

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Caracterização Mineralógica e Isotópica da Mineralização
Aurífera de Santa Felicidade, Província do Tapajós,
Cráton Amazônico**

Felix Nannini

Orientador: Prof. Dr. Colombo Celso Gaeta Tassinari

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF/08/20)**

SÃO PAULO
2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA E ISOTÓPICA DA
MINERALIZAÇÃO AURÍFERA DE SANTA FELICIDADE, PROVÍNCIA
DO TAPAJÓS, CRÁTON AMAZÔNICO

Felix Nannini



Orientador: Colombo Celso Gaeta Tassinari

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF- 2008/20)

Felix Nannini

São Paulo
2008

ciente
[Signature]

DEDALUS - Acervo - IGC



30900025635

TF
N184
F.2

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOLOGIA

CASACATENAÇÃO MINERALÓGICA E ISOTÓPICA DA
MINERALIZAÇÃO COBERTA DE SANTA FELICIDADE, PROVÍNCIA
DO TAPALÓS, CRATON AMAZÔNICO



Paulo Roberto

Orientador: Carlos Otonário

MONOGRAFIA DE FÍSICA E QUÍMICA
UF-200000

2000

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos os professores que contribuíram de forma direta e indireta para minha formação acadêmica. Em especial agradeço ao Prof. Dr. Colombo Celso Gaeta Tassinari pelo seu grande apoio como orientador durante este último ano e à Prof. Dra. Mabel Norma Costas Ulbrich que me incentivou à pesquisa e me ensinou boa parcela de meus conhecimentos em Geologia, sobretudo em Petrologia Ígnea.

À empresa *LARA Exploration Ltd.*, principalmente os funcionários que me auxiliaram na etapa de campo deste projeto e ao geólogo Michael Bennell, que me orientou e acompanhou nos trabalhos de campo na Região do Tapajós.

Agradeço também a todos os funcionários do Instituto de Geociências, às excepcionais secretárias de todos os departamentos, aos hábeis motoristas, aos competentes técnicos e funcionários dos laboratórios de Geocronologia e MEV, aos ilustres porteiros, aos seguranças, à equipe de manutenção, ao pessoal prestativo da seção de informática e à equipe de limpeza, profissionais únicos que fazem do IGc-USP um lugar especial.

Sou grato eternamente aos meus amigos e companheiros de turma (ou que já fizeram algum dia parte de minha turma) que me proporcionaram momentos inesquecíveis sem os quais a minha jornada neste curso não seria completa.

O maior agradecimento que posso ofertar é à minha família: aos meus pais, Paulo Mario Nannini e Elizabeth Kumelys Nannini, por me fornecerem carinho, amor e todas as condições necessárias para o meu desenvolvimento como estudante e como pessoa, às minhas irmãs Graziella Nannini e Karina Nannini pelos bons momentos e pelo eterno apoio em todas as horas, às minhas queridas avós que sempre estiveram presentes durante a minha vida e a todos os meus familiares das famílias Kumelys e Nannini.

SUMÁRIO

RESUMO.....	IV
ABSTRACT.....	V
1. INTRODUÇÃO	1
2. METAS E OBJETIVOS	1
3. TRABALHOS PRÉVIOS	2
3.1. GEOLOGIA DA PROVÍNCIA AURÍFERA DO TAPAJÓS	2
3.1.1. Grupo Jacareacanga	3
3.1.2. Complexo Cuiú-Cuiú.....	3
3.1.3. Suíte Intrusiva Creporizão.....	4
3.1.4. Formação Vila Riozinho	4
3.1.6. Suíte Intrusiva Parauari	5
3.1.7. Suíte Intrusiva Ingarana.....	6
3.1.8. Supergrupo Uatumã.....	7
3.1.8. Lamprófiro Jamanxim.....	9
3.1.9. Formação Buiucu.....	9
3.1.10. Diabásio Crepori	10
3.1.11. Suíte Intrusiva Cachoeira Seca	10
3.1.12. Rochas Básicas Indiferenciadas	10
3.1.13. Coberturas Fanerozóicas.....	10
3.2. MINERALIZAÇÕES DA PROVÍNCIA DO TAPAJÓS	11
3.3. CONCEITUAÇÃO TEÓRICA DA GEOQUÍMICA ISOTÓPICA E APLICAÇÃO ÀS MINERALIZAÇÕES	12
3.3.1. A sistemática K-Ar	14
3.3.2. A sistemática Rb - Sr	15
3.3.3. A sistemática Sm-Nd.....	16
3.3.4. A sistemática U-Pb.....	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	24
6. RESULTADOS OBTIDOS	25
6.1. GEOLOGIA LOCAL.....	25
6.2. CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E MINERALÓGICA E MEV	28
6.2.1. Cava Jorge.....	28
6.2.2. Cava Santa Felicidade	29
6.2.3. Grota do Cozinheiro.....	32
6.2.4. Cava Aloísio.....	34
6.2.5. Grota Rael	36
6.2.6. Grota Cola.....	37
6.2.7. Santa Cecília	39
6.2.8. Beija-Flor.....	40
6.2.9. Cava Dorival.....	42
6.2.10. Cava Baiano	42
6.3. DADOS ISOTÓPICOS	42
7. INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	42
7.1. APLICAÇÃO DOS ISÓTOPOS PARA O ESTUDO DAS MINERALIZAÇÕES DA ÁREA	42
8. CONCLUSÕES	46
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
10. ANEXOS	52

RESUMO

O garimpo Santa Felicidade situa-se na Província Aurífera do Tapajós, no Estado do Pará, entre os rios Tapajós e Jamanxim, próximo ao rio do Rato (UTM: 539388E X 9382970N, Folha Caracol SB.21-X-B).

A mineralização presente no local é do tipo epitermal, e ocorre associada a zonas de alteração hidrotermal (ricas em sericita), em veios de quartzo ricos em pirita que também apresentam calcopirita, esfalerita, covellina, calcosina, galena e fases ricas em Te, Bi e Ag. Ocorre encaixada em sienogranitos da Suíte Intrusiva Maloquinha, que são intrusivos em milonitos de composição granítica da Suíte Intrusiva Creporizão e em granitóides da Suíte Intrusiva Parauari.

Amostras da Suíte Intrusiva Creporizão apresentam idade U-Pb, em zircão, de $1997,1 \pm 7,1$ Ma e biotita, gerada na milonitização, com 1.342 ± 30 Ma (K-Ar), indicando que a rocha foi afetada pelo evento dinamotermal Nickeriano, que ocorreu no Cráton Amazônico nesta época.

Rochas das Suítes Intrusivas Maloquinha, Creporizão e Parauari tiveram seus valores de ϵ_{Nd} calculados a partir da idade da mineralização ($1749,7 \pm 18,4$, Rb-Sr), obtida em sericita da zona de alteração hidrotermal. Esses valores, que correspondem aos esperados para rochas geradas em ambiente crustal, variam de $-2,84$ a $-5,8$ e são compatíveis com o valor para pirita ($-5,6$). As razões isotópicas de $^{206}Pb/^{204}Pb$ e de $^{207}Pb/^{204}Pb$ de algumas piritas (SF-03-B, SF-03-C e A-02-B) apresentam valores semelhante aos obtidos em plagioclásio da Suíte Intrusiva Creporizão, que pode ser considerada uma das fontes dos fluidos mineralizantes da área.

ABSTRACT

Santa Felicidade prospecting is located in the Tapajos Gold Province, state of Para, between the rivers Tapajos and Jamanxim, near Rato river (UTM: 539388E X 9382970N, Folha Caracol SB.21-X-B).

The mineralization in this site is epithermal, and is associated with zones of hydrothermal alteration (sericite-rich) in pyrite-rich quartz veins, where chalcopyrite, esfalerite, covellite and chalcocite, galena and Te, Bi and Ag- rich phases also appear. It is embedded in the Maloquinha Intrusive Suite syenogranites, which are intrusive in the granitic mylonites of the Creporizão Intrusive Suite and in the Parauari Intrusive Suite granitoids.

The U-Pb dating of zircons reveals that the samples taken from the Intrusive Suite Creporizão are $1997,1 \pm 7,1$ Ma whereas the K-Ar dating shows that the biotite generated through mylonitization is 1.342 ± 30 Ma, thus indicating that the rock was affected by the Nickerian episode which occurred in the Amazon Craton in the same time.

The ϵ_{Nd} values of the rock samples taken from the Maloquinha, Creporizão and Parauari Suites have been calculated based on the mineralization age ($1749,7 \pm 18,4$, Rb-Sr) by the sericite in the hydrothermal alteration zone. These numbers correspond to those expected in crust-generated rocks and vary from $-2,84$ to $-5,8$, thus being compatible with the value for pyrite ($-5,6$). Some pyrite $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ and $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ isotopic reasons (SF-03-B, SF-03-C e A-02-B) have similar values to those obtained in the plagioclase from the Creporizão Intrusive Suite. The latter can, therefore, be considered one of the sources of mineralizing fluids in the area.

1. INTRODUÇÃO

A província Aurífera do Tapajós, localizada no Cráton Amazônico, apresenta diversas ocorrências de ouro com elevado potencial metalogenético. Uma destas ocorrências esta na região do garimpo Santa Felicidade, localizado no Estado do Pará, entre os rios Tapajós e Jamanxim, próximo ao rio do Rato (UTM: 539388E X 93822970N).

O presente projeto tem o intuito de aprimorar o conhecimento do aluno em programas de exploração mineral. Neste sentido a aplicação de isótopos radiogênicos em mineralizações vem complementar os conhecimentos já adquiridos nas demais disciplinas do curso de graduação.

Nos programas de exploração mineral são estabelecidos diversos tipos de modelos de mineralizações, dentre os quais os modelos descritivos e conceituais, que para serem elaborados de uma forma consistente são necessários diferentes tipos de informação, tais como: geologia estrutural, geofísica, mineralogia, geoquímica tradicional, geoquímica isotópica, etc.

A área foi escolhida em função da oferta de estágio feita ao aluno, pela empresa Lara Exploration Ltd., que disponibilizou uma de suas áreas em avaliação para a realização deste estudo.

2. METAS E OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é efetuar um estudo da mineralização de um sistema hidrotermal da província aurífera do Tapajós, a região do garimpo de Santa Felicidade, por meio da caracterização petrográfica e mineralógica, e isotópica de amostras de rochas encaixantes, regionais e das zonas mineralizadas.

Com o trabalho foi possível confecção de um mapa geológico mais completo que os existentes para a região e algumas interpretações de gênese e fonte dos fluidos hidrotermalizantes, porém cabe ressaltar que ainda é preciso fazer estudos mais detalhados para a região para obter um modelo metalogenético completo destas mineralizações.

3. TRABALHOS PRÉVIOS

3.1. Geologia da Província aurífera do Tapajós

O Cráton Amazônico é separado em dois escudos, o Escudo das Guianas, a norte do rio Amazonas e o Escudo Guaporé ou Brasil-Central, ao sul do mesmo rio (Juliani, 2002). Segundo Tassinari & Macambira (1999), o cráton pode ser dividido em seis províncias geocronológicas: Amazônia Central (>2.3 Ga), Maroni-Itacaúnas (2.2- 1.95 Ga), Ventuari-Tapajós (1.95-1.80 Ga), Rio Negro-Juruena (1.80-1.55 Ga), Rondoniana-San Ignácio (1.5 Ga-1.3 Ga) e Sunsás (1.25-1.0 Ga).

A Província Aurífera do Tapajós se insere na borda sudoeste do Cráton Amazônico, ocupando cerca de 140000 km² (Juliani *et al.*, 2003). Segundo Santos *et al.* (1999 *apud* Juliani, 2002) ela representa a parte central de uma faixa orogênica de direção NNW-SSE, com cerca de 2220 km de extensão, originada no Paleoproterozóico. Está localizada entre as províncias geotectônicas, ou geocronológicas, Amazônia Central e Ventuari-Tapajós (Tassinari & Macambira, 2004) ou Tapajós-Parima (Santos *et al.*, 2000).

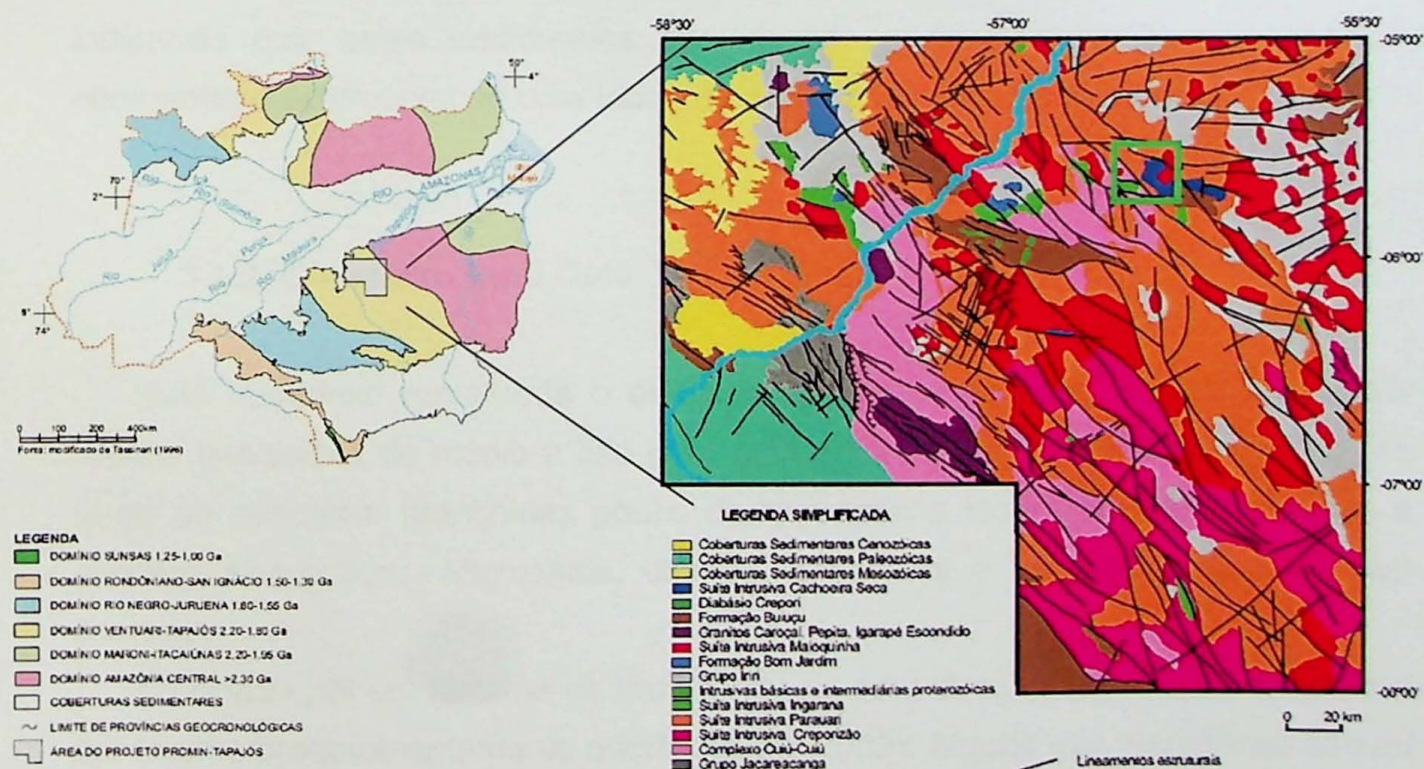


Figura 1 – Mapa Geocronológico do Cratón Amazônico à esquerda (retirado da Carta Geológica de parte das Folhas Tapajós SB-21-V, SB-21-X, SB-21-Y e SB-21-Z, Escala 1:50000, CPRM, 2001) e mapa geológico da

Província Aurífera do Tapajós à direita (retirado da Projeto Especial Província Mineral do Tapajós. PROMIN Tapajós. Geologia e recursos minerais da Folha Caracol - SB.21-X-C. Estado do Pará. Escala 1:250.000, CPRM, 2000) com a indicação da área do presente estudo pelo retângulo verde.

As unidades litológicas que compõem a Província são apresentadas a seguir:

3.1.1. Grupo Jacareacanga

Correspondem às rochas mais antigas da província, são supracrustais distribuídas alongadas segundo o *trend* metamórfico NW-SE a NNW-SSE, que exibem dobras apertadas e metamorfismo em fácies xisto verde. Composto principalmente de rochas metassedimentares e metavulcânicas, incluindo mica-xisto, quartzo-mica-xisto, actinolita-xisto, talco-xisto, quartzito, *metacherts*, metaargilito, metagrauvaca, formações ferríferas bandadas e filito de baixo grau metamórfico (Ferreira *et al.*, 2000). Estudos geocronológicos, realizados em pelitos e arenitos deste grupo, revelaram idades U-Pb em zircões, em torno de 2,1 Ga, indicando que estes sedimentos são de idade do período Transamazônico, conferindo à sedimentação uma idade posterior a 2,1 Ga (Santos *et al.*, 2000).

3.1.2. Complexo Cuiú-Cuiú

Este complexo representa o embasamento da Província, e é composto por rochas gnáissicas de médio a alto grau ortoderivadas, de composição variada, as quais se associam granitóides pouco de formados a isotrópicos, leucogranitos e granitos alasquíticos. Migmatitos, dioritos, anfíbolitos e metapiroxenitos também ocorrem.

É cortado por um sistema de transcorrência com direção NW-SE, desenvolvido em regime predominantemente dúctil (Juliani, 2002). Alguns dos granitóides são ou encontram-se associados às rochas do Grupo Jacareacanga. Santos *et al.* (2000) consideram estas rochas como representantes do arco magmático mais antigo da Província Ventuari-Tapajós, desenvolvido ao redor de 2.005 ± 7 Ma (por U-Pb SHIRIMP em zircão).

3.1.3. Suíte Intrusiva Creporizão

Esta unidade é composta por sienito e monzogranitos, com granodiorito, tonalito e quartzito monzogranítico subordinados, com composições cálcio-alcálicas peraluminosa e metaluminosa. São batólitos alongados entre zonas de cisalhamento NW-SE, que impõem formas sigmoidais a alguns corpos. São, em geral, miloníticos e podem estar metamorfizados na fácies anfibolito inferior, mas podem preservar ainda relíquias de textura porfírica, com feldspato tabular e plagioclásio zonado.

A ocorrência de xenólitos de ortogneisses nos granitóides da Suíte Intrusiva Creporizão indica ser esta mais nova que as rochas que compõem a Suíte Metamórfica Cuiú-Cuiú. As rochas da Suíte possuem idades de 1.974 ± 6 e 1.957 ± 6 Ma (Santos *et al.*, 2001)

Abaixa razão inicial $^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$ (0,7037) obtida por Tassinari (1996), sugere uma fonte mantélica com uma pequena contribuição crustal para estas rochas.

3.1.4. Formação Vila Riozinho

Unidade composta por derrames de andesito basáltico, traquiandesito basáltico, traquito e riolito com idades U-Pb em zircão de 1.998 ± 3 a 2000 ± 4 Ma (Lamarão *et al.* 2002 e 2005). Estas rochas foram anteriormente consideradas como pertencentes ao Grupo Iriri, foram individualizadas pelos autores citados acima por apresentarem assinaturas geoquímicas e idades diferentes (mais antigas) das rochas pertencentes ao Grupo Iriri (Nunes, 2001).

3.1.5 Suíte Intrusiva Tropas (Tonalito Rio das Tropas)

Esta unidade é formada predominantemente por corpos de tonalito com xenólitos de basalto e de andesito. Associam-se derrames de basalto e andesito cálcio-alcálico com idade de 1.892 ± 6 Ma (Santos *et al.*, 2001)

3.1.6. Suíte Intrusiva Parauari

Os batólitos e plútons desta suíte apresentam formas irregulares, orientada na direção NW-SE, segundo o *trend* regional. Os granitóides da Suíte Intrusiva Parauari intrudiram o Complexo Cuiú-Cuiú e a Suíte Intrusiva Creporizão, e foram intrudidos por granitos lintrusivos Maloquinha e Gabros da Suíte Ingarana (Vasquez e Rosa-Costas, 2008).

Os litotipos desta unidade são representados, em essência, por granito, monzogranito, e granodiorito de granulação grossa, com tonalito e diorito subordinados. Em geral têm cor cinza-claro e são equigranulares mas podem ser porfiríticos, com megacristais de plagioclásio e localmente de quartzo (Juliani, 2002).

Ricci *et al.* (1999 *apud* Juliani, 2002) obtiveram idade Pb-Pb de 1.883 ± 2 Ma em rochas desta suíte. Esta suíte é considerada por Santos *et al.* (2001), como gerada no quarto arco magmático da Província e tem idades U-Pb em zircão de 1.883 ± 4 Ma a 1.870 ± 12 Ma e Pb-Pb em zircão de 1.880 ± 14 Ma.

Dada a grande variação composicional destas rochas Almeida *et al.* (2000) subdividiram as rochas da Suíte Intrusiva Parauari em três fácies: Granodiorítica, Granítica e Granítica com titanita e Juliani *et al.* (no prelo, *apud* Juliani, 2002) individualizaram ainda o granito Batalha, com as seguintes características:

Fácies Granítica

Esta fácies é representada por batólitos de biotita monzogranito, biotita – hornblenda granodiorito, hornblenda biotita monzogranito, álcali-feldspato granito, sienogranito, tonalito, microtonalito e micromonzogranito granofírico cálcio-alcalinos (Almeida *et al.*, 2000). Estas rochas são leucocráticas, equigranulares e localmente porfiríticas.

Fácies Granodiorítica

Esta Fácies ocorre como corpos isolados inseridos em rochas da fácies granítica, quais apresentam contatos em geral gradacionais. É constituída por biotita granodiorito, clinopiroxênio-biotita-hornblenda granodiorito e biotita-monzogranito (Almeida *et al.*, 2000).

Esta fácies mostra um relevo mais arrasado, drenagem mais densa e radiação mais baixa que a fácies granítica (Vasquez & Rosa-Costa, 2008).

Fácies Granítica com Titanita

Esta unidade é constituída predominantemente por corpos de biotita monzogranito, hornblenda-biotita monzogranito, granodiorito e sienogranito. São rochas, em essência, equigranulares leucocráticas e de cor rosa (Almeida *et al.*, 2000).

Granito Batalha

O Granito Batalha ocorre como stocks circulares a elípticos intrusivos nos granitóides da Suíte Parauari e é composto por hornblenda- biotita monzogranito leucocrático com variações para sienogranito, de cor variando de cinza nas porções sem alteração hidrotermal avermelha nas porções mais intensamente hidrotermalizadas. Localmente, apresenta texturas rapakivi e granofíricas incipientes. Quimicamente é metaluminoso e peraluminoso, cálcio-alcálico a subalcalino e possui afinidade com os granitos tardi a pós colisionais (Juliani, 2002).

Santos *et al.* (2000) obteve idade de U-Pb por SHRIMP em zircão de 1.883 ± 4 Ma em rochas próximas ao Granito Batalha.

3.1.7. Suíte Intrusiva Ingarana

Correspondem às rochas gabróicas que ocorrem na região do Igarapé Bom Jardim e seu afluente Ingarana (Coutinho, 2008). A Suíte compreende corpos de augita-gabro, leucogabro, leuconorito e hiperstênio diabásio, comumente inequigranulares, de granulação média a fina, eventualmente grossa e cor cinza-escura a esverdeada, com tendências cálcio-alcálicas e médio a alto teores de potássio (Almeida *et al.*, 2000). Coutinho *et al.* (1998) descreveram ainda olivina gabro, norito e anortosito. As rochas desta unidade são intrusivas no Complexo Cuiú-Cuiú e são cortadas por subvulcânicas e plutônicas do Supergrupo Uatumã.

Santos *et al.* (2001) obtiveram idades U-Pb em zircão entre 1.879 ± 3 e 1.873 ± 10 Ma. Sulfetos de mineralizações filoneanas nas rochas desta unidade resultaram em idades Pb-Pb entre 1.830 ± 33 Ma e 1.859 ± 77 Ma (Santos *et al.*, 1997 *apud* Juliani, 2002).

3.1.8. Supergrupo Uatumã

Segundo Almeida *et al.* (2000) o Supergrupo Uatumã é composto pela Suíte Intrusiva Maloquinha e pelo Grupo Iriri.

Grupo Iriri

Segundo Santos (1984 *apud* Juliani, 2002), no Grupo Iriri predominam derrames vulcânicos cálcio-alcálicos de andesito, dacito, latito e riolito associados à camadas piroclásticas de composições semelhantes, sendo desconhecidas lavas de composição basáltica. Traquitos também são descritos. As piroclásticas são representadas por tufo, lápili-tufo, brechas e aglomerados vulcânicos e não haveria de sedimentos epiclásticos no Grupo Iriri.

Juliani (2002) indica a existência de mais de um evento vulcânico na unidade atualmente denominada Grupo Iriri, implicando que esta unidade deve ser melhor estudada, pois vulcânicas dacíticas e andesíticas de afinidade cálcio-alcálica ou shoshonítica, mostram idade Pb-Pb de 2.001 ± 6 Ma, e idades Pb-Pb de 1890 ± 2 Ma em riolito e 1.880 ± 9 Ma em granito da região de Moraes Almeida.

As subunidades do grupo são:

Formação Bom Jardim

A formação Bom Jardim (Almeida *et al.*, 2000) é composta por andesito, andesito basáltico, traquiandesito e latito. Localmente apresentam textura porfirítica e amígdalas preenchidas por quartzo e carbonatos. Nunes (2001) descreveu ainda hialoclastitos, hornblenda riodacitos e corpos de brechas hidrotermais em andesitos desta unidade.

Formação Salustiano

É composta por derrames de riolito, riodacito, dacito e latito, localmente porfiríticos, e por ignimbritos e tufo diversos, comumente cortados por granitos da Suíte Maloquinha.

Dall'Agnol *et al.* (1999) obtiveram idades para os riolitos 1.888 ± 2 Ma por datação Pb-Pb por evaporação de zircão, e Santos *et al.* (2000) de 1.870 ± 8 Ma, por datação U-Pb SHRIMP em zircão.

Formação Aruri

A Formação Aruri é constituída por rochas piroclásticas incluindo tufos, ignimbritos e brechas vulcânicas, e epiclásticas, com tufitos e arenitos tufáceos Coutinho (2008). Bahia & Quadros (2000) atribuíram a gênese destas rochas ao caráter explosivo dos magmas ácidos da Formação Salustiano, que geraram grandes quantidades de material piroclástico, que seria em parte retrabalhado e depositado em ambiente subaquático.

Esta unidade hospeda sistemas epitermais high-sulfidation mineralizados em ouro totalmente preservados (Juliani, 2002, Nunes, 2001). Corrêa-Silva et al. (2001) descreveram ainda um sistema epitermal low-sulfidation mineralizado a ouro, cobre e molibdênio hospedado nesta unidade.

Nos ignimbritos desta seqüência (Lamarão, 1999 *apud* Juliani, 2002) obteve idades de 1.877 Ma pelo método de evaporação em zircão.

Formação Moraes de Almeida

A Formação Moraes de Almeida é composta por fluxos ignimbriticos, lapilli-tufos, riolito e traquito com idade Pb-Pb em zircão de 1.875 ± 4 Ma (Lamarão *et al.*, no prelo, *apud* Juliani, 2002).

Formação Maloquinha

Esta unidade é composta por rochas graníticas e sub-vulcânicas com características ortogênicas e tendências alaskíticas, associadas ao vulcanismo ácido Uatumã. Correspondem a granitos anorogênicos e pós-colisionais associados às vulcânicas do Grupo Iri (Almeida *et al.*, 2000).

A Suíte Maloquinha (Almeida *et al.*, 1977 *apud* Almeida *et al.* 2000) ocorre como batólitos elípticos e circulares orientados segundo lineamentos regionais de direção NW-SE. São formados por álcali-feldspato granito, sienogranito e monzogranito leucocráticos de cor rosa a vermelha, granulação fanerítica fina grossa, com predomínio de granulação média, textura hipidiomórfica e estrutura maciça.

Muito embora tenham idades semelhantes às vulcânicas, os granitos são um pouco mais novos, pois cortam as vulcânicas em algumas regiões. A idade Rb-Sr de 1.840 ± 26 Ma indica que os granitos compõem o final do evento magmático Uatumã (Santos et al., 1997), e Vasquez et al. (1999) obtiveram idade Pb-Pb de 1.882 ± 4 Ma em sienogranito de um batólito da Suíte Maloquinha e 1.888 ± 2 Ma

para um riodacito do Grupo Iriri. Santos et al. (1999) obtiveram idades ao redor de 1.870 Ma pelo método U-Pb em zircão (trabalhos citados em Almeida *et al.* 2000).

As idades modelo Sm-Nd ($\epsilon_{Nd} = -0,7$ a $-10,2$) entre 2,24 e 2,85 Ga obtidas por Sato & Tassinari (1997) indicam que a Suíte Intrusiva Maloquinha tem como origem uma crosta continental arqueana (Juliani, 2002).

Granito Caroyal

O granito Caroyal são subalcalinos, mas possui afinidade com rochas cálcio-alcálicas de alto potássio e apresentam padrão de ETR distinto daqueles típicos dos granitos Maloquinha. Apresentam textura fanerítica grossa equigranular a porfirítica, com ortoclásio ovóide e tabular, são leucocráticos e são compostos por ortoclásio micropertítico, quartzo, com titanita, zircão, apatita, allnita, epídoto e opacos como acessórios. Como minerais secundários ocorrem clorita, prehnita, fluorita e sericita (Juliani, 2002).

Sua idade U-Pb SHRIMP em zircão é de 2,6 a 2,7 Ga nos núcleos dos cristais de 1,87 Ga nas bordas, esta interpretada como a idade do magmatismo (Santos, 1999 *apud* Juliani, 2002).

3.1.8. Lamprófiro Jamanxim

Bahia & Quadros (2000) definem estas rochas como diques. Estes lamprófios ocorrem como diques encaixados nas rochas do Grupo Iriri, da Suíte Intrusiva Ingarana e Suíte Parauari. São formados por rochas glomeroporfíricas, com matriz afanítica a fanerítica fina, meso a melanocráticas.

Para estas rochas, Almeida *et al.* (1978, *apud* Juliani, 2002) obtiveram idade K-Ar em rocha total de 1.536 $\pm$ 31 Ma.

3.1.9. Formação Buiçu

A formação Buiçu é constituída predominantemente por arenito arcoseano, além de conglomerado, siltito, argilito, tufos e tufitos. Ocorre sob a forma de cristas alongadas, falésias e platôs com estratificação plano-paralela, localmente cruzada com marcas onduladas (Almeida *et al.* 2000). A idade máxima desta unidade corresponde à das vulcânicas ácidas do Grupo Iriri, já que encontram-se seixos desta unidade em conglomerados e sua idade mínima é dada pela idade dos diques de diabásio nela intrudidos (Almeida *et al.*, 2000).

3.1.10. Diabásio Crepori

Segundo Quadros et al. (1999, *apud* Almeida et al., 2000), esta unidade ocorre como diques subverticais com espessuras que variam de 10 a 500m, e sills, constituídos por augita diabásio, geralmente com granulação fina a afníticae, subordinadamente, olivina e metagabro, que formam.

Para estas rochas Santos et al. (2000) obtiveram idade 1.778 ± 9 por U-Pb (SHRIMP) em baddeleyita.

3.1.11. Suíte Intrusiva Cachoeira Seca

Esta suíte é composta por diques predominantemente formados por olivina gabro e diorito e, subordinadamente, por troctólito e diabásio troctólito com idade K-Ar em plagioclasio variando de 1.046 ± 50 a 1.072 ± 18 Ma (Pessoa et al., 1977 *apud* Juliani, 2002) e de 1.042 a 1.090 Ma por Santos et al. (1997, *apud* Juliani, 2002).

3.1.12. Rochas Básicas Indiferenciadas

Série de rochas básicas, cujas informações ainda são insuficientes para agrupá-las como unidade ou estabelecer correlações. Compreendem olivina basalto, microgabro, olivina diabásio, augita diabásio e lamprófiros que seccionam as unidades anteriores. Inclui-se também nessa unidade os diques básicos mesozóicos que ocorrem na porção meridional do Cráton Amazônico (Juliani, 2002).

As idades K-Ar variam de 134 ± 4 Ma a 222 ± 3 Ma (Santos & Loguércio, 1984), sendo que Santos et al. (1999) caracterizam idades K-Ar de 148 ± 3 Ma, 179 ± 3 Ma e 180 ± 9 Ma para os diabásios Piriquitos e Cururu. (*apud* Juliani, 2002)

Santos et al. (1999, *apud* Almeida et al. 2000) descreveram ainda um enxame de diques com 300 km de extensão, com direção NNE-SSW, que atravessam o rio Tapajós na região de Jacareacanga, com idade U-Pb concordante em baddeleyita de 514 ± 15 Ma.

3.1.13. Coberturas Fanerozóicas

Na região do Tapajós, o Paleozóico está representado pela bacia de Tapajós (Formações Jatuarana e Ipixuna), o Mesozóico pela Formação Alter do Chão (sequência de topo da bacia Amazônica) e o Cenozóico por coberturas lateríticas terciárias, sedimentares fluviais e aluvionares pleistocênicas (Nunes, 2001).

Sedimentos clásticos, lateritas, alúvios e colúvios são também englobados nesta unidade, onde estão localizados importantes depósitos de ouro da Província, onde os garimpos foram responsáveis por boa parte da produção de ouro da região.

3.2. Mineralizações da província do Tapajós

Na Província, o ouro primário localiza-se principalmente no domínio ocidental, em rochas de unidades do embasamento e em intrusões Maloquinha, com poucas ocorrências nas vulcânicas Iriri (Dardenne & Schobbenhaus, 2001)

Segundo Robert (1996 *apud* Dardenne & Schobbenhaus, 2001) e Coutinho *et al.* (1998) dois estilos principais de mineralizações de ouro primário estão presentes: veios de quartzo (mais comum) e zonas disseminadas/ zonas de stockwork. Em geral os veios são estreitos e descontínuos, com porções com ouro visível, com teores muito altos. São polimetálicos, com presença comum de pirita e proporções variáveis de calcopirita, galena, esfalerita, pirrotita e molibdenita.

Alguns veios contêm carbonato, feldspato alcalino, ametista e fluorita. Nas ocorrências predominam desde o quartzo maciço até estruturas bandadas de quartzo, contudo estruturas de quartzo em pente e estruturas de *open space filling* também são comuns (Dardenne & Schobbenhaus, 2001).

A alteração associada consiste de sericita-pirita proximal, ou de K-feldspato, ou de assembléias minerais periféricas de clorita-epidoto-calcita, ou de clorita/sericita-sulfeto-carbonato.

Os veios estão associados espacialmente com falhas rúpteis, e há pelo menos evidência local de veios sendo diretamente colocados em falhas rúpteis ativas. Essas características são típicas de veios formados em níveis relativamente rasos na crosta, e indicam uma afinidade epitermal para os veios da Província Tapajós.

Segundo Dardenne & Schobbenhaus (2001) os veios de quartzo ocorrem em várias rochas hospedeiras: embasamento granítico, granito Maloquinha, e arenito feldspático não-metamórfico. A ausência de deformações penetrativas e de metamorfismo significativo nas intrusivas Maloquinha, pode significar que os veios tenham sido formados em níveis crustais mais rasos, o que é coerente com o ambiente inferido para os próprios veios.

Segundo Robert 1996, a melhor interpretação é de que os veios de quartzo foram gerados durante o evento magmático Maloquinha, e são datados no final do Paleoproterozóico (1,80-1,87). Uma possível exceção é representada pelos veios da ocorrência São José, onde eles estão paralelos à foliação penetrativa dos granitóides do embasamento, e estão boudinados ao longo dos planos de foliação (Dardenne & Schobbenhaus, 2001).

A conclusão para esta boudinagem é de que os veios sofreram parte da deformação do embasamento e, portanto são mais antigos (2,0Ga-2,4Ga), ou seja, da base do Paleoproterozóico. Esse fato segundo Robert (1996, *apud* Dardenne & Schobbenhaus, 2001) levanta a hipótese de dois eventos distintos de geração de veios de quartzo auríferos: veios mesotermiais no embasamento, no Paleoproterozóico antigo e veios epitermais no Paleoproterozóico jovem. Finalmente é importante observar que, se os veios de quartzo são relacionados ao evento magmático Iriri-Maloquinha, eles não são abundantes na cobertura vulcânica Iriri. A tendência é a de que ocorram nas unidades litológicas, abaixo desta cobertura e dentro das intrusões Maloquinha.

3.3. Conceituação teórica da geoquímica isotópica e aplicação às mineralizações

A partir de um estudo isotópico podem ser obtidos dois tipos de informação: Idades e Traçadores Isotópicos de Fontes. Essas informações têm grande importância no estudo da geologia hidrotermal, possibilitando caracterizar as relações de idade entre os sistemas hidrotermais e litologias associadas, a evolução Térmica do sistema e a caracterização das fontes e processos de interação fluido-rocha. Os métodos mais utilizados para tal estudo são: Rb-Sr, Sm-Nd, U-Pb, Pb-Pb, K-Ar, Ar-Ar e Re-Os, para obtenção de idades e os parâmetros de razão isotópica inicial de Sr, Pb, Nd, Os, os valores de ϵ_{Nd} , μ (isótopos de Pb) e γ_{Os} (Tassinari, 2004) .

O princípio dos métodos geocronológicos é baseado na acumulação de elementos radiogênicos, ou seja, gerados por decaimento radioativo a partir de elementos com estado de maior energia (elementos radioativos), em um sistema fechado em que a quantidade inicial do elemento radiogênico é zero.

A relação de decaimento de um isótopo radioativo pai (N_0) é proporcional ao número de átomos pai restantes (N) em um tempo t (Faure, 1986). Esta fração que se desintegra por unidade de tempo é denominada constante de desintegração (λ), conhecida para diversos elementos radioativos. A partir deste fator, juntamente com os valores atuais de número de átomos do elemento radiogênico (F) e radioativo (N) é possível chegar ao tempo de duração do sistema de decaimento radioativo, pela *Equação Fundamental da Geocronologia*:

$$T = 1/\lambda \ln (1+F/N)$$

Para a equação ser válida deve-se assumir as premissas que o sistema estava em equilíbrio isotópico (razão isotópica inicial homogênea para cada elemento) no instante da sua formação e que o sistema tenha sofrido nenhuma entrada ou saída de elemento radiogênico ou radioativo. Grande parte dos erros em geocronologia está ligada à violação destas premissas (Tassinari, 2004).

As idades podem ser obtidas por aplicação direta da *Equação Fundamental da Geocronologia*, a partir de apenas uma análise em uma determinada amostra, ou através da utilização das *Idades Isocrônicas*, obtidas por meio da análise de várias amostras cogenéticas. Neste último caso, as razões isotópicas são plotadas em um gráfico de razões do elemento filho (ordenada) por razões do elemento pai (abscissa), os pontos tendem a se alinhar e definir uma reta.

Se compararmos a equação fundamental da geocronologia com uma equação de reta, obtemos a seguinte expressão:

$$T = 1/\lambda \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Onde α é o ângulo de inclinação da reta que passa pelos pontos, como mostra a figura x.

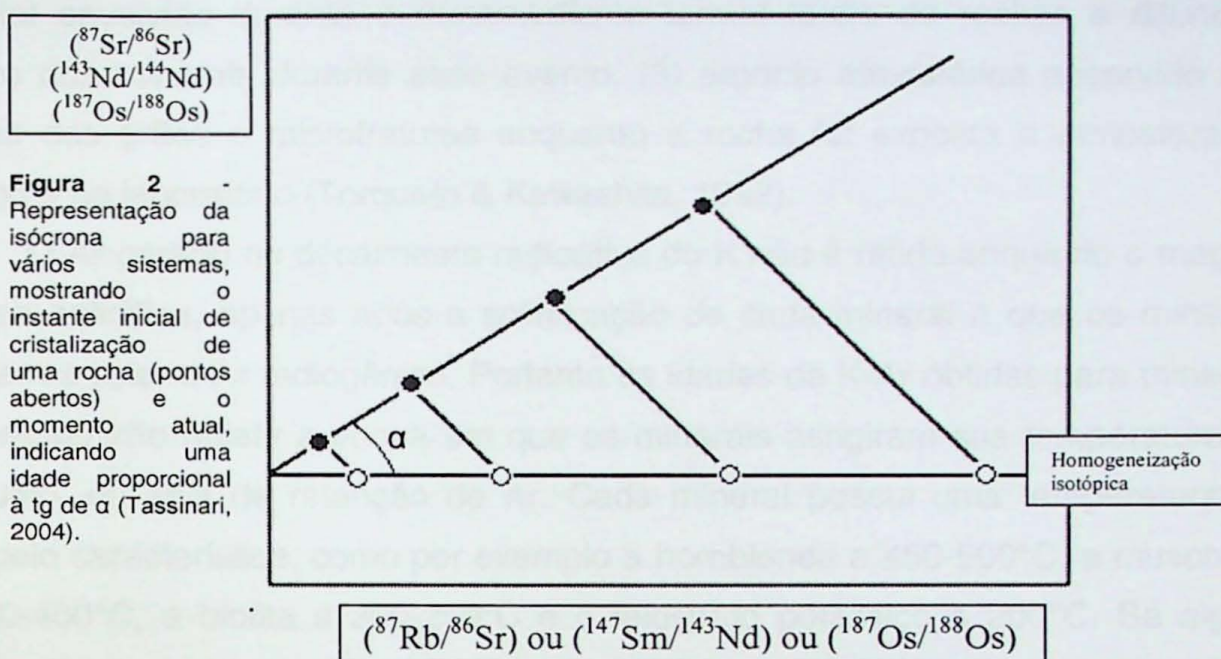


Figura 2 - Representação da isócrona para vários sistemas, mostrando o instante inicial de cristalização de uma rocha (pontos abertos) e o momento atual, indicando uma idade proporcional à tg de α (Tassinari, 2004).

3.3.1. A sistemática K-Ar

O método K-Ar baseia-se no decaimento natural do isótopo radioativo ^{40}K para ^{40}Ar (estável). Apenas ao redor de 11,2 % dos átomos de ^{40}K decaem para ^{40}Ar . Os 88,8 % restantes dos átomos de ^{40}K decaem para ^{40}Ca (estável).

No método K-Ar, λ representa a constante de decaimento total do ^{40}K . Cada parte do decaimento gera uma constante de decaimento separada λ_e e λ_β , onde λ_e refere-se ao decaimento de ^{40}K para ^{40}Ar e λ_β representa o decaimento para ^{40}Ca .

A fração dos átomos de ^{40}K que decaem para ^{40}Ar é dada pela razão $(\lambda_e/\lambda_\beta)^{40}\text{K}$. O crescimento de átomos de ^{40}Ar em rochas e minerais potássicos pode ser conseqüentemente descrito seguinte equação:

$$^{40}\text{Ar}_{\text{medido}} = ^{40}\text{Ar}_0 + \left(\frac{\lambda_e}{\lambda_\beta} \right) \times ^{40}\text{K} \times (e^{\lambda T} - 1)$$

O $^{40}\text{Ar}_0$, assim como nos demais métodos, representa os átomos ^{40}Ar radiogênicos que não foi formado pelo decaimento do isótopo pai ^{40}K após o fechamento do sistema. As possíveis fontes desse componente não radiogênico podem ser: (1) argônio que foi dissolvido no magma e pode ter sido originado do manto terrestre ou de gases extraídos de minerais potássicos da crosta. (2) argônio

que foi envolvido durante o metamorfismo termal tardio de rochas e difundido dentro dos minerais durante esse evento. (3) argônio atmosférico absorvido nos limites dos grãos e microfraturas enquanto a rocha foi exposta a atmosfera no campo e no laboratório (Torquato & Kawashita, 1992).

O Ar gerado no decaimento radioativo do K não é retido enquanto o magma não se solidifica, apenas após a solidificação de cada mineral é que os minerais passam a reter o Ar radiogênico. Portanto as idades de K-Ar obtidas para minerais separados irão refletir a época em que os minerais atingiram sua temperatura de bloqueio, ou seja de retenção do Ar. Cada mineral possui uma temperatura de bloqueio característica, como por exemplo a hornblenda a 450-500°C, a muscovita a 350-400°C, a biotita a 300-250°C e o feldspato potássico a 200°C. Se algum evento de elevação da temperatura ocorrer e atingir a temperatura de bloqueio, o Ar sairá do retículo cristalino do mineral, “zerando” o cronômetro K-Ar (Tassinari, 2004).

3.3.2. A sistemática Rb - Sr

O rubídio não é um elemento formador de minerais, porém, por ter raio iônico similar ao K, pode substituí-lo, ocorrendo em quantidades facilmente detectáveis em minerais como micas (muscovita, biotita, flogopita e lepidolita), feldspato potássico, alguns argilominerais e alguns minerais evaporíticos. O estrôncio é um metal alcalino com raio iônico semelhante ao Ca, isso faz com que estes dois elementos tenham afinidades geoquímicas parecidas. Este elemento ocorre pode ser encontrado em minerais cálcicos como plagioclásio, apatita e carbonatos de cálcio, especialmente aragonita (Torquato & Kawashita, 1994).

No processo de cristalização fracionada de um magma, o Sr tende a ser concentrado em plagioclásio e o Rb permanece na fase líquida. Conseqüentemente a razão Rb/Sr de um magma residual aumente gradualmente com o progresso da cristalização (Torquato & Kawashita, 1994).

O método Rb-Sr permite a obtenção de idades convencionais, a partir de uma amostra apenas, ou idades isocrônicas (mais usual), a partir de várias amostras cogenéticas.

A evolução do Sr no manto, desde seu estado inicial ao atual, é de caráter não linear, devido ao empobrecimento do Rb no manto, e enriquecimento na crosta

por processos de diferenciação. A Crosta Superior que possui alta razão Rb/Sr é caracterizada por fornecer altas razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ($>0,706$), já a crosta continental inferior, que é empobrecida em Rb deverá fornecer razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ baixas ($<0,704$), similares às do manto. (Tassinari, 2004)

Os isótopos de Sr, sofrem um processo de interação entre fluido hidrotermal e rocha hospedeira, produzem homogeneização isotópica mais completa, permitindo a obtenção de isócronas de rochas fortemente alteradas hidrotermalmente, onde as idades obtidas seriam da época do episódio da alteração hidrotermal, e a razão inicial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ corresponderia à composição isotópica de sr do fluido (após o episódio de interação fluido-rocha), no instante de formação da mineralização (Tassinari, 2004).

3.3.3. A sistemática Sm-Nd

Os elementos Sm e Nd possuem afinidades geoquímicas próximas, mas diferem um pouco entre si em raio atômico. São comuns em minerais formadores de rochas, tais como silicatos, carbonatos e fosfatos. Constituem um sistema isotópico, no qual o ^{147}Sm decai para ^{144}Nd (Faure, 1986).

A quantidade destes elementos nas rochas ígneas aumenta com o aumento do grau de diferenciação, porém a razão Sm/Nd diminui devido ao fato de que o raio atômico do Nd^{+3} é maior que o Sm^{+3} , o que lhe confere um potencial iônico (carga/raio) menor que o do Sm^{+3} . Conseqüentemente, Nd^{+3} forma ligações iônicas mais fracas e que são quebradas mais facilmente que as formadas pelo Sm^{+3} (Faure, 1986).

O principal fracionamento de ETR ocorre quando crosta oceânica é formada por fusão da astenosfera. Durante a formação crustal ocorre a concentração de ETR leves e de Nd relativamente ao Sm, diminuindo, portanto, a razão Sm/Nd. Com isso o manto gradativamente se torna empobrecido na razão Sm/Nd comparativamente ao reservatório condritico uniforme (CHUR) – e.g., De Paolo, 1988. Um vez que estes dois ETR possuem propriedades químicas muito semelhantes, processos crustais subseqüentes como metamorfismo, na maioria das vezes, não alteram significativamente a razão Sm/Nd. Isto torna a geoquímica isotópica do Nd aplicada em sistemas granitóides, uma poderosa ferramenta na caracterização da natureza de províncias crustais pré-cambrianas (Faure, 1986).

O parâmetro $\epsilon_{Nd(t)}$ pode ser utilizado em estudos petrogenéticos. Ele consiste basicamente na comparação da razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ da amostra estudada para a época de sua formação ou de seu valor atual, em relação ao valor calculado para o CHUR, que seria representativo da Terra Global. Se na época da cristalização seu magma progenitor tiver uma razão $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ superior ao CHUR, o $\epsilon_{Nd(t)}$ será positivo, ou seja, a fonte desse magma possuía razão Sm/Nd mais elevada que o modelo condrítico e, portanto, provem do manto empobrecido. De outra parte, quando o magma desta rocha é de origem crustal, o $\epsilon_{Nd(t)}$ será negativo em relação ao CHUR, pois a fonte deste magma possuía razão Sm/Nd menor que o condrito, como é o caso de magmas de origem crustal. Por outro lado quando ocorre uma participação de duas fontes (manto/crosta) os valores de $\epsilon_{Nd(t)}$ em geral flutuam, podendo ser negativos ou positivos, dependendo do grau de participação do material de cada componente, se crustal ou mantélico (Diaz et al., 1998).

Um modelo para a evolução manto-crosta sugerido por De Paolo (1988) considera que o manto inferior tem $\epsilon_{Nd(t)} = 0$ e o manto empobrecido tem $\epsilon_{Nd(t)}$ médio (MORB) = +10 atualmente. Os valores médios de $\epsilon_{Nd(t)}$ em: arcos de ilha oceânica são +8, em hot spots = 0 a +8, crista meso-oceânica = +10, crátons continentais = -5, rifts continentais = -5 a +8 e arcos em margens continentais = -20 a +8 (Figura 3). Contudo, existem ainda diversos modelos a respeito do comportamento isotópico de Nd no manto, sendo suas principais diferenças a época de diferenciação do manto empobrecido e se a depleção do manto foi linear ou variou no tempo.

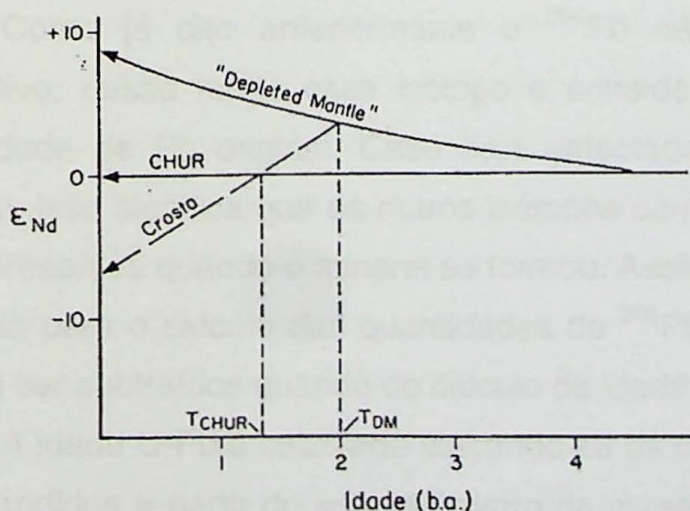


Figura 3 - Evolução do ϵ_{Nd} no manto e na crosta. A linha de evolução ϵ_{Nd} no manto é ligeiramente parabólica. Definições de idades modelos T_{CHUR} e T_{DM} (De Paolo, 1988).

Vale ressaltar que as modelagens acerca da evolução crustal representam uma simplificação, uma vez que o manto é heterogêneo em termos composicionais e isotópicos (De Paolo, 1988).

3.3.4. A sistemática U-Pb

O método U-Pb baseia-se no decaimento radioativo do ^{238}U para ^{206}Pb e ^{235}U para ^{207}Pb . A meia vida para decaimento do isótopo radioativo pai ^{238}U para o isótopo radiogênico filho ^{206}Pb é aproximadamente 4,5 Ga e 0,70 Ga para o decaimento do ^{235}U em ^{207}Pb . Este método pode ser aplicado em minerais que apesar de conter Pb, não possuem razões apreciáveis de U e Th, de modo que estes minerais guardam as razões isotópicas iniciais de Pb estabelecidas na época de sua formação.

A composição isotópica de diferentes tipos de rocha contém uma assinatura química do ambiente no qual o chumbo residuiu. Estes podem incluir o manto, rochas crustais, ou minerais de chumbo. Cada um destes ambientes possui um razão U/Pb e Th/Pb característica, que afeta a evolução isotópica do Pb. As razões U/Pb e Th/Pb são modificadas pela geração e fracionamento de magmas, pelos processos metamórficos e hidrotermais, e pelo Intemperismo e outros processos de baixa temperatura. A composição isotópica de uma amostra de chumbo pode ser modificada tanto pelo decaimento de U e Th, quanto pela mistura com Pb de composição isotópica distinta (Faure, 1986).

Como já dito anteriormente o ^{204}Pb não é produzido por decaimento radioativo, desse modo esse isótopo é considerado chave para a detecção da quantidade de Pb original. Caso seja detectada a presença de ^{204}Pb em um mineral, isso significa que os outros isótopos com ^{206}Pb e ^{207}Pb também deveriam estar presentes quando o mineral se formou. Assim a quantidade de ^{204}Pb pode ser utilizada para o cálculo das quantidades de ^{206}Pb e ^{207}Pb originais, de forma que podem ser subtraídos quando do cálculo da idade (Faure, 1986).

A idade U-Pb é calculada lançando-se os pontos da razão $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ e $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ medidos a partir do espectrômetro de massa em um gráfico com a curva de evolução dessas razões isotópicas no tempo geológico, conhecida como concórdia (figura 4). Se as idades forem concordantes, os pontos deveriam cair em cima da curva da concórdia, definindo uma idade verdadeira para o material datado. Se a

idade obtida pelos dois sistemas forma discordantes, os pontos deveram cair fora da concórdia, definindo um alinhamento chamado de discórdia. A união dos pontos discordantes definem uma reta que intercepta a curava da concórdia nos pontas A e B (figura 4). A intersecção superior (A) define a idade de cristalização da rocha ou mineral datado. A intersecção inferior (B) define a idade do ultimo evento que gerou a abertura do sistema, podendo ser interpretado como referente a um evento metamórfico por exemplo

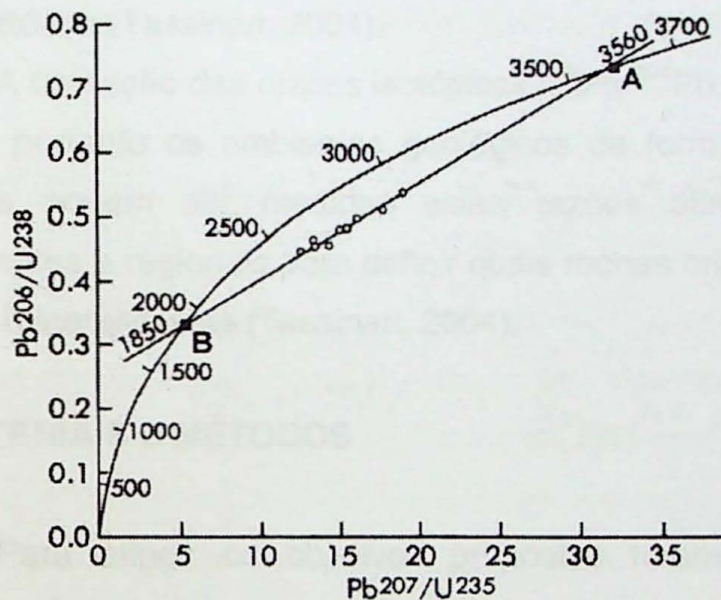


Figura 4 - Diagrama U-Pb com exemplo de discórdia traçada a partir de amostras do Gnaiss Morton. O intercepto superior (A) representa a idade de cristalização do rocha, e o intercepto inferior (B) representa idade do ultimo evento metamórfico. Retirado de Goldich *et al.*, 1970.

O método U-Pb em zircão é uma ferramenta de suma importância para estudos da evolução crustal, pelo fato deste mineral ser extremamente resistente aos processos de reciclagem ao longo do tempo (Torquato & Kawashita, 1996).

Do método U-Pb deriva o método Pb-Pb, que consiste na obtenção da idade sem a necessidade de conhecer a concentração do U. Este método é bastante aplicado no estudo de gênese de depósitos minerais, em alguns casos podem fornecer idades dos minerais de minério que podem ser isócronas ou do tipo idade modelo. Geralmente as isócronas são elaboradas em produtos de lixiviados de sulfetos, como pirita, calcopirita, esfalerita e também em turmalina, magnetita, feldspato, rochas carbonáticas e minerais de alteração hidrotermal. A idade Pb-Pb pode ser interpretada como o momento de cristalização das fases minerais datadas (Tassinari, 2004).

Uma grande vantagem do método Pb-Pb em relação a outros métodos é que pode ser aplicado em mineralizações que sofreram metamorfismo posterior, já que

as quantidades que sairão do sistema de ^{206}Pb , ^{207}Pb e ^{208}Pb serão proporcionais entre si., portanto a idade a ser calculada não sofrerá alteração (Tassinari, 2004).

Os vários modelos de curvas de cercimento (como Zartman & Doe, 1981) mostram que a composição isotópica do Pb evolui diferencialmente em cada reservatório (crosta superior, crosta Inferior e manto) mas torna-se mais radiogênica com o passar do tempo geológico. Para o modelo da Plumbotectônica a orogênese força um processo de transferência de material entre os três reservatórios (Tassinari, 2004).

A obtenção das razões isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ pode indicar portanto os ambientes geológicos de formação. Em mineralizações com sulfetos podem ser medidas estas razões afim de comparar com rochas encaixantes e regionais para definir quais rochas originaram ou interagiram com os fluidos mineralizantes (Tassinari, 2004).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos foram desenvolvidos os seguintes métodos de trabalho

- **Levantamentos bibliográficos**

Foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica abordando o Cráton Amazônico, principalmente sobre a Província Aurífera do Tapajós, focando as características litológicas das principais unidades e as principais formas de ocorrência das mineralizações na região de estudo.

Também foi consultados diversos trabalhos, tais como Faure (1986), De Paolo (1988) e Tassinari (2004), com a teoria de geologia isotópica, suas utilizações e métodos, e a aplicação desta ferramenta no auxílio à pesquisa mineral.

- **Trabalhos de mapeamento e amostragem**

Tendo como base estas importantes informações, no final do mês de Março deste ano foi realizado um trabalho de campo na região do garimpo de Santa Felicidade, financiado pela Companhia de Mineração LARA Exploration Ltd., onde

foram observadas as exposições rochosas e coletadas amostras dos principais litotipos observados (minério, rocha hospedeira fresca, zonas de alteração hidrotermal e rochas regionais), sob a supervisão do geólogo da empresa responsável, Michael Bennell. Como nesta área a empresa não dispunha de sondas, a malha de amostragem é relativamente restrita aos garimpos (cavas) e algumas grotas, já que o restante é coberto por uma vasta mata fechada, onde a dificuldade de encontrar rocha aflorante é maior.

Após o campo, o tempo foi dedicado aos estudos de geologia isotópica, principalmente Faure (1986), De Paolo (1988) e Tassinari (2004).

- **Caracterização Petrográfica e Mineralógica**

A partir de amostras coletadas de rochas hospedeiras do minério, de zona de alteração hidrotermal e regionais, foram confeccionadas 11 seções delgadas, e para as mineralizações em veios de quartzo (principalmente pirita), foram confeccionadas 3 seções polidas, e feitas descrições a fim de obter informações de relação de temporaneidade, por meio da textura e estrutura dos minerais, e a identificação de minerais não visíveis a olho nú, como o ouro nativo. Como não foi identificado o ouro, e outros minerais com tamanho muito reduzido, à luz do microscópio óptico, as seções polidas também foram estudadas à luz do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) do Instituto de Geociências, com o objetivo também de analisar a mineralogia de inclusões menores a composição de material em fraturas nos sulfetos.

Para o auxílio das descrições petrográficas foi utilizado o livro de Tröger (1979), para as observações em seção delgada e Craig & Vaughan (1981).

Para a obtenção das micrografias utilizou-se o microscópio Zeiss acoplado em um microscópio Zeiss, modelo axioplan Pol, com ocular de 10X e objetivas de 2,5X, 5X, 10 X, 20 X e 40X.

A microscopia eletrônica de varredura foi feita no Laboratório do GSA-IGC-USP com o microscópio LEO 440I, equipado com espectrômetro de energia dispersiva de raio-X Oxford. A resolução da microanálise por EDS é da ordem de 1 μm de raio em superfície e uma profundidade da ordem de 1,5 a 5 μm , dependendo da densidade do material no ponto analisado. Todas as análises foram executadas com 20 kV de tensão de aceleração de elétrons.

As imagens foram geradas predominantemente por detector de elétrons retroespalhados (*backscatter electrons detector*- BSD), onde os níveis de cinza são proporcionais ao peso atômico médio dos elementos excitados pelo feixe de elétrons durante a varredura, sendo portanto imagens composicionais, com tons mais claros representando as fases de densidades atômicas médias elevadas.

As amostras foram recobertas com carbono condutor para possibilitar as análises e, quando feito EDS semi-quantitativo, o padrão de calibração utilizado foi o cobalto.

- **Preparação das amostras para as análises isotópicas**

Um total de 14 amostras foi submetida à preparação para análises isotópicas, seguindo os procedimentos de rotina estabelecidas pelo laboratório do CPGeo, estas amostras são apresentadas, de acordo com localização de campo, material empregado, tipo de rocha e outras informações, na tabela x, em anexo.

Cinco amostras foram escolhidas e preparadas para análise isotópica Sm-Nd em rocha total (amostras GC-01-A, R-02, C-03-A, SC-01-A, BJ-01-A). As mesmas foram britadas e depois pulverizadas por meio do moinho de bolas revestido de tungstênio.

Foram concentrados plagioclásio, para K-Ar (amostras GC-02-E e C-02-A) e para Pb-Pb (amostras GC-02-E e GC-03-A), sericita, para Rb-Sr (J-03-A e J-03-B), biotita, para K-Ar (amostra GC-02-E) e zircão, para U-Pb (GC-03-A).

Todos os concentrados minerais foram obtidos através de britagem e peneiramento das amostras nas frações adequadas, de liberação dos grãos. As amostras então foram lavadas, secadas e foram retirados seus minerais magnéticos por meio imã de mão. Então utilizou-se o separador magnético do tipo *Frantz* nas devidas amperagens e graus de inclinação do equipamento para a concentração de cada espécie mineral desejada.

Para o zircão, adicionalmente foram utilizados líquidos densos antes da separação eletromagnética, o bromofórmio, depois o iodeto de metileno.

Também foram separadas piritas, para Sm-Nd e Pb-Pb, de veios e quartzo (A-02-B, SF-02-B, SF-02-C, SF-03-B, SF-03-C), das zonas mineralizadas. As amostras foram britadas liberando grãos de pirita, então foi efetuada a catação dos melhores grãos, com o auxílio da lupa.

- **Ataque químico, espectrometria de massa e fotometria de chama (medição do K)**

As amostras de rocha total e de concentrados minerais passam por uma série de procedimentos, para que os íons sejam isolados do restante, para que possam ser pesados no espectrometro. Para isso as amostras passam por etapas de esterilização e ataque ácido, para dissolução e procedimentos para a concentração dos íons de interesse. Apenas no caso do método K-Ar, o isolamento dos íons de Ar do restante da amostra é feito por meio de fusão da amostra, já que o Ar é um gás.

A espectrometria de massa para o método Pb-Pb é realizada no espectrômetro VG 354 multicoletor, com deposição do Pb em filamento de rênio (Re). Para o método Rb-Sr, é feita com um espectrômetro do tipo TIMS (*Thermal Ionization Mass Spectrometer*) MAT 262, com deposição do Rb e do Sr feita em filamentos de tântalo (Ta). Para Sm-Nd e U-Pb, utiliza-se um espectrômetro do tipo MICROMASS VG-345, para análise de Sm, e com um espectrômetro do tipo FINNIGAN 262 para a análise do Nd, U e Pb. A deposição do Nd é feita em filamentos de rênio (Re), diluindo-se o Nd com H_3PO_4 de normalidade inferior à 0.1, secando-se ao ar livre mediante uma corrente inferior a 0.6A, sem que ocorra oxidação. O Sm é analisado em forma metálica usando-se filamento simples de tálio (Tl) e depositado em H_3PO_4 0.25N.

Para a leitura de Ar é feita com um espectrômetro de impacto de elétron NUCLIDE. Pelo fato do concentrado de Ar tratar-se de um gás, diferentemente dos outros métodos de análises espectrométricas, a análise de Ar não envolve a deposição do concentrado em um filamento. O gás depositado no interior do aparelho é ionizado por colisão de elétrons gerados a partir de um filamento de tungstênio (W).

No CPGeo a determinação do teor de K da amostra é feita pelo processo de Fotometria de Chama. No laboratório é utilizado o Fotômetro de Chama B-462 da empresa Micronal.

- **Tratamento dos dados**

Os dados das composições isotópicas foram tratados nos *softwares* vinculados ao MS Excel® : ISOPLOT, de Ken Ludwig (1999), PbDAT (1993, para U-Pb) e os programas de Plumbotectônica e Cálculo de Epsilon Nd para T genérico do Centro de Pesquisas Geocronológicas do IGC-USP.

- **Dados da empresa**

A empresa Lara Exploration Ltd. disponibilizou o acesso de informações, tais como: descrições de lâminas petrográficas (seções delgadas e polidas) de localidades da área não visitadas e imagens de satélite com dados de aerogamaespectometria (K-Th-U).

Com estes dados adicionais, principalmente os dados de lâminas petrográficas, foi possível confeccionar um mapa geológico (pelo programa ARCGIS) e estimar melhor a localização das possíveis ocorrências.

5. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

As atividades realizadas para execução deste trabalho estão apresentadas na tabela a seguir:

	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Bibliografia geral e específica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Trabalhos de campo e amostragem	X									
Confecção dos mapas geológico e de lineamentos estruturais da área		X				X	X	X	X	
Descrição petrográfica e micropetrográfica das rochas regionais, encaixantes e do minério			X	X	X	X	X	X		
Preparação das amostras para as análises isotópicas			X	X	X					
Análises isotópicas								X	X	X
Interpretação dos dados							X	X	X	X

Devido ao grande fluxo de amostras no laboratório de geocronologia, os dados ficaram prontos somente na fase final do projeto, por isso houve pouco tempo para as interpretações cuidadosas necessárias.

6. RESULTADOS OBTIDOS

6.1. Geologia Local

A região do presente estudo, que tem como destaque o garimpo de ouro Santa Felicidade, está localizada no Pará, entre os rios Tapajós e Jamanxim, nas proximidades do rio do Rato (na área entre com UTM: 531000E X 9391700N e 553000E X 9370200N). Segundo o que é apresentado na carta geológica de Almeida *et al.* (2000) ocorrem principalmente rochas do Complexo Cuiú-Cuiú e das Suíte Intrusiva Parauari e Maloquinha e da Suíte Intrusiva Ingarana. Com base nesta carta, em imagens de satélite LANDSAT-5 (fornecido pela empresa de mineração LARA Exploration Ltd.), em dados de descrição litológica coletados no campo foi possível elaborar um mapa geológico mais detalhado da área.

Além de dados de petrografia, a empresa LARA Exploration Ltd. forneceu um mapa de aerogamaespectrometria em K, Th e U. Esses dados são interessantes para definir melhor as unidades (que teoricamente devem apresentar concentrações de U, Th e K diferentes, além de sugerir pela abundância de K a presença de áreas que sofreram forte hidrotermalismo. A Figura 5 mostra o mapa com dados gamaespectrométricos junto com os principais lineamentos identificados na imagem de satélite.

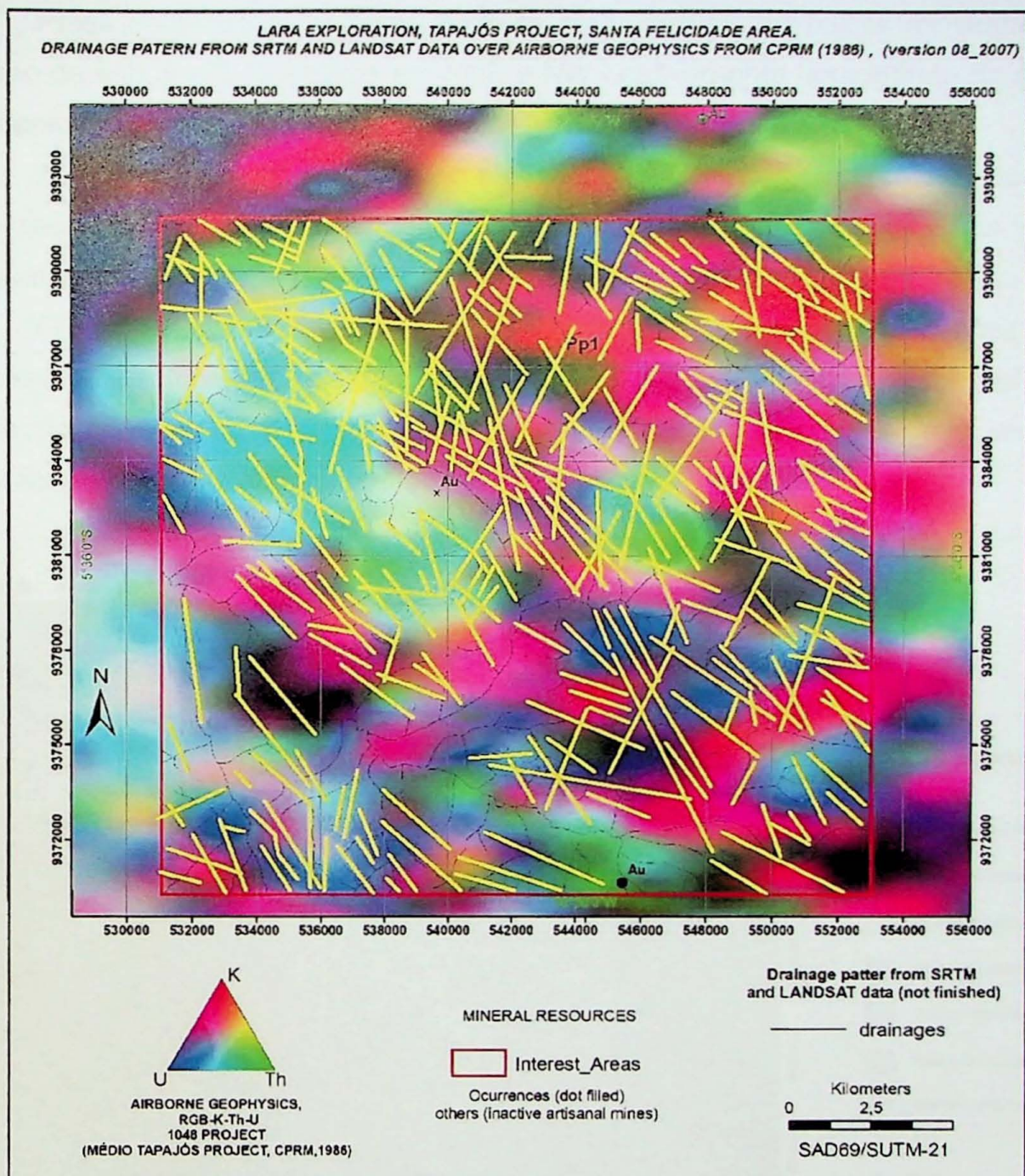


Figura 5 – Mapa de dados aerogamaespectrométricos da região de Santa Felicidade com os lineamentos estruturais da área.

Pode-se observar neste mapa uma forte variação de teor de K-U-Th, por exemplo na porção superior central (próximo ao ponto marcado com Au) representa, por apresentar cores brancas correspondentes ao centro do diagrama K-U-Th, o granito Maloquinha. Acima encontra-se uma mancha rósea que pode representar a Suíte Intrusiva Creporizão. A mancha escura no setor esquerdo inferior indica as rochas básicas da Suíte Intrusiva Ingarana, já que este tipo de rocha apresenta pouca concentração dos elementos K, Th e U.

Pelos lineamentos traçados pode-se dizer que as estruturas mostram um padrão de estruturas orientadas em NNE e NW relativamente homogêneo na área, enquanto ocorre um lineamento NNW restrito à parte central da área.

A Figura 6 apresenta o contorno litológico da área, juntamente com a localização das cavas onde ocorrem mineralizações auríferas, em piritas nos veios de quartzo, e áreas de exposição de rocha.

O mapa geológico da região foi baseado: nas interpretações de gamaaeromagnetometria, nas imagens de satélite LANDSAT e nas descrições das unidades em campo e em micropetrografia. É apresentado a seguir, com a localização dos pontos amostrados.

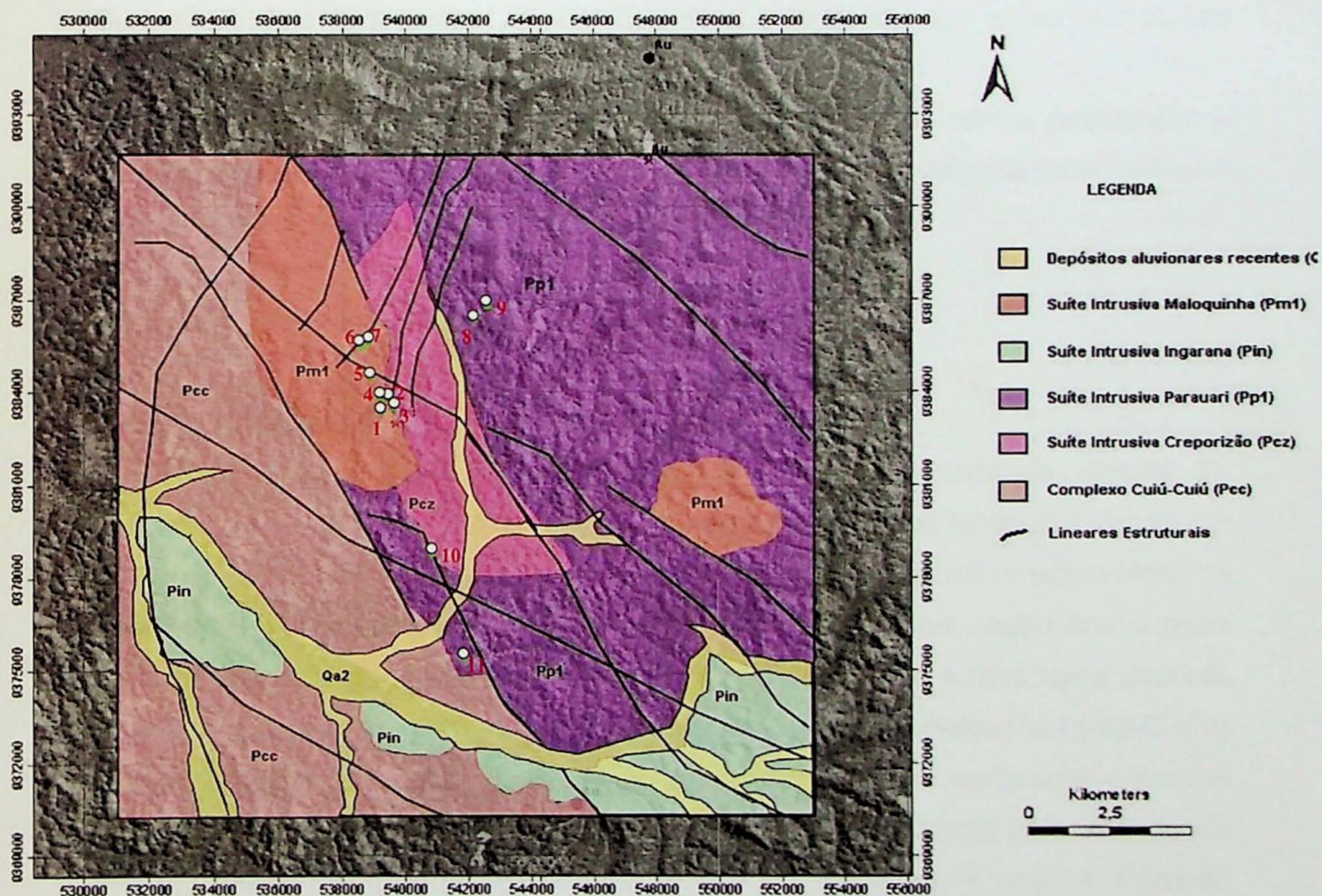


Figura 6 – Mapa Geológico da região de Santa Felicidade, com a localização dos principais pontos de coleta de amostra (em verde): 1- Cava Santa Felicidade, 2- Cava Jorge, 3- Grota do Cozinheiro, 4- Cava Aloísio, 5- Cava Baiano, 6- Grota Rael, 7- Grota Cola, 8- Santa Cecília-1, 9- Santa Cecília-2, 10- Cava Dorival, 11- Beija-Flor.

As imagens de satélite, base para o mapa geológico, apresentaram texturas do relevo muitos semelhantes, o que tornou difícil a distinção entre litologias presentes, salvo as áreas que em que ocorrem as rochas da Suite Intrusiva Ingarana (Pin), de composição gabróica, que apresenta um padrão de drenagem mais esparsa, terreno menos acidentado, e as porções com depósitos aluvionares recentes. Os principais lineamentos estruturais também foram traçados, o que mais chama atenção são os lineamentos no norte da área cortando as rochas da Suíte Creporizão, Parauari e Maloquinha, na direção NNE, que pode representar as zonas de cisalhamento que atingiu as rochas da suíte Creporizão. Aparentemente ocorre um achatamento das unidades segundo a direção NW a WNW.

Os contatos entre as rochas da Suíte Intrusiva Maloquinha e a Suíte Creporizão foram definidos através dos pontos visitados, ou pelas descrições petrográficas fornecidas para a empresa.

Seguem abaixo as descrições de campo, juntamente com a petrografia e MEV (somente nas mineralizações) das amostras coletadas de cada local indicado na Figura 6.

6.2. Caracterização petrográfica e mineralógica e MEV

6.2.1. Cava Jorge

Neste local ocorrem granitóides bastantes intemperizados (figura 7), apresentando cristais de até 0,5 cm de quartzo em matriz fina (já transformada em argilominerais), sem evidências de foliação. Há porções onde ocorre uma vulcânica intermediária a ácida alterada de coloração esverdeada, granulação fina e mais homogênea, apesar de apresentar alguns cristais de quartzo e muscovita maiores (2 mm) esparsos (figura 8) . Esta rocha foi vista em seções delgadas (J-03-D e J-04, descrições completas anexadas no final do volume) e apresenta estrutura maciça, com fraturas e microfalhas, textura inequigranular dada pela sericita da matriz e pelos macrocristais de quartzo idiomórfico, muscovita e opacos. Pode-se observar também a presença de agregados de quartzo e de muscovita, além de limonita associada aos grãos opacos. Em alguns setores das lâminas é possível observar agregados de quartzo com contatos poligonizados, apresentando extinção ondulante. A presença de quartzo idiomórfico em meio a matriz fina indica que a

rocha foi uma vulcânica que passou por um processo de alteração hidrotermal intensa, com injeção de fluidos ricos em K.

Encaixados nesta rocha ocorrem alguns veios de quartzo leitoso e ou contendo poucos sulfetos e óxidos secundários, provavelmente a rocha esta na zona de alteração hidrotermal.

Os veios quartzosos (figura 7) têm espessura de 3 a 20 cm, irregular ao longo das lentes, que apresentam comprimento de, no máximo, 6 m. Nestes veios, em geral os rumos de mergulho apontam para o sul (estão entre 150 e 195 N), com mergulho entre 30 a 80°.

6.2.2. Cava Santa Felicidade

Assim como na Cava Jorge, ocorre um granitóide maciço, rico em quartzo e bastante intemperizado. Ocorrem também diques intemperizados com material micáceo com variação de espessura de 10 a 30 cm, subverticais, rompidos em alguns trechos, e com direções 330° e E-W, cruzando entre si. O fato dos diques estarem rompidos significa algum evento de deformação posterior ao estabelecimento do dique.

Nesta Cava ocorrem veios de quartzo, podendo apresentar sulfetos (principalmente pirita), com direção E-W e mergulho de 35° a sub-vertical para sul. Muitos destes veios apresentam-se mineralizados, com o Au incluso nas piritas, ou em limonita de alteração, muitas vezes deixando estruturas em *boxwork* (figura 9). Os sulfetos ocorrem aparentemente em duas formas: de mesma geração do quartzo (intercrescido com o quartzo), ou secundário ao quartzo (aglomerado, preenchendo fraturas do veio) (figura 10). Relata-se, pela empresa, que os veios com sulfetos de mesma geração que o quartzo e com mergulho mais baixo tenham maior probabilidade de apresentar ouro incluso. Alguns veios ricos em sulfetos apresentam coloração avermelhada, finas capas de goethita, e estruturas quadriculares que sugerem uma lixiviação da pirita original (figura 9).

Nesta localidade foram efetuadas duas seções polidas de veios de quartzo em porções ricas em sulfetos (SF-02A e SF-03A).

Na seção SF-02A (figura 11), o sulfeto mais abundante é a pirita, os cristais encontram-se fragmentados (fraturados), apresentando formato que varia de acordo com a posição na lâmina (de idiomórfico a xenomórfico). Ocorrem diversas

inclusões na pirita: quartzo, calcopirita, esfalerita, calcosina e covelina (figura 11). O que pode ser observado é que os cristais xenomórficos (que parecem estar deformados, dobrados), provavelmente de primeira geração da pirita, contêm muito mais inclusões minerais que os cristais idiomórficos, provavelmente de segunda geração.

Há algumas descrições petrográficas efetuadas pela empresa neste local (amostras em anexo 850853, 850869A e 850872A, além de um concentrado de minerais pesados de bateia com código SFN-HMC). São descrições de veios de quartzo sulfetos em quantidades variáveis. Na amostra 850853 ocorrem sulfetos maciços (cerca de 80%), com cristais idiomórficos a subidiomórficos de pirita e pequena quantidade de calcopirita disseminada, grãos raros de esfalerita foram detectados, por outro lado não foi identificado ouro nativo, assim como a amostra 850869A. Já na amostra 850872A há pouquíssimos sulfetos, provavelmente lixiviados, deixando a goethita (18%). Nesta amostra ocorrem que três grãos de ouro nativo, de 10 e 25 μm na goethita e em um grão de 5 μm no quartzo (figura 12).

Foi um estudo para identificar as inclusões por meio do MEV. Inclusões auríferas não foram encontradas nas amostras selecionadas (SF-02a e SF-03-A), porém foram identificadas inclusões minerais com abundância em Te, Bi e Ag (estes apresentam afinidade geoquímica semelhante ao Au).

Na seção SF-03-A os cristais de pirita encontram-se idiomórficos (figura 13 e 14), um pouco fraturados e com pouquíssimas inclusões, foi identificada pelo MEV apenas uma com sulfeto de Ti, rico em Ag (figura 13). Nesta amostra também pode ser observado um grão de pirita xenomórfico fraturado (figura 15), isolado, em meio ao quartzo, com inclusões de calcopirita e um sulfeto rico em Te e Bi (identificado pelo MEV).

Pode-se fazer uma correlação entre o formato da pirita presente nos veios de quartzo da Cava Santa Felicidade e o número de fases minerais inclusas. Pode-se dizer que os cristais de pirita idiomórficos a subidiomórficos em agregados maciços estatisticamente contêm um número de inclusões muito menor (figura 14) que os grãos com formato anédrico, aparentemente deformados, geralmente não formando agregados minerais. Estes últimos também têm apresentado maior quantidade de ouro.

O concentrado de pesados da bateia HMC-SFM (em anexo) apresentou predominantemente ilmenita e magnetita, com quantidades subordinadas de pirita, calcopirita, rutilo e hematita. Isso revela os componentes opacos das rochas graníticas intemperizadas da local.



Figura 7 – Veios de quartzo com goethita, encaixados em saprólito/solo de granitóide, com mergulho em torno de 40° para sul, Cava Jorge. Reparar que a espessura dos veios variam ao longo de sua extensão.

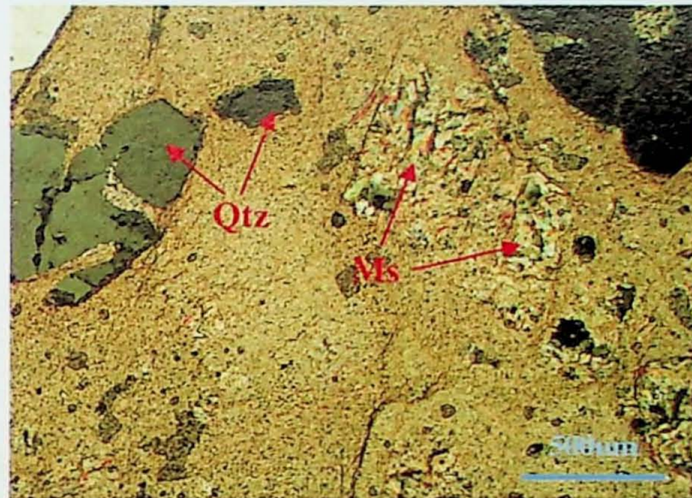


Figura 8 – Rocha de zona de alteração hidrotermal, Cava Jorge, lâmina J-03-D, 5X de aumento, pol. superior. Há cristais idiomórficos de quartzo (Qtz), bordejados por limonita. Além da matriz, composta praticamente de sericita, há cristais de muscovita (Ms).

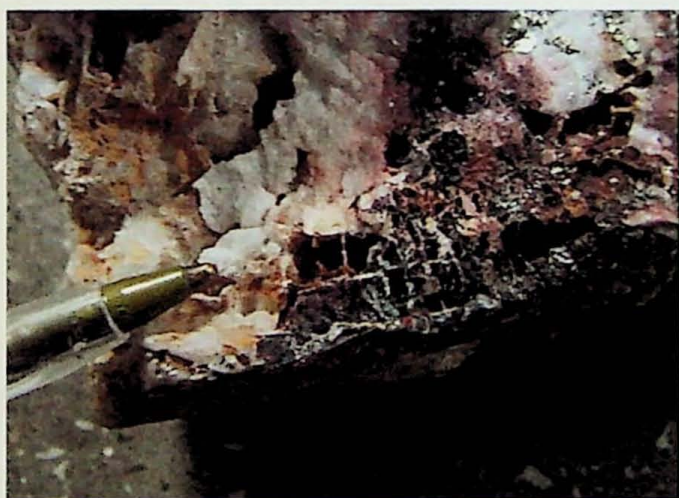


Figura 9 – Veio de quartzo fraturado apresentando sulfetos (dir. superior) e estruturas quadriculares, resultado da lixiviação total da pirita.

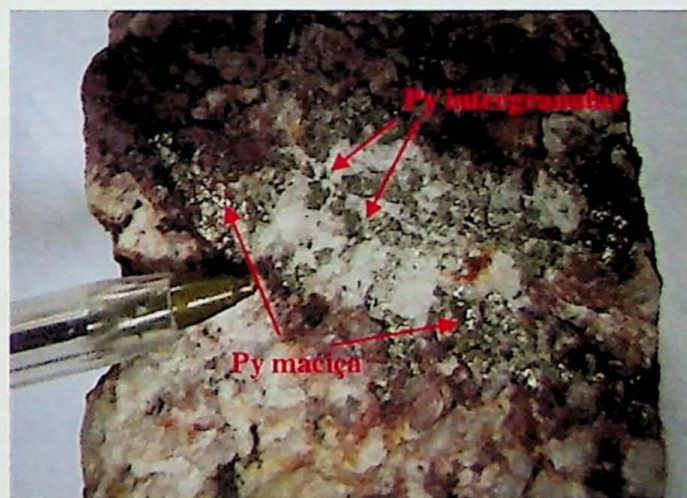


Figura 10 – Amostra de veio de quartzo rico em sulfetos da Cava Santa Felicidade. Nota-se a existência de pirita de duas gerações: uma intergranular no quartzo e outra em agregados de pirita (Py). O quartzo ocorre avermelhado, próximo às sulfetações.

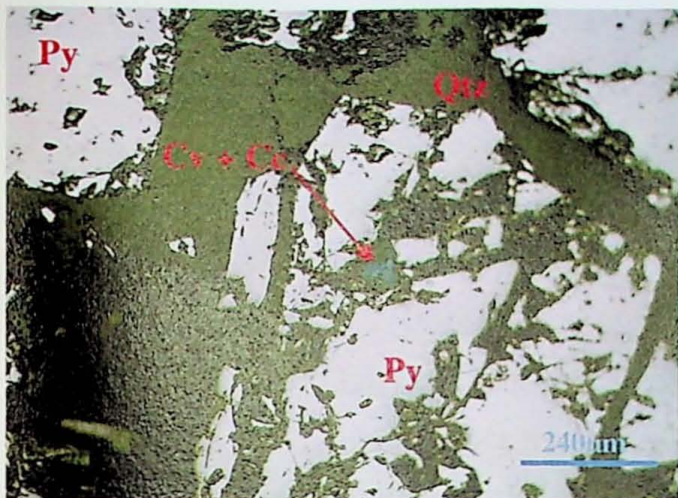


Figura 11 – Seção polida SF-2A, 10X, pol. Cruzados. Grão subidiomórfico de pirita (Py), apresentando provavelmente uma vênula contendo covelina (Cv) e calcosina (Cc).



Figura 12 – seção polida de veios de quartzo (Qtz) da empresa LARA Exploration Ltd. Apresentando pirita (Py) e ouro nativo (Au) em goethita (Gt) da mostra 850872A. 200X.

6.2.3. Grota do Cozinheiro

As rocha nessa região encontram-se frescas, com granulação média à grossa, estrutura foliada, coloração rósea, com porfiroclastos de feldspato potássico sigmoidais (figura 16) de até 2 cm, com composição que varia de granodiorito a quartzo-monzonito (Streckeisen, 1974).

Foram utilizadas as lâminas denominadas GC- 03-C, GC-02-B e GC-01-B, para a descrição das rochas desta localidade. O que é observado é que a rocha apresenta estrutura foliada, granulação de fina à média (0,25mm a 3mm) e textura predominantemente milonítica, com cristais de quartzo e biotita recristalizados segundo a foliação milonítica e cristais de feldspato desgastados, em forma de sigmóide. Ocorre quartzo com formato poligonal à irregular, a maioria dos apresenta extinção ondulante. Formam ppequenas bandas (figura 17). A proporção nas lâminas deste mineral varia cerca de 20 a 25 %.

O microclínio por sua vez se apresenta deformado, orientado, como porfiroclastos com formato sigmoidal (de até 4mm) apresentando por vezes intercrescimento com plagioclásio (pertitas). Ocorre também uma segunda geração de cristais menores provavelmente desagregados na milonitização, formando bandas difusas. Corresponde a cerca de 30 a 40% da mineralogia total das rochas.

Outro mineral abundante é o plagioclásio (oligoclásio), mostrando alguns cristais com intensa caolinização, apresenta tamanho menor em relação ao microclínio, porém as características texturais são semelhantes, formando porfiroclastos e cristais menores cominuídos pelo *stress* cisalhante. Ocorrem

alguns grãos com intercrescimento com quartzo vermiforme (mirmequitas)(figura 17). Representa de 20 a 25% nestas rochas.

Biotita e clorita também ocorrem, os cristais, de coloração esverdeada, são relativamente comuns nestas rochas, exibindo tamanhos de no máximo 0,2 mm, que podem formar bandas, ou estarem isolados entre os outros grãos minerais. Ocorre a substituição da biotita para clorita, evidenciada pela presença da clorita as bordas, ou substituindo parcialmente a biotita nos planos de clivagem. Pela coloração destes minerais, pode-se dizer que tanto a clorita como a biotita têm abundância em Fe na estrutura. Nestas rochas biotita e clorita somam no máximo 7 % da composição total. Em pequena quantidade, e associada a estes minerais pode ocorrer a hornblenda, com formato subidiomórfico. Esta parece ter geração concomitante ou anterior à biotita.

Outros minerais acessórios também ocorrem, como a sericita, que ocorre alterando alguns cristais de microclínio. O epidoto ocorre associado com clorita e biotita, apresentando formato anédrico arredondado. Há titanita subeudral dispersa na rocha entre grãos de quartzo e feldspato potássico, ou entre os agregados micáceos. Opacos ocorrem com formato anédrico, provavelmente são magnetitas, já que durante a preparação das amostras para análise isotópica, para a separação de biotita, plagioclásio e zircão, foi retirada uma quantidade significativa de minerais magnéticos. O zircão ocorre em quantidades subordinadas, como mineral traço, com formato idiomórfico e tamanho não superior a 0,05 mm. Este também é o tamanho médio da apatita que ocorre inclusa em cristais de quartzo principalmente.

Há uma descrição petrográfica da empresa (em anexo, amostra 850857) que apresenta uma descrição petrográfica muito semelhante à feita acima.

Pode-se dizer em linhas gerais que estas rochas, que apresentam composição monzo a sienogranítica, provavelmente estão próximas a uma zona de cisalhamento, que resultou em uma textura protomilínítica. Porém a textura ígnea ainda é preservada, principalmente nos porfiroclastos de feldspato presentes, porém a biotita e a clorita parecem ter sido geradas em sua maioria pelo evento de milonitização, mostrado pelas bandas destes minerais paralelas à foliação. As características citadas acima definem a rocha como pertencente à Suite Intrusiva Creporizão.

6.2.4. Cava Aloísio

Neste garimpo semi-mecanizado ocorrem um granitóide maciço semelhante ao descrito para as cavas Santa Felicidade e Jorge. Há também um dique (também bastante intemperizado), com cerca de 2m de espessura e orientação N30W e N-S, com mergulho praticamente vertical.

Nesta Cava ocorrem importantes veios de quartzo com sulfetos, estes parecem ter origem concomitante ao quartzo, por se apresentarem intercrescidos (figura 18).

A seção polida que representa os veios de quartzo sulfetados desta região tem código A-2A. Nesta seção é possível observar muitas inclusões minerais na piritita (em maior quantidade que as seções SF-02A e SF-03A) (figura 19). A descrição petrográfica da amostra 850871A (anexo) relatou a presença de geothita substituindo cristais de pirita, formando pseudomorfos cúbicos, e de ouro incuso em pirita (figura 20).

No MEV foram possíveis as identificações de inclusões de calcopirita, esfalerita, calcosina, covelina, cubanita e galena (figuras 21 e 22), para a amostra A-2-A.

A pirita apresenta-se bastante fraturada (figuras 21 e 22), com forma xenomórfica na maioria dos cristais, que parecem estar deformados, alguns até dobrados, que apresentam grande número de inclusões minerais. Ocorrem também cristais idiomórficos fazendo contato com quartzo, estes apresentam um número menor de inclusões e provavelmente tem uma geração posterior aos cristais deformados.



Figura 13 – Fotografia feita no MEV de parte da seção SF-03A. Destaque para inclusão idiomórfica (circulada acima), que corresponde a um sulfeto de Bi, Cu e Ag. E o ponto esbranquiçado menor à esquerda inferior, que corresponde a um sulfeto de Te e Bi.



Figura 14 – Fotografia feita no MEV de parte da seção SF-03A. Notar como as inclusões na pirita (Py) são mais raras (ausência de pontos claros) nos grãos idiomórficos desta seção.



Figura 15 – Fotografia feita no MEV de parte da seção SF-03A. Cristal subidiomórfico de pirita, apresentando calcopirita (esquerda superior) e um sulfeto rico em Te e Bi (direita superior).



Figura 16 – Rocha de composição granítica que representa a localidade Grota do Cozinheiro. Reparar no grau de milonitização desta rocha, pelos cristais sigmoidais de feldspato potássico.

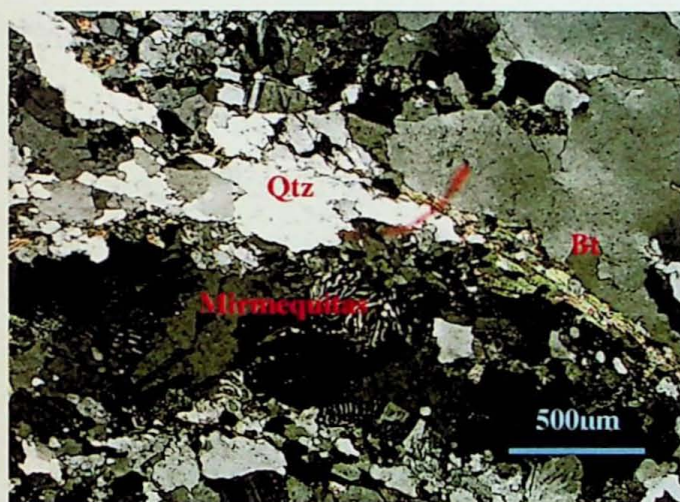


Figura 17 – Lâmina GC-03-C 5X, pol. superior. Detalhe para a biotita foliada (Bt), as bandas quartzosas e as mirmecitas.



Figura 18 – Veio de quartzo apresentando sulfetos intercrescidos com quartzo. Notar núcleo de coloração esbranquiçada e borda avermelhada.

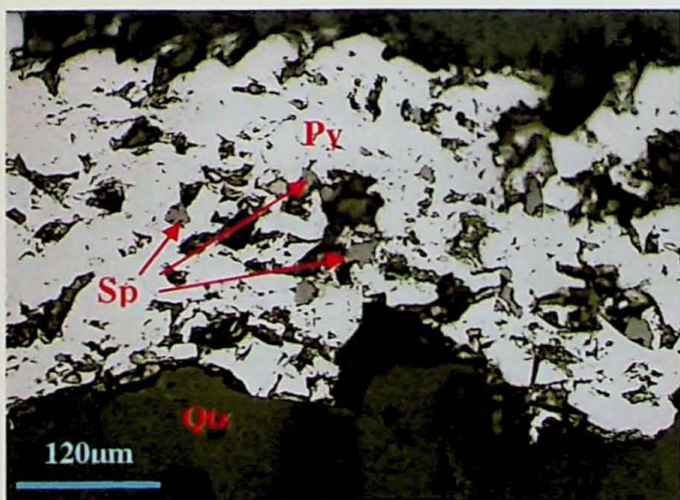


Figura 19 – Seção polida A-2A, 20X, pol. cruzados. Veio de quartzo sulfetado. Detalhe das inclusões de esfalerita (Sp) em grão deformado de pirita (Py).

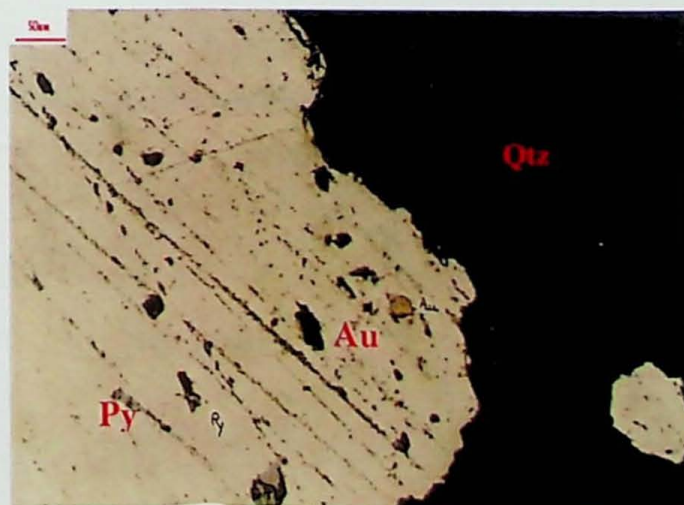


Figura 20 – Imagem de seção polida de grão xenomórfico de pirita (Py) com ouro, da amostra de veio de quartzo sulfetado 850871A, da Cava Aloísio, 200X..



Figura 21 – Fotografia feita no MEV de parte da seção A-2A, mostrando minerais com maior densidade. Os pontos indicados na foto correspondem a: 1- cubanita (CuFe_2S_3), 2-calcopirita, 3-calcopirita, 4- galena, 5- calcopirita.



Figura 22 – Fotografia feita no MEV de parte da seção A-2A. Os números representados na foto correspondem à inclusões de calcopirita, na pirita. A porção inferior do cristal (pirita) parece ter sofrido um dobramento.

6.2.5. Grota Rael

Grota onde afloram alguns blocos de rocha fresca de composição granítica, com estrutura maciça, com granulação média à grossa, contendo algumas fraturas, com composição sieno-granítica, provavelmente correspondente ao granito Maloquinha. Ocorre uma vulcânica fresca, que corta estes granitos, com coloração preta, textura afanítica, ligeiramente foliada, com algumas pequenas fraturas preenchidas por material esverdeado.

Foi confeccionada uma lâmina (R-01-C) da rocha vulcânica descrita acima. A vulcânica apresenta granulometria muito fina (0,1 mm em média) e estrutura maciça, cortada por algumas fraturas ricas em biotita e clorita, ou epidoto em agregados contendo grãos xenomórficos de até 0,4mm, com contorno de limonita.

A matriz da rocha apresenta abundante biotita, com finas placas orientadas em duas direções ortogonais (Figura 23). A clorita ocorre junto com a biotita, normalmente substituindo-a nas bordas. Estes minerais juntos formam cerca de 60% da rocha.

Ocorre também epidoto xenomórfico abundante na matriz, entre cristais de plagioclásio e biotita. O plagioclásio ocorre anédrico, em cristais menores que 0,05 mm.

A mineralogia sugere que esta era uma rocha ígnea que foi metamorfizada em fácies xisto verde, formando, biotita, clorita e epidoto, não deixando relíquias de piroxênio ou anfibólio ígneos.

A descrição petrográfica da lâmina GR-06 (anexo), por parte de empresa revela que o granito desta localidade não apresenta deformação e apresenta textura granular hipidiomórfica. Apresenta microclínio substituindo o plagioclásio, sugerindo um metassomatismo potássico, típico do granito Maloquinha.

6.2.6. Grota Cola

Neste local há um sieno-granito, com estrutura maciça, granulometria grossa e contendo pequenas fraturas. Cortando esta rocha, ocorre um dique básico fresco, com coloração cinza escuro, estrutura maciça e fraturas preenchidas por material esverdeado, matriz fanerítica fina, com fenocristais e xenocristais de plagioclásio de até 2mm. Há algumas porções onde ocorrem aglomerados arredondados de plagioclásio, que provavelmente são xenólitos. Outra rocha encontrada trata-se de um microgranito avermelhado, com estrutura maciça, com pequenas fraturas.

Foram feitas lâminas do dique básico (C-02-B) e do microgranito (C-03-B), descritos acima.

O dique básico apresenta cristais de biotita, plagioclásio e clorita, textura inequigranular muito fina.

Esta rocha apresenta algumas fraturas preenchidas por epidoto xenomórfico, este mineral ocorre em abundância também na matriz da rocha, substituindo o plagioclásio e a biotita (30%), também encontra-se juntamente com quartzo em agregados fibrorradiados.

O plagioclásio apresenta cristais idiomórficos de até 1,5 mm (figura 17), com inclusões de epidoto em regiões de borda, representa cerca de 30% no volume da amostra. O quartzo ocorre também na matriz, com granulação muito fina, chegando à 7% da rocha.

A biotita (verde amarronzada) corresponde a cerca de 40% na amostra, junto com a clorita que a substitui nas bordas, orientada de forma caótica. Há alguns opacos inclusos nas micas que contabilizam cerca de 3% na amostra.

Nesta mesma amostra encontra-se um xenólito, com granulometria fina a média rico em cristais de quartzo (40%), que podem estar agregados, formando

texturas em mosaico e plagioclásio (60%), com geminação polissintética deformada e com inclusões de biotita e epidoto. Este último mineral ocorre também no xenólito em pequenas fraturas.

A geração de epidoto nesta rocha sugerem um metamorfismo em fácies xisto verde para esta rocha.

O microgranito (lâmina C-03-B) apresenta estrutura maciça e textura inequigranular, com cristais que vão de 0,1 a 1mm (figura 24).

Destaca-se o plagioclásio, com tamanho entre 0,3 e 1mm, formato subidiomórfico, apresentando geminação polissintética deformada (dobrada ou rompida) em alguns grãos. Sua proporção na amostra é cerca de 20%.

Mais abundante na rocha, cerca de 40%, o feldspato potássico ocorre em cristais com cerca de 1mm, parcialmente sericitizados, com formato xenomórfico, por vezes com pertitas e na forma de cristais menores (<0,5 mm) com geminação em grade, pouco alterados, com formato subidiomórfico.

O quartzo também é abundante nesta amostra (40%), ocorre em grãos que variam de 0,1 a 1mm, exibem formato xenomórfico, arredondado, com extinção ondulante. As microfraturas que cortam esta rocha, têm cerca de 0,2mm e estão preenchidas com quartzo e/ ou sericita.

Duas descrições petrográficas de amostras de veios de quartzo foram feitas pela empresa, uma (850858A) apresenta a calcopirita (1%) como o sulfeto (2%) mais abundante na amostra, além disso contém pirita, cobaltita, covellina, calcosina e bornita, a outra (850868A) apresenta grande quantidade de pirita agregada (45%) e possui pouca calcopirita incusa, e pouca goethita, de alteração da pirita.

Descrições petrográficas também foram feitas pela empresa, uma (GR-05, em anexo) descreveu a rocha como um leucogranito de granulação muito grossa intensamente fraturado e alterado hidrotermalmente. Outra amostra (D-01, em anexo) a NE da Grotta Cola ocorre uma rocha vulcânica classificada como um meta dolerito intensamente alterado hidrotermalmente e metamorfisado em fácies anfibolito, preservand relictos da textura original subofítica e porfirítica. O piroxênio original foi totalmente transformado em anfibólio.

As observações efetuadas permitem classificar a rocha como um sienogranito gerado em condições sub-plutônicas, provavelmente em zona de borda da camara magmática, que posteriormente foi atingido por uma tensão cisalhante em condições rúpteis, gerando as pequenas fraturas presentes na

rocha. As características texturais, estruturais e composicionais desta rocha leva a crer que a mesma se enquadra na Suite Intrusiva Maloquinha do Supergrupo Uatumã, principalmente por apresentar estrutura maciça e composição mais alcalina, como também descreve Santos *et al.* (2000).

6.2.7. Santa Cecília

Pode ser dividida em Santa Cecília 1 e Santa Cecília 2, como indicado no mapa geológico da Figura 6.

Nesta localidade ocorre um rocha fresca, maciça de composição granitóide, com textura porfirítica, matriz fina, com fenocrisias idiomórficos de plagioclásio e feldspato potássico de até 4mm (amostra SC-01-A). A cerca de 430 m à N ocorre um outro afloramento (543350E X 9387560N)(amostra SC-02-A), com uma litologia semelhante à última, porém os cristais maiores parecem mais deformados, assim como a rocha que apresenta uma ligeira foliação.

A rocha representada pela lâmina SC-01-A (Santa Cecília1) apresenta estrutura maciça e textura inequigranular, dada pelos cristais de quartzo, microclínio e plagioclásio finos da matriz (0,1mm), e macrocristais de feldspato potássico e plagioclásio, com até 3mm (figura 26). O plagioclásio (35%) encontra-se idiomórfico a subidiomórfico, apresentando-se saussuritizado. O feldspato potássico (28%) apresenta-se também idiomórfico, mas sericitizado.

Quartzo representa cerca de 30% da rocha, ocorre principalmente na matriz, formando agregados com contatos irregulares.

Há ainda biotita marrom praticamente toda substituída por clorita verde (alto teor de Fe) em pseudomorfos de até 1mm. Titanita e epidoto se associam com estes minerais, que juntos representam cerca de 7% da rocha.

A lâmina SC-02-A (Santa Cecília 2) apresenta uma textura equigranular e proporção semelhante entre quartzo, microclínio e plagioclásio (cerca de 30% de cada) e biotita com cerca de 10%, com pouquíssima substituição por clorita.

Há cristais idiomórficos e subidiomórficos de microclínio e plagioclásio zonados e alterados por sericita, bem como há cristais pertíticos com formato anédrico (figura 27) e quartzo com extinção ondulante.

Ainda ocorre incluso em algumas placas de biotita minúsculos zircões, há também entre os cristais de feldspato, um mineral amarelado, com birrefringência anômala e alto relevo, provavelmente allanita.

A W de Santa Cecília ocorrem um granito (GR-04, em anexo), pouco alterado e não deformado, apresentando textura granular hipidiomórfica, e um quartzo monzodiorito (GR-03, em anexo) um pouco deformado e apresentando microclínio substituindo plagioclásio nas bordas.

Assume-se pelas características estruturais e mineralógicas que estas rochas representam biotita monzogranitos da Fácies Granítica da Suite Intrusiva Parauarí, definida por Almeida *et al.* (2000), que além da rocha citada incluem outras rochas de composição leucocrática, equigranulares e localmente porfíricas.

6.2.8. Beija-Flor

No local encontra-se uma rocha com granulação média, com estrutura foliada e pequenas vênulas de quartzo discordantes à foliação, composição granítica. Observam-se pontos na rocha onde ocorrem sulfetos substituindo cristais de biotita (figura 28).

A amostra BJ-01-B apresenta estrutura maciça, com microfraturas preenchidas por biotita. A textura é inequigranular média.

A proporção da mineralogia é: feldspato potássico subidiomórfico (40%), oligoclásio subidiomórfico, com geminação polissintética deformada. Quartzo intersticial e em agregados mais finos com textura em mosaico (com cerca de 15%) e biotita verde intersticial (10%), com clorita em suas bordas. Ocorrem junto com a biotita alguns grãos de titanita anédrica e sulfetos idiomórficos (figura 21). Ocorrem pequenos cristais de apatita arredondada dentro dos cristais de quartzo.

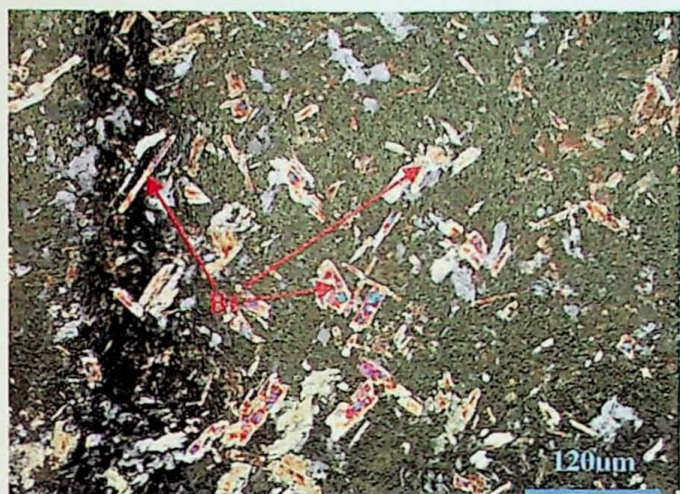


Figura 23 – Lâmina R-01-C, 20X, pol. superior. Rocha vulcânica máfica, a biotita (Bt) ocorre em duas direções preferenciais, ortogonais.

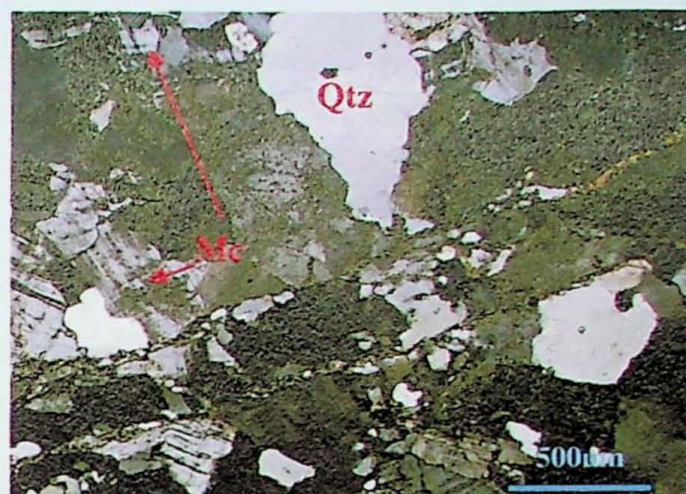


Figura 24 – Lâmina C-03-B 5X, pol. superior. Textura geral da rocha, com destaque para pequenas fraturas.

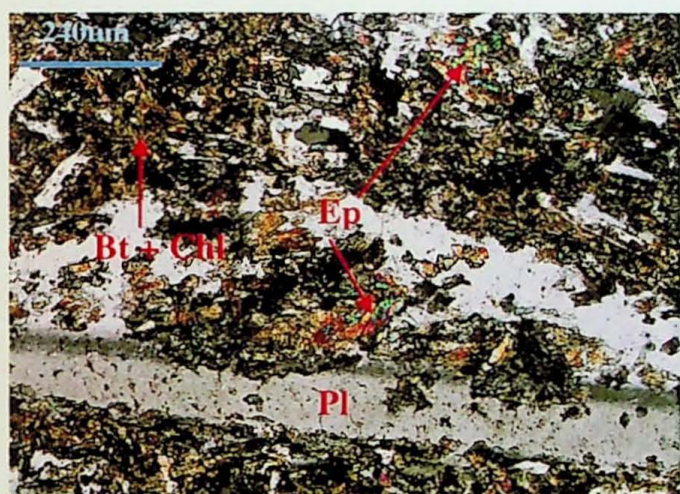


Figura 25 – Lâmina C-02-B 10X, pol. superior. Plagioclásio (Pl) em destaque apresentando inclusões epidoto (Ep), biotita (Bt), clorita (Chl) e alguns opacos.

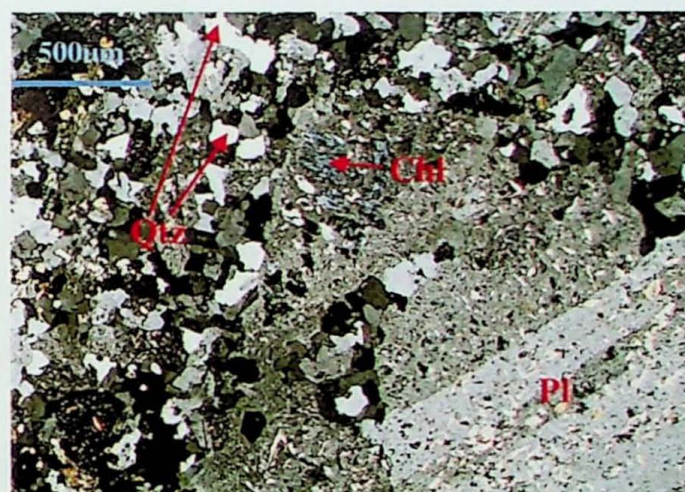


Figura 26 – Lâmina SC-01-A, 5X, pol. superior. Matriz composta por quartzo (Qtz) xenomórfico e macrocristal de plagioclásio (Pl), sendo substituído por quartzo e sericita. O mineral de birrefringência azulada é clorita (Chl).

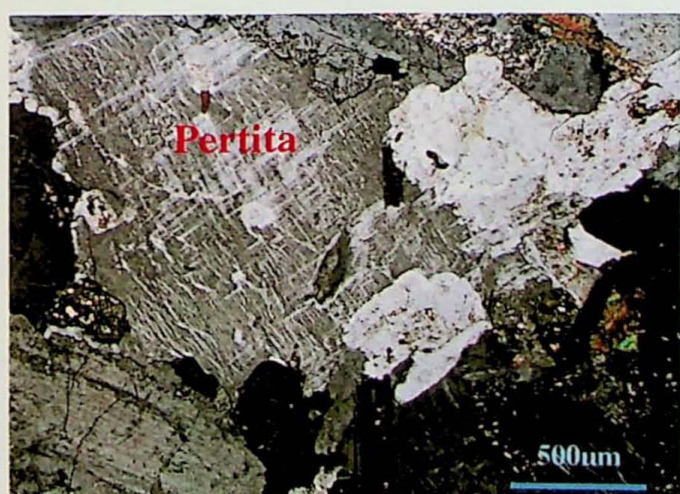


Figura 27 – Lâmina SC-02-A, 5X, pol. superior. Detalhe da textura pertítica, abundante nesta seção. Notar alteração sericítica, canto direito superior.



Figura 28 – Lâmina BJ-01-B, pol. superior, 5X. Contraste entre o tamanho dos minerais, possível falha que cominuiu os cristais à direita. Microclínio com geminação em grade e biotitas associadas a opacos idiomórficos. Escala: lado menor = 2 mm.

6.2.9. Cava Dorival

Este local não foi visitado em campo, porém há descrições petrográficas feitas pela empresa. Estas descrevem leucogranitos (850859A e 850860, em anexo), fraturados, pouco deformados e intemperizados, tendo uma textura granular hipidiomórfica preservada.

Também foi descrito um granodiorito (850861A e 850862A, em anexo) intensamente intemperizado, apresentando pouca deformação com textura granular hipidiomórfica. Ocorre hornblenda nessas amostras.

Há também um granodiorito com textura milonítica (850863A, em anexo), intensamente deformado e alterado hidrotermalmente (sericitização e silicificação), porém há relictos da textura granular hipidiomórfica ígnea original.

6.2.10. Cava Baiano

A exemplo da Cava Dorival, só há informações das descrições petrográficas da empresa. Há um granodiorito (850865A) semelhante ao descrito na Cava Dorival, porém este não apresenta hornblenda. Foi descrito também uma amostra de veio de quartzo (850870A) com cerca de 2% de pirita, 3% de goethita que substituiu boa parte da pirita, ocorre ainda calcopirita disseminada no quartzo.

6.3. Dados isotópicos

Os dados das análises isotópicas efetuadas estão nas tabelas 3, 4, 5, 6, 7 e 8, em anexo, no final do volume.

7. INTERPRETAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

7.1. Aplicação dos isótopos para o estudo das mineralizações da área

No presente trabalho é empregado um estudo multi-isotópico em amostras do minério, zona de alteração hidrotermal e em rochas encaixantes, a fim de estimar a fonte dos fluidos mineralizantes, as idades e de algumas rochas associadas.

O código das amostras, localização, classificação litológica e dados isotópicos estão sintetizados na tabela x, em anexo.

Para o estudo isotópico das rochas regionais e hospedeiras da mineralização foram selecionadas as amostras das Suites Creporizão, Maloquinha e Parauari.

Os milonitos graníticos presente na região da Grota do Cozinheiro e Cava Dorival, que correspondem à Suite Intrusiva Creporizão foram datados pelo método U-Pb em zircão em $1997,1 \pm 7,1$ Ma (GC-03-A), como mostra o diagrama da figura 29, a seguir:

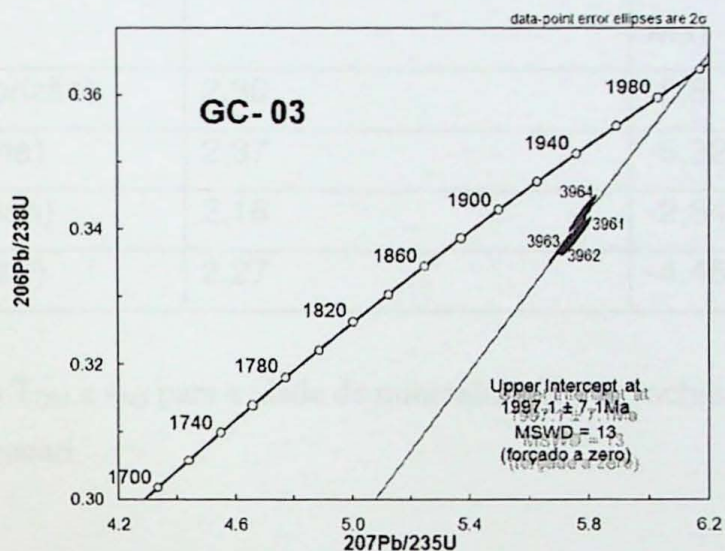


Figura 29 – Diagrama com as razões $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ e $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ apresentando intercepto superior com a concórdia de $1997,1 \pm 7,1$ Ma, a partir dos valores de quatro frações de zircão da amostra GC-03-A.

Esta idade corresponde às idades apresentadas na literatura para as rochas da Suite Intrusiva Creporizão, com 1984 ± 1 Ma a 1957 ± 6 Ma em U-Pb (zircão) e 1997 ± 3 Ma, em Pb-Pb (zircão) (Santos et al. 2001 e Vasquez et al., 2000a *apud* Vasquez & Rosa-Costa, 2008) e Lamarão et al. (2002), com idades de evaporação de Pb em zircão de 1981 ± 2 a 1983 ± 8 Ma.

Como já registrado nas descrições petrográficas (GC-01-B, GC-02-B, GC-03-C e 850863A), o milonito da Grota do Cozinheiro apresenta sua biotita formada durante o evento de milonitização, os cristais estão bem desenvolvidos seguindo a foliação. Portanto é possível dizer que as idades obtidas no método K/Ar (tabela do anexo) em biotita para esta rocha representam idade do evento de milonitização, datado em 1.342 ± 30 Ma, correlacionável ao evento dinamo-termal Nickeriano que afetou o cráton Amazônico em torno desta época.

Os dados de Sm/Nd obtidos para as rochas da região foram utilizados para cálculo da idade T_{DM} e ϵ_{Nd} da idade da mineralização (tabela 1). Além de fornecer ϵ_{Nd} para a idade U-Pb ($1997,1 \pm 7,1$ Ma), da Suite Intrusiva Creporizão, de $-1,89$.

	T_{DM} (Ga)	ϵ_{Nd} para idade da mineralização (1749,7 Ma)
GC-01-A (CrepORIZÃO)	2,30	-5,8
R-02 (Maloquinha)	2,37	-5,32
SC-01-A (Parauari)	2,18	-2,84
BJ-01-A (Parauari)	2,27	-4,45

Tabela 1 – Idades T_{DM} e ϵ_{Nd} para a idade de mineralização, de rochas das Suites Creporizão, Maloquinha e Parauari.

A idade da mineralização apresentada na tabela anterior foi obtida pela sericita representante da alteração hidrotermal associada, que apresenta idade Rb/Sr convencional próximo a 1750 Ma, estimada pelas idades calculadas com R_i de 0,705 ($1749,7 \pm 18$ Ma) e R_i de 0,720 (1753,03 Ma).

Os dados de ϵ_{Nd} para idade de mineralização são relativamente próximos ao valor obtido para pirita da amostra A-02-B (-5,06). Os valores negativos indicam que estas rochas sofreram diferenciação e retrabalhamento crustal.

As idades T_{DM} indicam a idade que os materiais que geraram estas rochas se diferenciaram do manto, neste caso estão entre 2,18 e 2,37 Ga.

Composições isotópicas de pirita das mineralizações (SF-02-B, SF-02-C, SF-03-B, SF-03-C e A-02-B) e plagioclásio da Suite Creporizão (GC-02-E e GC-03-A) estão representadas no diagrama abaixo (figura 30) com as razões de $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$.

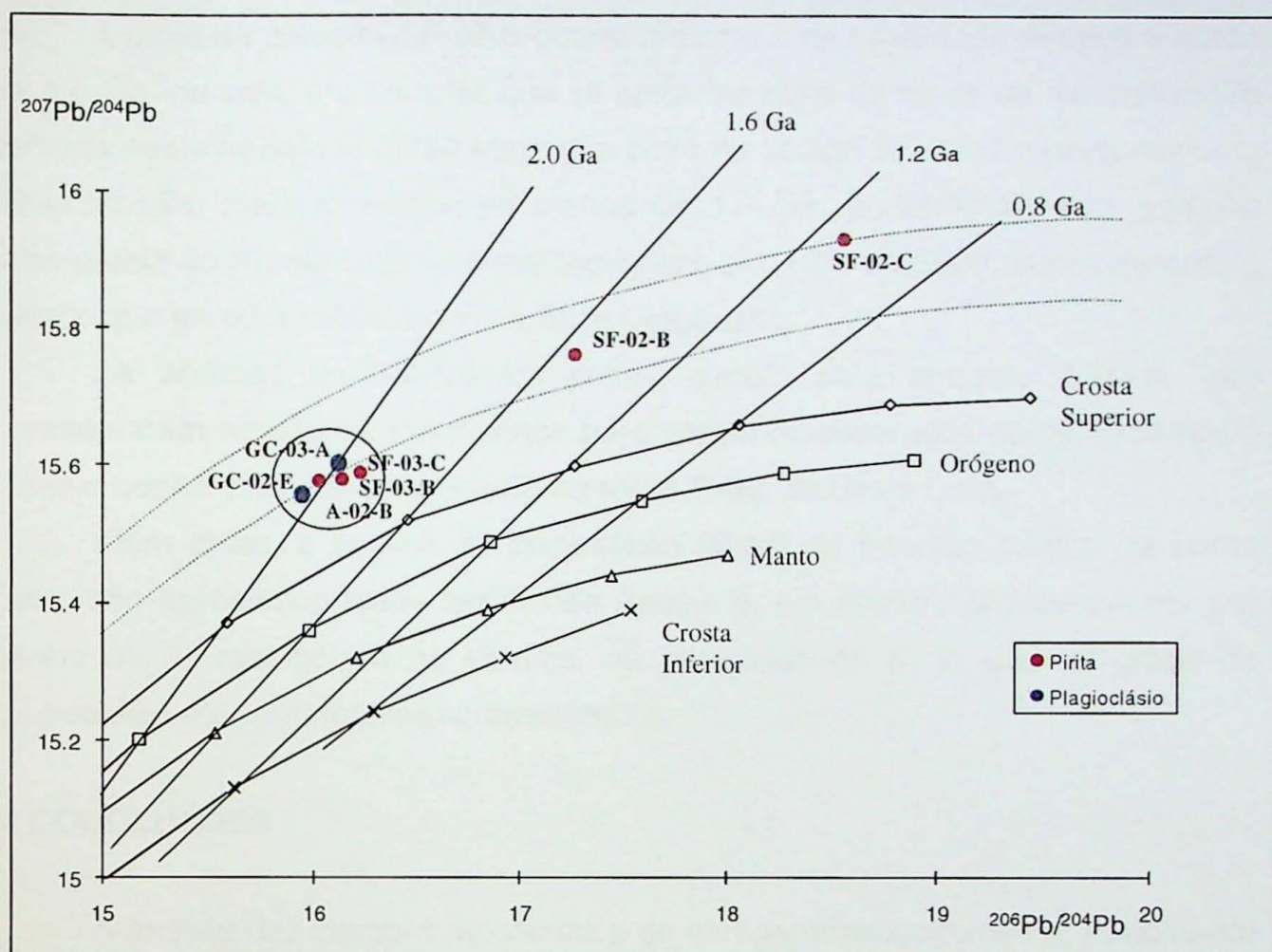


Figura 30 - Comparação das curvas de evolução isotópica de Pb estabelecidos pelo modelo da Plumbotectônica de Doe and Zartman (1979 *apud* Tassinari, 2004), com os valores para amostras de pirita e plagioclásio plotados.

As razões de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ em pirita e plagioclásio estão acima curva de composição das rochas Crosta Superior indicando a origem dos fluidos. Além disso, pode-se observar no diagrama que ocorre um grupo de amostras com valores de razões isotópicas semelhantes (A-02-B, SF-03-B e SF-03-C, em piritas, e GC-03-A e GC-02-E, em plagioclásio), e situados próximos à reta de inclinação relativa a idade de 2 Ga (muito semelhante à idade U-Pb em zircão). Estes são fortes indícios de que este conjunto de piritas estaria relacionado intrusão da Suite Creporizão.

As amostras de pirita SF-02-B e SF-02-C, por não apresentarem razões isotópicas semelhantes ao plagioclásio da Suite Creporizão, não devem ter sido originadas durante a intrusão deste corpo.

A pirita da amostra SF-02-B ocorre próximo à reta inclinada relativa à idade de 1,6 Ga, ou seja, é a amostra que se aproxima mais da idade da mineralização definida neste trabalho (~1750 Ma). Já a pirita de código SF-02-C representa uma mineralização mais recente, com menos de 1,2 Ga, podendo ter sua geração relacionada ao evento dinamotermal Nickeriano (~1,1Ga a 1,3Ga), supostamente o evento que gerou a milonitização da Suite Creporizão.

As análises de Sm-Nd em piritas, exceto para amostra A-02-B, não apresentaram resultados satisfatórios para serem considerados neste trabalho, o mesmo ocorre com a análise Sm-Nd da rocha C-03, da Grota Cola.

Além disso, a análise do plagioclásio (K-Ar) de intrusão básica da Grota Cola, não apresentou idade satisfatória (tabela 6, em anexo), provavelmente por ganho de Ar radiogênico no sistema, ou por perda de K, já que os grãos de plagioclásio estavam relativamente alterados.

8. CONCLUSÕES

A análise das imagens de satélite e de aerogamaespectrometria, juntamente com as descrições litológicas em campo e em seções polidas e delgadas, permitiram definir na área, além das unidades já mencionadas no mapa de Bahia & Quadros (2000) sendo elas o Complexo Cuiú-Cuiú, a Suite Intrusiva Parauari, a Suite Intrusiva Maloquinha e a Suite Intrusiva Ingarana, a Suite Intrusiva Creporizão que ocorre na parte central superior da área estudada, na Grota do Cozinheiro, próxima à Cava principal Santa Felicidade.

A partir dos dados petrográficos e isotópicos das rochas da Suite Intrusiva Creporizão amostradas foi possível concluir que: o milonito granítico presente se cristalizou em $1997,1 \pm 7,1$ Ma (U-Pb em zircão) e provavelmente sofreu deformação por milonitização em idade de 1.342 ± 30 Ma (K-Ar em biotita gerada pela milonitização).

A comparação dos dados geocronológicos de rochas da região deste trabalho com dados da bibliografia é apresentada na tabela a seguir:

Unidade	Idade do Magmatismo	Idade de Metamorfismo
Complexo Cuiú-Cuiú	2.006 Ma (b;1), 2.011 $\pm$ 23 Ma (a;1), 2.005 $\pm$ 7 Ma (j; 1), 2.033 $\pm$ 7 Ma (j; 1)	
Suíte Intrusiva Creporizão	1.997,1 $\pm$ 7,1 Ma , 1.965 $\pm$ 16 Ma(c; 3), 1.957 $\pm$ 6 Ma (j; 1), 1.968 $\pm$ 16 Ma (h; 2), 1.997 $\pm$ 3 Ma (d; 2) e 1.984 $\pm$ 1Ma (d; 2)	1.965 $\pm$ 15Ma (i;2) 1.342 $\pm$ 30 Ma
Suíte Intrusiva Parauari	1.897 $\pm$ 2 Ma (e;1), 1.880 $\pm$ 14 Ma (e;1), 1.883 $\pm$ 8 Ma (f;2), 1.883 $\pm$ 2 Ma (d;2), 1.893 $\pm$ 2 Ma (d;2), 1.881 $\pm$ 2 Ma (g;2), 1.964 Ma(k;3) e 1.947(l;3)	
Suíte Intrusiva Ingarana	1.999 $\pm$ 3 Ma (h;2), 1.967 $\pm$ 3 Ma (h;2)	
Suíte Intrusiva Maloquinha	1.879 $\pm$ 11 Ma (a;2), 1.880 $\pm$ 9 Ma (g;2), 1.882 $\pm$ 4 Ma(d;2), 1.770 Ma (l;3), 1.883 $\pm$ 4 Ma (j;1)	1.880 $\pm$ 10 Ma (2)

Tabela 2- Dados isotópicos comparativos das principais unidades litológicas presentes da área. Referências: a) Santos *et al.* 2000 b) Santos *et al.* 1997 *apud* Coutinho, 2008 c) Tassinari, 1996, d) Vasquez *et al.* 1999 *apud* Coutinho, 2008 e Santos *et al.* 1999 *apud* Coutinho 2008, f) Brito *et al.* 1999a, g) Lamarão *et al.*, 1999, h) Klein *et al.* 2000 *apud* Coutinho, 2008 i) Vasquez *et al.* 2000 *apud* Coutinho, 2008, j) Santos 1999 *apud* Coutinho, 2008, k) Tassinari, 1997 *apud* Coutinho, 2008, l) Santos & Reis Neto, 1982 *apud* Coutinho, 2008. Observações: 1) U-Pb em zircão, 2) Pb-Pb em zircão, 3) Rb-Sr, 4) K-Ar em biotita. Os dados em negrito são os obtidos no presente trabalho.

A idade de milonitização da Suite Creporizão com base em K-Ar, de biotita gerada por milonitização, é um dado até então inexistente na bibliografia e apresenta grande diferença em relação à idade de metamorfismo apresentada na tabela.

Os cristais de pirita, contidos nos veios de quartzo, que apresentam maior quantidade de inclusões minerais contém maior quantidade de Au, isto ocorre com maior frequência quando apresentam formato subédrico a anédrico, ou deformada, enquanto os cristais com forma euédrica apresentam-se muito mais puros, considerando as amostras coletadas. Pelas idades da sericita da alteração hidrotermal associada à mineralização foi possível obter idades de $1749,7 \pm 18$ Ma, para o sistema mineralizante da Cava Jorge. Esta pode ser a idade real do principal evento de mineralização, mas é preciso um maior número de dados para comprovar esta teoria.

Os dados de ϵ_{Nd} para esta idade de mineralização acima citada para pirita (-5,06) são relativamente semelhantes aos valores nas rochas da região, além disso os valores das razões Pb nas piritas indicam fonte crustal (Crosta Superior) para as mineralizações, estes dados permitem dizer que as rochas das Suítes Intrusivas Graníticas são as geradoras dos fluidos mineralizantes.

Pode-se dizer que a Suite Creporizão é a geradora das mineralizações representadas pelas amostras SF-03-B, SF-03-C e A-02-B, pois a razão de $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ e $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ é muito similar entre a pirita e o plagioclásio do milonito, além disso a idade da pirita obtida pelo diagrama de Doe & Zartman (1979) é muito semelhante com a idade desta Suíte.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M.E., BRITO, M.F.L., FERREIRA, A.L., MONTEIRO, M.A.S. Geologia e recursos minerais da Folha Mamãe Anã (SB.21-V-D). Estados do Amazonas e Pará. Escala 1:250000. PROMIN Tapajós, CPRM, Brasília, Brasil. 2000.
- BAHIA, R.B.C. & QUADROS, M.L. DO E.S. Projeto Especial Província Mineral do Tapajós. PROMIN Tapajós. Geologia e recursos minerais da Folha Caracol - SB.21-X-C, 2000. Estado do Pará. Escala 1:250.000. Nota explicativa. Porto Velho, CPRM.

- CORREA SILVA, R.H., JULIANI, C., BETTENCOURT, J.S., NUNES C.M.D., ALMEIDA, T.I.R. Características de um sistema epitermal "low-sulfidation" (ou adularia-sericita) hospedado em vulcânicas e vulcanoclásticas do grupo Iriri na Província aurífera do Tapajós (PA). 2001 *In: Simpósio de Geologia da Amazônia* (7, Belém)
- COUTINHO, M.G.N., ROBERT, F., SANTOS, R.A. Província Mineral do Tapajós, Amazônia, Brasil: novo enfoque geológico das mineralizações de ouro. 1998 *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 40. Belo Horizonte, SBG, Anais, p.160
- COUTINHO, M.G. DA N. Província Mineral do Tapajós: Geologia, Metalogenia e Mapa Previsional para ouro em SIG. Rio de Janeiro. CPRM 2008. 420p.
- COUTINHO, M.G. DA N., LIVERTON, T. & SOUZA, E.C. Granitic magmatism and related gold mineralization in Tapajós Mineral Province, Amazonian area, Brazil. 1998 *In: International Symposium on Granites and associated Mineralizations*, 2, ISGAM II, Ext. Abstr. Vol., 46-47, Salvador, BA.
- CRAIG, J.R. & VAUGHAN, D.J. Ore microscopy and ore petrography. New York. John Wiley and Sons. 1ªEd, 406p.1981.
- DALL'AGNOL, R., SILVA, C.M.G., SCHELLER, T. Fayalite-hedenbergite rhyolites of Iriri Formation, Tapajós Gold Province, Amazonian Craton : implications for the Uatumã volcanism. *In: Simpósio sobre vulcanismo e ambientes associados*, Boletim de Resumos, 1999, Gramado, p.31.
- DARDENNE, M.A. & SCHOBENHAUS, C. Metalogênese do Brasil. Editora UnB: CPRM, Serviço Geológico do Brasil, 2001. p. 78 a 83.
- DePAOLO, D.J. Neodymium isotope geochemistry-an introduction, Springer, 187 pp. 1988.
- DIAZ, M, TORQUATO, J R, KAWASHITA, K. O Método Samário Neodímio. *Revista de Geologia* 1998 vol.11: 53-85
- FAURE, G. Principles of Isotope Geology. 1986. John Wiley & Sons 589p.
- FERREIRA , A.L., ALMEIDA, M.E., BRITO, M.F.L. & MONTEIRO, M.A.S. Projeto Especial Província mineral do Tapajós . Geologia e recursos minerais da Folha Jacareacanga, SB-21-Y-B. Estado do Amazonas e Pará. Escala 1: 250000. Nota explicativa. Manaus: CPRM, 2000.

- GOLDICH, S.S., HEDGE, C.E. & STERN, T.W. Age of the Morton and Montevideo gnaisses and related rocks southwestern Minnesota. 1970. *Geol. Amer. Bull.* 81: 3671-3696.
- JULIANI, C. Alteração hidrotermal e metalogênese em sistemas vulcano-plutônicos paleoproterozóicos na província aurífera do Tapajós, Cráton Sul Amazônico, Pará. 2002. Tese (Livre Docência) São Paulo, 175 p.
- JULIANI, C.; SILVA, R. H. C.; MONTEIRO, L. V. S.; BETTENCOURT, J. S.; DALL'AGNOL, R. Epithermal and plutonic gold mineralizations related to Paleoproterozoic acid magmatism in the Tapajós Gold Province, Amazonian Craton, Brazil. In: EUROPEAN GEOPHYSICAL SOCIETY, AMERICAN GEOPHYSICAL UNION AND EUROPEAN UNION GEOSCIENCES JOINT ASSEMBLY, NICE. *Geophysical Research Abstracts*, 2003, v. 5.
- KAWASHITA, K., TORQUATO, J R . Geocronologia Nuclear III - O método K/Ar.. *Revista de Geologia*, São Paulo, v. 5, p. 177-207, 1992.
- LAMARÃO, C.N., DALL'AGNOL, R, LAFON, J. E LIMA, E.F. Geology, Chemistry, and Pb-Pb zircon age geochronology of the Paleoproterozoic magmatism of Vila Riozinho, Tapajós Gold Province, Amazonian craton, Brazil. 2002 *Precambrian research* 119 189-223
- LAMARÃO, C.N., DALL'AGNOL, R. E PIMENTEL, M.M. Nd isotopic composition of Paleoproterozoic volcanic and granitoid rocks of Vila Riozinho: implications for the crustal evolution of the Tapajós gold province, Amazon craton 2005 *Journal of South American Earth sciences* v.18, 3-4, 277-292
- NUNES, C.M.D. Caracterização de um sistema epitermal "High-Sulfidation" Paleoproterozóico na Província Aurífera do Tapajós (PA) 2001, dissertação de mestrado Igc-USP 174p.
- SANTOS, J.O.S., HARTMANN, L.A., GAUDETTE, H.E., GROVES, D.I., MCNAUGHTON, N.J. & FLETCHER, I.R. A New Understanding of the Provinces of Amazon Craton Based on Integration of Field Mapping and U-Pb and Sm-Nd Geochronology. 2000 *Gondwana Research*, v.3, n°4, pp.453-488.
- SANTOS, J.O.S., GROVES, D.I., HARTMANN, L.A., MOURA, M.A., MCNAUGHTON, N.J. Gold deposits of the Tapajós and Alta Floresta

Domains, Tapajós-Parimorogenic belt, Amazon Craton, Brazil, *Mineralium Deposita* (2001) 36:278-299.

TASSINARI, C.C.G. O mapa geocronológico do Cráton Amazônico no Brasil : revisão dos dados isotópicos São Paulo, 1996, 139 p, Tese (Livre Docência)

TASSINARI, C. C. G. Geoquímica Isotópica em Ofiolitos: Aplicações na Prospecção de Ouro e Platinóides. In: PEREIRA, E.S.; CASTROVIEJO, R.; ORTIZ F. (ORG.). *COMPLEJOS OFIOLÍTICOS EN IBEROAMÉRICA*. MADRID: PROYECTO, XIII.1 - CYTED, 2004, v. 1, p. 341-358.

TASSINARI, C.C.G. & MACAMBIRA, M. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. Reprinted from *Episodes*, Vol.22, N°3,1999 pp.174-182

TORQUATO J.R. & KAWASHITA K. Geocronologia Nuclear - O método Rb/Sr 1994 *Revista de geologia* v.7: 91-124

TORQUATO J.R. & KAWASHITA K. Geocronologia Nuclear – Metodologias de datação do sistema U, Th e Pb. v.9: 131-141, 1996.

TRÖGER, M.E. Optical determination of rock-forming minerals. Part 1: Determinative tables. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 4ªEd. 188p. 1979

VASQUEZ, M.L., ROSA-COSTA, L.T. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará: Sistema de Informações Geográficas - SIG: Texto Explicativo dos Mapas Geológico e Tectônico dos Recursos Minerais do Estado do Pará. Escala 1:1000000. Bélem CPRM 2008.

10. Anexos

ANEXO I - FOTOCOPIAS

Este anexo contém as cópias das cartas, e-mails, documentos, etc., relacionados ao processo de avaliação da qualidade da educação superior no Brasil, bem como os documentos produzidos durante o processo de avaliação.

ANEXO II - FOTOCOPIAS

Carta	(1994)
Carta	(1994)
Carta	(1994)
Carta	(1994)
Carta	(1994)
Carta	(1994)

ANEXO III - FOTOCOPIAS

Este anexo contém as cópias das cartas, e-mails, documentos, etc., relacionados ao processo de avaliação da qualidade da educação superior no Brasil, bem como os documentos produzidos durante o processo de avaliação.

Este anexo contém as cópias das cartas, e-mails, documentos, etc., relacionados ao processo de avaliação da qualidade da educação superior no Brasil, bem como os documentos produzidos durante o processo de avaliação.

A avaliação da qualidade da educação superior no Brasil é um processo contínuo e em constante evolução.

Os dados e informações aqui apresentados são de caráter informativo e não devem ser utilizados para fins de avaliação ou julgamento.

Este anexo contém as cópias das cartas, e-mails, documentos, etc., relacionados ao processo de avaliação da qualidade da educação superior no Brasil, bem como os documentos produzidos durante o processo de avaliação.

A avaliação da qualidade da educação superior no Brasil é um processo contínuo e em constante evolução.

ANEXO IV - FOTOCOPIAS

Este anexo contém as cópias das cartas, e-mails, documentos, etc., relacionados ao processo de avaliação da qualidade da educação superior no Brasil, bem como os documentos produzidos durante o processo de avaliação.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: STA-FEL-01 A
LOCALIZAÇÃO: Cava Santa Felicidade
COORDENADA UTM: 539240 X 9383390
NOME DA ROCHA: Rocha metavulcânica ácida

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L.
Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan
Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha de granulação fina, maciça, de coloração amarela clara acinzentada, não magnética, apresentando fenocristais incolores de quartzo inclusos em uma matriz basicamente composta por quartzo e sericita. São observadas algumas zonas com limonita, de coloração vermelha amarronzada.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(70%)
Sericita	(19%)
Opacos	(10%)
Goethita	(01%)
Rutilo	(tr)
Zircão	(tr)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha com granulação fina intensamente alterada por hidrotermalismo apresentando uma textura porfírica reliquiar.

Porfiroclastos de **quartzo** com forma subedral, arredondado, deformado e parcialmente recristalizado, fenocristais reliquiais original da textura vulcânica, freqüentemente exibindo forte extinção ondulante. Ocorrem também cristais com granulação fina a média apresentando hábito prismático bipiramidal, típico de cristais de origem hidrotermal, formando agregados de porfiroclastos.

A **sericita** ocorre como minúsculas placas finamente disseminadas na matriz.

Os **opacos** são na maioria **sulfetos** com tamanho fino a médio e grosseiro, com cristais idiomórficos a subidiomórficos e xenomórficos, disseminados e formando grandes agregados.

Rutilo e zircão são acessórios que ocorrem com granulação fina e disseminados na rocha.

A **Goethita** ocorre em fraturas e localmente substituindo **sulfetos** formando pseudomorfos, exibindo uma coloração vermelha amarronzada.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

A rocha foi deformada e parcialmente recristalizada, intensamente hidrotermalizada (silicificação, sericitização e enriquecimento em sulfetos) e metamorfizada em fácies xisto verde, preservando porfiroclastos de quartzo (quartz eyes) relíquias da textura vulcânica porfíroclástica original.

SEÇÃO POLIDA

CÓDIGO DA AMOSTRA: STA-FEL-01 B

LOCALIZAÇÃO: Cava Santa Felicidade

COORDENADA UTM: 539240 X 9383390

NOME DA ROCHA: Rocha metavulcânica ácida

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha de granulação fina, maciça, de coloração amarela clara acinzentada, não magnética, apresentando fenocristais incolores de quartzo inclusos em uma matriz basicamente composta por quartzo e sericita. São observadas algumas zonas com limonita, de coloração vermelha amarronzada.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Pirita	(45%)	Ouro nativo	(tr)
Calcopirita	(tr)	Tetradymita	(tr)
Galena	(tr)	Bismutinita	(tr)
Pirrotita	(tr)	Esfalerita	(tr)
Bornita	(tr)	Goethita	(01%)
Covellina	(tr)	Minerais translúcidos	(54%)
Rutilo	(tr)		

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

A **pirita** ocorre com granulação média a grossa com cristais de subeudrais a anedrais, disseminados e formando grandes agregados.

Calcopirita e **pirrotita** formam cristais anédricos inclusos na **pirita**. **Calcopirita** é mais abundante que **pirrotita**.

Galena e **tetradymita** ocorrem como cristais anédricos finos intergranular com **tetradymita**, inclusa na **pirita**.

Bismutinita foi localmente observada em cristais finos intergranulares com **tetradymita**, inclusa na **pirita**.

Esfalerita é observada em cristais finos inclusos em **calcopirita**.

Bornita foi localmente observada em cristais finos inclusos nos minerais translúcidos (ganga).

Dois grãos de **ouro nativo** foram detectados, com 25 e 45 µm de tamanho, inclusos na **pirita**.

Goethita ocorre preenchendo fraturas da ganga.

O **rutilo** é encontrado incluso na **pirita** em finíssimos cristais eudrais.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

A rocha foi deformada e parcialmente recristalizada, intensamente hidrotermalizada (silicificação, sericitização e enriquecimento em sulfetos) e metamorfozizada em fácies xisto verde, preservando porfiroclastos de quartzo (quartz eyes) relíquias da textura vulcânica porfiroclástica original.

SEÇÃO POLIDA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850858A

LOCALIZAÇÃO: Cava Buritis/ Cola

COORDENADA UTM: 538822 X 9385640

NOME DA ROCHA: Veio de Quartzo

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda (LARA Exploration Ltd.)

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Pirita	(0.3%)
Calcosina	(0.3%)
Calcopirita	(01%)
Bornita	(0.2%)
Covellina	(0.2%)
Cobaltita	(tr)
Ganga Transparente	(98%)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

A pirita **forma cristais finos subedrais a anedrais disseminados na ganga transparente.**

A calcopirita **forma agregados grossos maciços, parcialmente alterados para covellina.**

A **bornita** forma cristais finos anedrais disseminados na rocha localmente substituindo **calcopirita** e sendo substituída por **calcosina e covellina**. Apresenta coloração rosa e é isotrópico.

Calcosina **ocorre intergranular com bornita a substituindo e sendo substituída por covellina. Apresenta coloração azul clara.**

Covellina ocorre intergranular com **calcopirita, calcosina e bornita**, substituindo-os. Provavelmente foi o último **sulfeto** da paragénese a cristalizar. É azul escura e fortemente anisótropa.

Cobaltita foi localmente observada formando um núcleo em cristais de **bornita**. Esta é rosa clara.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850859A

LOCALIZAÇÃO: Cava Dorival

COORDENADA UTM: 539274X 9380437

NOME DA ROCHA: Leucogranito

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha maciça rosa grosseira, pouco magnética, apresentando quartzo incolor, cristais de microclínio rosas, cristais de plagioclásio brancos amarelados e agregados de biotita e clorita.

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(39%)	Titanita	(0.8%)
Microclínio	(35%)	Allanita	(0.2%)
Plagioclásio	(20%)	Zircão	(tr)
Biotita	(01%)	Opacos	(01%)
Epidoto	(02%)	Clorita	(01%)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha grosseira maciça exibindo textura granular hipidiomórfica.

O quartzo ocorre com granulometria grossa, anedral e intersticial apresentando forte extinção ondulante.

O microclínio forma cristais médios a grossos, anedrais a euedrais apresentando intercrescimentos pertíticos, geminação em grade e Carlsbad. Apresenta também intensa caolinização. Este mineral foi localmente observado contornando o plagioclásio e aparentemente substituindo-o, sugerindo um metassomatismo potássico.

O plagioclásio é o oligoclásio, forma grãos médios a grossos subedrais a anedrais apresentando intensa saussuritização e caolinização.

A Biotita e a clorita formam pequenos agregados. A biotita mostra pleocroísmo em amarelo e marrom claro e esta alterado para uma clorita verde clara rica em Fe.

O Epidoto ocorre preenchendo fraturas na rocha. É a variedade *pistacita* que apresenta pleocroísmo amarelo pálido e amarelo esverdeado. O mineral ocorre também incluso no plagioclásio como produto da saussuritização.

Titanita, allanita, zircão e opacos são acessórios, formam cristais finos a médios disseminados. A titanita forma cristais euedrais e esta parcialmente alterada para leucoxênio. Opacos são na maioria magnetita.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta é uma rocha intrusiva ácida, fraturada, fracamente deformada, intemperizada, apresentando a textura granular hipidiomórfica preservada.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850860A

LOCALIZAÇÃO: Cava Dorival

COORDENADA UTM: 539505X 9379983

NOME DA ROCHA: Leucogranito

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha maciça rosa grosseira, pouco magnética, apresentando quartzo incolor, cristais de microclínio rosas, cristais de plagioclásio brancos amarelados e agregados de biotita e clorita.

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(40%)	Opacos	(02%)
Microclínio	(30%)	Leucoxênio	(01%)
Plagioclásio	(23%)	Zircão	(tr)
Biotita-Clorita	(02%)	Turmalina	(tr)
Sericita	(02%)		

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha maciça com granulometria média a grossa exibindo textura granular hipidiomórfica.

O quartzo ocorre com granulometria grossa, anedral e intersticial apresentando forte extinção ondulante.

O microclínio ocorre como cristais médios anedrais a subedrais apresentando intercrescimentos pertíticos, geminação em grade e fraca caolinização.

O plagioclásio é a *andesina* com cristais médios subedrais, apresentando fraca sericitização e caolinização. Este cristais são fraturados e deformados, localmente apresentando lamelas dobradas.

A biotita e a clorita ocorrem como pequenas placas em agregados irregulares. A biotita tem pleocroísmo de amarelo a marrom claro e esta alterada para uma clorita verde clara, provavelmente rica em Fe.

A sericita ocorre como pequenos cristais incluídos nos feldspatos como um produto de alteração e associada com agregados de biotita e clorita. Também ocorre ao longo de fraturas.

Zircão, turmalina e leucoxênio são acessórios e formam cristais finos disseminados associados principalmente com agregados de clorita e biotita. O leucoxenio é um produto de alteração posterior á titanita.

Opacos, principalmente magnetita, ocorre como cristais finos euedrais a subedrais disseminados e formando agregados, localmente apresentando alteração para leucoxênio sugerindo que esta é uma magnetita rica em titânio.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta é uma rocha intrusiva ácida, fraturada, fracamente deformada, intemperizada, apresentando a textura granular hipidiomórfica preservada.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850861A

LOCALIZAÇÃO: Cava Dorival

COORDENADA UTM: 540551X 9378779

NOME DA ROCHA: Granodiorito

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha maciça de coloração amarela rosada claro, de granulação média, intensamente intemperizada e não magnética, apresenta quartzo incolor, cristais de microclínio amarelo rosados, cristais brancos de plagioclásio e cristais verde escuros de hornblenda e clorita.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(30%)	Epidoto	(01%)
Microclínio	(23%)	Opacos	(tr)
Plagioclásio	(35%)	Titanita	(01%)
Hornblenda	(03%)	Allanita	(tr)
Clorita	(07%)	Apatita	(tr)
Biotita	(tr)	Zircão	(tr)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha intensamente intemperizada, maciça média a grossa, apresentando textura granular hipidiomórfica e localmente granoblástica.

O quartzo é **completamente recristalizado e ocorre como cristais finos poligonais formando agregados intersticiais com textura granoblástica.**

O **microclínio** forma cristais médios a grossos subedrais a anedrais apresentando pertitas e geminação e grade, com intensa caolinização.

O **plagioclásio** é *andesina* forma cristais médios a grossos subedrais apresentando intensa saussuritização e caolinização.

A **hornblenda** forma cristais médios prismáticos subédricos apresentando pleocroísmo de amarelo, verde oliva e verde azulado, encontra-se pouco alterado para **clorita**.

A **biotita** ocorre como cristais finos apresentando pleocroísmo amarelo a verde oliva. Esta quase completamente alterada para **clorita**.

A **clorita** ocorre como cristais finos como resultado da alteração de biotita e hornblenda. É uma variedade rica em Fe apresentando forte pleocroísmo em amarelo e verde claro.

A **epidoto** ocorre como cristais prismáticos associados com **biotita**, **clorita** e **hornblenda** provavelmente como produto de alteração. Apresenta intenso pleocroísmo em amarelo claro e amarelo limão claro, corresponde à variedade *pistacita*.

A **titanita**, **allanita**, **zircão**, **apatita** e **opacos** são acessórios que formam cristais finos a médios disseminados na rocha e associados principalmente com agregados de **biotita** e **clorita**. Destes, a **titanita** é mais freqüente, forma cristais euédricos com intensa alteração para leucoxênio.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta rocha é uma ígnea intrusiva ácida ligeiramente deformada, intensamente intemperizada e parcialmente recristalizada tendo a textura granular hipidiomórfica original bem preservada.

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850862A

LOCALIZAÇÃO: Cava Dorival

COORDENADA UTM: 540600 X 9378800

NOME DA ROCHA: Granodiorito

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L.
Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan
Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha cinza clara maciça de granulometria média, intensamente intemperizada e não magnética, apresentando quartzo incolor, cristais brancos de feldspatos e cristais negros de hornblenda e biotita.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(25%)	Titanita	(01%)
Microclínio	(20%)	Zircão	(tr)
Plagioclásio	(35%)	Allanita	(tr)
Hornblenda	(09%)	Apatita	(tr)
Biotita	(08%)	Opacos	(tr)
Epidoto	(02%)		

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha maciça grossa exibindo uma textura granular hipidiomórfica e localmente granoblástica.

O quartzo é **intensamente recristalizado e ocorre como cristais finos poligonais formando agregados intersticiais com textura granoblástica.**

O **microclínio** forma cristais médios a grossos subedrais a anedrais apresentando textura pertítica, geminação em grade e pouca caolinização.

O **plagioclásio** é *oligoclásio-andesina*, forma cristais médios subedrais apresentando intensa caolinização e saussuritização.

A **hornblenda** ocorre como cristais médios prismáticos subedrais apresentando pleocroísmo em amarelo, verde oliva e verde azulado.

A biotita **forma cristais médios, disseminados e formando agregados, apresentando pleocroísmo em amarelo e verde oliva.**

O **epidoto** ocorre como cristais prismáticos formando agregados associados com **biotita e hornblenda**, provavelmente como um produto de alteração. É a variedade *pistacita*, que apresenta pleocroísmo amarelo a amarelo esverdeado claro.

A **titanita, allanita, zircão, apatita e opacos** são acessórios que formam cristais finos a médios disseminados na rocha. A **titanita** é a mais freqüente, apresenta-se parcialmente alterada para leucoxênio.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Trata-se de uma rocha ígnea intrusiva, intensamente intemperizada, mostrando ausência de deformação. Ocorre uma recristalização parcial, que, no entanto, não oblitera a textura granular hipidiomórfica original.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850863A

LOCALIZAÇÃO: Cava Dorival

COORDENADA UTM: 540600X 9378750

NOME DA ROCHA: Granodiorito Milonítico

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha rosa foliada fina a média, magnética, apresentando quartzo incolor, cristais brancos de plagioclásio, cristais rosas de microclínio e bandas verdes difusas de clorita. A magnetita e os sulfetos são concentrados em bandas.

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(25%)	Epidoto	(tr)
Microclínio	(20%)	Opacos	(03%)
Plagioclásio	(37%)	Zircão	(tr)
Clorita	(04%)	Titanita	(01%)
Sericita	(10%)	Allanita	(tr)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha foliada com granulometria média, parcialmente recrystalizada apresentando uma textura milonítica preservando relictos da textura granular hipidiomórfica original.

O quartzo ocorre como cristais finos xenoblásticos formando bandas paralelas difusas em uma textura granoblástica.

O microclínio forma cristais médios a grossos subedrais a anedrais, deformados, e porfiroclastos orientados, apresentando intercrescimentos pertíticos, geminação em grade e intensa caolinização.

O plagioclásio forma porfiroclastos médios subedrais a anedrais, deformados, apresentando intensa sericitização e caolinização.

Ambos, plagioclásio e microclínio formam também uma segunda geração de cristais xenoblásticos finos cominuídos pela milonitização, formando bandas paralelas difusas.

A clorita ocorre como pequenas placas disseminadas e formando agregados orientados e bandas difusas. É uma variedade que mostra pleocroísmo amarelo a verde claro.

A sericita ocorre como finas placas incluídas no plagioclásio e localmente encontrada em fraturas.

O epidoto, titanita, allanita e zircão são acessórios que formam cristais eudrais a subedrais disseminados. A titanita ocorre alterada para leucoxênio.

Os opacos, principalmente magnetita e sulfetos, ocorrem como cristais finos eudrais formando bandas paralelas difusas.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta rocha foi provavelmente uma ígnea intrusiva ácida, que foi intensamente cisalhada e parcialmente recrystalizada, apresentando uma textura milonítica e preservando relictos da textura original granular hipidiomórfica.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850864A

LOCALIZAÇÃO: Cava Baiano

COORDENADA UTM: 538900 X 9384500

NOME DA ROCHA: Leucogranito Alterado

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha maciça rosa grossa, intemperizada, intensamente fraturada e não magnética, exibindo quartzo incolor, microclínio róseos e agregados de sericita cinza esverdeada clara.

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo (38%)

Microclínio (35%)

Sericita (25%)

Opacos (02%)

Leucoxenio (tr)

Zircão (tr)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha maciça intensamente fraturada e hidrotermalizada, apresentando textura granular hipidiomórfica.

Quartzo ocorre como cristais grossos anédricos e intersticiais apresentando forte extinção ondulante.

O microclínio forma cristais médios a grossos anedrais apresentando geminação em grade e intensa sericitização.

A sericita ocorre como placas finas substituindo o microclínio e formando pseudomorfos médios a grossos prismáticos.

Os opacos ocorrem preenchendo fraturas na rocha e parecem ser hematita.

O zircão é acessório e forma cristais finos dispersos na rocha.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta foi provavelmente uma rocha intrusiva ácida, que foi intensamente alterada por ação hidrotermal (sericitização e silicificação) e intempérica. É pouco deformada e preserva relictos da textura granular hipidiomórfica original.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850865A

LOCALIZAÇÃO: Cava Dorival

COORDENADA UTM: 540990X 9378430

NOME DA ROCHA: Granodiorito

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha cinza clara média, magnético, exibindo quartzo incolor, plagioclásio branco, microclínio rosa claro e cristais de biotita e clorita verdes escuro.

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(20%)	Sericita	(02%)
Plagioclásio	(40%)	Titanita	(0.5%)
Microclínio	(23%)	Allanita	(0.5%)
Biotita	(05%)	Topázio	(tr)
Clorita	(05%)	Apatita	(tr)
Epidoto	(02%)	Zircão	(tr)
Opacos	(02%)		

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha maciça média a grossa apresentando textura granular hipidiomórfica.

O quartzo é intensamente recristalizado e ocorre como cristais xenoblásticos finos formando agregados intersticiais em uma textura granoblástica original.

O microclínio forma cristais médios a grossos subedrais a anedrais, apresenta intercrescimentos peritéticos, geminação em grade e caolinização.

O plagioclásio é *andesina* e forma cristais médios subedrais apresentando intensa saussuritização e caolinização.

A biotita ocorre como cristais finos a médios não orientados, disseminados e formando agregados, apresentando um pleocroísmo de amarelo a verde oliva sugerindo uma alta quantidade de Fe. É parcialmente substituída por Fe - clorita verde clara.

O epidoto ocorre preenchendo fraturas e associado com agregados de biotita-clorita. É a *pistacita*, mostra pleocroísmo amarelo pálido a amarelo limão claro.

A sericita ocorre como pequenas placas associadas ao epidoto em fraturas.

A titanita, allanita, apatita, topázio e zircão são acessórios que formam cristais disseminados finos a médios eudrais a subedrais.

Os opacos, principalmente magnetita, formam cristais finos eudrais a subedrais disseminados na rocha.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta é uma rocha intrusiva ácida que não apresenta sinais de deformação e recristalização parcial, apresentando a textura granular hipidiomórfica preservada.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850867A

LOCALIZAÇÃO: LB2725N

COORDENADA UTM: 539220 X 9386065

NOME DA ROCHA: Granito

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L.
Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan
Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha maciça cinza rosada, grossa, magnética, apresentando quartzo incolor, cristais brancos de plagioclásio, cristais rosas de microclínio e agregados verdes escuros de clorita.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(25%)	Opacos	(02%)
Microclínio	(39%)	Titanita	(01%)
Plagioclásio	(25%)	Allanita	(tr)
Clorita	(07%)	Apatita	(tr)
Epidoto	(01%)	Zircão	(tr)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha de granulação grossa e estrutura maciça, exibindo uma textura granular hipidiomórfica.

O quartzo ocorre como cristais médios a grossos anedrais e intersticiais apresentando forte extinção ondulante.

O microclínio forma cristais médios a grossos subedrais a anedrais apresentando intercrescimentos pertíticos, geminação em grade e fraca caolinização.

O plagioclásio é oligoclásio-andesina forma cristais médios subedrais a anedrais apresentando intensa caolinização e saussuritização.

A clorita ocorre como cristais não orientados finos a médios, disseminados, formando agregados, mostrando pleocroísmo amarelo a verde claro sugerindo alto teor de Fe.

O epidoto ocorre associado com agregados de clorita e localmente preenchendo fraturas.

A titanita, allanita, zircão e apatita são acessórios que formam cristais disseminados finos a médios eudrais a subedrais, comumente associados com clorita. Titanita é o mineral que apresenta a mais freqüente alteração para leucoxênio.

Os opacos, principalmente magnetita, forma cristais finos a médios eudrais a subedrais, disseminados na rocha e localmente formando agregados. Alguns cristais apresentam uma fina borda de magnetita, sugerindo uma alta quantidade de Ti no mineral.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta é uma rocha intrusiva que apresenta fraca alteração (saussuritização, cloritização e caolinização), tendo a textura original granular hipidiomórfica bem preservada.

SEÇÃO POLIDA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850868A

LOCALIZAÇÃO: Grota Cola

COORDENADA UTM: 538820 X 9385640

NOME DA ROCHA: Veio de quartzo

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L.
Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan
Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Pirita (45%)

Calcopirita (tr)

Goethita (tr)

Ganga Transparente (55%)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Pirita ocorre em cristais médios a grossos com forma subedral a anedral, intensamente fraturados e formando agregados grossos.

Calcopirita forma cristais anedrais finos raros inclusos na **pirita**.

Goethita foi localmente observada formando finos *boxworks* cúbicos pós-**pirita**.

SEÇÃO POLIDA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850869A

LOCALIZAÇÃO: Cava Santa Felicidade

COORDENADA UTM: 539220 X 9383340

NOME DA ROCHA: Veio de quartzo

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Pirita (18%)

Calcopirita (tr)

Covellina (tr)

Goethita (02%)

Ganga Transparente (80%)

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L.
Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan
Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Pirita **forma cristais médios a grossos subedrais intensamente fraturados e formando agregados grosseiros maciços.**
Alguns cristais são parcialmente ou completamente substituídos por goethita.

Calcopirita ocorre como cristais muito finos anedrais incluídos na **pirita**.

Covellina ocorre ao longo das fraturas na **pirita** e é possivelmente pós **calcopirita**.

Goethita **forma cristais médios a grossos, pseudomorfos (*boxworks*) de pirita.**

SEÇÃO POLIDA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850870A

LOCALIZAÇÃO: Cava Baiano

COORDENADA UTM: 538900 X 9384480

NOME DA ROCHA: Veio de quartzo

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Pirita (02%)

Calcopirita (tr)

Goethita (03%)

Ganga Transparente (95%)

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Pirita ocorre como cristais cúbicos subédricos médios a grossos, preenchendo fraturas na rocha, sendo substituído parcialmente por goethita.

Calcopirita forma cristais muito finos anedrais, disseminados na ganga transparente (**quartzo**).

Goethita ocorre substituindo **pirita** formando pseudomorfos grosseiros cúbicos (boxwork), concentrados em fraturas.

SEÇÃO POLIDA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850871A

LOCALIZAÇÃO: Cava Aloísio

COORDENADA UTM: 539050X 9383860

NOME DA ROCHA: Veio de quartzo

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L.
Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan
Brazilian Mineração Ltda (LARA Exploration Ltd.)

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Pirita	(35%)	Hematita	(tr)
Calcopirita	(tr)	Goethita	(tr)
Pirrotita	(tr)	Ilmenita	(tr)
Covellina	(tr)	Ganga Transparente	(65%)
Ouro Nativo	(tr)		

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Pirita ocorre como cristais médios a grossos euedrais a subedrais formando agregados maciços inclusos no quartzo.

Calcopirita ocorre como cristais anedrais finos inclusos na **pirita**.

Pirrotita forma cristais muito finos raros, inclusos na **pirita** e intergranular com **calcopirita**.

Covellina foi localmente observado como cristais finos na ganga transparente, provavelmente posterior à **calcopirita**.

Dois grãos de **ouro nativo** foram identificados, 20µm e 5µm em tamanho, inclusos na **pirita**.

Goethita foi localmente observada substituindo **pirita** e formando pseudomorfos cúbicos (*boxwork*) finos.

Ilmenita e hematita formam cristais muito finos inclusos na **pirita**.

SEÇÃO POLIDA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850872A

LOCALIZAÇÃO: Cava Santa Felicidade

COORDENADA UTM: 539240 X 9383330

NOME DA ROCHA: Veio de quartzo leitoso

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Goethita (15%)

Hematita (tr)

Calcopirita (tr)

Pirita (tr)

Ouro Nativo (tr)

Ganga transparente(85%)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Pirita e calcopirita **formam raros cristais muito finos inclusos no quartzo.**

Goethita ocorre substituindo **pirita** formando *boxworks* cúbicos em agregados maciços.

Hematita foi **localmente** observada como cristais finos placóides formando agregados irregulares.

Três grãos de **ouro nativo** foram detectados, 10µm e 25µm na goethita posterior a pirita e um de 5µm no **quartzo**.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: D-1

LOCALIZAÇÃO: NE de Cola

COORDENADA UTM: 539220 X 9386100

NOME DA ROCHA: Meta-dolerito

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha verde escura maciça fina, não magnética, apresentando cristais verdes escuros de anfibólio e cristais incolores a amarelos esbranquiçados saussuritizados de plagioclásio.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Plagioclásio saussuritizado	(50%)
Hornblenda-actinolita	(44%)
Opacos	(01%)
Titanita	(03%)
Quartzo	(02%)
Apatita	(tr)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha maciça de granulação média, intensamente hidrotermalizada, apresentando texturas porfírica e subofítica relictas.

Plagioclásio forma fenocristais euedrais esparsos com granulação fina a média, ripiformes, não orientados, incluindo **anfibólios**, representando a textura subofítica relictas. Os cristais são quase totalmente alterados para saussurita (microagregado de **sericita** + **epidoto**). Cristais de **plagioclásio** frescos remanescentes são preservados.

A **hornblenda** e a **actinolita** ocorrem intergranulares com cada uma formando cristais finos a médios com forma anedral a subedral, inclusos no **plagioclásio**. A hornblenda apresenta pleocroísmo amarelo, marrom claro e marrom esverdeado. A **actinolita** exibe um pleocroísmo amarelo pálido, verde azulado claro a verde claro.

Os **opacos** são principalmente ilmenitas, formam cristais finos subédricos disseminados, frequentemente apresentando a borda com **titanita**.

A **titanita** forma cristais finos euédricos a subédricos exibindo intensa alteração para leucoxênio.

O **quartzo** ocorre como cristais finos anedrais e intersticiais disseminados na rocha.

A **apatita** é acessório e se apresenta como cristais euedrais a subedrais finos disseminados na rocha.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta é uma rocha ígnea intrusiva básica, provavelmente subvulcânica (dique, sill?) intensamente alterada hidrotermalmente (saussuritização e anfíbolização) e metamorfizada em fácies anfíbolito, preservando relictos das texturas ígneas subofíticas e porfíricas originais.

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: GR-03

LOCALIZAÇÃO: W de Santa Cecília

COORDENADA UTM: 542260 X 9386410

NOME DA ROCHA: Quartzo Monzodiorito

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA: Rocha maciça cinza rósea com granulometria de média a grossa, apresentando magnetismo, exibindo cristais de feldspato incolores a róseos, agregados de clorita verde escuro, quartzo incolor e cristais amarelos de epidoto associados com clorita preenchendo fraturas.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Plagioclásio	(61%)	Carbonato	(02%)
Microclínio	(05%)	Titanita	(01%)
Quartzo	(05%)	Opacos	(02%)
Clorita	(15%)	Apatita	(tr)
Epidoto	(09%)	Allanita	(tr)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha maciça média a grossa, fraturada e com alteração hidrotermal, apresentando textura granular hipidiomórfica.

O **plagioclásio** é a *andesina*, forma cristais subedrais de granulometria média a grossa, apresentando intensa saussuritização.

Microclínio ocorre como cristais médios anédricos apresentando intercrescimento pertítico, geminação em grade e fraca caolinização, usualmente contornando o **plagioclásio** e substituindo ele, sugerindo um metassomatismo potássico.

Quartzo ocorre como cristais finos anédricos e intersticiais exibindo extinção ondulante forte.

Clorita ocorre em cristais em forma de lentes finas a médias, como pseudomorfos da **biotita**, formando agregados de formato irregular. Esta é uma variedade rica em Fe apresentando forte pleocroísmo de amarelo a verde claro.

Epidoto ocorre como cristais finos prismáticos associados com agregados de clorita e preenchendo fraturas desta rocha. Trata-se da variedade de **epidoto pistacita**, que mostra pleocroísmo amarelo claro a amarelo esverdeado.

O **carbonato** é a **calcita** e ocorre em fraturas associada com o **epidoto**.

Titanita forma cristais finos euedrais a subedrais disseminados, associados principalmente com agregados de **clorita** e mostrando alteração para leucoxênio, ocorre também como cristais muito finos ao longo dos planos de clivagem da **clorita** como um produto de alteração secundária.

Opacos são principalmente **magnetita** e **ilmenita**, formando cristais euédricos a subédricos disseminados e associados principalmente com **clorita**. A ilmenita apresenta uma fina borda de titanita.

Apatita e **allanita** são acessórios, formam cristais finos euedrais a subedrais disseminados.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta é uma rocha ígnea intermediária intrusiva, fracamente deformada, e alterada hidrotermalmente (cloritização, saussuritização, epidotização e microclinização), tendo a textura ígnea granular hipidiomórfica reliquiar bem preservada. O microclínio que substitui o plagioclásio indica um metassomatismo com enriquecimento de potássio.

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: GR-04

LOCALIZAÇÃO: W de Santa Cecília

COORDENADA UTM: 541280 X 9386370

NOME DA ROCHA: Granito

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha cinza amarelada maciça com granulação média, magnética, apresentando quartzo incolor, feldspatos brancos e incolores e placas pretas de biotita.

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(25%)	Opacos	(01%)
Microclínio	(40%)	Titanita	(tr)
Plagioclásio	(25%)	Apatita	(tr)
Biotita	(08%)	Zircão	(tr)
Epidoto	(01%)	Allanita	(tr)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha maciça com granulometria média a grossa apresentando textura granular hipidiomórfica.

O **microclínio** ocorre em cristais médios a grossos, anédricos a subédricos apresentando pertitas, geminação em grade e fraca caolinização.

O **quartzo** é anédrico e intersticial, apresenta forte extinção ondulante.

O **plagioclásio** é *oligoclásio* com cristais de granulometria média apresentando intensa caolinização e fraca saussuritização.

A **biotita** ocorre como cristais finos não orientados exibindo pleocroísmo de amarelo a verde amarronzado, localmente apresentando alteração para **clorita**.

Epidoto ocorre em cristais finos associados com a **biotita**, provavelmente como um produto de alteração. É a variedade *pistacita* que apresenta pleocroísmo amarelo claro a amarelo esverdeado claro.

Os **opacos**, na maioria **magnetita**, formam cristais finos euédricos a subédricos disseminados na rocha.

A **titanita**, **apatita**, **zircão** e **allanita** são acessórios que formam cristais eudrais a subedrais disseminados, associados principalmente com **biotita**. A **titanita** ocorre também como mineral secundário, ao longo dos planos de clivagem da **biotita**.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta é uma rocha ígnea intrusiva ácida que não exhibe deformação e apresenta-se alterada (saussuritização, cloritização, caolinização e epidotização), tendo a textura granular hipidiomórfica original bem preservada.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: GR-05

LOCALIZAÇÃO: Grotta Cola

COORDENADA UTM: 538822 X 9385640

NOME DA ROCHA: Leucogranito

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha maciça grosseira, não magnética, apresentando cristais de feldspato róseos e amarelo creme, quartzo incolor, agregados de clorita verde escura e agregados de epidoto amarelo. Um veio fino de quartzo (1,0 cm) corta a rocha.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(30%)
Microclínio	(40%)
Plagioclásio	(20%)
Epidoto	(06%)
Clorita	(02%)
Allanita	(02%)
Opacos	(tr)
Apatita	(tr)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha maciça grosseira fortemente fraturada, exibindo uma textura granular hipidiomórfica.

O **microclínio** forma cristais anédricos intensamente fraturados e exibindo pertitas, geminações em grade e fraca caolinização.

O **plagioclásio** (*oligoclásio*) forma cristais subédricos a anédricos intensamente fraturados, apresentando fraca saussuritização e caolinização.

O **quartzo** ocorre como cristais grosseiros anedrais e intersticiais exibindo forte extinção ondulante.

O **epidoto** ocorre em fraturas e associado com **clorita** formando agregados maiores. Esta é uma variedade rica em Fe que mostra pleocroísmo de amarelo a verde claro.

A **allanita** forma cristais, eudrais a subedrais, médios, de cor laranja amarronzada. É encontrada associada aos agregados de **epidoto-clorita**. É uma variedade metamítica, quase isotrópica.

Os **opacos** e a **apatita** são acessórios que formam cristais finos, eudrais a subedrais disseminados, junto com os agregados com **epidoto-clorita**.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta é uma rocha ígnea intrusiva ácida, intensamente fraturada e hidrotermalmente alterada (epidotização, cloritização & enriquecimento de allanita), possivelmente um veio pegmatítico (?).

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: GR-06

LOCALIZAÇÃO: Grota Rael

COORDENADA UTM: 538614 X 9385480

NOME DA ROCHA: Granito

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha rósea maciça grossa, fracamente magnética, apresentando cristais de microclínio, quartzo incolor, cristais brancos de plagioclásio geralmente exibindo um centro amarelo, e cristais negros de biotita.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(30%)	Epidoto	(0,5%)
Plagioclásio	(28%)	Titanita	(0,4%)
Microclínio	(30%)	Allanita	(0,5%)
Biotita	(08%)	Apatita	(tr)
Clorita	(02%)	Opacos	(0,6%)
Zircão	(tr)		

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha maciça grosseira apresentando textura granular hipidiomórfica.

O **microclínio** forma cristais anédricos de granulometria grossa, exibindo pertitas, geminações Carlsbad e em grade e fraca caolinização.

O **plagioclásio** forma cristais grossos subédricos apresentando intensa saussuritização. Os cristais estão zonados, apresentando um centro rico em Ca, completamente alterados para saussurita, e na borda ocorre uma fase rica em Na sem alteração. O **microclínio** foi localmente observado substituindo o **plagioclásio** sugerindo um metassomatismo potássico.

O **quartzo** ocorre como cristais grosseiros anedrais e intersticiais exibindo forte extinção ondulante.

A **biotita** ocorre como cristais médios não orientados formando grandes agregados e apresentando pleocroísmo de amarelo a verde oliva escura, sugerindo alto teor de Fe. Pode ser observada alteração de clorita verde clara, com alto teor de Fe.

Epidoto ocorre em cristais finos associados com os agregados de **biotita** e **clorita**, como um produto de alteração.

Os **opacos**, na maioria magnetita, formam cristais finos euédricos a subédricos disseminados na rocha.

A **titanita**, **apatita**, **zircão**, **opacos** e **allanita** são acessórios que formam cristais eudrais a subedrais finos, associados com agregados de **biotita-clorita**. A **allanita** é metamítica, quase isotrópica. Os opacos são na maioria **magnetitas**. A **titanita** ocorre como mineral secundário incluso na **clorita**.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta é uma rocha ígnea intrusiva ácida que mostra ausência de deformação e alteração fraca (saussuritização, cloritização, epidotização e microclinização), tendo a textura ígnea granular hipidiomórfica original bem preservada.

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda (LARA Exploration Ltd.)

SEÇÃO POLIDA

CÓDIGO DA AMOSTRA: SFN-HMC-01

LOCALIZAÇÃO: Cava Santa Felicidade

COORDENADA UTM: 538614 X 9385480

NOME DA ROCHA: Concentrado de minerais pesados

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Concentrado de minerais pesados compostos principalmente de ilmenita, com cristais médios a grossos subedrais tabulares com clivagem bem desenvolvida. Os cristais de magnetita são menores e apresentam-se euedrais com hábito octaedral.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Ilmenita (90%)

Magnetita (07%)

Pirita (02%)

Calcopirita (tr)

Rutilo (01%)

Hematita (tr)

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

A **ilmenita** ocorre como cristais tabulares subedrais, 1,0 mm a 7,0 mm, com forte anisotropia e exibindo uma fraca alteração para **rutilo**.

A **magnetita** ocorre em cristais subedrais a anédricos de granulação fina a média, 0,5mm a 1,5mm, apresentando alteração insipiente para **hematita**.

O **rutilo** apresenta coloração cinza clara, apresenta reflexão interna branca e ocorre substituindo os cristais de **ilmenita**.

A **hematita** é cinza azulada e ocorre substituindo a **magnetita** ao longo dos planos de clivagem.

A **pirita** forma grãos subédricos a anédricos médios a grossos, 1,0 mm a 5,0 mm.

A **calcopirita** foi localmente observada como um grão com cerca de 100um em tamanho.

SEÇÃO POLIDA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850853

LOCALIZAÇÃO: Cava Santa Felicidade

COORDENADA UTM: 539230 X 9383340

NOME DA ROCHA: Veio de quartzo rico em pirita

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L.
Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan
Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha maciça de granulação grossa, não magnética, composto essencialmente de agregados de quartzo incolor e agregados de pirita maciça.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Pirita	(78%)
Calcopirita	(01%)
Goethita	(01%)
Ilmenita	(tr)
Hematita	(tr)
Esfalerita	(tr)
Quartzo	(20%)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

A **pirita** ocorre em granulação grossa com cristais euedrais a subedral formando um agregado maciço.

Calcopirita ocorre inclusa em **pirita**, com cristais anedrais muito finos.

A **esfalerita** forma pouquíssimos cristais anédricos muito finos inclusos na **pirita** e ocasionalmente intergranular na **calcopirita**.

A **goethita** parece ser um produto da alteração da **pirita**, substituindo-a ao longo das fraturas e localmente formando pseudomorfos cúbicos finos.

Ilmenita e hematita esparsas formam cristais alongados muito finos inclusos na **pirita**.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: 850856

LOCALIZAÇÃO: Cava Santa Felicidade

COORDENADA UTM: 539411 X 9383767

NOME DA ROCHA: Granito alterado

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha maciça amarela esbranquiçada de granulação grossa, intensamente intemperizada, não magnética, apresenta quartzo incolor, agregados de sericita, médios a grosseiros, com coloração amarela claro a verde claro, pseudomorfos do feldspato.

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Celina M.L. Marchetto (CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian Mineração Ltda. (LARA Exploration Ltd.)

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(35%)
Plagioclásio	(05%)
Sericita	(57%)
Limonita	(02%)
Rutilo	(01%)
Opacos	(tr)
Zircão	(tr)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha com granulação grossa intensamente hidrotermalizada, preservando relictos da textura granular hipidiomórfica original.

Quartzo ocorre como cristais grosseiros anedrais e intersticiais, com forte extinção ondulante.

Plagioclásio forma cristais subedrais grosseiros quase totalmente substituído por **sericita**, preserva-se porções frescas ao longo de linhas de clivagem.

Sericita ocorre como placas pequenas formando pseudomorfos com granulação média e forma eudral e subedral, provavelmente depois do **k-feldspato** e **plagioclásio**, frequentemente preserva **plagioclásio** fresco e limonita disseminada.

Limonita ocorre finamente disseminada em agregados de sericita, pseudomorfos do **plagioclásio**.

Rutilo forma cristais finos eudrais e forma agregados cristalinos intensamente alterados para leucóxênio.

Zircão e **opacos** são acessórios formando cristais disseminados e euédricos e finos.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta é uma rocha ígnea intrusiva, mostrando nenhuma deformação e intensa hidrotermalização (sericitização), preservando relictos da textura hipidiomórfica granular.

SEÇÃO DELGADA

Código da amostra: 850857

Localização: Grotta do Cozinheiro

Coordenada UTM: 539501 X 9383555

NOME DA ROCHA: Granito milonitizado

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha foliada com coloração cinza rosado e granulação fina a grossa, apresenta fraco magnetismo, apresentando bandas de quartzo, incolores e porfiroclastos de K-feldspato róseos, porfiroclastos de plagioclásio, bandas finas e verde escuras de clorita e cristais negros de magnetita. São observados também cristais de sulfetos.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(25%)
Microclínio	(35%)
Plagioclásio	(25%)
Sericita	(02%)
Clorita	(01%)
Titanita	(01%)
Opacos	(02%)
Allanita	(02%)
Zircão	(tr)
Epidoto	(tr)

Responsável pela descrição: Celina M.L. Marchetto
(CLM Petrografia Ltda.) a serviço da Pan Brazilian
Mineração Ltda (LARA Exploration Ltd.)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha foliada com minerais finos, médios e grossos, intensamente deformada, apresentando textura milonítica.

Quartzo é completamente recrystalizado e ocorre como cristais poligonais finos, formando bandas paralelas em uma textura granoblástica padrão.

O **microclínio** apresenta-se deformado e orientado em porfiroclastos elipsoidal apresentando pertitas e geminação em grade. Ocorre também uma segunda geração de cristais cominuídos pela milonitização, formando bandas paralelas difusas.

O **plagioclásio** (*oligoclásio*) apresenta forma cristais subedrais a anedrais deformados e porfiroclastos orientados apresentando intensa caolinização e uma geração secundária de cristais muito finos formados pela milonitização, formando bandas paralelas difusas.

Biotita e **clorita** ocorrem como cristais finos orientados formando bandas difusas. **Biotita** apresenta pleocroísmo em tons amarelos e verde amarronzado e é quase totalmente substituído por clorita.

Sericita ocorre como grãos pequenos associados com **biotita-clorita**, formando bandas.

Cristais médios de **allanita** são concentrados em bandas e apresentam frequentemente uma fina tira de **epidoto**. É uma variedade metamítica, quase isotrópica.

Titanita se encontra em cristais finos a médios disseminados, apresentando forma euédrica a subédrica.

Opacos parecem ser na maioria **magnetita**, formando cristais euédricos a subédricos concentrados em bandas.

O **zircão** é mineral acessório e ocorre disseminado na rocha.

O **epidoto** ocorre em cristais finos associados com clorita e localmente circundando cristais de **allanita**.

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Esta é uma rocha ígnea intrusiva ácida intensamente deformada e apresentando uma textura milonítica, possivelmente associada com uma zona de falha, preservando porfiroclastos de feldspatos relictos da textura granular ígnea original.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: C-03-B

LOCALIZAÇÃO: Grotta Cola

NOME DA ROCHA: microgranito (sienito)

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha fanerítica fina (cristais e no máximo 1mm), com estrutura maciça maciça, coloração rosa alaranjado, apresentando fraturas preenchidas por quartzo que cortam a rocha.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Microclínio (40%)

Quartzo (40%)

Plagioclásio (*oligoclásio*, An=18) (20%)

Sericita (-)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha com granulação fina, maciça, porém com vênulas de quartzo.

O **microclínio** pode ocorrer em cristais maiores sem geminação, sericitizados (1mm), com forma anédrica e por vezes com pertitas, cristais menores (<0,5mm) apresentam geminação em grade, pouco alterados subidiomórficos.

O **oligoclásio** apresenta geminação polissintética (indeformada, dobrada ou formando *kink bands*), com forma subédrica. Alguns cristais com geminação menos evidente, encontram-se saussuritizados.

O **quartzo** ocorre em cristais que variam de 0,1 a 1mm, estes exibem forma anédrica, arredondada e possuem extinção ondulante a fragmentosa. Também ocorre de forma secundária preenchendo veios de cerca de 0,2mm de espessura que cortam a rocha.

A **sericita** ocorre substituindo o microclínio, além de ocorrer intersticial e em veios finos.

RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS

MINERAIS / ESTÁGIOS	MAGMÁTICO	PÓS-MAGMÁTICO
PLAGIOCLÁSIO (OLIGOCLÁSIO)	-----	
MICROCLÍNIO	-----	
QUARTZO	-----	-----
SERICITA		-----

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Pela granulometria desta rocha pode-se dizer que ela se formou em condições subvulcânicas, talvez em borda de câmara magmática. As vênulas de quartzo e de sericita evidenciam tectonismo posterior à formação da rocha.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: GC-01-B

LOCALIZAÇÃO: Grotta do Cozinheiro

NOME DA ROCHA: Granito milonitizado

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha de granulação média a grossa com estrutura foliada milonítica, cor coloração rósea, dada pelos porfiroclastos de feldspato potássico presentes na amostra. Apresenta textura protomilonítica.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Microclínio	(40%)	Apatita	(-)
Quartzo	(35%)	Rutilo	(-)
Plagioclásio (<i>oligoclásio</i> , An=15)	(20%)	Opacos	(-)
Biotita	(5%)	Sericita	(-)
Clorita	(-)		
Zircão	(-)		

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha com granulação média, com granulação de 0,25 a 3 mm, textura protomilonítica, dada pela orientação dos minerais de quartzo e biotita neoformados e pelos porfiroclastos de microclínio em forma de sigmóide.

O **microclínio** pode ocorrer em cristais maiores com geminação em grade, sericitizados (até 3mm), com forma sigmoidal e por vezes com pertitas. Aparentemente todo microclínio está deformado, isso sugere que todo microclínio foi gerado antes do evento de milonitização.

O **oligoclásio** apresenta granulação média, com cristais subédricos. Alguns cristais com geminação menos evidente, encontram-se saussuritizados.

O **quartzo** ocorre em cristais anédricos com cerca de 0,5mm de 0,1 a 1mm, estes exibem forma anédrica, arredondada e possuem extinção ondulante a fragmentosa.

A **biotita** apresenta coloração verde e parece ser neoformada durante o evento de milonitização, pois encontra-se orientada paralelamente ao plano de foliação do quartzo e dos porfiroblastos de microclínio.

A **sericita** ocorre substituindo o microclínio.

Também ocorre **epidoto**, este junto com biotita e opacos.

Apatita ocorre disseminada na rocha geralmente incluída em grãos de quartzo, juntamente com o **zircão**.

Os **opacos** ocorrem disseminados na rocha em forma que varia de euédrica a subédrica.

RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS

MINERAIS / ESTÁGIOS	MAGMÁTICO	PÓS-MAGMÁTICO
PLAGIOCLÁSIO (OLIGOCLÁSIO)	-----	-----
MICROCLÍNIO	-----	
QUARTZO	-----	-----
BIOTITA	---	-----
EPIDOTO E SERICITA		-----
APATITA E ZIRCÃO	-----	
OPACOS	-----	-----

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Provavelmente esta rocha foi um granito que sofreu deformação e metamorfismo por estar em zona de milonitização.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: GC-02-B

LOCALIZAÇÃO: Grotta do Cozinheiro

NOME DA ROCHA: Granito milonitizado

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha de granulação média a grossa com estrutura foliada milonítica, cor coloração rósea, dada pelos porfiroclastos de feldspato potássico presentes na amostra. Apresenta textura protomilonítica.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Microclínio	(30%)	Clorita	(-)
Quartzo	(40%)	Apatita	(-)
Plagioclásio (<i>oligoclásio a andesina</i> , An=28 a 35)		Rutilo	(-)
(25%)		Opacos	(-)
Biotita	(5%)	Sericita	(-)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha com granulação média, com granulação de 0,25 a 3 mm, textura protomilonítica, dada pela orientação dos minerais de quartzo e biotita neoformados e pelos porfiroclastos de microclínio em forma de sigmóide.

O **microclínio** pode ocorrer em cristais maiores com geminação em grade, sericitizados (até 3mm), com forma sigmoidal e por vezes com pertitas. Aparentemente todo microclínio está deformado, isso sugere que todo microclínio foi gerado antes do evento de milonitização.

O **oligoclásio** apresenta granulação média, com cristais subédricos, apresentando geminação polissintética. Alguns cristais com geminação menos evidente, encontram-se saussuritizados.

O **quartzo** ocorre em cristais anédricos com cerca de 0,5mm de 0,1 a 1mm, estes exibem forma anédrica, arredondada e possuem extinção ondulante a fragmentosa.

A **biotita** apresenta coloração verde e parece ser neoformada durante o evento de milonitização, pois encontra-se orientada paralelamente ao plano de foliação do quartzo e dos porfiroblastos de microclínio. Apresenta substituição por clorita nas bordas.

A **sericita** ocorre substituindo o microclínio. Também ocorre **epidoto**, este junto com biotita e opacos.

Apatita e zircão ocorrem disseminada na rocha geralmente incluída em grãos de quartzo.

Os **opacos** ocorrem disseminados na rocha em forma que varia de euédrica a subédrica.

RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS

MINERAIS / ESTÁGIOS	MAGMÁTICO	PÓS-MAGMÁTICO
PLAGIOCLÁSIO (OLIGOCLÁSIO)	-----	-----
MICROCLÍNIO	-----	
QUARTZO	-----	-----
BIOTITA	---	-----
EPIDOTO, SERICITA E CLORITA		-----
APATITA E ZIRCÃO	-----	
OPACOS	-----	-----

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Provavelmente esta rocha foi um granito que sofreu deformação e metamorfismo por estar em zona de milonitização.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: GC-03-C

LOCALIZAÇÃO: Grota do Cozinheiro

NOME DA ROCHA: Granito milonitizado

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha de granulação média a grossa com estrutura foliada milonítica, cor coloração rósea, dada pelos porfiroclastos de feldspato potássico presentes na amostra. Apresenta textura protomilonítica.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(40%)	Hornblenda	(2%)
Microclínio	(30%)	Clorita	(-)
Plagioclásio (<i>oligoclásio</i> , An=18)	(22%)	Apatita	(-)
Biotita	(5%)	Rutilo	(-)
Opacos	(3%)	Sericita	(-)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha com granulação média, com granulação de 0,25 a 3 mm, textura protomilonítica, dada pela orientação dos minerais de quartzo e biotita neoformados e pelos porfiroclastos de microclínio em forma de sigmóide.

O **microclínio** pode ocorrer em cristais maiores com geminação em grade, sericitizados (até 3mm), com forma sigmoidal e por vezes com pertitas. Aparentemente todo microclínio está deformado, isso sugere que todo microclínio foi gerado antes do evento de milonitização.

O **plagioclásio** apresenta granulação média, com cristais subédricos, apresentando alguns cristais com geminação menos evidente, encontram-se saussuritizados.

O **quartzo** ocorre em cristais anédricos com cerca de 0,5mm, estes exibem forma anédrica, arredondada e possuem extinção ondulante a fragmentosa.

Há **hornblenda** subédrica sendo substituída por **biotita**.

A **biotita** apresenta coloração verde e parece ser neoformada durante o evento de milonitização, pois encontra-se orientada paralelamente ao plano de foliação do quartzo e dos porfiroclastos de microclínio.

A **sericita** ocorre substituindo o microclínio. Também ocorre **epidoto** este junto com biotita e opacos.

Apatita ocorre disseminada na rocha geralmente incluída em grãos de quartzo.

Os **opacos** ocorrem disseminados na rocha em forma que varia de euédrica a subédrica.

RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS

MINERAIS / ESTÁGIOS	MAGMÁTICO	PÓS-MAGMÁTICO
PLAGIOCLÁSIO (OLIGOCLÁSIO)	-----	-----
MICROCLÍNIO	-----	
QUARTZO	-----	-----
BIOTITA		-----
HORNBLENDA	-----	
EPIDOTO E SERICITA		-----
APATITA	-----	
OPACOS	-----	-----

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Provavelmente esta rocha foi um granito que sofreu deformação e metamorfismo por estar em zona de milonitização.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: J-03-D

LOCALIZAÇÃO: Cava Jorge

NOME DA ROCHA: Rocha vulcânica ácida sericitizada

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha com estrutura maciça, textura inequigranular, granulação fina a muito fina.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(20%)
Sericita	(75%)
Opacos	(5%)
Epidoto	(-)

COORDENADA UTM: 539280 X 9383190

RESPONSÁVEL PELA DESCRIÇÃO: Felix Nannini

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha com granulação muito fina, textura porfirítica, maciça, com porções apresentando limonita.

A **sericita** ocorre fina na matriz da rocha e em agregados com granulação maior (0,2mm). Pode ocorrer nas bordas e fraturas de agregados de quartzo.O **quartzo** pode ocorrer em macrocristais idiomórficos a subidiomórfico com cerca de 1mm, e em agregados de até 2mm.

Há inclusões micáceas em alguns cristais.

Os **opacos e limonita** ocorrem nos interstícios dos agregados, preenchendo fraturas, na forma de cristais.Ocorre porções onde há **epidoto** junto com opacos.

RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS

MINERAIS / ESTÁGIOS	MAGMÁTICO	PÓS-MAGMÁTICO
QUARTZO	-----	
SERICITA		-----
OPACOS	-----	
LIMONITA		-----

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

A rocha apresenta cristais idiomórficos de quartzo, isso pode representar que a rocha original era vulcânica. A presença de sericita pode indicar um evento de hidrotermalismo que obliterou quase totalmente as feições e mineralogia da rocha original.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: J-04

LOCALIZAÇÃO: Cava Jorge

NOME DA ROCHA: Rocha ácida sericitizada

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha fanerítica fina (cristais e no máximo 1mm), com estrutura maciça maciça, coloração rosa alaranjado, apresentando fraturas preenchidas por quartzo que cortam a rocha.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(35%)
Sericita	(60%)
Opacos	(5%)
Epidoto	(-)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha com granulação muito fina, textura porfírica, maciça, com porções apresentando limonita.

A **sericita** ocorre fina na matriz da rocha e em agregados com granulação maior (0,2mm). Pode ocorrer nas bordas e fraturas de agregados de quartzo.

O **quartzo** pode ocorrer em macrocristais idiomórficos a subidiomórfico com cerca de 1mm, e em agregados de até 2mm. Há inclusões micáceas em alguns cristais.

Os **opacos** e **limonita** ocorrem nos interstícios dos agregados, preenchendo fraturas, na forma de cristais.

Ocorre porções onde há **epidoto** junto com opacos.

RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS

MINERAIS / ESTÁGIOS	MAGMÁTICO	PÓS-MAGMÁTICO
QUARTZO	-----	
SERICITA		-----
OPACOS	-----	
EPIDOTO		-----
LIMONITA		-----

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

A rocha apresenta cristais idiomórficos de quartzo, isso pode representar que a rocha original era vulcânica. A presença de sericita pode indicar um evento de hidrotermalismo que obliterou quase totalmente as feições e mineralogia da rocha original.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: R-01-C

LOCALIZAÇÃO: Grotta Rael

NOME DA ROCHA: Rocha básica de dique

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha fanerítica fina (cristais de até 0,3mm), com estrutura levemente foliada, coloração cinza esverdeado escuro, apresentando ligeira alteração para limonita.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Biotita e clorita	(50%)
Epidoto	(20%)
Plagioclásio	(23%)
Quartzo	(5%)
Opacos	(2%)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha com granulação muito fina, com estrutura maciça, textura holocristalina.

O **plagioclásio** ocorre na matriz com até 0,05mm, com forma anédrica e sem geminação, não foi possível a identificação do teor de An.

A **biotita** ocorre em placas finas orientadas em duas direções ortogonais com cerca de 0,3mm, também ocorre em vênulas que cortam a rocha.

A **clorita** ocorre sempre associada à biotita, substituindo-a, nas bordas.

O **epidoto** ocorre em forma euédrica a subédrica em veios com cerca de 0,4mm de espessura. Também ocorre anédrico disseminado na matriz e em agregados que chegam a 0,4mm.

Limonita ocorre associada a **epidoto** e em opacos disseminados ou agregados de epidoto e opacos.

RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS

MINERAIS / ESTÁGIOS	MAGMÁTICO	PÓS-MAGMÁTICO
PLAGIOCLÁSIO	-----	
BIOTITA		-----
CLORITA	-----	-----
OPACOS	-----	-----
EPIDOTO E LIMONITA		-----

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

A assembléia mineral presente sugere que esta era uma rocha ígnea que foi metamorfizada em fácies xisto verde, formando biotita, clorita e epidoto, não deixando relíquias de piroxênio ou anfibólio ígneos.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: C-02-B

LOCALIZAÇÃO: Grota Cola

NOME DA ROCHA: Rocha vulcânica básica

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha fanerítica fina, com estrutura maciça, com fenocristais de plagioclásio e agregados arredondados equigranulares ricos em plagioclásio (xenólitos).

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Biotita	(37%)
Epidoto	(30%)
Plagioclásio	(30%)
Quartzo	(10%)
Opacos	(3%)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha com granulação muito fina, com estrutura maciça, textura holocristalina.

O **plagioclásio** ocorre na matriz com até 0,5mm, com forma subédrica e sem geminação, não foi possível a identificação do teor de An. No xenólito, corresponde a 60% e apresenta cristais semelhantes aos encontrados na matriz, porém agregados.

O **quartzo** ocorre no xenólito, em forma de mosaico.

A **biotita** ocorre com coloração verde amarronzado em placas finas orientadas de forma caótica.

A **clorita** ocorre sempre associada à biotita, substituindo-a, nas bordas.

O **epidoto** ocorre em veios com cerca de 1mm de espessura, encontra-se com o quartzo, fibrorradiado. Também ocorre na matriz substituindo plagioclásio e biotita. Além de ocorrer no xenólito entre as fraturas no quartzo e feldspato.

Opacos se associam às micas (podendo estar inclusos), ou podem ser encontrados disseminados na rocha com forma subédrica.

RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS

MINERAIS / ESTÁGIOS	MAGMÁTICO	PÓS-MAGMÁTICO
PLAGIOCLÁSIO	-----	
BIOTITA		-----
QUARTZO	-----	
CLORITA		-----
EPIDOTO		-----
OPACOS	-----	-----

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Rocha vulcânica máfica, metamorfizada e fraturada. A geração de epidoto nesta rocha sugerem um metamorfismo em fácies xisto verde para esta rocha.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: SC-01-A

LOCALIZAÇÃO: Cava Santa Cecília

NOME DA ROCHA: Granito

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha fresca, maciça de composição granitóide, com textura porfírica, matriz fina, com fenocrisias idiomórficas de plagioclásio e feldspato potássico de até 4mm.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Microclínio	(30%)
Quartzo	(20%)
Plagioclásio (<i>oligoclásio</i> , An=20)	(40%)
Biotita	(10%)
Epidoto	(-)
Clorita	(-)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

A rocha apresenta estrutura maciça e textura inequigranular, dada pelos cristais de quartzo, microclínio e plagioclásio finos da matriz (0,1mm), e macrocristais de feldspato potássico e plagioclásio, com até 2mm.

O **plagioclásio** encontra-se idiomórfico a subidiomórfico, apresentando-se saussuritizado.

O **microclínio** apresenta-se em tamanho que varia de 0,2 a 2mm, ocorre em duas modalidades principais: uma com forma idiomórfica, com zoneamento e forte alteração sericitica principalmente no centro do cristal; e outra com formato subédrico a xenomórfico apresentando pertitas.

Quartzo ocorre principalmente na matriz, formando agregados com contatos irregulares, com extinção ondulante.

Há ainda **biotita** verde amarronzada substituída em algumas bordas por **clorita** verde (alto teor de Fe).

Titanita e **epidoto** se associam com biotita, assim como os **opacos** presentes. Estes últimos apresentam formato subédrico, podendo ocorrer também disseminado na matriz.

Ocorre também **zircão** incluso em **biotita**, deixando halos pleocróicos.

RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS

MINERAIS / ESTÁGIOS	MAGMÁTICO	PÓS-MAGMÁTICO
PLAGIOCLÁSIO	-----	
MICROCLÍNIO	-----	
QUARTZO	-----	-----
BIOTITA	-----	
CLORITA		-----
TITANITA		-----
EPIDOTO		-----
SERICITA		-----

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

A rocha foi formada em condições plutônicas, isto é evidenciado pelo tamanho dos grãos, forma euédrica do plagioclásio e estrutura maciça. Porém parece ter ocorrido um leve metamorfismo que resultou na sericitização dos feldspatos e na alteração da biotita para clorita.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: SC-02-A

LOCALIZAÇÃO: Cava Santa Cecília

NOME DA ROCHA: Granito

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Rocha maciça de granulação média, ligeiramente inequigranular, com cristais subédricos a anédricos.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Microclínio	(35%)	Clorita	(-)
Quartzo	(30%)	Titanita	(-)
Plagioclásio (<i>oligoclásio</i> , An=20)	(30%)	Apatita	(-)
Biotita	(5%)	Opacos	(-)
Epidoto	(-)		

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:O **plagioclásio** encontra-se a subidiomórfico, apresentando-se saussuritizado.O **microclínio** apresenta-se em tamanho que varia de 0,3 a 1mm, com formato subédrico a xenomórfico apresentando pertitas ou geminação em grade.**Quartzo** ocorre principalmente na matriz, formando agregados com contatos irregulares, com extinção ondulante.Há ainda **biotita** verde amarronzada substituída quase completamente por **clorita** verde com birrefringência anômala de cor roxo (alto teor de Fe) em pseudomorfos de até 1mm.**Titanita e epidoto** ocorrem associados à biotita, assim como os **opacos** presentes. Estes últimos apresentam formato subédrico, podendo ocorrer também disseminado na matriz.A **apatita** ocorre em meio ao quartzo inclusa, com grãos subidiomórficos.**RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS**

MINERAIS / ESTÁGIOS	MAGMÁTICO	PÓS-MAGMÁTICO
OLIGOCLÁSIO	-----	
MICROCLÍNIO	-----	
QUARTZO	-----	--
APATITA	-----	
BIOTITA	-----	
CLORITA		-----
TITANITA		-----
EPIDOTO		-----
SERICITA		-----

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

A rocha foi formada em condições plutônicas, isto é evidenciado pelo tamanho dos grãos, forma euédrica do plagioclásio e estrutura maciça. Porém parece ter ocorrido um leve metamorfismo que resultou na sericitização dos feldspatos e na alteração da biotita para clorita. Esta amostra é muito parecida com a amostra SC-01-A, porém parece ter sido recrystalizada e ter sofrido um maior grau de alteração metamórfica.

SEÇÃO DELGADA

CÓDIGO DA AMOSTRA: BJ-01-B

LOCALIZAÇÃO: Cava Beija Flor

NOME DA ROCHA: microgranito (sienito)

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Encontra-se uma rocha com granulação média, com estrutura foliada e pequenas vênulas de quartzo discordantes à foliação, composição granítica. Observam-se pontos na rocha onde ocorrem sulfetos substituindo cristais de biotita.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Microclínio	(40%)	Clorita	(-)
Quartzo	(35%)	Titanita	(-)
Plagioclásio (<i>oligoclásio</i> , An=20)	(15%)	Apatita	(-)
Biotita	(10%)	Opacos	(-)
Epidoto	(-)	Sulfetos	(-)

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

Rocha com estrutura maciça, com microfraturas preenchidas por biotita. A textura é inequigranular média.

O **oligoclásio** ocorre com geminação polissintética deformada em forma subidiomórfica.

Quartzo intersticial em agregados mais finos com textura em mosaico.

Biotita verde intersticial, com **clorita** em suas bordas.

Ocorrem junto com a **biotita** alguns grãos de **titanita** anédrica e **sulfetos** idiomórficos, provavelmente substituindo-a.

Ocorrem pequenos cristais de **apatita** arredondada dentro dos cristais de quartzo.

RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS

MINERAIS / ESTÁGIOS	MAGMÁTICO	PÓS-MAGMÁTICO
OLIGOCLÁSIO	-----	
MICROCLÍNIO	-----	
QUARTZO	-----	--
APATITA	-----	
BIOTITA	-----	
CLORITA		-----
TITANITA		-----
EPIDOTO		-----
SERICITA		-----
OPACOS (SULFETOS)		-----

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

A rocha foi formada em condições ígneas plutônicas e sofreu leve metamorfismo, que deformou e foliou a rocha, além de gerar clorita, titanita e sulfetos, que substituem fases minerais anteriormente presentes.

SEÇÃO POLIDA

CÓDIGO DA AMOSTRA: SF-02-A

LOCALIZAÇÃO: Cava Santa Felicidade

NOME DA ROCHA: Veio de quartzo com sulfetos

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Veio de quartzo leitoso, com abundância de limonita e sulfetos, principalmente pirita que apresenta duas gerações: uma intercrescida com o quartzo e outra em agregados de pirita. Próximo às regiões sulfetadas o quartzo se apresenta avermelhado.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(60%)	Esfalerita	(-)
Pirita	(40%)	Calcopirita	(-)
Covellina	(-)	Minerais com Bi, Te e Ag	(-)
Calcosina	(-)		

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

A **pirita** apresenta cristais fraturados, apresentando formato que varia de acordo com a posição na lâmina, idiomórfico com poucas inclusões minerais a xenomórfico, com uma maior quantidade de inclusões.

Em ordem de maior para menor quantidade, as fases minerais inclusas na pirita são: **quartzo, calcopirita, esfalerita, calcosina e covellina**.

O **quartzo** ocorre em pequenas inclusões (0,2mm), com formato anédrico, ocorre hospedando a **pirita** e preenchendo algumas fraturas deste mineral.

As inclusões de **calcopirita** e **esfalerita** apresentam formato xenomórfico com cerca de 0,1mm. Muitas vezes estas inclusões ocorrem em grãos alinhados dentro da pirita.

Calcopirita, covellina e calcosina ocorrem intersticiais e preenchendo fraturas na pirita.

Inclusões auríferas não foram encontradas, porém foram identificadas inclusões minerais com abundância em Te, Bi e Ag (estes apresentam afinidade geoquímica semelhante ao Au).

RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS

MINERAIS / ESTÁGIOS	1º GERAÇÃO	2º GERAÇÃO
PIRITA	-----	-----
QUARTZO	-----	-----
CALCOPIRITA	-----	-----
ESFALERITA E MINERAIS COM Ti, Bi e Ag	-----	
COVELLINA E CALCOSINA		-----

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

O que pode ser observado é que os cristais xenomórficos (que parecem estar deformados, dobrados), provavelmente de primeira geração da pirita, contém muito mais inclusões minerais que os cristais idiomórficos, provavelmente de segunda geração. Essas rochas provavelmente são resultado de um hidrotermalismo provocado provavelmente por escape de fluidos ácidos durante a intrusão de um corpo ígneo presente na região, os sulfetos provavelmente foram gerados durante o hidrotermalismo, mas provavelmente alguns foram remobilizados por eventos posteriores à colocação deste corpo ígneo.

SEÇÃO POLIDA

CÓDIGO DA AMOSTRA: SF-03-A

LOCALIZAÇÃO: Cava Santa Felicidade

NOME DA ROCHA: Veio de quartzo com sulfetos

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Veio de quartzo leitoso, com abundância de limonita e sulfetos, que são agregados de pirita. Próximo às regiões sulfetadas o quartzo se apresenta avermelhado.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(75%)	Calcosina	(-)
Pirita	(25%)	Calcopirita	(-)
Covellina	(-)		
Minerais com Bi, Te e Ag	(-)		

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

O **quartzo**, além de hospedar a **pirita** pode ocorrer em pequenas inclusões (0,2mm) na pirita, com formato anédrico, ou preenchendo algumas fraturas deste mineral.

Os cristais de **pirita** encontram-se idiomórficos, um pouco fraturados e com pouquíssimas inclusões, ocorrem grãos intersticiais de **covellina**, **calcosina** e **calcopirita** inclusa na pirita, com no máximo 0,2mm.

Foi identificado pelo MEV um sulfeto de Te, rico em Ag. Nesta amostra também pode ser observado somente um grão de pirita xenomórfico fraturado (sugerindo primeira geração), isolado, em meio ao quartzo, com inclusões de calcopirita e um sulfeto rico em Te e Bi.

RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS

MINERAIS / ESTÁGIOS	1º GERAÇÃO	2º GERAÇÃO
PIRITA	-----	-----
QUARTZO	-----	-----
CALCOPIRITA	-----	-----
COVELLINA E CALCOSINA		-----
SULFETOS DE Te, Bi E Ag	-----	

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

Essas rochas provavelmente são resultado de um hidrotermalismo provocado provavelmente por escape de fluidos ácidos durante a intrusão de algum corpo ígneo presente na região, os sulfetos provavelmente foram gerados durante o hidrotermalismo, mas provavelmente alguns foram remobilizados por eventos posteriores à colocação deste corpo ígneo.

SEÇÃO POLIDA

CÓDIGO DA AMOSTRA: A-02-A

LOCALIZAÇÃO: Cava Aloísio

NOME DA ROCHA: Veio de quartzo com sulfetos

DESCRIÇÃO MESOSCÓPICA:

Ocorrem importantes veios de quartzo com sulfetos, estes parecem ter origem concomitante ao quartzo, por se apresentarem intercrescidos.

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(60%)	Calcopirita	(-)
Pirita	(40%)	Galena	(-)
Covellina	(-)	Cubanita	(-)
Calcosina	(-)	Minerais com Bi, Te e Ag	(-)
Esfalerita	(-)		

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA:

O **quartzo**, além de hospedar a **pirita** pode ocorrer em pequenas inclusões (0,2mm) na pirita, com formato anédrico, ou preenchendo algumas fraturas deste mineral.

A **pirita** encontra-se fraturada, na maioria dos grãos xenomórfica, com abundância em inclusões anedrais de calcopirita e esfalerita, com no máximo 0,2 mm. Ocorrem alguns grãos idiomórficos com menor quantidade de inclusões.

Ocorrem diversas inclusões minerais: calcopirita, esfalerita, cubanita e galena. Há calcopirita, covellina e calcosina intersticiais e preenchendo fraturas.

RELAÇÃO DE TEMPORANEIDADE ENTRE OS MINERAIS

MINERAIS / ESTÁGIOS	1º GERAÇÃO	2º GERAÇÃO
PIRITA	-----	-----
QUARTZO	-----	-----
CALCOPIRITA	-----	-----
COVELLINA E CALCOSINA		-----
CUBANITA E GALENA	-----	
SULFETOS DE Te, Bi E Ag	-----	

CONDIÇÕES DE PETROGÊNESE:

A pirita apresenta-se bastante fraturada, com forma xenomórfica na maioria dos cristais, que parecem estar deformados, alguns até dobrados, que apresentam grande número de inclusões minerais. Ocorrem também cristais idiomórficos fazendo contato com quartzo, estes apresentam um número menor de inclusões e provavelmente tem uma geração posterior aos cristais deformados. Essas rochas provavelmente são resultado de um hidrotermalismo provocado provavelmente por escape de fluidos ácidos durante a intrusão de um corpo ígneo da região, os sulfetos provavelmente foram gerados durante o hidrotermalismo, mas provavelmente alguns foram remobilizados por eventos posteriores à colocação deste corpo ígneo.

Nº de Campo	Rocha	Material	Método	Coord. Geográficas		Referência Geográfica	Observações
				Latitude	Longitude		
SF-02B D92	Quartzo	Pirita	Pb-Pb,Sm-Nd	539240	9383390	Garimpo Felicidade Santa	porção superior com Quartzo sulfetos
SF-02C D92	Quartzo	Pirita	Pb-Pb,Sm-Nd	539240	9383390	Garimpo Felicidade Santa	porção superior com Quartzo sulfetos
SF-03B D92	Quartzo	Pirita	Pb-Pb,Sm-Nd	539240	9383390	Garimpo Felicidade Santa	porção superior com Quartzo sulfetos
SF-03C D92	Quartzo	Pirita	Pb-Pb,Sm-Nd	539240	9383390	Garimpo Felicidade Santa	porção superior com Quartzo sulfetos
A-02B D92	Quartzo	Pirita	Pb-Pb,Sm-Nd	538970	9383850	Garimpo Aloisio	Quartzo com sulfetos
GC-01A D92	Quartzo-monzonito	RTOT	Sm-Nd	539501	9383550	Grota Cozinheiro	
GC-02E D92	Granodiorito	Plagioclásio	Pb-Pb	539501	9383550	Grota Cozinheiro	
		Biotita	K-Ar				
GC-03A D92	Quartzo-monzodiorito	Plagioclásio	Pb-Pb	539501	9383550	Grota Cozinheiro	Quartzo-monzodiorito milonitizado
		Zircão	U-Pb				
R-02 D92	Sieno-granito	RTOT	Sm-Nd	538830	9385332	Grota Rael	
C-02A D92	Dique básico	Plagioclásio	K-Ar	538973	9385600	Grota Cola	
C-03A D92	Microgranito	RTOT	Sm-Nd	538973	9385600	Grota Cola	
SC-01A D92	Monzogranito	RTOT	Sm-Nd	543350	9387560	Santa Cecilia	
BJ-01A D92	Sienogranito	RTOT	Sm-Nd	543070	9375640	Beija Flor	
J-03AeB D92	Vulcânica	Muscovita	Rb-Sr	539280	9383190	Garimpo Jorge	Vulcânica intermediária ácida a

Tabela 3 - Amostras utilizadas para o estudo de geologia isotópica, com os minerais empregados nas amostras, os métodos utilizados , a descrição da rocha e a localização.

No. Campo	Material	Sm (ppm)	Nd (ppm)	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	Erro	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	Erro	$f_{\text{Sm}/\text{Nd}}$	T_{DePaolo} (Ga)	$\epsilon(0)$	$\epsilon(0)$ para idade de mineralização (1749,7 Ga)
GC-01A D92	RTOT-qtzmonzo	4.316	35.944	0.0726	0.0004	0.510921	0.000013	-0.63	2.3	-33.50	-5.8
R-02 D92	RT-Sieno-granito	9.405	60.411	0.0941	0.0006	0.511192	0.000012	-0.52	2.4	-28.21	-5.32
C-03A D92	RT-Microgranito	3.195	6.959	0.2776	0.0016	0.512358	0.000017	0.41	-27.2	-5.46	-23.52
SC-01A D92	RT-Monzogranito	4.155	28.764	0.0873	0.0005	0.511241	0.000013	-0.56	2.2	-27.25	-2.84
BJ-01A D92	RT-Sienogranito	9.910	69.634	0.0861	0.0005	0.511144	0.000009	-0.56	2.3	-29.14	-4.45
SF-02B D92	Pirita - Quartzo	0.003	0.011	0.1840	0.0019	0.511000	0.004000	-0.06	---	-31.95	-29.13
SF-02C D92	Pirita - Quartzo	0.007	0.032	0.1279	0.0009	0.511807	0.000988	-0.35	---	-16.20	-0.84
SF-03B D92	Pirita - Quartzo	0.006	0.618	0.0058	0.0001	0.512617	0.000020	-0.97	---	-0.42	42.2
SF-03C D92	Pirita - Quartzo	0.025	0.038	0.4000	0.0035	0.511170	0.001679	1.03	---	-28.63	-73.99
A-02B D92	Pirita - Quartzo	0.019	0.117	0.1004	0.0006	0.511276	0.000046	-0.49	---	-26.56	-5.06

Tabela 4 - Resultado das análises Sm-Nd em alguns granitos da área e piratas das mineralizações.

SPB	No. Campo	Material	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	Erro % (1s)	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	Erro % (1s)	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	Erro % (1s)	Observações
3172	SF-02B	Pirita	17.268	0.019	15.762	0.022	37.607	0.021	py oxidada+ calcopirita + bornita+ resíduo
3173	SF-02C	Pirita	18.558	0.005	15.930	0.005	39.612	0.006	py+ bornita + calcopirita+pco quartzo+ resíduo
3174	SF-03B	Pirita	16.141	0.029	15.581	0.029	35.888	0.029	pouquíssimo alterada+ resíduo
3175	SF-03C	Pirita	16.229	0.038	15.589	0.036	36.010	0.040	py+ resíduo
3176	A-02B	Pirita	16.026	0.008	15.577	0.009	35.676	0.008	calcopirita, está um pouco oxidada
3177	GC-02E	Plagioclásio	15.953	0.004	15.558	0.004	35.947	0.004	
3178	GC-03A	Plagioclásio	16.124	0.026	15.603	0.019	36.074	0.020	

Tabela 5 - Dados isotópicos de piratas da mineralização e plagioclásio do granito Parauari (Grotta o Cozinheiro), para o método Pb-Pb.

N. de Campo	Material Analisado	Rocha	% de K	erro de K (%)	Ar ⁴⁰ Rad ccSTP/g (*10 ⁻⁶)	Ar ⁴⁰ Atm (%)	Tmax (Ma)	Idade (Ma)	Erro Max (Ma)
GC-02E D93	Biotita	Granodiorito	6.4211	1.5887	496.58	1.41	1372.2	1342.0	30.2
C-02A D92	Plagioclásio	Dique básico	0.4415	0.5545	85.57	8.22	2429.1	2392.2	36.9

Tabela 6 – Resultados das análises pelo método K-Ar.

No. Campo	Material	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶ (X)	Erro	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶ (Y)	Erro	T(Ma) I = 1.42	Erro Ri = 0.705
J-03-A e B D92	Sericita/ Vulcânica	619.23	30.14	69.6420	0.7349	2.45362	0.00015	1749.7	18.4

Tabela 7 – Resultado da análise em sericita pelo método Rb-Sr.

SPU	3961	3962	3963	3964
Fraction	B	C	D	E
207/235#	5,74232	5,75505	5,70353	5,779140
Error (%)	0,677	0,713	0,52	0,64
206/238#	0,338959	0,338917	0,337173	0,342354
Error (%)	0,674	0,695	0,515	0,62
COEF.	0,9955	0,97537	0,9907	0,971
238/206	2,950209	2,95057492	2,965837	2,920953
Error (%)	0,674	0,695	0,515	0,62
207/206#	0,122868	0,123156	0,122684	0,122429
Error (%)	0,0641	0,157	0,0707	0,15
206/204*	3177	1483	3121	1413
Pb(ppm)	94,337	64,043	84,412	102,39
U(ppm)	254,38	168,9	231,74	264,9
Weight(mg)	31,51	44,13	49,81	37,00
206/238 Age (Ma)	1881,7	1881,5	1873,1	1898
207/235 Age (Ma)	1938	1940	1932	1943
207/206 Age (Ma)	1998	2002	1996	1992

Tabela 8- Dados de U-Pb em zircão da amostra GC-03-^a

