

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho:

- Ao orientador Antônio Carlos Pedrosa Soares, Calota, pela oportunidade de trabalhar nesta área fantástica, pela amizade, apoio e discussões geológicas (ou não) que muito enriqueceram o trabalho;
- Ao co-orientador Jean Joel Gabriel Quéméneur pela dedicação, paciência e incentivo em todas as etapas da dissertação;
- À São Bento Mineração (Eldorado Gold Corporation), representada pelo geólogo Sérgio Martins, pelo apoio financeiro em parte do projeto;
- Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela bolsa concedida;
- Ao Centro de Pesquisa Manoel Teixeira da Costa (CPMTC) pela utilização de seus laboratórios;
- Aos professores Carlos Alberto Rosière e Marcus Suita pelas sugestões e críticas durante o Seminário de Qualificação;
- À professora Lydia Maria Lobato pela colaboração durante este trabalho;
- Aos professores Antônio Wilson Romano e Joachim Karfunkel pelas discussões e sugestões geológicas, além de agradáveis conversas;
- À geóloga Cristiane Castañeda pelo apoio fundamental em parte da dissertação;
- Aos geólogos e amigos Diogo Brandani e Leandro Prado pela companhia durante as “intermináveis” semanas em Baixa Quente;
- Ao geólogo Maximiliano de Souza Martins pelas sugestões, correções e críticas que muito acrescentaram a esta dissertação;
- Aos estudantes Paulo Henrique Amorim (“Paulinho de Penha”), Jorge Roncato, Tiago Amâncio Novo e Gabriel pelo apoio em diversas etapas do trabalho;
- Aos amigos e companheiros de pós-graduação;
- A todos os funcionários do IGC e CPMTC, em especial à Cristina Teixeira, Wenceslau e Fernando;
- Ao amigo William Tito Soares (Laboratório de Microanálises da UFMG) pela disponibilidade e atenção;
- Aos amigos Yara Valle, Felipe Pimenta, Leila Benitez, Javier Becerra, Marcus Fernandes, Arlete Magda, Hellen de Azevedo, Thiago Azevedo, Lucimar do Carmo, Marilda Iacomini, Marilene Nunes, Fátima Mafra, José Antônio Mafra, Lívia, Soraia e Lúcio (Difé), pela colaboração e incentivo;
- Aos amigos do Centro de Geologia Eschwege, em especial à Maria Helena, Rommel, Dupin e Vanderlei;
- À minha mãe e ao meu irmão pelo carinho, apoio, incentivo e infinita compreensão;
- Ao meu namorado Maximiliano de Souza Martins pelo companheirismo, dedicação, atenção, compreensão e extrema paciência.

RESUMO

A descoberta de remanescentes oceânicos neoproterozóicos no Orógeno Araçuaí data do início da década de 1990 e estudos subsequentes evidenciam uma seqüência desmembrada, deformada e metamorfsada em fácies anfíbolito. Esta dissertação apresenta estudos detalhados sobre as rochas metassedimentares sulfetadas e formações ferríferas bandadas da Formação Ribeirão da Folha, que representa a seção vulcano-sedimentar ofiolítica. Estudos iniciais também abordaram a formação ferrífera bandada da Formação Capelinha.

Em ordem decrescente de abundância, a seção sedimentar do ofiolito consiste de quartzo-mica xisto, xisto peraluminoso, xisto grafitoso, variedades de metachert, diopsiditos e formações ferríferas bandadas dos tipos silicato, óxido e sulfeto. A unidade sulfetada é representada pelos metacherts, com sulfetos orientados segundo à xistosidade principal (Sn), e por corpos de diopsidito, onde os sulfetos ocupam os espaços intergranulares ou ocorrem como inclusões no diopsídio.

A análise qualitativa do metamorfismo regional baseou-se na individualização das seguintes paragêneses minerais: (i) quartzo + muscovita de granulação fina (variedade sericita) ± biotita, relacionada à foliação Sn-1 e indicativa de fácies xisto verde e, (ii) quartzo + biotita + granada ± estauroilita ± cianita ± muscovita ± plagioclásio ± minerais opacos (ilmenita e sulfetos), associada à xistosidade principal (Sn) e característica de fácies anfíbolito, zona da cianita. A caracterização quantitativa do metamorfismo, baseada em cálculos de temperatura e pressão da xistosidade principal (Sn), indica um intervalo de PT de fácies anfíbolito intermediário (530-600° C e 4,9-5,3 kbar).

A caracterização minerográfica das diversas fases sulfetadas permite a identificação de pelo menos três estágios de sulfetação nas variedades de metachert e diopsiditos: **estágio 1**, caracterizado pela precipitação de sulfetos a partir de um fluido hidrotermal submarino, **estágio 2**, relacionado à recristalização mineral durante o metamorfismo regional de fácies anfíbolito médio e, **estágio 3**, caracterizado pela alteração de minerais previamente formados pela circulação de fluidos hidrotermais superficiais. A análise química dos sulfetos e inclusões evidencia uma distribuição homogênea dos elementos, sem diferenças significativas entre borda e núcleo dos cristais. Raros cristais cromíferos, associados à pirrotita, estão presentes nos diopsiditos e podem ser herança química de fluidos extraídos de rochas máfico-ultramáficas.

O tratamento e interpretações dos dados litoquímicos da seção sedimentar buscou a avaliação da importância relativa entre as contribuições pelítica, da água do mar e das rochas ígneas. As variedades de metachert apresentam contribuição pelítica crescente, evidenciada pelo aumento no conteúdo de silicatos aluminosos e de Al₂O₃ e K₂O. Anomalias negativas de Eu ratificam a contaminação pelítica do precipitado hidrotermal. Os diopsiditos são rochas híbridas, com componentes exalativos (quartzo + sulfetos) e marcante contribuição máfico-ultramáfica. As formações ferríferas do tipo silicato estão intimamente associadas aos xistos pelíticos, sugerindo que houve adição de material argiloso ao fluido ferro-silicoso exalativo.

Ouro tem sido garimpado na área abordada há mais de dois séculos, mas sem registro de quantidade significativa. As principais ocorrências auríferas estão associadas a veios de quartzo e zonas de cisalhamento sulfetadas. Embora a associação litológica e seus atributos geoquímicos sejam favoráveis à concentração de ouro, as condições de PT do metamorfismo (530-600° C e 4,9-5,3 kbar) indicam tratar-se de zona crustal onde fluidos mineralizantes são extraídos e há pouca deposição de minerais auríferos. A aparente escassez de ouro e outros metais pode ter como causa a eventual infertilidade metalogenética deste ofiolito, embora nenhuma campanha detalhada de prospecção tenha sido até hoje efetuada.

A Formação Capelinha apresenta marcante contraste composicional e sedimentológico em relação à Formação Ribeirão da Folha. As formações ferríferas bandadas do tipo óxido são compostas essencialmente por hematita, com magnetita e ilmenita subordinados. Uma fonte possível para esta ilmenita são os ortoanfíbolitos ricos em titânio e os xistos pelíticos da Formação Ribeirão da Folha. A assinatura de ETR mostra forte anomalia negativa de cério e sugere ambiente submarino com herança das rochas da pilha ofiolítica. Estes fatos, juntamente com a associação com quartzitos e metapelitos, sugerem que a formação ferrífera Capelinha seja produto da erosão da pilha ofiolítica durante seu alojamento tectônico.

ABSTRACT

The discovery of neoproterozoic oceanic slivers in Araçuaí Orogen dates from the beginning of 1990s and subsequent studies evidence a dismembered sequence, deformed and metamorphosed into amphibolite facies. This dissertation presents detailed studies about the sulfide-rich metasedimentary rocks and banded iron formations of Ribeirão da Folha Formation, which represents the volcano-sedimentary ophiolitic section. Initial studies also included the banded iron formation of Capelinha Formation.

In decreasing order of abundance, the ophiolite sedimentary section consists of quartz-mica schist, peraluminous schist, graphite schist, varieties of metachert, diopsidites and oxide-, silicate- and sulfide-bearing iron formations. The sulfide-rich unit is represented by metacherts, with sulfides oriented according to the main schistosity (Sn), and by diopsidite bodies, where the sulfides occupy the intergranular spaces or appear as inclusions in the diopside.

The qualitative analysis of the regional metamorphism is based in the individualization of the following mineral assemblages: (i) quartz + fine muscovite (sericite variety) ± biotite, related to the foliation Sn-1 and indicative of greenschist facies and, (ii) quartz + biotite + garnet ± staurolite ± kyanite ± muscovite ± plagioclase ± opaque minerals (ilmenite and sulfides), associated to the main schistosity (Sn) and characteristics of amphibolite facies, kyanite zone. The quantitative characterization of metamorphism, based on temperature and pressure estimates of the main schistosity (Sn), indicates a PT interval of intermediate amphibolite facies (530-600° C and 4,9-5,3 kbar).

The mineralogical characterization of the several sulfide-rich phases allows the identification of at least three sulfidation stages in the metacherts and diopsidites: **stage 1**, featured by the sulfide precipitation from an undersea hydrothermal fluid; **stage 2**, related to the mineral recrystallization during the regional metamorphism of medium amphibolite facies; and **stage 3**, featured by the alteration of minerals previously formed by the circulation of superficial hydrothermal fluids. The chemical analysis of the sulfides and inclusions show a homogeneous distribution of the elements, without significant differences between the rim and the core of the crystals. Rare chromium-rich crystals, associated to the pyrrhotite, are present in the diopsidites and may be chemical heritage of fluids extracted from mafic-ultramafic rocks.

The treatment and interpretations of the lithochemical data of the sedimentary section aimed the evaluation of the relative importance between the pelitic, the sea water and the igneous rocks contributions. The varieties of metachert show crescent pelitic contribution, evidenced by the increase in the contents of aluminous silicates and of Al₂O₃ and K₂O. Negative anomalies of Eu confirm the pelitic contamination of the hydrothermal precipitate. The diopsidites are hybrid rocks with exhalative components (quartz + sulfides) and outstanding mafic-ultramafic contribution. The silicate-bearing banded iron formations are intimately associated to the pelitic schists, suggesting that there was addition of clay material to the exhalative iron-silicon fluid.

Gold has been prospected in the researched area for over two centuries but without register of significant amount. The main gold-bearing occurrences are associated to the quartz vein and sulfide-rich shear zones. Although the lithologic association and its geochemical attributes are favorable to the gold concentration, the PT conditions of metamorphism (530-600° C and 4,9-5,3 kbar) indicate that it is the crustal zone where mineralizing fluids are extracted and there is little deposition of gold-bearing minerals. The apparent scarcity of gold and other metals may be caused by the eventual metalogenetic infertility of this ophiolite, although no detailed prospecting campaign has been achieved yet.

Capelinha Formation shows outstanding compositional and sedimentological contrast in relation to Ribeirão da Folha Formation. Oxide-bearing banded iron formations are essentially composed by hematite, with subordinated magnetite and ilmenite. Another possible source for this ilmenite is the titanium-rich orthoamphibolites and the pelitic schist of Ribeirão da Folha Formation. The REE signature shows strong cerium negative anomaly and suggests undersea environment with heritage of the ophiolitic section rocks. These facts together with the association with quartzites and metapelites, suggest that Capelinha banded iron formation is product of the ophiolitic section erosion during its tectonic emplacement.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
SUMÁRIO	iv

CAPÍTULO I- INTRODUÇÃO

I.1- APRESENTAÇÃO	01
I.2- JUSTIFICATIVA	01
I.3- OBJETIVOS	02
I.4- LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO	02
I.5- ETAPAS DE TRABALHO E METODOLOGIA	04
I.6- ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	07

CAPÍTULO II- GEOLOGIA REGIONAL

II.1- SÍNTESE DA ESTRATIGRAFIA REGIONAL	09
II.1.1- PRÉ-NEOPROTEROZÓICO	09
II.1.2- NEOPROTEROZÓICO	11
II.1.2.1- Grupo Macaúbas	11
II.1.2.1.1- Formação Ribeirão da Folha	11
II.1.2.1.2- Formação Capelinha	13
II.1.3- NEOPROTEROZÓICO TARDIO A CAMBRIANO	14
II.1.3.1- Formação Salinas	14
II.1.3.2- Intrusões Graníticas da Suíte G4	14
II.1.4- CENOZÓICO	15
II.1.4.1- Coberturas elúvio-coluvionares e depósitos aluvionares	15
II.2-ARCABOUÇO GEOTECTÔNICO E MODELO EVOLUTIVO	16

CAPÍTULO III- SÍNTESE SOBRE OFIOLITOS E SEUS DEPÓSITOS MINERAIS	19
<hr/>	
III.1- DEPÓSITOS MINERAIS EM COMPLEXOS OFIOLÍTICOS	22
CAPÍTULO IV- GEOLOGIA DO OFIOLITO DE RIBEIRÃO DA FOLHA	24
<hr/>	
IV.1- ESTRATIGRAFIA	24
IV.1.1- A SEÇÃO SEDIMENTAR	26
IV.1.1.1- Xistos pelíticos	27
IV.1.1.2- Metacherts	32
IV.1.1.3- Formações ferríferas	36
IV.1.1.4- Diopsiditos	37
IV.1.2- FORMAÇÃO CAPELINHA	40
IV.2- GEOLOGIA ESTRUTURAL	42
IV.2.1- ACERVO ESTRUTURAL DÚCTIL	42
IV.2.1.1- Formação Ribeirão da Folha	42
IV.2.1.2- Formação Capelinha	44
IV.2.2- ACERVO ESTRUTURAL RÚPTIL	45
IV.3- ANÁLISE DO METAMORFISMO REGIONAL	47
IV.3.1- ANÁLISE QUALITATIVA	47
IV.3.2- ANÁLISE QUANTITATIVA	48
CAPÍTULO V- MINERAGRAFIA E QUÍMICA MINERAL DA UNIDADE SULFETADA	50
<hr/>	
V.1- MINERAGRAFIA	50
V.1.1- INTRODUÇÃO	50
V.1.2- CALCOGRAFIA DAS ROCHAS SULFETADAS	51
V.2- QUÍMICA MINERAL DE SULFETOS	57

CAPÍTULO VI- LITOQUÍMICA	69
<hr/>	
VI.1- INTRODUÇÃO	69
VI.2- GEOQUÍMICA DOS ELEMENTOS MAIORES E TRAÇOS	75
VI.3- GEOQUÍMICA DOS ELEMENTOS TERRAS RARAS	81
VI.3.1- ANOMALIAS DE EURÓPIO (Eu) E CÉRIO (Ce)	81
VI.3.2- TRATAMENTO DOS DADOS	82
VI.4- DISCUSSÃO DOS DADOS	85
CAPÍTULO VII- POTENCIAL METALOGENÉTICO	87
<hr/>	
VII.1- INTRODUÇÃO	87
VII.2- PANORAMA DO OURO EM OFIOLITOS	88
VII.3- DISTRIBUIÇÃO DE ELEMENTOS DO GRUPO DA PLATINA EM SEQUÊNCIAS OFIOLÍTICAS	91
VII.4- PANORAMA GEOQUÍMICO DO OFIOLITO DE RIBEIRÃO DA FOLHA	91
CAPÍTULO VIII- CONCLUSÕES	96
<hr/>	
CAPÍTULO IX- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
<hr/>	
ANEXOS	
<hr/>	
Anexo I- Mapa de Pontos em escala 1:50.000	
Anexo II- Mapa Geológico compilado em escala 1:100.000	
Anexo III- Resultados de análise química mineral	
Anexo IV- Rotinas de análises químicas do Laboratório Lakefield-Geosol	
Anexo V- Resultados de análises litoquímicas de ortoanfibolitos e rochas metaultramáficas da Formação Ribeirão da Folha	
Anexo VI- Valores de normalização para ETR	

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1	Mapa de localização e acesso à área estudada (retângulo preenchido), modificado de Pedrosa-Soares (1997).	3
Fig.2	Chapada sustentada por rochas quartzíticas da Formação Capelinha.	8
Fig.3	Relevo dissecado (colinas) sustentado por rochas da Formação Ribeirão da Folha, com chapada ao fundo.	8
Fig.4	Mapa geológico da porção setentrional da Faixa Araçuaí (Lima <i>et al.</i> , 2002).	10
Fig.5	Mapa geotectônico do Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental (Pedrosa-Soares <i>et al.</i> , 2001). 1- Limite do cráton; 2- limite entre os domínios tectônicos interno e externo da Faixa Araçuaí; 3- <i>trend</i> estrutural Brasileiro-Pan Africano; 4- remanescentes oceânicos Neoproterozóicos; 5- arco magmático cálcio-alcálico, pré a sin-colisional, Neoproterozóico; 6- embasamento, incluindo unidades do Paleoproterozóico tardio e Mesoproterozóico; 7- vergência tectônica; 8- polaridade metamórfica (a seta aponta para o aumento da temperatura).	16
Fig.6	Seções esquemáticas do modelo evolutivo do Orógeno Araçuaí-Congo Ocidental (fora de escala); adaptado de Pedrosa-Soares <i>et al.</i> , 2001. <i>In:</i> Projeto Extremo Sul da Bahia, CPRM, 2002.	18
Fig.7	Seqüência ofiolítica completa de acordo com a definição da <i>Penrose Conference</i> (Moore, 2002).	19
Fig.8	Principais complexos ofiolíticos do Brasil (Suíta <i>et al.</i> , 2004).	20
Fig.9	Coluna estratigráfica esquemática do ofiolito de Ribeirão da Folha (Pedrosa-Soares <i>et al.</i> , 2004; Suíta <i>et al.</i> , 2004). Representam-se, com setas curvas, algumas falhas internas e as falhas limitantes. Os granitos intrusivos da suíte G4 são representados em vermelho.	24
Fig.10	Coluna estratigráfica esquemática da seção sedimentar do ofiolito de Ribeirão da Folha.	26
Fig.11	A) Fotomicrografia do porfiroblasto rotacionado de granada analisado quantitativamente por WDS. Luz transmitida, nicóis descruzados, aumento de 50 vezes (lâmina DL-15B); B) Zonamento interno em cristal assimétrico de granada, evidenciado pelas variações dos teores de CaO (%) e MgO (%) (Z.B= zona de borda, Z.I= zona intermediária, Z.C=zona central); C) Zonamento interno em cristal assimétrico de granada, evidenciado pela variação do teor de FeO (%) (Z.B= zona de borda, Z.I= zona intermediária, Z.C=zona central); D) Zonamento interno em cristal assimétrico de granada, evidenciado pela variação do teor de Mn (%) (Z.B= zona de borda, Z.I= zona intermediária, Z.C=zona central).	30
Fig.12	Diagrama ternário de composição das palhetas de biotita do xisto peraluminoso.	30
Fig.13	A) Zonamento interno em cristal assimétrico de granada do metachert cinza-escuro (tipo 4, subtipo d), evidenciado pelas variações dos teores de CaO (%) e MgO (%) (Z.B= zona de borda, Z.I= zona intermediária, Z.C=zona central); B) Zonamento interno em cristal assimétrico de granada, evidenciado pela variação do teor de FeO (%) (Z.B= zona de borda, Z.I= zona intermediária, Z.C=zona central); C) Zonamento interno em cristal assimétrico de granada, evidenciado pela variação do teor de Mn (%) (Z.B= zona de borda, Z.I= zona intermediária, Z.C=zona central).	34
Fig.14	Diagrama ternário de composição das palhetas de biotita do metachert cinza-escuro (tipo 4, subtipo d).	34
Fig.15	Percentual de óxidos de ferro nas formações ferríferas do tipo óxido das formações Ribeirão da Folha (indicada pelo asterisco) e Capelinha.	41
Fig.16	Diagrama de contorno de pólos (hemisfério inferior) para a xistosidade principal (Sn) nas rochas da Formação Ribeirão da Folha.	43
Fig.17	Diagrama de contorno de pólos (hemisfério inferior) para a xistosidade principal (Sn) nos quartzitos da Formação Capelinha.	44
Fig.18	Diagrama de contorno de pólos (hemisfério inferior) e roseta indicando as duas direções preferenciais de fraturas.	45
Fig.19	Intervalo de pressão e temperatura do metamorfismo regional da seção sedimentar da Formação Ribeirão da Folha.	49
Fig.20	Percentual modal de sulfetos nas amostras de metachert e diopsidito sulfetado (indicado pelo asterisco).	51

Fig.21	Imagens de elétrons retroespalhados, com a localização dos perfis de análise em microsonda eletrônica. A) Pontos analisados em pirrotita (cinza-escuro) e calcopirita (cinza-claro) em metachert cinza-escuro, impuro (tipo 4, amostra DL-15A); B) Pontos analisados em pirita botrioidal (áreas concêntricas) e calcopirita (cinza-claro) em metachert cinza-escuro, impuro (mesma amostra); C) Perfil de pontos analisados em cristal cromífero do diopsidito sulfetado do médio Ribeirão da Folha (amostra Q-07).	57
Fig.22	Distribuição dos teores de Ni (%) nos cristais de pirrotita das variedades micácea (tipo 2; amostra Q-08A(1)), cinza-claro, impura (tipo 3; amostra Q-08A(4)) e cinza-escuro, impura (tipo 4, amostras DL-78 e DL-15A) de metachert e diopsiditos sulfetados (amostras Q-07 e Q-22).	61
Fig.23	Imagem de elétrons retroespalhados em pirrotita do metachert cinza-escuro, impuro (tipo 4; amostra DL-78), evidenciando a inclusão de fosfato identificada qualitativamente por EDS.	61
Fig.24	Fig.24- Variações dos elementos Ni, Fe, Co e S em mapas de distribuição qualitativa de raios-x obtidos em cristais de pentlandita cobaltífera inclusos na pirrotita do diopsidito sulfetado do médio Ribeirão da Folha (amostra Q-07). A) Imagem de elétrons secundários; B) Imagem de elétrons retroespalhados; C,D,E,F) Mapas químicos.	62
Fig.25	Variações dos elementos Cr, Al, Mg, Fe e Mn em mapas de distribuição qualitativa de raios-x obtidos em cristal cromífero do diopsidito sulfetado do médio Ribeirão da Folha (amostra Q-07). A) Imagem de elétrons secundários; B) Imagem de elétrons retroespalhados; C a G) Mapas químicos.	63
Fig.26	Variações dos elementos Zn, Fe, Co e S em mapas de distribuição qualitativa de raios-x obtidos em cristal de pirita associado à esfalerita no diopsidito sulfetado (alto Ribeirão da Folha, amostra Q-22). A) Imagem de elétrons secundários; B) Imagem de elétrons retroespalhados; C,D,E,F) Mapas químicos.	65
Fig.27	Relações de substituição de pirrotita (cinza-claro) por pirita botrioidal (cinza-escuro) em imagens de elétrons retroespalhados. A) Metachert cinza-claro, impuro (tipo 3, amostra Q-08A(4)); B) Diopsidito (amostra Q-22).	66
Fig.28	Diagramas ternários que visam representar as importâncias das contribuições pelítica (Al_2O_3), da água do mar (K_2O+Na_2O) e das rochas máficas e ultramáficas ($CaO+MgO$ e $MgO+FeO_l$). A seta aponta para o aumento de contribuição pelítica. Como as amostras plotadas contêm pouco ou nenhum carbonato e os diagramas C e D mostram ótima correlação entre si, considera-se que o Ca, bem como o Mg e Fe, são indicadores da contribuição ígnea. Baseado em princípios de Taylor & McLennan (1985).	76
Fig.29	Diagramas de variação de elementos maiores (%) versus TiO_2 (%) para as variedades de metachert da Formação Ribeirão da Folha.	77
Fig.30	Diagrama ternário Al_2O_3 - MnO - Fe_2O_3 ilustrando a similaridade composicional entre os sedimentos metalíferos (<i>umber</i>) do ofiolito de Troodos e as partículas da pluma hidrotermal e sedimentos metalíferos do Pacífico Leste. As amostras de metachert (tipos 2 a 4) do ofiolito de Ribeirão da Folha apresentam altos teores de Al_2O_3 e se assemelham às argilas pelágicas metalíferas do Pacífico Leste. A seta indica adição de mineral detrítico. Baseado em princípios de Ravizza <i>et al.</i> (1999, 2001).	79
Fig.31	Diagrama ternário Sr- Cr+Ni+V- La+Rb ilustrando a similaridade composicional entre as amostras de diopsiditos e ortoanfibolitos/ultramáficas e entre os xistos pelíticos e as variedades micácea (tipo 2) e cinza-escuro, impura (tipo 4) de metachert. A seta indica o aumento da contribuição pelítica. Baseado em princípios de Taylor & McLennan (1985).	80
Fig.32	Diagramas de distribuição de ETR, normalizados em relação ao PAAS, para as amostras de sedimentos metalíferos (<i>umbers</i>) e partículas das plumas hidrotermais do Atlântico e Pacífico, evidenciando as anomalias negativas de Ce e positivas de Eu (Ravizza <i>et al.</i> , 1999).	81
Fig.33	Distribuição de elementos terras raras nos xistos pelíticos da Formação Ribeirão da Folha.	83
Fig.34	Distribuição de elementos terras raras nos metacherts puro (tipo 1), micáceo (tipo 2) e cinza-claro, impuro (tipo 3) da Formação Ribeirão da Folha.	83
Fig.35	Distribuição de elementos terras raras nos metacherts cinza-escuro, impuro (tipo 4) da Formação Ribeirão da Folha.	84
Fig.36	Distribuição de elementos terras raras nos diopsiditos do médio Ribeirão da Folha.	84
Fig.37	Distribuição de elementos terras raras nas formações ferríferas bandadas dos tipos silicato e óxido da Formação Ribeirão da Folha.	84

Fig.38	Distribuição de elementos terras raras na FFB do tipo óxido da Formação Capelinha.	85
Fig.39	Esquema metalogenético proposto para a região de Ribeirão da Folha - Minas Novas, evidenciando a zona mais propícia para a precipitação do ouro (fácies xisto verde). Modificado de Pedrosa-Soares (1995).	93

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1	Fragmentos estirados de rocha metaultramáfica (verde escuro) imersos na matriz de tremolita xisto (verde claro), indicadores da seção ultramáfica superior, cujo protólito é interpretado como piroxenito, em afloramento na calha do Córrego do Rubinho.	25
Fotografia 2	Ortoanfíbilito (metagabro a metadiabásio) com corpos de metaplagiogranito (cor clara), indicadores da parte superior da seção máfica plutônica, em afloramento da calha do Ribeirão da Folha.	25
Fotografia 3	Zona de charneira em quartzo-mica xisto bandado, onde a foliação Sn-1 (paralela ao acamamento) é transposta por Sn (com desenvolvimento de novo bandamento composicional).	28
Fotografia 4	Quartzo-mica xisto bandado, com dobramento assimétrico, rico em veios de quartzo metamórfico paralelos a xistosidade principal (Sn).	28
Fotografia 5	Detalhe do xisto peraluminoso, onde se observam biotita, muscovita, cianita (na lineação) e granada, na superfície paralela à xistosidade principal (Sn).	31
Fotografia 6	Grandes cristais de almandina no xisto peraluminoso (mesma escala da fotografia 5). Este afloramento faz contato gradacional com a formação ferrífera bandada do tipo silicato.	31
Fotografia 7	Metachert cinza-claro, micáceo (tipo 2).	35
Fotografia 8	Metachert cinza-claro, impuro (tipo 3), sulfetado, em afloramento situado na calha do Ribeirão da Folha.	35
Fotografia 9	Eflorescências de sulfatos de ferro sobre o metachert, neste caso semi-intemperizado, da fotografia 8 (mesma escala).	35
Fotografia 10	Metachert de coloração cinza-escuro, impuro (tipo 4), com “esteiras” de sulfetos.	35
Fotografia 11	Corte de charneira de dobra em formação ferrífera bandada do tipo óxido. As bandas escuras são muito ricas em magnetita (ver ímã na superfície vertical) e as claras são ricas em quartzo.	36
Fotografia 12	Diopsidito sulfetado do médio Ribeirão da Folha (verde) com bandas de sulfeto maciço.	37
Fotografia 13	Quartzito puro, de coloração predominantemente bege.	41
Fotografia 14	Formação ferrífera bandada do tipo óxido, de coloração cinza-escuro, pouco magnética.	41
Fotografia 15	Granada-biotita xisto com dobras assimétricas.	46
Fotografia 16	Corte de dobra em bainha da formação ferrífera bandada do tipo silicato (metamórfico).	46
Fotografia 17	Xisto com quartzo rotacionado, próximo ao contato das formações Ribeirão da Folha e Capelinha.	46
Fotografia 18	Detalhe da transposição de Sn-1 por Sn. Notar que Sn-1 fica preservada em micrólitos.	46
Fotografia 19	Formação ferrífera bandada da Formação Capelinha evidenciando o bandamento composicional paralelo à xistosidade principal.	46
Fotografia 20	Xisto fraturado da Formação Ribeirão da Folha.	46

ÍNDICE DE FOTOMICROGRAFIAS

Fotomicrografia 1	Orientação de biotita + estauroлита na xistosidade principal (Sn) do quartzo-mica xisto. Luz transmitida, nicóis descruzados, aumento de 50 vezes (lâmina DL-08C)	28
Fotomicrografia 2	Quartzo-mica xisto evidenciando a granada envolta pela foliação. Luz transmitida, nicóis cruzados, aumento de 50 vezes (lâmina DL-02B).	28

Fotomicrografia 3	Quartzo-mica xisto evidenciando Sn-1 e Sn. Luz transmitida, nicóis cruzados, aumento de 50 vezes (lâmina DL-08D).	28
Fotomicrografia 4	Xisto peraluminoso evidenciando a orientação da granada, cianita e estauroлита. Luz transmitida, nicóis descruzados, aumento de 50 vezes (lâmina DL-15B).	31
Fotomicrografia 5	Granada em equilíbrio com biotita + cianita no xisto peraluminoso. Luz transmitida, nicóis descruzados, aumento de 50 vezes (lâmina Q-14).	31
Fotomicrografia 6	Ilmenita hipidioblástica com inclusão de biotita no xisto peraluminoso. Luz refletida, aumento de 50 vezes (lâmina Q-14).	31
Fotomicrografia 7	Metachert cinza-claro, impuro (tipo 3), evidenciando a orientação do anfibólio (af). Luz transmitida, nicóis cruzados, aumento de 50 vezes (lâmina Q-06D).	35
Fotomicrografia 8	Metachert cinza-escuro, impuro (tipo 4, subtipo a), evidenciando a associação quartzo + carbonato (cb). Luz transmitida, nicóis cruzados, aumento de 50 vezes (lâmina DL-28A).	35
Fotomicrografia 9	Formação ferrífera bandada do tipo silicato, evidenciando a banda rica em granada (gr), biotita (bt), anfibólio (af) e clorita (cl). Luz transmitida, nicóis descruzados, aumento de 50 vezes (lâmina Q-06A).	36
Fotomicrografia 10	Diopsídio do alto Ribeirão da Folha evidenciando a associação diopsídio+tremolita +sulfetos. Luz transmitida, nicóis descruzados, aumento de 50 vezes (lâmina Q-22).	37
Fotomicrografia 11	Quartzito ferruginoso com linhas de minerais opacos. Luz transmitida, nicóis cruzados, aumento de 50 vezes (lâmina DL-36).	41
Fotomicrografia 12	Formação ferrífera bandada evidenciando o processo de martitização (magnetita (mg) no centro e hematita (hm) na borda). Luz refletida, aumento de 200 vezes (lâmina Q-01B).	41
Fotomicrografia 13	Pirrotita olho-de-pássaro (pr) com inclusões de calcopirita (cc), em metachert cinza-escuro, impuro (tipo 4, subtipo c). Luz refletida, aumento de 50 vezes (lâmina DL-15A).	54
Fotomicrografia 14	Pirrotita olho-de-pássaro (pr) com inclusões de pirita idioblástica (py), em metachert cinza-claro, impuro (tipo 3). Luz refletida, aumento de 50 vezes (lâmina Q-08A(4)).	54
Fotomicrografia 15	Intercrescimento de pirrotita olho-de-pássaro (pr) e pirita (py) no metachert micáceo (tipo 2). Luz refletida, aumento de 50 vezes (lâmina Q-08A(1)).	54
Fotomicrografia 16	Intercrescimento de pirrotita olho-de-pássaro (pr), pirita (py) e calcopirita (cc) no diopsídio sulfetado. Luz refletida, aumento de 50 vezes (lâmina Q-22).	54
Fotomicrografia 17	Orientação dos cristais hipidioblásticos de pirita (py) na xistosidade principal (Sn) do metachert cinza-escuro, impuro (tipo 4). Luz refletida, aumento de 25 vezes (lâmina DL-51).	55
Fotomicrografia 18	Pirita botrioidal (pb) com restos de calcopirita (cc) em amostra de metachert cinza-escuro, impuro (tipo 4). Luz refletida, aumento de 50 vezes (lâmina DL-15A).	55
Fotomicrografia 19	Crescimento de pirita botrioidal (pb) a partir da alteração de pirrotita olho-de-pássaro (pr) em amostra de metachert cinza-claro, impuro (tipo 3). Luz refletida, aumento de 50 vezes (lâmina Q-08A(4)).	55
Fotomicrografia 20	Intercrescimento de calcopirita (cc) e pirrotita olho-de-pássaro (pr) no diopsídio sulfetado do médio Ribeirão da Folha. Luz refletida, aumento de 50 vezes (lâmina Q-07).	55
Fotomicrografia 21	Cristais de covelita (cv) associados à pirita (py) em amostra de metachert cinza-escuro, impuro (tipo 4). Luz refletida, aumento de 200 vezes (lâmina DL-67).	55

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Resumo das características macroscópicas e microscópicas das principais rochas da seção sedimentar do ofiolito de Ribeirão da Folha.	38
-----------------	--	-----------

Tabela 2	Temperatura calculada para os xistos pelíticos da seção sedimentar do ofiolito de Ribeirão da Folha.	49
Tabela 3	Resumo das descrições minerográficas realizadas por Freitas-Silva & Pereira (1987), Lagoeiro e Menegasse (1987) e Silva <i>et al.</i> (1987), em rochas da unidade sulfetada da Formação Ribeirão da Folha. A terminologia foi atualizada onde necessário.	50
Tabela 4	Síntese dos principais minerais opacos presentes nas amostras da unidade sulfetada da Formação Ribeirão da Folha (+ corresponde ao mineral principal).	56
Tabela 5	Tabela 5- Resultados de análise química mineral em cristais de pirrotita presentes nas variedades de metachert (MM= metachert micáceo (tipo 2); MI= metachert cinza-claro, impuro (tipo 3); MC= metachert cinza-escuro, impuro (tipo 4)).	59
Tabela 6	Resultados de análise química mineral em cristais de pirrotita presentes nas amostras de diopsidito sulfetado.	60
Tabela 7	Resultados de análise química mineral em cristais de pirita presentes nas variedades de metachert e diopsiditos sulfetados (MM= metachert micáceo (tipo 2); MI= metachert cinza-claro, impuro (tipo 3); MC= metachert cinza-escuro, impuro (tipo 4); DS= diopsidito sulfetado).	64
Tabela 8	Resultados de análise química mineral em cristais de pirita botrioidal presentes nas variedades de metachert e diopsiditos sulfetados (MI= metachert cinza-claro, impuro (tipo 3); MC= metachert cinza-escuro, impuro (tipo 4); DS= diopsidito sulfetado).	66
Tabela 9	Resultados de análise química mineral em cristais de calcopirita presentes nas variedades de metachert e diopsiditos sulfetados (MI= metachert cinza-claro, impuro (tipo 3); MC= metachert cinza-escuro, impuro (tipo 4); DS= diopsidito sulfetado).	67
Tabela 10	Resultados de análise química mineral em cristal de covelita presente em uma amostra de metachert cinza-escuro, impuro (tipo 4).	68
Tabela 11	Resultados das análises químicas das amostras de xisto pelítico. As amostras de Pedrosa-Soares (1995) são indicadas com asterisco. Os elementos maiores são apresentados em porcentagem peso. Os elementos traços e terras raras são apresentados em ppm, com exceção do ouro (ppb).	70
Tabela 12	Resultados das análises químicas das amostras de diopsidito sulfetado. O asterisco evidencia as amostras de Pedrosa-Soares (1995). Os elementos maiores são apresentados em porcentagem peso. Os elementos traços e terras raras são apresentados em ppm, com exceção do ouro (ppb).	71
Tabela 13	Resultados das análises químicas das amostras de metachert (MP= metachert puro, MM= metachert micáceo, MI= metachert cinza-claro, impuro, MC= metachert cinza-escuro, impuro). Os elementos maiores são apresentados em porcentagem peso. Os elementos traços e terras raras são apresentados em ppm, com exceção do ouro (ppb).	72
Tabela 14	Resultados das análises químicas das formações ferríferas bandadas. As amostras de Pedrosa-Soares (1995) são indicadas com asterisco. ⁽¹⁾ FFB do tipo silicato da Formação Ribeirão da Folha, ⁽²⁾ FFB do tipo óxido da Formação Ribeirão da Folha, ⁽³⁾ FFB do tipo óxido da Formação Capelinha. Os elementos maiores são apresentados em porcentagem peso. Os elementos traços e terras raras são apresentados em ppm, com exceção do ouro (ppb).	73
Tabela 15	Valores dos elementos do grupo da platina para os sedimentos metalíferos do Pacífico Leste e do ofiolito de Troodos. Os valores de ouro e prata não foram identificados pelos autores. A tabela inclui a média da crosta oceânica.	79
Tabela 16	Dados comparativos entre a produção aurífera de ofiolitos e de outros jazimentos/regiões selecionadas, segundo Castroviejo (2004). *A.S = alta sulfetação.	88
Tabela 17	Resumo dos principais tipos de concentrações auríferas em complexos ofiolíticos, segundo Castroviejo (2004) e Proenza <i>et al.</i> (2004).	89
Tabela 18	Conteúdos médios de Au em rochas ofiolíticas (Leblanc, 1991; <i>in</i> : Castroviejo, 2004).	90
Tabela 19	Dados de inclusões fluidas em veio de quartzo aurífero (Pedrosa-Soares, 1995).	92