

Evidências mineralógicas e estruturais da percolação episódica de fluidos hidrotermais no depósito aurífero Maria Lázara, Goiás

GÊNOVA MARIA PULZ¹, HARDY JOST¹, GASTON GIULIANI^{2,3} e DOMINIQUE MICHEL⁴

¹Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 70910 Brasília, DF.

²ORSTOM, 213 Rue La Fayette, 75480 Paris, França. ³Centre de Recherches Péetrographiques et Géochimiques (C.R.P.G.), BP 20, 54501 Vandouevre, França.

⁴École Nationale Supérieure de Géologie (ENSG-CESEV), BP 452, 54001 Nancy, França.

Manuscrito recebido em 11 de dezembro de 1991; aceito para publicação em 27 de julho de 1992
credenciado por OTHON HENRY LEONARDOS

ABSTRACT

The Maria Lázara gold deposit is located within the Carroça shear zone which crosscut the metabasalt sequences of the Guarinos greenstone belt (Goiás). The mylonitic belt has abundant structures developed under a ductile regime formed by progressive deformation increments. The structural control of the deposit is linked to the formation of a triple point foliations in the southern margin of a syn-tectonic trondhjemitic intrusion.

The deposit consists of a quartz and carbonate-quartz vein system contained in a hydrothermal alteration halo. This hydrothermal alteration occurs in the metabasalts and contains a variety of gold minerals such as maldonite, complex phases of Au-Bi-Te-S and native gold. Textural relationships and the chemical compositional variations of minerals suggest a multi-stage mineralization process under an intense fluid/rock interaction during the Guarinos trondhjemitic intrusion into the mylonitic belt. The multi-stage mineralization is structurally controlled by the interference between the ballooning effect of the intrusion into the shear zone and the formation of a mylonitic foliation during shearing.

Key words: Deformação progressiva, cisalhamento, *metalotectos* mineralógicos e estruturais, percolação de fluídos

INTRODUÇÃO

Depósitos de ouro nos terrenos arqueanos do tipo *greenstone belts* compreendem desde corpos sin-genéticos e sin-genéticos remobilizados até corpos epigenéticos (Groves & Vearncombe, 1990). As concentrações de ouro, econômicas ou não, ocorrem em zonas de cisalhamento de natureza rúptil-dúctil, mais raro naquelas geradas exclusivamente sob regime dúctil. Nesses cinturões, por vezes, ocorrem anomalias auríferas, em especial, quando sítios dilatacionais são desenvolvidos em rochas com elevada razão Fe/Fe+Mg (Groves *et al.*, 1989) submetidas aos mais variados graus

metamórficos (Ho, 1987). A diversidade de tipos mostrada pelos depósitos auríferos nestes cinturões demonstra a importância dos condicionantes locais na formação dos depósitos e permite identificar uma série de *metalotectos* estruturais, petrográficos e geoquímicos.

O objetivo deste artigo é descrever as principais feições estruturais do depósito Maria Lázara (Fig. 1), situado a sul de Guarinos, Goiás. As características geológicas do depósito Maria Lázara revelam novos *metalotectos* estruturais e mineralógicos aplicáveis à prospecção estratégica e táctica. Os resultados contribuem para a

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

16 SEPT. 1994

Nº : 40564 ex - A

Cote : B

An. Acad. bras. Ci., (1993) 65 (1)

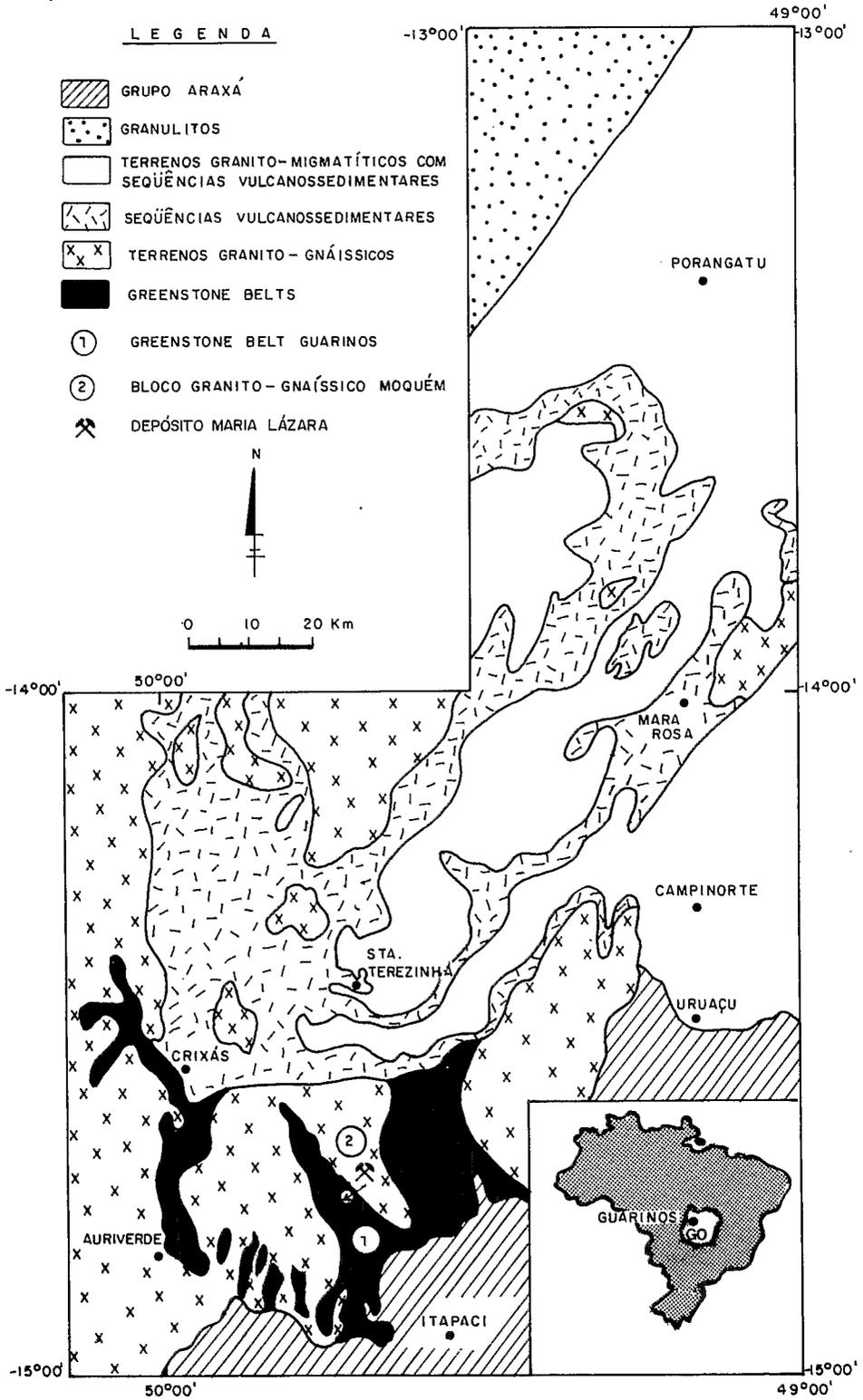


Fig. 1 — Esboço geológico da porção central da Província Tocantins mostrando a distribuição das seqüências vulcanossedimentares tipo *greenstone belts* na região de Crixás-Mara Rosa-Porangatu (modificado de Yamaoka *et al.*, 1991), destacando a localização do depósito Maria Lázara.

discussão das relações entre cisalhamento e processos de mineralização.

AMBIENTE REGIONAL

O depósito Maria Lázara está contido numa sucessão de rochas metavulcânicas máficas, de composição basáltica, que afloram na porção leste do *greenstone belt* Guarinos, o qual forma um cinturão alongado segundo noroeste-sudeste confinado entre blocos granito-gnáissicos (Fig. 1). A seqüência supracrustal arqueana de Guarinos (Fig. 2) é constituída por metakomatiítos e metabasaltos com intercalações de filito carbonoso e

formações ferríferas, metagrauvaca básica, ortoquartzito e metapelitos (Jost & Oliveira, 1991).

Datações radiométricas pelos métodos Sm/Nd e Pb/Pb em komatiítos aflorantes nas proximidades da cidade de Crixás forneceram uma isócrona de 2.728 ± 140 Ma (Arndt *et al.*, 1989) considerada como representativa do vulcanismo komatiítico da região.

AMBIENTE ESTRUTURAL DO DEPÓSITO

O depósito aurífero Maria Lázara insere-se no contexto da Zona de Cisalhamento Carroça, que representa uma descontinuidade tectônica

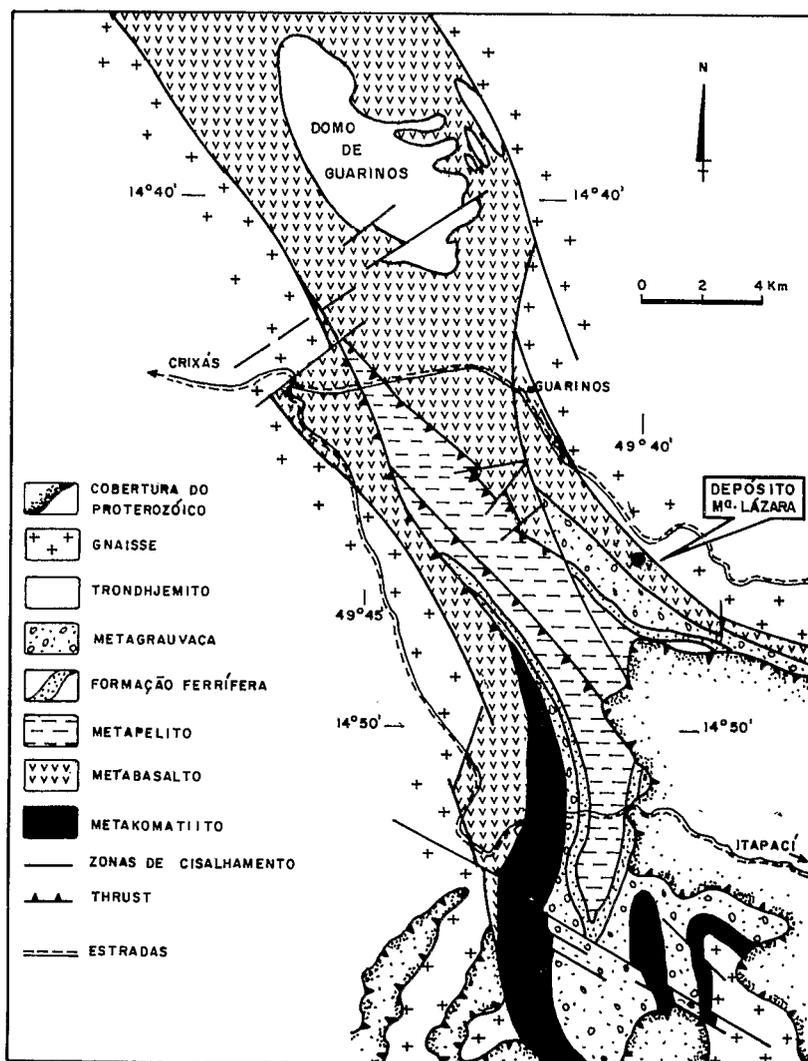


Fig. 2 — Mapa geológico do *greenstone belt* Guarinos situado na porção central do estado de Goiás (modificado de Jost & Oliveira, 1991).

atingindo cerca de 100 km de extensão, sendo observada desde a escala de imagens de satélite e fotografias aérea até afloramentos (Pulz, 1990). O cinturão milonítico estabelece o contato entre o *greenstone belt* Guarinos e o bloco granito-gnáissico do Moqué. Em escala regional, a Zona de Cisalhamento Carroça contém estruturas de primeira ordem como a Descontinuidade Córrego Cabaçal (Fig. 3). Esta é uma estrutura interna ao cinturão milonítico, de orientação N35°-56°W e mergulho da ordem de 50°-60° para sudoeste, e que corresponde a uma superfície tectônica que marca a brusca passagem das rochas do *greenstone belt* para os gnaisses graníticos do bloco Moqué. O depósito Maria Lázara ocorre próximo (< 1 km) da Descontinuidade Córrego Cabaçal.

A foliação milonítica mostra-se orientada segundo N30°-40°W, com mergulhos moderados da ordem de 50°-60° para sudoeste e é acompanhada por uma lineação de estiramento sub-horizontal orientada segundo N20°-30°W, revelando o caráter transcorrente do cisalhamento. Abundantes marcadores cinemáticos denotam o predomínio do sentido dextrógiro do movimento.

Em toda sua extensão, a Zona de Cisalhamento Carroça exibe rochas miloníticas derivadas de litótipos do *greenstone belt* e do bloco granito-gnáissico do Moqué. Os diversos tipos de milonitos exibem lineações de estiramento mineral (anfíbios e feldspatos), planos S-C e dobras. O estilo das dobras varia da classe 1C à classe 2 de Ramsay (1967). A combinação dessas estruturas com a raridade de fraturas, de estruturas *en échelon* e com a ausência de cataclastos revelam a natureza dúctil do cisalhamento regional. Em escala de distrito do depósito, o nível mineralizado ocorre no interior de metabasaltos submetidos a intensa deformação. Estes exibem uma foliação milonítica penetrativa marcada por actinolita-epidoto-clorita-albita-quartzo inerente ao metamorfismo dinâmico que atingiu condições de fácies xisto verde.

A seqüência de metabasaltos do *greenstone belt* foi intrudida por um corpo trondhjemitico originando o domo de Guarinos (Fig. 2) situado a norte do depósito. O domo consiste de uma intrusão de forma elíptica, com bordos foliados e eixo maior paralelo à lineação de estiramento regional (Fig. 3). Em conjunto essas feições são consistentes com o caráter sintectônico da intrusão em relação ao cisalhamento transcorrente. A interferência entre o regime transcorrente da Zona de Cisalhamento Carroça com o campo de tensões vertical gerado pelo efeito *ballooning* da intrusão resultou em foliações de ponto tríplice nas suas bordas menores (Fig. 3), acompanhada por uma lineação de estiramento com *rake* da ordem de 60° a 70°S. Estas estruturas facilitaram a circulação de fluidos, promovendo a intensa alteração hidrotermal do protolito basáltico (Pulz *et al.*, 1991a).

Em escala de depósito, a unidade de metabasaltos contém intercalações de ultramilonitos derivados de filito carbonoso, formações ferríferas e intrusões de trondhjemitico. Estas intrusões são tabulares, de dimensões centimétricas, e mostram-se boudinadas sub-paralelas à foliação milonítica. A eficácia dos processos intempéricos na região centro-oeste do Brasil transformaram os trondhjemitos em massas caolinizadas.

O depósito Maria Lázara consiste de um amplo halo de alteração hidrotermal no interior do qual insere-se um reduzido sistema de veios. Os minerais hidrotermais são abundantes e mostram uma distribuição zonada em torno do depósito. A distribuição espacial e as associações de minerais hidrotermais de acordo com a classificação de Meyer & Hemley (1967) definem um halo externo de alteração propilitica (carbonato, epidoto e clorita), um halo intermediário de alteração potássica (biotita, clorita, mica branca e sulfetos) e um halo interno de alteração sericítica (sericita, clorita, turmalina e sulfetos). Na zona potássica ocorrem níveis com abundantes porfiroblastos de granada, que mostram inclusões de arsenopirita, turmalina e quartzo em continuidade com a foliação milonítica da matriz. As relações texturais sugerem que o crescimento da granada pós-data o pico do cisalhamento e associa-se à intensa percolação de fluidos em níveis de pronunciada permeabilidade da rocha. Restrito a este halo ocorrem grãos idiomórficos de monazita dispersos

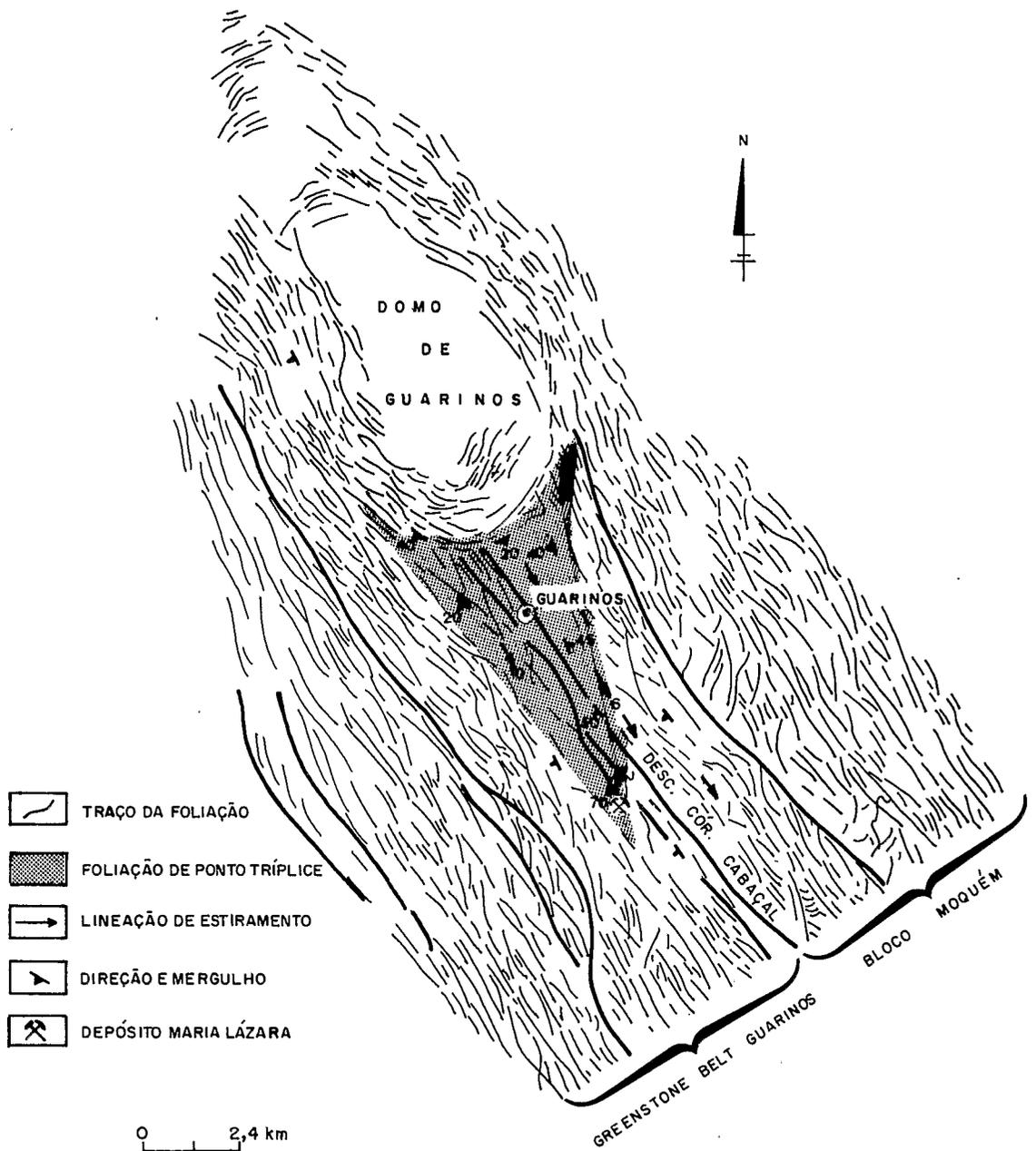


Fig. 3 — Mapa simplificado da trajetória da foliação milonítica e da lineação de estiramento na região do depósito Maria Lázara, destacando o domínio estrutural das foliações de ponto tríplice (modificado de Pulz, 1990).

pela matriz ou inclusos em cavidades de inclusões fluidas na arsenopirita (Pulz *et al.*, 1992). A formação de arsenopirita, turmalina, biotita, e sericita refletem mudanças químicas dominadas pela adição de As, B e K no nível mineralizado.

Os veios mostram um amplo espectro de geometrias assimétricas compreendendo desde

boudins elipsoidais até uma incipiente boudinagem do tipo *pinch-and-swell*. A diversidade geométrica atesta a pequena diferença de competência entre a matriz alterada hidrotermalmente e os veios, bem como a sua deformação simultânea. A associação mineralógica é variável de um veio ao outro, compreendendo desde veios

de quartzo até veios de quartzo-carbonato. Independente de sua composição, exibem grãos de quartzo com trilhas de inclusões fluidas (Fig. 4) e mostram abundantes feições de *crack-seal* (Ramsay, 1980), indicando a elevada disponibilidade de fluidos hidrotermais durante o regime dúctil regional. As espécies auríferas ocorrem disseminadas no interior dos halos de alteração potássica e sericítica e nos veios de quartzo-carbonato ou nos *boudins* de trondhjemito internos a essas duas zonas.

MINERALOGIA DO DEPÓSITO

No depósito Maria Lázara, o ouro é acompanhado predominantemente por arsenopirita, combinada com quantidades subordinadas de pirita, calcopirita e pirrotita. Associados em proporções traço ocorrem galena, monazita, csiklovaita, bismutinita, molibdenita, joesita-B, bismuto nativo e prata nativa (Tabela I).

A feição característica da arsenopirita é sua abrupta zonação ótica e química. A zonação composicional se evidencia pelo enriquecimento em S no núcleo dos grãos (Aspy1) e em As nos bordos (Aspy2), refletindo distintas condições de fugacidade de S₂ (Pulz *et al.*, 1991b). Inclusões de ilmenita e microcavidades de dissolução são abundantes no núcleo dos grãos (Aspy1). Os dados composicionais obtidos com microsonda

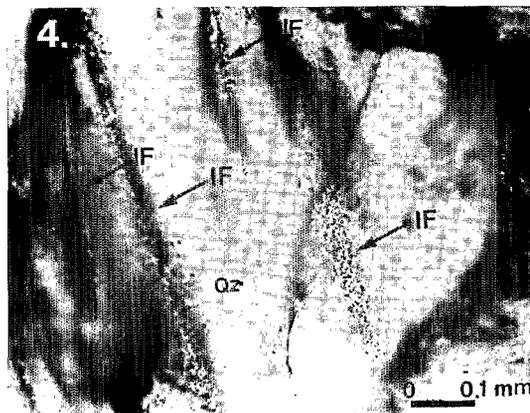


Fig. 4 — Fotomicrografia de veios de quartzo-carbonato do depósito Maria Lázara, mostrando abundantes microfissuras no cristal de quartzo (Qz) cicatrizadas por trilhas de inclusões fluidas (IF).

eletrônica e iônica sugerem a ausência de ouro na estrutura da arsenopirita.

Os minerais de ouro compreendem maldonita (Au₂Bi) e ouro nativo (Tabela II), o qual por vezes mostra-se intercrescido com fases do sistema Bi-Te-S. Ocorrem nos interstícios entre os grãos de quartzo e carbonato, crescidos sobre cristais de turmalina ou ao longo da clivagem de filosilicatos das zonas potássica e sericítica (Pulz *et al.*, 1992).

A variedade de espécies auríferas, a complexidade de suas relações texturais com a paragênese hidrotermal somado a abrupta zonação composicional da arsenopirita sugerem processos de mineralização em multi-estágios. O par maldonita + ouro nativo associado com bismuto nativo indica que o estágio de deposição do metal precioso relacionado com a percolação de fluidos ricos em Bi-Te-S ocorreu sob temperaturas moderadas a baixa, da ordem de 116°C a 241°C (Okamoto & Massalski, 1983).

RELAÇÕES TEMPORAIS ENTRE OS PROCESSOS DE MINERALIZAÇÃO E DE CISALHAMENTO

A íntima relação entre a percolação de fluidos hidrotermais e a deformação por cisalhamento é expressa pela carbonatação disseminada ao longo da foliação milonítica, pela sulfetação restrita a ultramilonitos, pela coexistência de sulfetos deformados e indeformados na mesma estrutura mineralizada e pela geometria em *tablete de chocolate* dos veios. O carbonato hidrotermal forma vênulas paralelas à foliação milonítica ou substitui grãos boudinados de anfibólio. Essas evidências demonstram que a formação da zona propilítica foi sintectônica em relação ao cisalhamento transcorrente. Ao passo que, a biotita hidrotermal mostra abundantes inclusões de epidoto, que registram a superposição da alteração potássica sobre a propilítica. Por outro lado, a passagem da zona potássica para a sericítica é marcada pelo truncamento da biotita por sericita sugerindo que os processos de sericitização pós-datam a alteração potássica.

TABELA I

Proporção Modal dos Minerais Opacos que acompanham as Espécies Auríferas no Depósito Maria Lázara. Considera-se Mineral essencial aquele cuja proporção ultrapassa 50% do Volume Modal dos Minerais Opacos. Minerais Acessórios são aqueles que perfazem menos de 50% dos Minerais Opacos, enquanto que os demais são considerados Traços.

Mineralogia	Composição ideal	Proporção modal		
		essencial	acessório	traço
Arsenopirita	$\text{FeAs}_{1-x}\text{S}_{1+x}$			
Pirita	FeS_2			
Calcopirita	CuFeS_2			
Pirrotita	Fe_{1-x}S			
Galena	PbS			
Joesita-B	$\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$			
Csiklovaita	Bi_2TeS_2			
Bismutinita	Bi_2S_3			
Bismuto nativo	Bi			
Prata nativa	Ag			
Molibdenita	MoS_2			

TABELA II

Análises composicionais de Minerais depositados no Segundo Estágio de percolação de Fluidos Auríferos no Depósito Maria Lázara. Os Resultados estão expressos em Percentual em Peso e foram obtidos com o Emprego de Microsonda Eletrônica SX (Univ. de Nancy I - França) utilizando-se as seguintes Condições Analíticas: Voltagem de Aceleração: 30 Kv; 40 na. Picos Analíticos: $\text{SK}\alpha$, $\text{AsL}\alpha$, $\text{SbL}\alpha$, $\text{AuM}\alpha$, $\text{FeK}\alpha$. Tempo de Exposição: 30 s. Limite de detecção para Ouro: 800 ppm.

	Maldonita	Ouro Nativo
Au	64.502	96.998
Bi	34.498	0.752
Te	0.000	0.313
S	0.000	0.064
Total	99.001	98.127

As diversas espécies composicionais auríferas mostram uma marcante variação de hábito, modo de ocorrência e associação mineral. Essas feições refletem episódios policíclicos de percolação de fluidos mineralizantes que iniciaram e prosseguiram após a atividade da Zona de Cisalhamento Carroça.

DISCUSSÃO

No contexto de zonas de cisalhamento, a presença de heterogeneidades locais nas rochas, tais como a anisotropia planar estabelecida pela foliação, induzem variações locais na taxa de deformação (Ridley, 1986), favorecendo a superposição local de estruturas durante processos de deformação progressiva não-coaxial (Lagarde & Michard, 1986). As estruturas de estiramento geradas em um determinado estágio da seqüência deformacional e que são encurtadas ou novamente estiradas no incremento seguinte da deformação (Ramsay, 1967; Ramsay & Huber, 1983) são diagnósticas de uma evolução progressiva.

A deformação polifásica no contexto regional dos *greenstone belts* da porção central do Brasil foi discutida por Kuyumjian & Araújo (1984), Montalvão (1985), Danni *et al.* (1986), Jost *et al.* (1991), Magalhães & Santos (1991) e Yamaoka *et al.* (1991). De acordo com esses autores a formação de zonas de cisalhamento na região do depósito Maria Lázara foi precedida por eventos de dobramentos regionais. A deformação regional conferiu uma anisotropia planar às rochas expressa por uma foliação penetrativa. A existência

dessa foliação pretérita, combinada com a diferença de competência entre os litótipos do *greenstone belt* e os granito-gnaisses do bloco Moquéim adjacentes facilitaram a implantação de zonas de cisalhamento na região.

As rochas na Zona de Cisalhamento Carroça mostram-se deformadas nas diferentes escalas de observação. O conjunto de estruturas denotam processos de deformação progressiva, como exemplificam as foliações de ponto tríplice (Brun, 1983, Brun & Pons, 1981, Pouget *et al.*, 1989, Lagarde *et al.*, 1990). A geometria em *tablete de chocolate* dos veios sugere movimentos diferenciais de estiramento em duas direções (Ramsay & Huber, 1987). Essas estruturas são o produto final de uma série de sucessivas mudanças geométricas ocorridas durante a evolução da zona de cisalhamento. Em conjunto revelam que as distorções na geometria das rochas envolveu infinitos estágios de deformação progressiva e de deslocamento progressivo. Os estudos experimentais sobre a deformação dos materiais mostram que as mudanças na forma das estruturas em uma rocha decorrem dos incrementos de deformação e das taxas de deformação, que tanto podem ter sido constantes ou não, durante o avanço do processo deformacional (Ramsay, 1967).

As relações texturais da paragênese hidrotermal indicam o sincronismo entre a circulação de fluidos mineralizantes e o avanço da deformação na Zona de Cisalhamento Carroça. No depósito Maria Lázara, a sucessão de paragêneses auríferas define dois estágios de mineralização de acordo com a conceituação de Barton (1970). O primeiro estágio é caracterizado pela deposição de ouro nativo nos interstícios da matriz ou sobre a superfície da Aspy1, ao passo que o segundo estágio é definido pela precipitação de maldonita (Au_2Bi) e ouro nativo, por vezes, intercrescidos com minerais do sistema Bi-Te-S. A paragênese do segundo estágio reflete um novo pulso de percolação de fluidos enriquecidos em Bi e Te (Michel *et al.*, 1992). A ausência de ouro na estrutura da arsenopirita, somada com a distribuição espacial dos minerais auríferos e com os dados de sucessão temporal da alteração hidrotermal, sugerem que os episódios de

circulação de fluidos auríferos sucedem ou acompanham as etapas finais dos processos de sulfetação associados as alterações potássica e sericítica do metabasalto.

A percolação em multi-estágios de fluidos sob condições físico-químicas distintas propiciou a desestabilização dos minerais hidrotermais precoces como exemplificam as microcavidades de dissolução no núcleo da arsenopirita rica em S e a telescopagem da paragênese expressa pela deposição de associações hidrotermais de alta temperatura, como monazita e granada, junto a fases de baixa temperatura como maldonita e bismuto nativo. A evolução policíclica do sistema hidrotermal que caracteriza a formação do depósito Maria Lázara indica a existência de um elo químico-estrutural entre os processos de mineralização aurífera e cisalhamento. Esse elo químico-estrutural é formado pela circulação episódica de fluidos durante incrementos da deformação progressiva como indicam as feições de *crack-seal* e a proporção modal variável dos constituintes dos veios, aos quais combinam-se a textura e composição química dos sulfetos e dos minerais auríferos. Além disso, a percolação de fluidos hidrotermais foi facilitada pela porosidade e permeabilidade secundárias conferida pela transformação do metabasalto em rochas miloníticas e pelo fluxo de calor fornecido pelas intrusões de trondhjemitó no nível mineralizado.

A interação desses fluidos com rochas quimicamente reativas como a seqüência de metabasalto com intercalações de filito carbonoso do *greenstone belt* Guarinos resultou em condicionantes locais que promoveram variações nas características físico-químicas do fluido expressas por: (i) flutuações na atividade de S_2 e As produzindo duas gerações de arsenopirita, (ii) variações na temperatura do fluido acarretando na telescopagem da mineralização e, (iii) modificações na composição e pH do fluido como registrado na superposição das zonas de alteração e desestabilização das fases hidrotermais precoces. A eficácia desses condicionantes locais é que controlaram o transporte e a mobilização dos complexos auríferos em cada pulso de percolação de fluidos e favoreceram dois estágios

de deposição de espécies auríferas no depósito Maria Lázara.

CONCLUSÕES

A geologia do depósito Maria Lázara denota o papel eficaz do cisalhamento na formação de armadilhas estruturais que facilitaram a percolação de fluidos hidrotermais, promovendo a interação fluido/rocha no interior dos sítios dilatacionais. As relações temporais da alteração hidrotermal com o cisalhamento demonstram que a circulação de fluidos mineralizantes ocorreu no final da história geológica do distrito onde o depósito se aloja. Veios de quartzo-carbonato contendo minerais auríferos exibem abundantes feições de *crack-seal* e formam *boudins* assimétricos subparalelos a foliação milonítica. Essas estruturas mineralizadas constituem marcadores do estreito elo químico-estrutural entre os processos de mineralização em multi-estágios e cisalhamento, pois evidenciam múltiplos episódios de formação de sítios de dilatância, abertura, circulação de fluidos e deposição de fases hidrotermais durante a deformação.

Movimentos diferenciais gerados pela interferência do efeito diapírico do domo de Guarinos com o cisalhamento transcorrente promoveram a deformação progressiva no cinturão milonítico. Há uma notável relação entre o processo de mineralização com os estágios finais da deformação progressiva na Zona de Cisalhamento Carroça.

AGRADECIMENTOS

Os autores externam seu reconhecimento ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processo nº 40.0908/89), cujo suporte financeiro viabilizou a pesquisa de campo. Ao convênio UnB-ORSTOM (Processo nº 91.0356.87.4). A École Nationale Supérieure de Géologie e a Universidade de Nancy (França) que possibilitou a obtenção de análises composicionais das espécies auríferas. Os autores são gratos ao Dr. Reinhardt Fuck e aos Msc. Francisco Oliveira e Adelar José Strieder por

suas valiosas críticas e sugestões na revisão do texto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNDT, N. T.; TEIXEIRA, N. A. & WHITE, W. M., (1989), Bizarre geochemistry of komatiites from the Crixás greenstone belt, Brazil. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **101**: 187-197.
- BARTON, P. B., JR., (1970), Sulfide petrology. *Mineral Soc. Amer. Spec. Pap.*, **3**: 187-198.
- BRUN, J. P., (1983), L'origine des dômes gneissiques: modèles et test. *Bull. Soc. Géol. France*, **7**: 219-228.
- BRUN, J. P. & PONS, J., (1981), Strain patterns of pluton emplacement in a crustal undergoing non-coaxial deformation, Sierra Morena, southern Spain. *J. Struct. Geol.*, **3**: 219-229.
- DANNI, J. C. M., (1989), Os *greenstone belts* da Província Tocantins no Estado de Goiás. *Rev. Bras. de Geociências*, **18**: 381-390.
- DANNI, J. C. M.; FUCK, R. A. & LEONARDOS, O. H., (1982), Archaean and Lower Proterozoic units in Central Brazil. *Geologische Rundschau*, **71**: 291-317.
- DANNI, J. C. M.; JOST, H.; WINGE, M. & ANDRADE, G. F., (1986), Aspectos da evolução dos terrenos *granito-greenstone*: exemplo da região de Hidrolina. *XXXIV Cong. Bras. de Geol.*, Goiânia, *Anais*, **2**: 570-584.
- GROVES, D. I.; BARLEY, M. E. & HO, S. E., (1989), Nature, genesis, and tectonic setting of mesothermal gold mineralization in the Yilgarn block, Western Australia. In: Keays, R.R.; Ramsay, W.R.H.; Groves, D.I. (eds). *The geology of gold deposits: The perspective in 1988. Econ. Geol. monograph*, **6**: 71-85.
- GROVES, D. I. & VEARNCOMBE, J. R., (1990), The scale of ore depositional systems: an important restraint on epigenetic vs remobilized syngenetic origins for Archean mesothermal gold deposits. *Geologische Rundschau*, **79**: 345-353.
- HO, S., (1987), Fluid inclusions: their potential as an exploration tool for Archean gold deposits. In: Recent Advances in understanding Precambrian gold deposits. Ho, S. & Groves, D. (eds). *Univ. Western Australia Geology Dept., Univ. Extension Pub.*, **11**: 147-160.

- JOST, H. & OLIVEIRA, A. M., (1991), Stratigraphic of the *greenstone belts* of the Crixás region, Goiás, Central Brazil. *Journal of South American Earth Science* (submitted).
- JOST, H.; DANNI, J. C. M.; BARROS, J. G. C. & YAMAOKA, W. N., (1991), Geological outline and mineral deposits of the Archean Crixás region, central Brazil. In: Fleischer, R.; Grossi Sad, J.H.; Fuzikawa, K.; Ladeira, E.A. (eds). Field and mine trip to the central Goiás greenstone belts, Brazil. Field guide book of Brazil. Gold'91: An international symposium on the geology of gold. 1-28p. Belo Horizonte.
- KUYUMJIAN, R. M. & ARAÚJO FILHO, J. O. DE, (1984), Contribuição a tectônica do *greenstone belt* da faixa Crixás. *Rev. Bras. de Geociências*, **14**: 92-96.
- LAGARDE, J. L. & MICHARD, A., (1986), Stretching normal to the regional thrust displacement in a thrust-wrench shear zone, Rehamna massif, Morocco. *J. Struct. Geol.*, **8**: 483-492.
- LAGARDE, J. L.; OMAR, S. A. & RODDAZ, D., (1990), Structural characteristics of granitic plutons emplaced during weak regional deformation: examples from late Carboniferous plutons, Morocco. *J. Struct. Geol.*, **12**: 805-821.
- MAGALHÃES, L. F. & SANTOS, M. M., (1991), Meia-Pataca gold deposit, Goiás, Brazil. In: Fleischer, R.; Grossi Sad, J.H.; Fuzikawa, K.; Ladeira, E.A. (eds). Field and mine trip to the central Goiás Greenstone belts, Brazil. Field guide book of Brazil. Gold'91: An international symposium on the geology of gold. 29-45p. Belo Horizonte.
- MEYER, C. & HEMLEY, J. J., (1967), Wall rock alteration. In: Barnes, H.I. (ed). *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 1st ed, Holt-Rinehart and Wiston. 166-235p. N. York.
- MICHEL, D.; GIULIANI, G.; PULZ, G. M. & JOST, H., (1992), Evidence for multistage deposition in the Archean Maria Lázara gold deposit (Goiás, Brazil). *European Journal of Mineralogy*. (submitted).
- MONTALVÃO, R. M. G., (1985), Evolução geotectônica dos terrenos *granitoide-greenstone* belts de Crixás, Guarinos, Pilar de Goiás, Hidrolina (Goiás). Univ. de São Paulo, Instituto de Geociências, Tese de doutoramento, 372p (inédito).
- OKAMOTO, H. & MASSALSKI, T. B., (1983), The Au-Bi (Gold-Bismuth) System. *Bull. Alloy Phase Diagrams*, **4**: 401-407.
- POUGET, P.; LAMOUREUX, C.; DAHMANI, A.; DEBAT, P.; DRIOUCH, Y.; MERCIER, A.; SOULA, J. C. & VEZAT, R., (1989), Typologie et mode de mise en place des roches magmatiques dans les Pyrénées hercyniennes. *Geologische Rundschau*, **78**: 537-554.
- PULZ, G. M., (1990), Geologia do depósito aurífero tipo Maria Lázara (Guarinos-Goiás). Univ. de Brasília, Instituto de Geociências, Dissertação de mestrado, 132p. (inédito).
- PULZ, G. M.; GIULIANI, G.; JOST, H. & MICHEL, D., (1991a), Maria Lázara gold deposit (Goiás State, Brazil): An example of intense fluid/rock interaction associated with a triple point structure. In: Source, Transport and Deposition of Metals, Pagel & Leroy (eds), 117-118p. Balkema, Rotterdam.
- PULZ, G. M.; MICHEL, D.; GIULIANI, G. & JOST, H., (1991b), Zonação química de arsenopiritas: um indicador de múltiplos episódios de mineralização em zonas de cisalhamento. 3º Congr. Bras. Geoquímica - 1º Cong. Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa: 676-679.
- PULZ, G. M.; GIULIANI, G.; MICHEL, D. & JOST, H., (1992), Microtexturas e composição química dos minerais metálicos do depósito de ouro Maria Lázara, *Greenstone Belt* Guarinos, Goiás. *An. Acad. bras. Ci.*, **64** (2): 169-182.
- RAMSAY, J. G., (1967), Folding and fracturing of rocks. McGraw-Hill Book Co, 568p.
- RAMSAY, J. G., (1980), The crack-seal mechanism of rock deformation. *Nature*, **284**: 135-139.
- RAMSAY, J. G. & HUBER, M. I., (1983), The techniques of modern structural analysis. Vol. 1: Strain analysis. London, Ac. Press, 307p.
- RAMSAY, J. G. & HUBER, M. I., (1987), The techniques of modern structural geology. Vol. 2: Fold and fractures. London, Ac. Press, 391p.
- RIDLEY, J., (1986), Parallel stretching lineations and fold axes oblique to a shear displacement direction - a model and observations. *J. Struct. Geol.*, **8**: 647-653.
- YAMAOKA, W. N.; ARAUJO, E. M.; KEMAC, M. & SOUZA, L. H., (1991), Excursion to the mina III gold deposit Crixás, Goiás. In: Fleischer, R.; Grossi Sad, J.H.; Fuzikawa, K.; Ladeira, E.A. (eds). Field and mine trip to the central Goiás Greenstone belts, Brazil. Field guide book of Brazil. Gold'91: An international symposium on the geology of gold. 46-60p. Belo Horizonte.