

**Diretoria de Geologia e Recursos Minerais  
Departamento de Recursos Minerais  
Divisão de Projetos Especiais e Minerais Estratégicos**

**ARIM Tapajós**  
**Projeto “Evolução Crustal e Metalogenia  
da Província Mineral do Tapajós”**  
C.C. 4335.300



**Relatório de Viagem**

Autor  
*Marcelo Esteves Almeida*

Manaus

Outubro/2015

## 1. Introdução

A viagem transcorreu entre os dias 22/06/2015 a 02/07/2015, partindo-se a noite de Manaus-AM até Itaituba-PA (com escala em Santarém-PA), pernoitando-se nesta cidade, após três horas e meia de voo. No dia seguinte pela manhã seguiu-se viagem para Jacareacanga-PA via BR-230 (rodovia Transamazônica), com duração de sete horas e meia. A etapa de campo propriamente dita iniciou no dia 24/10/2015 e se prolongou até o dia 01/07/2015, retornando-se para Itaituba, e posteriormente Manaus no dia 02/07/2015.

A equipe participante da excursão de campo foi formada por Cesar L. Chaves (supervisor-GEREMI-BE), Fhábio G. Pinheiro (líder do Projeto), Felipe Tavares (coordenador-DIGECO), Leda Fraga (coordenadora-DIGEOB), Marcelo E. Almeida (Chefe DIPEME), além de motorista, barqueiro e dois auxiliares de campo. Aproveito para registrar aqui meus agradecimentos a toda equipe, composta de excelentes profissionais, por ter tido a oportunidade de desfrutar do companheirismo de todos e pelo intenso aprendizado.

O objetivo desta excursão foi a de contribuir com a equipe na investigação da geologia e de algumas ocorrências minerais de ouro associadas localizadas no âmbito do domínio orogênico da Província Tapajós, considerado o setor mais desconhecido e de maior complexidade geológica e estrutural. A abordagem deste relatório foi concebida a partir da: descrição de afloramentos ao longo de estradas, rios e frente de garimpo, organizados segundo as principais unidades litoestratigráficas existentes e seus respectivos domínios.

## 2. Descrição dos Afloramentos e Visita ao Garimpo Ouro Roxo

No Domínio orogênico da Província Tapajós foram visitados essencialmente afloramentos pertencentes ao Complexo Cuiú-Cuiú e Grupo Jacareacanga, além da visita as frentes Pimenteiras e Ouro Roxo norte, ambos situados na bacia do Rio Pacu (**Figura 1**). Os trabalhos iniciaram pela região a montante da cidade de Jacareacanga, partindo-se do porto do Igarapé Sonrisal, as margens do rio Tapajós, no sentido da aldeia Sai-Cinza.

Foram estudados ao todo nove afloramentos de rochas paraderivadas, químico-exalativas e metavulcânica da sucessão metavulcanossedimentar do Grupo Jacareacanga (**Figura 1**) no rio Tapajós (FH-21, 22, 23, 24, 27) e seus afluentes da margem direita, os rios Cabitutu (FH-25, MM-15) e Cadiriri (FH-26/VP-47), além da rodovia Transamazônica (FH-01). Nos ortognaisses e granitoides do Complexo Cuiú-Cuiú (e/ou Suíte Creporizão?) foram descritos também afloramentos no rio Tapajós (FH-37, 38, 39, 28) e em seu afluente da margem direita, o rio Pacu (FH-33, 34, 35, 36).

Afloramentos de granitoides da Suíte Parauari (FH-17, 30, 31), Gabro Ingarana? (FH-39) e de arenitos da Formação Buiuçu (FH-29, 04, 05, 06, 29), ambos pertencentes ao Domínio Pós-Orogênico, também foram visitados no rio Tapajós e na Rodovia Transamazônica (**Figura 1**).

### 2.1 Descrição de Afloramentos

#### 2.1.1 Domínio Orogrênico

##### 2.1.1.1 Grupo Jacareacanga: Rio Tapajós e Rodovia Transamazônica

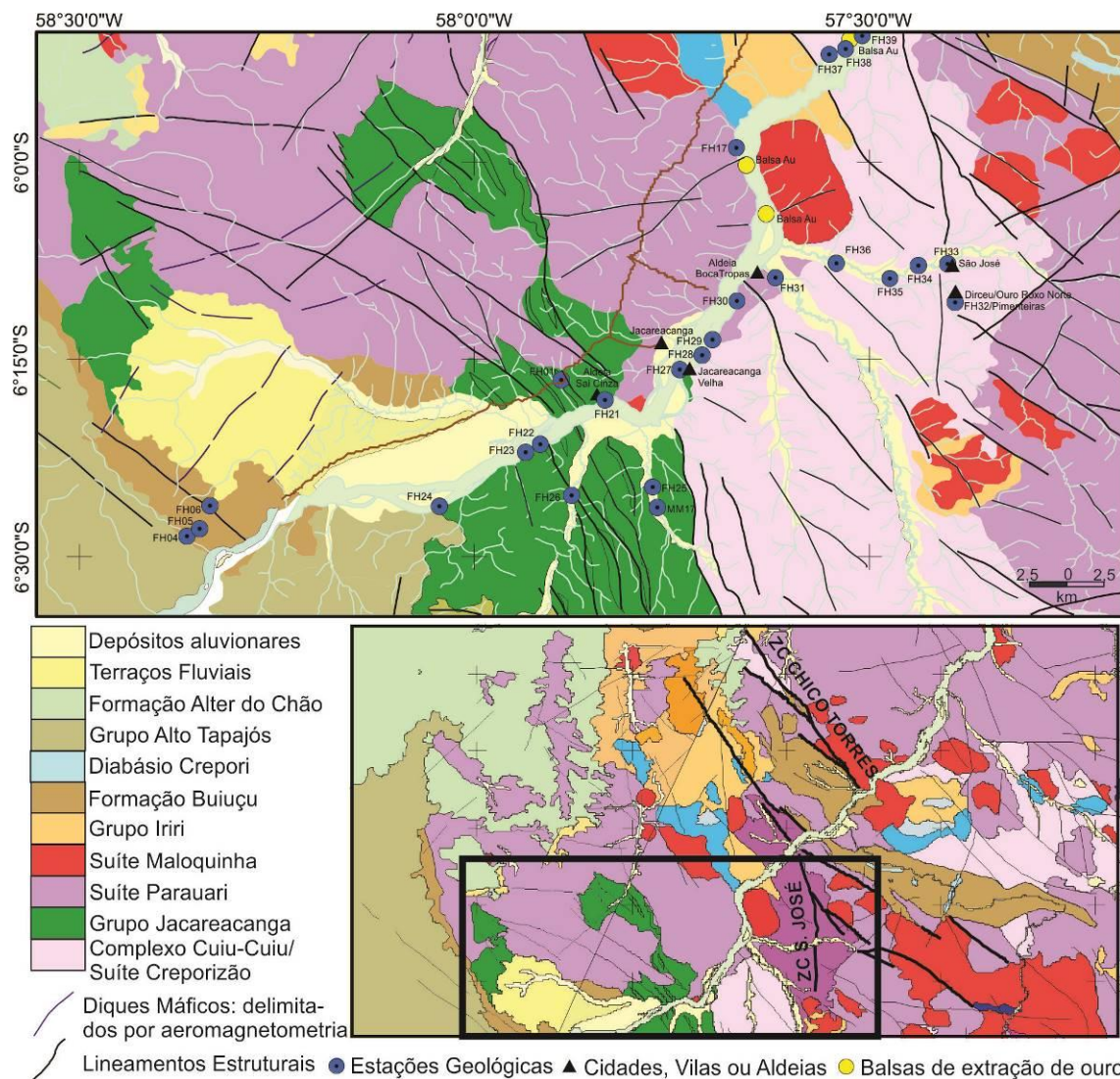


Figura 1. Mapa geológico simplificado (mod. Klein et al. 2001a) e localização da área e das estações descritas.

### Estação FH-21 (-6,300681, -57,834699; 68,6 m)

Aldeia Sai Cinza, margem esquerda do Rio Tapajós, área de lajeiro com cerca de 100m x 30m, formado por (biotita)-muscovita quartzo xisto a quartzito micáceo apresentando pelo menos 3 fases de deformação.

A foliação  $S_n$  possui orientação preferencial de micas e quartzo, onde estão contidos veios de quartzo lenticulares, localmente contendo mica, feldspato rosado, e magnetita (**Figura 2a**), com direção variando de N15E/70NW-90, apresentando-se dobrada por  $D_{n+1}$ . O evento  $D_{n+1}$  produz crenulação e dobras (intrafoliais, e em Z) com eixo 196/34 e plano axial 335/62 (**Figura 2b,c**), além de foliação plano axial  $S_{n+1}$  com direção entre N09W/86SW e N16W/64SW e lineação  $L_{n+1}$  com 196Az/36. Os indicadores cinemáticos (arraste de foliação, dobras parasíticas, etc) sugerem a existência de uma cinemática dextral. A foliação  $S_{n+1}$  aparece raramente dobrada (dobras abertas e tipo kink), gerando uma discreta foliação  $S_{n+2}$  com direção N65E/62NW (**Figura 2d**) e lineação  $L_{n+2}$  51/65.

Um importante sistema de fraturas permite o preenchimento de veios de quartzo extensionais escalonados (*tension gashes*, indicando também cinemática dextral), com boxworks, na direção principal N60W/63NE a N82W/85NE e estruturas secundárias (não preenchidas) com direção N70E/90.



FH-R-21A: quartzito micáceo com dobras (orientada)

FH-R-21B: veio de quartzo com feldspato, micas e magnetita



Figura 2. (a) Veios de quartzo com feldspato, micas e magnetita concordantes com a foliação  $S_n$  do quartzito micáceo; dobras  $D_{n+1}$  (b) parasíticas em Z e (c) intrafoliais ( $D_{n+1}$ ) no quartzito xisto; (d) dobras em kink ( $D_{n+2}$ ) com geração de discreta foliação plano axial.

### Estação FH-22 (-6,356646, -57,91646; 67,7 m)

Ponta de laje no leito do rio Tapajós e em terra firme na forma de blocos, distante 11km a montante da aldeia Sai Cinza, com área total de 15m x 10m.

A rocha é um metachert finamente bandado (**Figura 3a**), apresentando alternância de níveis milimétricos claros (félsicos) e escuros (enriquecido em ferro), similar a uma formação ferrífera bandada (BIF). A foliação definida por esse bandamento possui direção N22W/68SW, associada a uma lineação com 169/19 a 175/22, possivelmente relacionadas à fase  $D_{n+1}$  (ver medidas de FH-21). Cortando esse bandamento podem ser observados dois tipos de veios de quartzo: 1) veios de espessura centimétrica de direção N02W/30NE e 2) veios de espessura milimétrica, multidirecionais, tipo *stockwork* (**Figura 3b**).

FH-R-22: formação ferrífera bandada



Figura 3. (a) Formação ferrífera bandada finamente laminada; (b) cortada por vênulas de quartzo milimétricas multidirecionais (stockwork).

### **Estação FH-23 (-6,367056, -57,935349; 62,9 m)**

Afloramento distante 2,4km a montante da estação FH-22, situado na margem direita do Rio Tapajós. Ocorre na forma de um pequeno paredão, bastante alterado, com cerca de 10m x 2,5m.

A rocha é um mica-quartzo xisto muito alterado, com xistosidade definindo uma foliação crenulada com direção N40W/75NE e lineação 90/70 (Dn+3?), onde estão contidos alguns porfiroclastos elípticos de feldspato muito caolinizado e com sombras de pressão (**Figura 4a**). Veios de quartzo extensionais subparalelos, alguns escalonados (tension gashes), sugerindo cinemática dextral, cortam perpendicularmente a xistosidade na direção N65W/70SW (**Figura 4b**). Não amostrado.

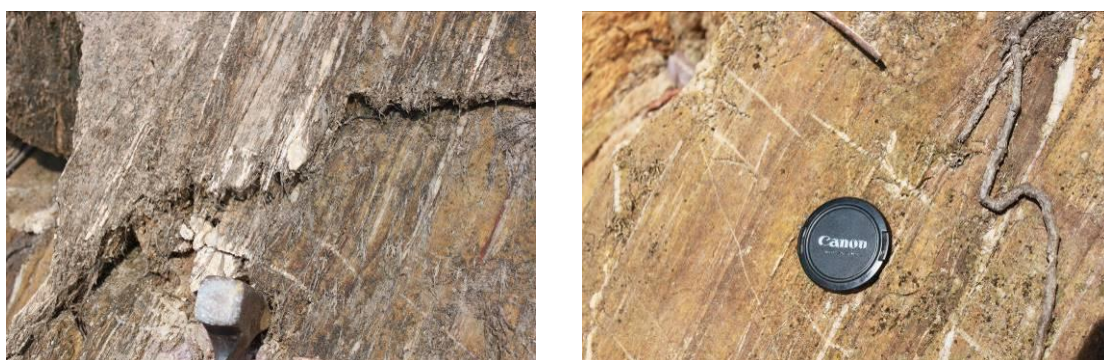


Figura 4. (a) Mica-quartzo xisto alterado exibindo xistosidade com porfiroclastos de feldspato caolinizado; (b) veios de quartzo milimétricos escalonados e subparalelos cortando perpendicularmente a xistosidade.

### **Estação FH-24 (-6,435680, -58,044437; 58,0 m)**

Afloramento situado a 14,3 km a montante da estação FH-23, na margem direita do Rio Tapajós, formado por um lajeiro com cerca de 10m x 5m (**Figura 5a**). Ocorre um metatufo(?) de cor verde claro, localmente com tons amarelados e aspecto alterado/hidrotermalizado, possuindo foliação finamente espaçada e persistente, aparentemente definida pela orientação preferencial de sericita, cuja direção é N22W/85SW (Dn+1?). Esta foliação apresenta-se crenulada e dobrada (dobras assimétricas) por evento posterior (Dn+2?), que produz plano axial com direção N42W/86NE e eixo para 90. Vênulas milimétricas de quartzo cortam a rocha em direções variadas (**Figura 5b**).

FH-R-24: Metatufo foliado

### **Estação FH-27 (-6,262339, -57,739909; 60,0 m)**

Afloramento localizado a 4,8km do porto de Jacareacanga, na margem direita do Rio Tapajós. Amplo lajeiro de 40m x 12m (**Figura 6a**) formado por paragneisse de grão fino a médio, cinza, com bandamento composicional finamente laminado, definido pela alternância de bandas milimétricas quartzo-feldspática e de filmes de biotita (e muscovita). A foliação definida por esse bandamento (Dn) está dobrada (**Figura 6b**) sendo comuns as dobras assimétricas em Z (Dn+1), com eixo 152/59 e 148/55, cuja foliação de transposição apresenta direção N20W/75NE a N08W/71NE (Sn+1). Nos domínios menos transpostos a foliação possui direção de N30W/70NE e os flancos das dobras estão menos rompidos (**Figura 6c**). Esta foliação é posteriormente dobrada (dobras tipo kink; **Figura 6d**) gerando plano axial de direção N58E/90 e eixo 70/85 e 169/80 (Dn+2).



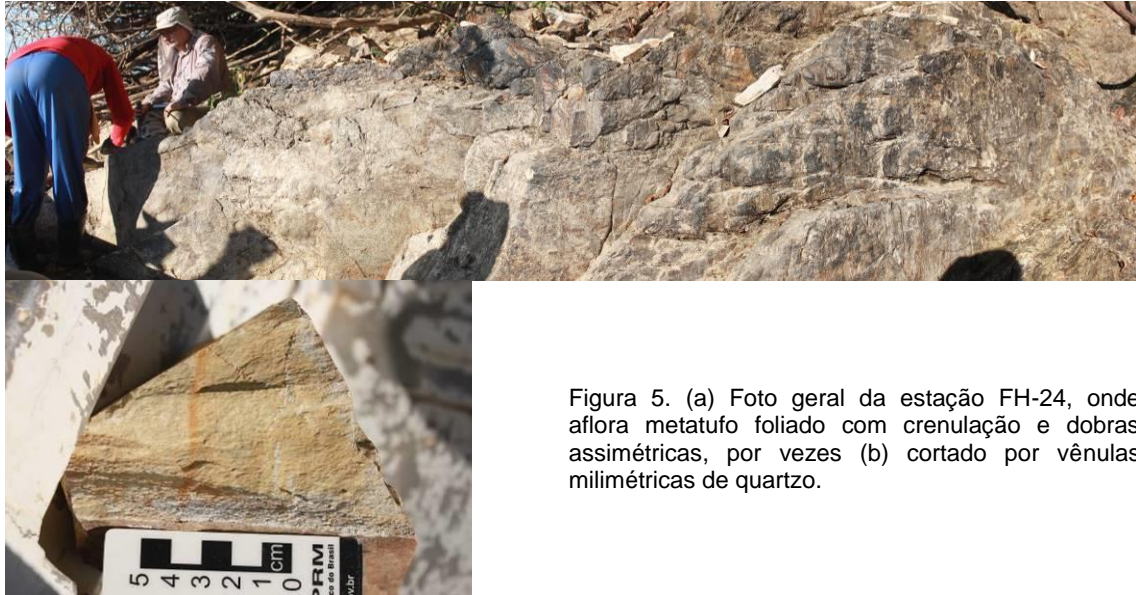


Figura 5. (a) Foto geral da estação FH-24, onde aflora metatufo foliado com crenulação e dobras assimétricas, por vezes (b) cortado por vênulas milimétricas de quartzo.

Pelo menos dois grupamentos de veios de quartzo são reconhecidos no afloramento:

- 1) Veios sin-Dn e pré-Dn+1: Veios quartzo-feldspáticos de espessura milimétrica a centimétrica (**Figura 6e**), em geral dobrados (dobras assimétricas, fechadas a intrafoliais) e rompidos, ocorrem como fitas e lentes contidas em Sn+1 (N08-20W/70-76NE);
- 2) Veios sin- a tardi-Dn+1: Veios de quartzo leitoso e de aplitos e pegmatitos lenticularizados (**Figura 6f**), com feições do tipo *pinch-and-swell*, com a foliação Sn+1 contornando as lentes ou sendo parcialmente rompidos por elas, onde é possível identificar seus contornos irregulares.

Falhas e fraturas tardias (**Figura 6g**), com espaçamento que varia de 10 a 30 cm, apresentam duas direções principais e podem cortar e deslocar discretamente (até 3cm) os veios de quartzo descritos anteriormente: a) N77W/68NE e N82W/57NE (principal) e b) N50E/80SE

FH-R-27A: Biotita paragnaisse (orientado)

FH-R-27B: Pegmatito-Aplito zonado (datação)

### **Estação FH-01 (-6,275486, -57,890377; 117,4 m)**

Estação distante 15km a NW em linha reta de Jacareacanga, situada na margem da rodovia Transamazônica, a 30 m da estrada. Ocorre um quartzo xisto bastante alterado, em parte lateritizado, onde ainda é possível identificar as estruturas planares da foliação N15W/77NE (**Figura 7**). Não amostrado.

### **2.1.1.2 Grupo Jacareacanga: Rios Cabitutu e Cadiriri**

#### **Estação FH-25 (-6,41110215, -57,77480297; 65,7 m)**

Afloramento localizado 9km a montante da foz do Rio Cabitutu, afluente da margem direita do Rio Tapajós. Ocorre na forma de um barranco com rocha muito alterada, com 10m de comprimento por 1m de altura, situado na margem direita do Rio Cabitutu.





Figura 6. (a) Vista geral da estação FH-27, onde aflora biotita paragnaisse com (b,c) dobras assimétricas ( $D_{n+1}$ ) e do (d) tipo kink intrafoliais ( $D_{n+2}$ ). Veios de quartzo (e) sin- $D_n$ /pré- $D_{n+1}$  e (f) sin/tardi- $D_{n+1}$  e (g) sistema de falhas deslocando alguns veios.



Figura 7. Vista geral do saprólito de quartzo xisto com foliação NNW (FH-01).



A rocha é um mica-quartzo xisto (cinza amarelado a roxeado) dominante com intercalações centimétricas de quartzo xisto micáceo (cinza esverdeado), além de veios milimétricos de quartzo (esbranquiçados), exibindo dobramento na forma de crenulação (**Figura 8a**).

A foliação plano axial gerada durante o dobramento ( $D_{n+1}$ ) é a direção principal encontrada (**Figura 8b**), apresentando direção  $N01E/80SW$  ( $S_{n+1}$ ), e os flancos longo e curto possuem direções  $N09E/63SE$  e  $N08W/65SW$ , respectivamente.

FH-R-25: mica-quartzo xisto

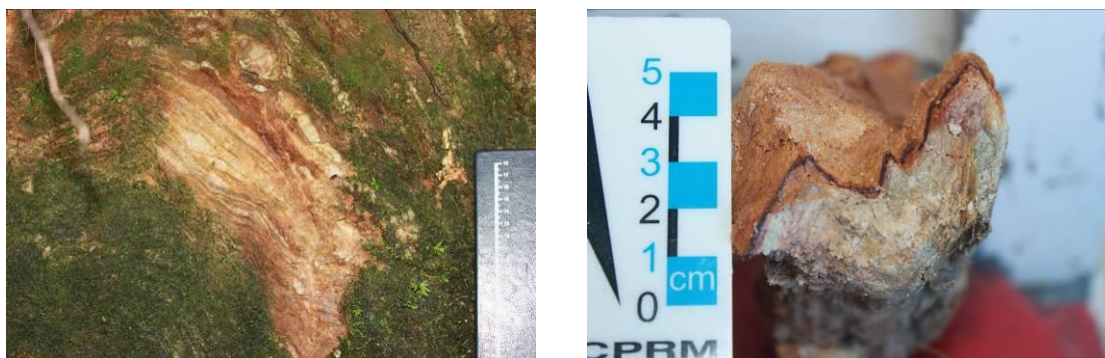


Figura 8. (a) Xistosidade principal do mica-quartzo xisto alterado e (b) detalhe da crenulação ( $D_{n+1}$ ).

#### **Estação FH-26 (-6,42185345, -57,87698105, 68,0 m)**

Rio Cadiriri, 13,6km a montante da sua foz, com afloramento situado em ambas as margens da drenagem. Lajeiro e alguns blocos em área total de 15m x 2m.

Rocha de cor rosada a avermelhada (**Figura 9a**) variando de maciça (quartzito fino) a levemente laminada (metachert), cuja estrutura ocorre dobrada (dobras assimétricas em “Z” e charneiras apertadas em cúspide, **Figura 9b**) com plano axial ( $S_{n+1}$ ) é  $N32W/69SW$  e eixo  $320Az$  com caimento suave para sul. Esta foliação  $S_{n+1}$  varia de  $N08E/60NW$  a  $N08W/54SW$  e está dobrada por um evento  $D_{n+2}$ , produzindo dobras em caixa com plano axial variando de  $N76E/82SW$  e  $N75W/15SW$  (**Figura 9c**) e eixo  $08/180$ .

A rocha está bastante recristalizada (efeito termal? Silicificação causada pela colocação dos veios de quartzo?), sendo responsável por obliterar o fino bandamento do metachert, tornando-o com aspecto maciço. Vários tipos de veios foram encontrados: a) fraturas milimétricas preenchidas por óxidos de Fe-Ti; b) fraturas milimétricas a centimétricas preenchidas por veios de quartzo fino ( $N85W/80NE$ ;  $EW/48N$ ), em geral subparalelos com a foliação  $S_{n+2}$  e perpendiculares a foliação  $S_{n+1}$  (**Figura 9d**) e c) fraturas centimétricas preenchidas por quartzo grosso com boxworks hexagonais e quadráticos (pirita, magnetita?).

FH-R-26: metachert

#### **Estação MM-15 (-6,43713710, -57,76866800, 70,8 m)**

Afloramento situado 3,0km a montante da estação FH-25, na margem direita do Rio Cabitutu. Está localizado num barranco com 20m de extensão por 3m de altura dominado por blocos.

Ocorre um quartzo xisto a quartzito micáceo bastante lateritizado, embora preserve bem as estruturas planares. Essa descrição difere daquela da estação original MM-15 (PROMIN-



Tapajós), que indica a presença de um filito. Isso se deve possivelmente pela época do ano em que foi descrito, devendo o mesmo aflorar em alguma laje hoje encoberta pelo nível mais alto do rio. Estação sem fotos e sem amostras.



Figura 9. (a) amostra de mão do metachert recristalizado e (b) dobrado ( $D_{n+1}$ ), possuindo por vezes foliação de baixo ângulo ( $D_{n+2}$ ) e finos veios de quartzo cortando a foliação de mais alto ângulo ( $D_{n+1}$ ).

### 2.1.1.3 Complexo Cuiú-Cuiú: Rio Tapajós

#### **Estação FH-37/MP-20 (-5,86273416, -57,55064221; 55,6 m)**

Afloramento na forma de inúmeros blocos de diversos tamanhos e matacão in situ, localizado na margem esquerda do Rio Tapajós.

Rocha de cor cinza rosada, bastante magnética (imã), exibindo importante bandamento composicional (**Figura 10a**), com textura equigranular e grão médio-fino, localmente grosso. Este bandamento é definido pela alternância de bandas centimétricas a métricas de um biotita monzogranito a granodiorito fino rosado, isótropo, intercalado com níveis descontínuos submilimétricos de biotita e hornblenda, preferencialmente orientados, e níveis e lentes centimétricos (< 1 cm) de sienogranito rosa, grosso, isótropo, paralelos com veios quartzo-feldspáticos submilimétricos, estando em geral ondulados (**Figura 10b**). A delimitação entre esses níveis e bandas de diferentes composições nem sempre é nítida, não havendo um limite perfeitamente definido (**Figura 10c**), sendo melhor observado quando realçados pela alteração intempérica. Aglomerados de sulfetos (pirita) com menos de 2mm foram identificados, gerando um halo de alteração alaranjado de hidróxidos de Fe na rocha encaixante.

A estruturação identificada apresenta planos de direção entre N70W/75SW e N74E/80NW, sugerindo se tratar de um bandamento composicional de origem magmática, uma vez que não se observam cristais estirados ou indícios de recristalização no estado sólido.

FH-R-37: hornblenda biotita granitoide bandado (bandamento ígneo)



Figura 10. (a) Vista geral do afloramento exibindo bandamento composicional, (b) realçado pela alteração, mas quando (c) fresco não se mostra tão nítido.

**Estação FH-38 (-5,85606133, -57,53028005; 55,2 m)**

Ampla laje com cerca de 30m x 15m na forma de ilha, próxima a margem esquerda do Rio Tapajós (**Figura 11a**).

A rocha local é um hornblenda-biotita monzogranito a granodiorito gnáissico, de cor cinza a cinza rosada, equigranular a discretamente porfirítico, apresentando uma foliação penetrativa, definida pelo arranjo planar preferencial dos minerais máficos, em geral na forma de agregados. Esta foliação contorna alguns porfiroclastos oftálmicos de feldspato centimétricos.

A intensidade da deformação responsável pela geração da foliação e lineação presentes é bastante variável ao longo do afloramento (partição da deformação), indo de tipos intensamente foliados (**Figura 11b**) a isótipos, excepcionalmente contendo sulfetos disseminados e concentrações locais de magnetita maciça (**Figura 11c**).

Além da foliação foi identificado bandamento composicional subparalelo milimétrico a centimétrico definido por corpos lenticulares de sienogranito fino a médio, equigranular, internamente foliado e com limites em geral difusos com o monzogranito e granodiorito gnáissico. A foliação da encaixante varia de N45W/73NE a N56W/71NE, com lineação para 90/31Az, sendo cortada por veios de quartzo multidirecionais localizados (*stockwork*).

Fatura e falhas subparalelas e com espaçamento métrico apresentam direção de N20E/90 a N10W/90, onde se encaixa um dique de sienogranito grosso (N07E/70SE),



discordante com a foliação, sem estruturação interna e com limites mais nítidos e abruptos (**Figura 11a**).



Figura 11. (a) Vista geral do afloramento exibindo dique sienogranítico subconcordante com a foliação regional do monzogranito a granodiorito gnáissico, (b) monzogranito isotrópico a discretamente foliado com concentrações locais de magnetita maciça e sulfetos disseminados; e (c) tipo monzogranítico francamente foliado.

Algumas possibilidades podem ser levantadas para a origem do bandamento composicional observado: a) colocação das lentes e diques aplíticos e de sienogranito numa foliação metamórfica pré-existente; b) geração sincrônica da foliação metamórfica e dos corpos tabulares e lentes de sienogranito.

FH-R-38: hornblenda-biotita monzogranito gnáissico

### **Estação FH-28 (-6,24392107, -57,71170819; 41,2 m)**

Estação distante 3,7 km (em linha reta) a jusante da estação FH-27, aflorando numa ilha do Rio Tapajós, dominada por laje com 15m x 10m (**Figura 12a**).

A rocha dominante varia de um hornblenda-biotita monzogranito a granodiorito de grão médio a grosso (heterogranular), cinza claro, localmente com matizes rosados a avermelhados resultado do tingimento dos feldspatos causado pela solubilização dos minerais máficos e óxidos de Fe-Ti (hematitização). Apresenta valor modal elevado de minerais máficos (15-25%), em geral com distribuição irregular, que formam clots intersticiais preferencialmente alinhados, definindo uma discreta foliação NW (**Figura 12b**).

Também foram observados enclaves microgranulares máficos, cetimétricos, ovalados, apresentando contatos irregulares, interpenetrados e com cristais pingados da hospedeira. Em contato (não observado) com esta rocha monzogranítica/granodiorítica ocorre um biotita monzo a sienogranito, equigranular médio, isotrópico, de cor cinza rosado (**Figura 12c**), apresentando

teor de máficos mais baixo (<10%), distribuídos pontualmente na matriz, além de apresentar quartzo fumê (Suíte Parauari?).



Figura 18. Vista geral da (a) estação FH-28, composta por (b) hornblenda-biotita monzogranito/granodiorito gnáissico e (c) biotita monzogranito cortados por (d) sistema de falhas/fraturas

Todo esse conjunto é cortado por um sistema de fraturas/falhas (**Figura 12d**), com três direções principais, com alguns planos preenchidos por clorita e epidoto: (F1) apresenta direção N37W/65NE e espaçamento centimétrico a decimétrico (dominante); (F2) direção variando de N66-77W/85NE, espaçamento decimétrico e preenchimento por clorita e epidoto; (F3) direção N42E/80NW e espaçamento métrico.

FH-R-28A: hornblenda-biotita monzogranito-granodiorito gnáissico

FH-R-28B: biotita monzogranito

#### 2.1.1.4 Complexo Cuiú-Cuiú: Rio Pacu

##### **Estação FH-33 (-6,12812449, -57,40048846; 70,3 m)**

Estação situada a 120m a jusante da Vila do São José, com laje aflorando em forma de ilha próxima da margem esquerda do Rio Pacu, apresentando aproximadamente 3m x 4m em sua porção emersa (**Figura 13a**).

A rocha existente é um biotita monzogranito com hornblenda, cinza rosado, magnético, de grão médio, equigranular e gnáissico (**Figura 13b**), apresentando foliação persistente NNE (N10E/90), definida pelo alinhamento dos minerais máficos e com espaçamento milimétrico (1-5mm). Alguns enclaves máficos centimétricos, lenticularizados e concordantes com a foliação também foram localmente identificados (**Figura 13c**). Entretanto, não foi observada lineação definida pelo estiramento dos minerais félsicos.

São observadas fraturas, com espaçamento métrico, preenchidas por veios aplíticos, pegmatóides e de quartzo de espessura centimétrica (**Figura 13a**), que cortam ortogonalmente a foliação NNE em direções WNW e mergulhos subverticais (N70-80W/90).



## FH-R-33: biotita monzogranito gnáissico com hornblenda



Figura 13. (a) Aspecto geral da estação FH-33 mostrando o biotita granito gnáissico com a foliação truncada por veio aplítico; (b) amostra de mão do biotita granito gnáissico apresentando foliação penetrativa com espaçamento centimétrico; (c) enclave máfico lenticularizado concordante com a foliação NNE do gnáissico hospedeiro.

### **Estação FH-34 (-6,12981521, -57,43760563; 71,7 m)**

Estação distante 4,0 km a jusante da estação FH-33, situada na margem esquerda do Rio Pacu, em pequena laje com cerca de 2m.

Volta aflorar o mesmo biotita monzogranito gnáissico com hornblenda da estação anterior. Possui foliação descontínua, mas agora mais penetrativa e persistente também na direção NNE e com mergulhos subverticais (N03E/85SE). Além disso, foram observados sinais de deformação, aparentemente mais intensa em função do estiramento de minerais quartzo-feldspáticos (**Figura 14a**). Foi identificado também um tipo equigranular, rosado, de grão fino e composição sienogranítica, pouco foliado, embora não se saiba a relação entre ambos (**Figura 14b**).



Figura 14. Aspecto macroscópico dos litótipos identificados na estação FH-34: (a) biotita monzogranito gnáissico com hornblenda e (b) biotita sienogranito foliado.

Distante 2,65 km a jusante deste afloramento ocorrem blocos de 1,5m x 1,0m caídos na margem esquerda do Rio Pacu, onde volta a aflorar um biotita monzogranito gnáissico, grosso a

médio, com magnetita, e níveis enriquecidos em minerais máficos preferencialmente orientados (PC004: )

FH-R-34a: biotita monzogranito gnáissico com hornblenda

FH-R-34b: biotita sienogranito foliado

### **Estação FH-35 (-6,14656501, -57,47399038, 55,2 m)**

Estação distante 4,5 km a jusante da estação FH-34, aflorando como matacão na forma de ilhas situadas próximas da margem direita do Rio Pacu.

A rocha varia de monzogranito a granodiorito foliado, equigranular, grão médio, cinza com discretos matizes rosados, localmente formando um bandamento com níveis aplíticos subconcordantes com a foliação de baixo ângulo (**Figura 15a**). Esta foliação, definida pelo alinhamento preferencial de biotita ou agregados máficos, nem sempre é bem visível, não sendo penetrativa e contínua em amostra de mão (**Figura 15b**), sendo realçada apenas pelas capas de alteração intempérica.

Este bandamento (ígneo?) ocorre dobrado (dobras assimétricas e ptigmáticas) que gera uma foliação plano axial de alto ângulo (**Figura 15a**). O conjunto é posteriormente cortado por falhas verticais normais (**Figura 15c**). Infelizmente medidas estruturais não foram tomadas em função da incerteza se o afloramento está in situ ou não.

FH-R-35: biotita monzogranito/granodiorito foliado



Figura 15. (a) Afloramento de biotita granito foliado apresentando foliação de alto ângulo e dobras assimétricas; (b) aspecto macroscópico do granito com tênue foliação (ígneo?); (c) bandamento (ígneo?) de baixo ângulo truncado por planos de falha subverticais.

### **Estação FH-36 (-6,12711397, -57,54192520; 66,2 m)**

Estação distante 7,8 km a jusante da estação FH-35, aflorando como laje (15m x 10m) na margem esquerda do Rio Pacu, na antiga comunidade Nova Olinda, próximo a foz de um igarapé.

A rocha aflorante é um hornblenda-biotita monzogranito com foliação incipiente (ígneo?) com direção NS (N02E/85SE), textura equigranular de grão grosso a discretamente porfirítico (**Figura 16a**), podendo apresentar localmente um sutil e incompleto mantecamento de



megacristais de álcali-feldspato por albita (textura rapakivi; **Figura 16b**). Lentes e diques aplíticos e leucograníticos subconcordantes com a foliação do granitoide são comuns (**Figura 16c**). Além desses diques e aplitos, é observado enclave de um biotita-hornblenda tonalito ou quartzo diorito fino a médio e equigranular, com foliação penetrativa com direção ortogonal a da encaixante. Este enclave (xenólito?) é métrico, possui contornos irregulares, ligeiramente arredondados, e também está subconcordante com a foliação do granitoide encaixante (**Figura 16d**).

As lentes leucograníticas e aplíticas estão suavemente dobradas (onduladas) produzindo uma foliação plana axial (P.A.), espaçada, com direção preferencial EW (N88E/78SE), cujo espaçamento varia de centimétrico a métrico. Esta foliação P.A. provoca eventualmente deslocamento dos veios aplíticos indicando, em planta, cinemática destal (**Figura 16c**).

FH-R-36: hornblenda-biotita monzogranito grosso foliado



Figura 16. (a) Aspecto geral do hornblenda-biotita monzogranito grosso, discretamente foliado, raramente exibindo indícios de (b) textura rapakivi; (c) lentes e diques apolíticos subconcordantes com a foliação (Sn?) são truncados por falhas subparalelas a uma foliação plano axial espaçada (Sn+1?); (d) enclaves (biotita-hornblenda tonalito ou quartzo diorito?) irregulares e orientados segundo Sn.

## 2.1.2 Domínio Pós-orogênico

### 2.1.2.1 Gabro Ingarana e Suíte Parauari: Rio Tapajós

**Estação FH-39 (-5,83933759, -57,50865231; 63,8 m)**

Afloramento na forma de laje e blocos (60m x 25m), situado na margem esquerda do Rio Tapajós (**Figura 17a**), na propriedade do Sítio Bom Jardim, distante 3km a jusante da estação FH-38.

Aflora um gabrodiorito fino, em geral isótropo, e de cor cinza esverdeado (**Figura 17b**), indicando atuação de hidrotermalismo (epidotização?), sendo possível observar pirita

disseminada na matriz. Localmente apresenta discreta orientação preferencial dos minerais máficos. Ocorre cortado por um sistema de fraturas com espaçamento centimétrico a métrico, preenchido por veios submilimétricos de quartzo leitoso (**Figura 17c**), além de epidoto e pirita: a) F1 (principal) – N40E/75SE; b) F2 – N60W/85SW; c) F3 – N32W/90.

FH-R-39: Gabrodiorito



Figura 17. (a) Vista geral do afloramento do gabrodiorito, (b) aspecto isótropo e (c) sistema de fratura com planos preenchidos por veios de quartzo leitoso.

### **Estação FH-17 (-5,98076770, -57,66821165; 30,9 m)**

Estação distante 29 km (em linha reta) a jusante da cidade de Jacareacanga, aflorando numa ampla área de cerca de 200m de extensão, dominada por lajes, blocos e matacões, situada na margem esquerda do Rio Tapajós (**Figura 18a**). O acesso foi realizado via ramal, estrada carroçável, partindo da rodovia Transamazônica.

A rocha dominante é um biotita monzogranito com titanita?, heterogranular (grão variando de grosso a médio, localmente com porções pegmatóides), caracterizado por apresentar um bandamento composicional com direção NW e mergulhos suaves (**Figura 18b**). Neste bandamento (ígneo) é possível identificar bandas centimétricas a decimétricas deste monzogranito alternando com níveis centimétricos de composição granodiorítica (equigranular e grão médio) e níveis milimétricos de um tonalito a quartzo diorito (equigranular, fino e com maior concentração de máficos). Vale ressaltar que a biotita existente nestes litótipos e, principalmente nos níveis mais enriquecidos em máficos, não apresenta internamente orientação preferencial.

Este granitoide também possui inúmeros tipos de enclave, vários deles classificados como xenólitos e compostos de granitos: (1) biotita monzogranito grosso equigranular a porfirítico, levemente foliado, centimétrico (10-15 cm), com forma ovalada, arredondada, cortado por injeções da hospedeira (**Figura 18c**); (2) sienogranito cinza esverdeado (charnockito?), equigranular de grão grosso, isótropo, localmente com textura rapakivi, centimétrico (5-10 cm), e formato circular, bastante arredondado (**Figura 18d**); (3) leucogranito rosado, de grão médio, equigranular, isótropo, centimétrico (5-10 cm), com formato ovalado; (4) biotita gnaiss protomilonítico, centimétrico (<5 cm), lenticular, ligeiramente arredondado (**Figura 18e**); (5) quartzito de cor branco, grão fino, centimétrico (< 5 cm), com formato



variando de elíptico arredondado a lenticular. Enclaves microgranulares máficos (6) milimétricos a centimétricos e com formato variado (quadráticos, ovalados, lenticulares e triangulares) são abundantes, sendo possível identificar discretos cristais pingados da encaixante (**Figura 18f**).

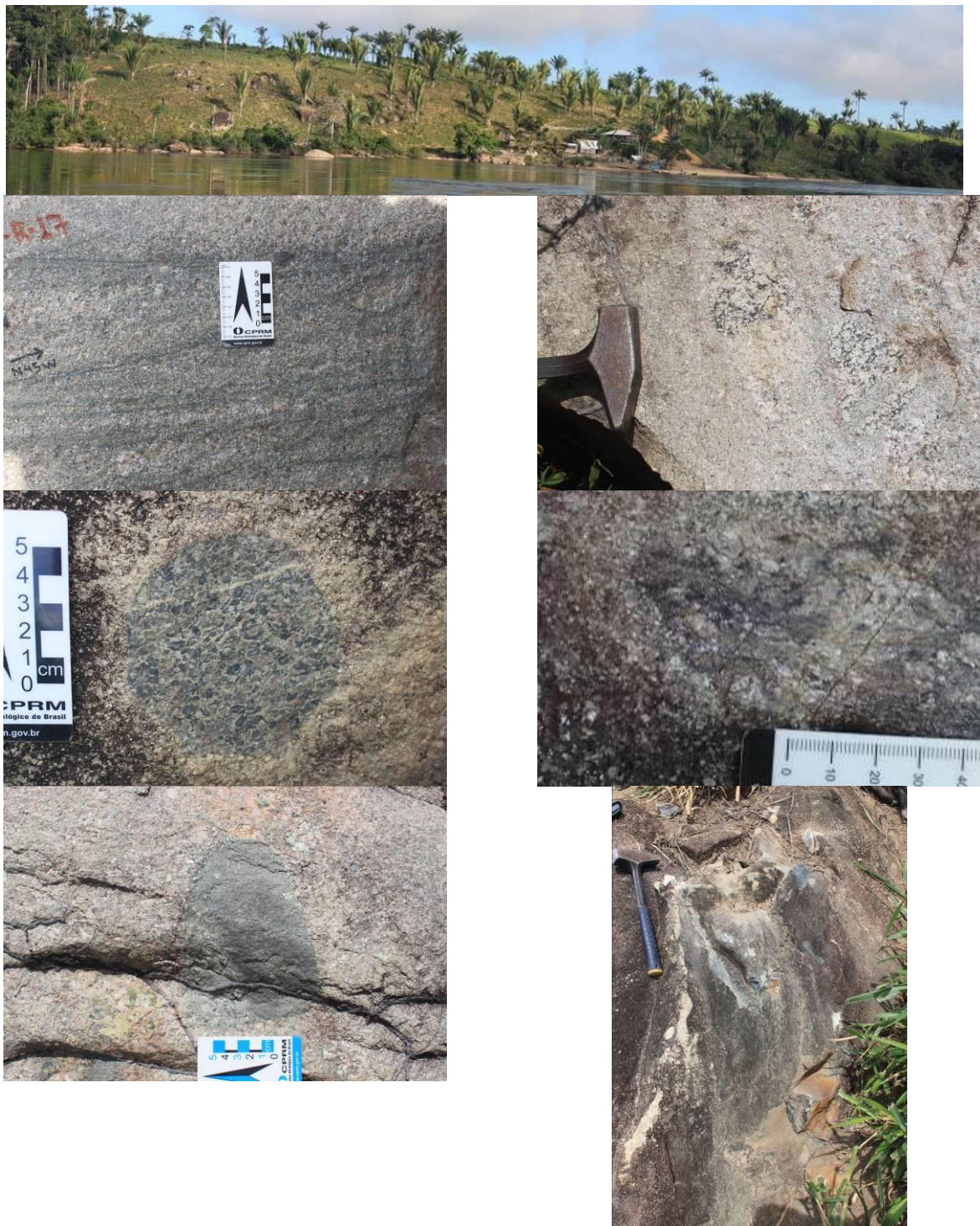


Figura 18. (a) Aspecto geral da estação FH-17 visto do rio Tapajós; onde aflora um biotita monzogranito com (b) bandamento ígneo apresentando inúmeros enclaves, entre eles: (c) monzogranito grosso porfírico foliado, (d) sienogranito rapakivi, (e) gnaíse protomilonítico, (f) enclave microgranular máfico (EMM). (g) Dique métrico de dacito/andesito pórfiro cortando a rocha encaixante monzogranítica.

Além dessa ampla variedade de enclaves, é possível identificar dique, com cerca de 1m de largura, de rocha subvulcânica intermediária intrusiva neste biotita monzogranito (**Figura 18g**). Trata-se de um dacito (ou andesito) pórfiro de matriz criptocristalina/microfanerítica, de



cor cinza esverdeada e tons escuros, apresentando eventualmente fenocristais de plagioclásio ripiforme destacados da matriz.

FH-R-17A: Biotita monzogranito

FH-R-17B: Dacito/Andesito Pórfiro

### **Estação FH-30 (-6,17545408, -57,66783916; 73,9 m)**

Amplio afloramento na forma de lajes, matacões e blocos, situado na margem direita do Rio Tapajós (**Figura 19a**), em uma área aproximada de 150 m de extensão formando pequenos morrotes, distante 6,4 km em linha reta da estação FH-29.

A rocha é um monzogranito, cinza rosado, isótropo (**Figura 19b**), com textura equigranular variando de média a grossa, a localmente porfírica, devido a presença eventual de megacristais tabulares rosados de até 2 cm de álcali-feldspato. Quartzo fumê é característico e pode chegar a 30% modal da rocha. Os minerais máficos presentes (biotita, +/- anfibólio, epidoto e magnetita) ocorrem frequentemente na forma de clots. Enclaves microgranulares máficos centimétricos, ovalados a elípticos, com a mesma composição dos clots, são também observados.

Importante sistema de falhas/fraturas (**Figura 19c**) corta este granito em duas direções principais, ambas com espaçamento centimétrico a decimétrico: (1) N10W/76SW e (2) N70W/72NE.

FH-R-30: biotita monzogranito



Figura 19. Vista geral da (a) estação FH-30, onde aflora (b) biotita monzogranito isótropo cortado por um (c) sistema de falhas/fraturas com direção WNW e NNW.

### **Estação FH-31 (-6,14608926, -57,61903863; 60,9 m)**

Aforamento na forma de bloco no Rio das Tropas, próximo da sua foz com o Rio Tapajós, distante 6,3km em linha reta para leste da estação FH-30. Ocorre diorito fino (ou



diabásio alterado?) com matriz cinza esverdeada, contendo diminutos cristais de sulfeto disseminado, envolvendo fenocristais ripiformes de feldspato (plagioclásio), discretamente orientados (fluxo magmático). Originalmente incluída por Santos et al. (2004) na Suite Tropas, mas cartografado pela equipe do PROMIN-Tapajós (CPRM, 2000) como pertencente a Suíte Parauari. Sem fotos.

FH-R-31: Diorito fino porfirítico

### **2.1.2.2 Formação Buiuçu: Rodovia Transamazônica**

#### **Estação FH-29 (-6,22466968, -57,69839672; 61,2 m)**

Afloramento distante 2,6 km a jusante da estação FH-28, situado na forma de barranco na margem direita do Rio Tapajós, com cerca de 12m x 1,5m. A rocha é um quartzo arenito bastante ferruginoso e lateritizado apresentando sets centimétricos a métricos de estratificação cruzada tabular. Sem amostras e sem registro fotográfico.

#### **Estação FH-04 (-6,47342621, -58,36445368; 66,2 m)**

Afloramento situado próximo a margem da rodovia Transamazônica, distante cerca de 72 km em linha reta a oeste da cidade de Jacareacanga-PA, já em solo amazonense. A estação possui área aproximada de 1000 m<sup>2</sup> e é representada por um pacote sedimentar, onde a base é formada por conglomerados/arenitos conglomeráticos e o topo por arenitos arcoseanos.

O arenito arcoseano possui cor creme, levemente rosada, grão fino-médio, subarredondado e esfericidade baixa a moderada, apresentando-se finamente laminado e formando estratificações cruzadas tabulares com set centimétricos, de baixo ângulo, apresentando So N30E/10-15SW (**Figura 20a**) e indicando granocrescência ascendente. Sistema de falhas/fraturas também corta este pacote, cuja direção dominante é NS/70E, sendo possível identificar o preenchimento de veios de quartzo submilimétricos (**Figura 20b**).

Arenitos conglomeráticos e conglomerados polimíticos ocorrem na parte basal do pacote sedimentar. Possuem matriz arenítica grossa, bastante mal selecionada, envolvendo seixos de origem, formato (esfericidade/arredondamento) e tamanho variados. Dominam intraclastos da do pacote considerado de topo, que pode estar intercalado com os conglomerados, em nível estratigráfico inferior. Os seixos são de um arenito feldspático laminado, de cor rosa claro, subarredondados, com moderada a alta esfericidade e podem por vezes superar os 10 cm de tamanho (**Figura 21a**).

Ocorrem ainda seixos de quartzito branco a creme com formato quadrático, subarredondado, centimétrico e de quartzo arenito grosso, subangulosos e esfericidade moderada a alta, centimétricos (**Figura 21b**). Além desses, são observados também seixos de argilito maciço a finamente laminado, esverdeados a avermelhados, arredondados a subarredondados, com alta esfericidade e com tamanho inferior a 10 cm. Mais raramente são descritos seixos de gnaiss e de rocha vulcânica. O seixo do gnaiss, onde há indícios de migmatização com geração de melanossoma e leucossoma, possui cerca de 8 cm, é subarredondado e com moderada a baixa esfericidade, possuindo também uma face plana (**Figura 21c**). Já os seixos de uma rocha vulcânica alterada (**Figura 21d**), porfirítica, com matriz de cor avermelhada e fenocristais de feldspato branco (caolinizados), mostram-se subarredondados e com esfericidade moderada a baixa.

FH-R-04: Conglomerado polimítico

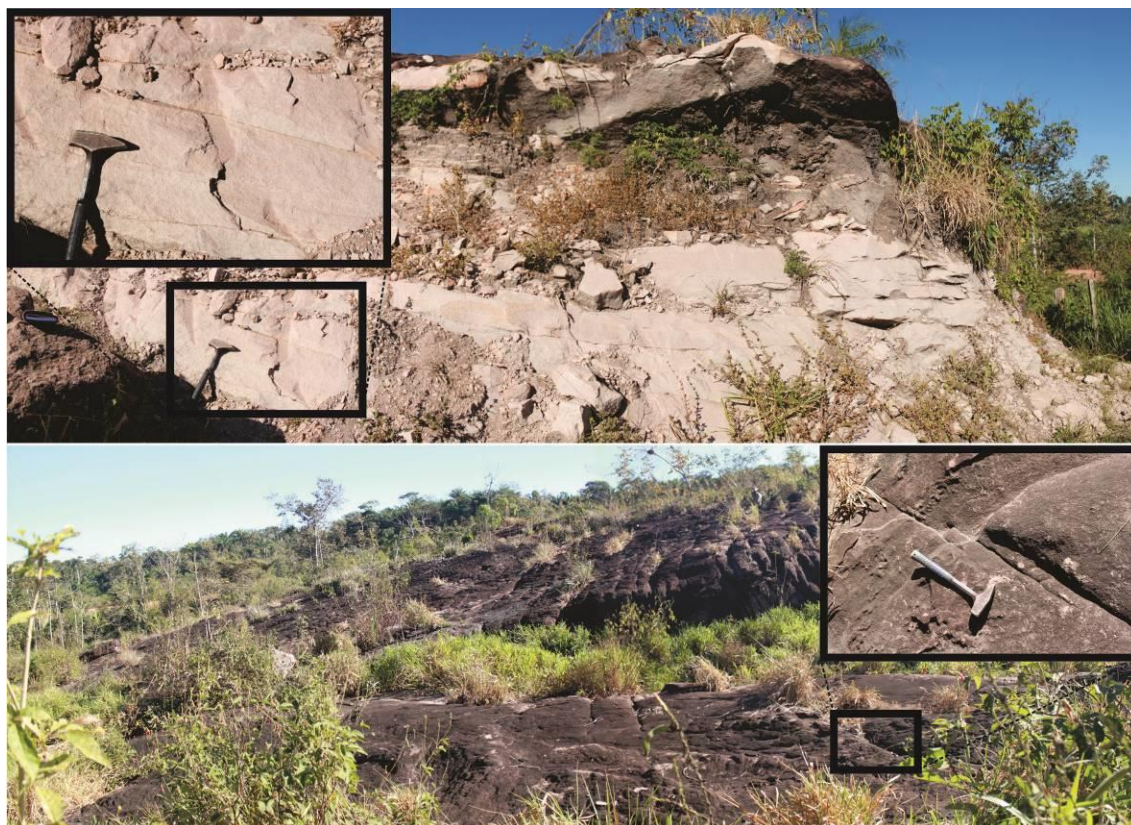


Figura 20. Vista geral de parte da estação FH-04 contemplando pacote sedimentar de topo formado por arenitos feldspáticos (a) finamente laminados e com estratificação cruzada tabular e (b) fraturas localmente preenchidas por veios submilimétricos de quartzo

#### **Estação FH-05 (-6,46403555, -58,34845690, 79,7 m)**

Afloramento na forma de barranco (25m x 3,5m) situado na margem direita (sentido Jacareacanga) da rodovia Transamazônica, distante 2 km a leste (linha reta) da estação FH-04.

Afloramento bastante alterado, marcado pela presença de camada métrica de arenito arcoseano a lítico na base (**Figura 22a**), finamente laminado (estratificação plano paralela), com So de direção WNW e mergulhos suaves para SW (N70W/10SW), sobreposto por camada decimétrica de quartzo arenito fino maciço, friável, e recoberto no topo por camada métrica de (orto)conglomerados (**Figura 22b**) com elevado percentual de seixos (fenoclastos).

Estes seixos estão em geral com seu eixo maior alongado segundo o plano do So (**Figura 22c**), são subarredondados, possuem esfericidade moderada a baixa e tamanhos variando de 1 cm a 25 cm. Grande parte deles (**Figura 22d**) corresponde a arenitos feldspáticos finos (intraclastos), além de subordinados compostos de vulcânicas félsicas alteradas (vide estação FH-04).

FH-R-05: Conglomerado polimítico



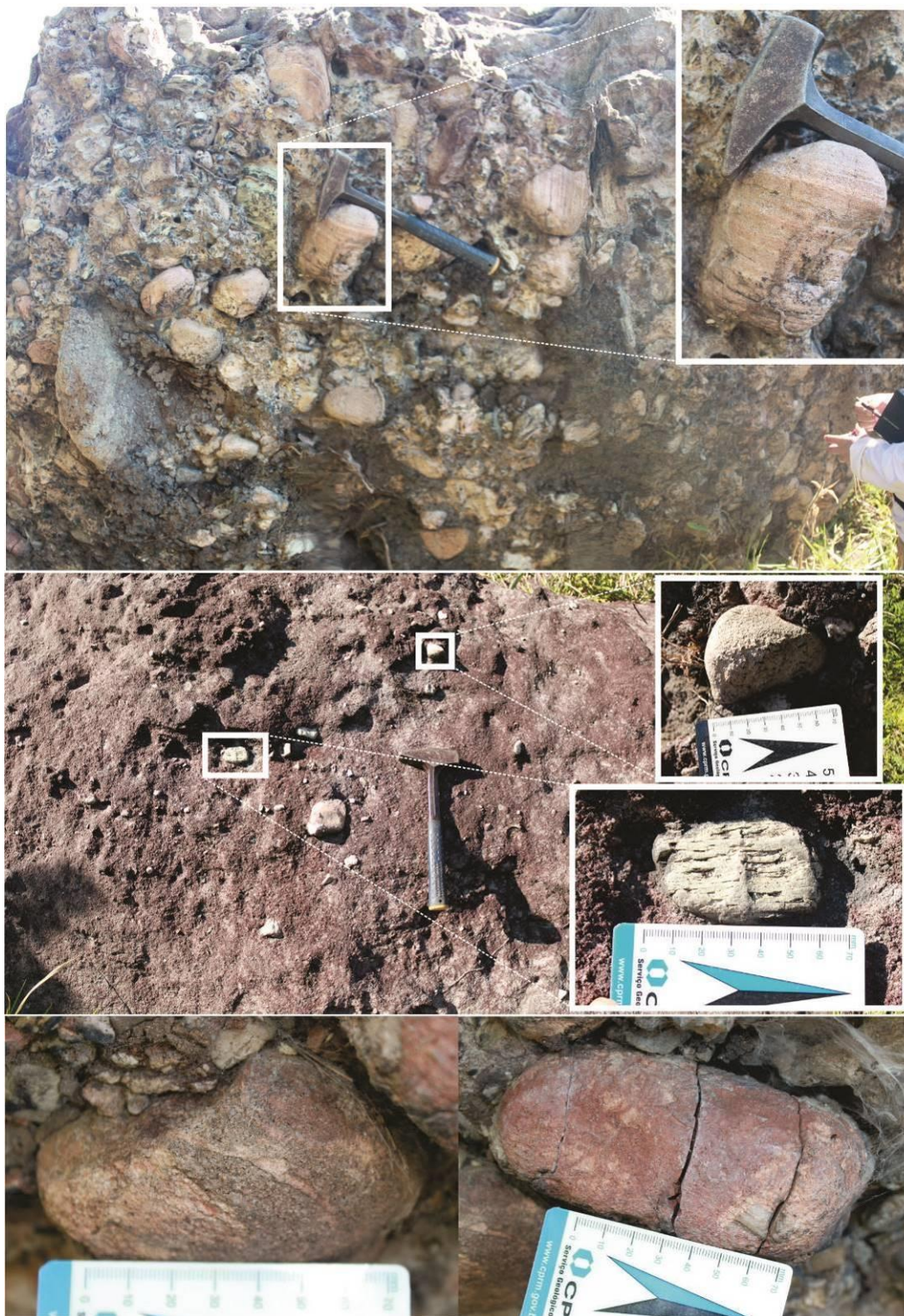


Figura 21. Pacote de conglomerados e arenitos conglomeráticos contendo variedade de clastos, desde (a) arenitos feldspáticos (intraclasto), (b) quartzitos e quartzos arenitos, além de (c) gnaiss e (d) vulcânica alterada.

**Estação FH-06 (-6,43521940, -58,33494418; 105,4 m)**

Afloramento na forma de lajes e matacões (30m x 15m) situado na margem direita (sentido Jacareacanga) da rodovia Transamazônica, em área de pasto de fazenda a 50m da estrada e distante 3,5 km a leste (linha reta) da estação FH-05.

As lajes, matacões e blocos encontram-se alinhados segundo uma direção NS, sendo representados por um arenito feldspático a lítico variando localmente para um arenito



conglomerático a paraconglomerado intraformacional, cujo pacote mostra o acamadamento NE a NNE bastante verticalizado (**Figura 23a**) com caimento para NW (So: N50-55E/85NW a N88E/78NW).

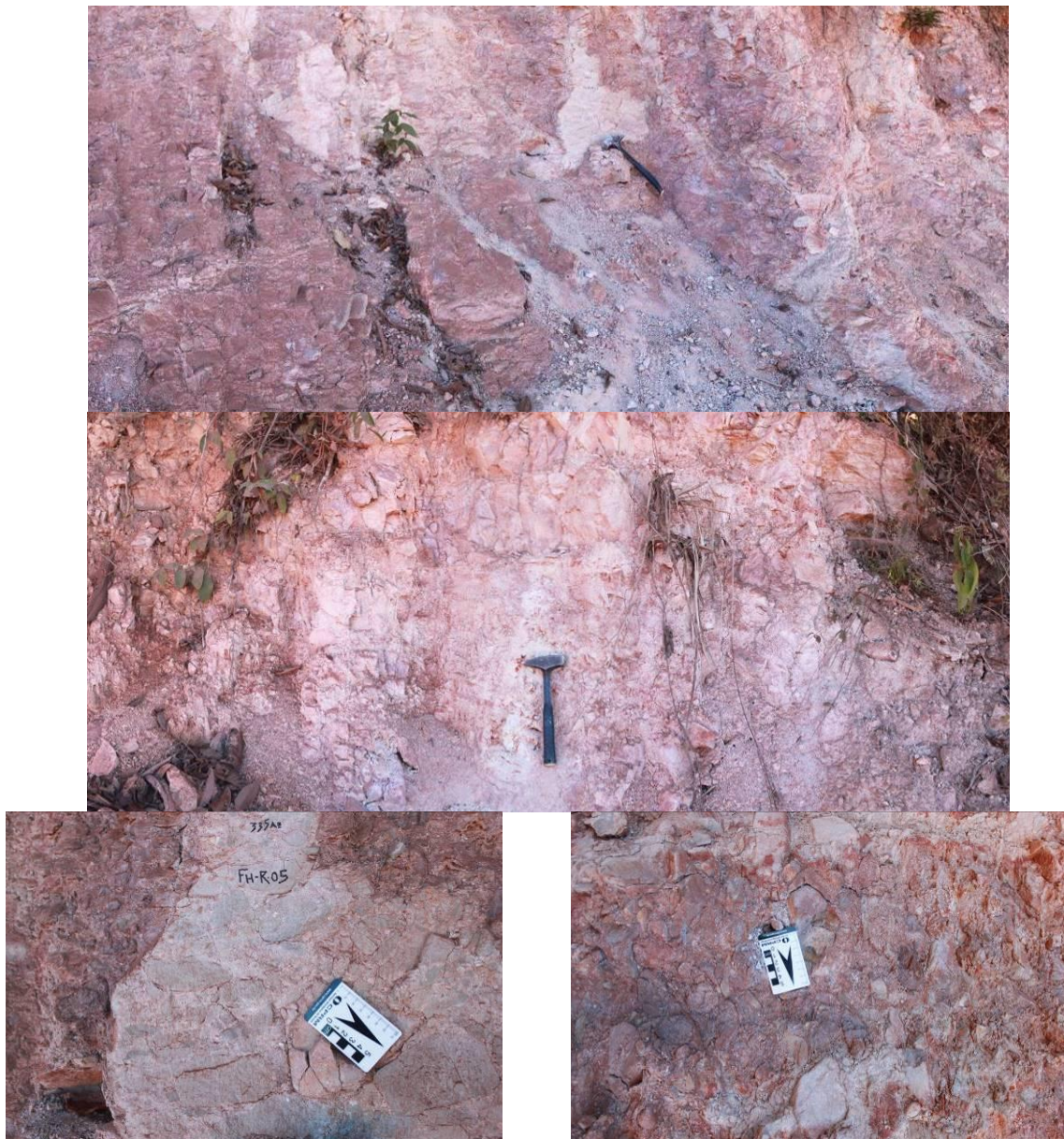


Figura 22. Estação FH-05 onde ocorrem intercalados (a) arenitos feldspáticos e líticos laminados, quartzito arenito fino maciço, e (b) ortoconglomerados. Nos conglomerados é possível identificar a (c) orientação do eixo maior dos seixos segundo o So e a presença de seixos de (d) arenito feldspático e de vulcânicas félsicas alteradas.

Este pacote sedimentar ocorre francamente recortado por veios de quartzo multidirecionais, sendo possível identificar ao menos três direções principais:

- (1) Veios de quartzo mais possantes (até 5 cm de espessura), formando um padrão do tipo stockwork controlado estruturalmente (network vein), produzindo uma textura brechada (**Figura 23b**). É possível ainda identificar boxwork e impregnação de óxido de ferro (hematita solubilizada?). Veios de quartzo com crescimento sintaxial são pouco comuns. As direções principais indicam paralelismo com o So verticalizado, mostrando planos NE com mergulho alto para NW (V1 N46-65E/60-85NW);
- (2) Veios de quartzo centimétricos (< 2-3 cm) truncando o So (**Figura 23c**), com direção dos planos WNW e ENE com mergulho alto para S (V2 N80E/85SE e N86W/80SW);



(3) Veio de quartzo milimétricos, escalonados, com crescimento sintaxial (dente de cão), paralelos com os veios V1 (planos com direção NE), mas com mergulhos altos para SE (V3 N40-50E/90-80SE), deslocando todo o conjunto (**Figura 23d**).

FH-R-06: Arenito brechado com veio de quartzo e boxwork com hematita

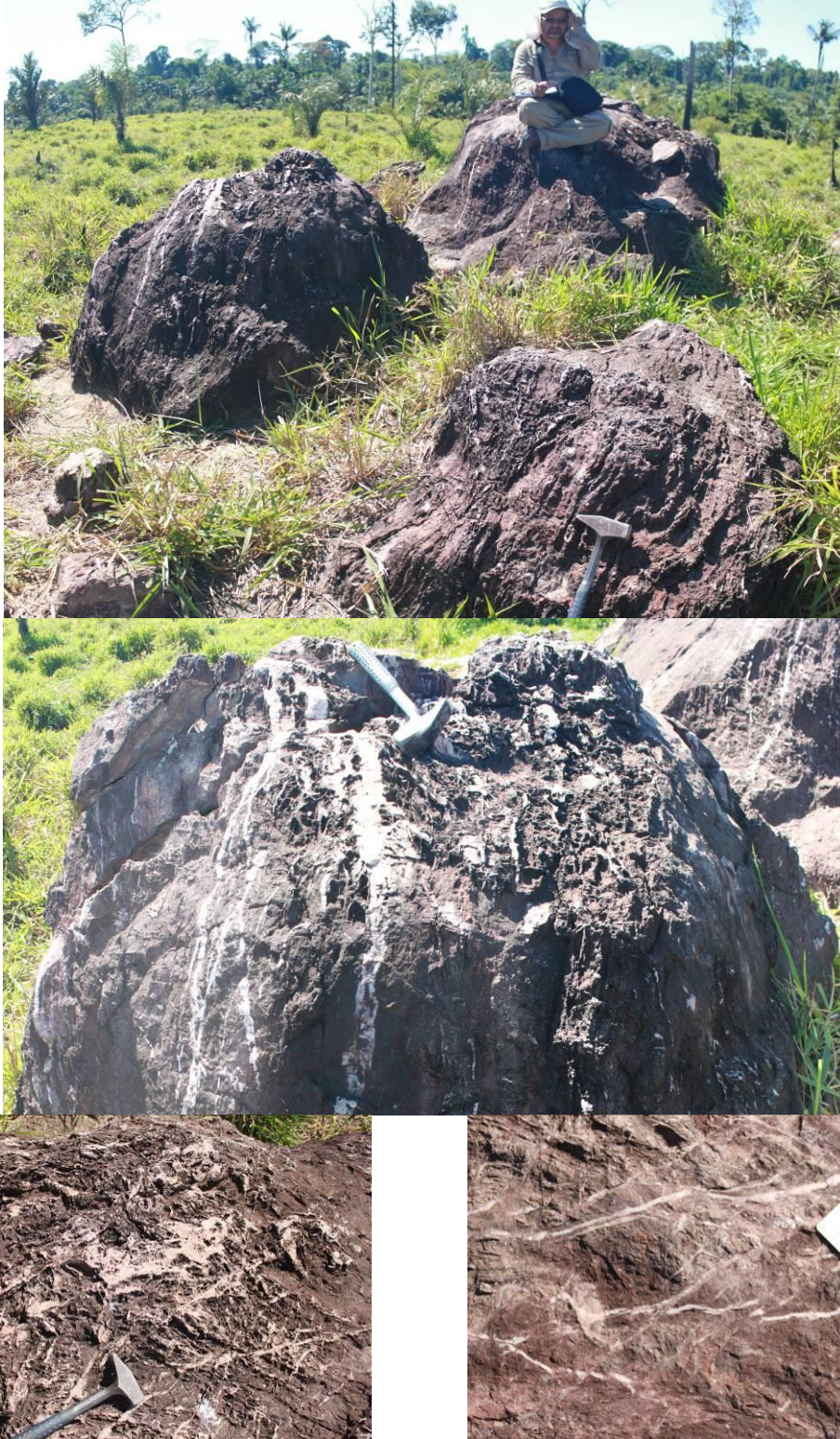


Figura 23. (a) Aspecto geral do afloramento mostrando o acamamento verticalizado cortado por três gerações de quartzo: V1 (b), V2 (c) e V3 (d). Para detalhar consultar o texto.

## 2.2 Visita aos garimpos Ouro Roxo: mineralizações do tipo Orogenic lode-gold?

O deslocamento de Jacareacanga para o rio Pacu foi realizado de voadeira, com saída por volta das 7:50h e chegada às 9:50h na Vila S. José as margens do rio Pacu, partindo-se em pick up para sul, em estrada carroçável, com destino as frentes de lavra do garimpo Ouro Roxo. O contexto geológico prévio dessa região indica a presença de rochas do embasamento Cuiú-Cuiú (Ferreira et al. 2000), além de granitos Creporização (1974 +/-6 Ma; Ricci et al. 1999, Vasquez et al. 2008) e Tropas (Santos et al. 2004; Veloso & Santos, 2013), este último observado em profundidade e considerado como parte da Suíte Parauari (Ferreira et al. 2000).

### 2.2.1 Frente Ouro Roxo norte

Na Vila do Dirceu, onde está situado o galpão dos testemunhos de sondagem de propriedade da empresa Homestake (**Figuras 24a,b**), puderam ser observados biotita granodiorito milonítico, apresentando cor cinza esverdeada a avermelhada devido a intensa epidotização e hematização, também observados na frente de lavra Ouro Roxo Norte. Além de epidoto, são frequentes vênulas de quartzo cortando a foliação milonítica, que pode estar ou acompanhado de epidoto e sulfetos. Hematização intensa de feldspatos alinhados segundo a foliação milonítica é frequente (**Figuras 24c,d**).

Próximo a Vila do Dirceu foi visitada a frente de lavra Ouro Roxo Norte (**Figura 24d**), cujos litotipos guardam muita semelhança com aqueles identificados nos testemunhos de sondagem. Ocorre um biotita granodiorito gnaisse porfirítico, bastante alterado, cuja foliação é subparalela a algumas discretas zonas de cisalhamento de N15E/80SE (**Figuras 24e,f**), que controlam também a colocação de vênulas de quartzo. Um corpo aparentemente intrusivo, fino, bastante alterado e não identificado, ocorre também controlado por essa anisotropia, sendo caracterizado pela abundância de veios multidirecionais compostos por caolinita e óxido de Fe-Ti (**Figuras 24g,h**).

### 2.2.2 Frente Pimenteiras/FH-32

Na frente de lavra Pimenteiras (**Figura 25a**; estação FH-32), ocorre um biotita monzogranito equigranular foliado, bastante alterado, caracterizado por apresentar fitas formadas por agregados de feldspato contidos numa foliação N25E/40SE, que controla também discretos veios e lentes de quartzo, feldspato e hematita (**Figura 25b,c**). Em zona de maior concentração dessas vênulas, com forte controle estrutural, foi aberto um pequeno shaft onde está sendo explorado ouro de forma rudimentar (**Figura 25d**). Mais adiante, e nas regiões mais elevadas topograficamente, foi identificado um quartzo xisto bandado (**Figura 25e**) com foliação similar (N24E/70SE) ao do granito foliado, entretanto os mergulhos são mais acentuados, estando cortado por diversas zonas de falha, com direção N10-40W/40-70NE e intensa brechação, que podem ter perturbado pelo menos localmente a foliação original. O saprólito desse quartzo xisto teve sua exploração para ouro, mas aparentemente a atividade está paralisada.

No Ouro Roxo Norte e Pimenteiras, os granitoides foliados, localmente porfiríticos, variando de granodioritos a monzogranitos e em boa parte miloníticos, se assemelham a descrição daqueles existentes na Suíte Creporização (Ricci et al. 1999). Entretanto, as intensas alterações hidrotermais (testemunhos) e intermérica (superfície) observadas dificultam muito essa correlação. Possibilidades envolvendo protólitos do Complexo Cuiú-Cuiú (Ferreira et al.,



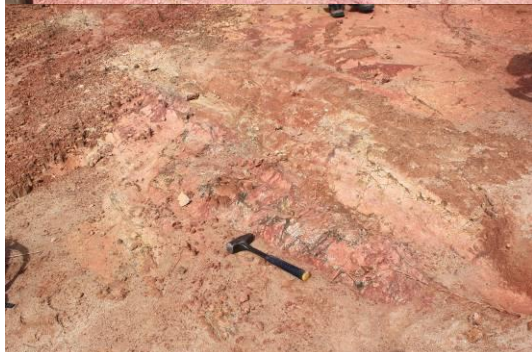
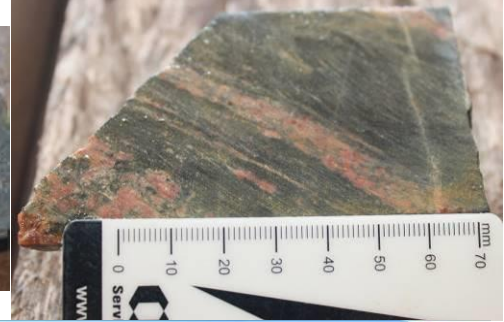
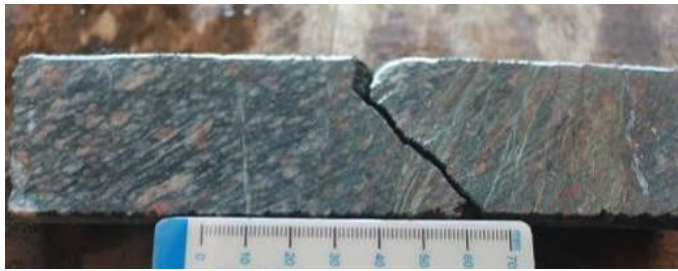


Figura 24. (a) Galpão de guarda das (b) caixas de testemunhos, apresentando rocha granítica milonítica esverdeada cortada por veios de (b) epidoto e quartzo, além de (c) sulfetos disseminados; (d) vista geral da cava Ouro Roxo Norte, onde ocorre (e) protomilonito muito alterado associado a zonas de cisalhamento paralelas, e (f) superfícies S-C locais, (g,h) intrudidos por vênulas multidirecionais de caulinita e hidróxidos-Fe.



2000), ou até mesmo do Granito Tropas deformado, não devem ser portanto descartadas (e.g. Veloso & Santos, 2013). A surpresa fica por conta da presença de rochas paraderivadas (quartzo xisto), possivelmente relacionadas ao Grupo Jacareacanga, até então desconhecidas nas redondezas.



Figura 25. (a) Vista geral da frente de lavra Pimenteiras, situada anorte do Ouro Roxo; (b,c) veios de quartzo com sulfetos e hematita hospedados em granitoides miloníticos bastante alterados; (d) vista geral de veio de quartzo também hospedado em granitos milonitizados; e (e) quartzo xisto bandado cortado por zonas de falha.



### **3. Considerações Finais**

#### **3.1. Estágio Atual do Projeto ARIM Tapajós**

Os perfis e visitas realizados a afloramentos e frentes garimpeiras nesta viagem foram muito importantes para esclarecer questões sobre as características de cada unidade litoestratigráfica, procurando identificar elementos que pudessem auxiliar no estudo evolutivo regional e na correlação com as hospedeiras das mineralizações descritas regionalmente. A equipe do projeto, apesar de devidamente qualificada, está muito reduzida para o tamanho da área e para o desafio proposto inicialmente; que é produzir cartografia geológica, integrada e de maior detalhe para toda a Província, e apresentar resultados práticos no entendimento das ocorrências auríferas, cuja quantidade e diversidade genética são enormes. Portanto, o planejamento operacional estratégico do projeto deve ser revisto, com vistas a elaboração do PAT 2016, tendo por base metas factíveis de serem atingidas.

Como sugestão, indica-se, nesse momento, que se trabalhe apenas em um dos domínios geológicos da Província (Orogênico ou Pós-Orogênico), e em setores de maior acessibilidade, minimizando custos e maximizando o tempo de trabalho da equipe. Considera-se também que a organização do inventário de dados (geologia, estruturas e recursos minerais), e sua consulta e revisão, são obrigatórios antes de se produzir dados novos, servindo de base para geração dos mapas geológicos previstos. Nesta fase de geração de mapas geológicos atualizados e revisados, onde há forte apoio dos temas geofísicos, a sua produção deve realizada conjuntamente entre geólogos responsáveis pelas folhas e o geofísico intérprete.

#### **3.2. Geologia Regional e Mapeamento**

Alguns avanços puderam ser sentidos e algumas novidades foram descritas com relação aos dois domínios visitados (Orogênico e Pós-Orogênico):

1. Sobretudo ao longo do Rio Tapajós, ao contrário do que se imaginava, no Grupo Jacareacanga dominam quartzo xistos e quartzitos micáceos em detrimento de xistos pelíticos. Além disso, há suspeita da presença de metatufos félsicos, até então inéditos na Sucessão Jacareacanga. O inventário de estruturas, e a relação entre elas, indica também um quadro evolutivo estrutural mais complexo do que vislumbrado até o momento pela literatura;
2. Além das estruturas bandadas/foliadas de origem metamórfica descritas na literatura (Ferreira et al., 2000), estão presentes no embasamento ortoderivado, representado pelo Complexo Cuiú-Cuiú, uma série de evidências de estruturas geradas em estágio magmático, dando origem a bandamentos e feições relacionadas a fluxo. Vale ressaltar que as direções das estruturas metamórficas e magmáticas são subconcordantes, similar também as direções das principais estruturas observadas nas rochas do Grupo Jacareacanga (NNE a NNW). Essas evidências são sugestivas de colocação de corpos magmáticas em zonas tectonicamente ativas (sincinemáticos). Persistiram ainda dúvidas entre a determinação em campo entre possíveis granitoides foliados pertenciam ao Complexo Cuiú-Cuiú e Suite Creporizão. A equipe deve centrar esforços na busca de critérios (macro, meso e microscópicos) distintivos entre ambas unidades;
3. Foram visitados afloramentos onde foi possível observar os tipos mais característicos da Suíte Parauari (FH-30). Entretanto, dioritos finos (FH-32) e tipos com abundância e

ampla variedade de enclaves (FH-17) não haviam sido descritos até então e merecem uma investigação mais aprofundada. No caso do diorito fino, este pode constituir uma nova faciologia ou se configurar em uma nova suíte (Tropas), como propõe Santos et al (2004). No caso do granito com abundância de enclaves é possível se ter uma ideia das rochas do embasamento aflorante ou não (xenólitos) ou reconhecer rochas que podem representar potenciais líquidos primários (autólitos) do magmatismo Parauari.

4. Arenitos feldspáticos, conglomerados e quartzo arenitos da Formação Buiuçu apresentaram-se localmente recortado por gerações de veio de quartzo, marcadas por importante controle estrutural, em estágio rúptil. Além disso, nas proximidades, não muito distante da foz do Igarapé Buiuçu, é relatada uma frente de serviço garimpeira, onde há extração de ouro a partir de aluvião, em área dominada por arenitos da Formação Buiuçu. Modelos genéticos envolvendo mineralizações de ouro associadas a Formação Buiuçu também são inéditas na área e merecem ser investigadas.

### 3.3. Controles estruturais/litológicos e modelo da mineralização de ouro

#### 3.3.1 Controles Estruturais

As direções NNE e NW observadas na frente Pimenteiras coincidem (ou são paralelos) respectivamente com os lineamentos São José (Ferreira et al. 2000) e Chico Torres (Almeida et al., 2000), conforme indicado por alguns autores para a região do Ouro Roxo (e.g. Carrino et al. 2011). O primeiro desses lineamentos possui algumas dezenas de km e é visto frequentemente na região (**Figura 1**), incluindo as duas frentes visitadas, e define as direções de foliação (arcabouço estrutural) descritas na maioria das rochas do embasamento regional (Complexo Cuiú-Cuiú e Grupo Jacareacanga).

Carrino et al. (2011) mostram também que a leste deste lineamento NNE, caracterizado por uma importante zona de cisalhamento transpressiva com cinemática dextral (Ferreira et al. 2000), ocorre importante domínio litogeofísico com anomalia alta de K (alteração hidrotermal potássica), coincidindo com a maior concentração das ocorrências de ouro: garimpos Porto Rico, São José, Ouro Roxo e Centrinho.

Ainda nessa região os autores identificam um outro domínio litogeofísico, caracterizado por apresentar moderado a alto K (alteração hidrotermal potássica) associado a estruturação NW (garimpos Cantagalo e Nova Brasília), esta última direção constituindo-se em um sistema de lineamentos subparalelos ao da zona de cisalhamento transpressiva dextral Chico Torres (**Figura 1**), que se estende por dezenas de km desde a região dos garimpos Chico Torres, Teodorico, São Bento I, Maranhense, Novo Horizonte, Curica, entre outros, situados no vale do rio Amana (Almeida et al., 2000).

Do ponto de vista regional, Almeida et al. (2001) correlacionaram estas duas direções principais (NNE-NNW e NW-SE) aos estágios 2 e 3 da evolução tectônica da província:

- (a) Estágio 2 (2,15-2,00 Ga): a estruturação NE-SW a NNE-SSW, representada por uma foliação penetrativa (e bandamento) em escala regional (Cuiú-Cuiú/Jacareacanga), estaria relacionada a uma fase inicial compressiva (dominada por uma tectônica de empurrão), associada a evolução de um arco magmático continental;
- (b) Estágio 3 (1,99-1,96 Ga): Durante a evolução desse orógeno acrescionário-colisional, houve mudança na direção do transporte tectônico e no estilo estrutural, onde a



tectônica frontal teria dado lugar a uma tectônica lateral, dominada por estruturas transpressivas de direção NW-SE, marcadas normalmente por foliação milonítica (Suite Creporizão), afetando também as rochas mais antigas do arco (Cuiú-Cuiú/Jacarecanga).

Reativações dessas estruturas ocorreram ao longo do Proterozoico (idades grenvillianas, ~1,2 Ga), estando registradas nas idades K-Ar e Rb-Sr RT (Basei, 1974), afetando inclusive granitoides e vulcânicas mais jovens (Parauari-Maloquinha-Iriri).

### **3.3.2 Controles Litológicos, Épocas Metalogenéticas e Modelos de Mineralizações (Ouro)**

Com relação aos modelos metalogenéticos (ouro) vigentes na Província Tapajós, os dados levantados, sendo os dados laboratoriais escassos, Klein et al (2001a) sugerem diferentes profundidades de formação, provavelmente epi a mesozonais, além de diferentes condições de temperatura e pressão, diferentes regimes estruturais e, provavelmente, diferentes fontes das mineralizações.

Esta conclusão é baseada a partir da existência de diferentes tipologias, das relações espaciais verificadas entre depósitos, áreas mineralizadas, estruturas e corpos ígneos/metalotectos litológicos, tomadas em conjunto com os elementos estruturais e os aspectos texturais apresentados pelos veios mineralizados (texturas maciças, miloníticas, laminadas, sacaroidais, brechadas, em pente, preenchimento de vazios, crustiformes).

Alguns autores utilizaram essas evidências para esboçar modelos genéticos para depósitos individuais e em escala global para a Província Tapajós. Com relação aos modelos regionais, Coutinho et al. (1998, 2008) propuseram uma evolução metalogenética em duas fases para a província. A primeira, mais antiga, comportaria as mineralizações do tipo lode, mais profundas, associadas às zonas de cisalhamento regional (veios de quartzo deformados), enquanto que a segunda fase envolveria jazimentos mais rasos, centrados em intrusões (suítes intrusivas Parauari e Maloquinha), com lodes (veios de quartzo simples, conjugados), stockworks e disseminações, similar ao modelo pórfiro de Sillitoe (1991).

Já Delgado (1999) sugere a possibilidade da existência de três fases metalogenéticas, ligadas às três principais suítes graníticas, Creporizão, Parauari e Maloquinha, com participação de sistemas hidrotermais centrados em intrusões e atuação síncrona ou tardia de estruturas tectônicas, abrigando depósitos distais, proximais ou internos às próprias intrusões, combinando modelos de Sillitoe (1991) e Robert (1996). Dreher et al. (1998, 1999), a partir de estudo mineralógico, textural, estrutural e de inclusões fluidas, concluíram que os veios e brechas hidrotermais nos garimpos Davi e Joel podem fazer parte da porção intermediária de um sistema epitermal da categoria adularia-sericita (zona mineralizada em metais preciosos), sendo comparáveis a outros exemplos de depósitos epitermais observados no resto do mundo.

Klein et al. (2001b, 2002, 2004), também fundamentados em estudos de inclusões fluidas, texturais, estruturais, e mineralógicos, caracterizam os jazimentos do Guarim e Patinhas como depósitos orogênicos epi a mesozonais (usualmente referidos como mesotermiais). Coutinho et al. (2008) utilizam do mesmo modelo para explicar a origem das mineralizações de ouro situadas a leste da falha de São José, onde estão concentrados as frentes garimpeiras visitadas (garimpo Ouro Roxo).

Especificamente no garimpo Ouro Roxo (frentes norte, centro e sul), de acordo com Veloso & Santos (2013), o depósito consiste de um sistema hidrotermal de veios de quartzo

sulfetados, hospedado em granitoides paleoproterozoicos milonitizados da Suíte Tropas, tendo como controle estrutural a zona de cisalhamento N-S São José. Apesar de correlacionar os granitoides hospedeiros da mineralização com a Suíte Tropas, os autores não identificam assinaturas químicas ou dados geocronológicos que sustentem a inclusão dessas rochas nesta unidade litoestratigráfica.

Segundo Veloso & Santos (2013) os granitoides hospedeiros são granodioritos e tonalitos oxidados, cálcio-alcálicos, típicos de arco magmático (Santos et al. 2004), vinculados a Suíte Tropas (Santos et al. 2001). A zona de cisalhamento São José foi redenominada pelos autores (Ouro Roxo-Cantagalo), e definida como oblíqua sinistral (ao invés de dextral como descrito por Ferreira et al., 2000), de natureza dúctil-rúptil e enquadra-se no terceiro evento de deformação da Província Tapajós (geração de protomilonitos e milonitos intercalados com brechas), embora no artigo não haja registro da idade deste evento (idade grenviliana de 1,2 Ga?). Esta foliação milonítica NNE mergulha para ESSE, possuindo uma lineação de estiramento em grãos de quartzo indicando a direção do movimento para NW.

Veloso & Santos (2013) descrevem filões e corpos tubulares de quartzo mineralizados encaixados nos milonitos e brechas, envolvidos por halos de alteração hidrotermal (além de silicificação e sulfetação) relacionados a propilitização (clorita + fengita + carbonato), a alteração fílica (fengita + quartzo + carbonato + pirita) e a carbonatação. Além do quartzo magmático e do quartzo microcristalino dos milonitos, os autores reconheceram cinco gerações de quartzo hidrotermal nos filões, estando o minério relacionado a 4ª geração.

Os dados isotópicos Pb-Pb de Veloso & Santos (2013) não sustentam uma relação genética entre o depósito aurífero do Ouro Roxo e os granitoides Tropas, sendo o depósito contemporâneo à granitogênese Maloquinha. Entretanto, os autores se baseiam num ambiente orogênico (que teoricamente é pré-mineralização de ouro, ou seja, anterior a 4ª geração de veios), no estilo filoneano do depósito, no controle estrutural (a direção das estruturas e os eventos não são apresentados pelos autores), na alteração hidrotermal (propilitica + fílica + carbonatação) e na associação metálica (Au+Cu+Bi) para indicar um modelo genético do tipo orogênico situado da interface mesozona-epizona.

Este modelo (orogênico) está de acordo com as propostas de Coutinho et al. (2008) e Santos et al. (2001) para os depósitos de ouro da região, cujas hospedeiras estão vinculadas ao embasamento mais antigo (2,0 Ga). Entretanto, Veloso & Santos (2013) mostram que os controles estruturais são posteriores ao magmatismo Tropas, considerado por alguns autores como sendo gerado em ambiente pós-orogênico (Klein et al. 2001a, Almeida et al., 2001). Essas aparentes contradições sugerem pelo menos duas linhas de raciocínio para o depósito:

- a) As estruturas NNE são mais antigas (pré-1,90 Ga) e a rocha hospedeira não pertence a Suíte Tropas (Ferreira et al. 2000), mas sim às rochas do embasamento Cuiú-Cuiú e/ou Creporizão, além das recentes evidências de rochas atribuídas ao Grupo Jacareacanga (Este relatório). Não há registro de granitoides contemporâneos ao Granito Tropas afetados por deformação de alta temperatura, como aquela presente na zona de cisalhamento São José (milonitos). Em geral a deformação observada nesses granitoides é restrita/localizada e de mais baixa temperatura, atribuída ao evento de 1,20 Ga (Basei, 1974, Ferreira et al. 2000);
- b) Se realmente a rocha hospedeira se confirmar como pertencente à Suíte Tropas, e a fonte da mineralização vinculada ao magmatismo Maloquinha-Iriri, a zona de cisalhamento São José (ou a reativação dela) deve possuir idade entre 1,90 Ga



(Tropas) e 1,87 (Maloquinha), uma vez que os veios mineralizados, segundo Veloso & Santos (2013), pós-datam a referida estrutura.

Esses dados mostram a necessidade em se avançar na compreensão de depósitos com essas características, sendo necessário, entre outras coisas, datar a rocha hospedeira, o lineamento São José (ou Ouro Roxo-Cantagalo) e aprofundar o estudo de isótopos de Pb (entre outros) e de inclusões fluídas, com apoio de uma cartografia de maior detalhe.

Toda essa discussão reforça portanto a existência de diferentes modelos de depósitos, com épocas metalogenéticas distintas, com envolvimento de fluidos de origens diversas (meteóricas, metamórficas, magmáticas), e que guardam semelhanças tanto com depósitos encontrados em orógenos fanerozóicos (Sillitoe, 1991), quanto com depósitos orogênicos postulados por Groves et al. (1998), ambos compatíveis com ambiente geotectônico acrescionário (margem continental ativa) e associados com as fases compressiva/transpressiva (fase orogênica) e extensional (pós-orogênica) da evolução da Província Tapajós.

### Referências Bibliográficas

- Almeida M.E., Brito M.F.L., Ferreira A.L., Monteiro M.A.S. (Orgs.). 2000. Projeto Especial Província Mineral do Tapajós (PROMIN-TAPAJÓS). Geologia e Recursos Minerais da Folha Vila Mamãe Anã (SB.21-V-D), Estados do Amazonas e Pará. Escala 1:250.000. Brasília, CPRM, 67 pp.
- Almeida, M.E., Ferreira, A.L., Brito, M.F.L., Monteiro, M.A.S. 2001. Evolução tectono-estrutural da Província Tapajós com base na geologia das Folhas Vila Mamãe Anã e Jacareacanga (1:250.000), região limítrofe dos Estados do Amazonas e Pará. In: Reis N.J. & Monteiro M.A.S. (Eds.). Contribuições à Geologia da Amazônia. Manaus, SBG-Núcleo Norte, 2: 57–114.
- Basei, M.A.S. 1974. Geocronologia da região do Tapajós-Iriri. Belém, Projeto RADAM, (relatório interno).
- Carrino, T.A.S.; Silva, A.M.; Botelho, N.F.; Silva, A.A.C. da. 2011. Análise prospectiva para ouro nas regiões Ouro Roxo-Cantagalo e Chico Torres, Província Mineral do Tapajós. Revista Brasileira de Geofísica, 29(1): 135-154.
- Coutinho, M.G.N. da (Ed.). 2008. Província Mineral do Tapajós: geologia, metalogenia e mapa previsional para ouro em SIG. Rio de Janeiro, CPRM, 402 pp.
- Coutinho, M.G.N. da; Liverton, T.; Souza, E.C. 1998. *Granitic magmatism and related gold mine realization in Tapajós Mineral Province, Amazonian Area, Brazil*. Rio de Janeiro: CPRM-Serviço Geológico do Brasil, 30p. (Série Estudo de Prospectos, 01).
- Delgado, I. de M. *Metalogenia previsional da Província Aurífera do Tapajós*. Salvador: CPRM-Serviço Geológico do Brasil, 1999. (Relatório interno).
- Dreher A.M., Vlach S.R.F., Martini S.L. 1998. Adularia associated with epithermal gold veins in the Tapajós Mineral Province, Pará State, northern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 28 (3) : 397-404.
- Dreher A.M.; Almeida, M.E.; Ferreira, A.L.; Brito, M.F.L.; Popini, M.V.; Monteiro, M.A.S. 1999. Veios e brechas hidrotermais da Província Aurífera do Tapajós: aspectos texturais e

- implicações para a exploração do Au primário. In: VI Simpósio de Geologia da Amazônia, 1999, Manaus. Resumos expandidos, v. 1. p. 114-117.
- Ferreira A.L., Almeida M.E., Brito M.F.L., Monteiro M.A.S. 2000. Geologia e recursos minerais da Folha Jacareacanga (SB.21-Y-B), Estados do Amazonas e Pará, Nota explicativa, Projeto Especial Província Mineral do Tapajós. Manaus, PROMIN Tapajós/CPRM, escala 1: 250.000. 1 CD-ROM.
- Groves, D.I.; Goldfarb, R.J.; Gebre-Mariam, M.; Hagemann, S.G.; Robert, F. 1998. Orogenic gold deposits: a proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore geology reviews*, 13 : 2-27.
- Klein, E.L.; Almeida, M.E.; Vasquez, M.L.; Bahia, R.B.C.; Quadros, M.L.E.S.; Ferreira, A.L. 2001a. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Projeto Especial Província Mineral do Tapajós, PROMIN TAPAJÓS. Geologia e recursos minerais da Província Mineral do Tapajós, folhas: Vila Mamãe Anã (SB.21-V-D), Jacareacanga (SB.21-Y-B), Caracol (SB.21-X-C), Vila Riozinho (SB.21-Z-A) e Rio Novo (SB.21-Z-C). Estados do Pará e Amazonas. Escala 1:500.000. Brasília, CPRM/DIEDIG/DEPAT.
- Klein, E.L.; Santos, R.A.; Fuzikawa, K.; Angélica, R.S. 2001b. Hydrothermal fluid evolution and structural control of the Guarim gold mineralisation, Tapajós Province, Amazonian Craton, Brazil. *Mineralium Deposita*, 36 : 149-164.
- Klein, E.L.; Rosa Costa, L.T.; Carvalho, J.M.A. 2004. Estudo de inclusões fluidas em veio de quartzo aurífero do prospecto Patinhas, Província Aurífera do Tapajós, Cráton Amazônico. *Revista Brasileira de Geociências*, 34 (1) : 59-66.
- Klein, E.L.; Vasquez, M.E., Rosa Costa, L.T.; Carvalho, J.M.A. 2002. Geology of Paleoproterozoic gneiss- and granitoid-hosted gold mineralization in southern Tapajós Gold Province, Amazonian Craton, Brazil. *International Geology Review*, 44 : 544-558.
- Ricci P.S.F., Santos A., Klein E.L., Jorge João X.S., Martins R.C. 1999. Suíte Intrusiva Creporizão - Província Tapajós: proposta e critérios de definição. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 6. Anais, p. 519-522.
- Robert, F. 1996. Tapajós gold Project, Pará State, Brazil. Canada-Brazil cooperation for sustainable development in the minerals sector. Geology Survey of Canada, Mission Report.
- Santos J.O.S., Van Breemen O.B., Groves D.I., Hartmann L.A., Almeida M.E., McNaughton N.J. 2004. Timing and evolution of multiple Paleoproterozoic magmatic arcs in the Tapajós Domain, Amazon Craton: constraints from SHRIMP and TIMS zircon, baddeleyite and titanite U-Pb geochronology. *Precambrian Research*, 131 : 73-109.
- Santos, J.O.S., Groves, D.I., Hartmann, L.A., Moura, M.A. & Mcnaughton, N.J. 2001. Gold deposits of the Tapajós and Alta Floresta domains, Tapajós-Parima orogenic belt, Amazon Craton, Brazil. *Mineralium Deposita*, 36: 278–299.
- Sillitoe, R.H. 1991. Intrusion-related gold deposits. In: Foster, R.P. (ed). *Gold Metallogeny and Exploration*. London, Blackie & Son, p. 165-209.
- Veloso, A.S.R.; Santos, M.D. 2013. Geologia, petrografia e geocronologia das rochas do depósito aurífero Ouro Roxo, Província Tapajós, Jacareacanga (PA), Brasil. *Brazilian Journal of Geology*, 43(1) : 22-36.