

RELATÓRIO

TRABALHOS DE CAMPO DO PROJETO ARIM – TAPAJÓS



DEGEO

Lêda Maria Fraga

8 - 10 - 2015

INTRODUÇÃO

Este relatório abrange observações gerenciais e técnicas sobre minha participação nos trabalhos de campo do Projeto ARIM Tapajós entre os dias 22 de Junho e 3 de Julho de 2015, juntamente com os geólogos César Lisboa Chaves, Fhabio Glayson Reis Pinheiro, Felipe Tavares e Marcelo Almeida.

Após a chegada e o pernoite em Itaituba no dia 22 de Junho, seguimos pela Transamazônica em uma viagem de aproximadamente 8 horas até a cidade de Jacareacanga, onde encontramos a equipe do projeto.

Os trabalhos foram feitos de barco pelo rio Tapajós e afluentes, com apenas dois dias de perfis pelas vicinias da região. Segue um breve relato sobre as questões gerenciais e, em seguida, a descrição dos afloramentos visitados.

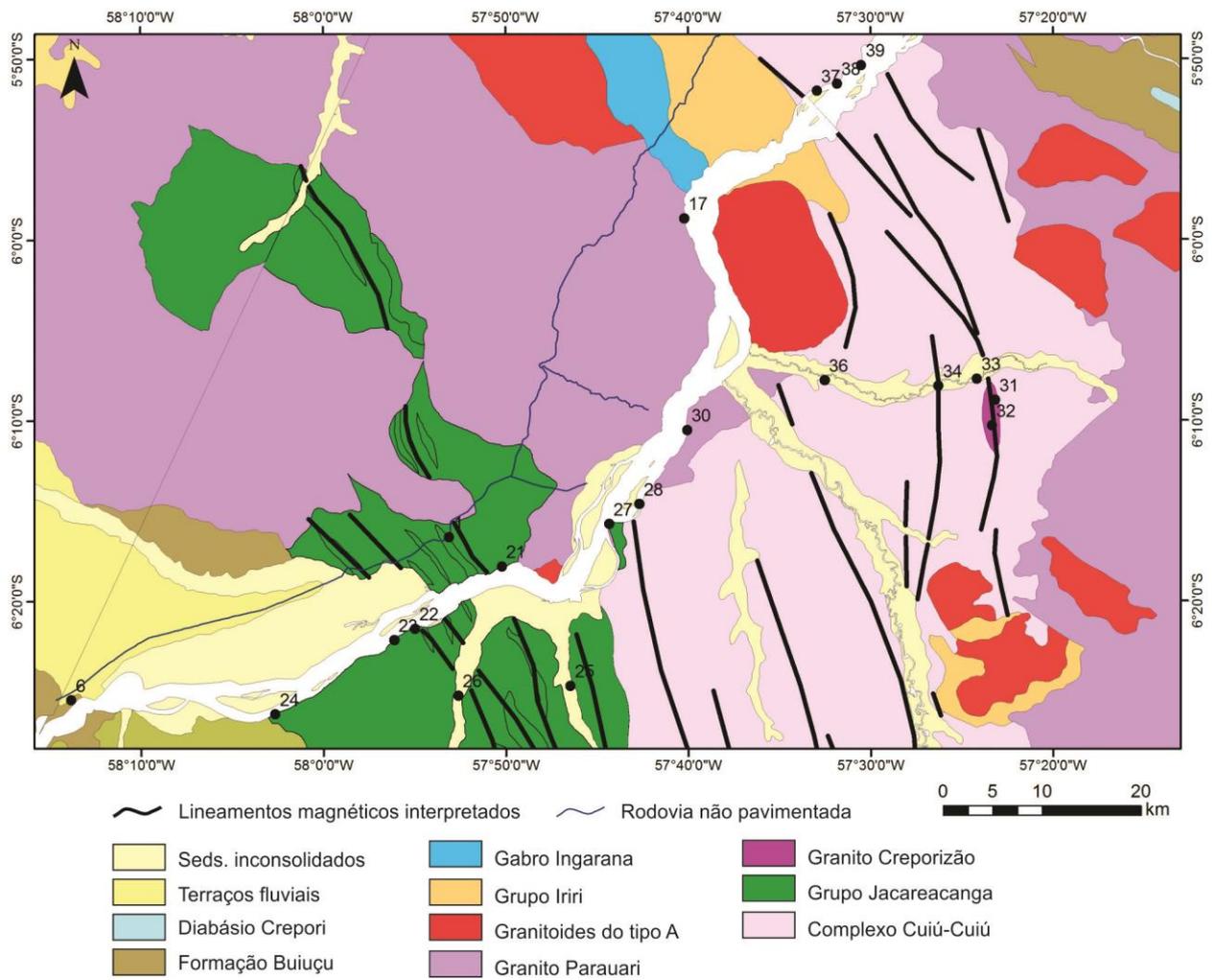
RELATÓRIO GERENCIAL

Das várias discussões que ocorreram durante os trabalhos de campo, ficou evidente que a equipe não tem uma compreensão clara dos produtos que são esperados e das metodologias de trabalho mais eficientes para alcançá-los.

Alguns pontos importantes da metodologia indicada pelo DEGEO em seus programas de geologia básica não foram seguidos. A etapa preliminar de interpretação e integração de dados, não foi devidamente cumprida. As informações pontuais sobre litologia, classificação petrográfica e estrutura, provenientes dos projetos Tapajós-Sucunduri e PROMIM –Tapajós não foram completamente recuperadas e consistidas para servirem de apoio a interpretação e integração com os dados geofísicos.

Estes pontos foram discutidos com a equipe, que se mostrou bastante comprometida e interessada em melhorar a qualidade do trabalho, sendo listados a seguir alguns pontos discutidos e acordados:

- 1) A consistência dos dados anteriores será finalizada;
- 2) O mapa ternário, bem como outros produtos radiométricoa (Th e razão U/Th) serão reinterpretados com o controle das informações litológicas pontuais disponíveis;
- 3) Os mapas magnéticos também serão utilizados para a delimitação dos corpos;
- 4) Os lineamentos magnéticos serão reinterpretados. Sugiro na nova versão dar mais atenção ao tipo de feição magnética observada, e procurar separar: Lineamentos magnéticos - interpretados como possíveis zonas de cisalhamento ou falhas; Quebra nos alinhamentos magnéticos - interpretados como possíveis falhas ou fraturas; Alinhamentos magnéticos mais penetrativos - interpretados como possível traço da superfície S (foliação ou acamadamento);



Mapa geológico simplificado da região, com a localização dos afloramentos visitados, preparado pelo geólogo Felipe Tavares.

DESCRIÇÃO DOS AFLORAMENTOS

GRANITÓIDES CUIU-CUIU (?)

FH-33 (6°07'41,2"; 57°24'02,0")

Neste afloramento observa-se um bandamento composicional centimétrico (**N10E/SV**) que é realçado na capa de alteração da rocha (Fig. 1a). Predomina biotita sienogranito (Fig. 1b) com porções lenticulares muito alongadas de sienogranito mais pobre em biotita e mais grosso, o que confere o bandamento observado. O biotita sienogranito mostra uma orientação preferencial da forma de glomérulos ou agregados de biotita que não chegam a formar filmes (Fig. 1b). Esta orientação não se mostra proeminente em corte paralelo à superfície do afloramento (ortogonal ao da Fig 1 b) indicando que, aparentemente, temos uma feição linear importante. Seria interessante caracterizar com a petrografia em cortes ortogonais. Ocorrem veios de quartzo lenticulares a alto ângulo do bandamento.



Figura 1 (foto c por Marcelo Almeida)

FH 34 (6°07'47,2"; 57°26'15,4")

(ponto de controle) Biotita-monzogranito médio com bandas de aproximadamente 2cm de sienogranito pobre em minerais máficos.

Biotita granito fino com foliação descontínua (Fig.2), aparentemente, marcada pela orientação de finos cristais de feldspato. Verificar na petro.



Figura 2

FH 35 (6°08'47,3"; 57°28'25,9")

Monzogranito médio, com porções alongadas (ou bandas) leucocráticas, algumas pegmatóides, outras mais finas que o monzogranito (Figs. 3a, b). Estas bandas composicionais desenham dobras, porém é importante realçar que a rocha não registra deformação em estado sólido compatível com a presença de dobras, sendo estas feições interpretadas como ligadas a evolução em estado magmático a submagmático do corpo. No grande bloco (afloramento???) a estruturação no granitoide desenha ainda zonas de cisalhamentos de alto ângulo com movimentação aparentemente *dip-down*. O monzogranito não exibe foliação (Fig. 3c). Rocha e estruturas similares ao FH-33.



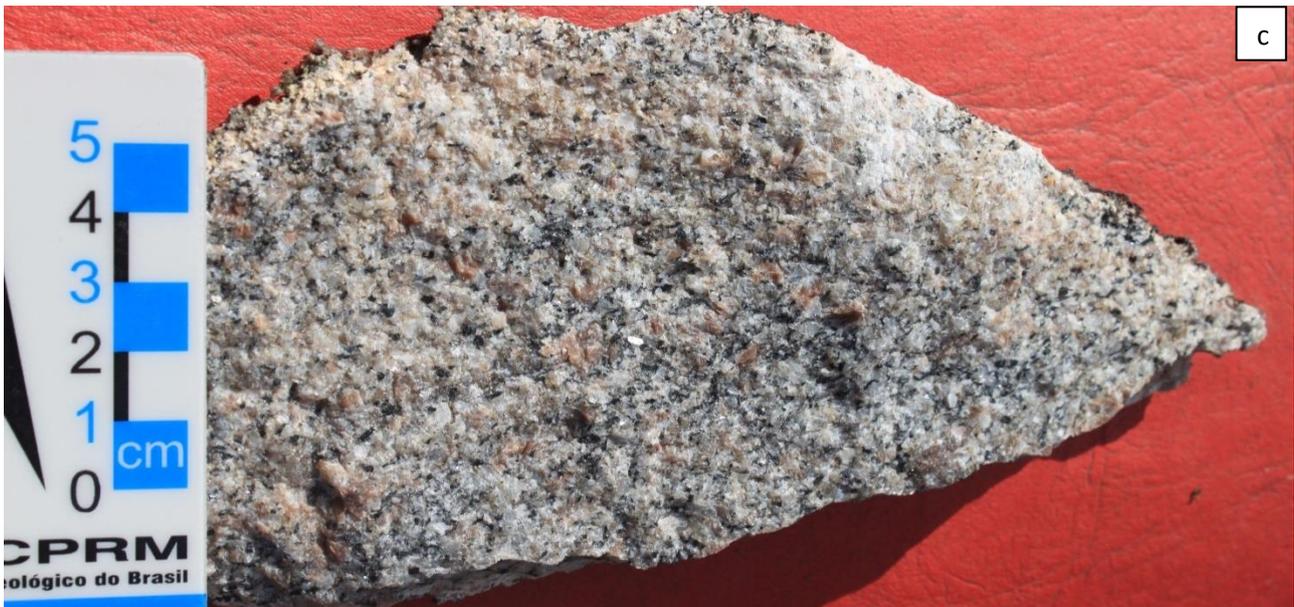


Figura 3

FH-36 (6°08'37,6"; 57°32'00,7")

Afloramento parecido com o anterior.

Monzogranito bastante estruturado. Ocorre um bandamento composicional realçado pela alteração da rocha (Fig. 4a). O bandamento é centimétrico a decimétrico conferido pela presença de bandas de leucosienogranito (Fig. 4b, c) médio a grosso, que em alguns locais parecem porções pegmatoides. Estas bandas ou porções pegmatoides mostram certa ondulação e localmente são paralelas a uma discreta foliação (que me parece magmática) definida pela tendência a orientação preferencial de cristais de feldspato (tendendo a euédricos). Ocorrem xenólitos decimétricos a métricos, angulosos (Fig. 4 d) de rocha média, cinza escura a esverdeada, composta essencialmente por plagioclásio e anfibólios (Fig. 4 e).





Figura 4 (fotos por Marcelo Almeida)

FH-37 (5°51'45,5"; 57°33'02,7")

Rocha com bandamento composicional centimétrico realçado pela alteração, muito similar ao que tenho observado nos três últimos afloramentos (Fig. 5 a, b). Em detalhe pude verificar que a forte estruturação na escala do afloramento, reflete a presença de bandas de granitoides com composição e textura variáveis (Figs. 5c, d) entre 1 a 2 cm de espessura. Ocorrem bandas de granodiorito a monzogranito fino a médio com biotita discretamente orientada; sienogranito mais pobre em minerais máficos, algo mais grosso que o granodiorito, mas ainda de gran média; e monzogranito grosso. A rocha não mostra foliação bem desenvolvida, mas ocorrem lâminas ricas em biotita, e por vezes glomérulos máficos alongados e, algo orientados.



Figura 5 (foto c por Marcelo almeida)

FH-38 (5°51'21,6"; 57°31'49,1")

Biotita granito foliado (gnaisse?) (Fig. 6 a, b) magnético, bandado e cortado por veios aplíticos e de sienogranito. A superfície de alteração do afloramento realça o bandamento, que se dispõe paralela a subparalelamente à foliação (**030/80**) (Fig. 6 c, d) e é conferido pela presença de “veios” ou bandas de leucosienogranito fino a médio (Fig. 6e), sienogranito médio (Fig. 6f) biotita-monzogranito mais fino, e veios aplíticos. A foliação é definida pela presença de agregados de biotita, alongados, que desviam de porções félsicas (Fig. 6 a, b), as vezes amendoadas, mas não formam filmes de foliação. Esta foliação varia de intensidade, sendo menos proeminente em algumas porções do afloramento.

Veios aplíticos e de sienogranito cortam a foliação a ângulos variados (Fig. c, d). Ocorrem ainda algumas falhas e zonas de cisalhamento afetando esta foliação/bandamento. Em algumas destas zonas de cisalhamento ocorrem porções lenticulares com limites difusos com a encaixante compostas por sienogranito (Fig. 6 h).

Apesar de foliação, a rocha não parece deformada a ponto de gerar o bandamento observado na escala do afloramento por deformação/metamorfismo e também não tem elementos de um migmatito. Este quadro sugere que o bandamento e a foliação podem estar ligados à evolução magmática/ submagmática do corpo e a sua colocação, mas é preciso aprofundar as observações microtectônicas. Não podemos descartar a hipótese de termos uma foliação tectônica superimposta ao granitoide.

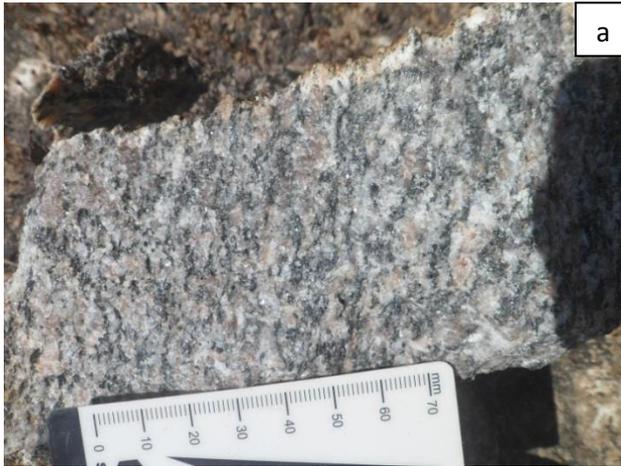






Figura 6 (foto c por Marcelo Almeida)

GRUPO JACAREACANGA

FH-21 (6°18'02,3"; 57°50'05,2")

Quartzito fino, cor creme, com bandamento composicional (S0/Sn) de espessura variável (Fig.7a). Ocorrem bandas maciças de até 30 cm (raramente, até 1m) e bandas internamente laminadas, ou com bandamento fino. O bandamento/laminação é conferido pela variação no conteúdo de muscovita e /ou biotita em cristais muito finos.

O bandamento é realçado pela presença de finos veios (espessuras milimétricas) de quartzo (pré-Dn+1) paralelos à S0/Sn. Todo este conjunto encontra-se afetado por dobras fechadas, assimétricas, interpretadas como relacionadas Dn+1, com eixos **196/34** e superfícies axiais **254/64**, sem foliação desenvolvida ou, localmente, com foliação discreta fazendo baixo ângulo com Sn/S0 (Fig. 7 b, c). As assimetrias na escala do afloramento indicam uma movimentação dextral consistente, sugerindo uma relação com zonas de cisalhamento dextrais. Porém, é importante realçar que dobras assimétricas podem estar associadas aos flancos de um megadobramento e, neste caso, teríamos as mesmas feições com indicativos de movimentação sinistral, no flanco oposto. Ocorrem dobras menores em alguns flancos, por vezes com geometria algo distinta devido ao *fanning* da superfície axial a diferenças na reologia e na espessura das camadas dobradas (Fig. 7c).

Além dos finos veios de quartzo pré-Dn+1 dispostos // a Sn/S0, ocorrem veios mais grossos, que cortam Sn/S0 e encontram-se boudinados ou afetados pelas dobras Dn+1 (Fig. 7 b, d) sendo interpretados como sin-Dn+1.

Localmente estes veios sin-Dn+1 parecem conter também feldspato, sendo que alguns mostram halo de alteração (milimétricos a centimétricos) onde a rocha é enriquecida em biotita fina e magnetita também em cristais finos (observações de Felipe Tavares e Marcelo Almeida).

Localmente, ocorrem pequenas ondulações afetando o conjunto dobrado. São dobras suaves Dn+2, com eixos subverticais e superfícies axiais segundo **335/62**. Finos veios de quartzo dispõem-se paralelamente à Sn+2 (Fig. 7 e). Ocorrem ainda nesta mesma direção porções lenticulares (Fig. 7f) com venulações de quartzo e muitos buracos (parcialmente dissolvidos? Carbonatos?).

Ocorrem muitas fraturas não associadas a veios, sendo as principais, espaçadas de 10 a 20 cm em algumas partes do afloramento: (a) **020/70** e (b) **330/87**



Figura 7 (fotos b, e f por Marcelo Almeida)

FH-22 (6°21'24,1"; 57°54'59")

Metachert cinza com bandas alteradas para amarronzado (Fig. 8a). A rocha mostra um bandamento/laminação paralela a uma clivagem (S0/Sn?) (**255/52**), porém não observei com clareza nenhuma lineação (a rocha é muito fina). O metachert fresco é cinza (Fig. 8b) com lâminas cinza escuro, ricas em hematita finíssima (especularita). Ocorrem veios com 1 a 2cm de espessura (Fig. 8 a, c), de quartzo e feldspato (biot+mag?) (**088/30**) e veios mais finos fazendo maior ângulo com o bandamento, com 2-7 mm de espessura, compostos por quartzo (com alguma magnetita e cristais oxidados de sulfetos?) (**356/66; 120/78**) (Fig. 8c).

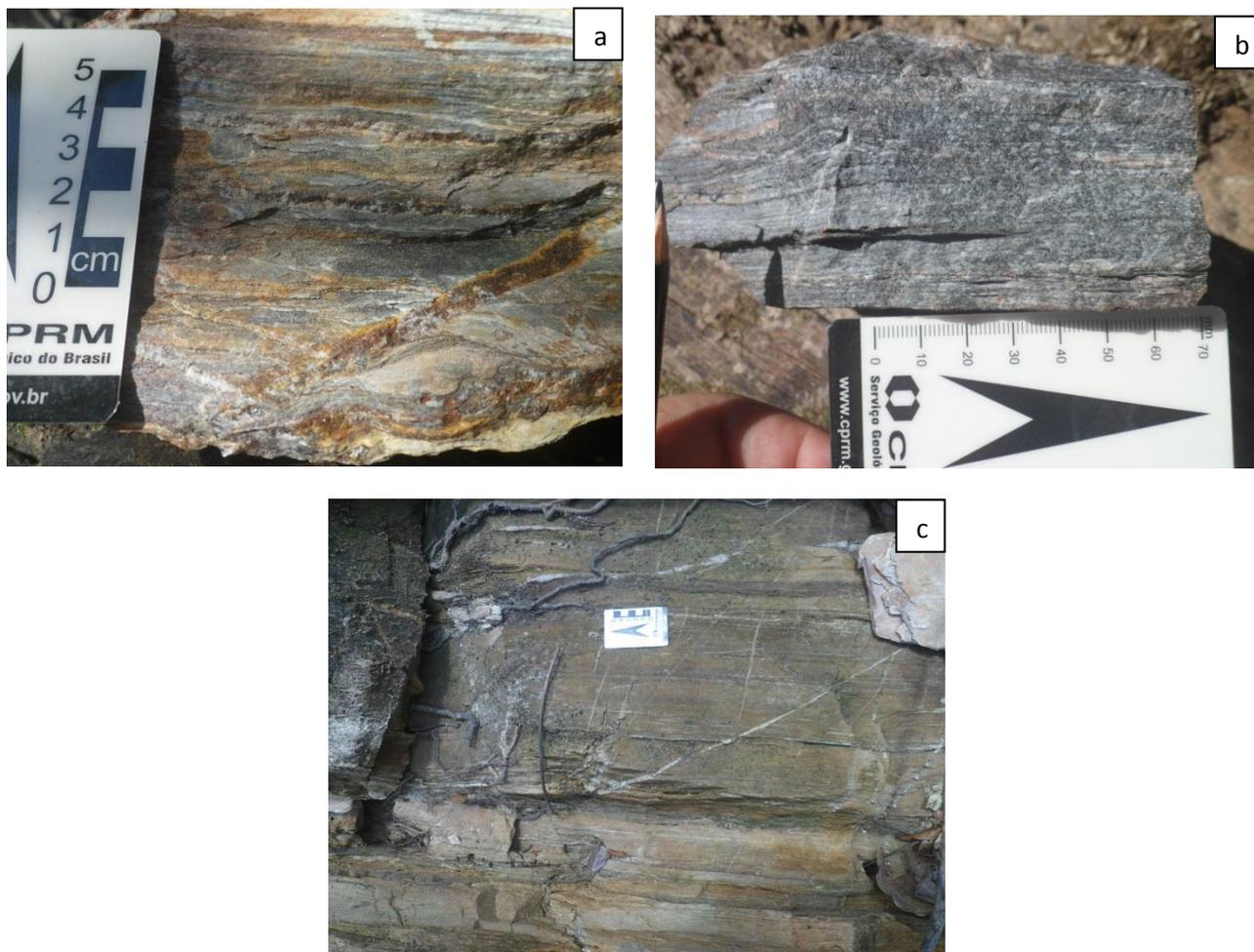


Figura 8

FH-23 (6°22'01,7"; 57°56'07,4")

Quartzo-xisto (observei micas finas a olho nu) com forte foliação (Sn+1 ?) disposta segundo **056/74** (Fig. 9) e uma discreta lineação, aparentemente uma lineação mineral, segundo **091/70**. Me parece uma foliação de transposição. Com lupa, observei micrólitons onde ainda se identifica uma foliação a ângulos variáveis da foliação principal. Não está totalmente claro se se trata de uma foliação de transposição por crenulação. Temos que avaliar a possibilidade de termos uma foliação milonítica (difícil de caracterizar nesta rocha fina e alterada).

Ocorrem veios de quartzo rompidos e lenticularizados e outros a altos ângulos da foliação (Sn? Sn+1?).



Figura 9 (foto por Marcelo Almeida)

FH-24 (6°26'8,6"; 58°02'39,9")

Rocha esbranquiçada, alterada, argilosa com bandamento discreto. Provável tufo alterado (Fig. 10a).

Ocorrem dobras abertas e crenulações com eixos muito íngremes aparentemente *down dip* (Fig. 10b).

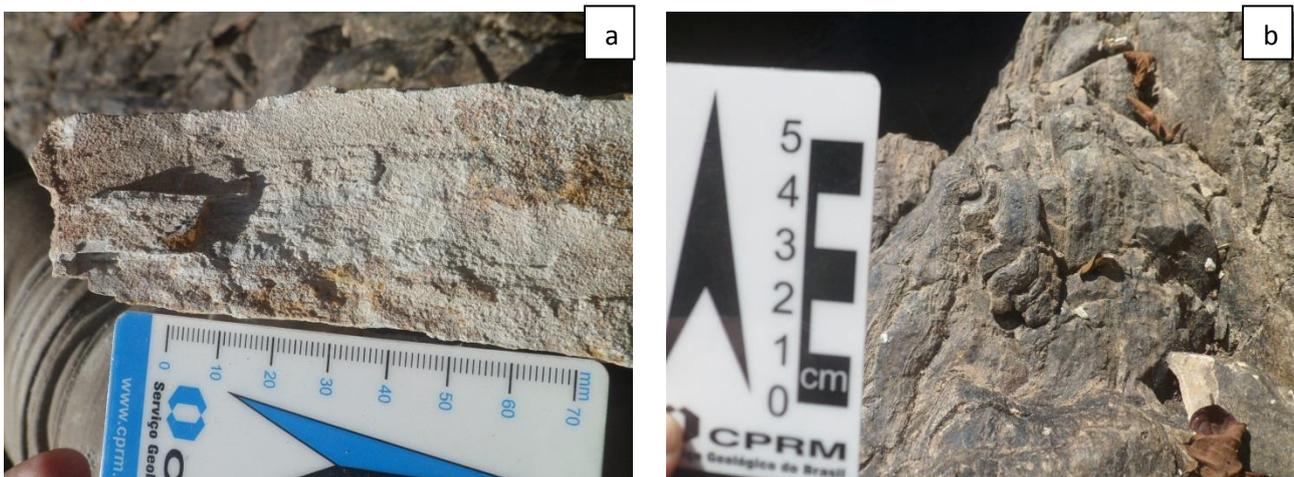


Figura 10

FH 25 (6°24'41,1"; 57°46'28,7")

Quartzo-xisto fino, variando a mica xisto fino quartzoso. A rocha alterada realça um bandamento composicional centimétrico, paralelo a uma clivagem S0/Sn?). Ocorrem bandas ocre, mais argilosas e bandas esbranquiçadas. O bandamento encontra-se dobrado (Dn+1 ?) (Fig. 11a) com eixo segundo **352/05** e superfície axial **271/80**. Observa-se a charneira e um dos flancos de um dobramento assimétrico, fechado, com plano axial associado a uma clivagem bem desenvolvida apenas nas proximidades de veios de quartzo de espessuras centimétricas.

Além dos veios que cortam a charneira e estão dispostos paralelamente ao plano axial das dobras, ocorrem veios de quartzo boudinados pré-Dn+1, dispostos paralelamente às camadas dobradas (Fig. 11b).

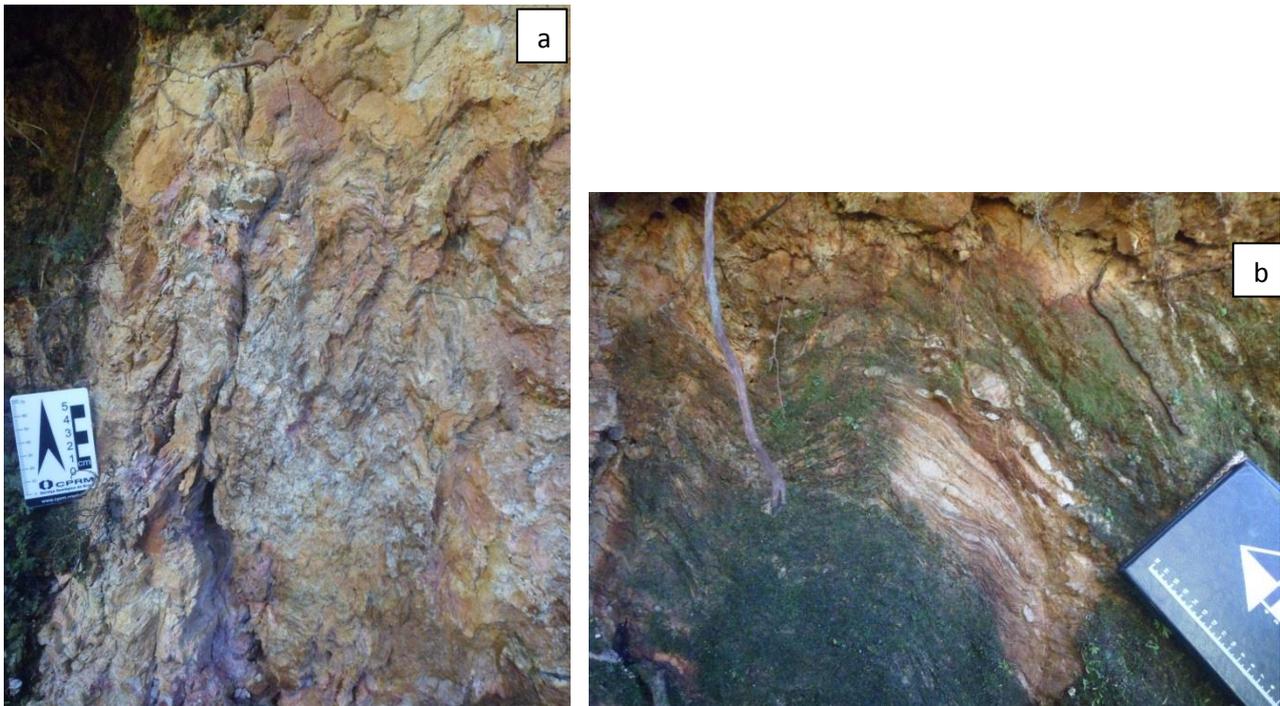


Figura 11

MM-15 (6°26'13,8"; 57°46'07,6")

Afloramento muito ruim! Blocos e pequeno aflo de mica quartzito fino muito alterado com cores ocre a marron em parte lateritizado?

FH -26 (6°25'18,6"; 57°52'37,2")

Rocha cinza, fina, com esparsos cristais opacos negros (acho que magnetita) em meio a uma massa que, com a lupa, me parece quartzo recristalizado? Parece um metachert (Fig.12 a), possivelmente silicificado. Ocorrem veios de quartzo finos a alto ângulo do bandamento (Fig.12 b), cortando veios mais grossos dispostos a baixo ângulo do bandamento. Me parece que ocorre um halo com maior concentração de finos cristais negros de magnetita bordejando os veios que cortam o bandamento a baixo ângulo.

Observei dobra aberta pequena com superfície axial segundo **120/31** e eixo **192/15**.

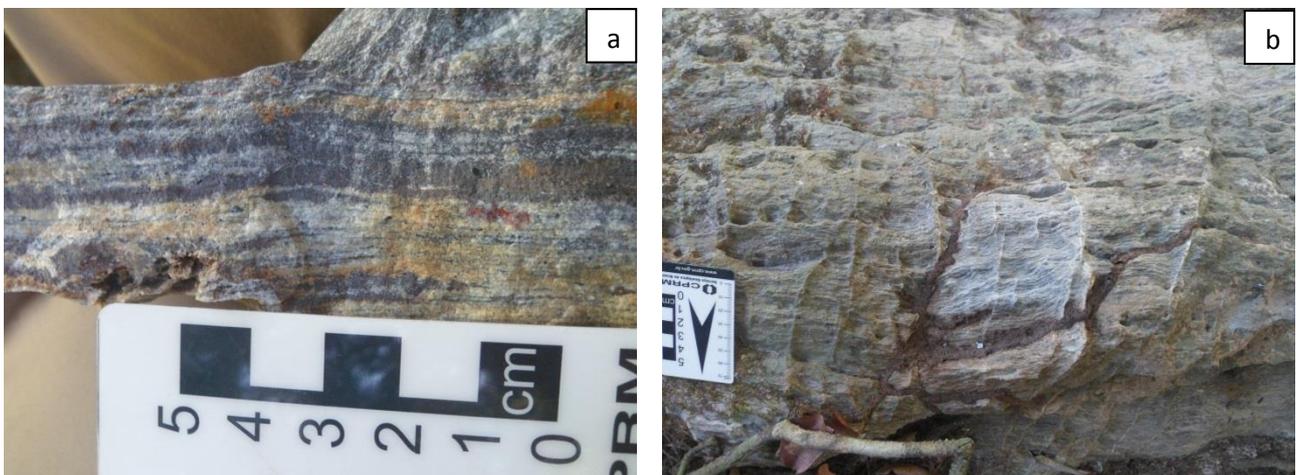


Figura 12

Na outra margem do rio observamos um grande afloramento com padrão complicado de mesodobras. Ocorrem dobras fechadas com superfícies axiais íngremes (Fig. 13 a) observadas na parte esquerda do afloramento (Fig. 13 c marcação 1) e dobras abertas com superfícies axiais sub-horizontais observadas na parte direita do afloramento (Fig. 13 c marcação 2).

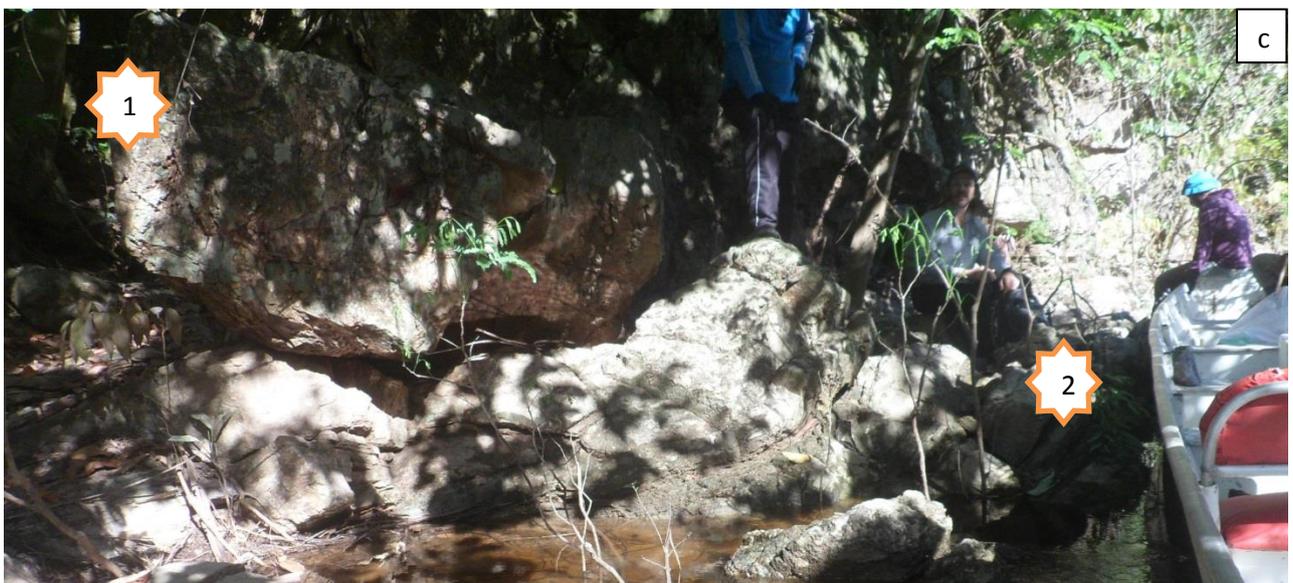


Figura 13

FH 27 (6°15'44,6"; 57°44'23,5")

Biotita-gnaiss fino com foliação conferida pela presença de filmes de biotita que separam lâminas quartzo-feldspáticas milimétricas. A foliação (**050/80**) é paralela a um bandamento conferido pela variação de biotita na rocha, que é realçado pela presença de veios finos de quartzo (Fig. 14 a, b).

Em algumas faixas ocorrem dobras fechadas assimétricas (Fig. 14 b, d), às vezes com flancos rompidos, interpretadas como relacionadas à D_{n+1} (eixo de **178/60**). Estas dobras D_{n+1} afetam o bandamento metamórfico/foliação principal do afloramento S_n/S_0 e em geral não estão associadas a foliação de plano axial. Localmente, observei discreta foliação S_{n+1} cortando a baixo ângulo S_n . O arranjo geral destas dobras D_{n+1} , assimétricas sugere sua relação com zonas de cisalhamento destrais (verificar regionalmente e ver observações do afloramento FH-21). Veios de quartzo rompidos e cisalhados mostram também arranjos sugestivos de uma cinemática destreal.

Em algumas porções do afloramento o arranjo de dobras D_{n+1} fica mais complexo e bastante sugestivo da presença de dobras dobradas (Fig.14 d, e). Minha hipótese de trabalho é que ocorram dobras isoclinais D_n associada à forte foliação S_n , sendo o conjunto afetado dobras assimétricas fechadas (a isoclinais) D_{n+1} em ambiente cisalhante destreal. É preciso verificar com a microtectônica a mineralogia associada a S_n e S_{n+1} para avaliar a possibilidade de que representem uma deformação progressiva.

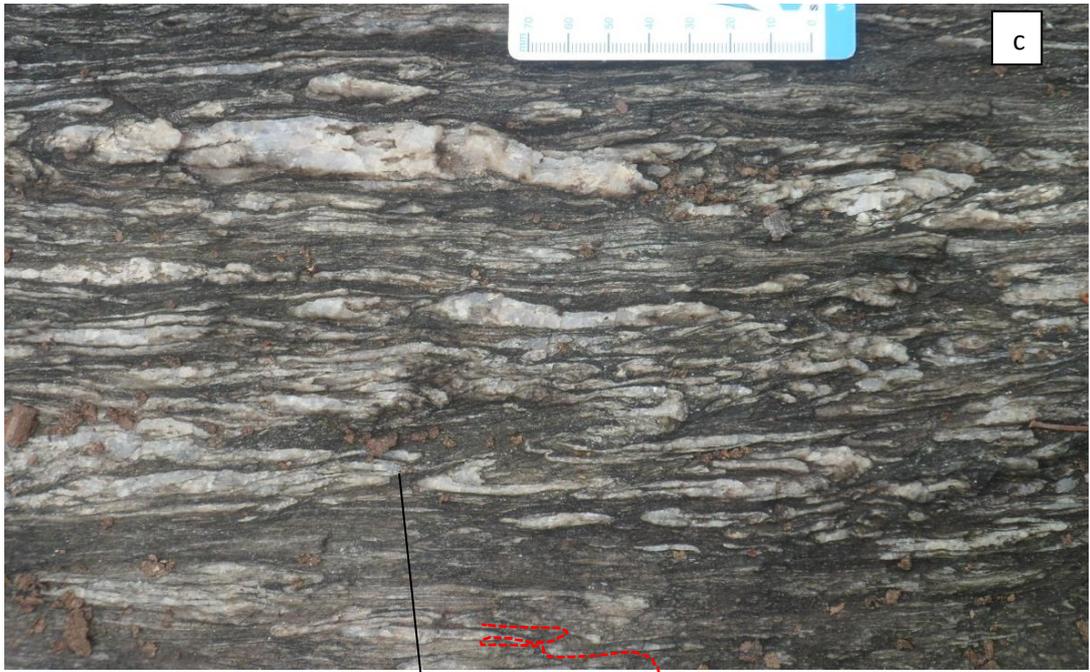
Os veios de quartzo finos que realçam a foliação e bandamento da rocha e se encontram dobrados pelas dobras assimétricas D_{n+1} são interpretados como pré a S_n . Outros veios, as vezes cortam os flancos das dobras D_{n+1} e outras vezes são dobrados ou rompidos e cisalhados por estas dobras, sendo interpretados como S_{n+1} .

Localmente observei *kink bands* com eixo **070/80** e plano axial **152/85**, tardios na evolução do quadro estrutural.

Ocorrem veios quartzo-feldspáticos pegmatóide, com uma fase aplítica associada, boudinado, cortando a foliação S_n a baixo ângulo e em parte desviando esta mesma foliação.



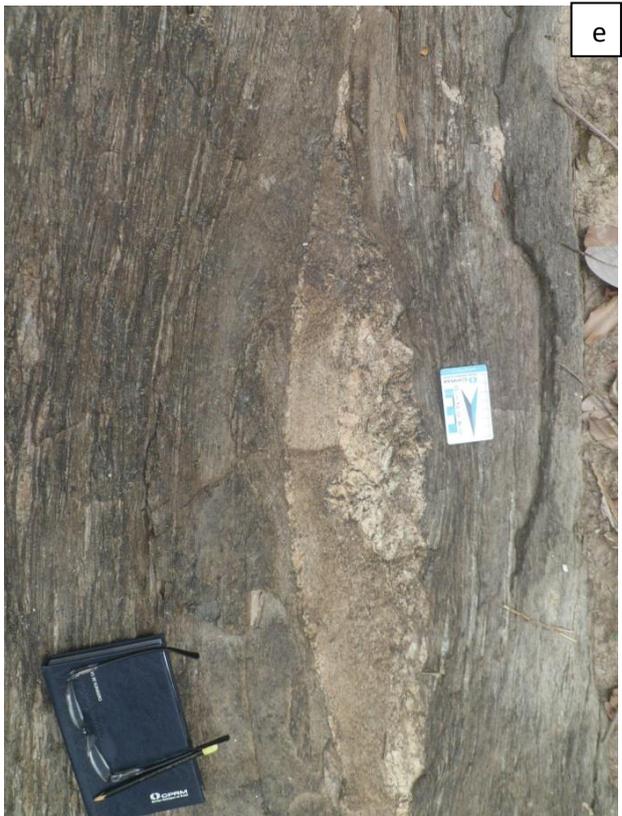




c



d



e



Figura 14

RESUMO DAS MEDIDAS ESTRUTURAIS NOS AFLORAMENTOS DO GRUPO JACAREACANGA

AFLO	Sn/S0	Saxial Sn+1	Eixo Sn+1	S. axial Sn+2	Eixo Ln+2	Falhas e Frat.
FH-21	235/70	254/64	196/34	335/62		020/70 330/87
FH-22	255/52				090/70	256/66; 120/78
FH-23	056/74					
FH-25	099/63 (FLANCO)	271/80	353/05			
FH-26	262/54	195/15	180/008	238/69		000/48;
FH-27	072/80	064/70	178/60	152/85	070/80	

GRANITOS A GRANODIORITOS PARAUARI/CREPORIZÃO (?)

FH-28

Afloramento no meio do rio Tapajós, onde observei as seguintes litologias:

- A) Hornblenda monzogranito cinza, magnético, rico em minerais máficos (~18%). Os minerais máficos (biotita > hornblenda) ocorrem em glomérulos irregulares. Em algumas locais estes glomérulos são alongados e parecem conferir um caráter linear a rocha
- B) Biotita-hornblenda sienogranito grosso creme;
- C) Rocha máfica microgranular em enclaves arredondados de dimensões centimétricas observados no interior das ds litologias A e B. Ocorrem cristais de feldspato alcalino pingados no enclave máfico indicando a coexistência de magmas máficos e félsicos.
- D) Sienogranito creme a rosado, muito rico em quartzo, e bem mais pobre em máficos que a litologia B. Aparentemente sem hornblenda sendo a biotita o mineral máfico observável. Pouco magnética. Esta litologia ocorrem isolada em parte do afloramento e poderia corresponder a um dique de outra unidade cortando o Creporizão/Parauari.

Em nenhuma das litologias observei indícios de deformação dúctil em estado sólido. Ocorrem fraturas e falhas segundo **024/85**, associadas a superfícies enriquecidas em mineral fino esverdeado (epidoto), sendo que em uma delas observei estrias horizontais, indicando movimento transcorrente. Ocorrem também fraturas e finos veios de quartzo segundo **050/85**.

FH 17 (5°58'50,6"; 57°40'05,6")

Afloramento fantástico de um granitoide com bandamento composicional magmático (Fig. 15 a), marcado principalmente pela presença de bandas de leuco monzogranito médio a grosso, creme a róseo, e de monzogranito a granodiorito médio a fino, cinza mais rico em máficos e de porções lenticulares de rocha mais grossa pegmatóide. O bandamento tem limites difusos e é realçado pela presença de lâminas ricas em biotita. Estas lâminas dispõem-se em feição similar a estratificação cruzada acanalada (Fig. 15 b) e, observadas em detalhe, mostram contato gradacional na base e brusco no topo (Fig. 15 c). Não observei foliação magmática.

Ocorrem xenólitos de composição tamanho e formas variáveis (Fig. 15 a, d, e, f): rocha máfica fina cinza escura, foliada; quartzito fino branco; leucogranito médio creme a rosado; biotita granito cinza grosso; leucognaisse fino; rocha máfica fina não foliada; e gnaisse. Os xenólitos interrompem bruscamente o bandamento e a laminação e tendem a se concentrar em algumas bandas (Fig. 15 a). Na parte superior de algumas bandas ocorrem “manchas verdes” ricas em epidoto (Fig. 15 g), não me pareceu algo superficial associado a falhas, mas algo determinado pela mineralogia da banda (não entendi?).





Figura 15

ROCHAS MÁFICAS DA SUÍTE INGARANA

FH-39 (5°50'20,4"; 57°30'32,7")

Gabro fino com glomérulos alongados de mineral máfico (CPX?), as vezes com discreta orientação preferencial, e cristas submilimétricos de sulfeto. Ocorrem superfícies de fraturas N70W; N70E

ROCHAS SEDIMENTARES

FH -04

Arenito arcoseano, com grânulos (0,5-1,5mm) de quartzo e feldspato em matriz fina, feldspática com SO variando de 240/15 a 225/20 (Fig. 16 a).

Observei camadas maciças (1 a 2m de espessura) e outras com laminação interna marcando estratificação cruzada acanalada de médio porte (Fig. 16 b). Ocorrem camadas ricas em fragmentos alongados (baixa esfericidade) compostos de argilito que podem atingir 20 cm e camada de conglomerado polimictico (Fig. 16 c. d), com matriz arcoseana grossa e seixos em geral entre 5 e 20 cm de: arenito arcoseano laminado; quartzo leotoso; argilito branco em fragmentos angulosos; conglomerado avermelhado.

Localmente observei fraturas **090/80**.



Figura 16

FH-05 (6°27'51,6"; 58°20'54,6")

Conglomerado polimictico clasto-suportado, com clastos subarredondados, com esfericidade baixa a média entre 10 e 20 cm, em matriz de um conglomerado fino com grânulos e pequenos seixos de até 2 cm.



Figura 17

FH-06 (6°26'06,8"; 58°20'0,8 ???6")

Arenito com complexo padrão de veios subverticais (Fig. 18 a corte horizontal; 18 b corte vertical): 020/80; 178/78; 210/84; 120/87. Alguns com evidência de crescimento epitaxial perpendicularmente a parede dos veios (Fig. 18 c). Após uma breve observação abandonei o grupo e retornei a Jacareacanga.





Figura 18

GARIMPOS

Não fiz muitas observações nos dois garimpos e fiquei mais ouvindo as discussões dos colegas, não cabendo aqui reporta-las. Segue então uma breve descrição.

GARIMPO DO OURO ROXO (6°8'58,1"; 57°23'13,6")

Após uma rápida observação dos testemunhos seguimos para a lavra. O pouquíssimo que vi dos testemunhos mostram um granitoide (talvez um granodiorito) (Fig. 19 a), com zonas cataclásticas (Fig. 19 b) e algumas zonas em que a rocha parece milonítica (Fig. 19 c).

A caminho para a lavra (Fig. 19 d) observei, no chão, rocha quase totalmente alterada (Fig. 19 a) que pode corresponder ao granitoide visto no testemunho, com foliação segundo N10E- SV. Esta rocha é cortada por inúmeras superfícies de falha associadas a halos de alteração (hidrotermal?) onde a rocha é por vezes enriquecida em manchas brancas que parecem feldspatos alterados. Observei falha com espelho segundo N20E e estrias sub-horizontais. Ocorrem veios quartzo-feldspáticos pegmatoides e veios de quartzo de espessuras centimétricas.



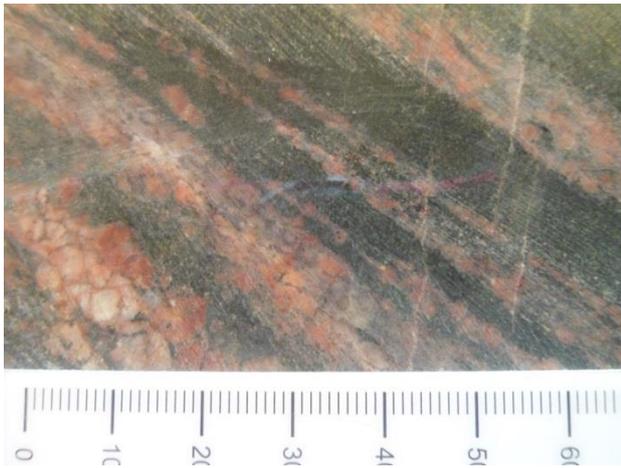


Figura 19

GARIMPO PIMENTEIRAS

FH-32 (6°10'15,4"; 57°23'21,6")

Não vi rocha fresca, apenas material intensamente alterado as vezes cataclástico e com inúmeras superfícies de falha. Para um estudo deste garimpo é necessário o retorno para observações estruturais mais cuidadosas.

Em uma das frentes do garimpo ocorrem falhas segundo 060/30 e 089/85 e horizontes ricos em veios de quartzo de até 20 cm de largura, que se encontram lenticularizados e cataclazados. Estes horizontes correspondem ao material mineralizado, lavrado.