	27.6	0.003	0.25	16.4	5	44.7	4.06	1077	18.5	N.A. N.A.
TAB-08	Sediment	0.9	0.5	78.3	<0.05	20.05	25.9	0.006	0.25	14.3	7	35.0	4.63	1215	15.7	N.A. N.A.
TAB-09	Sediment	1.6	0.4	111.6	<0.05	18.90	28.4	0.003	0.25	16.3	5	46.4	4.19	1014	19.6	N.A. N.A.
TAB-10	Sediment	1.7	0.4	108.5	<0.05	19.14	28.6	0.003	0.26	16.2	5	49.2	4.40	1074	20.5	N.A. N.A.
TAB-11	Sediment	1.2	0.4	89.7	<0.05	16.78	31.0	0.005	0.28	17.5	6	36.3	4.83	1112	20.6	N.A. N.A.
TAB-12	Sediment	1.4	0.4	87.4	<0.05	18.57	29.2	0.004	0.27	15.7	6	36.1	4.53	1216	18.1	N.A. N.A.
TAB-13	Sediment	1.1	0.4	79.2	<0.05	17.85	27.4	0.004	0.27	16.5	6	34.0	4.30	1191	18.8	N.A. N.A.
TAB-14	Sediment	1.3	0.3	99.5	<0.05	19.44	27.5	0.003	0.24	14.9	5	52.2	3.89	999.3	17.6	N.A. N.A.
TAB-15	Sediment	1.9	0.4	90.5	<0.05	18.84	26.1	0.004	0.26	15.4	6	46.9	3.89	1136	16.2	N.A. N.A.
TAB-16	Sediment	1.2	0.5	104.7	<0.05	17.45	32.3	0.003	0.32	17.7	6	43.2	4.99	1242	22.4	N.A. N.A.
TAB-17	Sediment	1.4	0.4	109.0	<0.05	17.77	30.0	0.003	0.28	16.7	6	43.5	4.46	1146	21.7	N.A. N.A.
TAB-18	Sediment	1.1	0.4	101.4	<0.05	18.02	29.7	0.003	0.29	16.1	6	45.3	4.43	1126	20.3	N.A. N.A.
TAB-19	Sediment	1.2	0.4	86.2	<0.05	18.39	25.4	0.003	0.26	13.9	5	44.0	3.87	1014	16.9	N.A. N.A.
TAB-20	Sediment	1.2	0.4	101.5	<0.05	17.58	29.4	0.003	0.28	15.5	6	46.0	4.38	1120	19.4	N.A. N.A.

This report supersedes all previous preliminary and final reports with this file number dated prior to the date on this certificate. Signature indicates final approval; preliminary reports are unsigned and should be used for reference only.

9.3. Tabela de *Fire-Assay* - Laboratório da Mineração Tabiporã

nº.contrôle	17/04/2013	Nº AMOSTRA	SETOR: GEOLOGIA				cm	cm * g/t	Teor médio (g/t Au)
			RECEBIDO	HORA	Au ppm	ENVIO			
72777		S-1			7,58		25,0	189,5	
72778		S-2			552,8		35,0	19348,0	
72779		S-3			4,45		60,0	267,0	
72780		S-4			30,05		2,0	60,1	
<i>Fire Assay</i> 30g e Absorção Atômica							122,0	19864,6	162,8
<i>Fire Assay</i> significa extração por fusão e copelação									
Análises realizadas pelos laboratórios da Mineração Tabiporã Ltda									

Nº AMOSTRA	Ag	Au
S-1	8306	10709
S-2	250000	552800
S-3	5391	9346
S-4	10976	50517

9.4. Tabelas de amostras e teores geoquímicos

N.	Sample	Descrição	Au-ppm	Ag-ppm	Cu-ppm	Mo-ppm	Se-ppm	W-ppm	As-ppm	Bi-ppm	Sb-ppm	Sr-ppm	Zn-ppm	Hg-ppm	Pb-ppm	Cd-ppm
1	G-0091	VQZ+SULF	100.00	37.10	4642.30	9.80	0.00	10000.00	1.40	1233.70	0.20	9.50	22.00	0.00	929.10	0.20
2	G-0157	VQZ,POBRE+SULF	100.00	30.50	2063.00	12.70	2.90	2.10	3.00	1899.90	1.70	12.40	11.00	0.03	1739.50	0.00
3	G-0143	VQZ,RICO EM SULF	90.69	15.30	1519.40	51.80	1.10	1.60	1.70	532.80	0.20	1.20	20.00	0.01	599.50	0.00
4	TP03	veio de quartzo pouco deformado com sulfetos e mineral branco	79.69	15.10	317.10	1.70	0.90	1.40	2.00	925.20	0.20	712.40	4.00	0.01	1028.70	0.00
5	G-0142	VQZ,RICO EM FLORITA+SULF	72.90	11.00	525.40	26.30	0.50	7.00	1.60	159.70	0.20	13.30	20.00	0.00	326.00	0.00
6	G-0155	VQZ,RICO	43.03	12.20	83.00	215.20	2.00	19.90	3.50	166.30	0.20	36.20	36.00	0.01	577.60	0.30
7	G-0153	VQZ+SULF+CONTATO RICO	29.89	18.70	754.90	321.70	0.60	11.40	2.10	374.30	0.20	9.40	216.00	0.00	959.50	0.30
8	G-0083	SULFETO-RICO	28.36	9.30	1774.70	0.40	0.00	0.00	1.80	383.00	0.20	0.60	4.00	0.00	215.90	0.00
9	G-0092	VQZ+(SULF)	26.31	5.00	2055.20	11.00	0.00	74.60	0.00	185.60	0.20	2.50	37.00	0.00	205.10	0.30
10	G-0144	VQZ+SULF+FLU	19.15	14.10	390.10	5.20	0.60	1.70	1.00	820.50	0.00	2.00	19.00	0.00	691.70	0.10
11	G-0065	VQZ-20% SULF	17.54	5.00	2890.80	136.10	0.00	400.70	1.20	303.90	0.20	9.90	10.00	0.03	357.60	0.00
12	G-0064	VQZ,RICO-SULF	17.38	13.80	3689.00	44.70	0.60	22.10	5.60	707.20	0.30	9.00	8.00	0.00	899.00	0.00
13	G-0084	VQZ+SULF	12.53	5.10	1257.80	2.80	1.10	3.40	23.40	2000.00	0.70	7.70	15.00	0.07	2248.30	0.20
14	G-0147	VQZ+SULF	9.13	6.90	416.20	11.10	0.60	3.60	1.50	472.20	0.20	2.70	60.00	0.00	597.60	0.20
15	G-0145	VQZ+SULF	7.20	29.00	2691.30	21.50	1.00	1.50	2.30	733.40	0.30	1.50	724.00	0.00	2184.80	2.30
16	G-0158	VQZ,RICO+SULF	5.90	13.10	1274.90	579.50	2.40	11.10	3.50	535.80	0.40	12.10	10.00	0.01	1038.00	0.00
17	G-0154	VQZ+SULF	4.69	9.40	2184.10	148.80	0.90	6.00	2.10	511.30	0.40	7.30	655.00	0.01	909.40	1.50
18	G-0093	VQZ-BRANCO	3.50	0.70	65.10	1.20	0.00	4.90	0.00	5.30	0.00	1.50	19.00	0.00	8.90	0.00
19	G-0152	VQZ+SULF	3.46	2.60	130.50	116.30	0.00	1.30	1.20	76.50	0.10	3.50	90.00	0.00	145.30	0.20
20	G-0066	GRAN+VQZ	1.66	0.80	2135.00	17.00	0.00	115.80	0.90	17.60	0.10	77.70	10.00	0.00	39.70	0.00
22	S-04	Sediment	50.52	10.98	742.59	33.20	0.00	1.90	2.20	151.14	0.17	166.30	19.80	3.00	236.70	0.48
23	S-01	Sediment	10.71	8.31	670.81	36.91	0.00	1.30	0.70	176.09	0.09	68.10	54.90	0.00	201.33	0.00
24	S-03	Sediment	9.25	5.39	131.01	21.42	0.00	2.20	0.70	114.55	0.09	24.60	4.80	0.00	114.85	0.26
21	S-02	Sediment	552.80	250.00	1820.60	1.52	2.20	0.50	4.80	2000.00	0.40	83.70	17.00	20.00	1498.65	0.03
Descrição			Au-ppm	Ag-ppm	Cu-ppm	Mo-ppm	Se-ppm	W-ppm	As-ppm	Bi-ppm	Sb-ppm	Sr-ppm	Zn-ppm	Hg-ppm	Pb-ppm	Cd-ppm
ALTO TEOR			88.66	21.80	1813.44	20.46	1.08	2002.42	1.94	950.26	0.50	149.76	15.40	0.01	924.56	0.04
MÉDIO TEOR			24.28	10.40	1549.44	92.15	0.61	67.35	3.83	617.60	0.25	9.66	56.88	0.01	769.34	0.15
BAIXO TEOR			5.08	8.93	1271.01	127.91	0.70	20.60	1.64	336.01	0.21	15.19	224.00	0.00	703.39	0.60
VEIO DA GALERIA 4590			155.84	68.67	841.25	18.27	0.95	1.48	2.10	610.45	0.19	85.68	24.13	7.00	512.89	0.19

