



**CARACTERIZAÇÃO DE DEPOSITO AURÍFERO NO
CORPO PEQUIZÃO, CRIXÁS - GO.**

Porto Alegre, 2011

MATHEUS SILVEIRA SOBIESIAK

**CARACTERIZAÇÃO DE DEPOSITO AURÍFERO NO
CORPO PEQUIZÃO, CRIXÁS - GO.**

Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Apresentado na forma de monografia, junto à disciplina Projeto Temático em Geologia III, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador: Dr. José Carlos Frantz

Coorientadora: Dra. Juliana Charão Marques

Supervisor: Rodrigo Martins

Porto Alegre, 2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso **“CARACTERIZAÇÃO DE DEPOSITO AURÍFERO NOCORPO PEQUIZÃO, CRIXÁS - GO”**, elaborado por **“MATHEUS SILVEIRA SOBIESIAK”**, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. André Sampaio Mexias

Prof. Dr. Marcus Vinicius Dorneles Remus

AGRADECIMENTO(S)

Gostaria de agradecer aos meus pais Ana e Eliseu, irmãs Bruna e Júlia, cunhado Marcelo e a minha família por sempre me apoiarem nas decisões tomadas e a me incentivar a fazer sempre o que eu gosto. Também gostaria de agradecer a Dinda Cida, Cerilo, Andressa, Jefferson, Cristiano, Arthur, Vó Mi e Gabriel por todo o apoio e suporte aqui em Porto Alegre.

Em especial aos meus orientadores José Carlos Frantz e Juliana Charão Marques pela oportunidade de desenvolver esse projeto e a pela formação que me deram nesses últimos anos.

Ao meu supervisor o Gerente de Exploração Rodrigo Martins e ao geólogo do Corpo Pequizão Paulo Aguirre por me darem todo apoio de campo, acreditar em mim e me ensinar a ser um geólogo melhor.

A todos os funcionários da Mineradora Serra Grande pelo meu estágio, pela excelente logística e por tudo que pude aprender com todos.

Aos meus queridos colegas Rodrigo, Julia, Ellen, Manoela, Codorna, Ana, Thisiane entre outros, por todas as coisas que passamos juntos, por tudo isso muito obrigado.

Gostaria de agradecer aos funcionários da UFRGS, aos colegas de bolsa e de curso, ao Ronei pela ajuda no MEV, a todos os professores da universidade pela formação e aprendizado e aos motoristas da Geociência.

Gostaria também de agradecer a Dra.Célia Paludo e ao Dr. Nelson Augusto Flores Machado que foram pessoas muito importantes tanto para minha formação pessoal quanto para minha formação profissional.

E a todos aqueles aos quais eu esqueci e que merecem reconhecimento.

MUITO OBRIGADO.

RESUMO

O Corpo Pequizão está hospedado no *greenstone belt* de Crixás, localizado no nordeste do estado de Goiás. As rochas supracrustais do *greenstone belt* foram definidas por Sabóia *et al.* (1981) em três formações, da base para o topo, formação Córrego Alagadinho composta por metakomatiitos com cumulos e textura spinifex, formação Rio Vermelho composto por metabasaltos toleíticos com estruturas primárias e a formação Ribeirão das Antas composta por rochas metassedimentares. Massucato (2004) definiu os eventos deformacionais e de metamorfismo aos quais essas rochas foram submetidas, como de distribuição heterogenia, podendo variar da fácies xisto verde inferior até a fácies anfíbolitos inferiores. No Corpo Pequizão a mineralização é controlada pela estrutural, e esta hospedada ao longo de um corredor com alta taxa de deformação dútil, com percolação de fluidos hidrotermais gerando zonas hidrotermalizadas distintas. Esse corredor de deformação dútil é denominado de estrutura IV e possui um mergulho de 10-25/297° e no caso do Corpo Pequizão esta hospedada no xisto carbonoso. Este trabalho teve como principal objetivo caracterizar a mineralização aurífera e a alteração hidrotermal do Corpo Pequizão, visando contribuir para o aumento do conhecimento das zonas mineralizadas da área, estabelecer parâmetros prospectivos e contribuir num melhor reconhecimento do potencial econômico da região. Para o melhor desenvolvimento do trabalho as atividades foram divididas em duas partes. A primeira foi realizada nas dependências da Mineração Serra Grande na forma de um reconhecimento regional dos principais afloramentos representantes das unidades do *greenstone belts* de Crixás e unidades adjacentes, depois um mapeamento foi realizado nas galerias já abertas do Corpo Pequizão. Com a combinação dos dados gerados mais os teores de ouro, três furos de sondagem representativos do alvo foram selecionados, descritos e amostrados no galpão de testemunho da Mineradora. A segunda etapa foi realizada nas dependências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde as amostras coletadas foram descritas e selecionadas para análises petrográficas, as descrições petrográficas permitiram um reconhecimento das unidades e das zonas hidrotermais e alguns minerais índices foram escolhidos para serem analisados no microscópio eletrônico de varredura. A partir dessas atividades foi possível a determinação de zonas de alteração com composições diferentes, sendo três delas mais precoces e parcialmente contemporâneas e duas zonas representando alterações tardias. As zonas de alteração hidrotermal precoces são silicificação, alteração potássica e alteração fílica, cujos contatos entre si tendem a ser transicionais e possuem uma zona de gradação ou de sobreposição entre si. As zonas de alteração hidrotermal tardias são a alteração cloritica e a alteração carbonática, que estão sobrepostas aos demais tipos de alteração. O corpo de minério do Corpo Pequizão está posicionado em sua maior parte na zona de alteração hidrotermal com intensa silicificação. Por consequência, é controlado fortemente pela estrutura IV e está hospedado nas unidades designadas na área como sendo a meta vulcânica ácida (zona silicificada) e nos xistos carbonosos. Possui uma mineralização do tipo sulfeto disseminado que são representados basicamente por arsenopirita, pirrotita e subordinadamente por calcopirita. A arsenopirita é um mineral índice da estrutura IV e assim sendo dos altos teores de ouro, ela praticamente marca a estrutura junto com as estruturas dúteis, tornando-se um dos principais critérios prospectivos.

Palavras-Chave: Crixás, Corpo Pequizão, Depósitos Auríferos, Greenstone Belts.

ABSTRACT

The Pequizão ore body is hosted in the Crixás Greenstone Belt, that is located in the northwest of the Goiás state, the greenstone belt supracrustal rocks were defined by Sabóia *et al.* (1981) into three formations, from bottom to top, Córrego Alagadinho formation consists of meta komatiites with cumulative and spinifex texture, Rio Vermelho formation composed of tholeiitic meta basalts with primary structures and Ribeirão das Antas formation consists of meta sedimentary rocks. Massucato (2004) defined the metamorphic and deformational events to which these rocks were submitted as a heterogeneous distribution, ranging from green schist facies to the lower amphibolite facies. The Pequizão mineralization is controlled by a geological structural, which is hosted along a corridor with a high rate of ruptile deformation, with percolation of hydrothermal fluids generating distinct hydrothermal areas. This corridor is known as IV structure and has a plunge of 10-25/297 ° and in the case of the Pequizão it is hosted in carbonaceous schist. This work objective was to characterize the gold mineralization and hydrothermal alteration of the Pequizão ore body, to contribute to increase knowledge of the mineralized zones in the Crixás area, and help to establish some parameters that can be utilized for exploration and to better recognition of the economic potential of the region. To obtain a good work execution the activities were divided into two parts. The first stage was held in the sites of Serra Grande Mining, first of all a regional recognition was made of the main representatives outcrops of the units of Crixás Greenstone Belts and it's adjacent units, then a mapping was carried out in the galleries of the Pequizão Mine. By combining this generated data plus the gold content, three representative boreholes were selected, described and sampled in the mining testimony shed. The second stage was conducted on the premises of the Federal University of Rio Grande do Sul, where the samples were described and selected for petrographic analysis; the petrographic descriptions allowed recognition of rocks units and hydrothermal zones as well as indexes minerals, some of this minerals were chosen to be analyzed in scanning electron microscope. From these activities was possible to determine alteration zones with different composition, three of them showing an earlier formation and partly contemporary and two zones representing later changes. The earlier hydrothermal alteration zones are silicification, potassic alteration and phyllic alteration, whose contacts with each other tend to be transitional and have a gradational area or overlapping with each other. The later hydrothermal alteration zones are chloritic alteration and carbonatic alteration, which overlap with all other types. The ore body is positioned mostly in the zone of intense silicification alteration. Consequently, it is strongly controlled by IV structure and is hosted in the rock unit designated by the mine workers as a meta acid volcanic rock (silicified zone) and carbonaceous schist. It has a disseminated sulfide type mineralization that are represented primarily by arsenopyrite, pyrrhotite and subordinately by pyrite. The index mineral is arsenopyrite and combines with the ruptile deformation corridor brand the IV structure, making it one of the main prospective criteria. The pyrrhotite is the most common ore mineral in abundant into the Pequizão body, but in the zone of the IV structure it is subject occurring at the edges or included within the arsenopyrite.

Key words: Crixás, Pequizão Gold Body, Gold Deposit, Greenstone Belts.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Localização de Crixás, GO.....	14
Figura 02: Mostra a ordem das metodologias seguidas.....	18
Figura 03: Perfil vertical aos furos de sondagem, mostrando o corpo de minério.....	20
Figura 04 – Mapa Geológico simplificado da porção centro-leste da Província Tocantins. 1) Bloco Arqueano de Crixás-Goiás; 2) Terrenos Paleoproterozóicos de Almas-Natividade; 3) Complexos máficos-ultramáficos; 4) Complexo Anápolis-Itauçu; 5) Arco Magmático de Goiás. Retirado de Pimentel et al. (2004).....	26
Figura 05 – Mapa geológico simplificado dos terrenos granito-greenstone belt de Crixás-Goiás (retirado de Carvalho, 2005).....	30
Figura 06: Mapa dos cinco greenstone belts de Goiás: A - Crixás, B - Guarinos, C - Pilar de Goiás, D - Serra de Santa Rita (a SE) e Faina (a NW). Retirado de Almeida <i>et al.</i> 1981.....	33
Figura 07 – Mapa simplificado das principais unidades metavulcânicas e metassedimentares do greenstone belt de Crixás (retirado de Pimentel <i>et al.</i> 2004).....	38
Figura 08 – (A) Mapa simplificado do greenstone belt de Crixás e suas unidades estratigráficas. (B) Coluna estratigráfica do greenstone belt de Crixás segunda Sabóia (1979). Modificado de Jost et al (2010).....	39
Figura 09. Localização dos corpos de minério sobre o a geologia do greenstone belt de Crixás. Modificado de Serra Grande.S.A.....	47
Figura 10 -(A) Desenho geológico esquemático das áreas contendo as jazidas de ouro de Crixás, projetados do subsolo para a superfície (modificado de um mapa da Mineração Serra Grande SA). (B) Seção transversal idealizada, paralela ao eixo da Antiforme do Rio Vermelho mostrando a posição projetada das jazidas de ouro do painel A. Modificado de Jost e Fortes (2010).....	48
Figura 11: Acesso do Corpo Pequizão pelas galerias da Mina Nova. Cores representam diferentes corpos de minério. Figura retirada do programa Datamine da Mineradora Serra Grande.....	49
Figura 12: Mostrando a estratigrafia do Corpo Pequizão no furo de sondagem II – 434. Sendo o GNCX: Quartzo-Clorita-Sericita-Granada xisto, DOL:Dolomitos, GXN: Xisto Carbonoso, VQZ: Veio de Quartzo, MVA: Meta Vulcânica Ácida.....	51
Figura13: Mostrando uma amostra de mão do dolomito laminado a maciço.....	52
Figura 14: Amostra de mão do xisto carbonoso com fratura perpendicular a foliação.....	54
Figura 15: Amostra de mão mostrando a aparência da meta vulcânica acida.....	56
Figura 16: Amostra de mão mostrando o Quartzo-Clorita-Sericita-Granada xisto com veio d quartzo e lente de xisto carbonoso.....	58
Figura17: Mostra a localização das Zonas de Alteração Hidrotermal.....	59
Figura18: Mostrando a cara de uma rochas típica do zona de silicificação.....	60
Figura 19: Mostrando os efeitos da silicificação no xisto carbonoso.....	61

Figura 20: Mostrando a carbonatação das maclas do feldspato.....	61
Figura 21: Mostrando um veio polimineralico com quartzo, dolomita e feldspato.....	62
Figura 22: marca o fim da estrutura IV e da Zona de Silicificação.....	62
Figura 23: Mostra as duas fases da biotita, luz natural.....	64
Figura 24: Mostrando as duas fases da biotita luz polarizada.....	64
Figura 25: Mostrando a biotita margeando as paredes do veio de quartzo.....	65
Figura 26: Mostrando o veio polimineralico com feldspato, quartzo, carbonato e opacos.....	65
Figura 27: Mostrando a mica branca envelopando a alteração potássica.....	66
Figura 28: Mostrando a sericitização da matriz no xisto carbonoso.....	67
Figura 29: Alteração cloritica na matriz.....	68
Figura 30: Mostrando a alteração das biotitas localizadas nas paredes dos veios polimineralicos para clorita.....	68
Figura 31: Mostrando a carbonatação da matriz.....	69
Figura 32: Carbonatação em matriz quartzosa. Notar agregados de quartzo tensionado e com as bordas corroídas, protólito da rocha.....	70
Figura 33: Mostra a arsenopirita com pirrotita na forma de inclusões e/ou ao seu redor.....	71
Figura 34: Mostrando a relação entre a pirrotita e a calcopirita.....	72
Figura 35: Mostrando a relação entre a arsenopirita, pirrotita e calcopirita.....	72
Figura 36: Mostrando um grão de ouro numa fratura da arsenopirita.....	73
Figura 37: Mostrando grão de ouro ponto 01 incluso na Arsenopirita ponto 02, 03, 05. MEV.....	73
Figura 38: Mostrando o ouro (01 e 04) na arsenopirita (02) e a pirrotita (03).....	74
Figura 39: Mostrando ouro livre (01 e 02) na matriz.....	74
Figura 40: Mostra os dados semi-quantitativo das biotitas, clorita e carbonato.....	75
Figura 41: Mostra os dados semi-quantitativo da arsenopirita, pirrotita e calcopirita.....	75
Figura 42: Mostra os dados semi-quantitativo do ouro.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Amostras coletadas referente aos furos de sondagens estudados.....	21
Tabela 02: Lâminas descritas e a sua relação com os furos de sondagem.....	22
Tabela 03: Com um resumo comparativo da estratigrafia dos greenstone belts de Goiás (modificado de Queiroz 2000).....	31
Tabela 04: Evolução estrutural do greenstone belt de Crixás – GO (adaptado de Carvalho 2005).....	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Introdução	13
1.2	Objetivos	13
1.3	Localização.....	13
1.4	Aspectos Fisiográficos	14
1.5	Histórico Regional	15
2	METODOLOGIA	18
2.1	Etapa de Planejamento	19
2.2	Etapa Serra Grande	19
2.2.1	Reconhecimento Regional	19
2.2.2	Mapeamento de Galeria	19
2.2.3	Descrição de Testemunhos de Sondagem.....	20
2.3	Etapa UFRGS	22
2.3.1	Caracterização Macroscópica.....	22
2.3.2	Microscopia Óptica.....	22
2.3.3	Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV.....	23
2.4	Interpretação dos Resultados e Redação Final da Monografia	24
3	GEOLOGIA REGIONAL	25
3.1	Província de Tocantins.....	25
3.2	Maciço de Goiás	27
3.3	Terrenos granito-greenstone arqueanos de Goiás.....	27
3.4	Terrenos Granito - Gnáissicos	28
3.4.1	Bloco Moquém	28
3.4.2	Complexo Caiamar	28
3.4.3	Complexo Hidrolina	29
3.4.4	Complexo Anta.....	29

3.4.5	Complexo Caiçara	29
3.4.6	Complexo Uvá.....	30
3.5	<i>Greenstone Belts</i> de Goiás	31
3.5.1	<i>Greenstone belt</i> de Crixás	31
3.5.2	<i>Greenstone belt</i> de Guarinos	32
3.5.3	<i>Greenstone belt</i> de Pilar de Goiás	32
3.5.4	<i>Greenstone belt</i> de Faina e Santa Rita	32
3.6	Diques Máficos.....	34
3.7	Albita Granitos	34
3.8	Eventos Registrados no Bloco Arqueano.....	35
4	GEOLOGIA LOCAL.....	37
4.1	<i>Greenstone Belt</i> de Crixás.....	37
4.1.1	Formação Córrego Alagadinho	37
4.1.2	Formação Rio Vermelho.....	37
4.1.3	Formação Ribeirão das Antas	38
4.2	Evolução Deformacional.....	41
4.2.1	A instalação do <i>greenstone belt</i> de Crixás	41
4.2.2	Evento Deformacional 1 – D1	41
4.2.3	Evento Deformacional 2 – D2.....	42
4.2.4	Evento Deformacional 3 – D3.....	42
4.2.5	Evento Deformacional 4 – D4.....	43
4.3	Metamorfismo do <i>greenstone belt</i> de Crixás.....	44
4.4	Depósitos de Ouro	45
5	GEOLOGIA DO CORPO PEQUIZÃO	49
5.1	ESTRATIGRAFIA DO INTERVALO DO CORPO PEQUIZÃO	50
5.1.1	Dolomitos (DOL)	51
5.1.2	Xisto Carbonoso (GXN)	52

5.1.3	Meta Vulcânica Acida (MVA).....	54
5.1.4	Quartzo-Clorita-Sericita-Granda Xisto (GNCX)	56
5.2	Zonas Hidrotermais	58
5.2.1	Silicificação.....	59
5.2.2	Alteração Potássica.....	63
5.2.3	Alteração Fílica	66
5.2.4	Alteração Clorítica.....	67
5.2.5	Alteração Carbonática.....	69
5.3	Corpo de Minério.....	70
5.4	Dados Quantitativos.....	75
6	CONCLUSÕES	76
	REFERÊNCIAS	78
7	ANEXOS	83
7.1	Log de Sondagem do Furo II - 301.....	83
7.2	Log de Sondagem do Furo II - 384.....	83
7.3	Log de Sondagem do Furo II - 434.....	83

1 INTRODUÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

A região de Crixás é a sexta maior reserva de ouro do Brasil com 70 t de ouro, e uma média de 12g/t é o maior distrito aurífero do centro do país. Sendo objeto de estudos desde o final da década de 70, na qual foram caracterizados os *greenstone belts* da região. A intensificação dos trabalhos de prospecção e pesquisa mineral na área resultou no descobrimento de alvos explorados desde o período dos Bandeirantes. A atividade até então garimpeira foi substituída pela mineração subterrânea mecanizada com a implantação da Mineração Serra Grande S.A. com a Mina III em meados dos anos 80.

Atualmente, um programa agressivo de exploração para ampliação de reservas foi implantado, resultando no descobrimento de novos corpos mineralizados, dentre os quais o Corpo Pequizão.

A caracterização do Corpo Pequizão é um trabalho pioneiro vinculado á Mineração Serra Grande S.A., que visa investir nos estudos das zonas hidrotermais que hospedam as jazidas de ouro dos corpos descobertos na região.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo caracterizar o Corpo Pequizão determinando as litologias hospedeiras, as zonas de alteração hidrotermal e as estruturas que possam controlar a mineralização aurífera do Corpo Pequizão. O trabalho irá contribuir para o estabelecimento de parâmetros prospectivos, dentro de um projeto sistemático em desenvolvimento na área da Mineração Serra Grande. S.A.

A proposta do tema leva em consideração a ausência de estudos direcionados às associações mineralógicas com intensa atividade hidrotermal e elevado teor de ouro na região.

1.3 LOCALIZAÇÃO

O Corpo Pequizão localiza-se a aproximadamente 2 km a sudoeste do município de Crixás.

A Cidade de Crixás situa-se a noroeste do estado de Goiás, a 380 km de Brasília e a 338 km de Goiânia (Fig. 01). O acesso, saindo de Brasília, pode ser feito pegando a BR-070 em direção ao município de Pirinópolis-GO a oeste de Brasília, seguido até o entroncamento com a BR-153. No entroncamento com a BR-153 se pega a direita rumo ao norte, até o

entroncamento com a rodovia GO-336. No entroncamento com a rodovia GO-336 segue a esquerda rumo a sudoeste e depois a norte, passando pelos acessos dos municípios de Aparecida de Goiás-GO e Guarinos-GO até chegar em Crixás.



Figura 01: Localização de Crixás, GO.

1.4 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

Os aspectos fisiográficos da região do Greenstone belt de Crixás foram descritas por (Almeida *et al.*, 2007).

Os aspectos morfológicos são principalmente condicionados pela geologia. Nas áreas onde ocorrem os terrenos granito-gnáissicos o relevo é suavemente ondulado, com cotas médias variando de 300 a 400. Nos terrenos de rochas máficas e ultramáficas as cotas variam

entre 500 a 600 m e nas rochas metassedimentares a cota varia em torno de 400m com algumas elevações sustentadas por rochas mais quartzosas.

Os solos provenientes dos terrenos granito-gnáissicos são esbranquiçados e quartzosos, enquanto os solos originados das rochas máficas e ultramáficas são avermelhados a amarelados, com aspecto argiloso a sedoso muitas vezes magnético. Os solos das rochas sedimentares variam de quartzosos a argilosos com coloração amarelada a avermelhada, ou cinza escuro derivado dos xistos carbonosos.

O clima é tropical semi-úmido com temperatura anual variando de 22°C a 25°C e pluviosidade anual entre 1750 a 1850 mm.

Os cursos d'água da área pertencem às bacias dos Rios Vermelho, Crixás-Mirim e Crixás-Açú, tributários do rio Araguaia.

A vegetação predominante é do tipo campos e cerrados nas áreas de rochas granito-gnáissicas e metassedimentares e do tipo mata nas áreas de ocorrência de rochas máficas e ultramáficas metamorfisadas.

1.5 HISTÓRICO REGIONAL

A ocupação dos territórios de Goiás teve início com Catarina Silva e suas expedições dos bandeirantes da Capitania de São Paulo. Dentre esses bandeirantes, destacou-se Bartolomeu Bueno da Silva, o Anhangüera, que no final do século XVII percorreu o território goiano em busca de jazidas de metais preciosos. Segundo a lenda, Bartolomeu Bueno da Silva diante da recusa dos índios em lhe informar a localização das jazidas auríferas de onde retiravam material para as peças de ouro com as quais se enfeitavam derramou aguardente num prato, jogando-lhe fogo, e ameaçando fazer o mesmo com as águas dos rios. Apavorados, os índios levaram-no imediatamente às jazidas, chamando-o "Anhangüera" (Diabo Velho ou Feiticeiro).

De qualquer modo, após o "Anhangüera", diversas outras expedições partiram em direção a Goiás, em busca das riquezas do subsolo da região.

Em 1726, o filho de Bartolomeu Bueno (Bartolomeu Bueno Filho) fundou o primeiro vilarejo de Goiás, o qual foi denominado Arraial da Barra, logo após essa fundação, povoados passaram a ser fundados por toda a parte no estado. A exploração do ouro atingiu o seu auge na segunda metade do século XVIII.

Em 1739, Dom João V com o objetivo de regulamentar a extração de ouro da região, ordenou a fundação da primeira cidade do estado de Goiás e a nomeia de Vila Boa.

Em 1744 é criada a Capitania Geral de Goiás e o estado de Goiás deixa de pertencer à Capitania de São Paulo.

Em 1941 foram descobertas as minas de Papuã, posteriormente denominada de Pilar e atual Pilar de Goiás, quando João Godoy Pinto da Silveira chega ao Quilombo de Papuã.

Porém devido aos altos custos da extração do ouro e altas porcentagens pagas à superintendência das minas a mineração chegou ao declínio. A extração de ouro da época colonial diminuiu progressivamente e foi sendo substituída pela atividade garimpeira.

Após 250 anos de extração de ouro sem nenhum registro geológico em 1969, foi produzido por Barbosa o primeiro relato geológico da região. Barbosa interpretou os terrenos granito-gnáissicos como Arqueanos e os xistos como Pré-cambrianos, ambos situados na base do Grupo Araxá. Barbosa *et al.*, (1969)

Em 1977 Almeida inclui as rochas arqueanas de Goiás na Província Tocantins e interpreta os terrenos granito-gnáissicos como embasamento das seqüências vulcano-sedimentares. Almeida *et al.*, (1977)

Em 1978 foi destacado dentro do projeto Pilar-Mara Rosa as diferenças entre rochas vulcanossedimentares de Crixás-Pilar de Goiás e os xistos de Araxá por Ribeiro Filho et al., (1978) No mesmo ano, Danni e Ribeiro (1978), interpretam as supracrustais da área como *greenstone belts*, tendo por comparação com terrenos *greenstone belts* da África do Sul.

Em 1979 houve a consagração dos terrenos *greenstone belts* após a descoberta das rochas ultramáficas contendo texturas spinifex em Crixás por Saboia (1979).

A partir de então a importância desses terrenos arqueanos de Goiás cresceu significativamente, tanto sob o ponto de vista econômico como o científico, seguindo uma tendência mundial.

As características geológicas dos terrenos granito-*greenstone belts* passaram, então, a ser investigadas por mapeamentos de detalhe e semi-detalhe (1:25.000 e 1:45.000) iniciando por Crixás (Kuyumjian, 1981) e Goiás (Danni *et al.*, 1981, Teixeira 1981), estendendo-se para as regiões de Pilar de Goiás (Danni *et al.*, 1986), de Guarinos (Jost e Ferreira Filho, 1987, Jost H., 1995) e de Faina realizado na escala 1:50.000 sob a coordenação de Aripilnio Antônio Nilson, César Fonseca Ferreira Filho e Almir Neves Figueredo em 1988. Esses mapeamentos foram realizados a título de trabalhos de conclusão de curso de alunos do Curso de Geologia da Universidade de Brasília ou por objetos de compilação de dados complementares feito pelo DNPM (DNPM 1996).

Os resultados dos mapeamentos geológicos estimularam, a partir da segunda metade da década de 80, inúmeros estudos de detalhe que resultaram em um grande volume de dados

sobre metalogenia, petrografia, petrologia, geoquímica, estratigrafia, geologia estrutural, geologia isotópica e geofísica.

Em 1980 foram retomadas as sondagens e a partir de 1983 as reservas da Mina III foram definidas por (Yamaoka e Araújo, 1988).

Nos últimos trabalhos os minerais de minério das minas Mina III e Mina Nova foram descritos por Fortes (1996), Portocarrero (1996) e Petersen Jr. (2003), sem um detalhamento próprio dos halos de alteração hidrotermal.

Porém recentemente com a implantação de um programa de exploração agressivo visando a ampliação das reservas locais resultaram nos descobrimentos de novos corpos mineralizados, dentre os quais se encontram os Corpos Palmeiras, Sul, Forquilha, V e Pequidão.

2 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho proposto está organizada em quatro etapas principais: (1) Etapa de Planejamento; (2) Etapa Serra Grande; (3) Etapa UFRGS; e, (4) interpretação dos resultados e redação final da monografia, conforme a (Fig. 02).

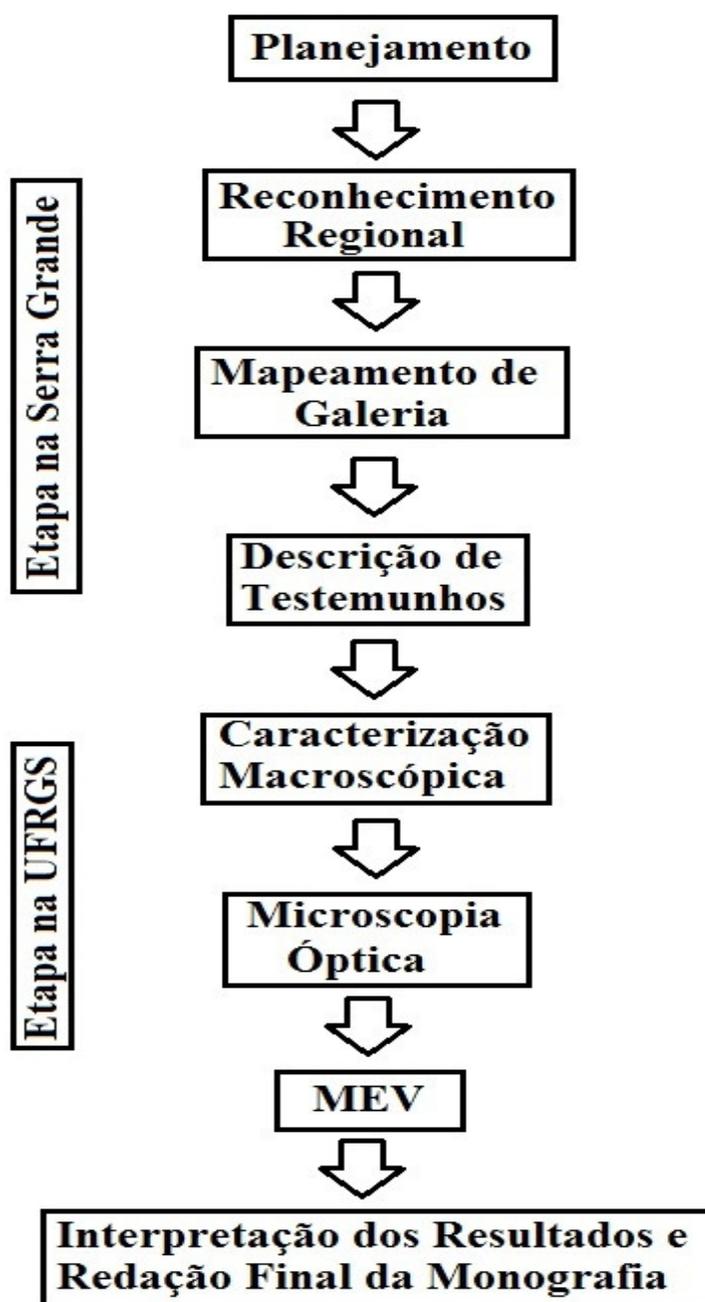


Figura 02: Mostra a ordem das metodologias seguidas.

2.1 ETAPA DE PLANEJAMENTO

Esta etapa foi realizada na biblioteca do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no portal CAPES e no acervo bibliográfico da Mineração Serra Grande, GO.

O principal objetivo foi reunir artigos publicados, dissertações de mestrado, tese de doutorados, trabalhos de graduação e relatórios internos relativos a área de estudo, tais como, geologia regional, geologia local, ambientes geotectônicos entre outros. Ainda, foram acessados artigos de outras áreas similares no mundo para ampliar o conhecimento técnico sobre depósitos de natureza hidrotermal e, assim, subsidiar o trabalho aqui desenvolvido.

2.2 ETAPA SERRA GRANDE

Esta fase foi realizada em uma visita de dois meses à área da Mineração Serra Grande e nas proximidades de Crixás e teve como objetivo o reconhecimento geológico regional, local e de detalhe.

2.2.1 Reconhecimento Regional

O reconhecimento regional foi realizado em afloramentos ao longo do *greenstone belt* de Crixás e nos terrenos granito-gnaissicos que o circundam.

2.2.2 Mapeamento de Galeria

O mapeamento de galeria foi realizado nas galerias já abertas do Corpo Pequizão nas dependências da Mineração Serra Grande. Esta etapa teve como objetivo gerar um mapa paralelo à direção do mergulho do corpo mineralizado para, assim, promover uma descrição de campo do topo, meio e base do pacote mineralizado do Corpo Pequizão.

O mapeamento foi realizado através dos canais de sondagem, onde em cada canal (com distância de 10 m entre cada um), foram marcados os contatos geológicos entre as litologias. Contudo apenas três canais foram selecionados, um no topo da estrutura (zona de estéril), outro no meio da zona de alteração hidrotermal (zona do minério) e um último na base da estrutura (zona de estéril), para amostragem e descrições detalhadas das estruturas presentes nas rochas.

Também foram coletadas cinco amostras de campo representando as zonas de estéril (topo da estrutura e base da estrutura) e a zona de alteração hidrotermal (zona do minério) para um melhor detalhamento nas etapas de laboratório (petrografia, microscopia eletrônica de varredura).

Por se tratar de caráter restrito devido ao desenvolvimento do corpo de minério, o mapa produzido não foi liberado pela Serra Grande.

2.2.3 Descrição de Testemunhos de Sondagem

Esta etapa foi realizada no galpão de testemunhos de sondagem da Gerência de Geologia (GGE) e Gerência de Exploração (GEX) da Mineração Serra Grande.

O objetivo principal desta etapa, foi a descrição em detalhe de 3 testemunhos de sondagem com o intuito de caracterizar em escala mesoscópica as rochas encaixantes, definir as dimensões, geometria e mineralogia da zona de alteração hidrotermal para uma melhor caracterização do Corpo Pequizão.

Os testemunhos de sondagem foram selecionados a partir do teor de ouro (definido no laboratório da empresa) e de acordo com a geometria do corpo e das variações observadas durante o mapeamento. Esses testemunhos são perpendiculares ao sentido principal do corpo de minério. Foram selecionados e descritos três testemunhos (II 284, II301, II434) (Fig.03). Estas descrições possibilitaram a construção de um perfil perpendicular ao mergulho do corpo Pequizão (10-25/297°), possibilitando uma comparação das associações mineralógicas da zona mineralizada com a zona estéril.

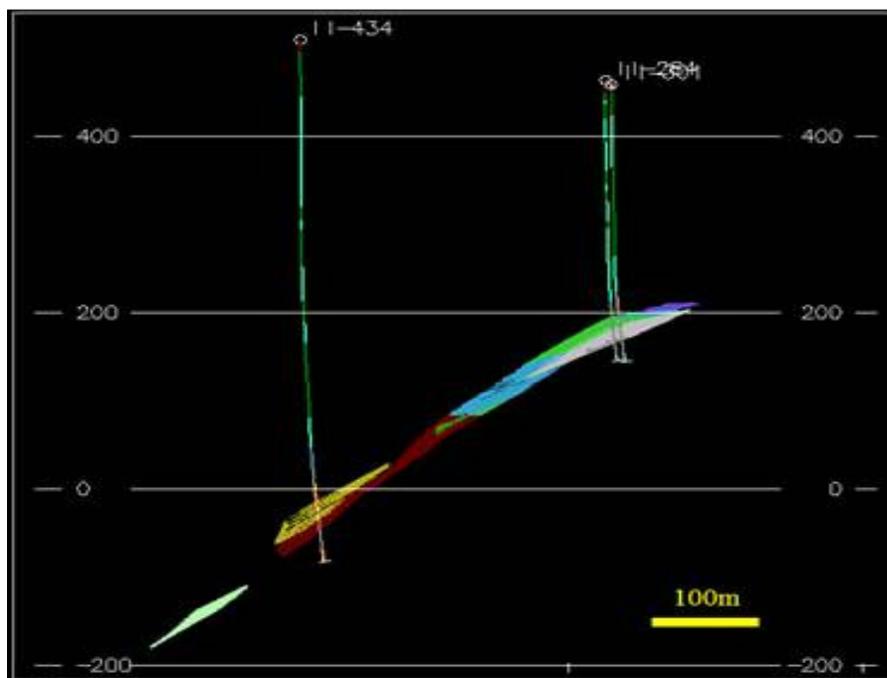


Figura 03: Perfil vertical aos furos de sondagem, mostrando o corpo de minério, as cores representam os corpos de minério. Fonte Datamine Mineração Serra Grande.

Nos testemunhos, foi coletados um total de 64 amostras (Tab 01) representando as zonas estéreis (topo e base da estrutura) e a zona de alteração hidrotermal (zona do minério), as quais terão um melhor detalhamento nas etapas de laboratório (petrografia e microscopia eletrônica de varredura).

<u>II - 284</u>		<u>II - 434</u>		<u>II - 301</u>	
Amostra	Profundidade (m)	Amostra	Profundidade (m)	Amostra	Profundidade (m)
01	258,73	24	478,56	46	236,60
02	263,48	25	479,20	47	236,91
03	266,32	26	484,47	48	243,47
04	268,56	27	485,61	49	245,49
05	274,95	28	487,63	50	247,30
06	276,76	29	494,80	51	250,56
07	278,30	30	498,02	52	263,37
08	279,08	31	507,45	53	269,59
09	280,82	32	510,33	54	270,65
10	281,97	33	514,35	55	273,19
11	283,03	34	518,33	56	274,62
12	283,20	35	529,91	57	275,34
13	283,49	36	530,30	58	276,70
14	284,41	37	531,83	59	290,75
15	285,00	38	533,32	60	297,10
16	285,32	39	533,85	61	298,65
17	286,50	40	535,65	62	302,74
18	287,56	41	538,49	63	306,42
19	289,69	42	541,60	64	307,97
20	289,81	43	545,53		
21	297,06	44	551,51		

22	303,47	45	558,33		
23	308,20				

Tabela 01: Amostras coletadas referente aos furos de sondagens estudados.

2.3 ETAPA UFRGS

A etapa UFRGS é composta pelas análises feitas nos laboratórios da universidade e visa à obtenção de dados fundamentais para o atendimento dos objetivos propostos. Esta etapa foi subdividida em caracterização macroscópica, microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura.

2.3.1 Caracterização Macroscópica

Foi realizada uma descrição cuidadosa nas amostras coletadas durante a fase de descrição de testemunhos, utilizando lupa de mesa. Critérios tais como, cor, tipo de rocha, assembléia mineralógica, estruturas, quantidade de venulações, entre outros foram utilizados para selecionar as amostras mais representativas para serem laminadas.

2.3.2 Microscopia Óptica

Esta etapa foi realizada no Instituto de Geociências - UFRGS. Teve por objetivo caracterizar em detalhe o Corpo Pequizado através da petrografia.

O processo foi iniciado com a seleção cuidadosa de amostras a partir da descrição de três testemunhos de sondagem. Foram confeccionadas 21 lâminas delgadas (Tab 02) e utilizando um microscópio Leica DMLP binocular de luz polarizada e refletida para as descrições.

O objetivo das descrições petrográficas foi a identificação dos minerais formadores das rochas, das paragêneses minerais, das texturas, das estruturas, das deformações, dos minerais de minério, da ganga entre outras feições fundamentais para uma boa classificação das amostras e definições dos processos de alteração hidrotermal ao qual essa rocha foi submetida.

<u>II - 434</u>		<u>II - 284</u>		<u>II - 301</u>	
Amostra	Profundidade (m)	Amostra	Profundidade (m)	Amostra	Profundidade (m)
II 434 - A	478,56	II 284 - A	276,76	II 301 - A	236,60
II 434 - B	494,80	II 284 - MIII	281,97	II 301 - B	247,30

II 434 - MI	531,83	II 284 - MII	283,49	II 301 - C	263,37
II 434 - MII	531,83	II 284 - MIV	285,37	II 301 - MI	273,19
II 434 - MIII	535,65	II 284 - MV	285,37	II 301 - E	290,75
II 434 - MIV	535,65	II 284 - MVI	289,69	II 301 - D	306,42
II 434 - C	545,53	II 284 - MVII	289,69		
		II 284 - MI	289,81		

Tabela 02: Lâminas descritas e a sua relação com os furos de sondagem.

2.3.3 Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV

Esta etapa foi realizada no Centro de Microscopia Eletrônica- CME da UFRGS. O modelo utilizado foi o JSM 5800, e teve como objetivo reconhecer a forma, tamanho e ocorrência do ouro e minerais associados. Já no EDS teve como objetivo a determinação semi-quantitativa da composição química de minerais como cloritas, sulfetos, carbonatos, biotitas e outros.

A Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) é uma técnica adequada para análises detalhadas de minerais, pois permite alcançar aumentos muito superiores ao da microscopia ótica. Dependendo do material pode-se atingir até 300.000 vezes de aumento, mas, para a análise de materiais, normalmente o aumento é da ordem de 10.000 vezes. O Microscópio Eletrônico de Varredura é um equipamento versátil que permite a obtenção de informações morfológicas e estruturais de amostras diversas, caso acoplado a um sistema (EDS) pode-se obter informações sobre a química da amostra também.

No caso da microscopia eletrônica a área ou o microvolume a ser analisado é irradiado por um fino feixe de elétrons ao invés da radiação da luz. Como resultado da interação do feixe de elétrons com a superfície da amostra, algumas séries de radiações são emitidas tais como: elétrons secundários, elétrons retroespalhados, raios X característicos, elétrons Auger, fótons, etc. Estas radiações, quando captadas corretamente, irão fornecer informações características sobre a amostra (topografia da superfície, composição, cristalografia, etc).

O feixe fino de elétrons de alta energia incide na superfície da amostra onde, ocorrendo uma interação, parte do feixe é refletida e coletada por um detector que converte este sinal em imagem de elétrons retroespalhados (BSE) ou imagens de elétrons secundários (SE). Também é utilizado o sistema de Espectroscopia por Dispersão de Energia (EDS), que ocorre com a emissão de raios X que fornece a composição química elementar de um ponto

ou região da superfície, possibilitando a identificação de praticamente qualquer elemento presente.

Neste trabalho foram analisadas oito lâminas polidas previamente metalizadas com carbono, sendo estas lâminas representativas das zonas de alteração hidrotermal do Corpo Pequizão.

2.4 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS E REDAÇÃO FINAL DA MONOGRAFIA

Esta etapa consiste na integração das informações disponíveis da área de estudo com os resultados obtidos durante a fase de campo e laboratório.

3 GEOLOGIA REGIONAL

O presente capítulo tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica dos principais autores e seus conceitos sobre o contexto geotectônico e geológico no qual está inserido o *greenstone belt* de Crixás, que é um de cinco fragmentos de *greenstones* localizado na porção central da Província Tocantins.

3.1 PROVÍNCIA DE TOCANTINS

A Província de Tocantins (Almeida *et al.* 1981) localizada entre os Crátoms São Francisco e Amazônico, é um sistema orogênico neoproterozóico, gerado nos eventos colisionais que originaram a amalgamação do supercontinente Gondwana no final do Neoproterozóico. Compondo a Província do Tocantins está as Faixas Brasília, Paraguai, Araguaia, o Arco Magmático de Goiás e o Maciço de Goiás.

A Província Tocantins é afetada por Três faixas de dobramentos, a faixa Paraguai, Araguaia e Brasília. Todas estas faixas são produtos do Ciclo Orogrênico Brasileiro. A área de estudo está situada no domínio da Faixa Brasília com o Maciço de Goiás.

A região oriental da Província de Tocantins (Fig-04) foi subdividida por em compartimentos tectônicos. Tais como: Zona Cratônica; Faixa Brasília – Zona Externa; Faixa Brasília – Zona Interna; Maciço de Goiás e Arco Magmático do Oeste de Goiás.

Zona Cratônica: representada por algumas exposições do embasamento e por coberturas fanerozóicas e precambrianas, cuja deformação, quando existente, é de caráter epidérmico; Fuck (1994)

Faixa Brasília – Zona Externa: Compreende unidades metassedimentares dos grupos Paranoá, Bambuí, Canastra e Ibiá, e da Formação Vazante, todos estruturados em um cinturão de dobras e falhas de antepaís; Fuck (1994)

Faixa Brasília – Zona Interna: representada por rochas dos grupos Arai, Serra da Mesa e Araxá, e porções do embasamento situadas entre as faixas de rochas metavulcânicas e metassedimentares; Fuck (1994)

Maciço de Goiás: composto por rochas arqueanas representadas pelos terrenos *greenstone belts*, terrenos granito-gnáissicos e sequências vulcano-sedimentares paleoproterozóicas da região de Almas-Natividade-Cavalcante, rochas paleo-mesoproterozóicas representadas pelos complexos Máficos-Ultramáficos de Canabrava, Barro Alto e Niquelândia, sequências vulcano-sedimentares de Indaianópolis/Coitezeiro,

Palmeirópolis e Jucelândia, complexo granulítico de Anápolis-Itaçu e por uma área de terrenos ortognáissicos vulcano-sedimentares neoproterozóicos do Arco Magmático de Goiás. Pimentel et al., (2004)

Arco Magmático de Goiás: sendo composta por sequências vulcano-sedimentares com idade neoproterozóica representadas pelas regiões de Mara Rosa, Bom Jardim de Goiás e Porangatu, além de ortognaisses subordinados. Pimentel e Fuck, 1992

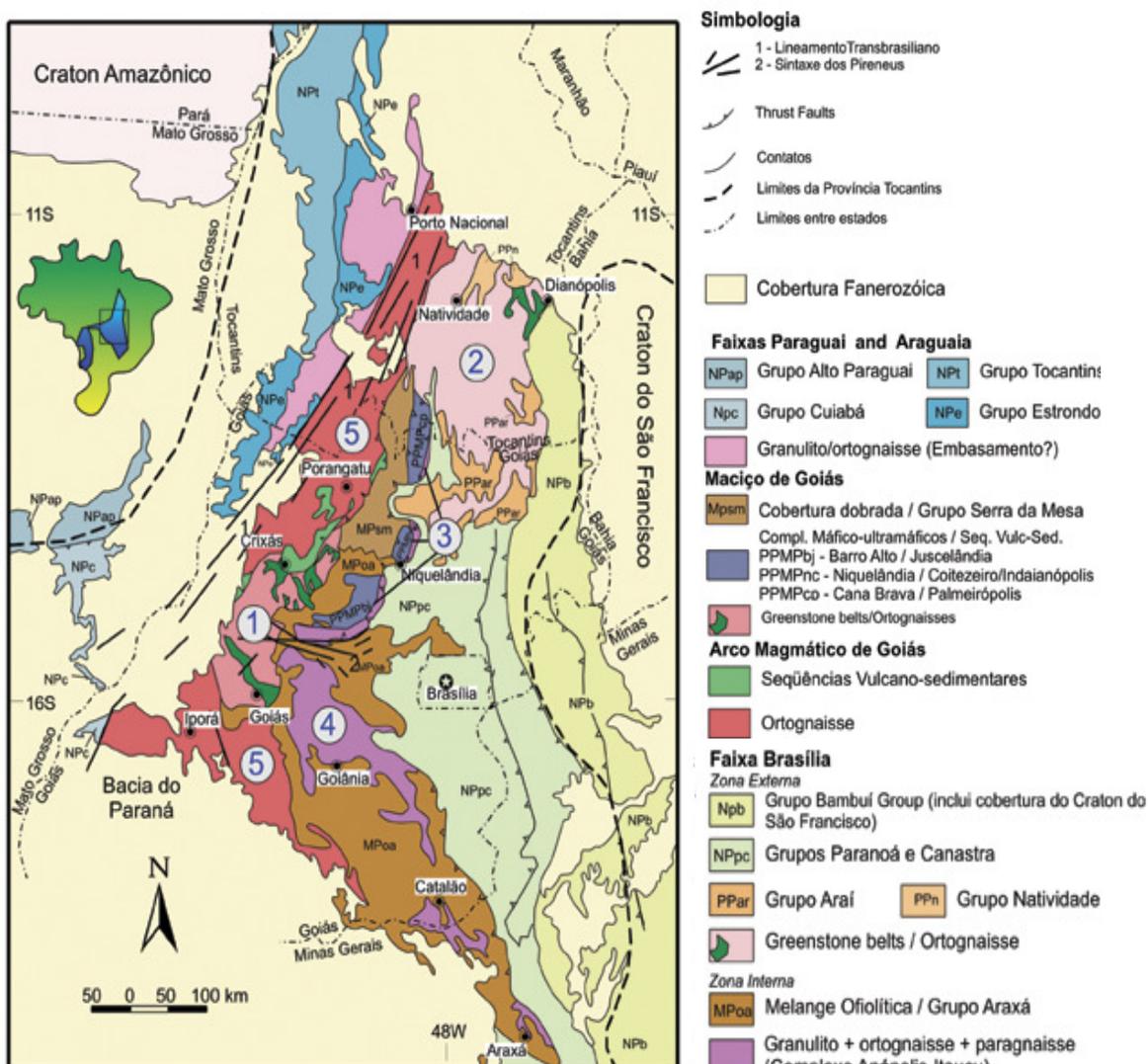


Figura 04 – Mapa Geológico simplificado da porção centro-leste da Província Tocantins. 1) Bloco Arqueano de Crixás-Goiás; 2) Terrenos Paleoproterozóicos de Almas-Natividade; 3) Complexos máficos-ultramáficos; 4) Complexo Anápolis-Itaçu; 5) Arco Magmático de Goiás. Modificado de Pimentel *et al.* (2004).

3.2 MACIÇO DE GOIÁS

O maciço de Goiás situa-se na porção central da Província do Tocantins (Fig-04) e segundo Pimentel et al. (2004) o Maciço de Goiás é um pequeno fragmento continental que colidiu contra a margem ocidental do Cráton São Francisco e apresenta uma evolução muito complexa.

Na parte sul do maciço aflora um embasamento granito-*greenstone* com idades entre 2,8 e 2,6 Ga (Queiroz e Jost, 1998), nesses embasamento esta alojados cinco *greenstone belts* de Crixás, Pilar de Goiás, Guarinos, Santa Rita e Faina. E sofreu um importante retrabalhamento produzindo magmatismo graníticos e sucessões supracrustais durante Eventos do Transamazônico.

A noroeste tem-se terrenos granito-gnáissicos e seqüências vulcano-sedimentares paleoproterozóicas da região de Almas-Natividade-Cavalcante.

Na parte norte do maciço ocorrem sucessões vulcano-sedimentares (Juscelândia, Palmeirópolis e Indaianópolis) de alto grau metamórfico, que podem estar relacionadas á abertura precoce de um oceano, devido a suas características bimodais e geoquímica anorogênicas, que datam em 1,3 – 1,25 Ga por Pimentel et al., (2003). Sendo que essas rochas supracrustais recobrem tectonicamente três complexos máfico-ultramáficos (Cana Brava, Barro Alto, Niquelândia). Esses complexos resultaram da cristalização de câmaras magmáticas básicas profundas.

Datações obtidas por Ferreira Filho *et al.*, (1994) confirmam o metamorfismo granulítico em 770 Ma, o que indica um evento orogênico do Neoproterozóico, que é parcialmente preservado no Maciço de Goiás, porém muito comumente é obliterado pelos eventos metamórficos (650 – 600 Ma) relacionados ao estruturamento colisional da Faixa Brasília.

O Maciço de Goiás também possui uma extensa área de terrenos ortognáissicos vulcano-sedimentares neoproterozóicos, em parte, juvenis do Arco Magmático de Goiás.

3.3 TERRENOS GRANITO-GREENSTONE ARQUEANOS DE GOIÁS

Segundo Pimentel *et al.* 1997 os terrenos arqueanos/paleoproterozóicos são constituídos por aproximadamente 80% de complexos granito-gnáissicos e 20% de supracrustais do tipo *greenstone belt*. Localizam-se no Maciço de Goiás, setor meridional do Estado a oeste da Faixa Brasília e possuem cerca de 50.000Km², formato ovalado, orientado segundo NE-SW.

Os terrenos *granito-greenstone* (Fig.05) estão limitados ao norte e sul, com o Arco Magmático de Goiás a nordeste com os complexos máfico-ultramáfico e a sudeste faz contato com rochas metassedimentares neoproterozóicas do Grupo Araxá.

Os terrenos granito-gnáissicos são formados por gnaisses e intrusões de composição tonalítica a granodiorítica e subordinadamente granítica, formando cinco Complexos, Anta, Caiamar, Hidrolina, Caiçara e Uvã e um bloco, Moquém. Todos os complexos apresentam stocks e diques de dolerito, diabásio e muito raramente de ultramáficas (Pimentel *et al.* 2004) e o bloco Moquém diferencia-se desses complexos por apresentar limites exclusivamente tectônicos verticais a subverticais (Pimentel *et al.* 2000).

Os terrenos *greenstone belts* ocorrem em cinco faixas com dimensões variando entre 40 e 100km de comprimento e 6 a 30km de largura, dentre as quais três situam-se no extremo norte, Crixás, Guarinos e Pilar de Goiás, e duas no extremos sul, Santa Rita e Faina. Os contatos do *greenstone belts* com os complexos granito-gnaisses são o que determinam a geometria linear, curva ou irregular das faixas arqueanas.

3.4 TERRENOS GRANITO - GNÁISSICOS

Os terrenos granito – gnáissicos ou complexos graníticos são compostos na região norte de leste para oeste, pelo Bloco Moquém e pelos Complexos Hidrolina, Caiamar e Anta, e na parte sul, pelos Complexos Caiçara e Uvã.

3.4.1 Bloco Moquém

O Bloco Moquém limita-se a oeste pelo *greenstone belt* de Guarinos, a leste pelo *greenstone belt* de Pilar de Goiás, a norte e sul por rochas do Proterozóico, que pertencem ao Grupo Araxá. Os limites são dados por falhas de empurrão, nos contatos norte e sul são por rampas laterais de direção E – W com vergencia para leste, ou por falhas transcorrentes, como nos contatos sudoeste com a faixa Guarinos e no contato a leste com a faixa Pilar de Goiás.

As principais rochas formadoras por ordem de abundância segundo (Vargas 1992) e (Jost *et al.* 1994b) são gnaisses granodioríticos, gnaisses graníticos e gnaisses tonalíticos. Stocks tonalíticos e intrusões máficas e ultrmáficas também são encontrados no Bloco. Todas as unidades do Bloco foram afetadas por metamorfismo fácies Xisto – verde durante o Arqueano e o Neoproterozóico.

3.4.2 Complexo Caiamar

O Complexo Caiamar limita-se a oeste, na metade norte com o *greenstone belt* de Crixás e a metade sul com o Complexo Anta; ao norte e a sul limita-se com rochas

metassedimentares do Proterozóico e a leste limita-se com o *greenstone belt* de Guarinos. Os contatos norte e sul são os únicos contatos tectônicos do Complexo, Sendo o contato sul uma rampa lateral com vergência para leste (Jost *et al.* 1994a) e o contato norte uma rampa frontal de falha de empurrão com vergência para sul (Jost, 2001).

O Complexo foi subdividido segundo (Jost *et al.* 1994a) em três unidades, de norte para sul em Gnaiss Crixás-Açu, Tonalito Tocambira e os Gnaisses Águas Claras. Todas as unidades do Complexo são cortadas por microgabros e diques de diabásio e raramente por veios pegmatíticos. Os diques máficos possuem a mesma deformação que os gnaisses e possuem paragénese de fácies anfibolito superior.

3.4.3 Complexo Hidrolina

O Complexo Hidrolina limita-se a sudoeste num contato regular curvo pela faixa de Pilar de Goiás, a sudeste, leste e oeste limita-se com unidades metassedimentares Proterozóicas e metavulcânicas.

Este complexo consiste de gnaisses granodioríticos a gnaisses graníticos e mais raramente tonalíticos. Uma foliação paralela aparece próxima ao contato com as rochas supracrustais de Pilar de Goiás. Maior ao centro do complexo essa foliação diminui de intensidade e torna-se horizontal.

3.4.4 Complexo Anta

O Complexo Anta limita-se a leste, na metade sul com o complexo Caiamar e ao sul com o *greenstone belt* de Crixás; ao sul limita-se com o complexo Caiçara; ao sudoeste, sudeste, norte e nordeste com rochas do Proterozóico.

Possui contato irregular a sinuoso com o *greenstone belt* de Crixás e em poucos locais existem milonitos subverticais de direção N30°W a N20°W no contato (Vargas 1992). Pode-se evidenciar uma pequena recristalização dos metakomatiitos, metabasaltos e apófises dos granitóides adjacentes como resultado do metamorfismo de contato.

O Complexo foi subdividido segundo (Vargas 1992) em ordem decrescente de abundância, de granodioritos, tonalitos e subordinado a estes o granito.

3.4.5 Complexo Caiçara

O Complexo Caiçara limita-se ao norte com os Complexos Caiamar e Anta, ao sul dos *greenstone belts* de Santa Rita e Faina.

O Complexo Caiçara compreende granitos, quartzo-metasienitos e subordinadamente quartzo dioritos, granodioritos e quartzo-monzonitos.

3.4.6 Complexo Uv

O Complexo Uv limita-se a norte com o greenstone belts de Santa Rita e Faina, a sul e a sudeste com metassedimentos do Proterozóico e a oeste com depósitos terciário-quaternários representados por platôs lateríticos e depósitos fluviais (Jost *et al.*2005).

O Complexo Uv compreende gnaisses e intrusões de composição tonalítica, graníticas e granodioríticas.

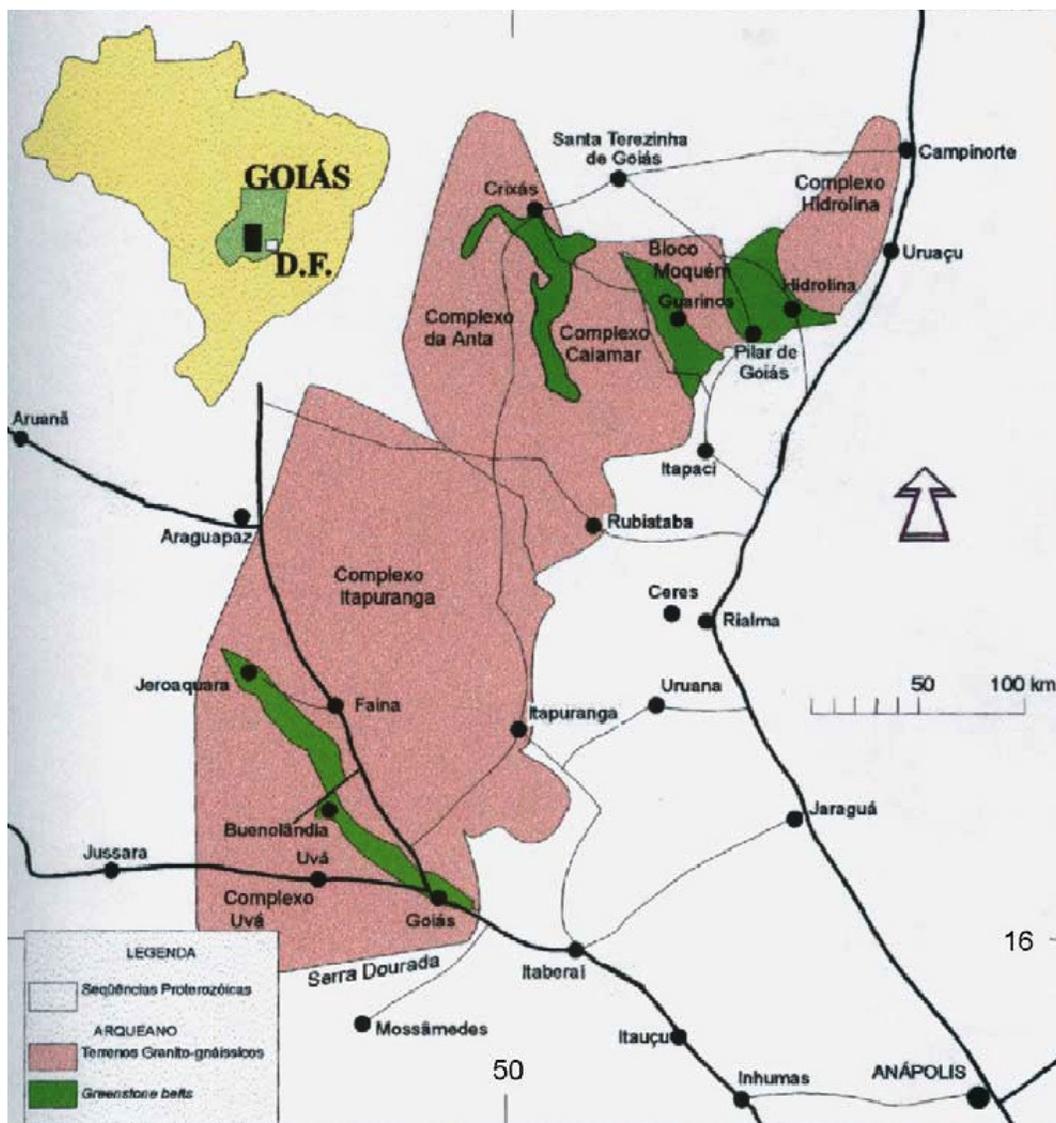


Figura 05 – Mapa geológico simplificado dos terrenos granito-greenstone belt de Crixás-Goiás (modificado de Carvalho, 2005).

3.5 GREENSTONE BELTS DE GOIÁS

Os terrenos arqueanos do Maciço de Goiás (Fig 06) foram estudados por vários autores sendo que a variedade das informações geradas tornou a compreensão dessas regiões um pouco confusa, devido á diversidade de nomes e subdivisões.

A tabela (Tab 03) contém um resumo comparativo da estratigrafia dos *greenstone belts* de Crixás, Guarinos, Pilar de Goiás, Faina e Santa Rita, para um melhor entendimento (modificado de Queiroz 2000).

<i>Greenstone belts</i>	Litotipos			
	Sedimentares	Vulcânicas Félsicas	Vulcânicas Máficas	Vulcânicas Ultramáficas
<i>Greenstone belt</i> Crixás	Formação Ribeirão das Antas		Formação Rio Vermelho	Formação Córrego Alagadinho
<i>Greenstone belt</i> Guarinos	Formações São Patricinho, Aimbé e Cabaçal		Formação Serra Azul	Formação Serra do Cotovelo
<i>Greenstone belt</i> Pilar de Goiás	Formações Boqueirão e Serra do Moinho		Formação Cedrolina	Formação Córrego Fundo
<i>Greenstone belt</i> Santa Rita	Formações Fazenda Limeira e Fazenda Cruzeiro	Membro Superior(MS)	Formação Digo- Digo (MI)	Formação Manoel Leocádio
<i>Greenstone belt</i> Faina	Formações Fazenda Tanque, Serra São José e Córrego Tatu		Formação Digo- Digo (MI)	Formação Manoel Leocádio

Tabela 03: Com um resumo comparativo da estratigrafia dos *greenstone belts* de Goiás (modificado de Queiroz 2000)

3.5.1 *Greenstone belt* de Crixás

O *Greenstone belt* de Crixás é uma faixa alongada segundo NS, com cerca de 6km de largura e aproximadamente 45km de comprimento. Limita-se a oeste com o Complexo da

Anta, a leste e a sudeste com o Complexo Caimar, a norte com a Sequência metassedimentar Santa Terezinha.

O *greenstone belt* de Crixás foi agrupado em três sequências por Sabóia e Teixeira (1980), da base para o topo como Formação Córrego Alagadinho com 500m de espessura, Formação Rio Vermelho com 350m de espessura e Formação Ribeirão das Antas com 700m de espessura.

3.5.2 *Greenstone belt* de Guarinos

O *greenstone belt* de Guarinos compreende uma estrutura antiforme, alongada com orientação segundo N10° - 30°W, com média de 23km de comprimento e 6km de largura. Limita-se a norte com rochas Neoproterozóicas por meio da Zona de Cizalhamento de Mandinópolis; a leste pelo Bloco Moquém; a oeste pelo Complexo Caimar e ao sul por rochas metassedimentares do Grupo Serra da Mesa (Jost *et al.* 2001).

O *greenstone belt* de Guarinos foi inicialmente dividido estratigraficamente por Danni e Ribeiro (1978) porém posteriormente foi redefinido por Jost e Oliveira (1991). Sendo assim a subdivisão da base para o topo ficou como Formação Serra do Cotovelo com 500m de espessura, Formação Serra Azul com 300m de espessura, Formação São Patricinho com 300m de espessura, Formação Aiambé com 50m de espessura e Formação Cabaçal com 400m de espessura.

3.5.3 *Greenstone belt* de Pilar de Goiás

O *greenstone belt* de Pilar de Goiás ocorre como um grande homoclinal alongada na direção N10° - 20°W e possui em média 7km de largura com aproximadamente 15km de comprimento. Limita-se a oeste com gnaisses do Bloco Moquém por falha, a norte com rochas Neoproterozóicas pela Zona de Cisalhamento de Mandinópolis, a leste pelo Complexo de Hidrolina e na parte meridional coberta por rochas metassedimentares Paleoproterozóicas do Grupo Serra da Mesa.

O *greenstone belt* de Pilar de Goiás foi subdividido estratigraficamente por Jost e Oliveira (1991) da base para o topo em Formação Córrego Fundo com 900m de espessura; Formação Cedrolina com 500m de espessura; Formação Boqueirão com 200m de espessura e Formação Serra do Moinho com 400m de espessura.

3.5.4 *Greenstone belt* de Faina e Santa Rita

Os *greenstone belt* de Faina e Santa Rita estão estruturadas em sinclínórios de direção N50° - 60°W e estão justapostos ao longo de uma faixa direcional N30°E, e juntas perfazem

cerca de 100km de comprimento e até 7km de largura. São alóctones confinados sobre os adjacentes complexos granito-gnáissicos Uva e Caiçara.

O *greenstone belt* de Faina foi subdividido estratigraficamente por Resende *et al.*(1998) da base para o topo em Formação Manoel Leocádio com 300m de espessura; Formação Digo-Digo com 300m de espessura; Formação Fazenda Tanque com 250m de espessura; Formação Serra São José com 650m de espessura e Formação Córrego do Tatu com 200m de espessura.

O *greenstone belt* de Santa Rita foi subdividido estratigraficamente por Resende *et al.*(1998) da base para o topo em Formação Manoel Leocádio com 600m de espessura; Formação Digo-Digo com 600m de espessura; Formação Fazenda Limeira com 600m de espessura e Formação Fazenda Cruzeiro com 300m de espessura.

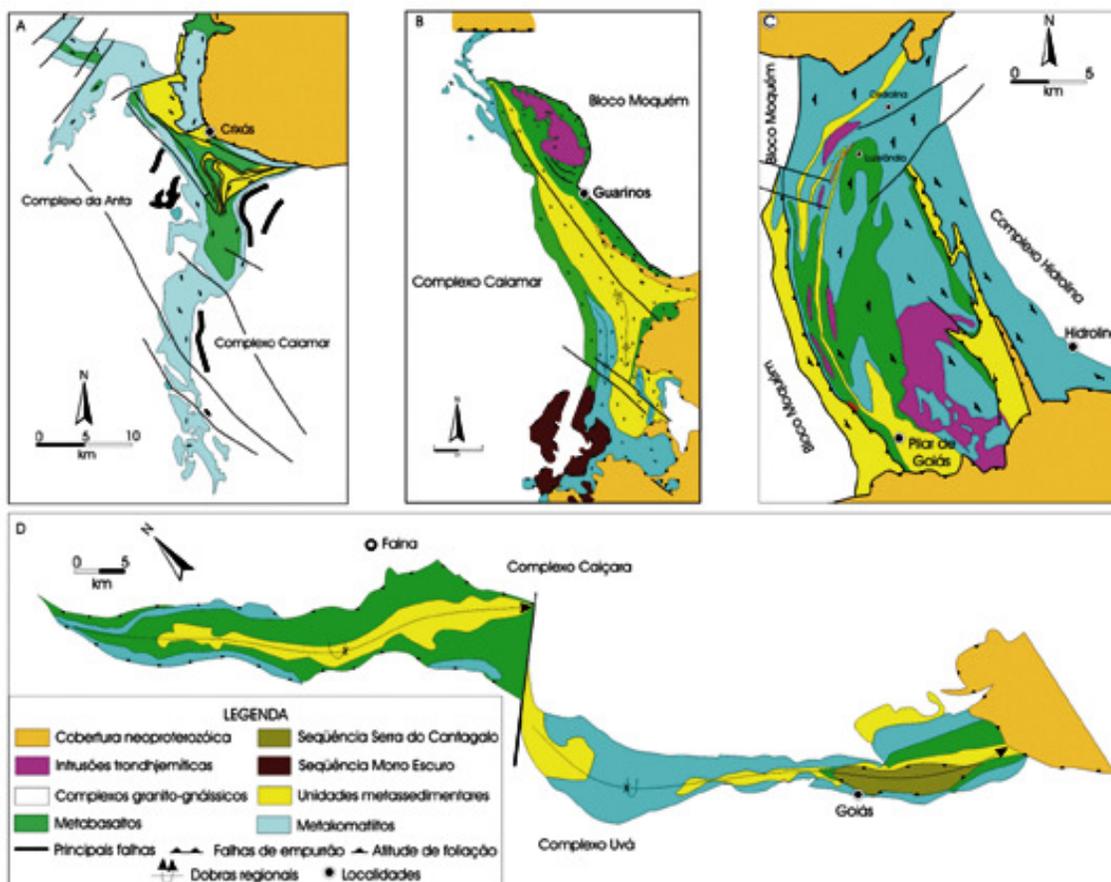


Figura 06: Mapa dos cinco greenstone belts de Goiás: A - Crixás, B - Guarinos, C - Pilar de Goiás, D - Serra de Santa Rita (a SE) e Faina (a NW). Retirado de Almeida *et al.* 1981.

3.6 DIQUES MÁFICOS

Diques e raros *stocks* máficos são comumente encontrados nos terrenos arqueanos de Goiás, onde ocorrem como enxames nos complexos granito-gnáissicos, e nas seções estratigráficas inferiores de metakomatiitos e metabasaltos dos *greenstone belts*.

Primeiramente essas estruturas foram estudadas por Kuyumjian (1981) e Danni *et al.* (1981, 1982), porém nas áreas estudadas por esses autores, as intrusões eram interrompidas bruscamente no contato com os *greenstone belts*. Posteriormente Almeida (2004) descreveu a existência de corpos cortando as duas seqüências.

As intrusões nos complexos granito-gnáissicos são preferencialmente diques, circulares á irregulares de composição de diabásio, diorito e gabro. Intrusões menos frequentes de *Stock* com até 6 km de diâmetro e composição média de piroxienitos e serpentinitos.

Evidências de deformação e metamorfismo na fácies xisto verde a anfíbolito superior podem ser notadas em algumas das intrusões. Os diques e stocks estão controlados por sistemas de fraturas N10°-20°W e N40°-N50°W; N30°-50°E e EW.

Tomazzolli (1997) datou algumas amostras de andesito basáltico que geraram idades K-Ar com rocha total de 2,3 e 2,5 Ga, que foram interpretadas como sendo rochas intracratônicas e associadas a uma fase inicial de distensão crustal com deformação no Ciclo Brasileiro.

Já os diques associados aos metakomatiitos e metabasaltos dos *greenstone belts* e as ocorrências nas unidades metassedimentares superiores eram desconhecidas, mas passaram a ser reconhecidas em testemunhos de sondagem das rochas hospedeiras da mineralização aurífera do *greenstone belt* de Crixás.

A datação destes diques por Jost *et al.*, 2010 resultou numa idade de 2,17 Ga e uma natureza geoquímica de alto-Ti, que foram interpretados como compatíveis com o magmatismo epicratônico semelhante aos basaltos da Bacia do Paraná

3.7 ALBITA GRANITOS

Danni *et al.* (1986) descreveu os Albita granitos pela primeira vez como plagio-granitos espacialmente pequenos, porém como parte importante dos terrenos arqueanos de Goiás. Mais tarde Jost *et al.* (1992) classificou os como tromdjemitos baseado em propriedades petrográficas e geoquímicas.

Essas intrusões são raras nos complexos granito-gnaissicos, porém intrudem os cinco *greenstone belts* de Goiás. Essas intrusões encontram-se intensamente associadas a importantes zonas de descontinuidade tectônica.

As intrusões ocorrem como rochas brancas a cinza-claro, finas a muito finas, apresentando foliação ou bandas muito discretas, composição homogênea, geralmente ocorrem com uma forte caolinização e textura protomilonítica. São compostos basicamente por minerais de albita e quartzo, possuindo minerais subordinados de biotita e microclínio, sendo os acessórios de biotita e anfibólio, os elementos traços são de zircão, pirita, apatita, magnetita e ilmenita e minerais resultantes da alteração hidrotermal são comuns tais como paragonita, clorita, sericita, epidoto, carbonato e a caolinização.

Jost *et al.* (1992) descreve altos teores de Na₂O (entre 4,5% e 8,2%) o que indica que as rochas da intrusão foram submetidas a um metassomatismo além da alteração hidrotermal, assim obliterando a natureza da rocha original. Quando apresentam altas porcentagens de paragonita, os albita-granitos ficam muito parecidos com greisens.

3.8 EVENTOS REGISTRADOS NO BLOCO ARQUEANO

Vários trabalhos foram reunidos por Jost *et al.* (2000), que resumiram os principais eventos da evolução dos terrenos arqueanos de Goiás até o presente. Os eventos abaixo refletem tal estudo sobre a evolução do bloco arqueano:

Primeiramente ocorre um evento de acreção, com formação de crosta siliática entre 3.1 a 3.2 Ga, registrada por datações em zircão, então por volta de 3.0 Ga, ocorre uma extensão crustal e o desenvolvimento de bacia, ocorre vulcanismo ultramáfico e máfico com sedimentação restrita. A partir de 2.9 Ga uma série de eventos começam a ocorrer, e duram cerca de 150 Ma, tais eventos são: compressão e fechamento de bacia, deslizamentos gravitacionais e intra-estratos, dobramento e metamorfismo regionais das supracrustais, seguido de deslocamento, evolução de falhas de empurrão, formação de *nappes* epidérmicas (*thin-skinned*) e dobras recumbentes. Magmatismo félsico, intrusão de tonalitos, granodioritos e raros granitos mantélicos e possível injeções de diques e intrusões máficas e ultramáficas. A 2.7 Ga, ocorre magmatismo granítico a granodiorítico de derivação crustal, seguido de metamorfismo, logo após inicia-se um período de 60 Ma de aquiescência.

Entre 2,7 e 2,2 Ga entra-se em um estágio cratônico, seguido por um evento de colisão em torno de 2,15 Ga, com duração de 150 Ma que gerou retrometamorfismo parciais de gnaisses dos complexos arqueanos, falhas de empurrão com vergência para norte, a formação de zonas de cisalhamento com intrusões máficas e intermediárias e mineralizações de ouro.

Em 1.57 Ga registra-se atividade vulcânica e sedimentação, seguida por um período sem registros e por volta de 550 Ma acontece a amalgamação da Faixa Brasília que aglutina os blocos arqueanos no interior do Arco Magmático de Mara Rosa. Ocorrem deformações periféricas e mineralizações auríferas durante o estágio de colapso do orógeno brasileiro e por final durante o Cenozóico há uma evolução do relevo, com a formação de amplos pedimentos.

4 GEOLOGIA LOCAL

O presente capítulo tem como objetivo a caracterizar o *greenstone belt* de Crixás e as mineralizações de ouro associadas a ele, através de uma revisão bibliográfica.

4.1 **GREENSTONE BELT DE CRIXÁS**

Segundo (Pimentel *et al.* 2000) o *greenstone belt* de Crixás é uma faixa alongada segundo a direção norte e sul, com aproximadamente 45km de comprimento e 6km de largura, com um apêndice estreito de direção nordeste, na porção noroeste (Fig 07) Limita-se a oeste com o Complexo da Anta; a leste e a sul com o Complexo Caiamar; a norte com rochas metavulcano-sedimentar (Sequência Mina Inglesa) e metasedimentos atribuídos ao neoproterozóicos da Sequência Santa Terezinha (Jost *et al.*2001, Dantas *et al.*2001).

A sequência vulcano-sedimentar do *greenstone belt* foi denominada como Grupo Crixás por Jost e Oliveira (1991). Este Grupo foi caracterizado por Sabóia *et al.*(1981) da base para o topo em Formação Córrego Alagadinho formado por rochas ultramáficas komatiíticas; Formação Rio Vermelho formado por basaltos com estruturas primárias(pillow-lavas, vesículas e etc); e a Formação Ribeirão das Antas formada por uma sequência de metasedimentos químicos e detríticos.(Fig 08)

4.1.1 **Formação Córrego Alagadinho**

A Formação Córrego Alagadinho possui aproximadamente 500m de espessura, e é predominantemente composta por rochas ultramáficas, que apresentam feições primárias preservadas do tipo spinifex, disjunções poliedrais, cumulos de olivina e brechas de fluxo, que sofreram serpentinização parcial ou total, ou ainda, podem ter sido transformadas em xisto magnésiano.

Os Xistos magnesianos são compostos por peridotitos, piroxenitos e dunitos metamorfisados e possuem uma proporção variada de talco, clorita, serpentina e anfibólio na sua composição petrográfica. Os serpentinitos apresentam foliação metamórfica ou são maciços e localmente podem conter relictos de textura spinifex.

4.1.2 **Formação Rio Vermelho**

A Formação Rio Vermelho possui aproximadamente 350m de espessura, e é composta predominantemente por metabasaltos toleíticos,anfíbolitos e anfibólito xisto e raramente intercala com metabasaltos Komatiíticos. Os basaltos toleíticos apresentam estruturas primárias do tipo

pillow-lava, variólitos, vesículas e amídalas preservadas. Estas rochas ocorrem intercaladas com xistos carbonosos, formações ferríferas e metavulcânicas intermediárias.

O Contato inferior desta unidade com a Formação Córrego Alagadinho é caracterizado pela intercalação de rochas máficas e ultramáficas; e o contato superior com a Formação Ribeirão das Antas, é caracterizado pela intercalação de metabasaltos com sedimentos grafitosos.

4.1.3 Formação Ribeirão das Antas

A Formação Ribeirão das Antas possui aproximadamente 400m de espessura, e é composta por rochas metassedimentares e vulcânicas exalativas compostas por metarenitos, xisto carbonosos, metassiltitos, quartzitos, quartzitos carbonosos, metacherts carbonosos, metacherts ferruginosos, rochas carbonáticas como dolomitos e calcários e metavulcanoclásticas aluminosas e intermediárias. Nesta seção incluem-se os depósitos de ouro da Mina III e Mina Nova.

A Formação Ribeirão das Antas foi agrupada em três membros por Theodoro (1995). Membro Vulcanossedimentar; Membro Carbonático; Membro Siliciclástico.

O Membro Vulcanossedimentar é composto por filitos carbonosos com fragmentos de provável púmice.

O Membro Carbonático é composto por mármore laminados a maciços, com oncóides ou relíquias de prováveis estromatólitos, depositados, respectivamente, em barreiras e planícies de maré e intermaré, por vezes possui brechas carbonáticas sedimentares.

O Membro Siliciclástico é composto por metarenitos, metasiltitos e metafolhelhos, ritmicamente acamadados, com laminação plano-paralela e cruzada, granodecrescência ascendente, depositados, provavelmente, por correntes de turbidez.

Theodoro (1995) descreve que o topo da formação consiste de uma sucessão de metarritmitos siliciclásticos. O contato entre os filitos carbonosos e os metarritmitos é brusco e, não raro, os últimos apresentam intraclastos centimétricos de xistos carbonoso, o que sugere contato por discordância erosiva.

A associação dos litotipos metassedimentares e as estruturas sedimentares reliquiárias sugerem deposição em ambiente lacustre ou plataformal restrito de águas rasas. A plataforma foi gradativa, porém repentinamente interrompida pela deposição de turbiditos.

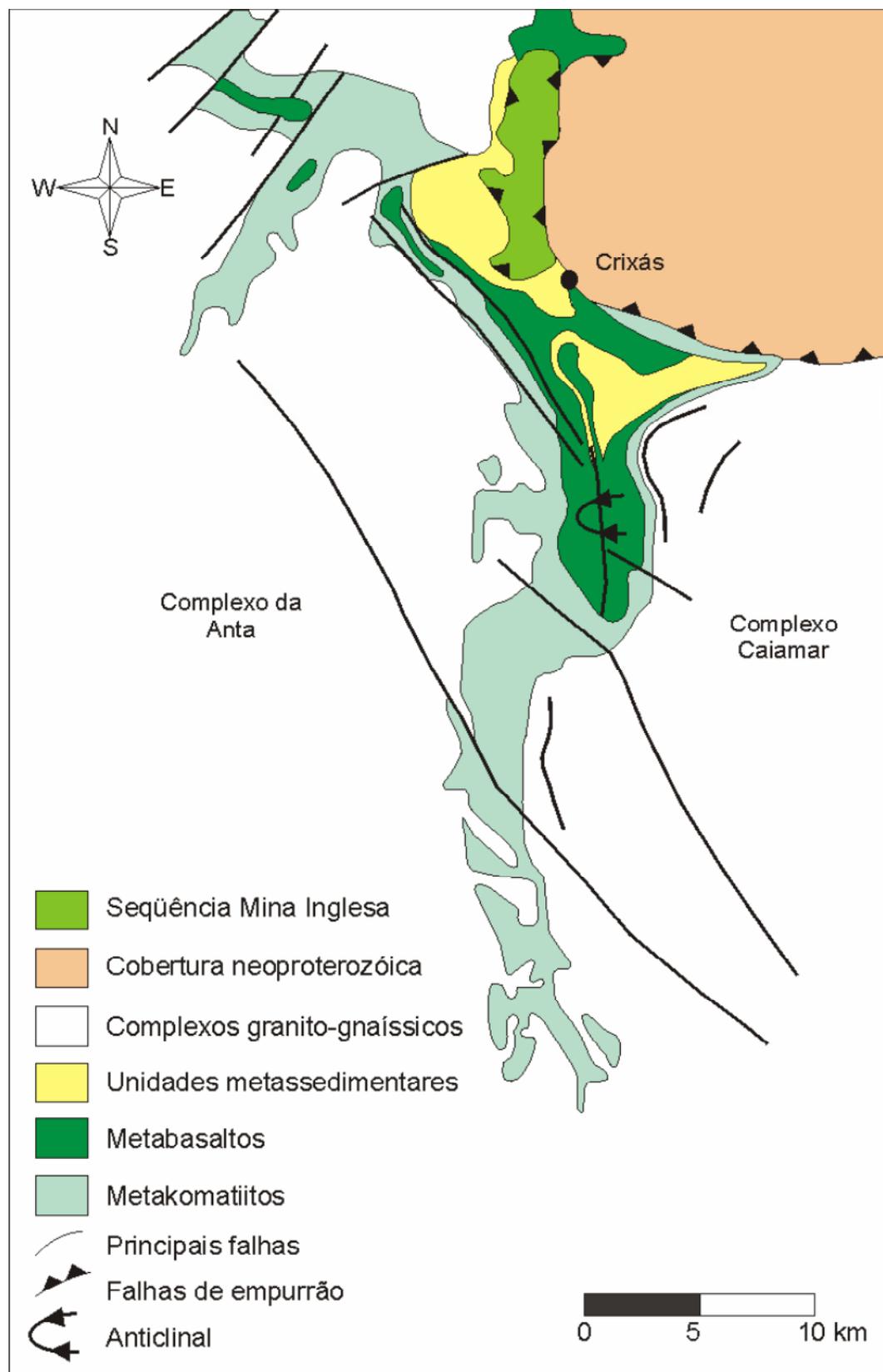


Figura 07 – Mapa simplificado das principais unidades metavulcânicas e metassedimentares do greenstone belt de Crixás (Pimentel et al. 2004).

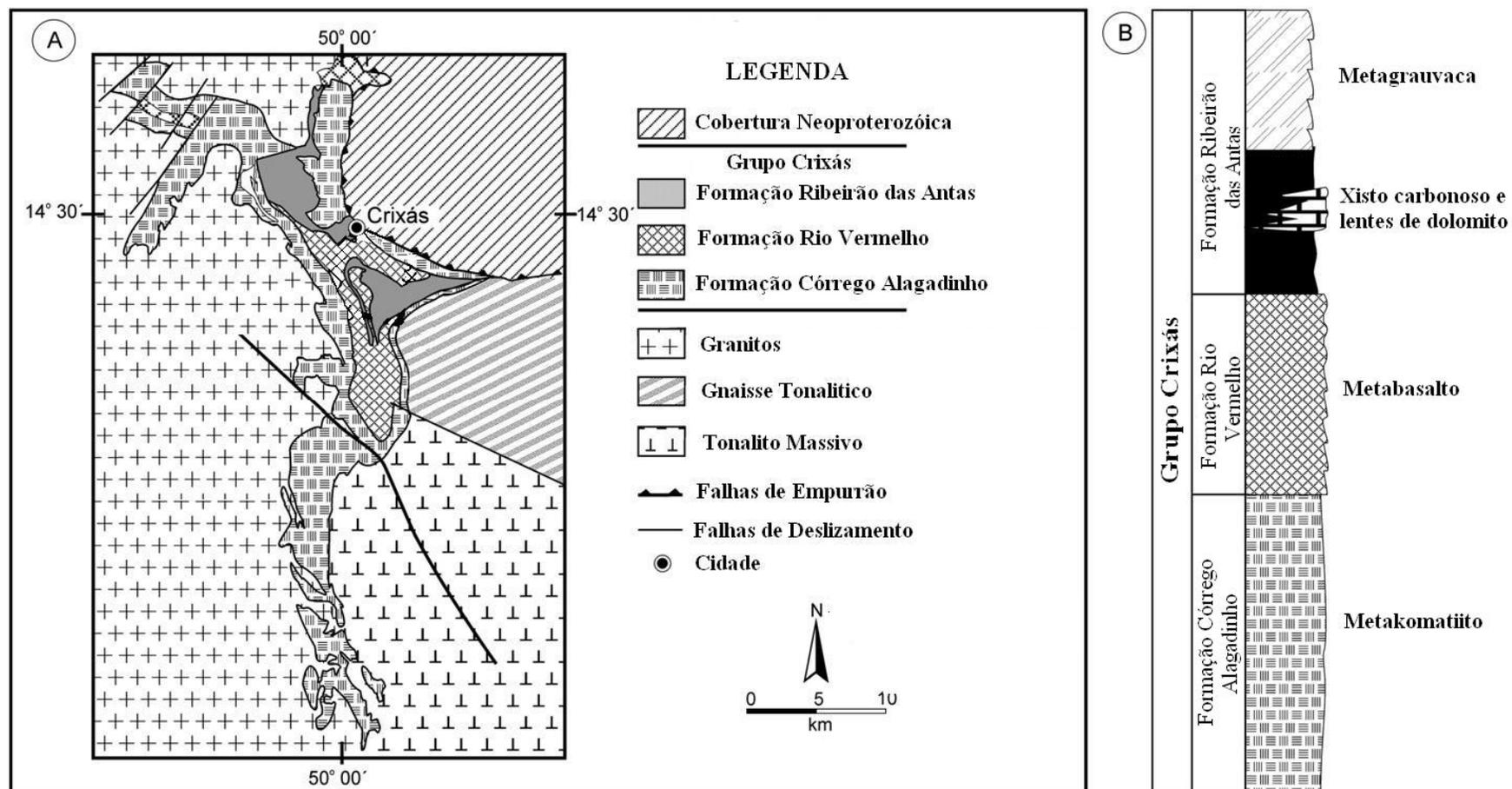


Figura 08 – (A) Mapa simplificado do *greenstone belt* de Crixás e suas unidades estratigráficas. (B) Coluna estratigráfica do *greenstone belt* de Crixás segundo Sabóia (1979). Modificado de Jost *et al* (2010).

4.2 EVOLUÇÃO DEFORMACIONAL

O *greenstone belt* de Crixás possui uma grande complexidade deformacional, onde é possível indicar a existência de uma fase de distensão durante a instalação do *greenstone belt*, seguida por quatro eventos deformacionais compressivos. Esta seqüência de eventos compressivos tem forte ligação com a mineralização aurífera e foram descritas por Massucatto (2004) e Carvalho (2005) (Tab 04).

4.2.1 A instalação do *greenstone belt* de Crixás

Segundo Massucatto (2004) o desenvolvimento do *greenstone belt* de Crixás inicia-se com derrames komatiíticos sobrepostos por derrames toleitios. Devido à sobrecarga exercida por esses derrames ocorre a formação de uma rasa bacia flexural com deposição de sedimentos pelíticos-psamíticos e químicos (pelitos carbonosos). Sobrepondo a deposição dos pelitos carbonosos, ocorre a deposição de arenitos líticos, sendo o contato entre eles, aparentemente gradacional que indica um aumento na carga sedimentar.

Simultaneamente com a deposição dos sedimentos ocorre um evento distensivo, o qual permite um aporte maior de sedimentos grosseiros, fazendo com que a camada de arenito fique mais espessa e permite a formação de conglomerados de arenito lítico com seixos angulosos de pelito carbonoso, indicando um pequeno transporte. Esta distensão permitiria ainda um adelgaçamento nos derrames de komatiito e basaltos toleiticos.

4.2.2 Evento Deformacional 1 – D1

O evento deformacional ocorre após a instalação do *greenstone belt* de Crixás, e trata-se de uma compressão de direção aproximada de leste oeste, com vergência para leste, decorrente de uma tectônica epidérmica sem envolvimento do embasamento, gerando um sistema de cavalgamento de baixo ângulo (thrust faults), sendo este sistema definido por uma geometria semelhante a um duplex na região da Mina 3 e Mina Nova, sendo que a inversão tectônica observada entre basaltos e sedimentos se deve a estas falhas, permitindo a formação de horses.

Tais falhas de empurrão de baixo ângulo possuem direção aproximadamente Norte-Sul, com mergulho para Oeste, sendo responsáveis pela geração de pequenas zonas de cisalhamento rúptil-dúctil, com espessuras variando de ordem métrica. Estas zonas de cisalhamento são responsáveis pela geração da foliação S1.

A foliação S1 caracteriza-se pela reorientação e geração de novas micas, apresentando um caráter milonítico e possui uma direção preferencial que varia em torno de 19/273. Porém pode ser mascarada pela geração de novos minerais provocados pela hidrotermalização.

A foliação S1 apresenta uma pequena variação quanto à direção e o mergulho em relação ao acamamento sedimentar (S0) que possui uma direção preferencial em torno de 13/295.

Durante este evento ocorre a hidrotermalização principal da área, responsável pela geração da proto-mineralização, sendo que as falhas de empurrão e as zonas de cisalhamento associadas a estas, servem como condutos, permitindo a percolação dos fluidos hidrotermais. Esta hidrotermalização possui um caráter sin a pós-tectônico, com o encaixe do veio de quartzo da Zona Inferior da Mina 3 e demais corpos de minério, sendo que esta tende a destruir as feições típicas do plano de falha, uma vez que tende a avançar sobre as rochas hospedeiras.

4.2.3 Evento Deformacional 2 – D2

O segundo evento deformacional, chamado de D2, caracteriza-se por uma compressão Norte-Sul, com vergência para Sul, decorrente do cavalgamento das rochas da Sequência Santa Teresinha sobre as rochas do Grupo Crixás, permitindo a formação de dobras F2 (19/296) e o desenvolvimento de uma clivagem plano axial, denominada de S2 (15/306) que é desenvolvida por dissolução por pressão.

O dobramento F2 é caracterizado por dobras cilíndricas, semi recumbentes a recumbentes, com vergência para sudoeste, que tende a perder a sua intensidade em direção a sul sudoeste, ficando cada vez mais abertas e suaves.

O dobramento F2 permite a remobilização do ouro, o que gera uma concentração secundária a qual se instala paralela aos eixos de dobra, que é coincidente com o plunge da mineralização. Associados a estes dobramentos ocorrem falhas reversas com direção aproximada leste-oeste e mergulhos para norte. Estas falhas estão associadas a pequenas zonas de cisalhamento (de ordem milimétrica a centimétrica), que permitem uma pequena remobilização de ouro, que se precipita em zonas próximas a estas falhas.

4.2.4 Evento Deformacional 3 – D3

O terceiro evento deformacional (D3) é um evento tardio as mineralizações auríferas da região, e caracteriza-se por uma compressão Leste – Oeste, onde se destaca a formação de um grande dobramento, com eixo aproximadamente Norte-Sul, que permite a geração de uma clivagem de crenulação denominada de S3 (74/89).

A clivagem de crenulação (S3) ocorre de maneira generalizada em praticamente todos os tipos de rochas foliadas, destacando-se aquelas que possuem uma maior quantidade de minerais filossilicáticos e metassedimentos finos, onde se desenvolvem microdobramentos (dobras do tipo kink e “en chevron”), com eixos que possuem direção praticamente Norte-Sul, sendo esta clivagem marcada pela re-orientação de minerais micáceos.

Este evento permite o arqueamento do GB de Crixás, dando origem ao “Antiforme do Rio Vermelho” denominação sugerida por Magalhães (1991), entretanto, com um conceito diferente. Magalhães (1991) sugere que o Antiforme do Rio Vermelho é formado pela conjugação de rampas laterais e frontais de empurrão em um sistema transpressivo. Este dobramento, na realidade, se reflete em uma grande dobra aberta, com desenvolvimento de uma clivagem de crenulação (S3) como descrita anteriormente.

Aparentemente o evento 3 não afeta a mineralização aurífera no GB de Crixás, não havendo indícios de remobilização do ouro.

4.2.5 Evento Deformacional 4 – D4

O quarto e último evento deformacional (D4) também é um evento tardio as mineralizações auríferas da região, e caracteriza-se por uma compressão NNW-SSE to N-S. É caracterizada por dobras suaves, formações de kink bands e crenulações. A foliação não é penetrativa e considera-se como clivagem plano axial e crenulação. O dobramento é aberto, normal e inclinado.

Os eventos deformacionais tardios (D3 e D4) são menos intensos do que as deformações principais (D1 e D2), não havendo transposição da foliação principal e não há indícios que essas deformações tenham remobilizado ouro, assim sendo não possuem muita relevância em um trabalho de exploração.

Greenstone Belt de Crixás			
Evento	Estruturas	Foliação	Lineação
D1	-Dobras assimétricas, apertada a isoclinal, recumbentes a horizontal normal. -Foliação S1 plano axial, foliação metamórfica. -Lineação mineral/estiramento. -Falhas de empurrão. -Indicadores cinemáticos com topo para SE	- S1 19/273	Lineação mineral/estiramento 10/300 e 10/119

D2	<ul style="list-style-type: none"> - Dobras abertas, com plano axial subvertical e eixo subhorizontal e subparalelo ao eixo das dobras posteriores. - Falhas reversas. - Foliação S-C - Movimento para SW 	<ul style="list-style-type: none"> -S2: 15/306. - S-C: S: 267/68 C: 240/47 	-Eixo 19/296
D3	<ul style="list-style-type: none"> - Dobras suaves - Crenulação - Kink band 	- S3: 74/089	- Eixo, lineação de interseção WNW – ESSE
D4	<ul style="list-style-type: none"> - Dobras suaves - Crenulação - Kink band 	- S4: 90/186	- Eixo, lineação de interseção N - S

Tabela 04: Evolução estrutural do *greenstone belt* de Crixás – GO (adaptado de Carvalho 2005)

4.3 METAMORFISMO DO GREENSTONE BELT DE CRIXÁS

As litologias do *greenstone belt* sofreram quatro tipos principais de metamorfismo ao decorrer dos anos. Estes eventos metamórficos são classificados como metamorfismo estático, metamorfismo regional, metamorfismo termal e metamorfismo dinâmico.

O metamorfismo estático é facilmente reconhecido onde rochas vulcânicas possuem suas texturas e estruturas primárias preservadas (*pillow* lavas, amídalas, vesículas). Os melhores exemplos são as assembléias de serpentina-talco-clorita-tremolita-carbonato das texturas spinifex e das texturas cumuláticas dos komatiitos da Formação Córrego Alagadinho, e a assembléia de clorita-tremolita-quartzo-pirita das indeformadas *pillow* lavas da Formação Rio Vermelho (Jost e Fortes, 2001). O metamorfismo estático pode ser atribuído à hidratação dos derrames durante as erupções aquosas e aos pulsos de alteração hidrotermal (Queiroz, 2000).

O metamorfismo regional produz uma assembléia mineral que é similar nos *greenstone belt* de Crixás, Guarinos e Pilar de Goiás. Os meta-basaltos inferiores possuem ferro-tschermakita e andesina na fácies anfíbolito, e os meta-basaltos superiores possuem ferro-actinolita, albita e clinozoisita na fácies xisto verde, sugerindo um gradiente metamórfico crescente do topo para base das seqüências. Metapelitos da zona superior da seqüência

sedimentar apresentam um metamorfismo de fácies xisto verde, zona da biotita (Kuyumjian, 1981, Magalhães, 1991 e Fortes, 1996).

O metamorfismo termal de fácies albita-epidoto hornfels é evidenciado nos contatos entre as rochas supracrustais com tonalitos, granodioritos e intrusões graníticas. Recristalização de ferro-tremolita para hornblenda e plagioclásio pode ser observado como um efeito térmico sobre estas rochas, assim como a formação de cristais centimétricos de actinolita acompanhada de biotização, carbonatação e silicificação nos komatiitos. Turmalinas podem ser encontradas em quantidades expressivas nas zonas adjacentes a estas intrusões.

O metamorfismo dinâmico é representado por milonitos recristalizados e possuem uma variação em seu protólito, mas não com a posição estratigráfica das rochas que afetam. Nos metassedimentos ocorre a estabilização da granada na fácies xisto verde como principal indicador, já nos basaltos ocorre a transformação de ferro-tschermakita para ferro-actinolita e de andesina para albita. Granadas são comumente observadas nas falhas que cortam os metapelitos, indicando um pequeno aumento no gradiente de pressão e temperatura. Zonas de cisalhamento com paragêneses ricas em sericita, sulfetos, cianita, cloritóide, pirofilita, com ou sem ouro, foram evidenciadas por Fortes, (1996) como alteração hidrotermal contemporânea com o metamorfismo.

A serpentinização, talcificação, cloritização, tremolitização e carbonatação dos komatiitos e a cloritização, piritização, silicificação e tremolitização dos basaltos representam um processo de metassomatismo.

4.4 DEPÓSITOS DE OURO

No greenstone belt de Crixás encontra-se as principais mineralizações de ouro da região as quais estão sobre as sequências estratigráficas com metabasaltos e unidades adjacentes. Os depósitos auríferos de Crixás localizam-se em áreas que eram exploradas anteriormente pelos bandeirantes. Assim sendo entre 1987 e 1989 a Inco e a Anglo American desenvolveram o projeto Crixás que resultou na abertura da Mina III e da Planta Metalúrgica no final de 1989. Posteriormente, houve a abertura da Mina Nova em 1995. Em 1999 a Anglo Gold adquiriu as ações da Anglo American e em 2003 a Kinross adquiriu a Inco. Em 2007 é aberto a Mina III Open Pit, em 2008 é aberta a Mina Palmeiras e em 2009 é iniciado o projeto Pequizaão (Fig 09).

Jost e Fortes (2010) caracterizaram o tipo de depósito aurífero do *greenstone belt* de Crixás de acordo com os seus principais controles estruturais que são falhas transcorrentes e de empurrão. (Fig10)

Mineralização tipo sulfeto maciço da Mina III foi descoberto no final da década de 1970 e já está esgotado e foi a segunda jazida mais importante de Crixás. Ela consistia de um conjunto de lentes concordantes com a foliação local, e essas lentes possuíam em média 0,5 a 2,5 m de largura e 50 a 200 m de comprimento, que se estendia por até 400 m pelo mergulho, a partir da superfície até uma profundidade de cerca de 450 m. Em 2009 a exploração do sulfeto maciço do Corpo Palmeiras foi iniciado. Em ambos os casos, as lentes ocorrerem perto ou no contato do metabasalto da Formação Rio Vermelho e do xisto carbonoso da Formação Ribeirão das Antas.

O minério geralmente contém até 95% pirrotita e / ou arsenopirita, com pouco de magnetite, ilmenite, bornita e calcopirita, em uma rara ganga de quartzo, plagioclase, dolomita, siderita, sericita, biotita, mica branca, epídoto e rutilo.

A alteração hidrotermal é representada, de zonas proximais para distais, por halos fílicos, dolomíticos e cloritizados, que sob um metamorfismo mais tardio ainda resultou em assembléias que contêm muscovita, paragonita, flogopita, clorita, cloritóide, turmalina, granada, grunerita ou Cummingtonita, ilmenita, hematita e magnetita. Quartzo, albita, paragonita e lentes pegmatíticas de ouro são uma característica ocasional deste tipo de minério. Os halos de alteração hidrotermal do sulfeto maciço aparentemente derivam do basalto como é indicado pelo seu contato gradacional e geoquímico com elementos menos móveis (Al, Ti, Cr and Ni) (Fortes, 1996).

Este tipo de depósito possui cerca de 2Mt de minério e teor médio de 12gAu/t.

Mineralização tipo veio de quartzo, são as maiores jazidas da mina, e é descontínua, variando entre 0,5m a 5,0m de largura, e 500m de comprimento e se estende por até 1500m seguindo o mergulho da mineralização até o nível N700 m. Nos níveis mais altos, o veio pode ser encontrado a cerca de 120m abaixo das lentes de sulfeto maciço, mas eles convergem em profundidade. O veio ocorre dentro de uma zona de alta tensão da Formação Ribeirão das Antas e é hospedado por xisto carbonoso, perto do contato com a seção de metagrauvaca. Esses veios são de granulação fina de quartzo leitoso recristalizado, seu núcleo é em geral maciço, mas fica cada vez mais cisalhado em direção das paredes do veio, o que indica que se formou sob um ambiente extensional e depois sofreu cisalhamento. O ouro ocorre como grãos disseminados a partir de 0,1 até 2mm de tamanho. Componentes menores do minério como arsenopirita, pirrotita, mica branca, material carbonoso, plagioclásio, carbonato e clorita são encontrados na paragênese. Se o xisto carbonoso contém arsenopirita e/ou pirrotita perto do contato com o veio, estes também contém ouro. O mineral de alteração hidrotermal mais comum envolvendo o xisto carbonoso é a ankerita.

Mineralização tipo minério disseminado, é típico da zona intermediária de Yamaoka e Araújo (1988) da Mina Nova e Corpo Forquilha. A zona rica em ouro tem em média 1,5m de largura e 200 m de comprimento e se estende para mais de 1000 m seguindo o mergulho das camadas. Com exceção do Corpo Palmeiras, que o ouro ocorre numa falha de empurrão no contato entre os basaltos da Formação Rio Vermelho e os xistos carbonosos da Formação Ribeirão das Antas, nas outras minas ele é hospedado no xisto carbonoso. Os intervalos ricos em ouro consistem em zonas cisalhadas e fraturadas com pirita, pirrotita, arsenopirita e menos comumente calcopirita e pentlandita, todos disseminados, e inundados por quartzo e/ou quartzo-carbonato, localmente quartzo-albita-biotita-carbonato-veios de sulfeto, como no Corpo Forquilha e Palmeiras. A alteração hidrotermal é simétrica para as zonas de minério, e incluem de zonas proximais para distais, halos potássicos, fílicos e propiliticos. Os halos do Corpo Palmeiras sofreram metamorfismo, o que resultou em uma zona de clorita-granada-magnetita-biotita-turmalina, que envolve a zona fílica proximal (Almeida et al.,2007). Carbonatização varia entre os corpos de minério e podem ser representados por ankerita, dolomita ou calcita. Corpos Forquilha e Palmeiras também incluem turmalinização e biotização. Halos ricos em biotita também possuem magnetita que é resultado de um metamorfismo de óxidos de ferro ou hidróxidos.

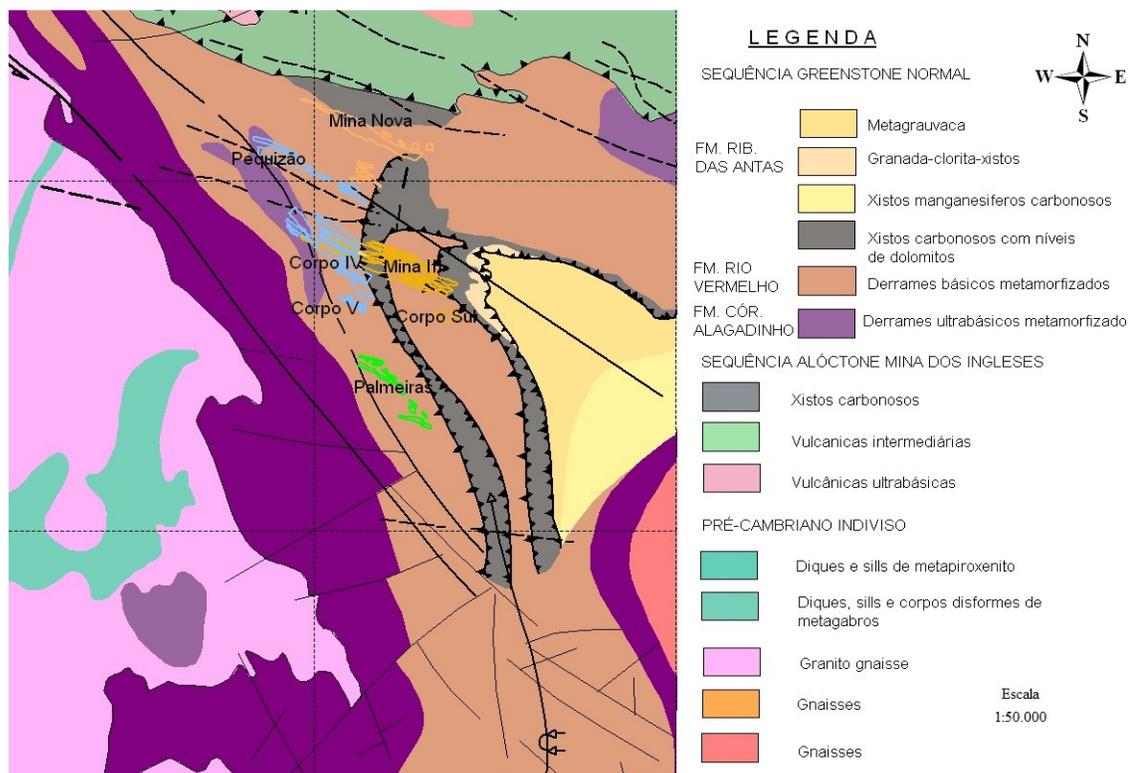


Figura 09. Localização dos corpos de minério sobre o a geologia do *greenstone belt* de Crixás. Modificado da Serra grande

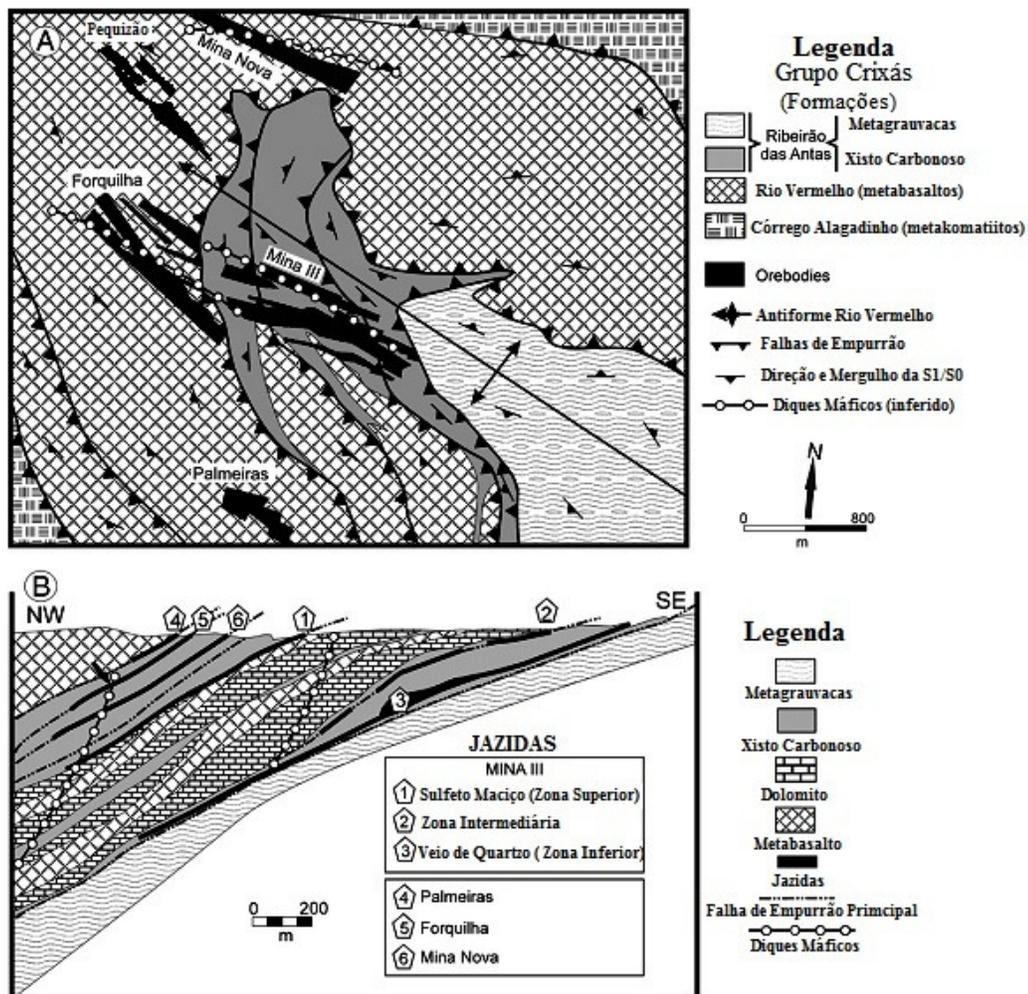


Figura 10 -(A) Desenho geológico esquemático das áreas contendo as jazidas de ouro de Crixás, projetados do subsolo para a superfície (modificado de um mapa da Mineração Serra Grande SA). (B) Seção transversal idealizada, paralela ao eixo da Antiforme do Rio Vermelho mostrando a posição projetada das jazidas de ouro do painel A. Modificado de Jost e Fortes (2010)

5 GEOLOGIA DO CORPO PEQUIZÃO

O Corpo Pequizão está situado a aproximadamente 2km a sudoeste do município de Crixás, e não possui sua própria rampa de acesso, sendo esta através de uma galeria da Mina Nova(Fig11).

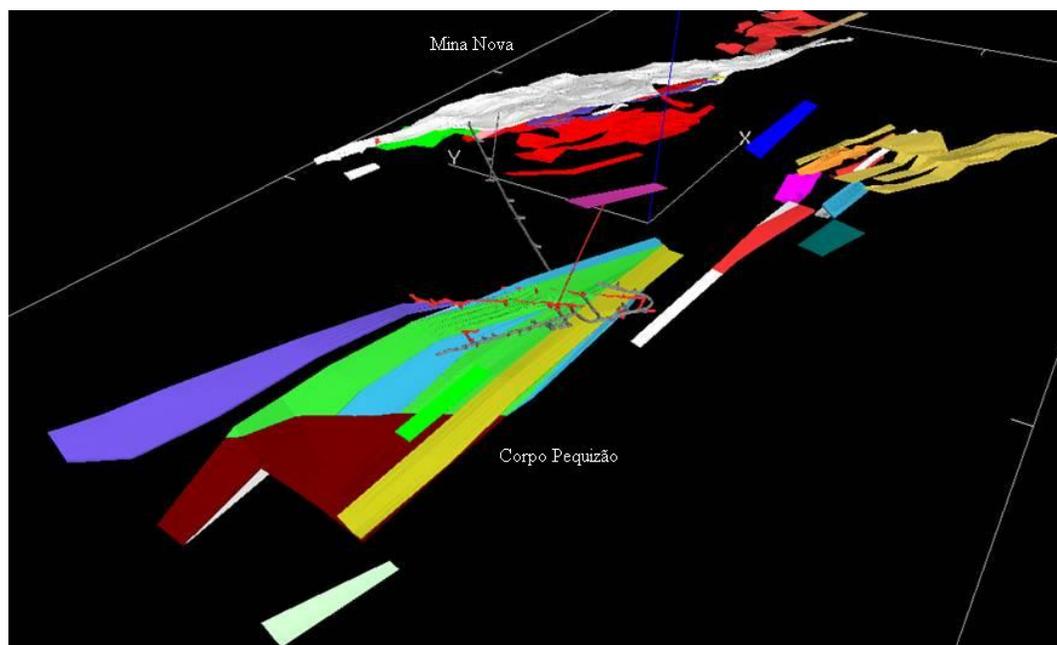


Figura 21: Acesso ao Corpo Pequizão pelas galerias da Mina Nova. Cores representam diferentes corpos de minério. Figura retirada do programa Datamine da Mineradora Serra Grande.

O Corpo Pequizão é composto por duas litologias preferenciais os xistos carbonosos (GXN) e as metas vulcânicas ácidas (MVA), sua espessura pode variar entre 58 e 92m, e está situado entre duas zonas de estéril. A primeira zona de estéril, o topo é composto por quartzo-clorita-sericita-granda xisto (GNCX) seguido por dolomitos impuros (Dol) que podem variar desde brechados, maciços a laminados, a zona estéril de base é marcada por xistos carbonosos com uma zona com enxames de vênulas e veios de quartzo seguidos por dolomitos ou xistos carbonosos. Para as nomenclaturas das rochas foram adotadas as mesmas utilizadas pelos funcionários da Mineradora Serra Grande

Possui uma mineralização do tipo minério disseminado (Jost e Fortes 2001) descrito no capítulo anterior e é controlado pela Estrutura IV, que também contém os corpos de minério IV, V e Forquilha. Essa estrutura possui um controle estrutural apresentando um mergulho de $10-25/297^\circ$, é marcada pela abundância de cristais de arsenopirita de até 1cm e pela presença de uma zona de deformação rúptil, que pode ser identificada pela fartura de venulações com

geometrias e tamanhos variadas. Os litotipos hospedeiros preferenciais da estrutura IV no Corpo Pequizão são os xistos carbonosos (GXN) e as metas vulcânicas ácidas (MVA) com sulfetação de pirrotita e arsenopirita.

Para a execução desta caracterização do Corpo Pequizão primeiramente foi feito um reconhecimento regional de campo, onde foram visitados afloramentos típicos das principais unidades geológicas que compõem o *greenstone belt* de Crixás (Córrego Alagadinho, Rio Vermelho, Ribeirão das Antas), os terrenos granito-gnáissicos e a seqüência alóctone do Arco Magmático de Mara Rosa.

Logo após do reconhecimento regional foi feito um mapeamento de galeria subterrânea com o objetivo de caracterizar o corpo de minério segundo suas dimensões, geometria, rochas encaixantes e mineralogia da zona de alteração hidrotermal.

A partir dos dados coletados no mapeamento de galeria e dos teores de ouro, três testemunhos de sondagem (Anexos 1,2 e 3) foram selecionados (II 284, II301, II434) na Gerencia de Exploração da Mineradora Serra Grande, para serem descritos em detalhe, com um espaçamento de 0,5m na zona de estéril e 0,25m na zona mineralizada, com a finalidade de caracterizar em escala mesoscópica e macroscópica o Corpo Pequizão e selecionar amostras com feições características das rochas hospedeiras, estruturas e da zona de alteração hidrotermal para serem analisadas nos laboratórios da UFRGS.

Na UFRGS os testemunhos de sondagem amostrados nas dependências da Serra Grande foram descritos com lupa de mesa, com o intuito de melhorar a compreensão das litologias e para selecionar amostras típicas para a análise petrográfica. Na petrografia foram feitas descrições microscópicas das lâminas com intuito de identificar os minerais formadores das rochas, das paragêneses minerais, das texturas, estruturas, deformações, dos minerais de minério e outras feições fundamentais para uma boa definição dos processos de alteração hidrotermal. Depois das lâminas descritas, minerais de alterações hidrotermais e minerais de minério foram devidamente selecionados para serem analisados no MEV para melhor identificar as zonas de alteração hidrotermal.

5.1 ESTRATIGRAFIA DO INTERVALO DO CORPO PEQUIZÃO

O intervalo do Corpo Pequizão é composto por quatro tipos de rochas principais, sendo da base para o topo composto por xisto carbonoso com meta vulcânica ácida, dolomitos e quartzo-clorita-sericita-granda xisto (Fig 12). Os quais serão descritos abaixo segundo os estudos geológicos realizados neste trabalho e alguns relatórios internos da Mineradora Serra Grande.S.A.

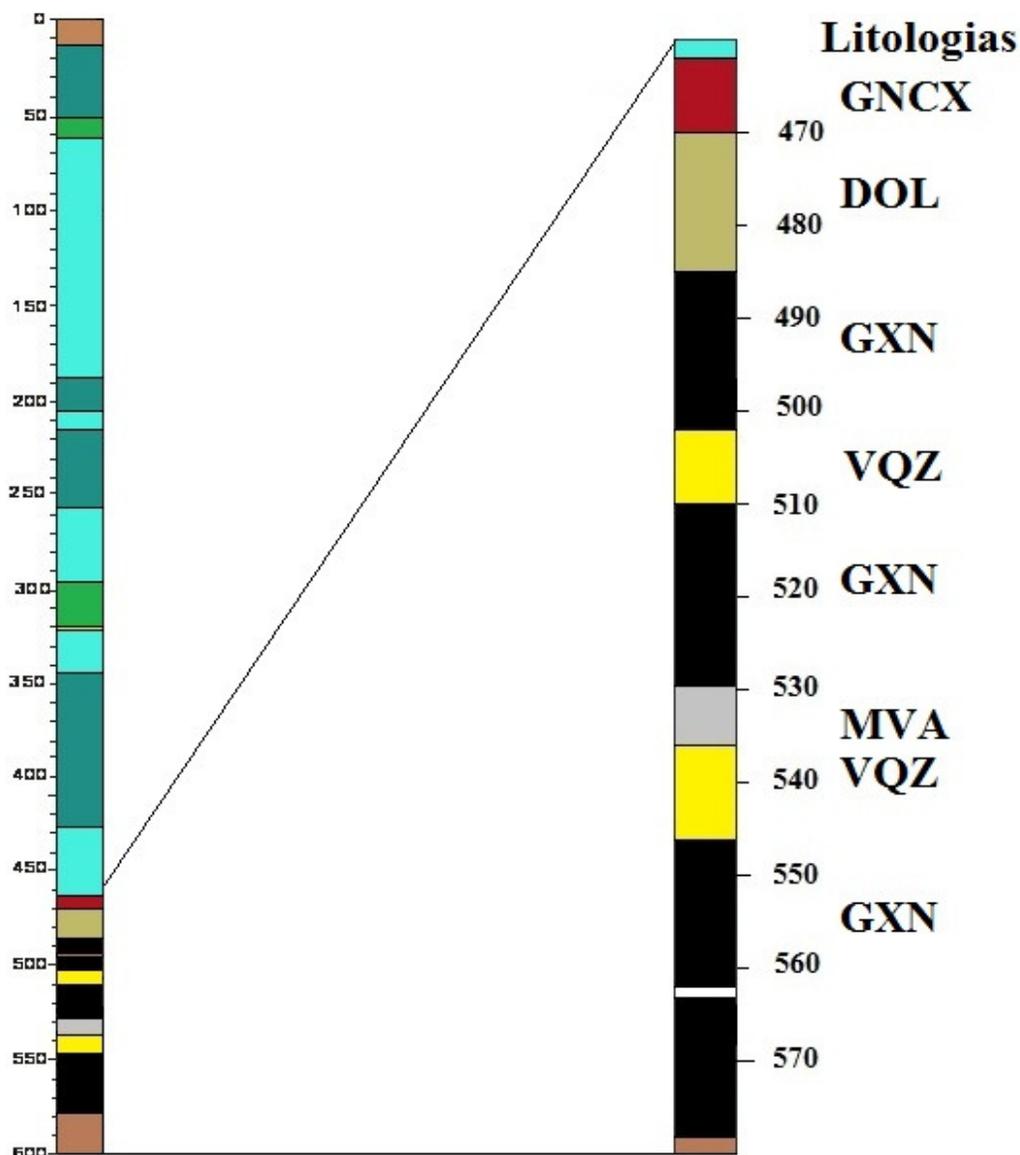


Figura 12: Mostrando a estratigrafia do Corpo Pequizão no furo de sondagem II-434. Sendo o GNCX: Quartzo-Clorita-Sericita-Granada xisto, DOL:Dolomitos, GXN: Xisto Carbonoso, VQZ: Veio de Quartzo, MVA: Meta Vulcânica Ácida.

5.1.1 Dolomitos (DOL)

Macroscopia:

São rochas de cor cinza claro e seu aspecto pode ser maciço, brechado ou laminado, possuem uma mineralogia simples, compostos basicamente por carbonato e quartzo sendo que por vezes podemos identificar um pouco de clorita e mica branca. Apresentam fragmentos de xisto carbonoso que por vezes ocorrem como manchas pretas irregulares ou como trilhas escuras de material carbonoso que apresentam contatos irregulares podendo ser resultantes de

corrosão. Podemos encontrar veios de quartzo que podem variar de 8 a 0,2 cm de espessura. Os intervalos de dolomito possuem geometria lenticular e variam de 6m no furo II301 a 9m no furo II 284 a 15m no furo II 434 indicando que a sua espessura aumenta lateralmente (Fig. 13).

Microscopia:

São rochas de composição muito simples em média possuem 70% de carbonato e 30% de quartzo sendo muitas vezes impuros. Os grãos possuem em média 0,6 milímetros e estão alongados segundo a foliação, recristalizados e com extinção ondulante. Possuem subordinadamente mica branca, clorita e apatita disseminados e por vezes intensamente lixiviados com aspecto de porcelana. O principal carbonato é a dolomita e por vezes com baixas concentrações de ferro representados pela Fe-dolomita, sendo a calcita com dimensões milimétricas a centimétricas limita a vênulas de quartzo que cortam os dolomitos. Possuem laminações milimétricas marcada por material carbonoso proveniente do xisto carbonoso ou por níveis de clorita. (Relatório Interno).



Figura 13: Mostrando uma amostra de mão do dolomito laminado a maciço.

5.1.2 Xisto Carbonoso (GXN)

Macroscopia

São rochas de cor preta, granulação fina, com xistosidade bem marcada e por vezes crenulada, comprovada por lâminas milimétricas de material carbonoso. Possui intercalações arenosas locais que podem variar de alguns milímetros até uns 50 cm de espessura, veios de quartzo concordantes com a foliação são muito comuns e podem variar desde alguns milímetros até alguns metros de espessura, já os discordantes variam de milímetros a 1cm, os veios de carbonato também são comuns porém bem menos do que os de quartzo e bem menores, os concordantes variam de alguns milímetros a 3cm e os discordantes de alguns milímetros a 1cm de espessura. Possuem níveis milimétricos concordantes com a foliação de biotita e clorita, a sulfetação de pirrotita e arsenopirita pode ocorrer disseminada ao longo da rocha e pode ocorrer na forma de agregados. A sulfetação vai ficando muito mais abundante quando vamos chegando perto da zona mineralizada assim como os veios de quartzo e carbonato (Fig. 14).

Microscopia

O xisto carbonoso é preto, de granulação fina, com xistosidade bem marcada por lâminas milimétricas de material carbonoso que por vezes ocorre em nódulos, quartzo/carbonato, podendo ocorrer localmente com foliação de crenulação. Localmente ocorrem pequenas intercalações mais arenosas e níveis de mármore representativos de estruturas primárias preservadas. Possuem texturas lepidoblástica marcada pela biotita e mica branca e textura milonítica dada por quartzo sigmoidal e estiramento de grande parte da assembléia mineral segundo a foliação.

A rocha apresenta em média 35% de material carbonoso, 20% de quartzo, 20% de carbonato, 10% de mica branca, 8% de biotita, 5% de clorita e até 4% de sulfetos.

O quartzo é representado em média por grãos incolores, límpidos em luz natural de até 0,7mm de eixo maior, sutilmente alongado segundo a foliação, com bordas irregulares e extinção ondulante. Também ocorrem em forma de grandes agregados na forma de mosaicos de até 2mm de eixo maior, com contatos poligonais, tensionados provocando extinção ondulante e por vezes apresentam dissolução.

O carbonato é a dolomita e ocorre junto com o quartzo, em filetes de até 1mm de espessura, concordante com a foliação.

A mica branca ocorre como faixas sobrepostas ao material carbonoso, podem ser mais intensas quando ocorrem veios quartzo/carbonáticos, sendo assim paralelas a esses veios.

A biotita possui lamelas com tamanhos de até 1mm de eixo maior, ocorre intercrescidas com a clorita, segundo a foliação ou em porfiroblastos de até 2mm discordantes da foliação.

A clorita possui tamanho de 0,5mm de eixo maior, ocorre disseminada na rocha ou muito raramente em forma de vênulas. Possui pleocroísmo fraco, de verde muito claro a verde claro, clivagem boa, extinção reta e birrefringência de 1° ordem. Normalmente ocorre no processo de alteração da biotita.

O sulfeto característico é a pirrotita e subordinadamente a calcopirita e ocorrem com tamanhos de até 1mm disseminados na rocha.



Figura 14: Amostra de mão do xisto carbonoso com fratura perpendicular a foliação.

5.1.3 Meta Vulcânica Acida (MVA)

Macroscopia.

São rochas de cor cinza claro, com aspecto maciço silicificado, granulação fina, com ausência de estruturas primárias, cortada por veios quartzosos irregulares. Apresenta níveis ricos em biotita que normalmente acompanham as paredes das venulações de quartzo que por vezes apresentam alguns cristais brancos de possível carbonato, possui alta sulfetação muitas vezes apresentando sulfetos maciços de 15cm, a sulfetação normalmente ocorre com muita pirrotita e arsenopirita em forma de agregados ou no caso da arsenopirita também pode ocorrer como cristais euédricos de no máximo 0,5cm e a pirrotita também podem ocorrer

preenchendo fraturas milimétricas. Possui venulação acentuada podendo variar de milimétricas a métrica (Fig. 15).

Microscopia

A rocha apresenta cor cinza claro, aspecto maciço, granulação fina a muito fina, cortada por venulações irregulares brancas e apresenta ausência de estruturas primárias. Com palhetas de biotita e cristais e/ou agregados irregulares de pirrotita e arsenopirita, bem como cristais brancos milimétricos de provável feldspato. A venulação é fina e composta de cristais milimétricos, euédricos de feldspato, quartzo e carbonato com biotita intersticial e eventual pirrotita e arsenopirita. As bordas da venulação são caracterizadas pela abundância de palhetas de biotita.

A rocha apresenta em média 30% de quartzo, 20% de carbonato, 20% de mica branca, 15% de feldspato, 12% de biotita, 2% de clorita, até 9% de sulfetos e epidoto e apatita subordinados.

O quartzo pode ocorrer em duas maneiras, uma na matriz na forma de pequenos grãos inferiores a 0,5 mm com formatos irregulares e arestas e bordas pontiagudas. A segunda maneira é na venulação, na forma de agregados de grãos euédricos, com contatos poligonais e extinção ondulante, esses grãos variam de 0,5 a 1,5mm de comprimento no eixo maior.

O carbonato é a dolomita que pode apresentar pequenos teores de ferro, e assim como o quartzo ocorre de duas maneiras, uma na matriz menos abundante, como pequenos grãos inferiores a 0,5 mm. A segunda maneira é nas venulações, não é tão abundante como o quartzo, mas ocorre como grandes grãos de 0,2 a 1,3mm de comprimento euédricos apresentam maclas e contatos irregulares. A maior abundância da dolomita é nas vênulas.

A mica branca ocorre na forma de pequenas lamelas intersticiais entre os grãos da matriz, na maior parte das vezes aparecem paralelamente as vênulas, seu tamanho varia de 0,1 a 0,5 mm.

O feldspato é o oligoclásio, e ocorre nas mesmas duas formas do quartzo, porém em menor quantidade. Primeiro na forma de pequenos grãos inferiores a 0,4 mm com formato irregular e arestas e bordas pontiagudas na matriz e depois na forma de agregados de grãos euédricos, com contatos poligonais, extinção ondulante e por vezes com macla da albita, esses grãos variam de 0,5 a 1,5 mm de comprimento no seu eixo maior.

A biotita ocorre entre os interstícios na forma de palhetas disseminadas apresentando duas orientações preferenciais, uma paralela a foliação na forma de palhetas com tamanhos entre 0,5 a 2mm no seu eixo maior, e outra perpendicular a foliação que ocorre na forma de porfiroblastos com até 1mm no seu eixo maior.

Os sulfetos característicos são as arsenopiritas e as pirrotitas e subordinadamente calcopirita. A pirrotita e a pirita ocorrem juntas com até 1mm de eixo maior e a arsenopirita ocorre com forma euédrica e com tamanho de até 1cm de eixo maior.

A venulação é composta de feldspato, quartzo e carbonato euédricos a subédricos, de 0,5 a 1,5 mm de comprimento com extinção ondulante. Tendo a biotita e os opacos (pirrotita) como subordinados. Essas venulações estão margeadas por concentrações de palhetas de biotita (por vezes cloritizada).

Podem ser identificados fragmentos de rocha na forma de agregados de quartzo e feldspato poligonais e tensionados com as bordas corroídas e apresentam formato estirado.

Na matriz podem ser identificados fragmentos de rocha na forma de agregados de feldspato e quartzo poligonais, com bordas corroídas, tensionados e apresentando formato estirado.



Figura 15: Amostra de mão mostrando a aparência da meta vulcânica acida.

5.1.4 Quartzo-Clorita-Sericita-Granda Xisto (GNCX)

Macroscopia:

São rochas de cor verde escura com aspecto maciço e granulação variando de fina a média. Apresentam matriz quartzosa com agregados de granada granoblástica de até 1 cm de

espessura onde níveis ricos em clorita com um pouco de mica branca percolam entre os seus interstícios, contem pouca sulfetação mas ocorrem cristais bem formados de até 0,6cm de magnetita. Possuem fragmentos de xisto carbonoso e pequenos veios com no máximo 10 cm de espessura de quartzo, em sua maioria concordante. Seu contato com o dolomito é abrupto (Fig. 16).

Microscopia

A rocha apresenta cor verde escura com grandes cristais de granada avermelhada, possui aspecto maciço e granulação fina a média. Possui intercalações com dolomitos e com o xisto carbonoso.

A rocha apresenta em média 35% de granada, 30% de quartzo, 20% de clorita, 15% de mica branca, 2% (sulfetos e óxidos) e possui epidoto, apatita subordinados (menos de 1%).

A granada ocorre na forma de porfiroblastos de até 4mm de eixo maior em grandes agregados com clorita e um pouco de quartzo, mica branca e epidoto preenchendo os espaços entre os porfiroblastos. A granada pode aparecer também na forma de cristais esqueléticos alongados com até 1mm de eixo maior com inclusões de sulfetos e quartzo. A granada apresenta inclusões de quartzo, mica branca, clorita e epidoto dentro de seus grãos.

O quartzo em sua maioria ocorre na matriz na forma de pequenos grãos de no máximo 0,5mm de eixo maior e apresenta arestas pontiagudas e formatos irregulares não apresentando orientação preferencial.

A clorita ocorre como um conjunto de palhetas com tamanho inferior a 0,6mm de eixo maior e com maior intensidade junto aos agregados de granada. Também ocorre como preenchimento de estruturas rúpteis da matriz quartzosa e nos interstícios da matriz.

A mica branca ocorre do mesmo modo que a clorita, porém não foi encontrado evidencia desta estar preenchendo estruturas rúpteis. Aparecem como um conjunto de palhetas inferior a 0,4mm de eixo maior com maior intensidade junto aos agregados de granada e nos interstícios da matriz com menor intensidade.

Os sulfetos e óxidos característicos são a magnetita e subordinadamente a arsenopirita, pirrotita e calcopirita.



Figura 16: Amostra de mão mostrando o quartzo-clorita-sericita-granada xisto com veio de quartzo e lente de xisto carbonoso.

5.2 ZONAS HIDROTERMAIS

O sistema hidrotermal que envolve o Corpo Pequizão é composto por cinco zonas de alteração com composições distintas, sendo três delas mais precoces e parcialmente contemporâneas e duas zonas representando alterações tardias. As zonas de alteração hidrotermal precoce são silicificação, alteração potássica e alteração fílica cujos contatos entre si tendem a ser transicionais e possuem uma zona de gradação ou de sobreposição entre elas. As zonas de alteração hidrotermal tardias são as alterações cloriticas e carbonáticas, que estão sobrepostas aos demais tipos de alteração (Fig. 17).

A zona de alteração hidrotermal de mais fácil identificação é a silicificação, sendo que as demais zonas por estarem impressas, em sua maior parte sobre xistos carbonos, que possuem uma granulação muito fina são de difícil reconhecimento em galerias e testemunhos de sondagem. O tamanho de grão dos minerais de alteração tende a seguir o tamanho de grão dos minerais originais do protólito.

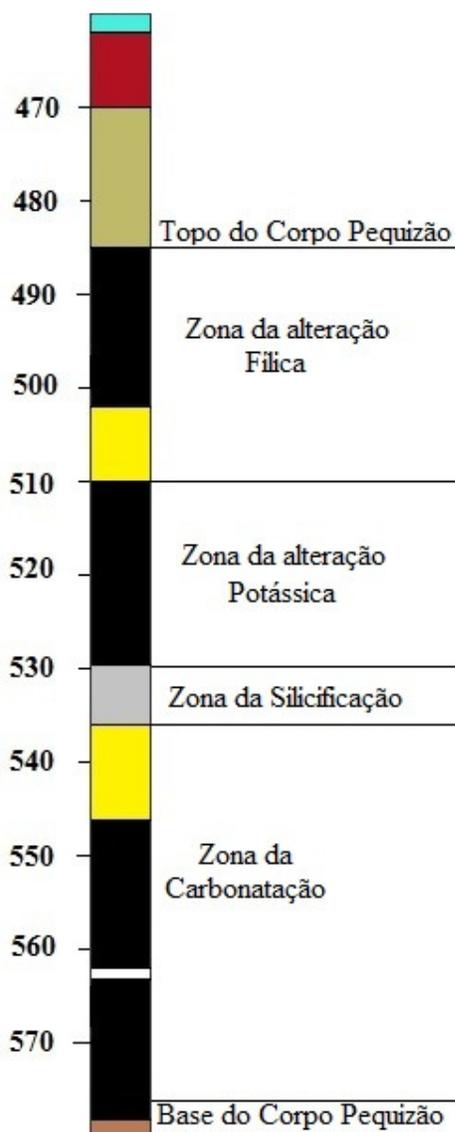


Figura17: Mostra a localização das Zonas de Alteração Hidrotermal.

5.2.1 Silicificação

A zona de alteração hidrotermal representada por silicificação pode variar de 6 a 12m e ocorre dentro da zona de deformação da estrutura IV e é altamente mineralizada. Essa zona de silicificação representa um dos principais critérios prospectivos do Alvo Pequizão. O principal resultado ou produto dessa silicificação é denominado de meta vulcânica ácida, ou MVA, na região mineralizada. Na área trabalhada, do Corpo Pequizão, a unidade denominada de MVA não passa de uma rocha com intensa fragmentação e com intensa silicificação, a qual não foi possível identificar o protólito (Fig. 18).

Na zona de silicificação o quartzo pode ocorrer de duas maneiras, uma na matriz na forma de pequenos grãos com dimensões inferiores a 0,5 mm e com formato anédrico,

incolor, límpido em luz natural, com quantidades moderadas de inclusões fluidas, extinção ondulante com arestas e bordas pontiagudas. A segunda maneira é na forma de agregados de grãos com contatos poligonais e extinção ondulante, esses grãos variam de 0,5 a 1,5mm de comprimento no eixo maior. A segunda fase está nos veios junto com carbonato, feldspato e biotita e/ou em agregados com carbonato ou feldspato (Fig. 19) e (Fig. 21).

Fragmentos de rocha podem ser identificados na forma de agregados de quartzo e feldspato poligonais e tensionados com as bordas corroídas e apresentando formato estirado.

Acompanhando a zona silicificada também ocorrem registros de alteração potássica com biotita, na forma de lamelas que margeiam os veios polimineralicos, e com algumas lamelas de biotita apresentando leve alteração cloritica. Esta alteração cloritica é acompanhada por uma sutil carbonatação da matriz da rocha silicificada.

Em direção ao topo da estrutura IV a alteração potássica torna-se mais evidente dentro da zona silicificada e torna-se mais forte a presença da biotita à medida que chegamos ao topo da estrutura IV. A carbonatação superposta, por sua vez, é mais forte na base da estrutura IV enquanto que a cloritização é fraca e homogênea em toda a rocha da zona silicificada. Parte da carbonatação dessa zona silicificada é encontrada na forma de alteração carbonática ao longo de planos de maclas de alguns grãos de feldspatos (Fig. 20) e (Fig. 22).



Figura18: Mostrando a cara de uma rochas típica do zona de silicificação.

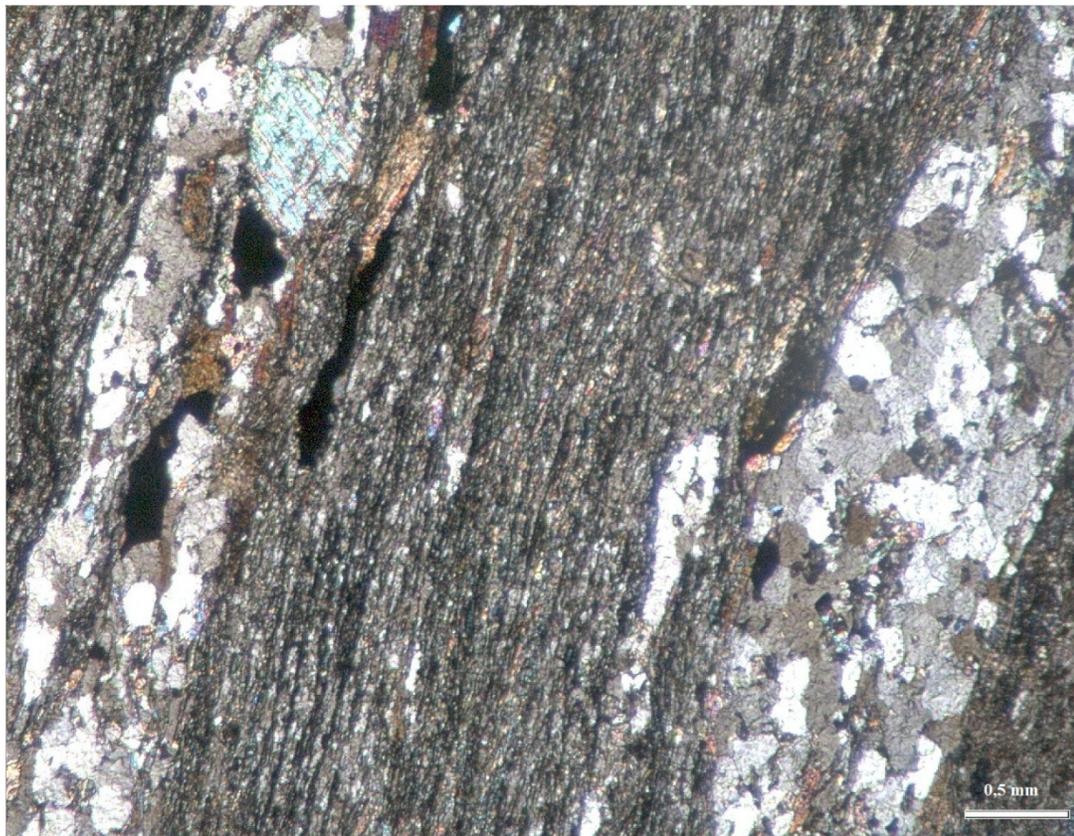


Figura 19: Mostrando os efeitos da silicificação no xisto carbonoso.

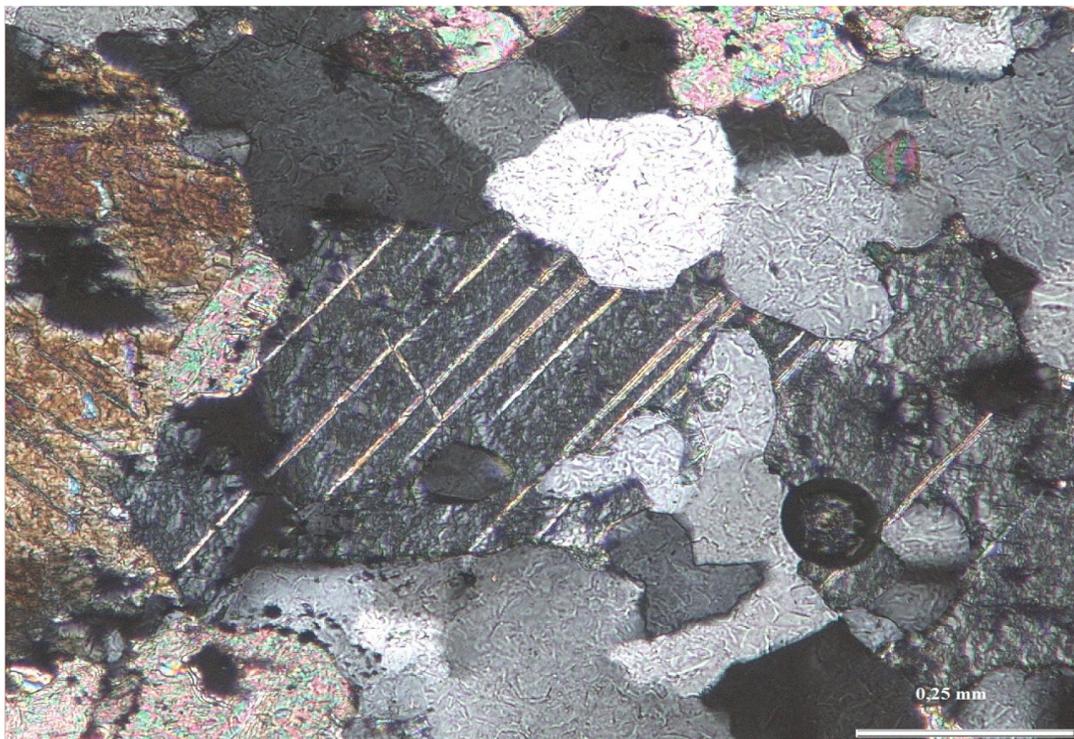


Figura 20: Mostrando a carbonatação das maclas do feldspato.

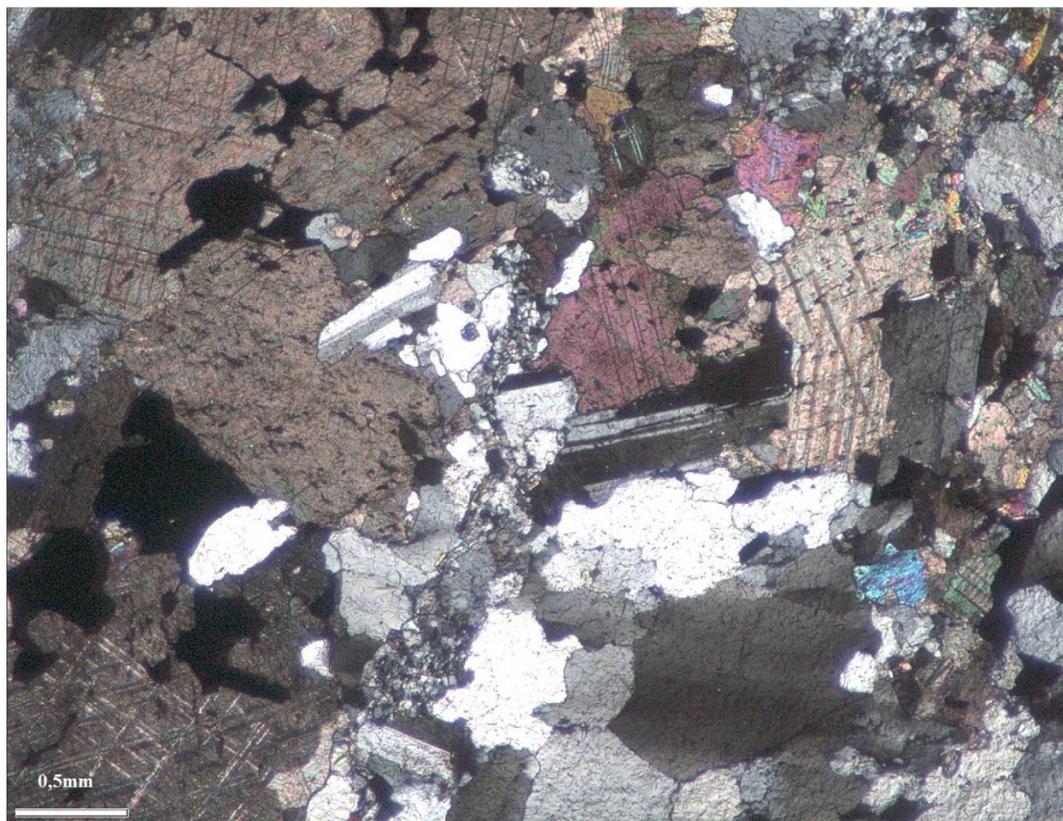


Figura 21: Mostrando um veio polimineralico com quartzo, dolomita e feldspato.



Figura 22: marca o fim da estrutura IV e da Zona de Silicificação.

5.2.2 Alteração Potássica.

A zona de alteração potássica é marcada pela ocorrência de feldspato e de biotita na rocha hidrotermalizada.

Essa zona pode variar de 10 a 25m e ocorre acima da zona silicificada, com passagem gradacional entre ambas, gerando superposição parcial entre as duas zonas de alteração hidrotermal. A zona potássica é marcada pela ocorrência de feldspato e de biotita, desenvolvidos principalmente nas margens dos veios quartzo-feldspáticos, bem como na matriz.

A biotita ocorre como principal mineral índice da zona potássica e está presente em duas fazes diferentes. Na primeira ocorre como lamelas estiradas paralelamente a foliação e com eixo maior de no máximo 1mm. Apresenta formato subédrico com pleocroísmo de castanho claro a castanho médio, boa clivagem, extinção reta e birrefringência de 3° ordem. Nessa zona é muito comum encontrar a biotita margeando as paredes dos veios de quartzo e carbonato bem como dentro destes veios. Na segunda fase a biotita ocorre perpendicular a foliação na forma de porfiroblastos de até 2mm de comprimento no eixo maior, porém essa fase não é muito abundante (Fig.23), (Fig. 24) e (Fig.25)

O feldspato identificado nessa zona de alteração é o oligoclásio, que pode ocorrer de duas formas distintas. A primeira na forma de pequenos grãos inferiores a 0,4 mm com formato irregular com arestas e bordas pontiagudas na matriz e, a segunda, na forma de agregados de grãos com contatos poligonais, extinção ondulante e por vezes com macla albita. Esses grãos variam de 0,5 a 1,5 mm de comprimento no seu eixo maior (Fig.26).

Na zona de alteração potássica pode ser observada uma sobreposição, na base com a zona de silicificação que ocorre na forma de uma maior intensidade de veios e vênulas, e no topo uma transição com a zona representada pela alteração fílica, indicada por um aumento gradativo até uma intensa presença de mica branca. Também é possível observar uma substituição local de biotita por clorita, mostrando a presença de uma fraca alteração cloritica acompanhada de algumas vênulas de carbonato indicando a alteração carbonática.

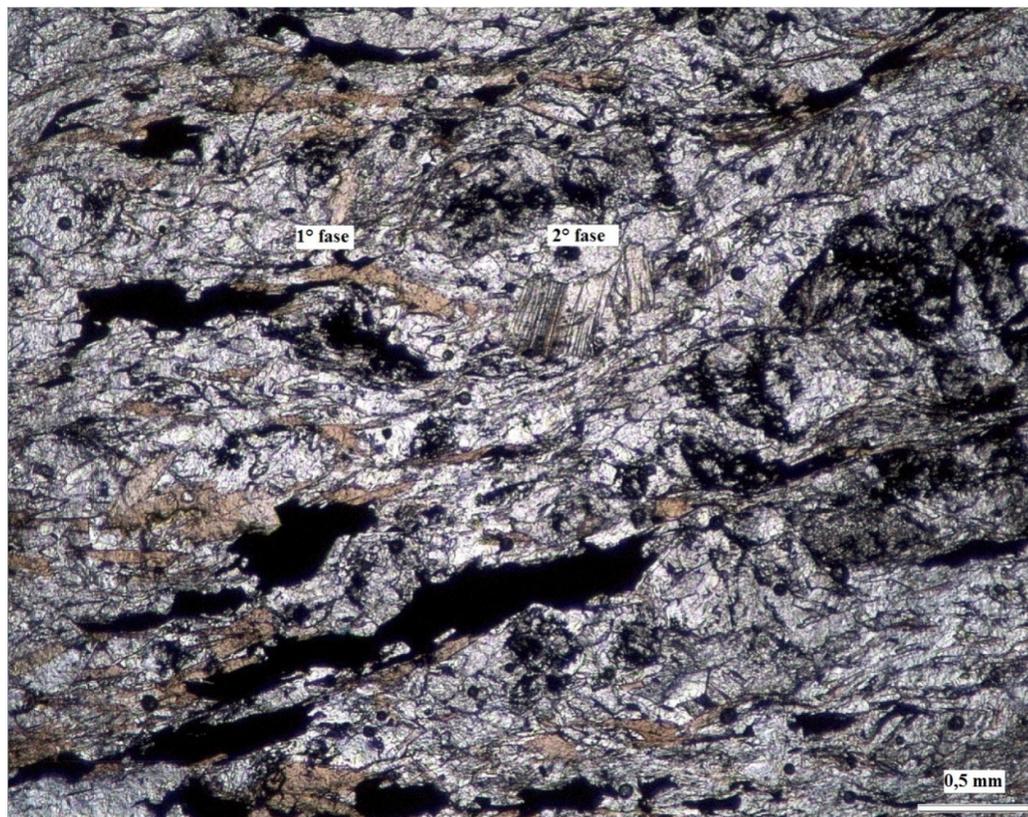


Figura 23: Mostra as duas fases da biotita, luz natural.

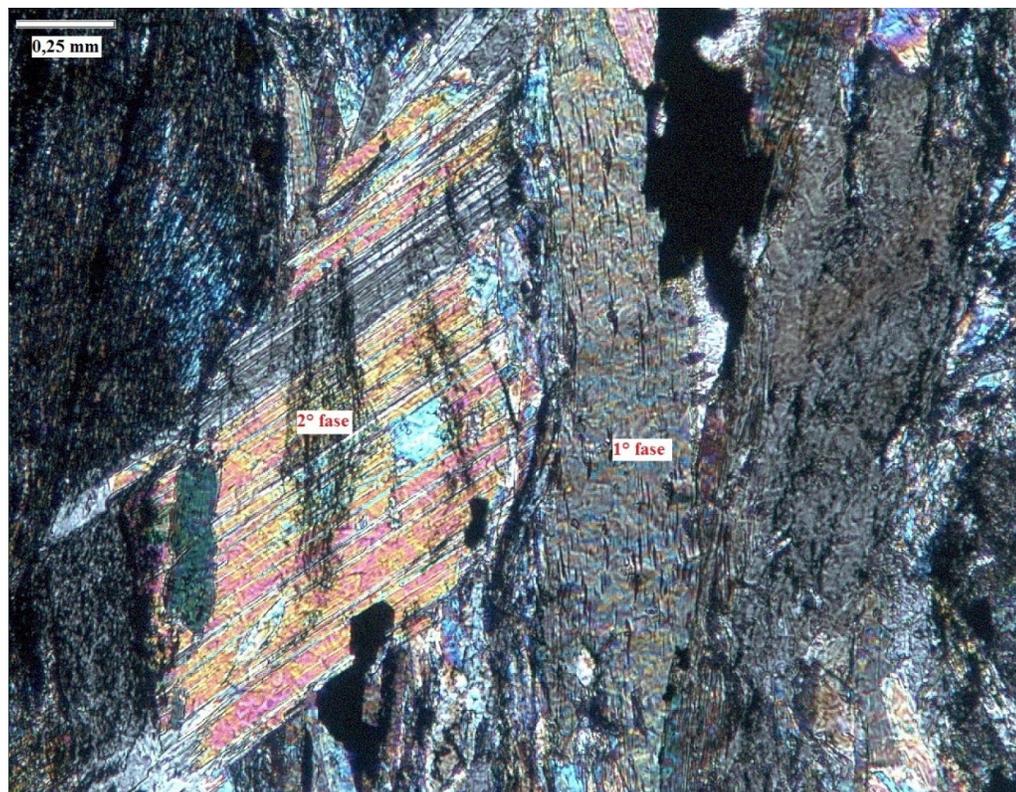


Figura 24: Mostrando as duas fases da biotita luz polarizada.

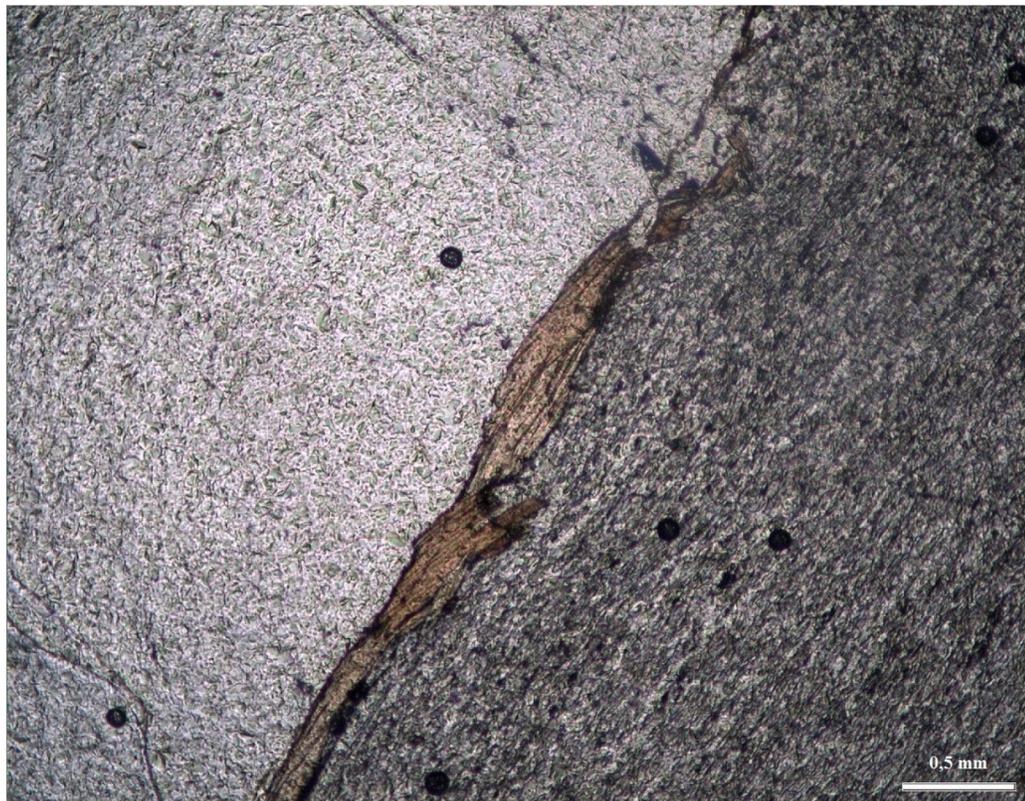


Figura 25: Mostrando a biotita margeando as paredes do veio de quartzo.



Figura 26: Mostrando o veio polimineralico com feldspato, quartzo, carbonato e opacos.

5.2.3 Alteração Fílica

A zona de alteração fílica é assinalada pela presença de uma zona paralela a subparalela a foliação com presença de muita mica branca. Essa zona de alteração fílica pode variar de 12 a 30m de espessura (Fig.27) e (Fig.28).

A composição dessas micas brancas não é conhecida e para sua definição seria necessário a utilização de microssonda eletrônica. A mica branca ocorre em intervalos centimétricos a decimétrico e está disposta em faixas que muitas vezes contornam externamente a alteração potássica que acompanha os veios de quartzo.

A mica branca forma um conjunto de filonetes de até 2cm de comprimento, é incolor a luz natural, possui uma birrefringência de 3º ordem e uma boa clivagem. A mica branca presente na zona de alteração fílica por vezes corre como agregados, junto com clorita, bem como na matriz da rocha como alteração pervasiva.

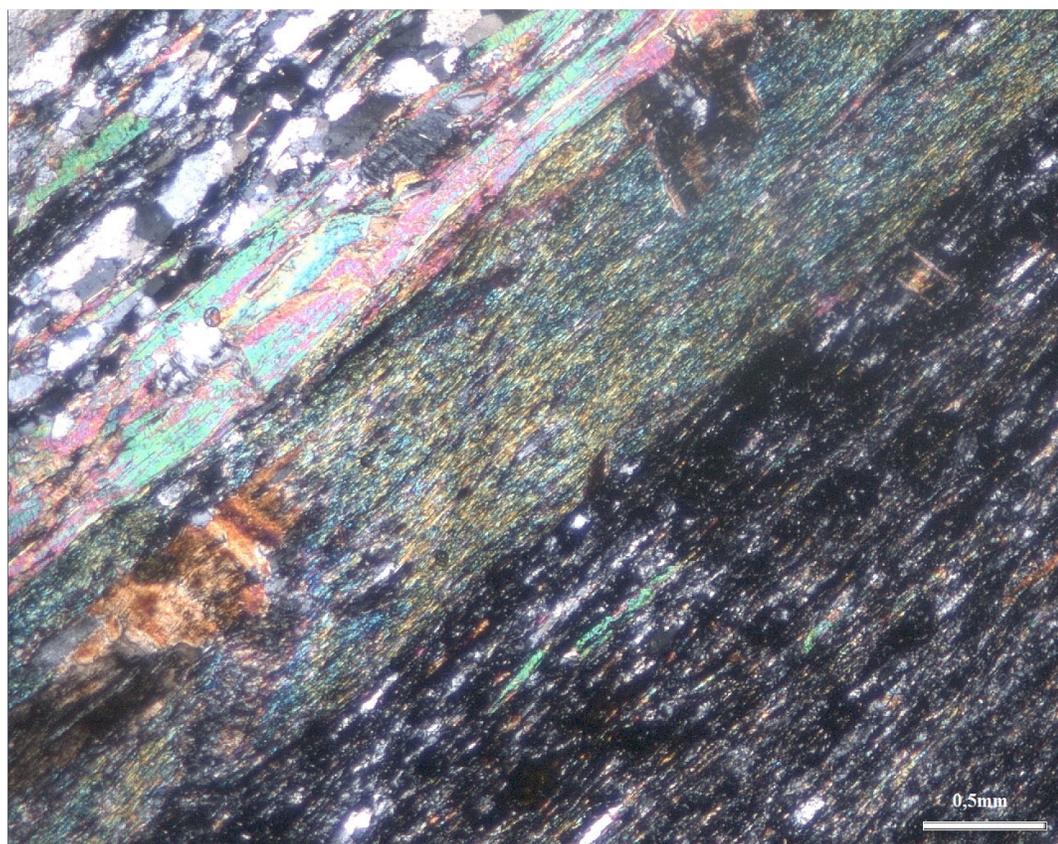


Figura 27: Mostrando a mica branca envelopando a alteração potássica.

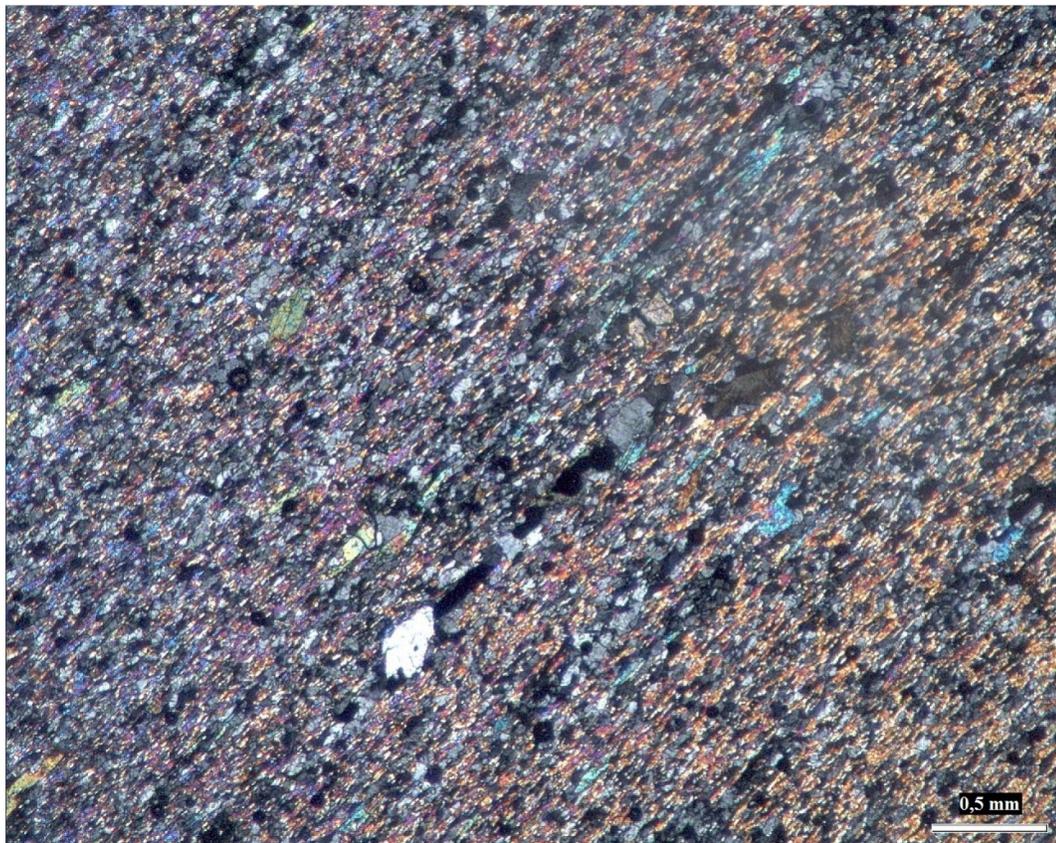


Figura 28: Mostrando a sericitização da matriz no xisto carbonoso.

5.2.4 Alteração Clorítica

A alteração clorítica é representada basicamente pela alteração hidrotermal retrogressiva da biotita para clorita.

Essa alteração possui caráter tardio às demais zonas de alteração hidrotermal e à mineralização. Ocorre praticamente homogênea em todo o intervalo de rochas que hospeda o Corpo Pequizão e normalmente altera parcialmente a biotita que acompanha as vênulas de quartzo. Sua presença é muito forte nos quartzo-clorita-sericita-granda xisto que estão posicionados acima do Corpo Pequizão (Fig.29) e (Fig.30).

Nos xistos carbonosos e nas metavulcânicas ácidas a clorita possui tamanho de grão com 0,5mm de eixo maior e ocorre disseminada na rocha ou, mais raramente, na forma de vênulas. Possui pleocroísmo fraco, de verde muito claro a verde claro, clivagem boa, extinção reta e birrefringência de 1° ordem.

Nos quartzo-clorita-sericita-granda xisto a clorita ocorre como um conjunto de lamelas com tamanho inferior a 0,6mm de eixo maior e está presente com maior intensidade junto aos agregados de granada. Também ocorre como mineral de preenchimento de estruturas rúpteis da matriz quartzosa e nos interstícios da matriz.

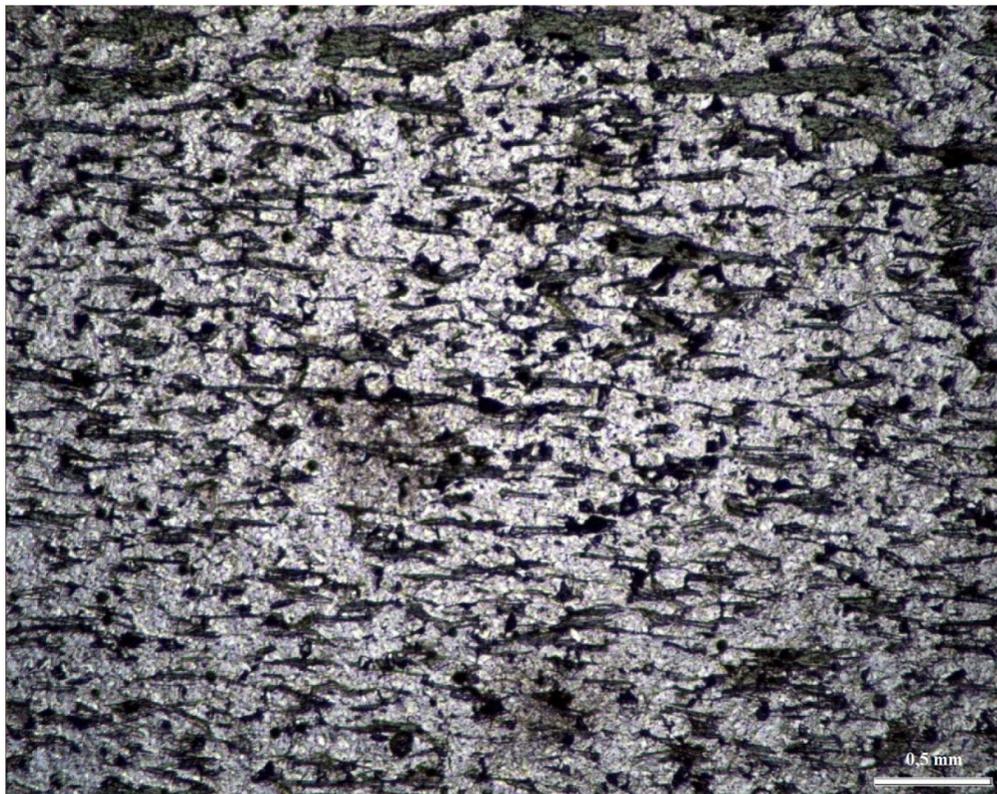


Figura 29: Alteração cloritica na matriz.

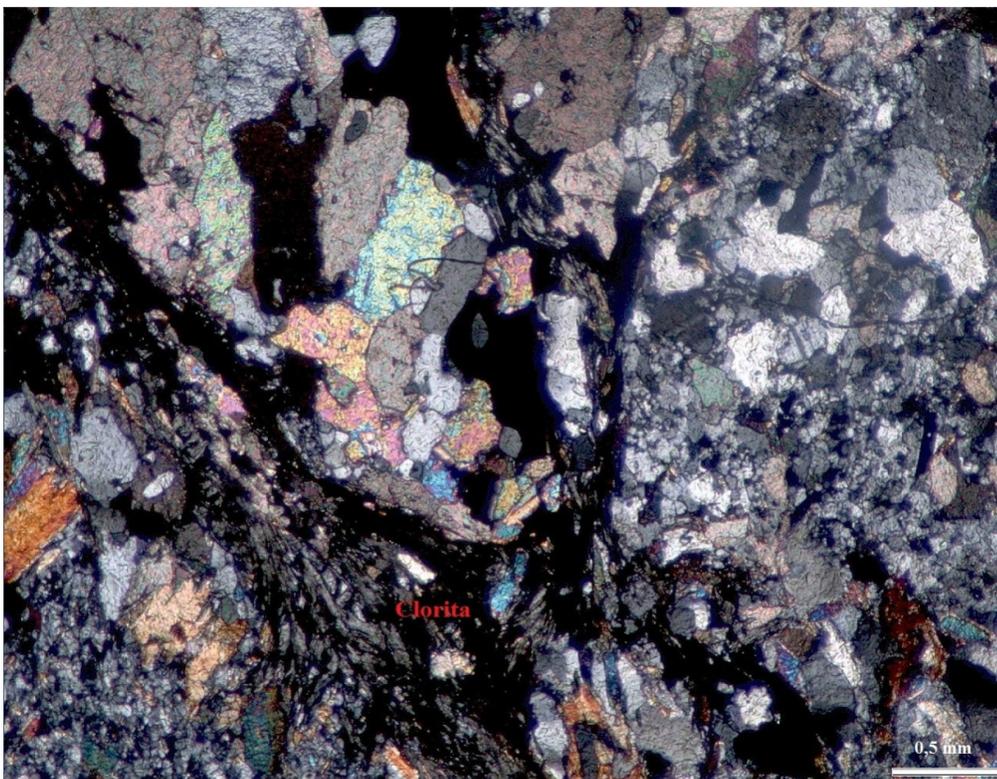


Figura 30: Mostrando a alteração das biotitas localizadas nas paredes dos veios poliminerálicos para clorita.

5.2.5 Alteração Carbonática

A alteração carbonática é composta basicamente por carbonatos e pode ocorrer de duas formas. A primeira ocorre posicionada abaixo da estrutura IV, na forma de carbonatação da matriz, e vai até a base do intervalo do Corpo Pequizão. A segunda ocorre ao longo de todo o intervalo do Corpo Pequizão na forma de veios carbonáticos ou polimineralicos junto com o quartzo, plagioclásio e biotita. Essa alteração possui caráter tardio em relação às demais zonas de alteração hidrotermal e à mineralização (Fig.31) e (Fig.32).

O carbonato presente é a dolomita ou a Fe - dolomita, e ocorre junto ao quartzo nos veios e agregados. É incolor, com forma anédrica a subédrica, apresentando maclas, com grãos de até 1,5 mm de eixo maior. Possui inclusões de quartzo, sulfetos e apresenta feições de recristalização local. Na matriz, ocorre como agregado de grãos com até 1,3 mm de eixo maior que possuem inclusões de grãos de quartzo e de sulfetos. Na região da sobreposição da zona de alteração potássica com a zona de silicificação ocorre carbonatação das maclas do feldspato.

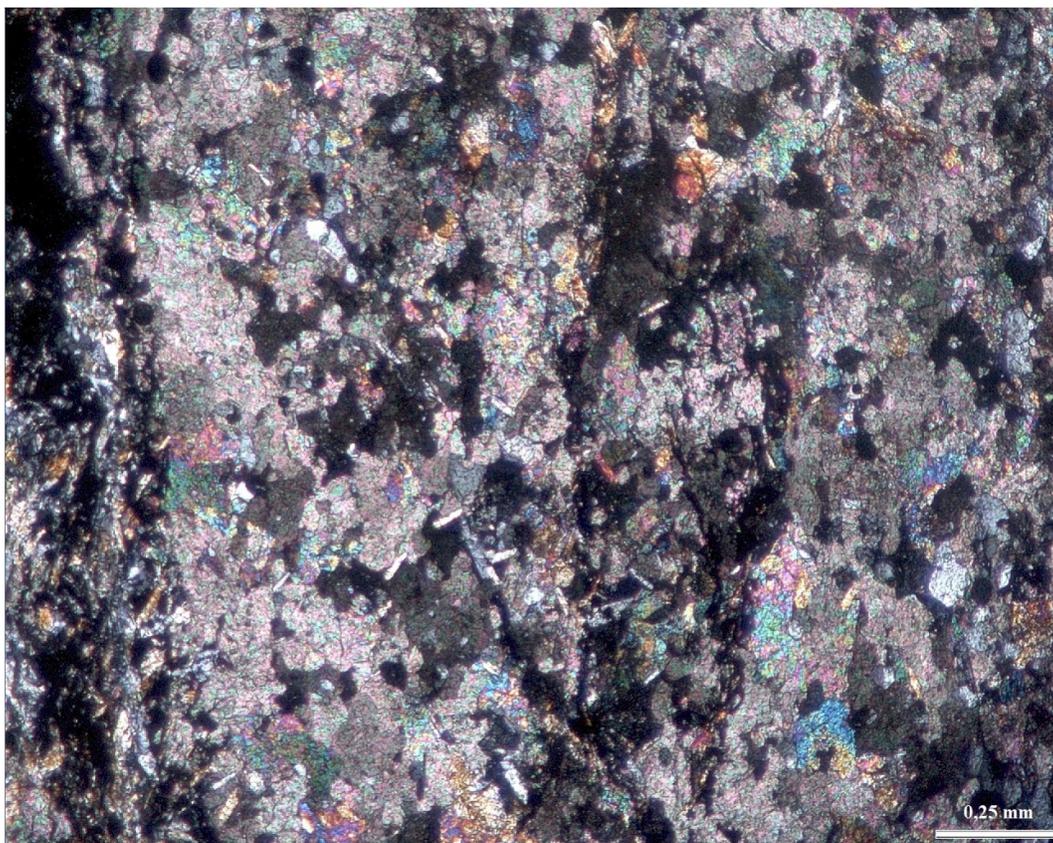


Figura 31: Mostrando a carbonatação da matriz.

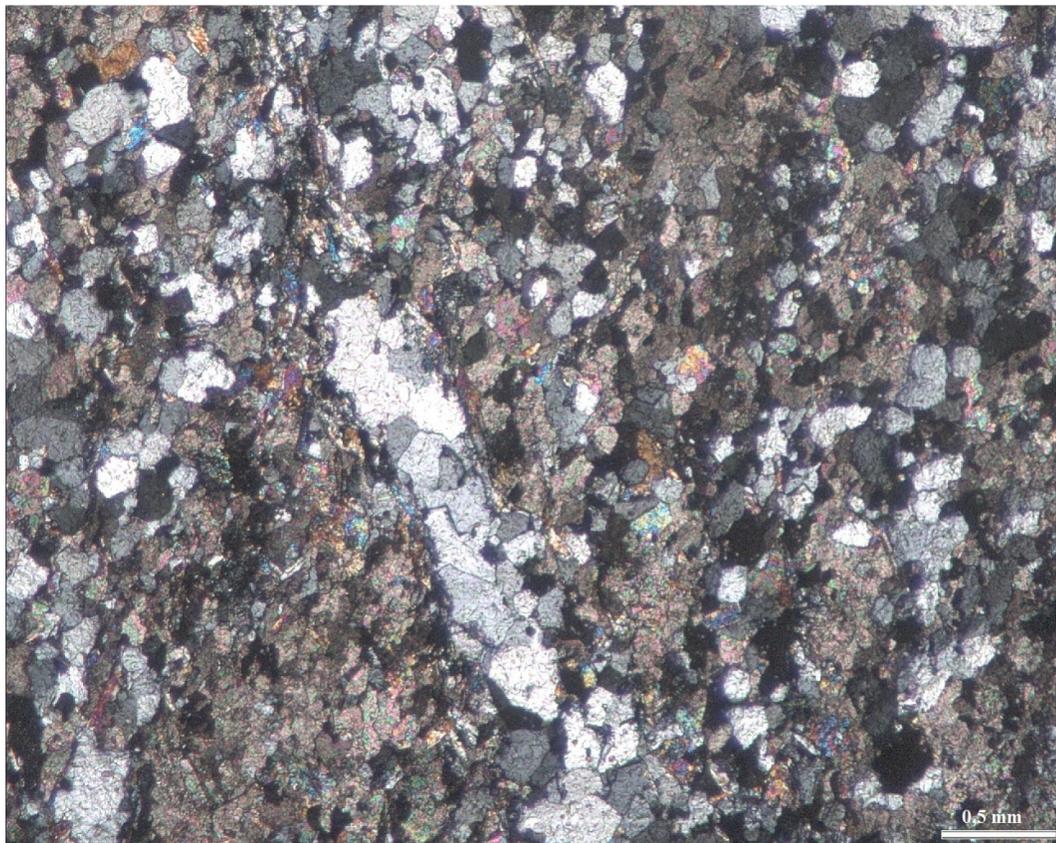


Figura 32: Carbonatação em matriz quartzosa. Notar agregados de quartzo tensionado e com as bordas corroídas, protólito da rocha.

5.3 CORPO DE MINÉRIO

O corpo de minério, no caso deste trabalho, que é representado por um depósito de ouro acompanhando sulfetos disseminados é delimitado levando em conta dois fatores muito importantes, o primeiro é o teor de ouro disseminado na rocha hospedeira e o segundo é o valor de mercado do ouro, sendo que o tamanho do corpo de minério e seus limites podem aumentar ou diminuir de acordo com o valor do ouro no mercado internacional.

O corpo de minério do Corpo Pequizão está posicionado em sua maior parte na zona de alteração hidrotermal com intensa silicificação. Por conseqüência, é controlado fortemente pela estrutura IV e está hospedado nas unidades designadas na área como sendo a metavulcânica ácida (zona silicificada) e nos xistos carbonosos. Possui uma mineralização do tipo sulfeto disseminado que estão representados basicamente por arsenopirita, pirrotita e subordinadamente por calcopirita, e se encontram em formas distintas.

A arsenopirita é um mineral índice da estrutura IV e assim sendo dos altos teores de ouro, ela praticamente marca a estrutura, tornando-se um dos principais critérios prospectivos.

A pirrotita é o mineral de minério mais comum e abundante no Corpo Pequizão, porém na zona da estrutura IV ela fica subordinada a arsenopirita ocorrendo nas bordas ou inclusas dentro desta última (Fig.33) e (Fig.35)

A arsenopirita ocorre com uma cor cinza metálico na luz refletida, com forma euédrica e com tamanho de até 1cm, ou mais raramente, aparece disseminada nos xistos carbonosos.

A pirrotita possui uma cor creme levemente avermelhada na luz refletida, possui forma anédrica, com tamanho máximo de até 0,7mm e normalmente ocorre na forma de agregados contendo a calcopirita associada. A pirrotita ocorre disseminada em todo intervalo do Corpo Pequizão.

A calcopirita possui uma cor amarelada a luz refletida, com forma anédrica e com tamanho de até 0,3mm, ocorre sempre na forma de inclusão ou em contato na pirrotita (Fig.34).

O ouro aparece com uma cor amarelo metálico e ocorre junto com a arsenopirita, incluso no meio do mineral ou preenchendo as suas fraturas (Fig.36), (Fig.37) e (Fig.38), também pode ser encontrado na forma de ouro livre (Fig.39). O ouro possui mais alto teor nas zonas que ocorrem as arsenopiritas.

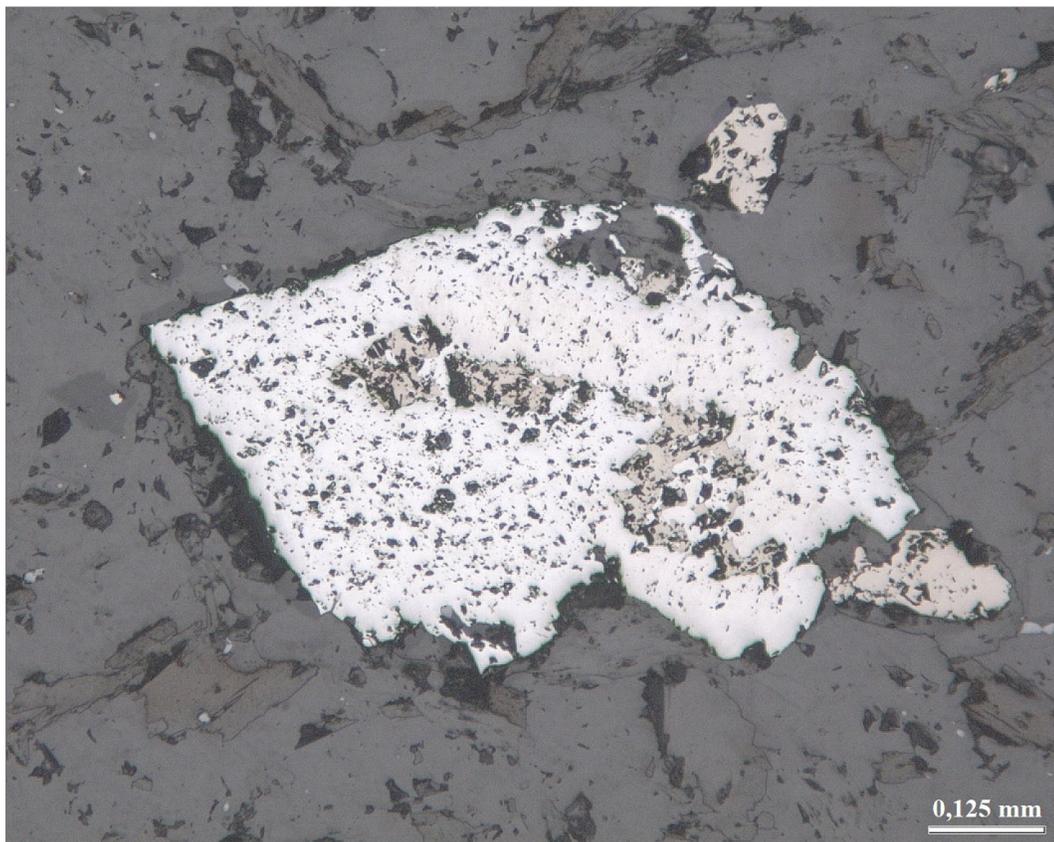


Figura 33: Mostra a arsenopirita com pirrotita na forma de inclusões e/ou ao seu redor.

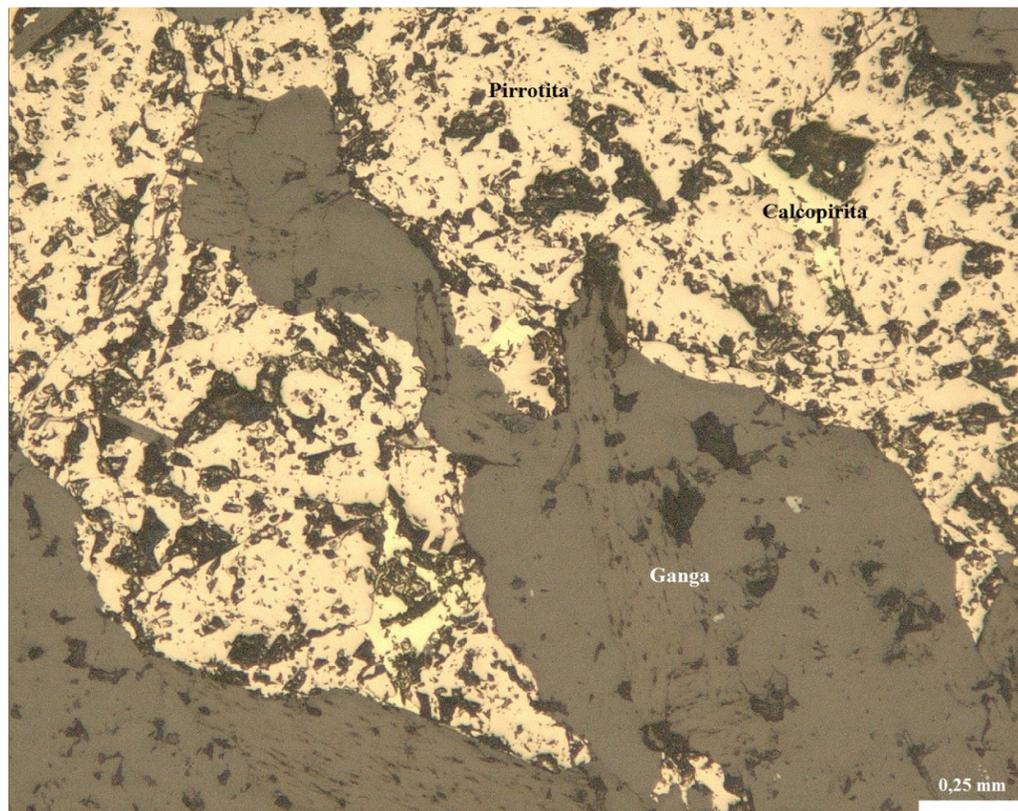


Figura 34: Mostrando a relação entre a pirrotita e a calcopirita.

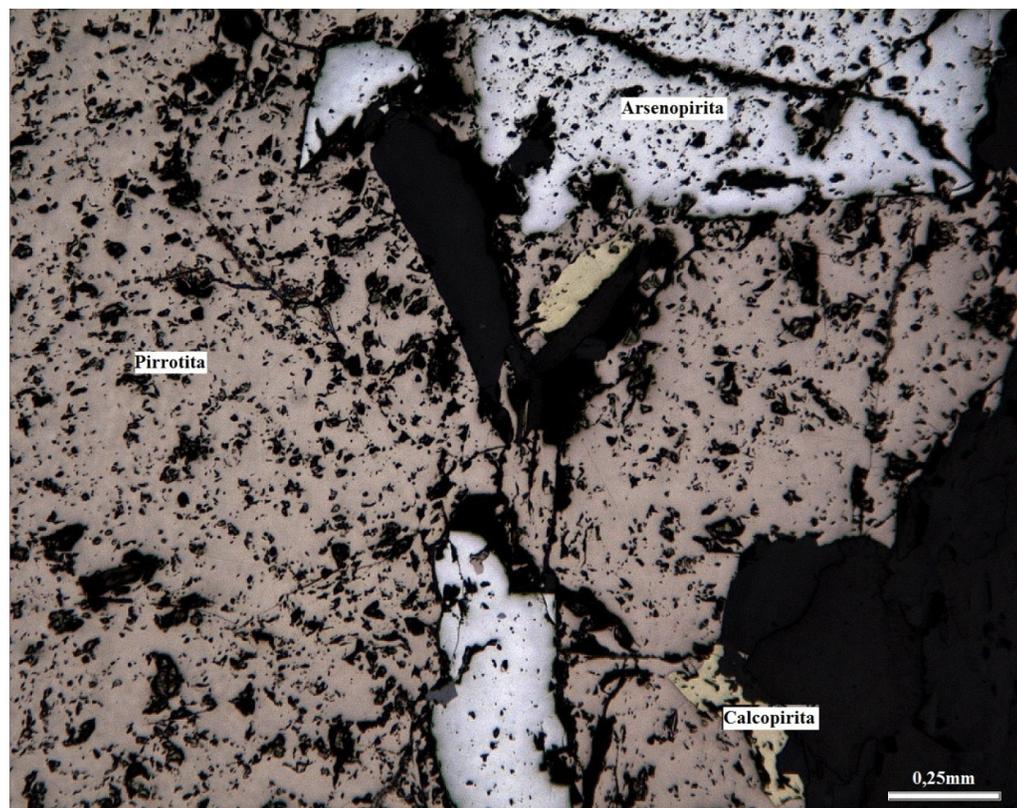


Figura 35: Mostrando a relação entre a arsenopirita, pirrotita e calcopirita.

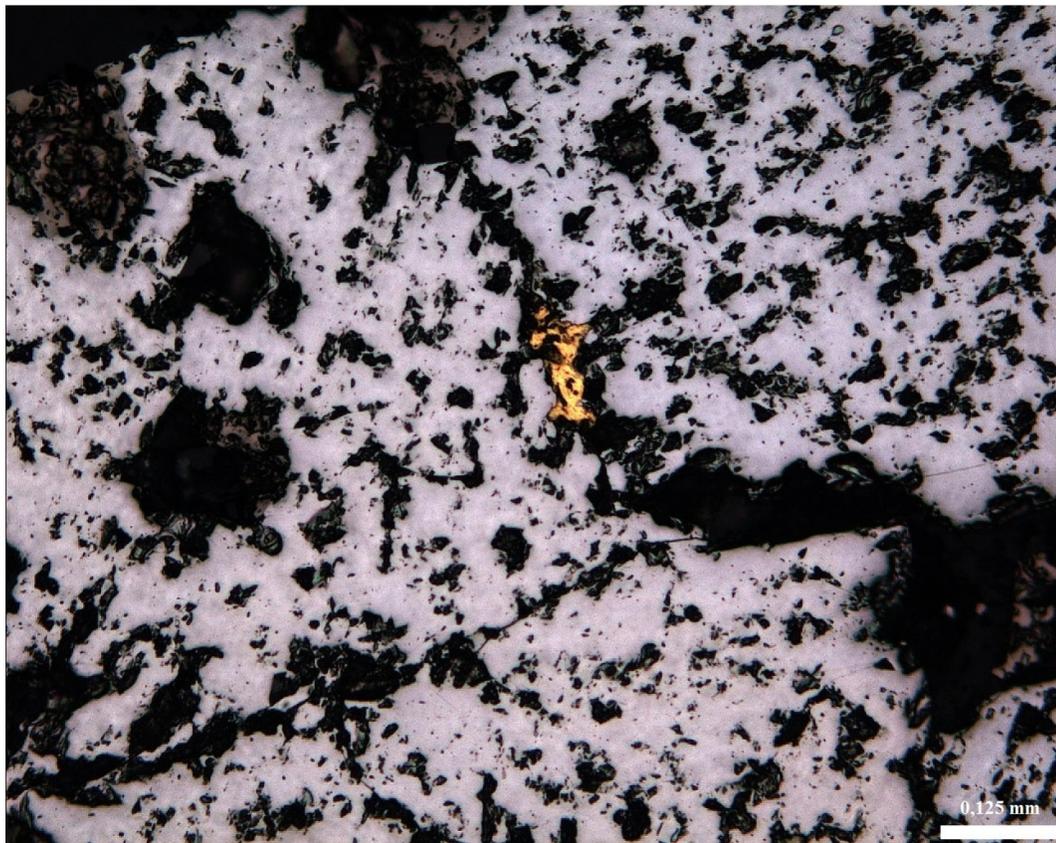


Figura 36: Mostrando um grão de ouro numa fratura da arsenopirita.

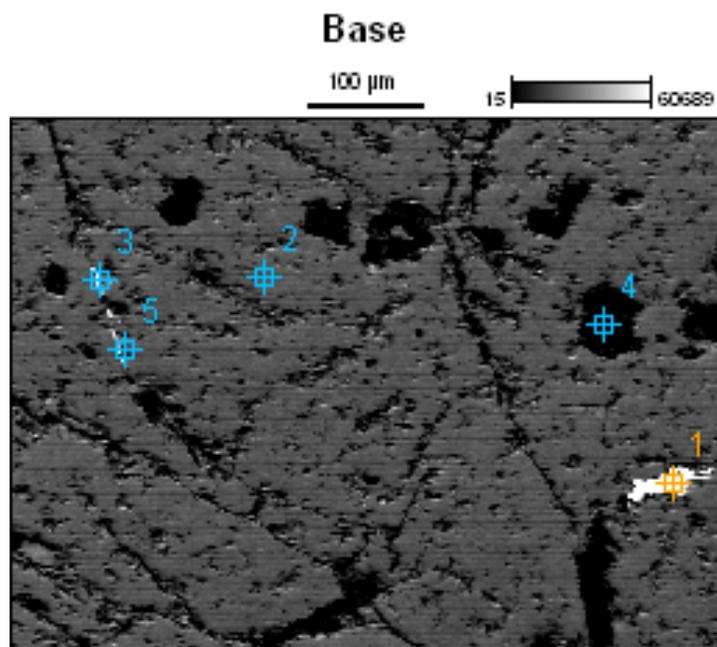


Figura 37: Mostrando grão de ouro ponto 01 incluído na arsenopirita ponto 02, 03, 05. MEV.

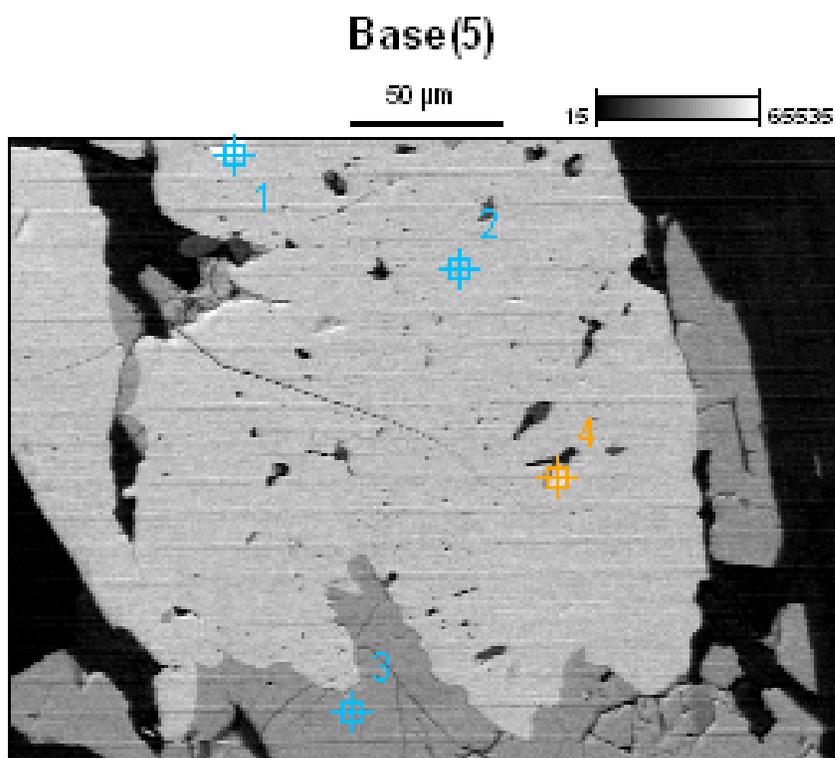


Figura 38: Mostrando o ouro (01 e 04) na arsenopirita (02) e a pirrotita (03)

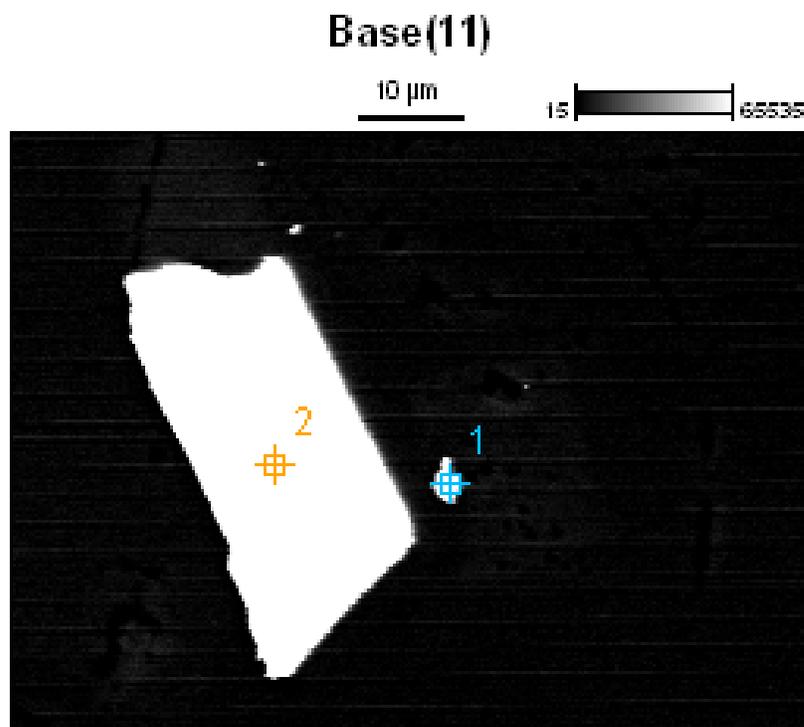


Figura 39: Mostrando ouro livre (01 e 02) na matriz.

5.4 DADOS QUANTITATIVOS

Através da utilização do microscópio eletrônico de varredura (MEV) foi possível reconhecer a forma, tamanho e ocorrência do ouro e minerais associados. Já o EDS teve como objetivo a determinação semi-quantitativa da composição química de minerais hidrotermais como cloritas, sulfetos, carbonatos, biotitas e ouro.

Os dados semi-quantitativo mostram a perda de potássio e um aumento sensível de ferro e magnésio entre as biotitas de 1° fase e 2° fase, provam que o carbonato na rocha é a dolomita com baixos teores de ferro e a composição da clorita. (Fig.40). Foi possível também confirmar os tipos e composição química dos sulfetos (Fig.41) e determinar algumas impurezas do ouro (Fig.41).

<i>Mineral</i>	<i>C</i>	<i>O</i>	<i>Mg</i>	<i>Al</i>	<i>Si</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Ti</i>	<i>Fe</i>
<i>Biotita de 1ª Fase</i>	12.36		11.40		32.04	20.18		2.75	21.28
<i>Biotita de 2ª Fase</i>		17.83	14.46		30.35	12.34			25.03
<i>Clorita</i>		16.94	14.15	19.05	22.76				27.11
<i>Carbonato</i>	29.83	30.43	9.60				26.25		3.89

Figura 40: Mostra os dados semi-quantitativo das biotitas, clorita e carbonato.

<i>Mineral</i>	<i>S</i>	<i>Fe</i>	<i>Cu</i>	<i>As</i>	<i>W</i>	<i>Re</i>	<i>Os</i>
<i>Arsenopirita</i>	24.53	30.95		44.52			
<i>Pirrotita</i>	43.82	56.18					
<i>Calcopirita</i>	37.30	28.48	29.34		0.45	2.02	2.41

Figura 41: Mostra os dados semi-quantitativo da arsenopirita, pirrotita e calcopirita.

<i>Mineral</i>	<i>C</i>	<i>Al</i>	<i>Ag</i>	<i>Ta</i>	<i>Au</i>
<i>Ouro</i>					100.00
<i>Ouro</i>	14.77		3.58	0.50	81.15
<i>Ouro</i>		5.67			94.33

Figura 42: Mostra os dados semi-quantitativo do ouro.

6 CONCLUSÕES

O Corpo Pequizão foi resultado de inúmeros eventos geológicos que o mineralizaram desde o Arqueano até hoje.

A ocorrência de uma zona de deformação dútil no meio do xisto carbonoso e da meta vulcânica ácida sugere uma fonte para tal mineralização. A zona dútil facilitou a abertura de espaços para a percolação de fluidos com elementos incompatíveis que interagiu com as rochas encaixantes. A variedade de minerais hidrotermais que ocupam os espaços e as extensões das zonas nas rochas apontam para uma alta taxa fluido/rocha.

Foi possível a identificação de cinco zonas de alteração com composições diferentes, sendo três delas mais precoces e parcialmente contemporâneas e duas tardias.

As zonas de alteração hidrotermal precoces são silicificação que pode variar de 6 a 12m e ocorre dentro da zona de deformação da estrutura IV, é altamente mineralizada e o principal resultado dessa silicificação é denominado de Meta Vulcânica Ácidas, ou MVA; alteração potássica pode variar de 10 a 25m e ocorre acima da zona silicificada é marcada pela ocorrência de feldspato e de biotita, desenvolvidos principalmente nas margens dos veios quartzo/feldspáticos, bem como na matriz; alteração fílica pode variar de 12 a 30m de espessura e é marcada pela presença de faixas paralela a subparalela a foliação com presença de muita mica branca e muitas vezes contornam externamente a alteração potássica que acompanha os veios de quartzo, cujos contatos entre si tendem a ser transicionais e possuem uma zona de gradação ou de sobreposição entre si.

As zonas de alteração hidrotermal tardias são a alteração cloritica que é representada basicamente pela alteração hidrotermal retrogressiva da biotita para clorita ocorrendo praticamente homogeneamente em todo o intervalo de rochas que hospeda o Corpo Pequizão; e a alteração carbonática que é composta basicamente por carbonatos na forma de veios poliminerálicos tardios ou na forma de carbonatação da matriz. As alterações tardias estão sobrepostas aos demais tipos de alteração.

O corpo de minério do Corpo Pequizão está posicionado em sua maior parte na zona de alteração hidrotermal com intensa silicificação. E é fortemente controlado pela estrutura IV estando hospedada nas unidades designadas na área como meta vulcânica ácida (zona silicificada) e nos xistos carbonosos. Possui uma mineralização do tipo sulfeto disseminado que são representados basicamente por arsenopirita, pirrotita e subordinadamente por calcopirita. A arsenopirita é um mineral índice da estrutura IV e assim sendo dos autos teores

de ouro, ela praticamente marca a estrutura junto com as estruturas rúpteis, tornando-se um dos principais critérios prospectivos. A pirrotita é o mineral de minério mais comum e abundante no Corpo Pequizão, porém na zona da estrutura IV ela fica subordinada a arsenopirita ocorrendo nas bordas ou inclusas dentro desta última.

Assim sendo os altos teores de ouro estão localizados na estrutura IV que é a zona com silicificação e é marcada fortemente pela presença de uma zona com deformação rúptil e pela ocorrência de cristais de até 1cm de arsenopirita podendo estar hospedada tanto nos xistos carbonosos como nas meta vulcânicas acidas.

REFERÊNCIAS

- Almeida, B.S., Jost, H., Tassinari, C.C.G., Frantz, J.C., Strikis, N.M., 2007. Alteração hidrotermal e mineralização aurífera do Corpo Palmeiras, Crixás, Goiás. SBG, Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, Pirenópolis, Abstracts CD, Abstract #OR036. 1 page (unpaginated).
- Almeida B.S. 2006. *Mineralização aurífera, alteração hidrotermal e indicadores prospectivos do Corpo Palmeiras, greenstone belt de Crixás, Goiás. Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 88 p.*
- Almeida, B.S. 2004. Relatório das Atividades – Estágio 2004/1 em Crixás – GO – Anglo Gold Ashanti. Crixás-GO. 89p, Relatório Interno.
- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., Neves, B.B.B., Fuck, R.A. 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Sciences Review*, 17:1-29.
- Almeida, F.F.M, Y.; Brito Neves, B.B. & Fuck, R.R. 1977. Províncias Estruturais Brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, **Anais**, SBG, p. 363-391.
- Almeida F.F.M. 1968. *Evolução tectônica do centro-oeste brasileiro. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 40:280-296.*
- Barbosa, O.; Baptista, M.B.; Dyer, R.C; Braun, O.P.G. & Cotta, J.C.1969. *Geologia e Inventário dos Recursos Minerais da Região Central Do Estado de Goiás – Projeto Brasília. DNPM, Série Geologia, nº 18, Seção Geologia Básica, Nº 13, Brasília. DF, 1989.*
- Carvalho R.S., 2005. **Mapeamento Geológico Estrutural da Faixa Leste-Oeste ao Norte do Greenstone belt de Crixás (GO)**. Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 45p., Relatório Parcial.
- Castro, J.H.G. & Magalhães, L.F. 1984. *Revisão estratigráfica do Grupo Pilar de Goiás na Faixa Crixás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro,. Anais...SBG, u.6, p.2563-2576.*
- Danni, J.C.M.; Jost, H.; Winge, M. & Andrade, G.F. 1986. Aspectos da Evolução dos Terrenos Granito-Greenstone: Exemplo da Região de Hidrolina, Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, 1978. **Anais**, SBG, p. 570-584.
- Danni, J.C.M.; Fuck, R.A.; Leonardos Jr., O.H. 1982. Archean and Lower Proterozoic Units in Central Brazil. **Geolog. Rund.**, 71:291-317.

- Danni, J.C.M.; Fuck, R.A. & Winge, M. 1981. Geologia do Greenstone Belt de Goiás, do Grupo Araxá na Serra Dourada e do Complexo de Barro Alto na região de Goianésia.. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 1, Goiânia, SBG-Núcleo Brasília e Centro-Oeste Goiânia, GO. **Boletim Excursão** n°1, p 22.
- Danni, J.C.M. & Ribeiro, C.C. 1978. *Caracterização Estratigráfica da Sequência Vulcano-Sedimentar de Pilar de Goiás e de Guarinos, Goiás*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Anais, SBG, p.582-596.
- Dantas, E.L., Jost, H., Fuck, R.A., Brod, J.A., Pimentel, M.M. 2001. Proveniência e idade deposicional de seqüências metavulcano-sedimentares da região de Santa Terezinha de Goiás, baseada em dados isotópicos Sm-Nd e de U-Pb em monocristal de zircão. *Revis. Bras. Geoc.*, **31**: 329-334.
- DNPM. 1996. **Mapa Geológico da Região de Guarinos e Pilar de Goiás**. Projeto Distrito Mineiro Crixás-Pilar de Goiás (1:50.000). DNPM/MME.
- Fortes P.T.F.O. 1996. *Metalogenia dos depósitos auríferos Mina III, Mina Nova, e Mina Inglesa, Greenstone Belt de Crixás, Goiás*. Brasília, 177p. Tese de Doutorado em Geociências. Universidade de Brasília.
- Fuck, R.A 1994. A Faixa Brasília e a compartimentação tectônica da Província Tocantins. In: SBG, Simp. de Geologia do Centro-Oeste, IV., Anais, p. 184-187.
- Jost, H.; Chemale JR, F.; Dussin, I. A.; Martins, R. . A U Pb zircon Paleoproterozoic age for the metasedimentary host rocks and gold mineralization of the Crixás greenstone belt, Goiás, Central Brazil. *Ore Geology Reviews*, v. 37, p. 127-139, 2010.
- Jost, H; Scandola, J.E. . Características estruturais, petrográficas e geoquímicas de enxame de diques máficos intrusivos em rochas metassedimentares do greenstone belt de Crixás, Goiás. *Geologia USP. Série Científica*, v. 10, p. 119-134, 2010.
- Jost, H., Bennell, M.R., Massucato, A.J., Almeida, B.S.2005. Sistemas de alteração hidrotermal contrastante no distrito aurífero de Crixás, Goiás. In: SBG, Simpósio Brasileiro de Metalogenia, 1, CD-ROM.
- Jost H., Fuck R.A, Brod J.A., Dantas E.L, Meneses P.R., Assad M.L.L., Pimente M.M., Blum M.L.B., Silva A.M., Spigolon A.L.D., Maas M.V.R., Souza M.M., Fernandez B.P., Faulstich F.R.L., Mcedo Junior P.M., Schobbenhaus C.N., Almeida, L., Silva A.A.C., Anjos C.W.D., Santos A..P.M.R., Bubenick A.N., Teixeira A.A., Lima B.E.M., Campos M.O., Barjud R.M., Carvalho R., Scislewski

- L.R., Sarli C.L., Oliveira D.P.L. 2001. Geologia de terrenos arqueanos e proterozóicos da região de Crixás-Cedrolina, Goiás. *Rev. Bras. Geoc.*, **31**: 315-328.
- Jost, H. & Fortes, P.T.F.O. (2001). *Gold deposits and occurrences of the Crixás Goldfields, central Brazil. Mineralium Deposita (2001)*.
- Jost, H. 1995. Alguns aspectos da geoquímica de metabasaltos de Greenstone belt Guarinos, Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 5., 1995, SBG, **Anais em CD-ROM**, 4p
- Jost, H.; Carmelo, A.C. & Menezes, P.R. 1994a. Litologias, relações de contato e estrutura do Bloco Caiamar, Crixás, Goiás. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 4., 1994, Brasília, SBG, **Resumo expandido**, 18-20.
- Jost, H.; Theodoro S.M.C.H.; Figueiredo A.M.G & Boaventura G.R. 1994b. Propriedades geoquímicas e proveniência de rochas metassedimentares detríticas arqueanas dos greenstone-belts de Crixás e Guarinos, Goiás. **Revista Brasileira de Geociências**, **26**:151-166.
- Jost H.; Oliveira, A.M.; Vargas, M.C. 1992. Petrography, geochemistry, and structural control of trondhjemitic intrusions in greenstone belts of the Crixás region, Central Brazil. In CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992, São Paulo, **Resumo Expandido**, SBG, u.1, p.43-44.
- Jost H. & Oliveira A.M. 1991. *Stratigraphy of the greenstone belts, Crixás region, Goiás, Central Brazil. Journal of South American Earth Sciences*, **4**:201 -214.
- Jost, H & Ferreira Filho, C.F. 1987. **Geologia da região meridional de greenstone belt de Guarinos, GO**. Brasília, não publicado. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.
- Kuyumjian, R.M. 1981. *Geologia e mineralização auríferas do Greenstone Belt da Faixa Crixás-GO. Brasília, 67p. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília.*
- Massucato, A.J. 2004. Relatório de Geologia Estrutural – Aspecto Estruturais do Greenstone Belt de Crixás – GO – Anglo Gold Ashanti. Crixás-GO. 30p, Relatório Interno.
- Magalhães, L.F. 1991. Cinturão de Cisalhamento de Empurrão Córrego Geral-Meia Pataca: Geologia, Deformação, Alteração Hidrotermal e Mineralizações Auríferas Associadas Crixás-Goiás. Brasília, 233p. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília.
- Montalvão, R. M. G.; Lopes, L.M. & Pereira, L.G. M. 1981. *Petrografia dos komatiútos de Crixás, Goiás. SBG, Núcleo Centro-Oeste, Boletim Informativo*, **10**: 89-127.

- Peterson Jr., K.J. 2003. *Estudo das mineralizações auríferas do Corpo IV e V da Estrutura IV do greenstone belt de Crixás (GO)*. São Paulo, 195p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP.
- Pimentel M.M., Ferreira Filho C. F., Armstrong R. A 2004. SHRIMP U-Pb and Sm-Nd ages of the Niquêlandia layered complex: Meso – (1.25 Ga) and Neoproterozoic (0.79 Ga) extensional events in central Brazil. *Prec. Res.*, **132**:132-135.
- Pimentel M.M., Fuck R.A., Jost H., Ferreira Filho C.F., Araújo S.M. 2000. The basement of the Brasília Fold Belt and Goiás Magmatic Arc. In: U.G. Cordani, E.J. Milani, A. Thomaz Filho, D.A. Campos (editores,) *Tectonic Evolution of South America*. 31st Intern. Geol. Cong., pp.: 195-230.
- Pimentel M.M., Whitehouse M.J., Fuck R.A, Machado N. 1997. The Mara Rosa arc in the Tocantins Province: further evidence for Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Prec. Res.*, **81**: 299-310.
- Pimentel M.M. & Fuck R.A. 1992. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Geology*, **20**: 375-379.
- Portocarrero, J.L.T. 1996. *Geologia da jazida aurífera Mina Nova, greenstone belt de Crixás, Goiás. Brasília, 102p. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, UNB.*
- Queiroz C.L. 2000. *Evolução tectono-estrutural dos terrenos granito-greenstone belt de Crixás, Brasil Central*. Dissertação de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 209p.
- Queiroz, C.L.; Jost, H. 1998. Polycyclic deformation on an Archaean crustal segment of the Goiás Massif, central Brazil. In: International Conference on Basement Tectonics, 14, Ouro Preto (MG), Proceedings, p. 166-169.
- Resende, M.G.; Jost, H.; Osborne, G.A & Mol, A.G. 1998. Stratigraphy of the Goiás and Faina greenstone belts, central Brazil: a new proposal. **Revista Brasileira de Geociências**, **28**(1):77-94.
- Saboia L. A, Teixeira N. A, Castro J. H. G., Teixeira A S. 1981. Geologia do greenstone belt de Crixás (GO) e suas implicações geotectônicas. In: SBG. Simp.sobre o Cráton de São Francisco e suas Faixas Marginais, Salvador, *Anais*, p. 39-50.
- Saboia, L.A. & Teixeira, N. A. 1980. *Lavas ultrabásicas de unidade basal de Greenstone Belt de Crixás (GO): Uma nova classe de rochas ultrabásicas no Estado de Goiás*. *Revista Brasileira de Geociências*, **10** (1): 28-42.
- Saboia, L.A. 1979. *Os “Greenstone Belts” de Crixás e Goiás – GO*. SBG, Núcleo Centro-Oeste, *Boletim Informativo*, **9**:44-72.

- Sobiesiak, M.S. 2011. Relatório das Atividades – Estágio 2011/1- GEX em Crixás – GO – Anglo Gold Ashanti/Kinross. Crixás-GO. 30p, Relatório Interno.
- Theodoro, S.M.C.H. 1995. *Ambiente de sedimentação da Formação Ribeirão das Antas, Grupo Crixás – Goiás*. Brasília, 88p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Brasília.
- Tomazzoli E.R. 1997. **Aspectos Geológicos e Petrológicos do Enxame de Diques Morro Agudo de Goiás**. Brasília, 293p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.
- Teixeira N.A.; Saboia L.A.; Ferreira M.C.B.; Teixeira A.S. & Castro J.H.G. 1981. Estruturas e texturas das lavas ultrabásicas e básicas do greenstone belt de Crixás, Goiás, Brasil. **Rev. Bras. Geoc.** **25**:111-123
- Vargas M.C. 1992. *Geologia das rochas granito-gnáissicas da região de Crixás, Guarinos, Pilar de Goiás e Hidrolina*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 167p.
- Ymaoka, W.N. & Araújo, E.M. 1988. *Depósitos de Ouro Mina III, Crixás, Goiás*, In: C.Schobbenhaus & C.E.S Coelho (Eds.) *Principais Depósitos Minerais do Brasil, Brasília, NPM/CVRD. V.3, cap.34, p491-498*.

7 ANEXOS

7.1 LOG DE SONDAGEM DO FURO II - 301

7.2 LOG DE SONDAGEM DO FURO II - 384

7.3 LOG DE SONDAGEM DO FURO II - 434

Feb 23, 2011

DETAILED LOG

Page 1 of 8

Hole Number: II-301		Units: METRIC			
Project Name: Crúas	Primary Coordinates Grid: UTM-SAD69-22S:	Destination Coordinates Grid: UTM-SAD69-22S:	Collar Dip:	-90.00	
Project Number: CX	North: 8390500.52	North: 8390500.52	Collar Az:	0.00	
Location: Pequizeño	East: 609532.76	East: 609532.76	Length:	314.30	
	Elev: 457.79	Elev: 457.79	Start Depth:	0.00	
Date Started: Mar 07, 2008	Collar Survey: N	Plugged: N	Contractor: Servitec	Final Depth: 314.30	
Date Completed: Mar 14, 2008	Multishot Survey: N	Hole Size: NW	Core Storage:		
	Pulse EM Survey: N	Casing:			
Comments:					

Sample Averages

Average Type	From	To	Length	Au_ppm
WEIGHTED	198.25	201.10	2.85	4.8504
WEIGHTED	262.00	266.00	4.00	4.5650

Survey Data

Depth	Azimuth Decimal	Dip Decimal	Test Type	Flag	Comments	Depth	Azimuth Decimal	Dip Decimal	Test Type	Flag	Comments
0.00	0	-90.00	MTS	OK		54.48	146.50	-89.30	MTS	OK	
105.48	129.00	-88.40	MTS	OK		207.48	119.70	-87.40	MTS	OK	
258.48	97.50	-84.10	MTS	OK		309.48	94.30	-83.10	MTS	OK	

Detailed Lithology		Assay Data				
From	To	Lithology	Sample Number	From	To	Length
0.00	6.11	SOLO, Solo Aluvionar a residual; argiloso; cor vermelha a ocre	759199	0.00	1.05	1.05
			759200	1.05	2.14	1.09
			759201	2.14	3.20	1.06
			759202	3.20	4.14	0.94
			759203	4.14	5.20	1.06
			759204	5.20	6.11	0.91
6.11	8.31	SAP, Saprolito Indiferenciado Saprolito de MBA	759206	6.11	7.26	1.15
			759207	7.26	8.31	1.05
8.31	35.94	MBA, Metabasalto Saprolito no HW; com intercalações de CBCX cisalhado e VQZs moderados	759208	8.31	9.36	1.05
			759209	9.36	10.20	0.84
			759210	10.20	11.08	0.88
35.94	38.17	VQZ, Veio de Quartzo Indiferenciado Leitoso; com MBA. Sulfetação ausente	760224	36.04	37.09	1.05
			760225	37.09	38.17	1.08
38.17	93.36	CBCX, Quartzo-clorita-carbonato-sericita xisto Com intercalações de CANFX e VQZs moderados. Localmente crenulado e biotitizado. Sulfetação ausente.				
93.36	194.13	MBA, Metabasalto Textura fina a média; localmente carbonatado. Presença de VenCBs e intercalações de CBCX. Sulfetação ausente				

DETAILED LOG

Hole Number: **II-301**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Assay Data				
From	To	Lithology	Sample Number	From	To	Length
194.13	235.00	CBCX, Quartzo-clorita-carbonato-sericita xisto Cisalhado; localmente crenulado; com VenQZs e VenCBs intrafoliaes. Cisalramento forte com Py; Po; Asp (tr) e Ccp (tr); associada a VenQZs a partir de 98.25m; com magnetita moderada a forte. Estrutura Palmeiras	759616	198.25	199.20	0.95
			759617	199.20	200.20	1.00
			759618	200.20	201.10	0.90
			759619	201.10	202.00	0.90
			759620	202.00	203.00	1.00
			759621	203.00	204.00	1.00
			759622	204.00	205.00	1.00
			759624	205.00	206.00	1.00
			759625	206.00	207.00	1.00
			759626	207.00	208.00	1.00
			759627	208.00	209.00	1.00
			759628	209.00	210.00	1.00
			759629	210.00	211.00	1.00
			759630	211.00	212.00	1.00
			759632	212.00	213.00	1.00
			759631	212.00	213.00	1.00
			759633	213.00	214.00	1.00
			759634	214.00	215.00	1.00
			759635	215.00	216.00	1.00
			759636	216.00	217.00	1.00
			759637	217.00	218.00	1.00
			759638	218.00	219.00	1.00
			759640	219.00	220.00	1.00
			759641	220.00	221.00	1.00
			759642	221.00	222.00	1.00
			759643	222.00	223.00	1.00
			759644	223.00	224.00	1.00
			759645	224.00	225.00	1.00
			759646	225.00	226.00	1.00
			759647	226.00	227.00	1.00
			759649	227.00	228.00	1.00
			759650	228.00	229.00	1.00
			759651	229.00	230.10	1.10
		759652	230.10	231.29	1.19	
		759653	231.29	232.10	0.81	
		759654	232.10	233.00	0.90	
		759655	233.00	234.00	1.00	
		759656	233.00	234.00	1.00	
		759657	234.00	235.00	1.00	
235.00	237.19	SEX, Sericita-clorita Xistos	759658	235.00	236.10	1.10
		Silicificado; com intercalações centimétricas de CXV. Sulfetação ausente	759659	236.10	237.19	1.09

DETAILED LOG

Hole Number: **II-301**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Lithology	Assay Data			
From	To		Sample Number	From	To	Length
237.19	243.60	DOL, Dolomitos Maciço a laminado; com GXN. Sulfetação ausente.	759660	237.19	238.30	1.11
			759661	238.30	239.40	1.10
			759662	239.40	240.50	1.10
			759664	240.50	241.60	1.10
			759665	241.60	242.60	1.00
			759666	242.60	243.60	1.00
243.60	255.00	MG, Metagrauvaca Com intercalações de GXN; localmente dolomitizada ou cloritizada. Sulfetação fraca	759667	243.60	244.70	1.10
			759668	244.70	245.80	1.10
			759669	245.80	246.90	1.10
			759670	246.90	247.98	1.08
			759671	247.98	249.00	1.02
			759672	249.00	250.00	1.00
			759673	250.00	251.00	1.00
			759675	251.00	252.00	1.00
			759676	252.00	253.00	1.00
			759677	253.00	254.00	1.00
			759678	254.00	255.00	1.00
255.00	263.00	GXN, Xistos Carbonosos Osalhado; com alternâncias de MG; Po máxima 4% intrafolial	759680	255.00	256.00	1.00
			759679	255.00	256.00	1.00
			759681	256.00	257.00	1.00
			759682	257.00	258.00	1.00
			759683	258.00	259.00	1.00
			759684	259.00	260.00	1.00
			759685	260.00	261.00	1.00
			759686	261.00	262.00	1.00
			759688	262.00	263.00	1.00
263.00	268.05	GXN, Xistos Carbonosos Intensamente hidrotermalizado; silicificado e cloritizado; com Po e Asp intrafoliais	759689	263.00	264.00	1.00
			759690	264.00	265.00	1.00
			759691	265.00	266.00	1.00
			759692	266.00	267.00	1.00
			759693	267.00	268.05	1.05
268.05	269.73	VQZ, Veio de Quartzo Indiferenciado Leitoso; com Po no FW	759694	268.05	268.85	0.80
			759695	268.85	269.73	0.88
269.73	275.97	GXN, Xistos Carbonosos Intensamente hidrotermalizado; silicificado e cloritizado; com Po e Asp intrafoliais; com forte presença de VenQZs. Estrutura 4.	759696	269.73	270.80	1.07
			759697	270.80	271.90	1.10
			759698	271.90	273.00	1.10
			759700	273.00	274.00	1.00
			759701	274.00	275.00	1.00
			759702	275.00	275.97	0.97

DETAILED LOG

Hole Number: **II-301**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Assay Data				
From	To	Lithology	Sample Number	From	To	Length
275.97	306.50	GXN, Xistos Carbonosos Osalhado; com VenQZs Intrafoliais e alteraçães de MG; localmente dolomitizado. Po máxma 3%	759703	275.97	277.00	1.03
			759704	277.00	278.00	1.00
			759705	278.00	279.10	1.10
			759707	279.10	280.20	1.10
			759706	279.10	280.20	1.10
			759708	280.20	281.30	1.10
			759709	281.30	282.40	1.10
			759710	282.40	283.50	1.10
			759711	283.50	284.60	1.10
			759712	284.60	285.60	1.00
			759713	285.60	286.66	1.06
			759715	286.66	287.76	1.10
			759716	287.76	288.80	1.04
			759717	288.80	289.90	1.10
			759718	289.90	291.00	1.10
			759719	291.00	292.00	1.00
			759720	292.00	293.00	1.00
			759721	293.00	294.00	1.00
			759722	294.00	295.00	1.00
			759723	295.00	296.00	1.00
		759724	296.00	297.00	1.00	
		759726	297.00	298.00	1.00	
		759727	298.00	299.00	1.00	
		759728	299.00	300.00	1.00	
		759729	300.00	301.00	1.00	
		759730	301.00	302.10	1.10	
		759731	301.00	302.10	1.10	
		759732	302.10	303.20	1.10	
		759733	303.20	304.30	1.10	
		759734	304.30	305.40	1.10	
		759735	305.40	306.50	1.10	
306.50	314.30	DOL, Dolomitos Predominantemente brechado;com matéria carbonosa. Sulfetação ausente.	759737	306.50	307.40	0.90
			759738	307.40	308.30	0.90
			759739	308.30	309.30	1.00
			759740	309.30	310.30	1.00
			759741	310.30	311.30	1.00
			759742	311.30	312.30	1.00
			759743	312.30	313.30	1.00
			759744	313.30	314.30	1.00

DETAILED LOG

Hole Number: **II-284**

Units: METRIC

Project Name: Crixás	Primary Coordinates Grid: UTM-SAD69-225:	Destination Coordinates Grid: UTM-SAD69-225:	Collar Dip: -90.00
Project Number: CX	North: 8390478.95	North: 8390478.95	Collar Az: 0.00
Location: Pequizeão	East: 609532.30	East: 609532.30	Length: 317.52
	Elev: 462.18	Elev: 462.18	Start Depth: 0.00
Date Started: Dec 28, 2007	Collar Survey: N	Plugged: N	Contractor: Servitec
Date Completed: Jan 08, 2008	Multishot Survey: N	Hole Size: NW	Final Depth: 317.52
	Pulse EM Survey: N	Casing:	Core Storage:

Comments:

Sample Averages

Survey Data

Depth	Azimuth Decimal	Dip Decimal	Test Type	Flag	Comments	Depth	Azimuth Decimal	Dip Decimal	Test Type	Flag	Comments
0.00	0	-90.00	MTS	OK		59.14	130.20	-89.10	MTS	OK	
110.14	122.50	-88.80	MTS	OK		161.14	110.90	-88.60	MTS	OK	
212.14	107.60	-87.70	MTS	OK		263.14	87.80	-85.80	MTS	OK	
314.14	82.00	-83.80	MTS	OK							

Detailed Lithology		Assay Data				
From	To	Lithology	Sample Number	From	To	Length
0.00	0.58	SOLO, Solo Coluvionar; marrom; argilo - arenoso	754396	0.00	1.11	1.11
0.58	1.50	SOLO, Solo Residual; marrom; areno - argiloso.	754397	1.11	2.00	0.89
1.50	13.90	SAP, Saprolito Indiferenciado Ocre; com intercalações de CBCX alterado e intensa doritização; com VQZs.	754398	2.00	2.84	0.84
			754399	2.84	3.94	1.10
			754400	3.94	5.00	1.06
			754401	5.00	6.00	1.00
			754402	6.00	7.10	1.10
			754403	7.10	8.10	1.00
			754404	8.10	9.04	0.94
			754405	9.04	10.10	1.06
			754406	10.10	11.10	1.00
			754408	11.10	12.14	1.04
			754409	12.14	13.20	1.06
			754410	13.20	14.29	1.09

DETAILED LOG

Hole Number: **II-284**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Lithology	Assay Data			
From	To		Sample Number	From	To	Length
13.90	22.49	MBA, Metabasalto Fortemente alterado no HW; doritizado; com intercalações de CBCX; sulfetação não visível.	754411	14.29	15.29	1.00
			754412	15.29	16.30	1.01
			754413	16.30	17.30	1.00
			754414	17.30	18.39	1.09
			754415	18.39	19.30	0.91
			754416	19.30	20.30	1.00
			754417	20.30	21.30	1.00
			754418	20.30	21.30	1.00
			754419	21.30	22.30	1.00
			754420	22.30	23.20	0.90
22.49	27.00	CBCX, Quartzo-clorita-carbonato-sericita xisto	754422	23.20	24.24	1.04
			755020	24.24	25.20	0.96
			755021	25.20	26.10	0.90
			755023	26.10	27.00	0.90
27.00	43.00	MBA, Metabasalto Com intercalações de CBCX; com VQZs.	755024	27.00	28.00	1.00
			755025	28.00	29.00	1.00
			755026	29.00	30.00	1.00
			755027	30.00	31.00	1.00
			755028	31.00	32.00	1.00
			755029	32.00	33.00	1.00
			755031	33.00	34.00	1.00
			755030	33.00	34.00	1.00
43.00	64.91	CBCX, Quartzo-clorita-carbonato-sericita xisto Medianamente carbonatizado; localmente silicificado; com intercalações de MBA e níveis com sulfetação de Po intrafolial mais intensa e com pods de Py.	754981	52.00	53.00	1.00
			754982	52.00	53.00	1.00
64.91	69.28	MBA, Metabasalto Com intercalações de CBCX.				
69.28	102.74	CBCX, Quartzo-clorita-carbonato-sericita xisto Levemente carbonatizado e silicificado até 83.30m. A partir de 83.30m torna-se intensamente sericitizado até 93.89m.				
102.74	117.89	MBA, Metabasalto Com intercalações de CBCX.				
117.89	125.58	CBCX, Quartzo-clorita-carbonato-sericita xisto Carbonatizado; com VQZs e intercalações de MBA.				
125.58	136.27	CANFX, Anfibólio xistos Com intercalações de CBCX.				
136.27	159.43	CBCX, Quartzo-clorita-carbonato-sericita xisto Com intercalações de MBA.				
159.43	167.46	MBA, Metabasalto				

DETAILED LOG

Hole Number: **II-284**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Assay Data				
From	To	Lithology	Sample Number	From	To	Length
167.46	214.76	CBCX, Quartzo-clorita-carbonato-sericita xisto Com Intercalações de MBA; com VQZs	755193	200.00	201.00	1.00
			755194	201.00	202.00	1.00
			755195	202.00	203.00	1.00
			755196	203.00	204.00	1.00
			755197	204.00	205.00	1.00
			755198	205.00	206.00	1.00
			755199	206.00	207.00	1.00
			755200	207.00	208.00	1.00
			755202	208.00	209.00	1.00
			755203	209.00	210.00	1.00
			755205	210.00	211.00	1.00
			755206	211.00	212.00	1.00
			755207	212.00	213.00	1.00
			755208	213.00	213.94	0.94
			755209	213.94	214.76	0.82
214.76	242.00	CBCX, Quartzo-clorita-carbonato-sericita xisto Mais levemente carbonatizado; silicificado e dolomitizado; com níveis magnéticos e ricos em sulfetação de Py e; secundariamente; Po.	754940	214.76	215.80	1.04
			754941	215.80	216.80	1.00
			754942	216.80	217.90	1.10
			754944	217.90	219.00	1.10
			754945	219.00	220.00	1.00
			754946	220.00	221.00	1.00
			754947	221.00	222.00	1.00
			754948	222.00	223.00	1.00
			754949	223.00	224.00	1.00
			754950	224.00	225.00	1.00
			754951	225.00	226.00	1.00
			754952	225.00	226.00	1.00
			754953	226.00	227.00	1.00
			754954	227.00	228.00	1.00
			754955	228.00	229.00	1.00
			754956	229.00	230.00	1.00
			754957	230.00	231.00	1.00
			754958	231.00	232.00	1.00
			754959	232.00	233.00	1.00
			754960	233.00	234.00	1.00
			754961	234.00	235.00	1.00
			754962	235.00	236.00	1.00
			754963	236.00	237.00	1.00
			754964	237.00	238.00	1.00
			754965	238.00	239.00	1.00
			754967	239.00	240.00	1.00
			754968	240.00	241.00	1.00
			754969	241.00	242.00	1.00

DETAILED LOG

Hole Number: **II-284**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Assay Data				
From	To	Lithology	Sample Number	From	To	Length
242.00	249.63	CBCX, Quartzo-clorita-carbonato-sericita xisto Fracá carbonatização; silicificado; com intercalações de DOLI e com CXV no FW; com intensos níveis de magnetita e com forte sulfetação de Po intrafolial e pods de Py. Estrutura Palmeiras.	754839	242.00	243.00	1.00
			754840	243.00	244.00	1.00
			754842	244.00	245.00	1.00
			754843	245.00	246.00	1.00
			754844	246.00	247.00	1.00
			754845	247.00	248.00	1.00
			754846	248.00	248.80	0.80
			754847	248.80	249.63	0.83
249.63	251.51	DOLI, Qz Dolomitos impuros c/ lentes biotita Com intercalações de CXV	754848	249.63	250.50	0.87
			754849	250.50	251.51	1.01
251.51	258.48	DOL, Dolomitos Laminado	755210	251.51	252.50	0.99
			755211	252.50	253.50	1.00
			755213	253.50	254.46	0.96
			755212	253.50	254.46	0.96
			755214	254.46	255.50	1.04
			755215	255.50	256.50	1.00
			755216	256.50	257.49	0.99
			755217	257.49	258.48	0.99
258.48	268.35	GXN, Xistos Carbonosos Pouco carbonoso; carbonatizado.	755218	258.48	259.50	1.02
			755219	259.50	260.40	0.90
			755220	260.40	261.40	1.00
			755221	261.40	262.40	1.00
			755222	262.40	263.40	1.00
			755223	263.40	264.40	1.00
			755224	264.40	265.40	1.00
			755225	265.40	266.40	1.00
			755226	266.40	267.40	1.00
			755228	267.40	268.35	0.95

DETAILED LOG

Hole Number: **II-284**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Assay Data				
From	To	Lithology	Sample Number	From	To	Length
268.35	295.91	GXN, Xistos Carbonosos Com VQZs e VenQZ; com Intercalações de níveis silicificados e com forte sulfetação de Po intrafolial e com pods de Asp fina a média. Estrutura IV. * Presença de Au livre em 289,85.*	754528	268.35	269.30	0.95
			754529	269.30	270.20	0.90
			754531	270.20	271.20	1.00
			754532	271.20	272.10	0.90
			754533	272.10	273.00	0.90
			754534	273.00	274.00	1.00
			754535	274.00	275.00	1.00
			754536	275.00	276.00	1.00
			754537	276.00	277.00	1.00
			754539	277.00	278.00	1.00
			754538	277.00	278.00	1.00
			754540	278.00	279.05	1.05
			754541	279.05	280.00	0.95
			754542	280.00	281.00	1.00
			754543	281.00	282.00	1.00
			754544	282.00	283.00	1.00
			754545	283.00	284.00	1.00
			754546	284.00	285.00	1.00
			754547	285.00	286.10	1.10
			754548	286.10	287.20	1.10
			754549	287.20	288.30	1.10
			754550	288.30	289.35	1.05
			754551	289.35	290.02	0.67
			754552	290.02	291.15	1.13
			754554	291.15	292.31	1.16
			754555	292.31	293.20	0.89
			754557	293.20	294.10	0.90
			754558	294.10	295.00	0.90
			754559	295.00	295.91	0.91

DETAILED LOG

Hole Number: **II-284**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Assay Data				
From	To	Lithology	Sample Number	From	To	Length
295.91	317.52	GXN, Xistos Carbonosos Predominantemente pouco carbonoso; com VQZs com sulfetação de Po tardia; carbonatização em direção ao FW.	754995	295.91	297.00	1.09
			754997	297.00	298.00	1.00
			754998	298.00	299.00	1.00
			755000	299.00	300.00	1.00
			755001	300.00	301.00	1.00
			755002	301.00	302.00	1.00
			755003	302.00	303.00	1.00
			755004	303.00	304.00	1.00
			755005	304.00	305.00	1.00
			755006	305.00	306.00	1.00
			755007	306.00	307.00	1.00
			755008	306.00	307.00	1.00
			755009	307.00	308.00	1.00
			755010	308.00	309.00	1.00
			755011	309.00	310.10	1.10
			755012	310.10	311.20	1.10
			755013	311.20	312.30	1.10
			755014	312.30	313.40	1.10
		755015	313.40	314.40	1.00	
		755016	314.40	315.37	0.97	
		755017	315.37	316.40	1.03	
		755018	316.40	317.52	1.12	

DETAILED LOG

Hole Number: II-434		Units: METRIC					
Project Name: Crúas	Primary Coordinates Grid: UTM-SAD69-22S:	Destination Coordinates Grid: UTM-SAD69-22S:	Collar Dip: -90.00				
Project Number: CX	North: 8390407.98	North: 8390407.98	Collar Az: 0.00				
Location: Pequizeño	East: 609258.89	East: 609258.89	Length: 591.46				
	Elev: 508.03	Elev: 508.03	Start Depth: 0.00				
Date Started: Sep 17, 2010	Collar Survey: N	Plugged: N	Contractor: Servitec				
Date Completed: Sep 29, 2010	Multishot Survey: N	Hole Size: NQ2	Final Depth: 591.46				
	Pulse EM Survey: N	Casing:	Core Storage:				

Comments:

Sample Averages

Survey Data

Depth	Azimuth Decimal	Dip Decimal	Test Type	Flag	Comments	Depth	Azimuth Decimal	Dip Decimal	Test Type	Flag	Comments
0.00	0	-90.00	PEEWE	OK		101.12	59.07	-89.68	PEEWE	OK	
150.89	299.49	-89.90	PEEWE	OK		201.17	53.16	-89.47	PEEWE	OK	
250.79	59.65	-89.10	PEEWE	OK		300.79	65.12	-87.95	PEEWE	OK	
351.06	62.48	-87.46	PEEWE	OK		401.53	68.12	-87.39	PEEWE	OK	
450.51	68.41	-86.68	PEEWE	OK		501.51	73.34	-85.07	PEEWE	OK	
570.51	76.78	-83.82	PEEWE	OK							

Detailed Lithology		Assay Data				
From	To	Lithology	Sample Number	From	To	Length
0.00	9.95	SAP, Saprolito Indiferenciado SAP bastante sericitzado cor creme com lentes ocre. Foliado.	809476	0.00	0.90	0.90
			809477	0.90	1.80	0.90
			809478	1.80	2.70	0.90
			809479	2.70	3.70	1.00
			809480	3.70	4.70	1.00
			809481	4.70	5.62	0.92
			809483	5.62	6.45	0.83
			809484	6.45	7.50	1.05
			809485	7.50	8.70	1.20
			809486	8.70	9.50	0.80
			809487	9.50	10.33	0.83
9.95	13.18	SAP, Saprolito Indiferenciado SAP de MBA ocre, oxidado e fraturado.	809488	10.33	11.30	0.97
			809490	11.30	12.30	1.00
			809489	11.30	12.30	1.00
			809491	12.30	13.18	0.88
13.18	20.75	MBA, Metabasalto MBA saprolítico bastante fraturado. Lentes de SAP no HW. Ven Cb localizada.	809492	13.18	14.28	1.10
			809493	14.28	15.38	1.10
			809494	15.38	16.48	1.10
			809495	16.48	17.60	1.12

Hole Number: **II-434**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Lithology	Sample Number	Assay Data			
From	To			From	To	Length	Au_ppm
20.75	36.97	MBA, Metabasalto MBA verde claro localmente fraturado. VQZ cm no FW.					
36.97	50.88	MBA, Metabasalto MBA verde azulado com VQZ cisalhado no FW.					
50.88	63.50	DIQUE, Dique Anfíbólio-carbonato xisto DIQUE anfíbólico com granulometria média.					
63.50	83.20	CBCX, Quartzó-clorita-carbonato-sericita xisto CBCX com VQZ no HW. VQZ mm entre 95 e 110m. Crenulado. Fraturado entre 130 e 131 m.					
83.20	102.90	CBCX, Quartzó-clorita-carbonato-sericita xisto CBCX com VQZ no HW. VQZ mm entre 95 e 110m. Crenulado. Fraturado entre 130 e 131 m.					
102.90	122.60	CBCX, Quartzó-clorita-carbonato-sericita xisto CBCX com VQZ no HW. VQZ mm entre 95 e 110m. Crenulado. Fraturado entre 130 e 131 m.					
122.60	142.30	CBCX, Quartzó-clorita-carbonato-sericita xisto CBCX com VQZ no HW. VQZ mm entre 95 e 110m. Crenulado. Fraturado entre 130 e 131 m.					
142.30	162.00	CBCX, Quartzó-clorita-carbonato-sericita xisto CBCX com VQZ no HW. VQZ mm entre 95 e 110m. Crenulado. Fraturado entre 130 e 131 m.					
162.00	175.25	CBCX, Quartzó-clorita-carbonato-sericita xisto CBCX biotitizado com lente de MBA no HW, VQZ leitoso entre 169 e 172 m. e Ven QZ localizado, principalmente no FW.					
175.25	188.50	CBCX, Quartzó-clorita-carbonato-sericita xisto CBCX biotitizado com lente de MBA no HW, VQZ leitoso entre 169 e 172 m. e Ven QZ localizado, principalmente no FW.					
188.50	204.00	MBA, Metabasalto MBA com Lente cloritizada e com Po 1% associada.					
204.00	214.50	CBCX, Quartzó-clorita-carbonato-sericita xisto CBCX com Ven QZ no HW.					
214.50	235.25	MBA, Metabasalto MBA com VEN QZ e Cb. VQZ hialino em 232 e pequenas lentes de CBCX.					
235.25	256.00	MBA, Metabasalto MBA com VEN QZ e Cb. VQZ hialino em 232 e pequenas lentes de CBCX.					
256.00	275.73	CBCX, Quartzó-clorita-carbonato-sericita xisto					
275.73	295.47	CBCX, Quartzó-clorita-carbonato-sericita xisto					
295.47	320.60	DIQUE, Dique Anfíbólio-carbonato xisto DIQUE anfíbólico com granulometria grossa.					
320.60	321.70	VQZ, Veio de Quartzó Indiferenciado VQZ leitoso.					

DETAILED LOG

Hole Number: **II-434**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Assay Data					
From	To	Lithology	Sample Number	From	To	Length	Au_ppm
321.70	343.00	CBCX, Quartzo-clorita-carbonato-sericita xisto CBCX com VQZ cm. localizado e lente de Dique com Granulometria grossa.					
343.00	364.20	MBA, Metabasalto MBA com lentes de CBCX e VEN CB e QZ.					
364.20	385.40	MBA, Metabasalto MBA com lentes de CBCX e VEN CB e QZ.					
385.40	406.60	MBA, Metabasalto MBA com lentes de CBCX e VEN CB e QZ.					
406.60	427.81	MBA, Metabasalto MBA com lentes de CBCX e VEN CB e QZ.					
427.81	445.27	CBCX, Quartzo-clorita-carbonato-sericita xisto CBCX com lentes de CANFX e MBA e VQZ leitoso cm.					
445.27	462.74	CBCX, Quartzo-clorita-carbonato-sericita xisto CBCX com lentes de CANFX e MBA e VQZ leitoso cm.	809821	448.77	449.80	1.03	
			809822	449.80	450.80	1.00	
			809823	450.80	451.80	1.00	
			809824	451.80	452.80	1.00	
			809825	452.80	453.80	1.00	
			809826	453.80	454.80	1.00	
			809827	454.80	455.78	0.98	
			809828	455.78	456.80	1.02	
			809829	456.80	457.80	1.00	
			809830	457.80	458.80	1.00	
			809831	458.80	459.80	1.00	
			809832	459.80	460.80	1.00	
			809833	460.80	461.80	1.00	
			809834	461.80	462.74	0.94	
462.74	470.52	COV, Clorita-granada xistos e Granaditos COV bastante granatífero e com pequenas concentrações de magnetita até 467 m. e intensamente magnetífero e com raras granadas e concentração de Py e Po 2% entre 467 e 470 metros.	809685	462.74	463.80	1.06	
			809686	463.80	464.90	1.10	
			809687	464.90	466.00	1.10	
			809688	466.00	467.00	1.00	
			809689	467.00	468.17	1.17	
			809690	468.17	469.34	1.17	
			809691	469.34	470.52	1.18	

DETAILED LOG

Hole Number: **II-434**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Lithology	Assay Data			
From	To		Sample Number	From	To	Length
470.52	485.29	DOL, Dolomitos DOL branco com VQZ cm. com lentes de DOL cinza.	809835	470.52	471.60	1.08
			809836	471.60	472.70	1.10
			809837	472.70	473.80	1.10
			809838	473.80	474.90	1.10
			809839	474.90	476.00	1.10
			809841	476.00	477.00	1.00
			809842	477.00	478.00	1.00
			809843	478.00	479.00	1.00
			809844	479.00	480.00	1.00
			809845	480.00	481.00	1.00
			809846	481.00	482.00	1.00
			809847	482.00	483.10	1.10
			809848	483.10	484.20	1.10
			809849	484.20	485.29	1.09
485.29	503.10	GXN, Xistos Carbonosos GXN com lentes de MG.	809850	485.29	486.40	1.11
			809851	486.40	487.50	1.10
			809852	487.50	488.60	1.10
			809853	488.60	489.70	1.10
			809854	489.70	490.80	1.10
			809855	490.80	491.90	1.10
			809856	491.90	493.00	1.10
			809857	493.00	494.00	1.00
			809858	494.00	495.00	1.00
			809859	494.00	495.00	1.00
			809860	495.00	496.00	1.00
			809861	496.00	497.00	1.00
			809862	497.00	498.00	1.00
			809863	498.00	499.00	1.00
			809864	499.00	500.00	1.00
			809865	500.00	501.00	1.00
			809866	501.00	502.00	1.00
			809867	502.00	503.10	1.10
503.10	510.38	VQZ, Veio de Quartzo Indiferenciado GXN com VQZ, Ven Cb, LENTES mais grafitosas e Po 1 a 2%	809692	503.10	504.20	1.10
			809693	504.20	505.30	1.10
			809694	505.30	506.30	1.00
			809695	506.30	507.30	1.00
			809696	507.30	508.30	1.00
			809697	508.30	509.30	1.00
			809698	509.30	510.38	1.08

DETAILED LOG

Hole Number: **II-434**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Lithology	Assay Data			
From	To		Sample Number	From	To	Length
510.38	529.66	MG, Metagrauvaca MG com lentes de GXN em todo intervalo.	809699	510.38	511.50	1.12
			809700	511.50	512.60	1.10
			809701	512.60	513.70	1.10
			809702	513.70	514.80	1.10
			809704	514.80	515.90	1.10
			809705	515.90	517.00	1.10
			809706	517.00	518.00	1.00
			809707	518.00	519.00	1.00
			809708	519.00	520.00	1.00
			809709	520.00	521.00	1.00
			809710	521.00	522.00	1.00
			809711	522.00	523.00	1.00
			809712	523.00	524.10	1.10
			809713	524.10	525.20	1.10
			809714	525.20	526.30	1.10
			809715	526.30	527.40	1.10
			809716	527.40	528.50	1.10
		809717	528.50	529.66	1.16	
529.66	536.15	MVA, Metavulcânica Ácida MVA com Po 5% e Ven QZ em todo intervalo.	809719	529.66	530.70	1.04
			809720	530.70	531.80	1.10
			809721	531.80	532.90	1.10
			809722	532.90	534.00	1.10
			809723	534.00	535.00	1.00
			809724	535.00	536.15	1.15
536.15	546.90	VQZ, Veio de Quartzo Indiferenciado GXN com VQZ constante, Po Intrafolial 4 a 5%. Localmente dsalhado.	809725	536.15	537.20	1.05
			809726	537.20	538.30	1.10
			809727	538.30	539.40	1.10
			809728	539.40	540.50	1.10
			809729	540.50	541.60	1.10
			809730	541.60	542.70	1.10
			809731	542.70	543.80	1.10
			809732	543.80	544.90	1.10
			809733	544.90	545.90	1.00
			809734	545.90	546.90	1.00

DETAILED LOG

Hole Number: **II-434**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Lithology	Assay Data			
From	To		Sample Number	From	To	Length
546.90	562.51	GXN, Xistos Carbonosos GXN com Po Intrafoliar 3%VQZ em 552 e em 557 metros, neste com concentração de Po associada. Localmente dobrado. Intensamente fraturado entre 560 e 572 metros.	809735	546.90	548.00	1.10
			809736	548.00	549.00	1.00
			809738	549.00	550.00	1.00
			809739	550.00	551.00	1.00
			809740	551.00	552.00	1.00
			809741	552.00	553.00	1.00
			809742	553.00	554.00	1.00
			809743	554.00	555.00	1.00
			809744	555.00	556.00	1.00
			809746	556.00	557.00	1.00
			809747	557.00	558.00	1.00
			809748	558.00	559.00	1.00
			809749	559.00	560.00	1.00
			809750	560.00	561.00	1.00
			809751	561.00	562.00	1.00
			809752	562.00	563.00	1.00
562.51	578.12		GXN, Xistos Carbonosos GXN com Po Intrafoliar 3%VQZ em 552 e em 557 metros, neste com concentração de Po associada. Localmente dobrado. Intensamente fraturado entre 560 e 572 metros.	809753	563.00	564.00
		809754		564.00	565.00	1.00
		809755		565.00	566.00	1.00
		809756		566.00	567.00	1.00
		809757		567.00	568.00	1.00
		809758		568.00	569.00	1.00
		809759		569.00	570.00	1.00
		809760		570.00	571.00	1.00
		809761		571.00	572.00	1.00
		809762		572.00	573.00	1.00
		809763		573.00	574.00	1.00
		809765		574.00	575.00	1.00
		809766		575.00	576.00	1.00
		809767		576.00	577.00	1.00
		809768		577.00	578.12	1.12

DETAILED LOG

Hole Number: **II-434**

Units: METRIC

Detailed Lithology		Lithology	Assay Data			
From	To		Sample Number	From	To	Length
578.12	591.46	MG, Metagrauvaca MG com lentes de gxm.	809868	578.12	579.00	0.88
			809869	579.00	580.00	1.00
			809870	580.00	581.00	1.00
			809871	581.00	582.00	1.00
			809872	582.00	583.00	1.00
			809873	583.00	584.00	1.00
			809874	584.00	585.00	1.00
			809875	585.00	586.00	1.00
			809876	586.00	587.00	1.00
			809877	587.00	588.10	1.10
			809878	588.10	589.20	1.10
			809879	589.20	590.30	1.10
			809880	590.30	591.46	1.16