COMPARTIMENTAÇÃO TECTÔNICA DA DEFORMAÇÃO NA FAIXA MÓVEL AGUAPEÍ, SUDOESTE DO CRÁTON AMAZÔNICO, E AS MINERALIZAÇÕES AURÍFERAS ASSOCIADAS

CARLOS JOSÉ FERNANDES^{1,3}, AMARILDO SALINA RUIZ^{1,3},
FRANCISCO EGIDÍO CAVALCANTE PINHO^{1,3} & RAUL MINAS KUYUMJIAN^{2,3}

Abstract *TECTONIC COMPARTIMENTATION OF THE DEFORMATION IN THE AGUAPEÍ MOBILE BELT, SOUTHWEST AMAZONIAN CRATON - BRAZIL, AND THE ASSOCIATED GOLD MINERALIZATIONS* The Aguapeí Mobile Belt in the Southwestern portion of the Amazon Craton, Pontes e Lacerda region, state of Mato Grosso, Brazil, forms an approximately 200km long NW trending regional structure that is made of folded metasedimentary rocks of the Aguapeí Group, which cover basic-ultrabasic rocks with chemical sedimentary rocks of the Rio Alegre Terrane, and granitic rocks of the Santa Helena Terrane. Based on tectonic regime, predominant kinematics, and associated structures, the Aguapeí Mobile Belt has been divided in four domains. From SE to NW they were named: transcurrent tectonic domain, low-angle contractional tectonic domain, symmetric folded domain, and brittle and tilted domain. Important gold mineralizations are associated with rocks from the Fortuna Formation in some of these domains. The most important are: the São Vicente Mine in the symmetric folded domain, Lavrinha Region deposits in the low-angle contractional tectonic domain, and Pau-a-Pique Deposit in the transcurrent tectonic domain.

Keywords: Tectonics Domains, Structural Geology, Aguapeí Mobile Belt, Amazon Craton, Gold

Resumo A Faixa Móvel Aguapeí, na porção sudoeste do Cráton Amazônico, estado de Mato Grosso, forma um cinturão de orientação NW-SE de aproximadamente 200 km sustentado pelas rochas metassedimentares do Grupo Aguapeí. O Grupo Aguapeí ocorre depositado sobre as rochas básicas, ultrabásicas e sedimentares químicas do Terreno Rio Alegre e sobre as rochas graníticas do Terreno Santa Helena. Baseado no regime tectônico, cinemática predominante e estruturas associadas, a Faixa Móvel Aguapeí foi compartimentada em quatro domínios. De SE para NW eles foram denominados: Domínio Tectônico Transcorrente, Domínio Tectônico Contracional de Baixo Ângulo, Domínio dos Dobramentos Simétricos e Domínio das Rupturas e Basculamentos. Importantes mineralizações auríferas estão associadas com rochas da Formação Fortuna em alguns destes domínios. Os mais importantes são a Mina de São Vicente no Domínio de Dobramentos Simétricos, depósitos da Região da Lavrinha no Domínio Tectônico Contracional de Baixo Ângulo e depósito Pau-a-Pique no Domínio Tectônico Transcorrente.

Palavras-chave: Compartimentação Tectônica, Geologia Estrutural, Faixa Móvel Aguapeí, Cráton Amazônico, Ouro

INTRODUÇÃO A porção sudoeste do Cráton Amazônico constitui-se num complexo arranjo de terrenos paleo e mesoproterozóicos que tratam sucessivos episódios de acreção de fragmentos crustais juvenis ou retrabalhados, às margens da proto-placa Amazônia (Fig. 1). A colagem final do supercontinente Rodínia (1.2 a 1.0 Ga), resultante da colisão entre o Cráton Amazônico e Laurentia, como parte global do Ciclo Orogênico Grenville, provoca a implantação de duas faixas móveis, bifurcadas a partir de um ponto comum em Rincón del Tigre (Bolívia) – a Faixa Móvel Sunsás e a Faixa Móvel Aguapeí (Litherland *et al.* 1986). A primeira aflora na Bolívia e tem a forma de um cinturão alongado de direção WNW, exibindo expressivos registros tectono-termais e magmáticos que a qualificam como um arco magmático mesoproterozóico (Sadowski & Bettencourt 1996). A Faixa Móvel Aguapeí, de direção NNW, descreve um cinturão de 25 a 50 Km de largura e extensão em torno de 600 km (Litherland & Bloomfield 1981, Scabora & Duarte 1998, Gerald *et al.* 2001, Ruiz *et al.* 2001), claramente ensialico, sem registros magmáticos, mas exibindo uma

intensa deformação associada a metamorfismo de fácies xisto verde.

Importantes mineralizações reunidas na Província Aurífera do Alto Guaporé, sudoeste do estado de Mato Grosso (Saes *et al.* 1991, Gerald *et al.* 1997a, Fernandes *et al.* 1999), indicam mecanismos de controles estruturais e litológicos, intimamente relacionados à evolução tectono-termal da Faixa Móvel Aguapeí. Assim, é de fundamental importância o conhecimento da partição deformacional do cinturão para a compreensão da natureza dos depósitos auríferos primários.

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL O Grupo Aguapeí (Souza & Hildred, 1980), na fronteira Brasil-Bolívia, ocorre depositado discordantemente sobre um mosaico de terrenos paleo e mesoproterozóicos justapostos ao longo de importantes descontinuidades crustais de expressão regional tais como a Zona de Cisalhamento Aguapeí, Lineamento Indiavaí-Lucialva e *Front San Diablo* (Fig. 1). Estes terrenos são denominados, de E para W,

1 - Instituto de Ciências Exatas e da Terra, UFMT, MT, Cuiabá, Av. Fernando Correa, Bairro Coxipó CEP. 78060-900. E-mail: cafer@cpd.ufmt.br

2 - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, DF, Brasília, Campus Darcy Ribeiro, CEP.70919-970

3 - Grupo de Pesquisa Recursos Minerais de Mato Grosso – CNPq

Figura 1 – Esboço tectônico do sul do Cráton Amazônico mostrando a localização e a constituição geral das principais unidades tectônicas e estratigráficas do embasamento do Grupo Aguapeí (Saes 1999).

de Terreno Jauru, Terreno Santa Helena e Terreno Rio Alegre no Brasil; Terreno Paragua e Terreno San Pablo na Bolívia (Saes & Fragoço César 1994, Saes 1999, Leite & Saes 2000) (Fig. 1).

O Grupo Aguapeí (1.28-0.95 Ga) é correlacionado com o Grupo Sunsás e Vibosi na Bolívia (Litherland & Bloomfield 1981, Litherland & Power 1989, Saes 1999). Segundo Souza & Hildred (1980) e Saes & Leite (1993), o mesmo é subdividido, da base para o topo, em três formações: Fortuna, Vale da Promissão e Morro Cristalina. A primeira, com espessura de aproximadamente 1000 m, compreende pacote de conglomerados oligomíticos e arenitos quartzosos, com raras intercalações de siltitos em direção ao topo, depositados em um estágio *rift* (Saes & Leite, 1993); a Formação Vale da Promissão, com 200m de espessura, compreende associação predominante de siltitos, argilitos e arenitos quartzosos subordinados, depositados em leques submarinos e barras de plataforma durante o estágio de sinéclise e, encerrando a evolução sedimentar do Grupo Aguapeí, encontram-se pacote de 300m de arenitos com intercalações de conglomerados e finos leitos de siltitos da Formação Morro Cristalina, retratando estágio de inversão, em ambientes fluviais entrelaçados e dunas eólicas.

A Faixa Móvel Aguapeí instalou-se preferencialmente sobre o Terreno Rio Alegre, mas se estende além dos limites com o Terreno Santa Helena. Junto a zona de sutura destes dois terrenos a deformação é mais expressiva e bem caracterizada nas rochas sedimentares do Grupo Aguapeí. Geraldès *et al.* (1997a) obtiveram idades K/Ar entre 918-964 Ma em muscovita para esta faixa, o que indica deformação simultânea à proposta por Litherland *et al.* (1989) (1000-950Ma) na Faixa Móvel Sunsás na Bolívia.

O Terreno Rio Alegre corresponde a uma faixa estreita de metavulcânicas básicas e ultrabásicas, com rochas

metassedimentares químicas exalativas associadas, intrusões gábricas anfibolitizadas, serpentinitos, noritos, anortositos e granulitos básicos e intermediários (Matos & Schorscher 1997, Saes 1999). Segundo Saes (1999), o Terreno Santa Helena constitui a principal manifestação plutônica ácida do sudoeste matogrossense, compreendendo monzo e sieno granitos de tendência alaskítica. Geraldès *et al.* (2001) reportam idades U-Pb em zircão para estas rochas entre 1450-1420Ma, interpretadas como idades de cristalização. Geraldès *et al.* (1997b, 2001) descrevem corpos tonalíticos e granodioríticos situados a noroeste deste batólito.

ARCABOUÇO ESTRUTURAL DA FAIXA MÓVEL AGUAPEÍ

A análise dos lineamentos impressos no Grupo Aguapeí e em seu embasamento (Fig. 2), obtidas em imagens Landsat-TM (escala 1:100.000, bandas 5, 4 e 3 respectivamente) e durante mapeamento geológico regional, possibilitou a identificação de zonas de deformação com diferentes intensidades separando, por vezes, bolsões litológicos com pouca evidência de deformação interna ao longo da Faixa Móvel Aguapeí (Fernandes *et al.* 2002).

Estas zonas se manifestam em superfície mediante um cinturão milonítico NNW-SSE denominado, em sua parte central, de Zona de Cisalhamento Aguapeí, gerada devido à reativação de antiga sutura entre o Terreno Rio Alegre e Santa Helena (Saes 1999). Esta zona de cisalhamento estende-se desde a região da Serra Santa Rita, porção sul, até a região da Mina de São Vicente, 200 km a norte (Fig. 2). A possança transversal é variável ao longo de sua extensão, podendo ultrapassar 12 km em algumas porções, como nas serras do Cágado e Caldeirão e na Serra do Pau-a-Pique.

Em alguns setores predominam grandes cavalgamentos de SW para NE, como na Serra de Santa Bárbara (sudoeste), Serra do

Cágado e Caldeirão (central) e Serra de São Vicente (norte) respectivamente, demonstrando uma tectônica preferencialmente contracional (Fig. 2).

Diversas falhas transcorrentes ocorrem ao longo do cinturão de cisalhamento. Provavelmente uma expressiva falha de idade mesoproterozóica, de direção NE, cujo traço em superfície é encoberto por sedimentos cenozóicos da Formação Guaporé, desloca a Serra de São Vicente em relação a Serra de Ricardo Franco, com separação horizontal na ordem de 35 km (Fig. 2).

A existência de lineações de estiramento sub-horizontais, por vezes curvilíneas, e foliações de alto mergulho (60 a 88° SW) na região da Serra do Pau-a-Pique até a Fazenda Ellus, e, provavelmente se estendendo para a região da Serra de Santa Rita, demonstram a predominância, nesta área, de tectônica transcorrente de movimento dextrógiro, combinada localmente com falhas reversas com transporte de SW para NE.

COMPARTIMENTAÇÃO DA DEFORMAÇÃO NA FAIXA MÓ-

Figura 2 – Mapa geológico da porção sudoeste do estado de Mato Grosso – fronteira Brasil/Bolívia, com a interpretação estrutural a partir das trajetórias dos lineamentos impressos nas rochas do Grupo Aguapeí e em seu embasamento.

VELAGUAPEÍ E OS DEPÓSITOS AURÍFEROS ASSOCIADOS

A compartimentação em domínios estruturais da Faixa Móvel Aguapeí foi inicialmente sugerida por Saes & Leite (1993) que consideraram, como critérios discriminantes, o estilo do dobramento, a natureza da foliação e as estruturas rúpteis associadas. Neste trabalho, que representa o aprofundamento de uma primeira versão apresentada por Ruiz et al. (2001), consideram-se como elementos básicos da compartimentação o regime tectônico dominante, a cinemática prevalecente e a associação de estruturas tectônicas próprias a cada compartimento. No presente trabalho, a Faixa Móvel Aguapeí é dividida em quatro domínios tectônicos denominados, de SE para NW, Domínio da Tectônica Transcorrente, Domínio da Tectônica de Contracional de Baixo Ângulo, Domínio dos Dobramentos Simétricos e Domínio das Rupturas e Basculamentos (Fig. 3)

Procura-se ressaltar o regime de deformação predominante, não significando que outros tipos de estruturas tectônicas não ocorram simultaneamente nestes domínios. É relevante observar que a compartimentação geométrica da deformação, como a observada na faixa, tem suas raízes em fatores diversos como o comportamento reológico das rochas deformadas, a posição dos

corpos rochosos em relação à orientação dos esforços principais e a existência de estruturas pretéritas passíveis de reativação.

Domínio da Tectônica Transcorrente Prevalece na porção sul do cinturão, sendo particularmente bem definida na Serra do Pau-a-Pique e na região da Fazenda Ellus (Fig. 3). Segundo Fernandes et al. (1999) este setor da Faixa Móvel Aguapeí é dominado por uma cinemática transcorrente dextral com componente de cavalgamento oblíquo, cuja deformação concentra-se ao longo das diversas superfícies de cisalhamento que compõem a Zona de Cisalhamento Corredor, uma subdivisão da Zona de Cisalhamento Aguapeí de Saes (1999).

A Zona de Cisalhamento Corredor, de natureza rúptil-dúctil e dextral, dispõe-se em faixas anastomosadas segundo N10-30°W e mergulhos na ordem de 60 a 88° para SW. A continuidade do cinturão milonítico para oeste está encoberto por sedimentos recentes que obliteram o contato com o Terreno Rio Alegre. A leste, o cinturão milonítico marca o limite das rochas metassedimentares do Grupo Aguapeí com o Terreno Santa Helena. A inserção do limite entre as rochas metassedimentares e granito-gnaisses no interior do cinturão milonítico mostra que o contato

Figura 3 – Compartimentação da deformação na Faixa Móvel Aguapeí, sudoeste do Cráton Amazônico. A – Domínio Tectônico Transcorrente, definido principalmente na região da Serra do Pau-a-Pique; B – Domínio Tectônico de Baixo Ângulo, registrado na parte central da faixa móvel e bem caracterizado na região da Lavrinha; C – Domínio Tectônico dos Dobramentos Simétricos, ocorre nas porções leste das serras de Ricardo Franco, São Vicente e Santa Bárbara e em toda parte norte da Serra do Caldeirão. Também é registrado na parte oeste da Serra do Salto do Aguapeí. D – Domínio Tectônico das Rupturas e Basculamentos, ocorre nas partes oeste das serras de Ricardo Franco, São Vicente, Santa Bárbara e em toda Serra de Rio Branco.

Figura 4 - (A) Depósito Pau-a-Pique com foliação milonítica S1 // S0 e subverticalizada; (B) Detalhe da fotografia A mostrando falhamento inverso SW-NE na frente de lavra; (C) Planos S-C em metaconglomerados com veios de quartzo encaixados em D; (D) Veios de quartzo mineralizados encaixados em fraturas D e R; (E) Fotomicrografia, sob nicóis cruzados, de grãos de ouro nativo associados a magnetita, os quais ocorrem disseminados nos filonitos derivados dos metaconglomerados; (F) fotomicrografia de ultramilonitos realçando as inclusões da matriz nos porfiroclastos de magnetita (mgt) e pirita (Py); (G) Fotografia de metaconglomerados e metarenitos no Rio Aguapeí mostrando foliação S1 com mergulho forte.

entre estes litótipos é de natureza exclusivamente tectônica, estabelecido na área do depósito Pau-a-Pique através de falhas inversas que possibilitaram cavalgamento de SW para NE (Figs. 4A e B) das rochas metassedimentares do Grupo Aguapeí sobre os granito-gnaisses Santa Helena (Fernandes *et al.* 1999) (Fig. 3A).

Nas rochas do cinturão milonítico estão representadas diversas estruturas que denotam a deformação imposta pelo cisalhamento, tais como foliação S-C (Fig. 4C), dobras, fraturas, seixos rotacionados, lineação de estiramento de feldspato, estilolitos e falhas inversas (Fig. 4A).

Estruturas primárias foram preservadas localmente nas rochas metassedimentares do Grupo Aguapeí. Por exemplo, o acamamento So é reconhecido nos metaconglomerados pela variação granulométrica dos seixos de quartzo que denotam uma granodecrescência rítmica, entretanto, na maioria das vezes, esta superfície planar encontra-se paralelizada com a foliação milonítica ou dobrada suavemente (Fig. 4A e G).

A foliação milonítica (S1) é a estrutura planar mais proeminente por toda a Serra do Pau-a-Pique, em geral, representada por conjunto de planos S-C subverticais (70-80° SW) dispostos segundo N10-40°W. Nos milonitos formados às expensas dos

Figura 5 – Interpretação estrutural do padrão de fraturamento a partir da trajetória dos lineamentos da Zona de Cisalhamento Corredor. O depósito Pau-a-Pique ocorre na intersecção de fraturas D e R.

metaconglomerados, os planos S são ressaltados pelo alinhamento sigmoidal de domínios de quartzo alongado (Fig. 4C), que fazem um ângulo de 30 a 45° com as superfícies de deslocamento materializadas por planos C. O forte alinhamento dos filossilicatos concentrados em faixas de 2 a 4 cm de espessura define os planos C, os quais localmente delimitam bolsões de rochas pouco deformadas de até 50 cm de espessura.

Os planos S-C aparecem deformados por dobras, de até 2 metros de amplitude, nos metaconglomerados e metarenitos. Na classificação de Turner & Weiss (1963) correspondem a dobras mergulhantes com caimento, caracterizadas na área pela foliação de plano-axial disposta segundo N35°E, 75°NW e eixo com caimento 60°/N62°E.

A Zona de Cisalhamento Corredor exerceu um forte controle estrutural sobre o minério nos depósitos Pau-a-Pique e Ellus e, possivelmente, sobre outras ocorrências auríferas ao longo de seu *trend*.

O depósito Pau-a-Pique, associado aos sedimentos da Formação Fortuna, retrata as mineralizações comuns a este domínio. O minério condiciona-se às estruturas subsidiárias da Zona de Cisalhamento Corredor, especialmente na intersecção de fraturas D e R e, menos comumente, às fraturas T, R', e P (Figs. 4D e 5). Os veios de quartzo, geralmente descontínuos, formam tabletes de chocolate constituídos por *boudins* assimétricos de dimensões centimétricas a métricas, exibindo internamente estilólitos realçados por óxidos (Fernandes *et al.* 1999). O minério encontra-se seccionado por falhas inversas, que variam de milimétricas a métricas. A superfície de falha é bem delimitada por superfícies ondulantes constituídas por filossilicatos que, por vezes, aparecem interceptadas por fraturas ou estilólitos. O ouro nativo ocorre associado à pirita, magnetita, hematita, ilmenita e martita (Figs. 4E e F) e, subordinadamente, à calcopirita, pirrotita, arsenopirita e galena (Fernandes *et al.* 2001).

O depósito Ellus, denominado como GP3 pela Mineração San-

Figura 6 – Bloco diagrama esquemático abrangendo a Região da Lavrinha, o Anticlinal do Cágado e o Sinclinal do Caldeirão. A Zona de Cisalhamento Morro Solteiro é a estrutura basal responsável pelo aloctonismo do Grupo Aguapeí (Modificado de Silva & Santos 2001).

ta Elina (Scabora & Duarte, 1998), ocorre no Terreno Santa Helena, embasamento do Grupo Aguapeí, onde o minério é representado por sistemas de veios de quartzo (N30°W/70°SW) com carbonatos e sulfetos associados. Estão encaixados em zonas de cisalhamento de direção preferencial NW-SE que seccionam granitos adamélticos sausríticos (Granito Ellus), com idade U/Pb obtida por Tassinari *et al.* (2000), de 1.444 ± 21 Ma.

Domínio da Tectônica Contracional de Baixo Ângulo Ocorre na porção central da Faixa Móvel Aguapeí, região das serras do Caldeirão, Cágado, da Borda e Azul, nas proximidades da cidade de

Figura 7 - (A) Inflexão da foliação com passagem do Domínio Transcorrente para o Domínio Contracional de Baixo Ângulo (localização da foto A na figura 4); (B) Abertura de cava garimpeira em zona de cisalhamento formada por deslizamentos intraestratais nos metaconglomerados da Formação Fortuna - depósito do Ernesto Superior; (C) Clivagens espaçadas nos arenitos da Formação Fortuna - depósito do Nosde; (D) Milonitos gerados as expensas dos conglomerados da Formação Fortuna. O Minério é formado por disseminações e sistemas de veios de quartzo ricos em pirita - depósito Ernesto Superior; (E) depósito Jair/Lavrinha mostrando espesso pacote de metargilitos com intercalações de metassiltitos e metarenitos mineralizados. (F) Dobra em bainha no depósito do Jair/Lavrinha.

Pontes e Lacerda (Fig. 3). É o domínio caracterizado por cavalgamentos conduzidos ao longo de superfície de descolamento paralela às camadas entre outras feições comuns (Fig. 6A-F).

Neste domínio, no Sinclinal do Caldeirão e Anticlinal do Cágado, são individualizadas duas fases de deformação denominadas Dn e D1. A primeira é restrita às rochas que compõem o embasamento do Grupo Aguapeí e apresentam um padrão estrutural mais complexo associado a metamorfismo de fácies anfibolito baixo, relacionado ao evento tectono-termal Rondoniano-San Ignácio, caracterizado por Litherland & Bloomfield (1981) e Tassinari *et al.* (1997). O evento D1 corresponde a uma tectônica compressional ocorrida durante a Orogenia Sunsás, cujo progresso possibilitou o aparecimento de duas foliações bem distintas S1 e S2 nas rochas metassedimentares do Grupo Aguapeí.

A foliação S1, com *trend* N-S a NW-SE mergulhando para W e SW, é subparalela ao acamamento S0 e bem marcante nas rochas metassedimentares da porção inferior da Formação Fortuna. O dobramento da foliação S1 é responsável pelo aparecimento de clivagem disjuntiva preenchida por mica branca nas rochas mais quartzosas (Fig. 7B e C) e por clivagem de crenulação nas porções mais pelíticas caracterizando a foliação S2, subvertical e associada a fase deformacional D1.

A fase D1 possibilita a formação da Zona de Cisalhamento Morro Solteiro (Fig. 6) com 2 a 3 m de espessura que marca o descolamento basal entre o Grupo Aguapeí e o embasamento, representado pelo Terreno Rio Alegre e Santa Helena (Santos *et al.* 2001).

Santos *et al.* (2001) realizaram estudo microtectônico e de ori-

Figura 8 – Mapa geológico da Região da Lavrinha e os depósitos auríferos associados.

entação cristalográfica em quatro amostras coletadas no contato entre a Zona de Cisalhamento Morro Solteiro e os sedimentos da base da Formação Fortuna no depósito Copacel 1. Segundo estes autores, as lamelas e bandas de deformação no topo do perfil e recristalização com migração de limites de grãos no interior da zona de cisalhamento, bem como, a disposição dos padrões da trama cristalográfica (Fig. 9), evidenciam aumento considerável da deformação no sentido da Zona de Cisalhamento Morro Solteiro. No topo do perfil têm-se guirlandas simétricas evidenciando deformação coaxial que, a medida que se desloca em direção a zona de cisalhamento, vai adquirindo assimetria que denota cavalgamento com topo para NE.

Os depósitos auríferos típicos deste domínio tectônico situam-se na Região da Lavrinha (Fig. 7B, C e D), os quais têm sido alvo de vários estudos (Gerald *et al.* 1997a, Pinho *et al.* 1999, Santos *et al.* 2001) que enfocam a gênese e o controle das mineralizações primárias, distribuídas em três diferentes níveis (Fernandes *et al.* 2003). O Inferior, marcado pela Zona de Cisalhamento Morro Solteiro, é representado pelos depósitos Ernesto, Copacel 1 e 2, Nenê, Pombinha, Nilton Brasileiro e Clementino. O Nível Intermediário é marcado por zonas de cisalhamento intraestratais em pacote de metaconglomerados e metapelitos observado nos depósitos Ernesto Superior e Serra Azul (Fig. 7B e D). Já o Nível Superior é desenvolvido em porções pelíticas da Formação Fortuna (Fig. 3B) onde ocorrem os depósitos Jair/Lavrinha, Nosde e Japonês (Figs. 7E, F e 8). O minério é

representado por sistemas de veios de quartzo e disseminações do metal nas rochas encaixantes. Os veios são fortemente controlados pela cinemática contracional, situando-se preferencialmente ao longo das zonas de deslizamentos. Todavia, encontram-se veios mineralizados, por exemplo, em fendas de tensão, e do tipo sela. A paragenese do minério não difere daquela observada no Domínio da Tectônica Transcorrente, ou seja, ouro nativo associado à pirita, magnetita, hematita, ilmenita e martita, e subordinadamente à calcopirita, pirrotita, arsenopirita e galena (Fernandes *et al.* 2001).

Geraldes *et al.* (1997a) obtiveram idade K/Ar (sericitas) de 918 ± 10 Ma para a mineralização, a qual indica circulação de fluidos no final do evento deformacional do Grupo Aguapeí pela orogenia Sunsás-Aguapeí, dando um caráter epigenético à formação dos depósitos (Fernandes *et al.* 2001).

Domínio dos Dobramentos Simétricos É representado nas porções norte do cinturão, em parte da Serra de São Vicente e Ricardo Franco e, a oeste, nas serras de Santa Rita e Santa Bárbara. Com exceção da Serra de São Vicente, neste compartimento, aparentemente, não houve acentuada aloctonia dos sedimentos da Bacia Aguapeí. Os esforços compressivos são acomodados por forte dobramento simétrico, normal, apertado ou aberto, geralmente com eixos mergulhando para NW, com constantes deslizamentos flexurais, rompimento dos flancos subverticais, foliação plano axial fortemente penetrativa com lineação de estiramento subvertical. Falhas reversas de alto ângulo com transporte preponderante de SW para NE, envolvendo o embasamento metamórfico, completam o quadro cinemático deste domínio.

Na Serra de São Vicente, Silva & Chemale Jr (1997) e Scabora & Duarte (1998) (Fig. 9A e B) descrevem transporte tectônico dos sedimentos da Formação Fortuna de NE para SW, apesar de Scabora (1992) admitir que a deformação do pacote de conglomerados e arenitos tenha se dado em uma primeira fase por empurrões de SW para NE. Pelo observado em mapeamento geológico regional, a movimentação tectônica geral dos sedimentos na Faixa Móvel Aguapeí se dá de SW para NE, relacionado à fase D1. No caso da porção leste da Serra de São Vicente a aparente vergência contrária ao Cráton Amazônico se dá por retrocavalgamentos desenvolvidos nos sedimentos do Grupo Aguapeí e nas rochas da Sequência Vulcanossedimentar Pontes e Lacerda, gerados por expressivo descolamento basal entre estas unidades (Fig. 3C).

Os depósitos auríferos Esperança, São Francisco Xavier, Sararé e Mina de São Vicente ocorrem neste domínio, na parte leste da Serra de São Vicente (Fig. 2). A Mina de São Vicente, explorada pela Mineração Santa Elina na década de 90, é o mais bem conhecido (Figs. 9A a C).

A Mina de São Vicente, descrita por Scabora & Duarte (1998), Silva & Chemale Jr. (1997), Silva *et al.* (1997) e Passos Jr. *et al.* (1997) situa em rochas metassedimentares da Formação Fortuna, dispostos ao longo de uma faixa de maior deformação com cerca de 1 Km de largura e direção N40°W, margeada, a leste e oeste, por estratos fracamente dobrados da mesma formação (Fig. 10).

Falhas reversas sobrepõem, localmente, as rochas do embasamento sobre as metassedimentares do Grupo Aguapeí, delimitando faixa de elevada deformação, onde concentram os depósitos auríferos. Estas faixas ocorrem dentro de grande zona de cisalhamento regional de *trend* noroeste com, aproximadamente, 2 a 9 km de largura e 10 km de comprimento.

As mineralizações, segundo Scabora & Duarte (1998), apresentam-se em quatro tipos de estruturas: a) em bandas sericiticas

Figura 9 - Domínio dos Dobramentos Simétricos e Domínio de Rupturas e Basculamentos (A) Vista geral da Mina de São Vicente; (B) Mina de São Vicente - observe a foliação milonítica subverticalizada; (C) sistema de veios de quartzo com arsenopirita - Mina de São Vicente. (D) Formação Vale da Promissão com acamamento S0 horizontal - Serra de Rio Branco; (E) Gretas de sinerese observadas nos sedimentos de topo da Formação Fortuna - Serra de Ricardo Franco; (F) Formação Fortuna subhorizontalizada com sistemas de fraturas com alto mergulho.

paralelas aos estratos dobrados, onde concentra a maior parte do ouro fino; b) sistemas de veios de quartzo tabulares subverticais e na forma de charutos paralelos ao eixo das dobras, contendo ouro grosso associado a pirita e arsenopirita; c) veios extensionais, subhorizontais, descontínuos, os quais seccionam as camadas e os veios anteriores; d) veios em sela, no fechamento das dobras simétricas, *up-right*.

Os veios mineralizados ocorrem em metaconglomerados e metarenitos quartzosos, e sua gênese está associada à evolução dos dobramentos apertados em zonas de deslizamento intraestratal, *necks de boudins*, *tension gashes*, zonas de alívio em charneiras de dobras flexurais.

As mineralizações auríferas são, em grande parte, controladas por estruturas tracionais associadas às dobras principais, por exemplo, fendas de tração, *boudins* e fraturas tabulares preenchidas por veios de quartzo sulfetados. Veios com geometria linear, paralelos aos eixos das dobras, são comuns às zonas de charneira (*saddle reefs*), além de veios estreitos associados a discretas zo-

nas de deslocamento intraestratal, nos níveis sericíticos.

São reconhecidas duas tipologias de minério na Mina de São Vicente; (I) *supergênica* - onde a mineralogia observada nestas porções inclui sericita, rara caolinita, quartzo e óxidos de ferro, manganês, titânio e ouro na forma livre; (II) *minério sulfetado* - ocorre em maior profundidade, onde o intemperismo não atuou plenamente, sendo constituído de sericita, rara caolinita, pirita, arsenopirita e rutilo. O ouro ocorre inclusive na pirita e na forma.

A diferença na paragénesese do minério deste domínio em relação aos demais é a presença elevada de arsenopirita, geralmente relacionada às zonas mais ricas da jazida, enquanto que, nos anteriores a mesma ocorre subordinadamente.

Domínio das Rupturas e Basculamentos Ao contrário dos domínios anteriores, não manifesta feições metamórficas e sua deformação predominante é do tipo rúptil, muito embora, dobras suaves, com comprimento de onda quilométrico, mergulhando ora para SSW ora para NNE, possam ocorrer (Fig. 3D). Expõe-se na

Figura 10 – Esboço geológico da borda oriental da extremidade norte da Serra de São Vicente, mostrando a localização da Mina São Vicente no contexto geológico local. O perfil A-B representa o bloco diagrama C apresentado na figura 3 (modificado de Scabora & Duarte 1998).

parte oeste da Serra de São Vicente, Ricardo Franco e Santa Bárbara e em toda Serra de Rio Branco. Neste domínio as estruturas primárias tais como estratificações cruzadas, gretas de sinerese (Fig. 9E), granodecrescência, *linsen*, *flaser*, *wavy*, brechas intraformacionais entre outras são bem preservadas.

Neste domínio o Grupo Aguapeí apresenta diversas famílias de fraturas sendo que, aquelas com atitudes N30-50°E75-85°SE e N20-50°W65-85°NE, são bem marcantes (Fig. 9F). Este padrão de fraturamento reflete aquele observado nas rochas do Granito e Gabro Vila Bela, embasamento do Grupo Aguapeí na porção sul da Serra de Ricardo Franco. Não há registro de exploração de ouro primário neste compartimento.

DISCUSSÕES E CONCLUSÕES A deformação imposta pela orogenia Sunsás-Aguapeí durante a colagem do supercontinente

Rodínia (1.2 a 1.0 Ga), resultado da colisão entre o Cráton Amazônico e Laurentia, ocasionou a formação da Faixa Móvel Sunsás na Bolívia e da Faixa Móvel Aguapeí no Brasil. Esta última, na porção sudoeste do Estado de Mato Grosso, apresenta 4 diferentes domínios tectônicos, que foram desenvolvidos principalmente nos sedimentos da porção central da Bacia Aguapeí. O choque oblíquo de SW para NE, da porção leste da Laurentia com o Cráton Amazônico, promove a reativação da sutura NW-SE dos Terrenos Rio Alegre e Santa Helena e, conseqüentemente, a deformação das rochas da porção central da Bacia do Aguapeí. Esta deformação atua de forma heterogênea ao longo do cinturão e provoca o surgimento dos diferentes compartimentos tectônicos descritos.

A deformação foi mais intensa na porção sul do cinturão provocando o surgimento da Zona de Cisalhamento Corredor, a qual é bem marcada nas rochas metassedimentares do Grupo Aguapeí e nas rochas do seu embasamento. Na extremidade norte da Serra do Pau-a-Pique ocorre a passagem do Domínio Transcorrente para o Domínio Contracional de Baixo Ângulo, como demonstra a inflexão da foliação nesta região (Fig. 7A). No Domínio dos Dobramentos Simétricos, entre a Falha do Caldeirão e o Rio Sararé, houve um provável soerguimento de bloco que propiciou a erosão do flanco leste da Sinclinal do Caldeirão (Figs. 2 e 3).

Concomitante à deformação ao longo da sutura dos terrenos Rio Alegre e Santa Helena, o esforço provoca a formação de diversas falhas transcorrentes que seccionam os diferentes domínios. As mais importantes são as do Caldeirão, que rompem a serra homônima nas proximidades da cidade de Pontes e Lacerda, e a falha Ricardo Franco-São Vicente que proporciona a separação SW-NE das serras de Ricardo Franco e São Vicente, com rejeito aproximado de 35 km (Fig. 2). Estas falhas evidenciam que, de forma descontínua, toda a porção entre a região da Fazenda Ellus até a extremidade norte da Serra de São Vicente foi transportada de SW para NE.

A Falha Ricardo Franco-São Vicente foi inferida considerando-se o intenso fraturamento NE das rochas sedimentares do Grupo Aguapeí e seu embasamento, no encaixe de uma certa forma perfeita das extremidades das duas serras (Fig. 2), na descontinuidade abrupta das rochas sedimentares do Grupo Aguapeí, tanto na porção sul da Serra de Ricardo Franco como na extremidade norte da Serra de São Vicente e em anomalias aeromagnéticas determinadas por Menezes *et al.* (1993). Seu traço em campo é de difícil reconhecimento, pois está coberto pelas rochas sedimentares da Bacia do Guaporé. Estudos mais aprofundados devem ser desenvolvidos para confirmar a presença desta falha, tendo em vista que a sua existência acarretará mudanças importantes nos modelos geotectônicos e metalogenéticos existentes para a região.

A ocorrência de ouro, restrita aos domínios de maior deformação no Grupo Aguapeí, confirma a íntima relação da mineralização com a evolução tectono-termal da Faixa Móvel Aguapeí. O ouro ocorre geralmente associado a zonas de cisalhamento desenvolvidas nas porções mais deformadas do cinturão milonítico, as quais são registradas ao longo dos 200 km aflorantes no Brasil. Assim, a partição da deformação na Faixa Móvel Aguapeí vem contribuir para o conhecimento da evolução da porção sudoeste do Cráton Amazônico, bem como, lançar nova visão sobre a forma de prospecção mineral adotada até o momento para a região.

Agradecimentos Aos revisores da RBG pelas sugestões ao manuscrito.

Referências

- Fernandes C.J., Pulz G.M., Pinho F.E.C., Quadros A.P., Oliveira, A. S. 1999. Controle estrutural do depósito aurífero Pau-a-Pique - intersecção de fraturas D e R no interior da Zona de Cisalhamento Corredor, SW do estado de Mato Grosso. *In: SBG, SNET, 7, e Simp. Intern. TectônicaSBG, Lençóis, Anais, 1:11-13.*
- Fernandes C.J., Pulz G.M., Oliveira S.A., Lima e Cunha M.C., Barboza E.S., Pinho, F.E.C., Quadros A.P. 1999. Diferenças Químicas e Texturais entre os Veios de Quartzo Fértis e Estéreis no Depósito Aurífero Pau-a-Pique (Grupo Aguapeí, Estado de Mato Grosso). *Pesquisas*, 26:91-101.
- Fernandes C.J., Barboza E.S., Pulz, G.M., Kuyumjian, R.M., Ruiz A.S., Pinho F.E.C. 2001. Gold deposits in the Aguapeí Group metasediments, MT-Brazil, and the characteristics of differentiation from the classic gold deposits hosted by conglomerates. *In: Workshop Geology of the SW Amazonian Craton: State-of-the Art, São Paulo, Anais, 145-149.*
- Fernandes C.J., Rui, A.S., Kuyumjian R.M., Pinho F.E. 2002. Interpretação estrutural de fotoliteamentos obtidos nas rochas metassedimentares do Grupo Aguapeí e seu embasamento e sua relação com as mineralizações auríferas. *In: SBG, Congr. Bras. Geol. João Pessoa, Anais, 1:213.*
- Fernandes C.J., Kuyumjian R.M., Pulz, G.M., Pinho, F.E. 2003. Os depósitos Auríferos do Grupo Aguapeí, Mato Grosso, e as Características que os Diferenciam dos Modelos Clássicos de Ouro em Conglomerados. *Pesquisas – no prelo.*
- Geraldes M.C., Figueiredo B.R., Tassinari C.C.G., Ebert H.D. 1997a. Middle Proterozoic vein-hosted gold deposits in the Pontes e Lacerda region, southwestern Amazonian Craton, Brasil – *Intern. Geol. Rev.*, 39:438-448.
- Geraldes M.C., Kozuch M., Teixeira W., Van Schmus W.R. 1997b. U/Pb constraints on the origin of Mesoproterozoic granites of Pontes e Lacerda region, SW of Amazonian Craton. *In: South Am. Symp. Isotope Geology, Campos do Jordão, Brazil, Anais, 120.*
- Geraldes M.C., Van Schmus W.R., Condie K.C., Bell S., Teixeira W., Babinski M. 2001. Proterozoic geologic evolution of the SW part of the Amazonian Craton in Mato Grosso state, Brazil. *Prec. Res.*, 111:91-128.
- Hodgson C.J. 1989. The structure of the shear related vein-type gold deposits: a review. *Ore Geology Reviews*, 4:231-373.
- Leite J.A.D. & Saes G.S. 2000. Geology of the southern Amazon Craton in southwestern Mato Grosso, Brazil: A Review. *Rev. Bras. Geoc.*, 30:91-94.
- Litherland M. & Bloomfield K. 1981. The Proterozoic History of Eastern Bolivia. *Prec. Res.*, 2:157-179.
- Litherland M., Annels R.N., Darbshire D.P.F., Fletcher C.J.N., Appleton J. D., Berrangé J.P., Bloofield K., Burton C.C.J., Hawkin M.P., Klinck B.A., Llanos A., Mitchell W.I., O'connor E.A., Pitfield P.E. J., Power G., Webb B. C. 1986. The geology and mineral resources of the Bolivian Precambrian Shield. London: *British Geological Survey* (Natural Environment Research Council). 153 p.
- Litherland M. & Power G. 1989. The geology and geomorphology evolution of Serrania Huanchaca, eastern Bolivia: the legendary "lost World". *J. South Am. Earth Sci.*, 2:1-17.
- Matos J.B. & Schorscher J.H.D. 1997. Tendências geoquímicas da Sequência Vulcano-Sedimentar do Rio Alegre-MT. *In: SBG, Simp. Geol. Centro-Oeste, 6, Cuiabá-MT. Anais. 26-29.*
- Passos Jr., G.G., Silva, J.A., Martins, S.C., Ramari, M.O., Leite, J.A.D., Pinho, F.E.C. 1997. Geologia estrutural da cava sul da Mina de São Vicente e suas relações com as mineralizações auríferas – Vila Bela – MT. *In: VI Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, SBG, Cuiabá, Anais, 71-72.*
- Pinho F.E.C., Leite J.A.D., Saes G.S., Fernandes C.J., Ruiz A.S., Pulz G.M., Chemale Jr. F. 1999. Mineralizações Auríferas no Grupo Aguapeí, Oeste do Estado de Mato Grosso, Fronteira Brasil-Bolívia. *In: SBG, Simp. Geol. Centro Oeste, 7, e Simp. Geol. Minas Gerais, 10, Anais. 28-28.*
- Ruiz A. S., Fernandes C.J., Pinho F.E. 2001. Compartimentação da Deformação na Faixa Móvel Aguapeí e as Mineralizações Auríferas Associadas. *In: Workshop Geology of the SW Amazonian Craton: State-of-the-Art, São Paulo. Resumos Expandidos, 120-124.*
- Sadowski G.R. & Bettencourt J.S. 1996. Mesoproterozoic tectonic correlations between eastern Laurentia and the western of the Amazon Craton. *Prec. Res.*, 76:213-227.
- Saes G.S., Pinho F.E.C., Leite J.A.D. 1991. Coberturas Sedimentares do Proterozóico Médio no Sul do Cráton Amazônico e suas Mineralizações Auríferas. *In: SBG, Núcleo Centro Oeste, Simp. Geol. Centro Oeste, 3, Anais. 45-52.*
- Saes G.S. & Leite J.A.D. 1993. Evolução Tectono-Sedimentar do Grupo Aguapeí, Proterozóico Médio na Porção Meridional do Cráton Amazônico: Mato Grosso e Oriente Boliviano. *Rev. Bras. Geoc.*, 23:31-37.
- Saes G.S. & Fragozo César A.R.S. 1994. The Aguapeí basin: A Grenville age aulacogen of the Sunsas orogen. *In: SBG, Congr. Bras. Geol.*, 38, Camburiú, *Anais, 207-209.*
- Saes G.S. 1999. *Evolução Tectônica e Paleogeográfica do Aulacógeno Aguapeí (1.2-1.0 Ga) e dos Terrenos do seu Embasamento na Porção sul do Cráton Amazônico.* Inst. de Geociências. Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 135p.
- Santos A.A., Silva A.L., Santos T.J.S., Ruiz A.S., Fernandes C.J., Pinho F.E.C. 2001. Análise estrutural dos depósitos auríferos Copacel e Ernesto – região de Pontes e Lacerda (MT). *In: SBNG, SNET, 8, e International Symposium on Tectonics, 2, Pernambuco, Anais, 1:169-172.*
- Scabora J.A. 1992. Mineração Santa Elina, Vila Bela. Relatório Interno da empresa, 23p.
- Scabora J.A. & Duarte C.L. 1998. A Jazida de Ouro de São Vicente – Município de Nova Lacerda – MT. *A Terra em Revista. 4:32-42.*
- Silva A. L. & Santos A. A. 2001. Caracterização Litoestrutural dos Depósitos Auríferos da Zona de Cisalhamento Morro Solteiro – Região da Lavrinha – Pontes e Lacerda – MT. Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Trabalho de conclusão de Curso-TCC, 89 p.
- Silva J.J.F. & Chemale Jr. F. 1997. Geologia estrutural e química mineral da Mina de São Vicente, oeste do estado de Mato Grosso. *In: VI Simp. Geologia do Centro-Oeste, SBG, Cuiabá, Anais, 53-58.*

- Silva J.J.F., Chemale Jr. F., Pulz G.M. 1997. Caracterização do minério aurífero da Mina de São Vicente, oeste do estado de Mato Grosso – Brasil. In: Caracterização de minérios e rejeitos de depósitos minerais brasileiros, Brasília, DNPM/DIREX/ PADCT/GTM, *Anais*, 38-42.
- Souza E.P. & Hildred P.R. 1980. Contribuição ao Estudo da Geologia do Grupo Aguapeí, Oeste de Mato Grosso. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 31, Balneário de Camboriú, *Anais* 2: 813-825.
- Tassinari C.C.G., Teixeira W., Siga Jr., O., Kawashita K., Cordani U. G. 1987. Geological evolution and evaluation of recent geochronological data in Amazonian Region, Project 204 - IUGS - UNESCO. Final meeting of the working group. Carajás, Pará. p.20 - 31.
- Tassinari C.C.G. & Macambira M.J.B. 1999. Geochronological Provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*. 22(3):174-182.
- Tassinari C.C.G., Bettencourt J.S., Geraldies M.C., Macambira M.J.B., Lafon J.M. 2000. The Amazonian Craton. In: U.G. Cordani, E.J. Milani, A. Thomaz Filho, D.A. Campos. (eds) *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro, 31st International Geological Congress, 41-95.
- Turner F.J. & Weiss L.E. 1963. *Structural analysis of metamorphic tectonites*. McGraw-Hill Book Co, New York, 545p.

Manuscrito A 1405

Recebido em 20 de janeiro de 2003

Revisão dos autores em 30 de outubro de 2004

Revisão aceita em 15 de novembro de 2004