

**CPRM**

Serviço Geológico do Brasil

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE GOIÂNIA

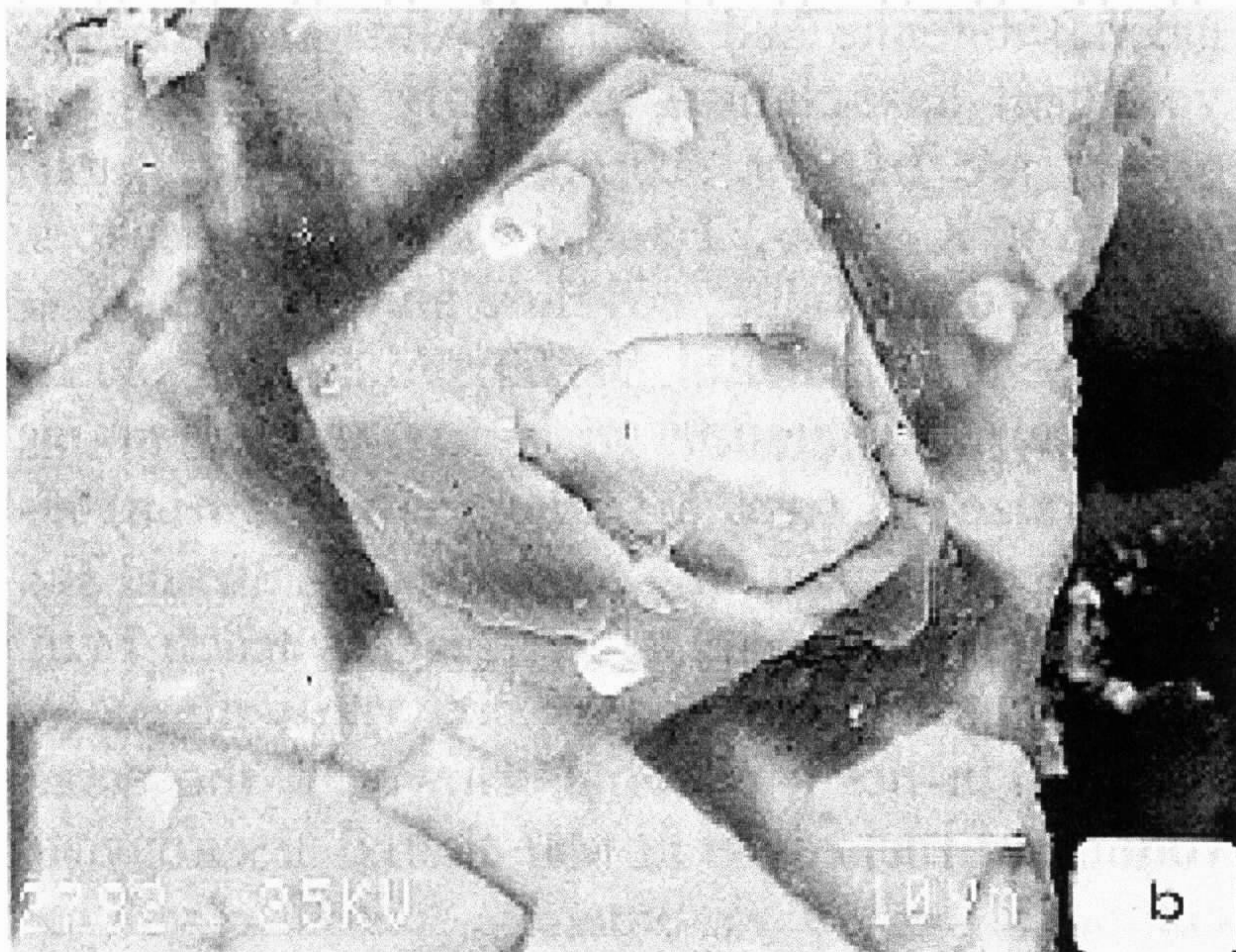
CPRM  
BIBLIOTECA  
Ed. Agem  
170

**MINERALIZAÇÕES DA PROVÍNCIA**

**ESTANÍFERA DE GOIÁS - SUBPROVÍNCIA PARANÃ**

RELATÓRIO DE VIAGEM

**THIERS MUNIZ LIMA & MARIA ABADIA CAMARGO**



Goiânia  
Janeiro - 1998



# MINERALIZAÇÕES DA PROVÍNCIA ESTANÍFERA DE GOIÁS - SUBPROVÍNCIA PARANÃ

Thiers Muniz Lima\*<sup>1</sup> & Maria Abadia Camargo\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> CPRM - Superintendência Regional de Goiânia  
Janeiro - 1998

## 1 - INTRODUÇÃO

O presente relatório visa apresentar as atividades de campo desenvolvidas durante o Curso "Metalogenia de Granitos" realizado pelo Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, no período de 24 a 30 de novembro de 1997, sob a orientação dos professores Timothy Liverton (exposições teóricas/laboratório) e Nilson F. Botelho (atividades de campo) que constaram na visita aos granitos da Província Estanífera de Goiás, enfatizando as feições das mineralizações de estanho (Sn) e índio (In) associadas aos maciços graníticos.

Os granitos da Província Estanífera de Goiás - Subprovíncia Paranã localizados na porção norte do Estado de Goiás, possuem importantes mineralizações de Sn que formaram representativos depósitos primários e aluvionares, intensamente explorados pela atividade garimpeira no período de 1974-1986, bem como constituíram alvos de pesquisa mineral pelas empresas Vale do Doce e Goiás Estanho S.A. Estes depósitos atingiram a exaustão econômica devido a diminuição dos teores médios, bem como a queda no preço do estanho (US\$ 12,00 para US\$ 6,00) no mercado internacional na década de 80.

Associada às ocorrências de cassiterita, foi descoberta recentemente (1992) importante mineralização de Índio (In), o qual encontra-se na estrutura de um novo mineral denominado de Yanomamita (Botelho, 1992a) e que juntamente com altos teores de ETR, formam importantes produtos ou sub-produtos economicamente

recuperáveis. Destaca-se portanto, atenção especial para provável associação de estanho e índio em outros depósitos de cassiterita do Brasil, relacionados a rochas graníticas ou vulcânicas ácidas, a exemplo do que foi observado em *cassiterita estanho-madeira* dos metariolitos do Supergrupo Espinhaço, que apresentam alto conteúdo de In (0,33%) (Botelho, 1997).

As mineralizações de Sn-In na Subprovíncia Paranã estão associadas a *greisens* de fácies graníticas evoluídos, os quais possuem características geoquímicas e geocronológicas distintas, possíveis de serem utilizadas como ferramentas na etapa de prospecção mineral (Botelho, 1992b).

## 2 - LOCALIZAÇÃO E GEOLOGIA REGIONAL

As atividades de campo se concentraram na visita aos granitos da Subprovíncia Paranã, localizados na porção norte do Estado de Goiás, distando cerca de 350 km de Brasília, e presente na Faixa Brasília da Província Tocantins (Marini & Botelho, 1986) (fig.01). Esta subprovíncia é representada pelos maciços graníticos da Pedra Branca, Mocambo, Mangabeira, Mendes, Sucuri, Soledade, Teresinha e São Domingos que podem apresentar mineralizações de Sn, In e W, entre outros (fig.02). Estes corpos encontram-se intrusivos em rochas do Complexo Granito-Gnáissico e/ou Formação Ticunzal e localmente com contatos tectônicos com o Grupo Arai.



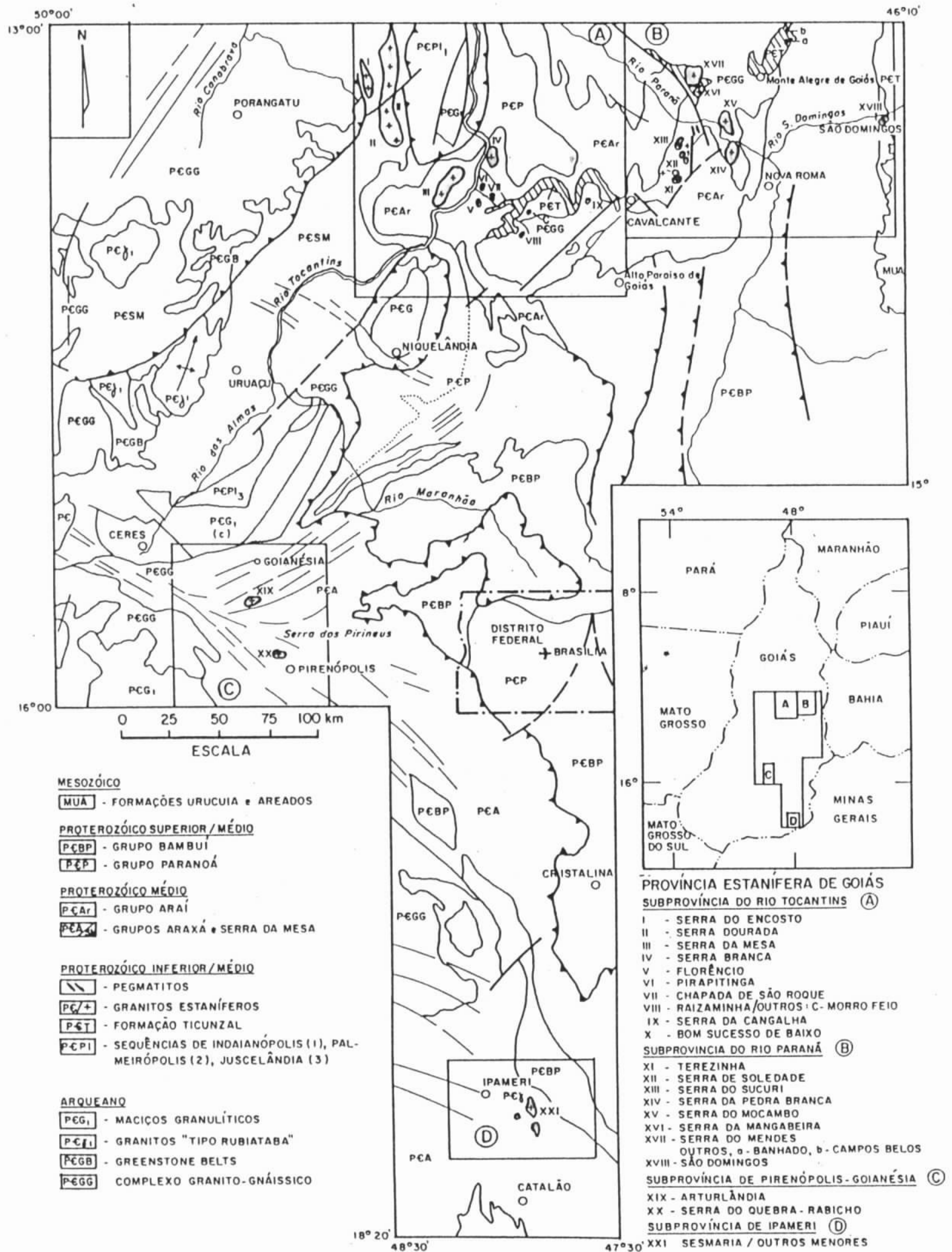


Figura 01 - Localização da *Província Estanífera de Goiás* no contexto da geologia regional (Marini & Botelho, 1986)



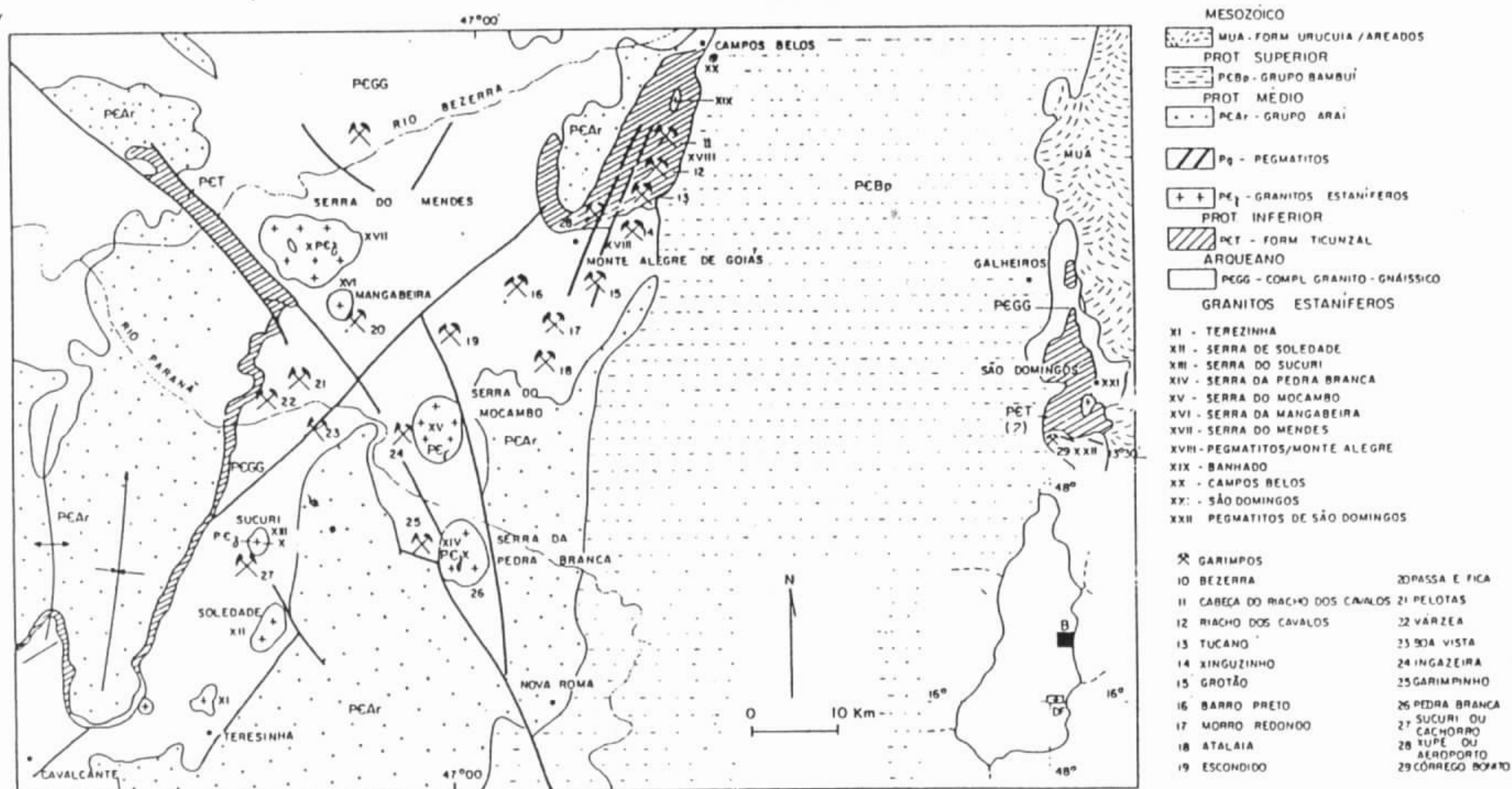


Figura 02 - Granitos da Subprovincia Parana e unidades geológicas regionais (Marini & Botelho, 1986)

### 3 - GEOLOGIA E GEOQUÍMICA DOS GRANITOS DA SUB-PROVÍNCIA PARANÁ

Os maciços desta província possuem características típicas de granitos anorogênicos, com feições geoquímicas de granito do *tipo A*, representantes de um magmatismo plutônico ácido, atuante em dois principais períodos (1770 Ma e 1600Ma), associado também a um vulcanismo bimodal (1770 Ma) representado pela presença de riolitos/dacitos e basaltos, intercalados em metassedimentos da base do Grupo Araí, os quais podem apresentar conglomerados com seixos de granitos e rochas vulcânicas (fig.03 B\C). Compõe desta forma, provavelmente uma associação típica de um ambiente de *rift*, estabelecido durante o

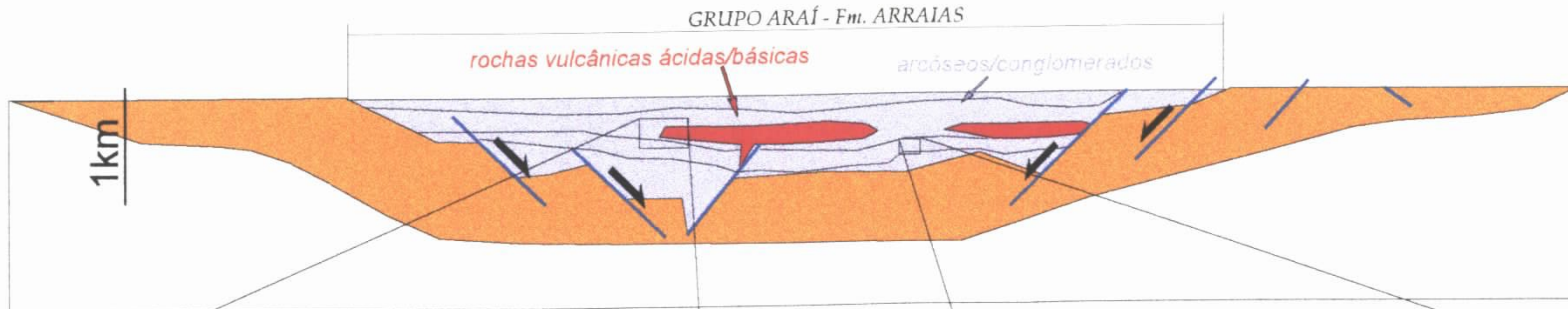
Mesoproterozóico (Nilson *et. al*,1994, Botelho *et. al*, 1993, Faria, 1995) (fig.03A).

Na Subprovincia Parana, Botelho (1992a/b) definiu a presença de duas famílias de granitos com características geoquímicas e geocronológicas distintas, as quais denominou de *g1* e *g2*. Os granitos *g1*, com idade de 1770 Ma, são potássicos, com afinidade alcalina e apresentam uma evolução magmática representada pela incompatibilidade de Nb e Th, além de um alto conteúdo de Zr, Y e ETR. Os granitos *g2*, de idade próxima a 1600 Ma, possuem teores mais elevados de Li, F, Rb, Sn, Ta e Th; razão MgO/TiO<sub>2</sub> igual a 1 e natureza metaluminosa a peralcalina (fig.04).

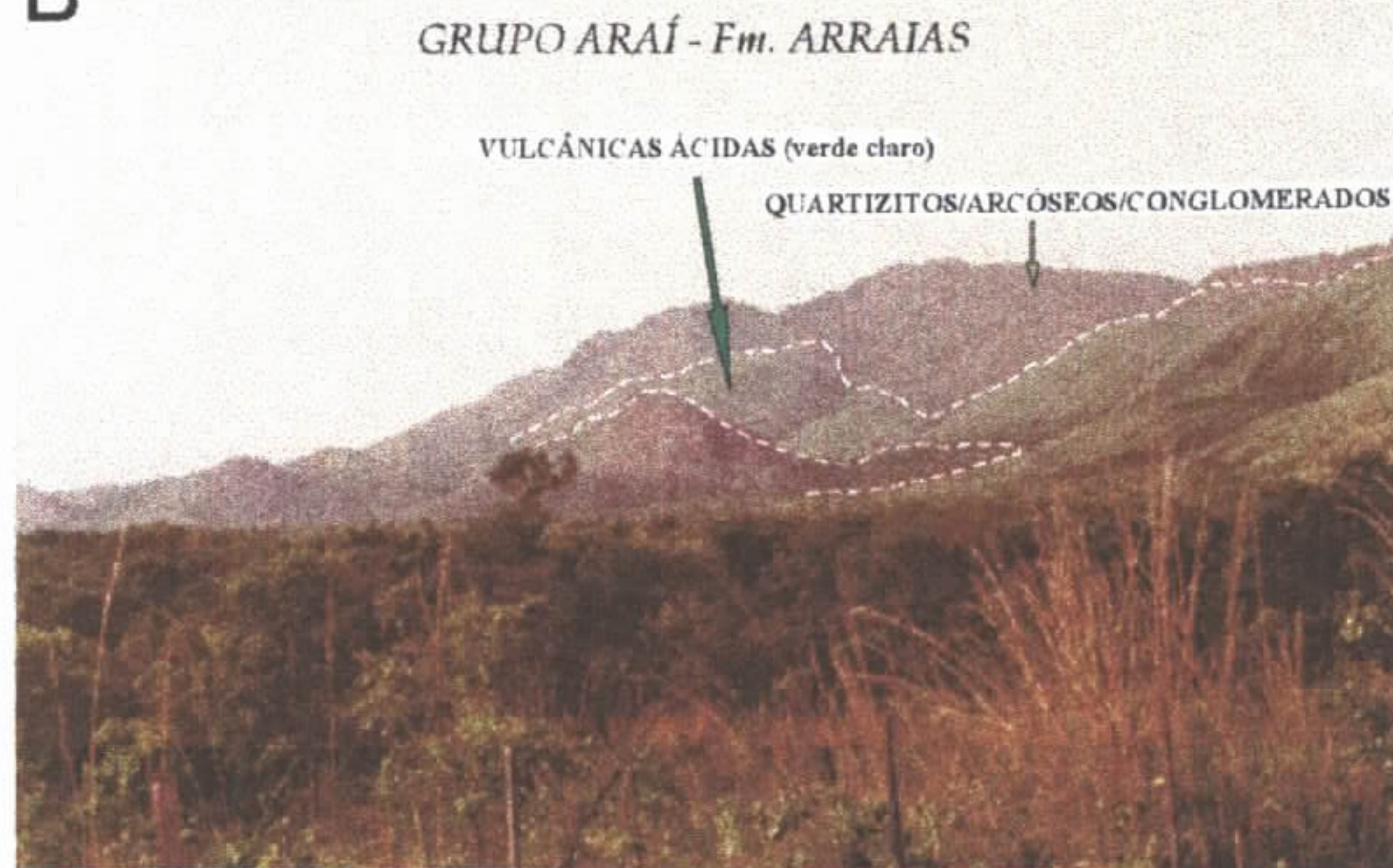


A

## Evolução esquemática do rifteamento central do Brasil - Rifteamento do Araí : 1,8 - 1,75 Ga



B



C



Figura 03 - **A)** Evolução esquemática do rifteamento da Bacia do Araí - Goiás/Tocantins (Faria, 1995); **B)** Intercalações de rochas vulcânicas ácidas nos metassedimentos (quartzitos, conglomerados, arcóseos...) da base do Grupo Araí - Fm. Arraias; **C)** Conglomerado polimítico (fragmentos de granitos, rochas vulcânicas ácidas...) na base do Grupo Araí.



Os granitos g1 e g2 possuem fácies de distintos estágios de evolução magmática. Nos granitos g1 os líquidos iniciais de filiação alcalina se diferenciaram produzindo termos finais peraluminosos, enquanto nos granitos g2, o magma inicialmente de natureza metaluminosa, evoluiu para formar fácies graníticas

peraluminosos, com albita e topázio. Este processo de diferenciação magmática permitiu separar a família g1 nas fácies *g1a*, *g1b* e *g1c* e a família g2 em *g2a*, *g2b*, *g2c*, *g2d*, *g2e*, os quais estão bem representados nos maciços Mangabeira e Pedra Branca.

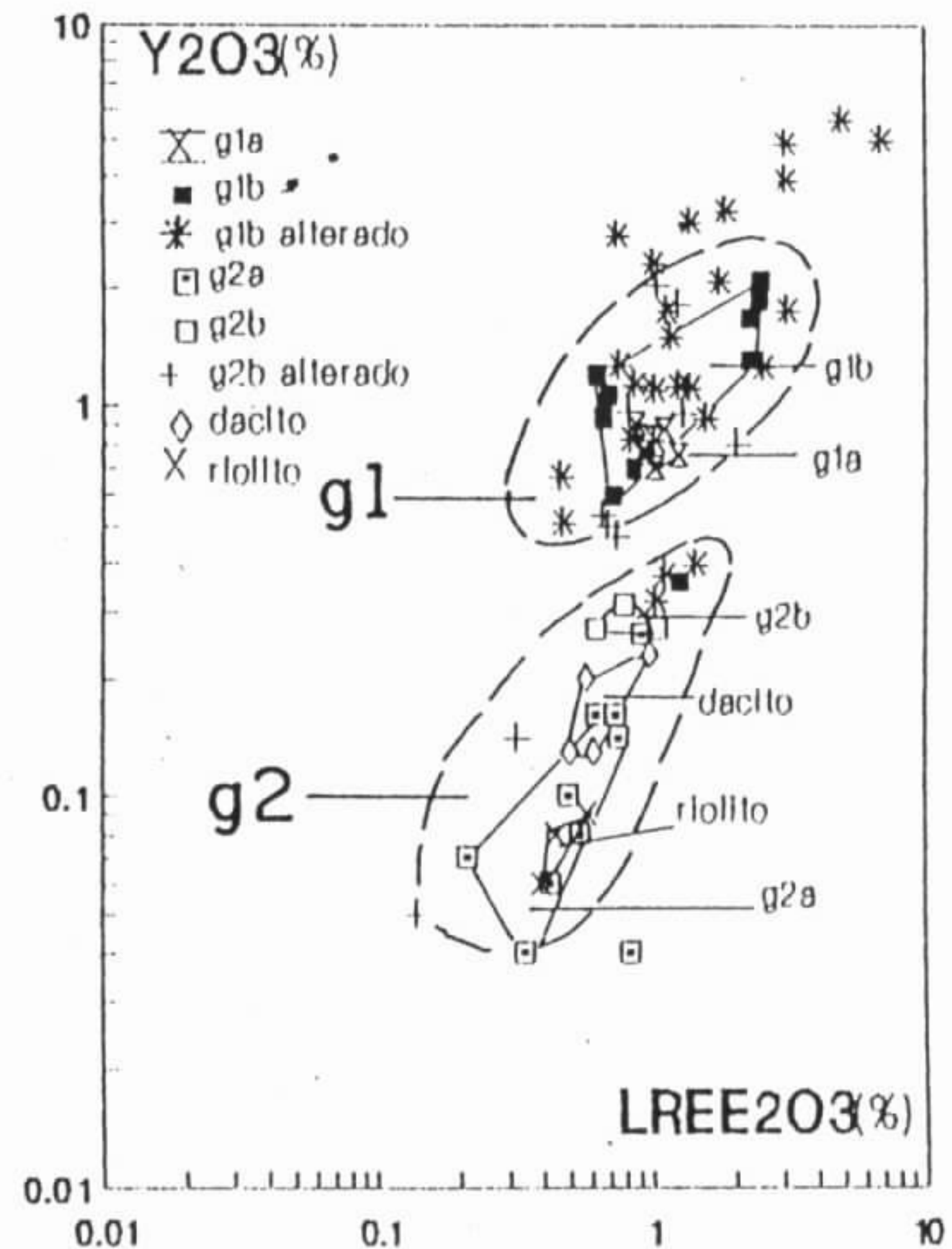
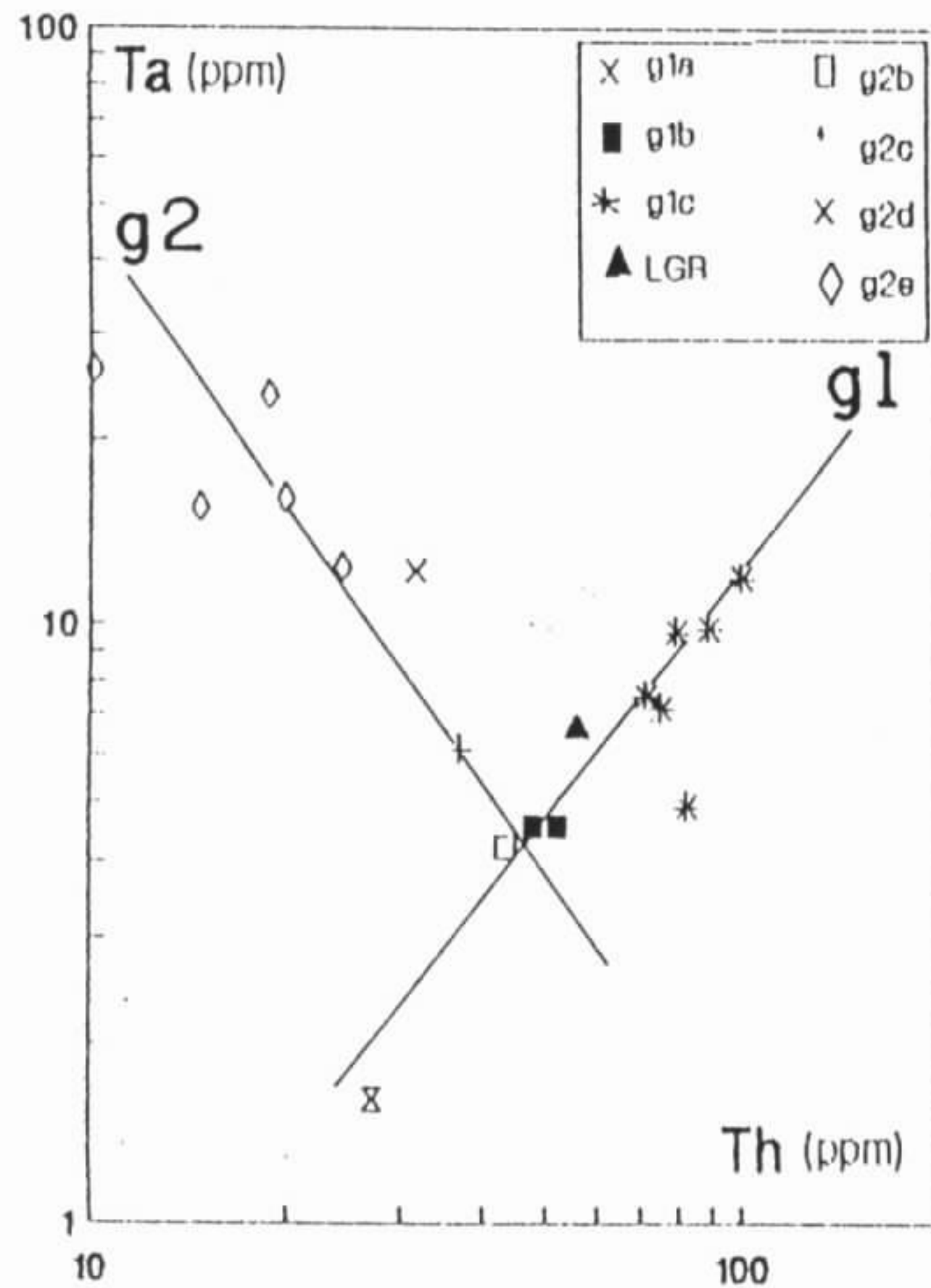
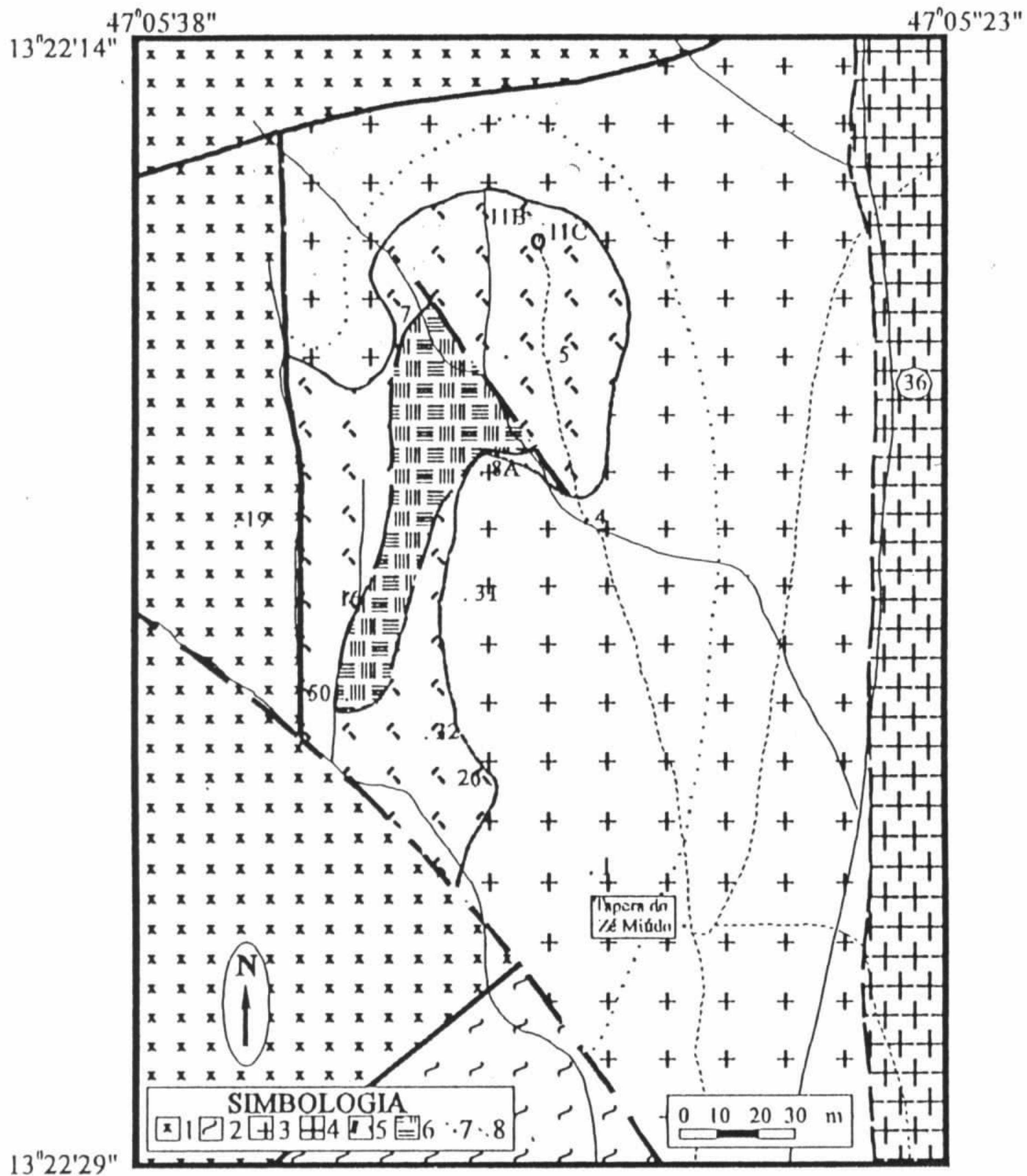


Figura 04 - Características geoquímicas das famílias g1 e g2 dos granitos da Subprovíncia Paranã (Botelho, 1992b)

No Maciço Mangabeira predomina biotita-granito de cor rosa, porfirítico a equigranular (g1), com fácies de leucogranito a topázio-albita-granito (g2) subordinado (fig.05) (Moura, 1993). No Maciço Pedra Branca predomina biotita-granito de cor rósea e porfirítico (g1b), com restrito fácies representado por leucogranito de granulação média-grossa a Li-siderofilita/zinwaldita, subordinada (g2d) (fig.06). Nos dois maciços o biotita-granito apresenta-se petrograficamente semelhante, sendo constituído por k-feldspato, plagioclásio, quartzo e biotita/clorita, com acessórios representados por fluorita, titanita, zircão e allanita.

O k-feldspato mostra-se xenomórfico e invariavelmente pertítico, enquanto o plagioclásio ocorre idiomórfico e parcialmente saussuritizado, envolvidos intersticialmente por quartzo, o qual forma agregados de cristais ou subgrãos xenomórficos isolados. A fluorita preenche vênulas e fraturas, enquanto a titanita ocorre na forma de agregados microgranulares associados à clorita. Zircão e allanita são idiomórficos a subidiomórficos.





- Mapa geológico simplificado da Zona Greisenizada Principal do Maciço Mangabeira (GO). 1. Biotita granito do Complexo granito-gnáissico (GRB); 2. ultramilonito do Complexo granito-gnáissico, greisenizado; 3. Granito g2d; 4. Leucogranito (LGR); 5. Topázio-albita granito (GAT), com intercalações do g2d; 6. setor de ocorrência da Rocha à quartzo e topázio (RQT), dentro do GAT; 7. limite da auréola de metassomatismo mais intenso do GAT sobre o granito g2d; 8. caminho.

Figura 05 - Mapa geológico da zona greisenizada do Maciço Mangabeira (Moura & Botelho, 1994)



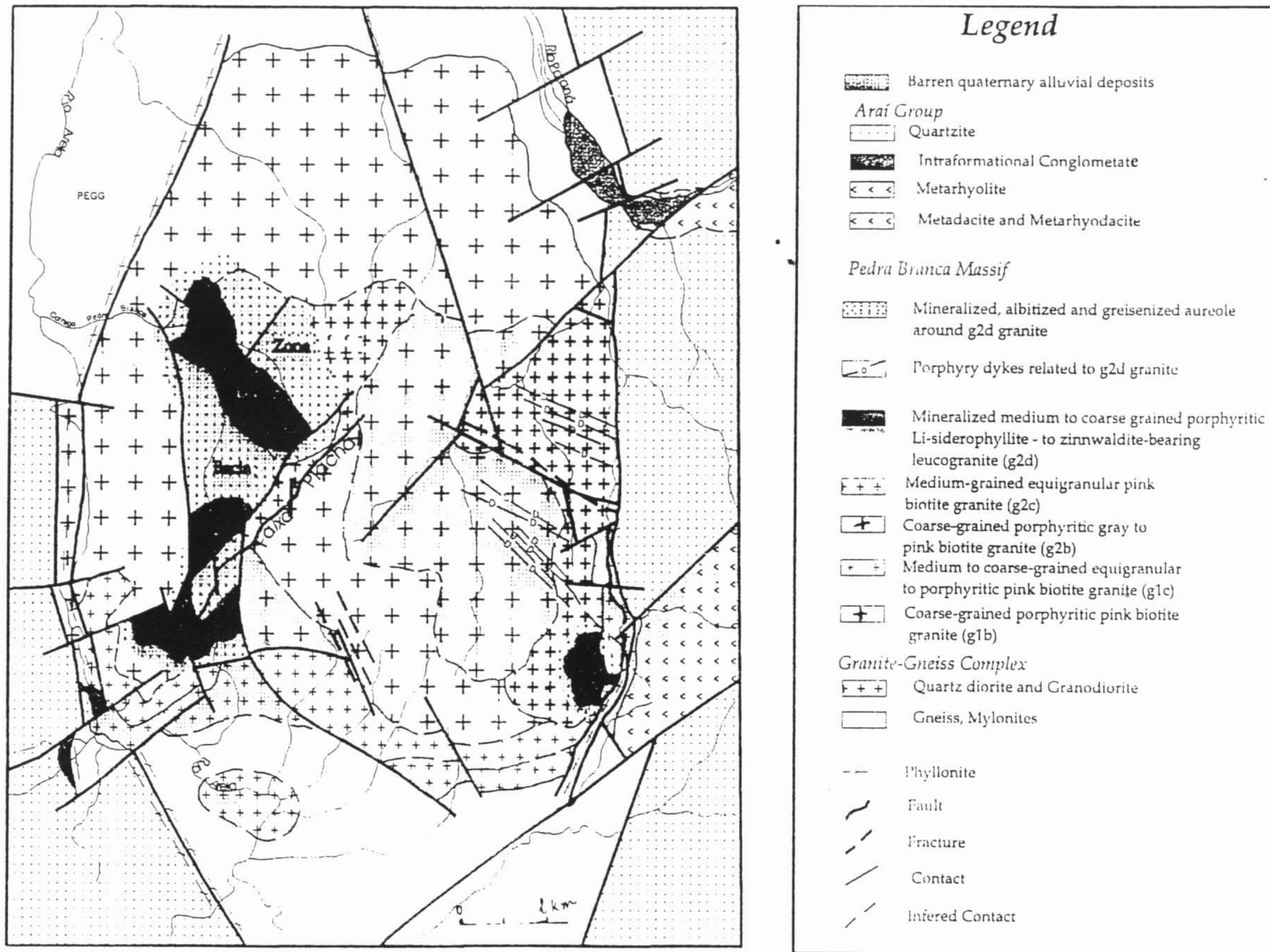


Figura 06 - Mapa geológico do Maciço Pedra Branca (Botelho, 1992a)



#### 4 - OS GREISENS E MINERALIZAÇÕES DE Sn e In ASSOCIADAS

As mineralizações de Sn na Subprovíncia Paranã encontram-se intimamente relacionadas ao evento magmático responsável pela formação dos granitos g2, com a cassiterita ocorrendo em zonas de cúpula e fraturas *greisenizadas* (maciços de Mangabeira e Pedra Branca), zonas de albitização (Maciço Sucuri) e zonas miloníticas *greisenizadas* no contato com rochas do Complexo Granito-

Gnáissico (Maciço Mocambo) (Botelho, 1997). Os processos tardimagmáticos a pós-magmáticos de *greisenização*, albitização e microclinização evidenciam a intensa interação fluido-rocha, nos estágios finais da evolução magmática responsável pelo transporte e precipitação de metais. A cassiterita também pode ocorrer, de forma mais restrita, como delgados níveis em fácies graníticas evoluídas (sem feições de *greisenização*), provavelmente associada a um processo de cristalização fracionada durante a diferenciação magmática (fig.07).

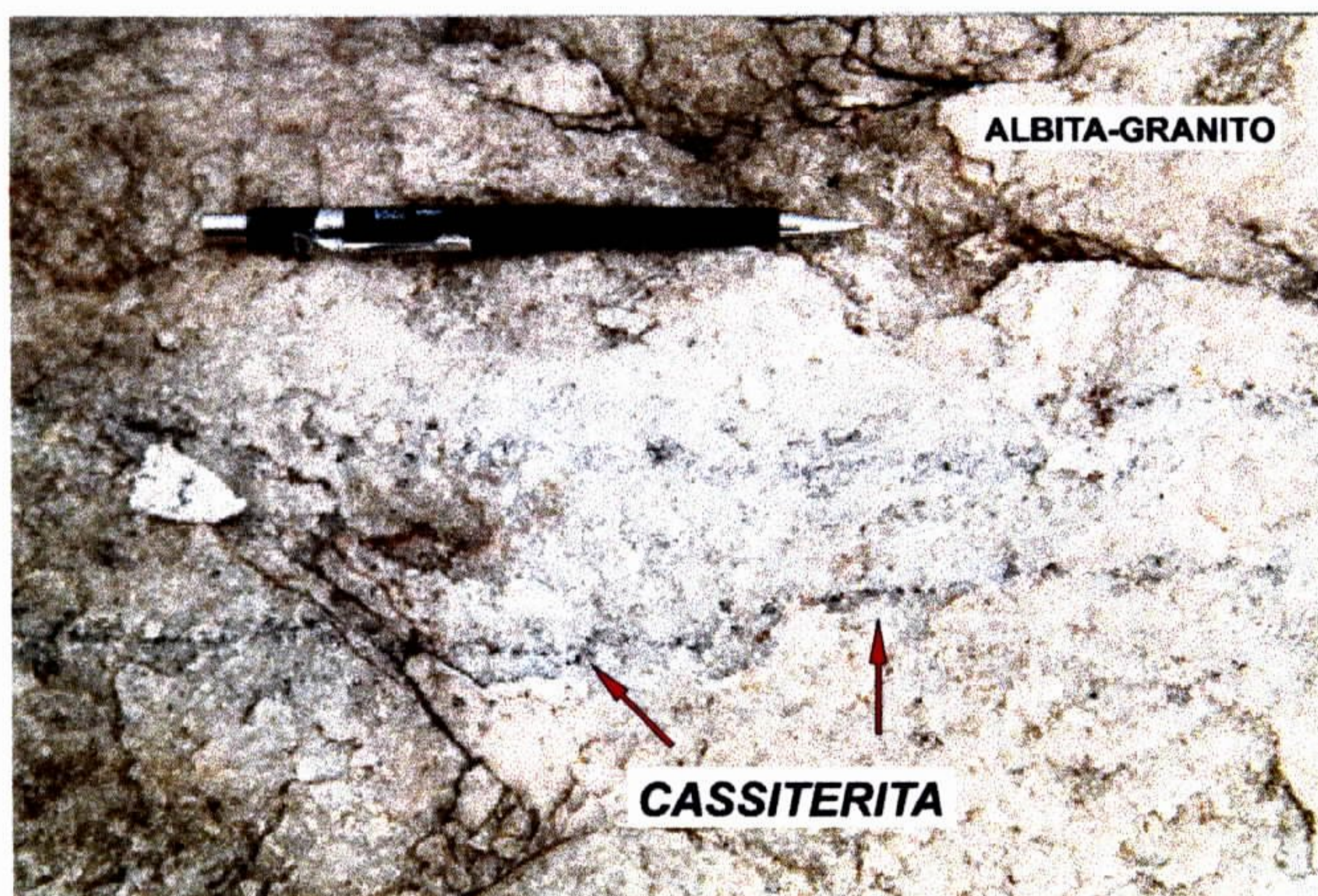


Figura 07 - Níveis de cassiterita em albita-granito do Maciço Mangabeira (*Morro da Laranjinha*)

No Maciço Pedra Branca as mineralizações de estanho ocorrem em granitos *greisenizados* e veios de quartzo na forma de: a) “buchos” de cassiterita em quartzo-muscovita-*greisens*; b) cassiterita (+sulfetos) associados a protolitionita-quartzo-*greisens*; c) cassiterita em granitos *greisenizados* e d) cassiterita maciça

+quartzo preenchendo fraturas em biotita-granito (Botelho & Marini, 1985). A principal ocorrência se apresenta na forma de “buchos” ao longo de faixas de *greisens* localizados em duas principais zonas: a) Zona da Bacia e b) Faixa Placha (fig.08).



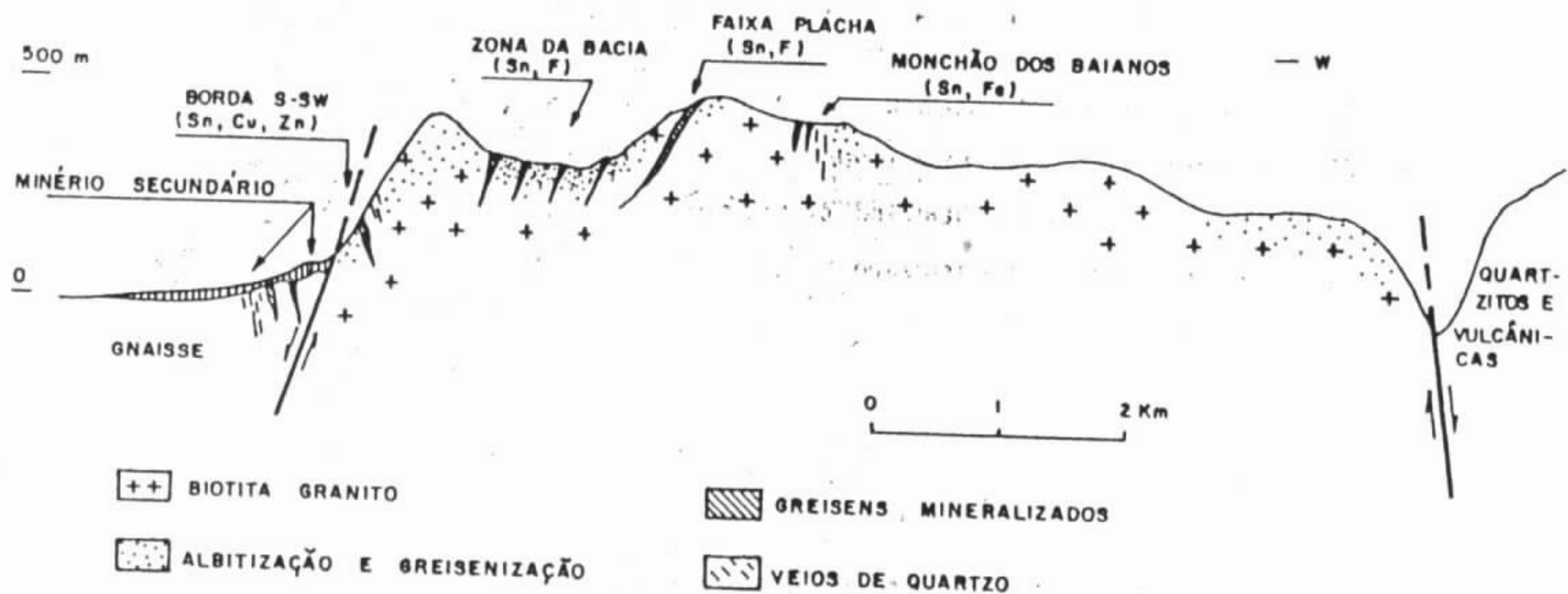


Figura 08 - Perfil esquemático do Maciço Pedra Branca e suas principais zonas mineralizadas (Botelho & Marini, 1985).

Na Zona da Bacia a cassiterita ocorre na forma de “buchos” em quartzo-muscovita-greisens (fig.09), enquanto na Faixa Placha (fig.10) a principal associação se dá com muscovita-protolitionita-quartzo-greisens de cor verde escuro a negra, onde a cassiterita ocorre na forma de pequenas concentrações ou disseminada. As

transformações mineralógicas observadas nestes litotipos são produtos do aumento gradativo de muscovita e biotita e dos processos de albitização e microclinização, a partir de biotita-granito (fig.11).

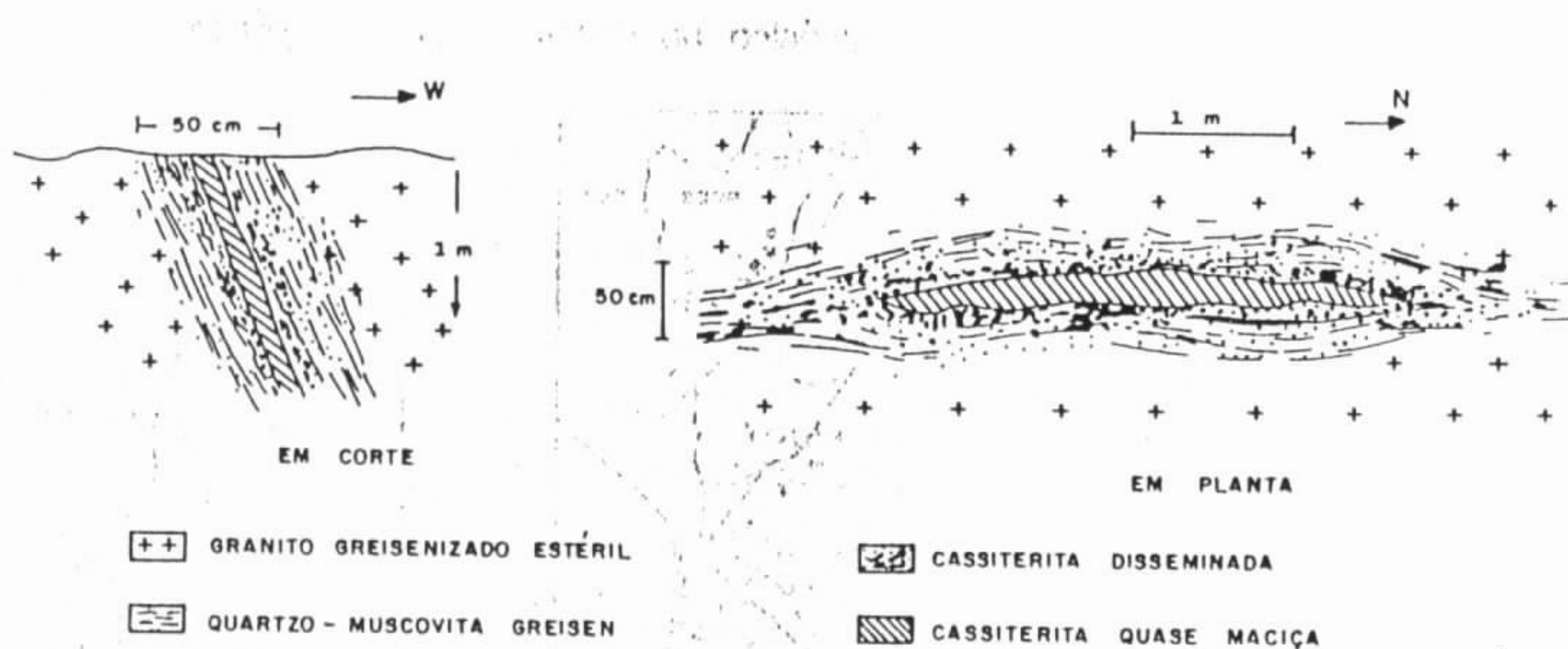


Figura 09 - Feições macroscópicas da ocorrência de cassiterita na Zona da Bacia (Botelho & Marini, 1985)



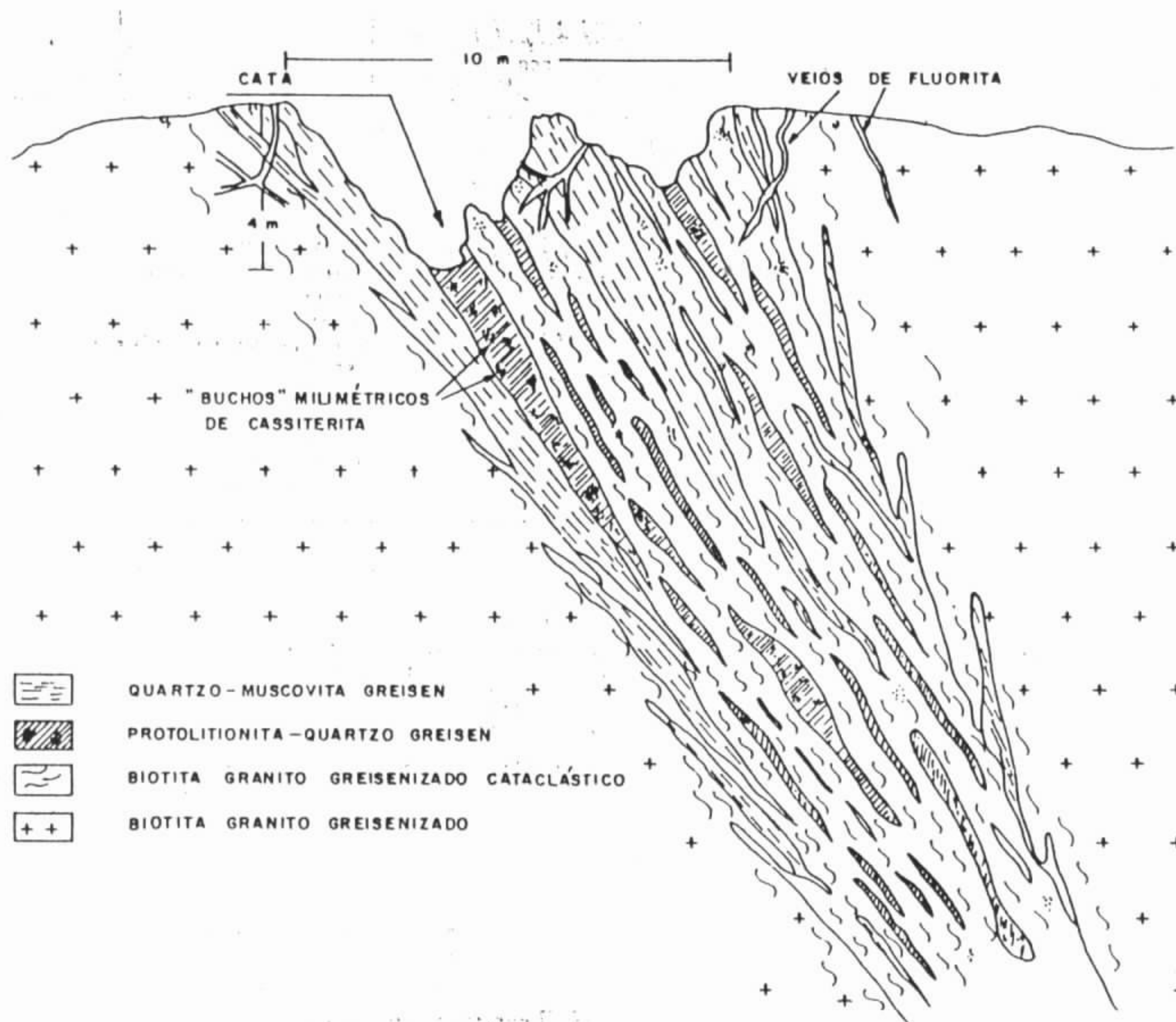


Figura 10 - Feições macroscópicas da ocorrência de cassiterita na Faixa Placha (Botelho & Marini, 1985)

No Maciço Mangabeira as mineralizações de Sn e In estão associadas ao processo de greisenização desenvolvido em Li-mica-topázio-albita-granito (g2d), com a formação de Li-mica-quartzo-greisens e Zinwaldita-Li-mica-topázio-quartzo-greisens, principais hospedeiros dos minérios.

O fácies Li-mica-topázio-albita-granito possui cor cinza claro, constituído essencialmente por K-feldspato, plagioclásio, quartzo e topázio, possuindo ainda como minerais acessórios: Li-mica, fluorita e zircão. O K-feldspato é pertítico e xenomórfico, enquanto o plagioclásio encontra-se tabular e idiomórfico/subidiomórfico, apresentando-

se envolvido intersticialmente por quartzo e fluorita. Nestes litotipos estão impressas as feições de albitização, com a substituição parcial dos K-feldspatos por plagioclásio (fig.12A).

Nos estágios finais do processo de greisenização pode-se observar a formação de Li-mica-quartzo-greisens e Zinwaldita-topázio-quartzo-greisens, caracteristicamente de cor verde (predomínio de fengitas) ou preta (predomínio de zinwaldita). Estes litotipos possuem as maiores concentrações de cassiterita, wolframita e sulfetos (arsenopirita, esfalerita, löllingita, calcopirita e pirita) (figs.12C/D,13,14).



Nos *greisens* deste maciço destaca-se a predominância de micas de cor verde (Li-micas), quando comparado com os *greisens* da Faixa Placha do Maciço Pedra Branca

Associado à alteração da arsenopirita pode ocorrer um agregado microcristalino, constituído por yanomamita ( $\text{In}_{0,94}, \text{Fe}_{0,04}, \text{Al}_{0,01}$ ) $\text{AsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  e escorodita ( $\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), a qual frequentemente forma uma película sobre a yanomamita (fig.15) (Botelho *et. al.*, 1994). Esta associação é encontrada principalmente nos *greisens* constituídos a quartzo e topázio.

## 5 - CONCLUSÃO

O modelo genético proposto por Botelho (1984, 1992b), Botelho & Marini

(1986) e Botelho *et. al.* (1994) para a ocorrência das mineralizações de estanho, pode ser aplicado genericamente aos demais maciços graníticos da Subprovíncia Paranã, indicando também que estas são similares às clássicas descrições de mineralizações de Sn em granitos anorogênicos - estilo nigeriano. Nestes ambientes os processos hidrotermais em cúpulas graníticas são predominantes e se caracterizam pela interação de fluido-rocha, com o transporte de metais principalmente por complexos de flúor (F), assim como pelas transformações tardi-pós-magmáticas formadoras dos *greisens*, a exemplo do observado nesta província com suas mineralizações de Sn, In, ETR ( $\pm$  Au) associadas.



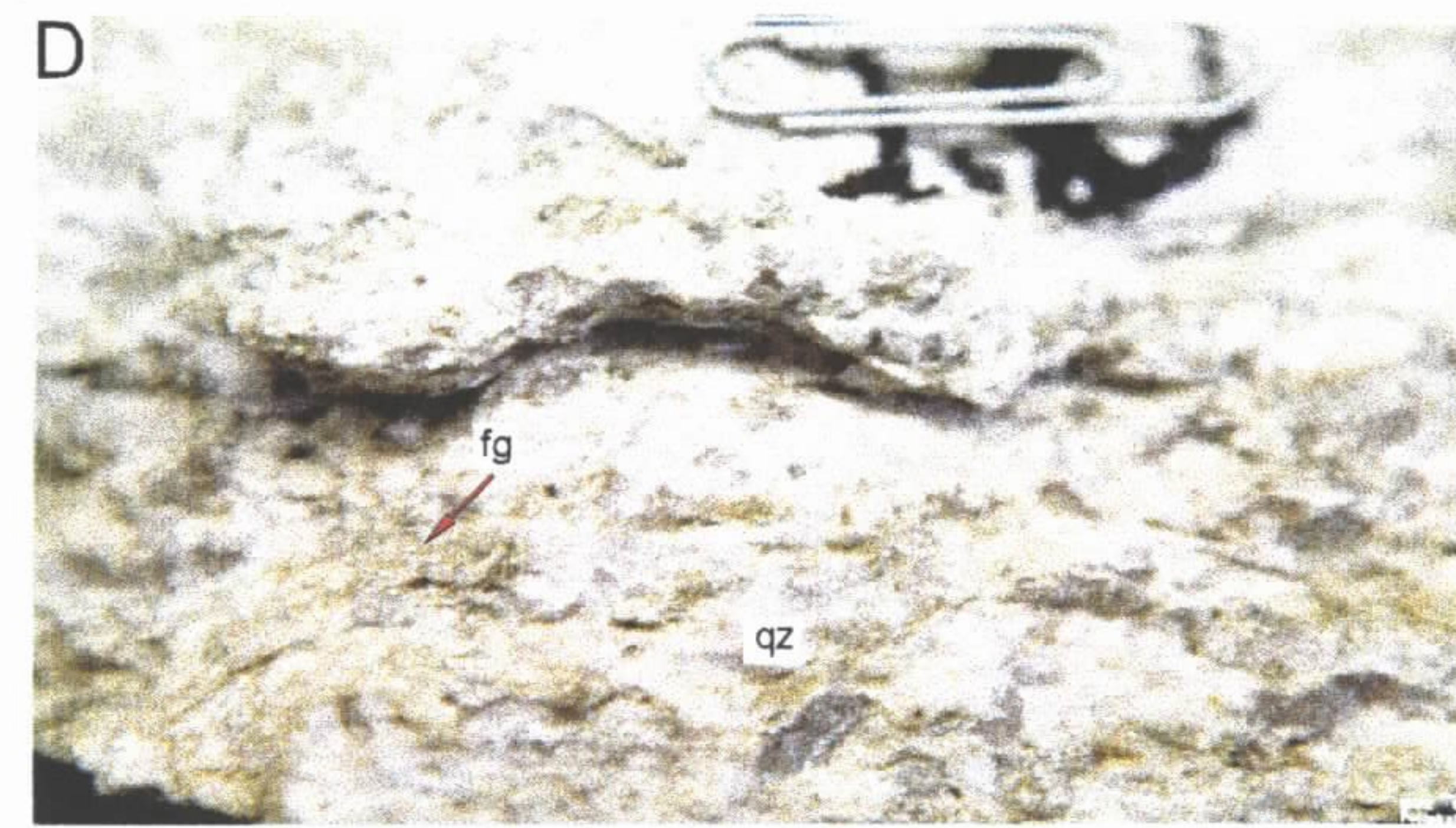
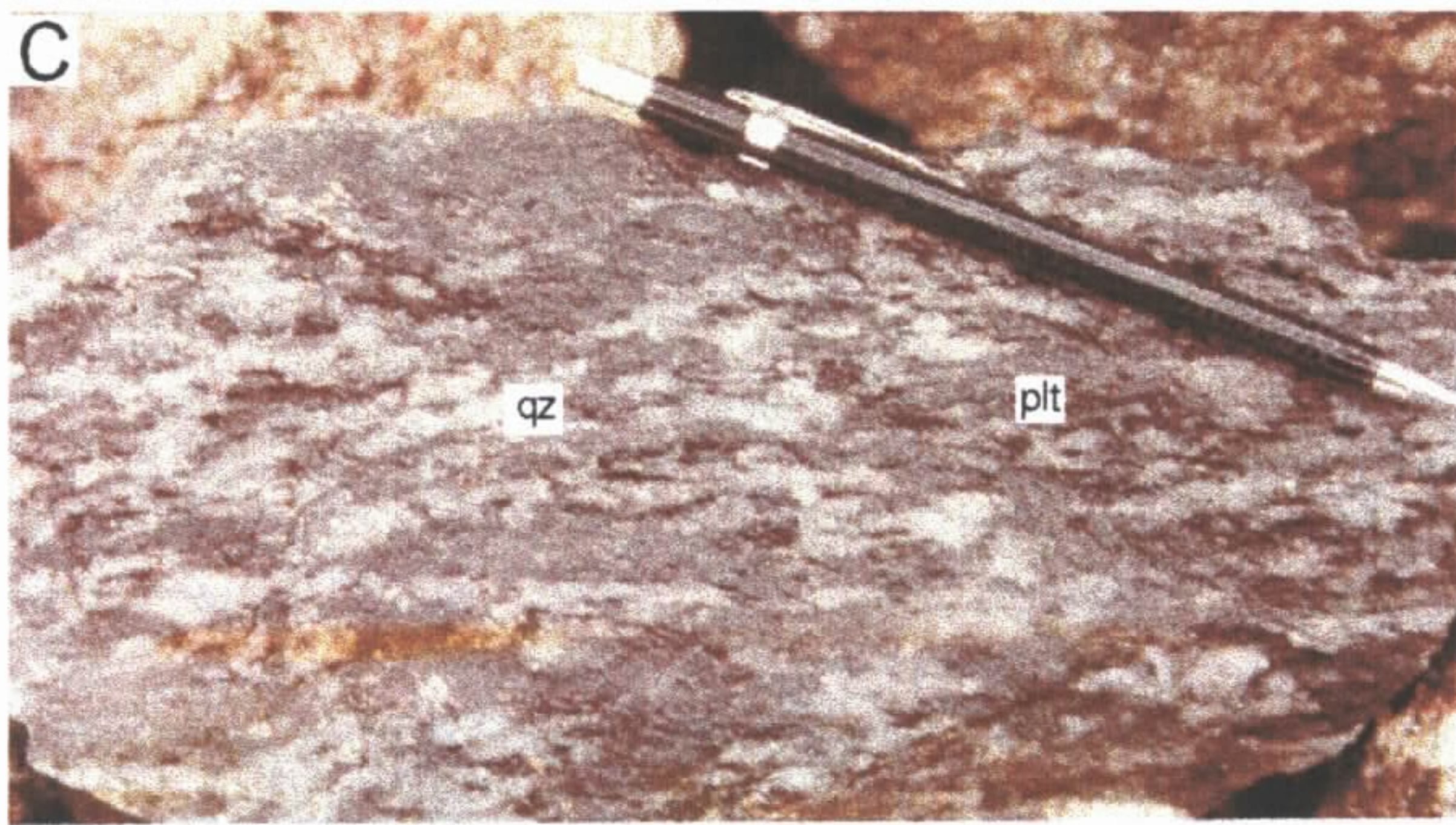
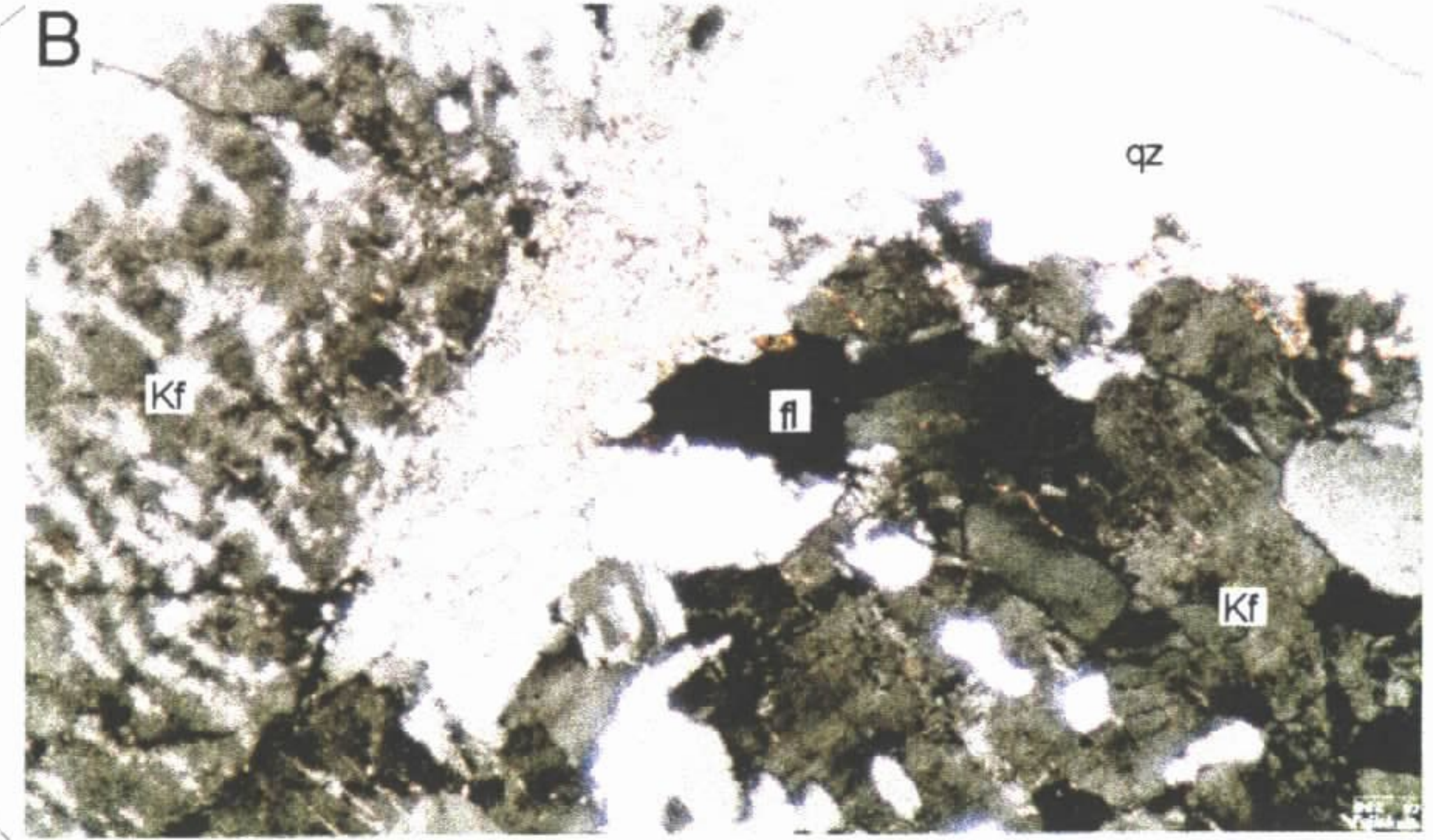


Figura 11 - Feições petrográficas do biotita-granito isotrópico e greisens do Maciço Pedra Branca - A e B) Biotita-granito isotrópico não greisenizado; C) Protolitionita-quartzo greisen; D) Fengita-quartzo greisen  
 qz:quartzo, fg:fengita, fl:fluorita, Kf:K-feldspato, plt: protolitionita





Figura 12 - Feições da zona greisenizada do Maciço Mangabeira - **A)** Afloramento intensamente intemperizado de albita-topázio-granito; **B)** Zona de greisenização com intensa deformação superimposta; **C)** Fengita-quartzo-greisen; **D)** Quartzo-greisen enriquecido com sulfetos (arsenopirita, calcopirita...)  
 qz:quartzo, fg:fengita, asp:arsenopirita



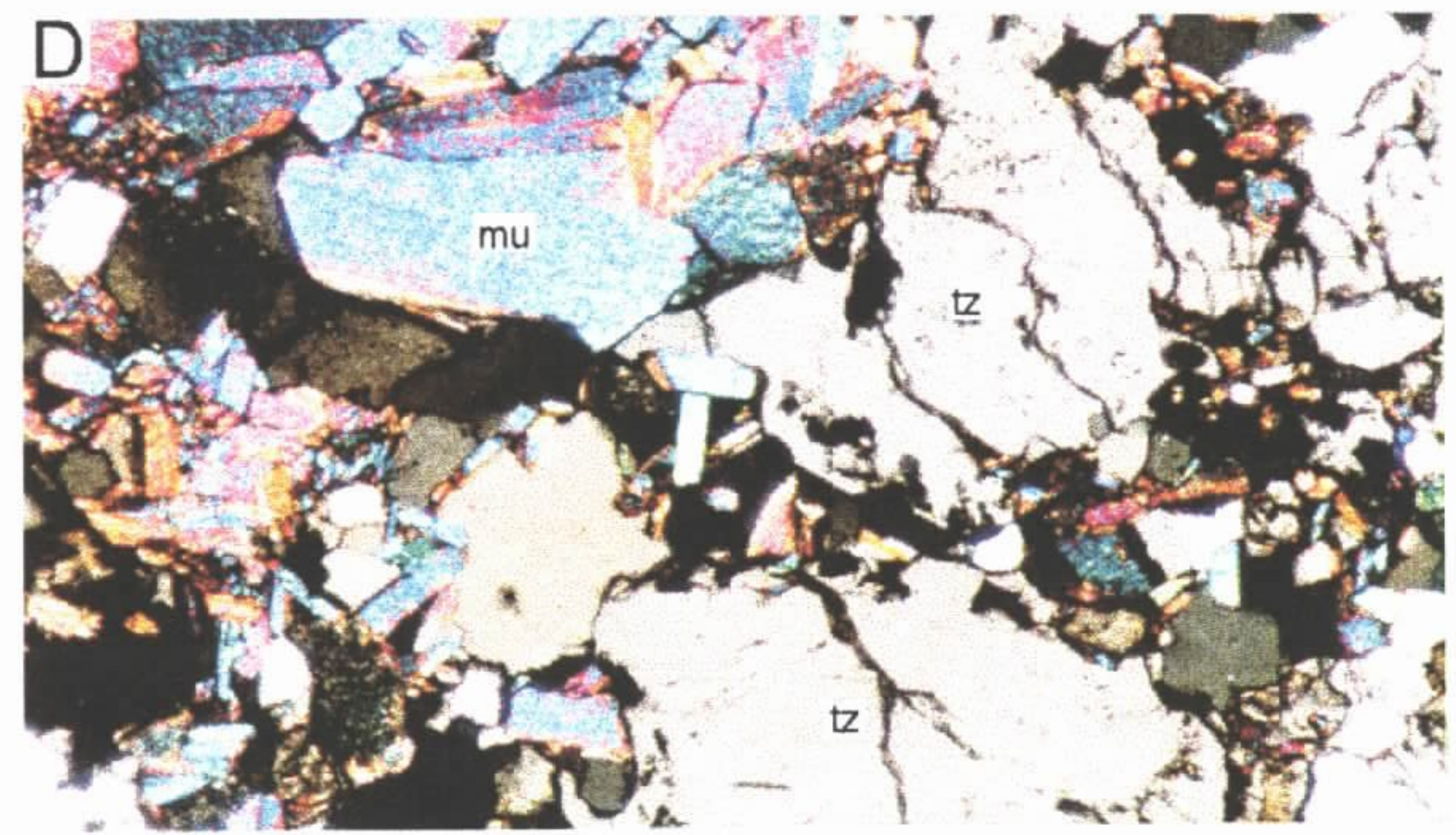
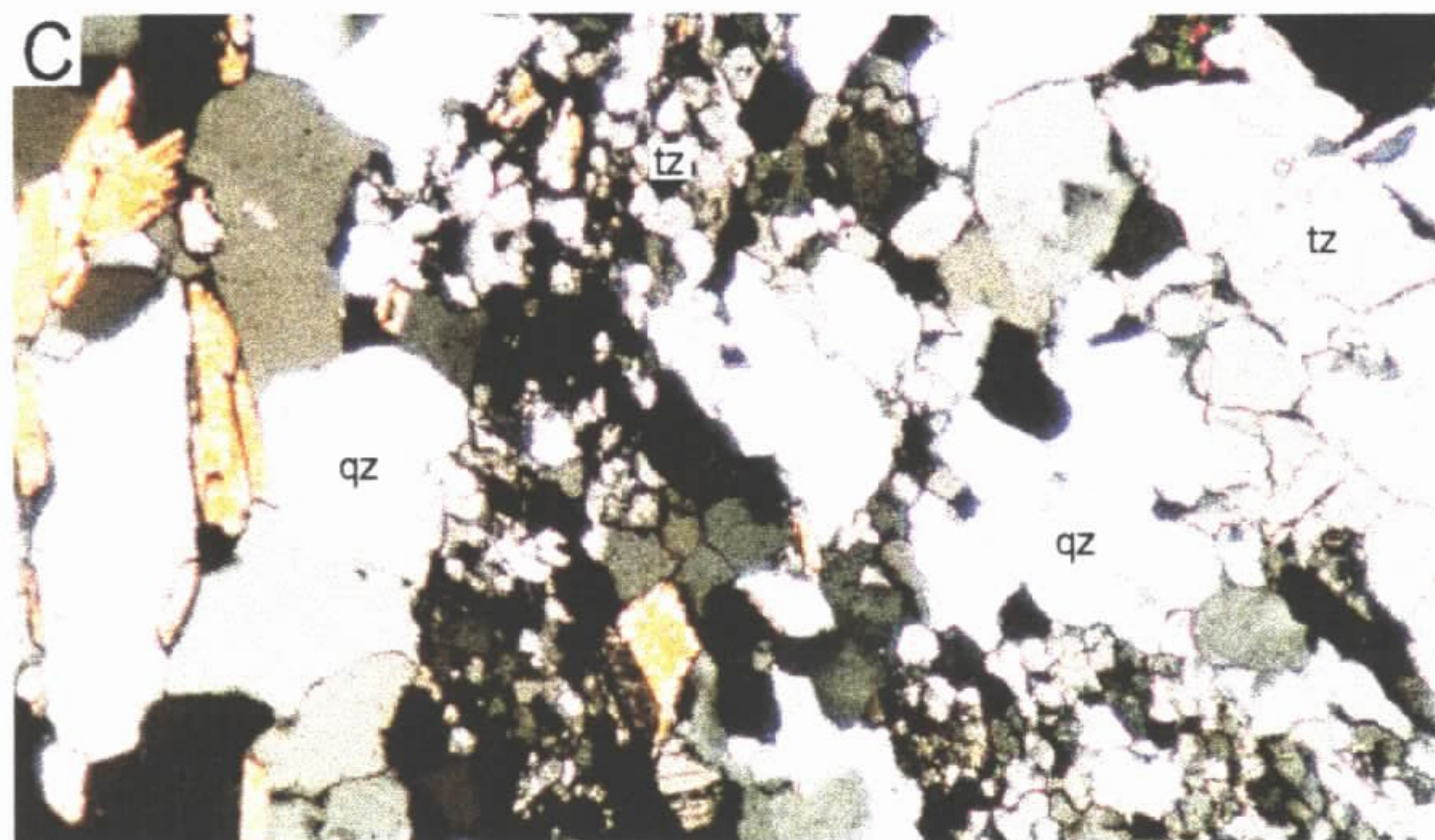
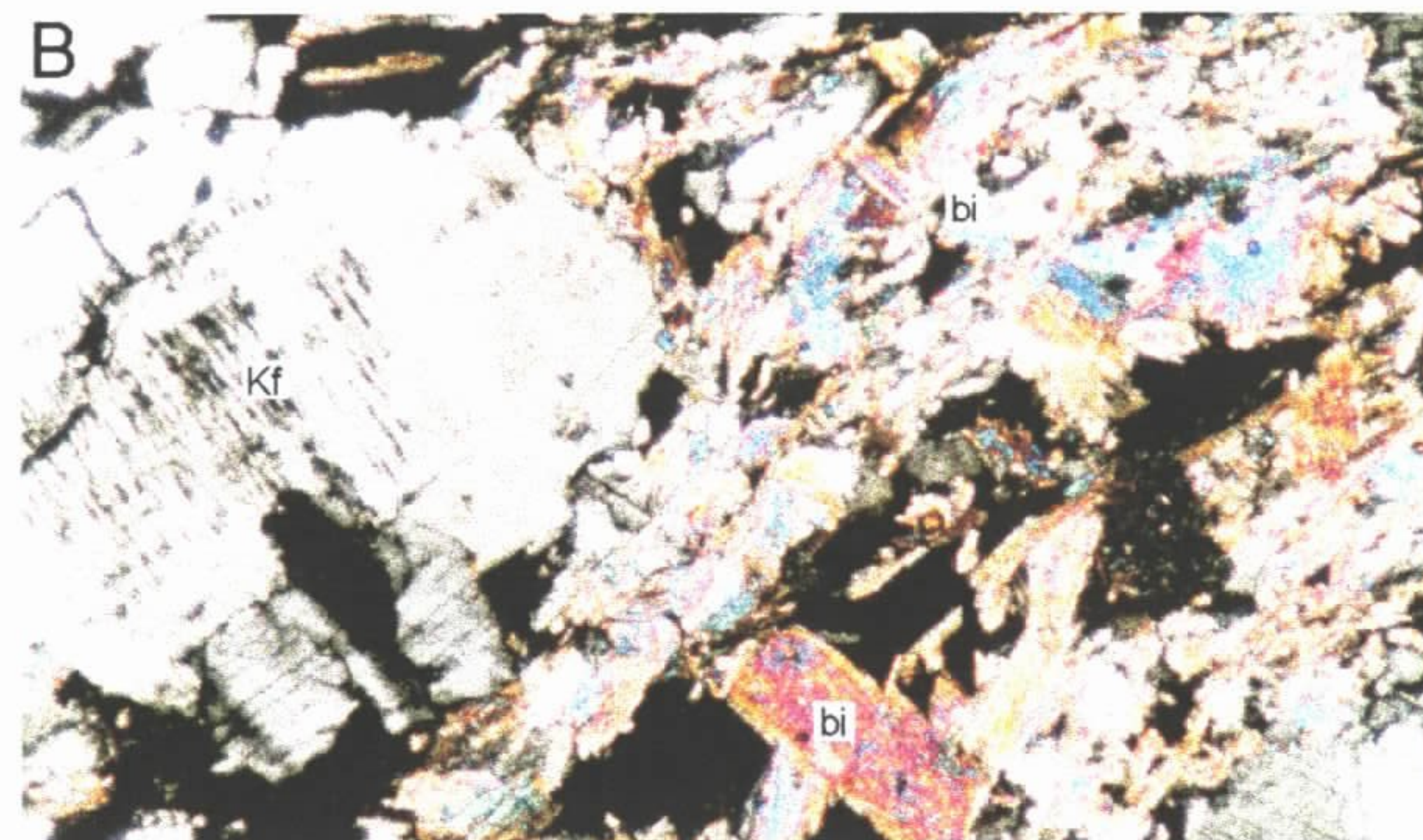
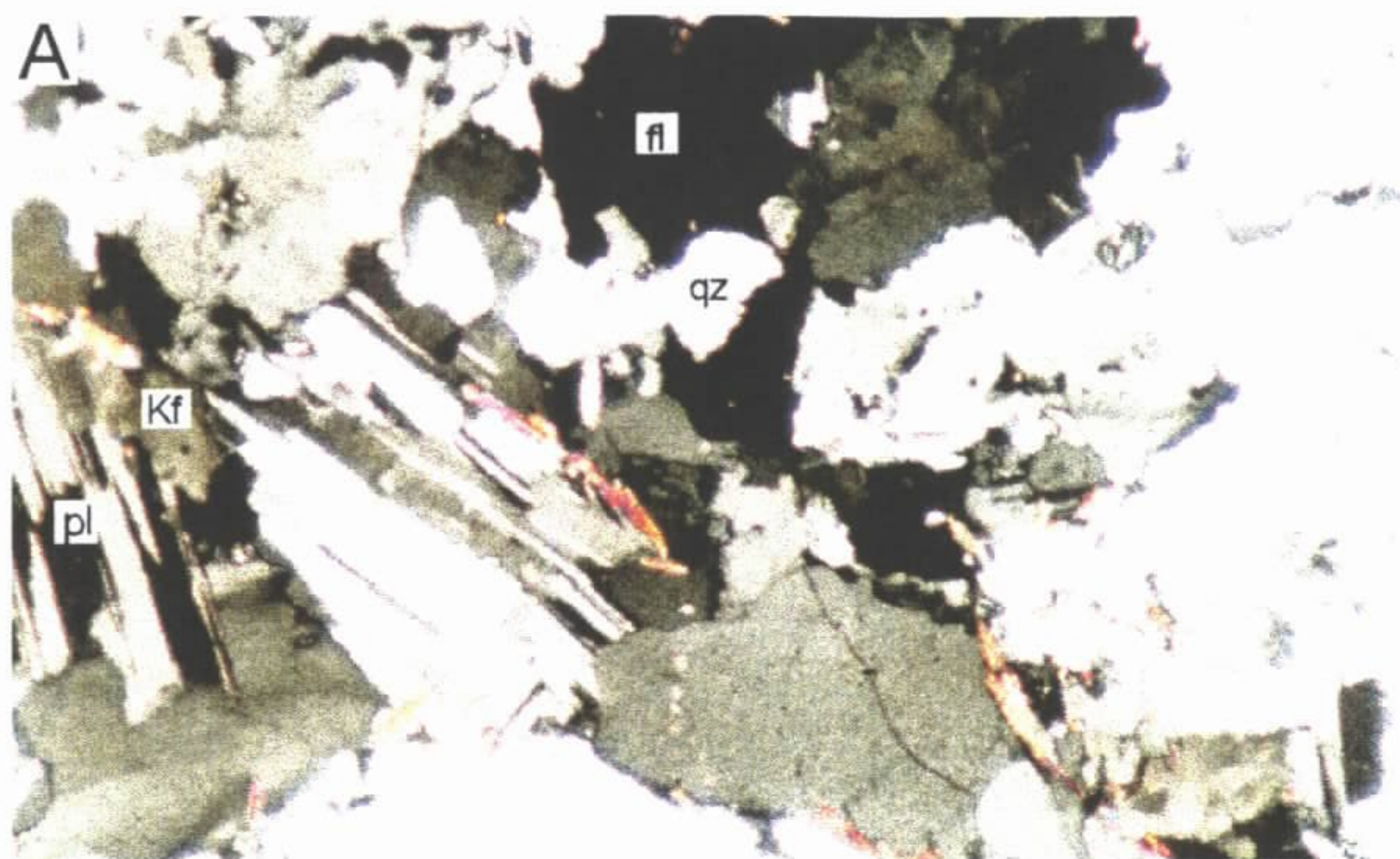


Figura 13 - Feições petrográficas do processo de greisenização no Maciço de Mangabeira - A) Albitização - com substituição de KF por albita; B) Fengita-microclínio-greisen C) Topázio-quartzo-greisen ; D) Biotita-topázio-quartzo-greisen  
 qz:quartzo, Kf:K-feldspato, pl:plagioclásio, bi:biotita, tz:topázio, mu: muscovita



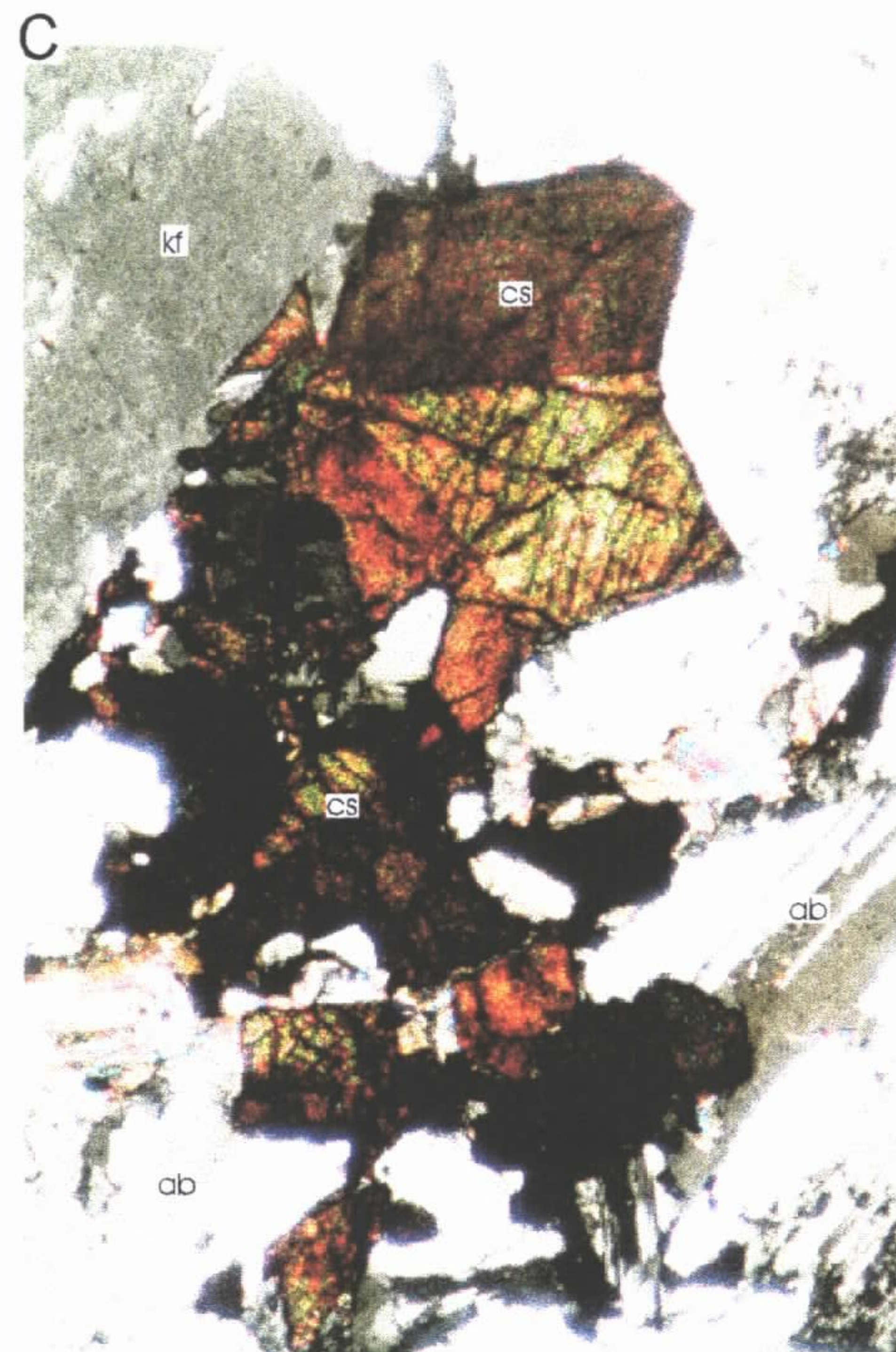
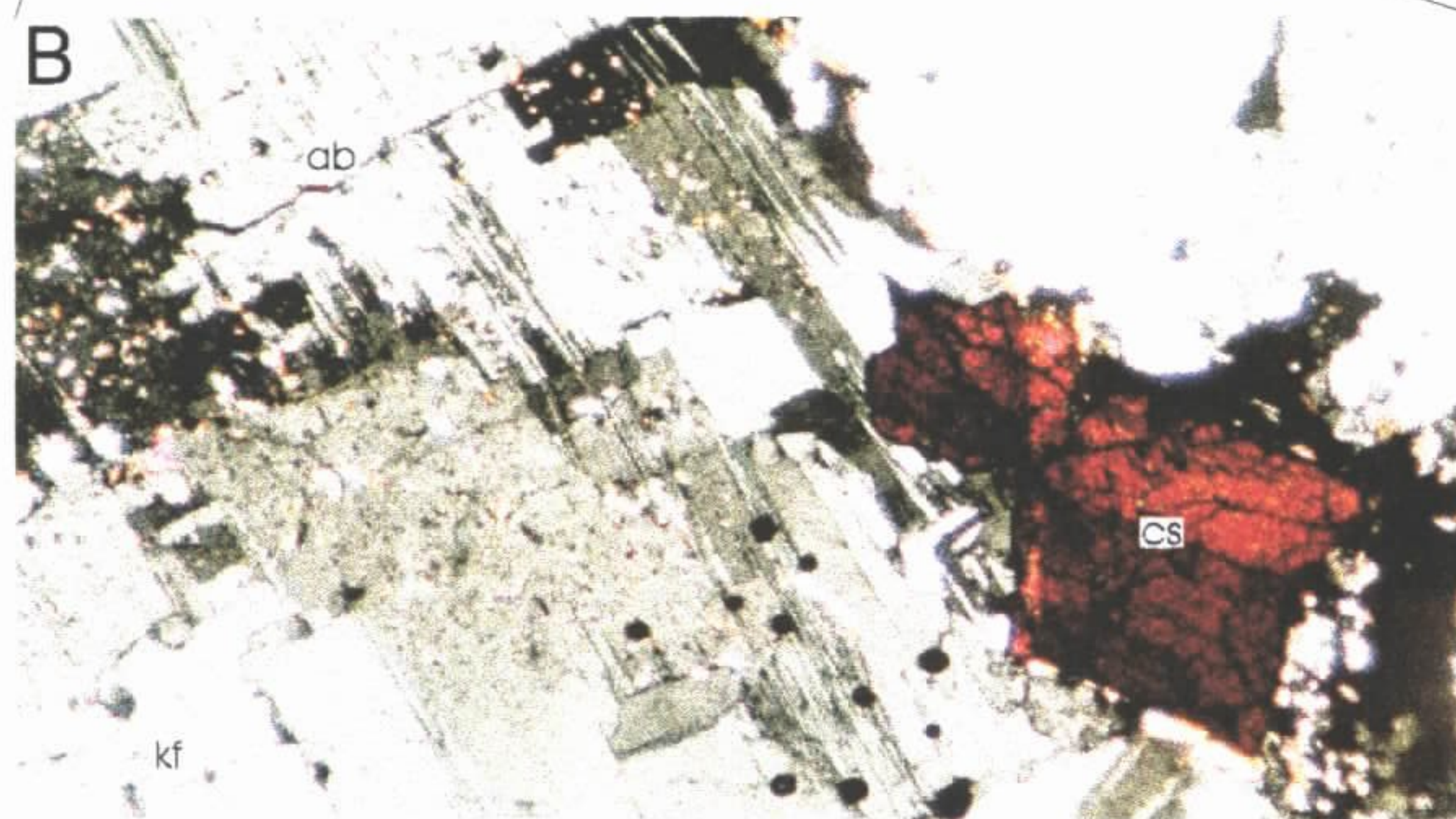
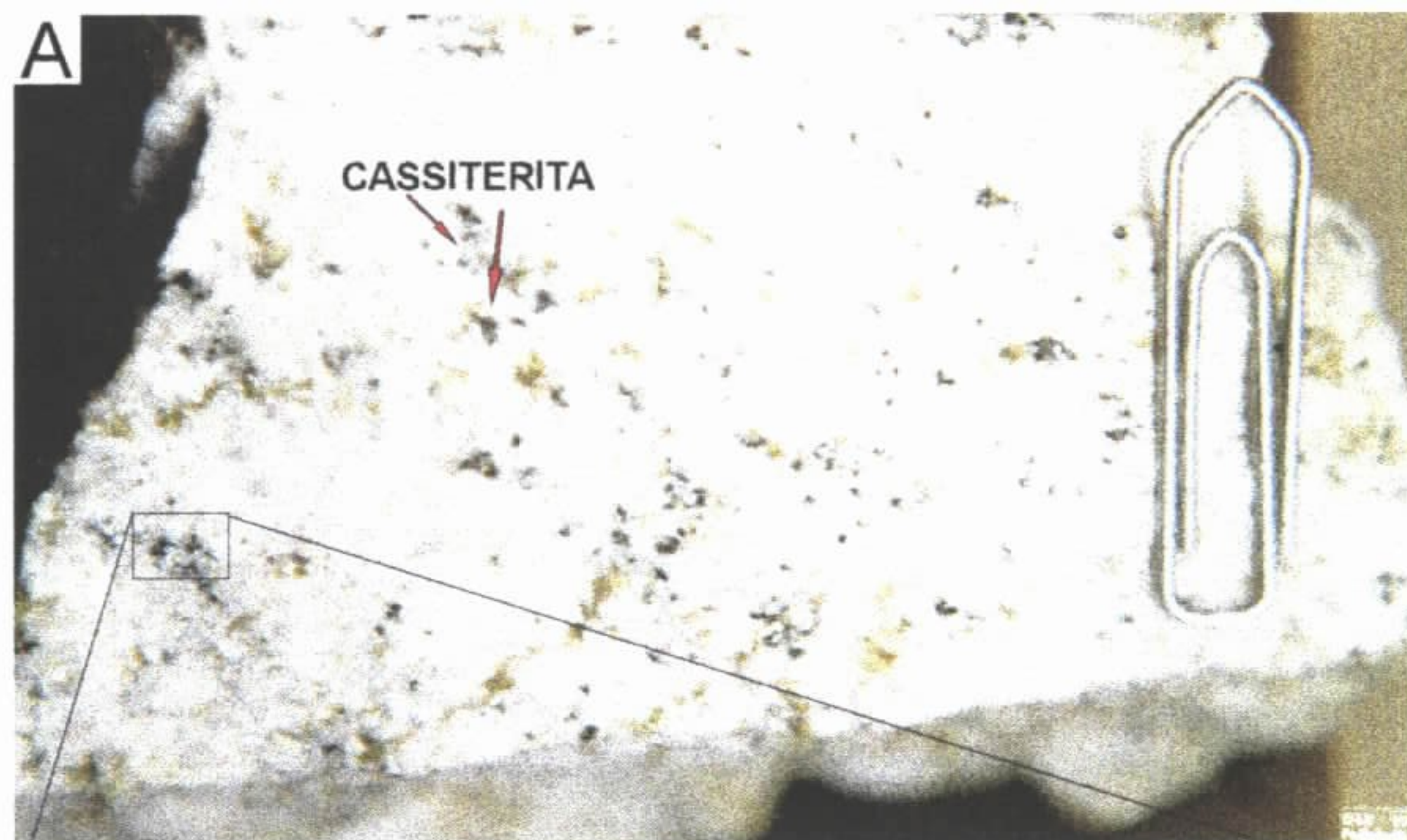


Figura 14 - Feições do Albita-fengita-greisen com cassiterita - Maciço Mangabeira - **A)** Aspecto macroscópico do albita-fengita-greisen com cassiterita; **B)** Processo de albitização e cassiterita geminada/zonada; **C)** Cassiteritas zonadas/geminadas em albita-fengita-greisen  
*Kf:K-feldspato, ab:albita, cs:cassiterita*



## YANOMAMITA E SUAS ASSOCIAÇÕES MINERAIS

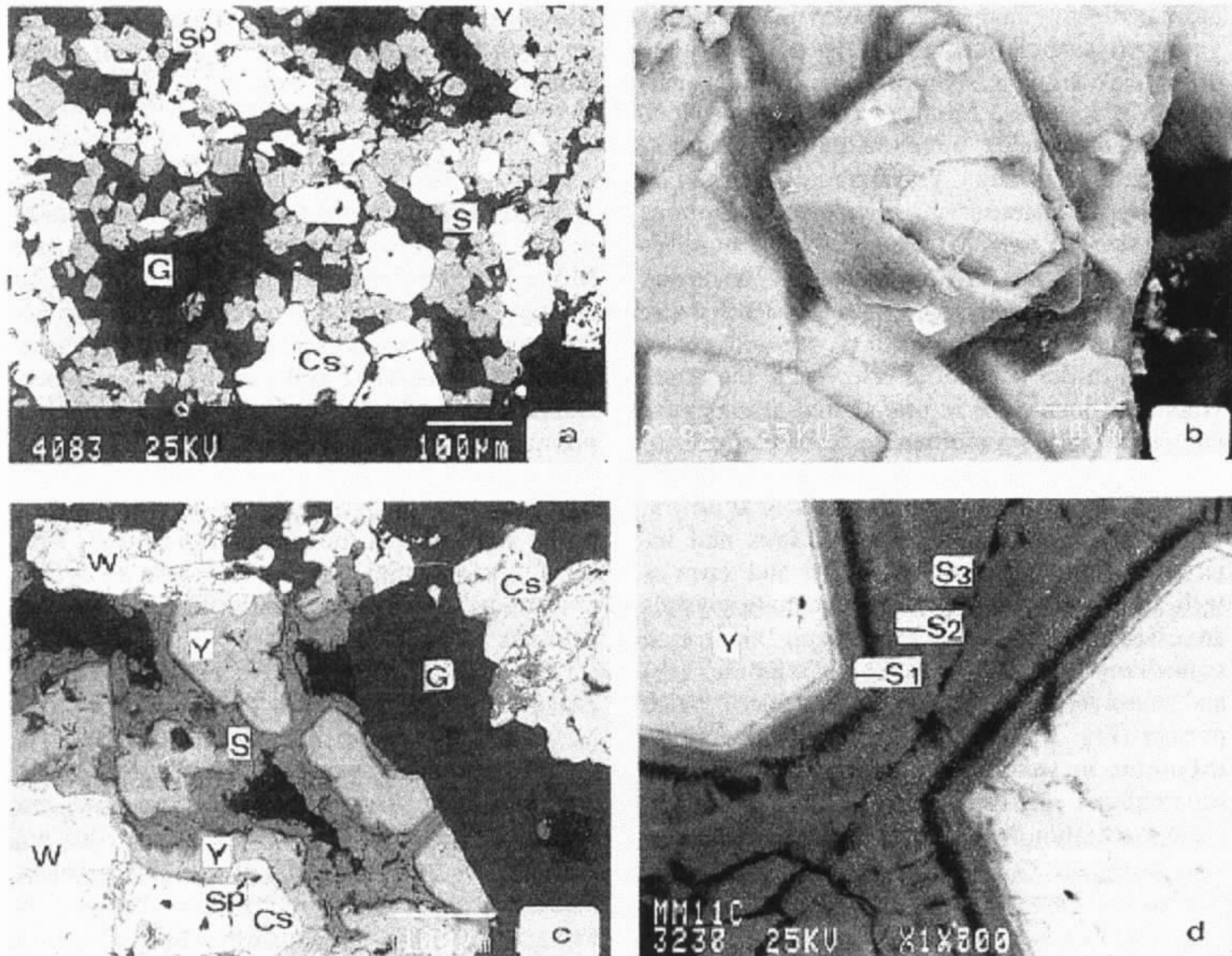


Figura 15 - Fotomicrografias SEM - da associação mineralógica da yanomamita (Y) (Botelho *et. al.* 1994) - **A)** Seção delgada - yanomamita (Y) + escorodita (S) + cassiterita (CS) + esfalerita (SP) + ganga silicática (G); **B)** cristal suboctaedral de yanomamita envolvido por uma camada delgada de escorodita; **C)** seção delgada - cristais de yanomamita + massa de escorodita (rica em In) + wolframita (W); **D)** cristais de yanomamita envolvidos por sucessivas camadas de escorodita (S1, S2, S3).



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOTELHO, N.F.; BILIAL, E.; MOUTTE, J.; FONTEILLES, M. 1993. Precambrian A-type tin-bearing granites in the Goiás Tin-Province, Central Brazil: a review. In: *Workshop Magmat. Granit. Mineral. Assoc.*, Acad. Bras. Ciências. p.5-8
- BOTELHO, N.F.; ROGER, G.; d'YVOIRE, F.; MOËLO, Y; VOLFINGER, M. 1994. Yanomamite,  $\text{InAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , a new indium mineral from topaz-bearing greisen in the Goiás Tin Province, Brazil. *Eur.J.Mineral.*, 6:245-254
- BOTELHO, N.F. 1992b. Caracterização de duas famílias de granitos subalcalinos a peraluminosos na subprovíncia estanífera de Paranã: consequências sobre a geologia, a petrologia e a metalogenia dos granitos estaníferos de Goiás. In: CONG. BRAS. GEOL., 37°, São Paulo, 1992. *Anais...* São Paulo, SBG, p.360-361
- BOTELHO, N.F. 1992a. *Les ensembles granitiques subalcalins a peralumineux mineralisés en Sn et In de la Sous-Province Paranã, Etat de Goiás, Brésil.* (Tese Doutorado Universidade de Paris VI). 343p.
- BOTELHO, N.F. & MARINI, O.J. 1984. Petrografia, petroquímica e transformações tardi/pós-magmáticas do Granito Estanífero da Pedra Branca (Goiás). In: CONG. BRAS. GEOL. 33°, de Janeiro. *Anais...* de Janeiro, SBG, p.2935-2949
- BOTELHO, N.F. & MARINI, O.J. 1985. As mineralizações de estanho do Granito Pedra Branca - Goiás. In: SIMP. GEOL. CENTRO-OESTE, 2°, Goiânia. *Anais...* Goiânia, SBG-Núcleo Centro-Oeste, p107-119
- BOTELHO, N.F. 1997. Granites and related ore deposits in central Brazil. In: INTER. SYMP. GRAN. AND ASSOCIAT. MINERAL.; 2°. Salvador, 1997. *Anais...* Salvador, SBG, p.36-37
- FARIA, A. 1995. *Estratigrafia e sistemas deposicionais do Grupo Paranoá nas áreas de Cristalina, Distrito Federal e São João d'Aliança- Alto Paraíso de Goiás.* Brasília. 199p (Tese de Doutorado - Universidade de Brasília)
- MARINI, O.J. & BOTEHO, N, F. 1986. A província de granitos estaníferos de Goiás. *Rev. Bras. Geoc.* 16(1):119-131
- MOURA, M.A . 1993. *A Zona Greisenizada Principal do Maciço Estanífero Mangabeira (GO): Geologia, Petrologia e ocorrência de índio (In).* Brasília (Tese de Mestrado - Universidade de Brasília), 215p.
- MOURA, A M & BOTELHO, N.F. 1994. Estudo de micas litíferas e sua importância para a caracterização das rochas da zona greisenizada principal do Maciço Estanífero Mangabeira, GO. *Bol. Geol. Centro-Oeste.* 17(1/2):39-48
- NILSON, A A; BOTELHO, N.F.; FERREIRA FILHO, C.F. 1994. Riftingamento crustal meso-proterozóico no centro-norte de Goiás. In: CONG. BRAS. GEOL., 38°. Camboriú, 1994. *Anais...* Camboriú, SBG, p.258-259