



VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
**METALOGENIA**

17 A 20/8/2025 - SALVADOR - BA



INSTITUTO DE  
GEOCIÊNCIAS



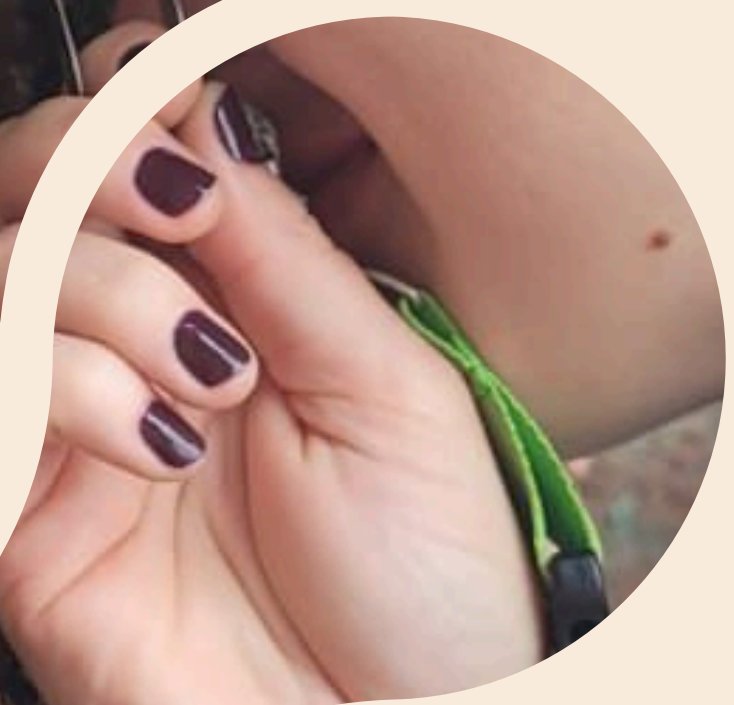
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

# Caracterização do hidrotermalismo e da mineralização de cobre na Mina Andrade, Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul

**Coan, A.J.<sup>1</sup> ; Frantz, J.C.<sup>1</sup> ; Marques, J.C.<sup>1</sup> ; Tallarico, F.H.B.<sup>2</sup>**

1 Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, [alice.coan@ufrgs.br](mailto:alice.coan@ufrgs.br)

2 Tefra Mining Limited, Belo Horizonte, MG, Brazil



## Objetivo

Caracterizar a mineralização de cobre nas rochas metavulcânicas do Complexo Passo Feio, visando entender melhor os processos metalogenéticos da região.

# Área de Estudo



- Cidades
- Bacia do Camaquã
- - - Principais estruturas regionais
- ESRG - Escudo Sul-rio-grandense
- CDF - Cinturão Dom Feliciano
- LI - Lineamento Ibaré
- SC - Sutura de Caçapava
- FPM - Falha Passo dos Marinheiros
- ZCTDC - Zona de Cisalhamento Transcorrente Dorsal de Canguçu
- SPA - Sutura de Porto Alegre
- ZCAYG - Zona de Cisalhamento Ayrosa Galvão
- ZCAG - Zona de Cisalhamento Arroio Grande



Provincia Mantiqueira

Cinturão Dom Feliciano

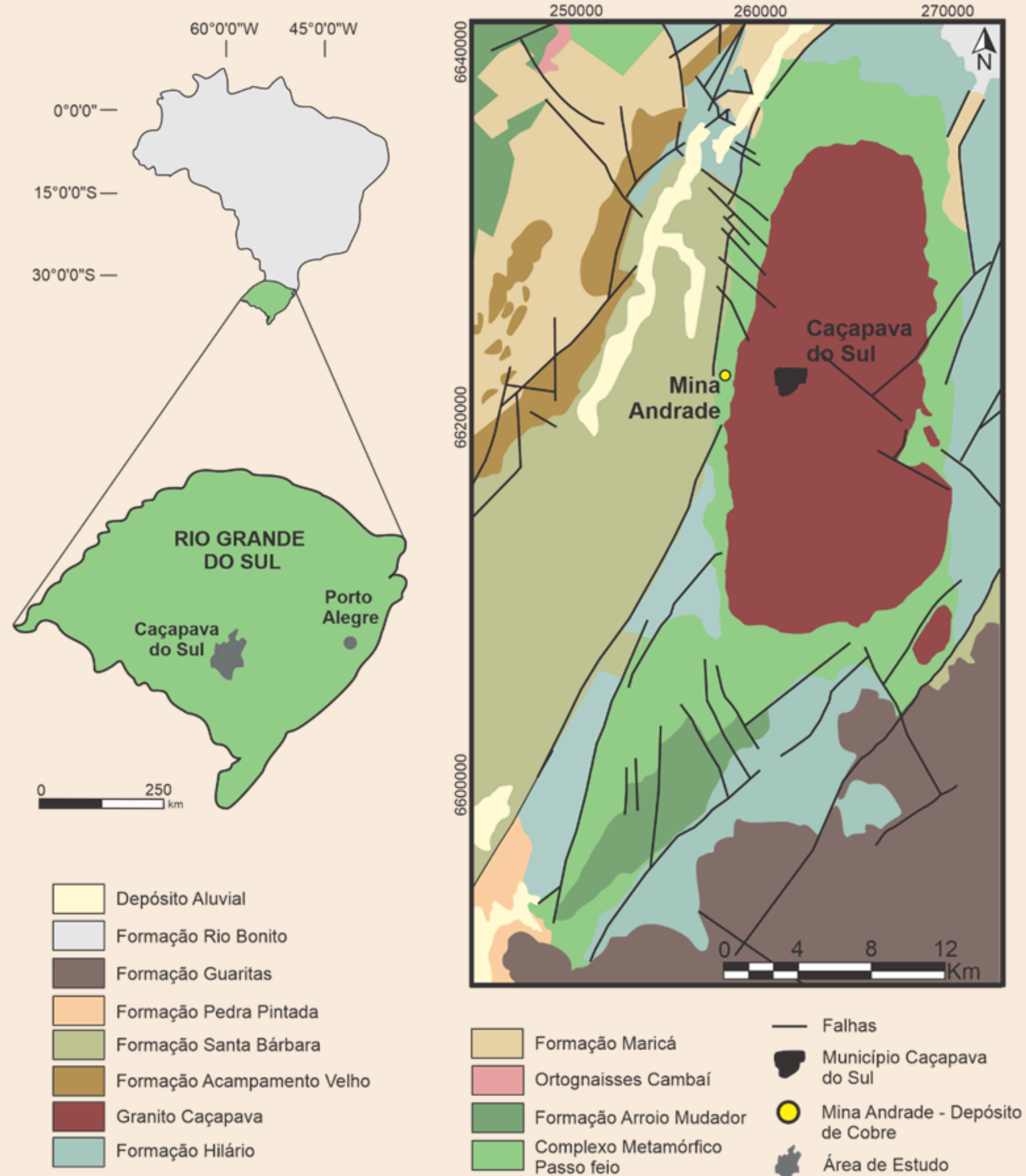
Terreno São Gabriel

Complexo Metamórfico Passo Feio

# Área de Estudo

## Complexo Metamórfico Passo Feio (CMPF) (700 Ma - Neoproterozóica)

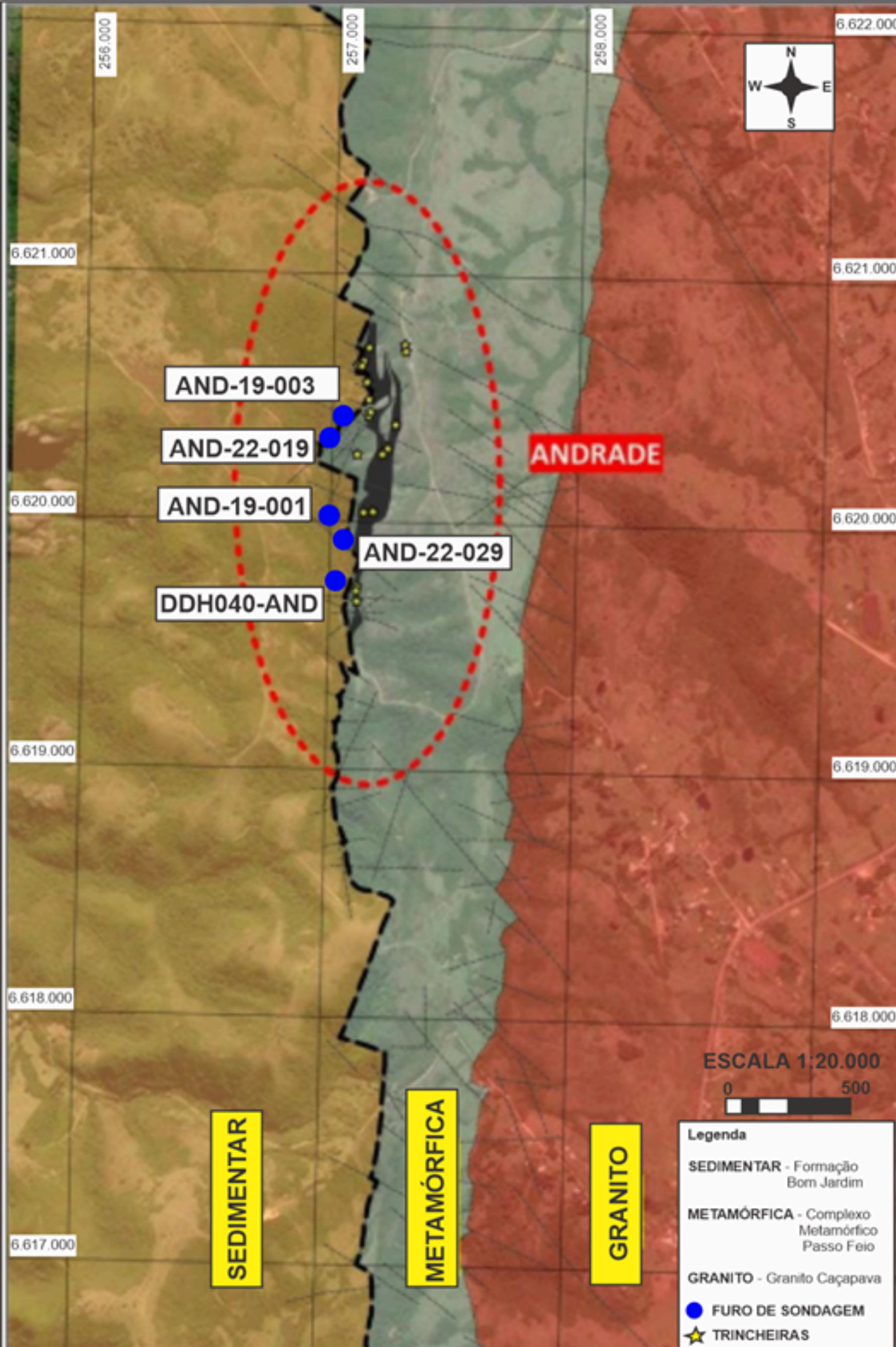
- Complexo é alongado e contínuo, circundando o Granito Caçapava e está parcialmente coberto pelas formações sedimentares Bom Jardim e Santa Bárbara;
- Formada por sequência vulcano-sedimentar metamorfisada, que varia da fácies xisto verde até a fácies anfibolito;
- Mineralização de cobre acontece associada a estruturas ao longo do contato com o Granito Caçapava.



# Área de Estudo

## Mina Andrade

- Localizada na região oeste do Granito Caçapava, hospedada em rochas metavulcanossedimentares do CMPF;
- Afetada por uma zona de falhas do Sistema de Falhas Irapuã com inflexão para norte;
- O depósito principal está orientado N-S com caimento de alto ângulo para oeste, medindo 1 km de extensão e 100 m de largura aproximado.



Adaptado Aguiar (2019)

Em trabalhos anteriores, o depósito é apenas classificado como do tipo **hidrotermal epigenético**, relacionando a mineralização a intrusão granítica, sendo ela posterior a rocha hospedeira.

**No presente trabalho passamos a considerar a possibilidade de depósitos hidrotermais de cobre que podem ser de dois tipos principais para este depósito:**

### **PÓRFIROS**

.....

Associados a intrusões magmáticas em zonas de subducção, ricos em Cu, Mo, Au, entre outros.

### **IOCG (ÓXIDO DE FERRO-COBRE-OURO)**

.....

Formados em ambientes crustais rasos, com presença significativa de óxidos de ferro e outros minerais como ouro, apatita, urânio e elementos terras raras.

# Materiais e Métodos

## AMOSTRAGEM

Seleção e descrição de cinco furos de sondagem.

02

## ANÁLISES LABORATORIAIS

Petrografia (luz transmitida e refletida) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) com EDS para caracterização mineral.

04

## TRABALHO DE CAMPO

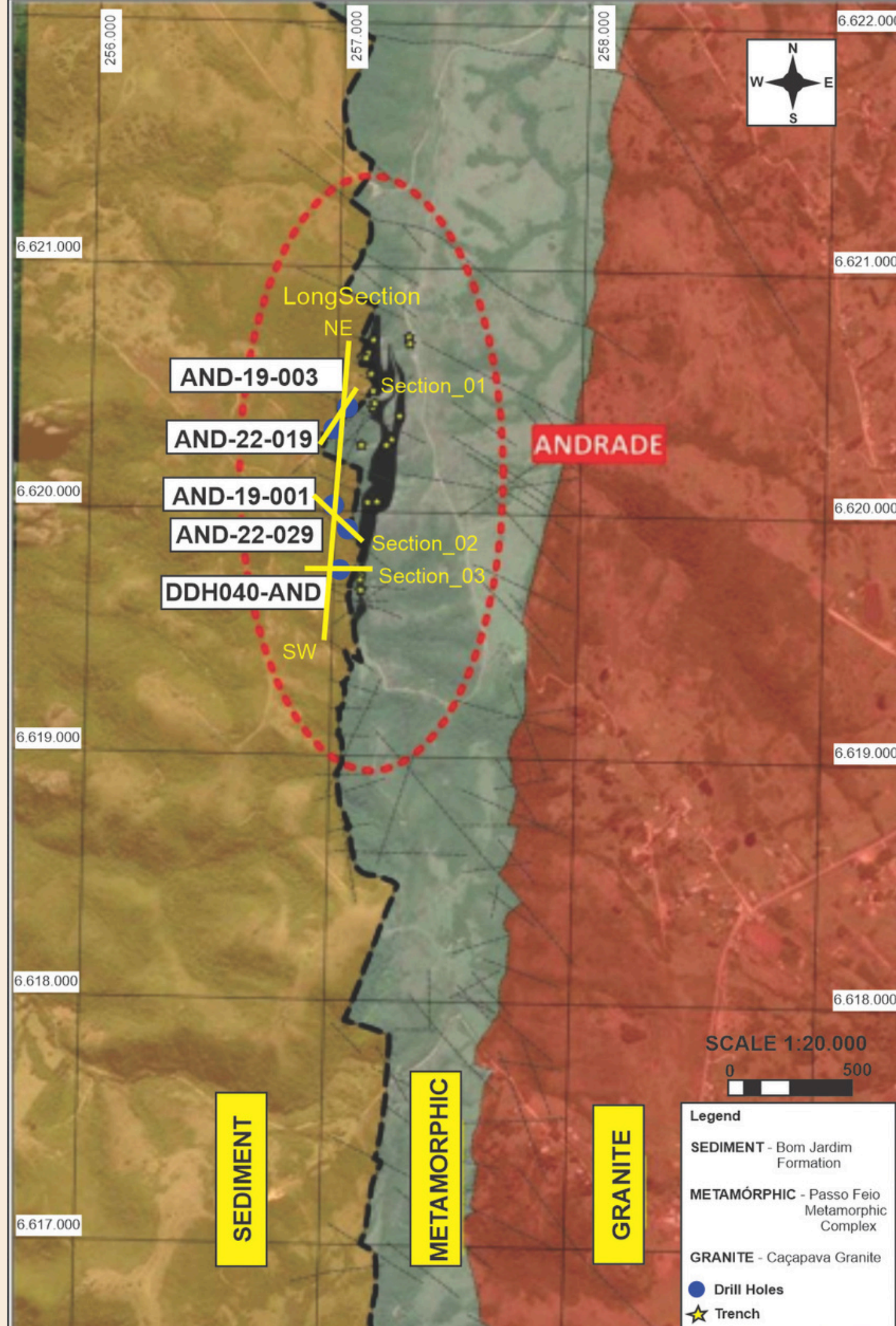
01

Acesso a galerias e trincheiras, rochas hospedeiras e mineralização superficial.

03

## LÂMINAS DELGADAS

Confecção de 7 laminas delgadas.

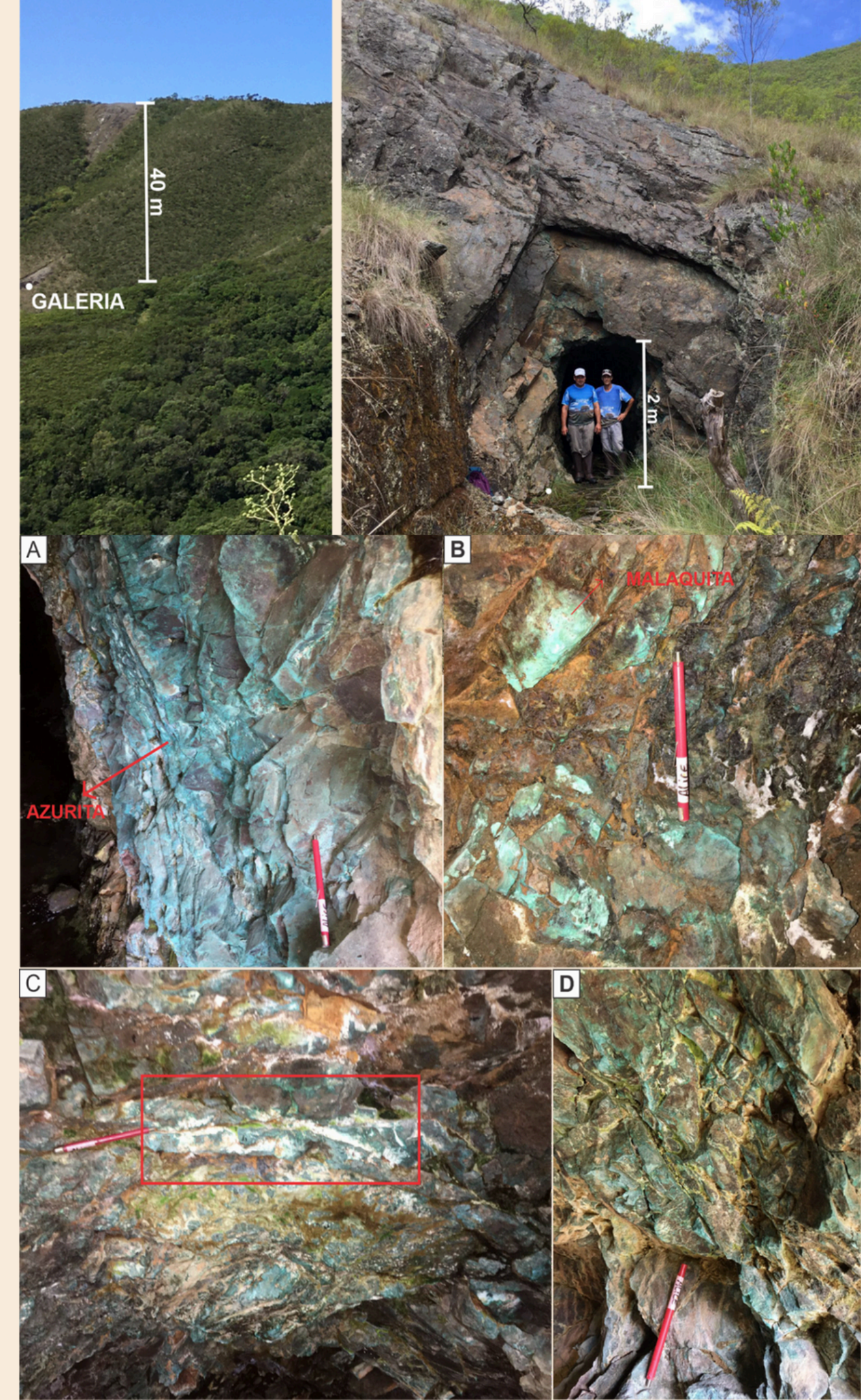


Adaptado Aguiar (2019)

# Resultados

## Trabalho de Campo - Galeria

- **Rochas hospedeiras:** metavulcânicas com textura afanítica, cor cinza escuro e fraturas irregulares sem orientação preferencial, que concentram os minerais de minério.
- Na galeria subterrânea, os principais minerais de carbonato de cobre identificados são:
  - Azurita (Fig. A);
  - Malaquita (Fig. B).
- Estes minerais ocorrem:
  - Disseminados em fraturas;
  - Associados a veios de carbonato (Fig. C);
  - Junto a minerais argilosos e óxidos de ferro que preenchem as fraturas (Fig. D).



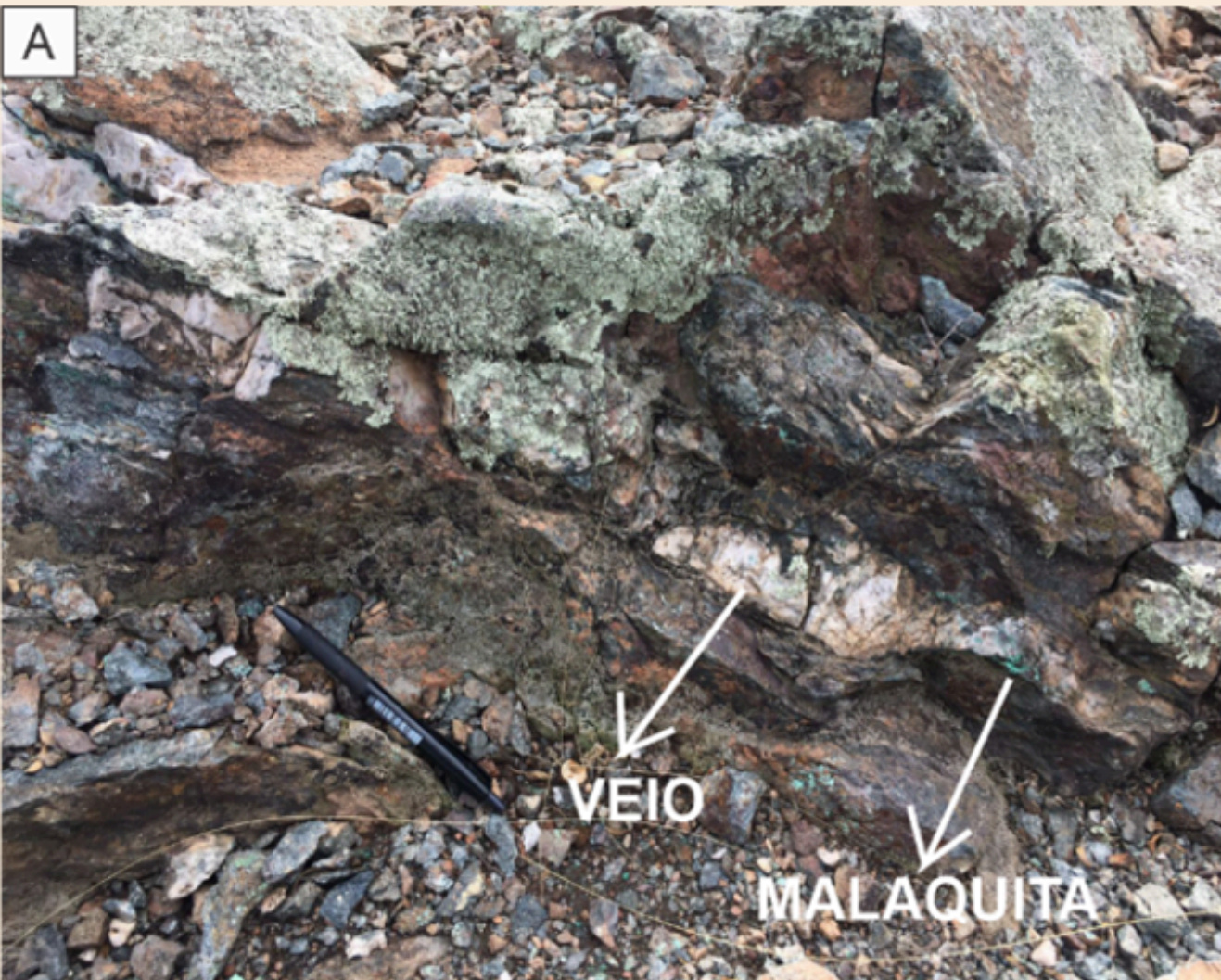
# Resultados

## Trabalho de Campo - Trincheiras

- Na superfície, a metavulcânica apresenta mineralização associada a:

- **Veios**

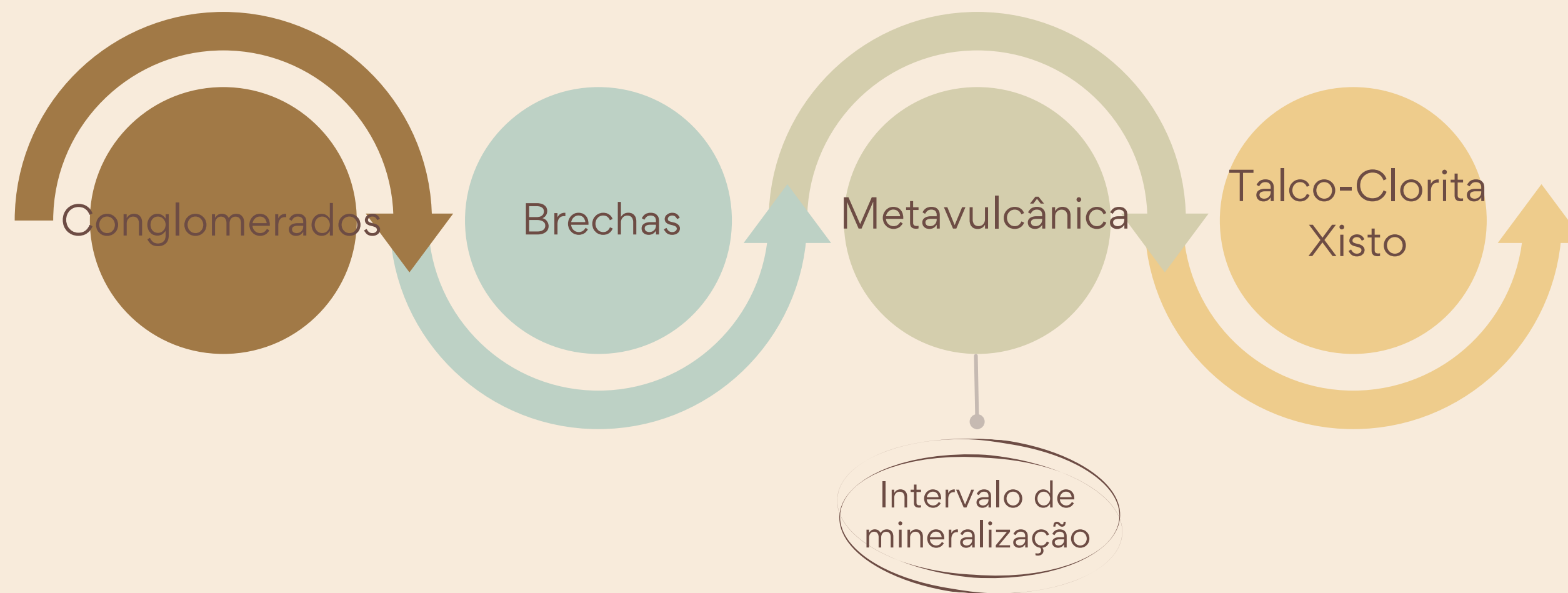
- **Disseminação**



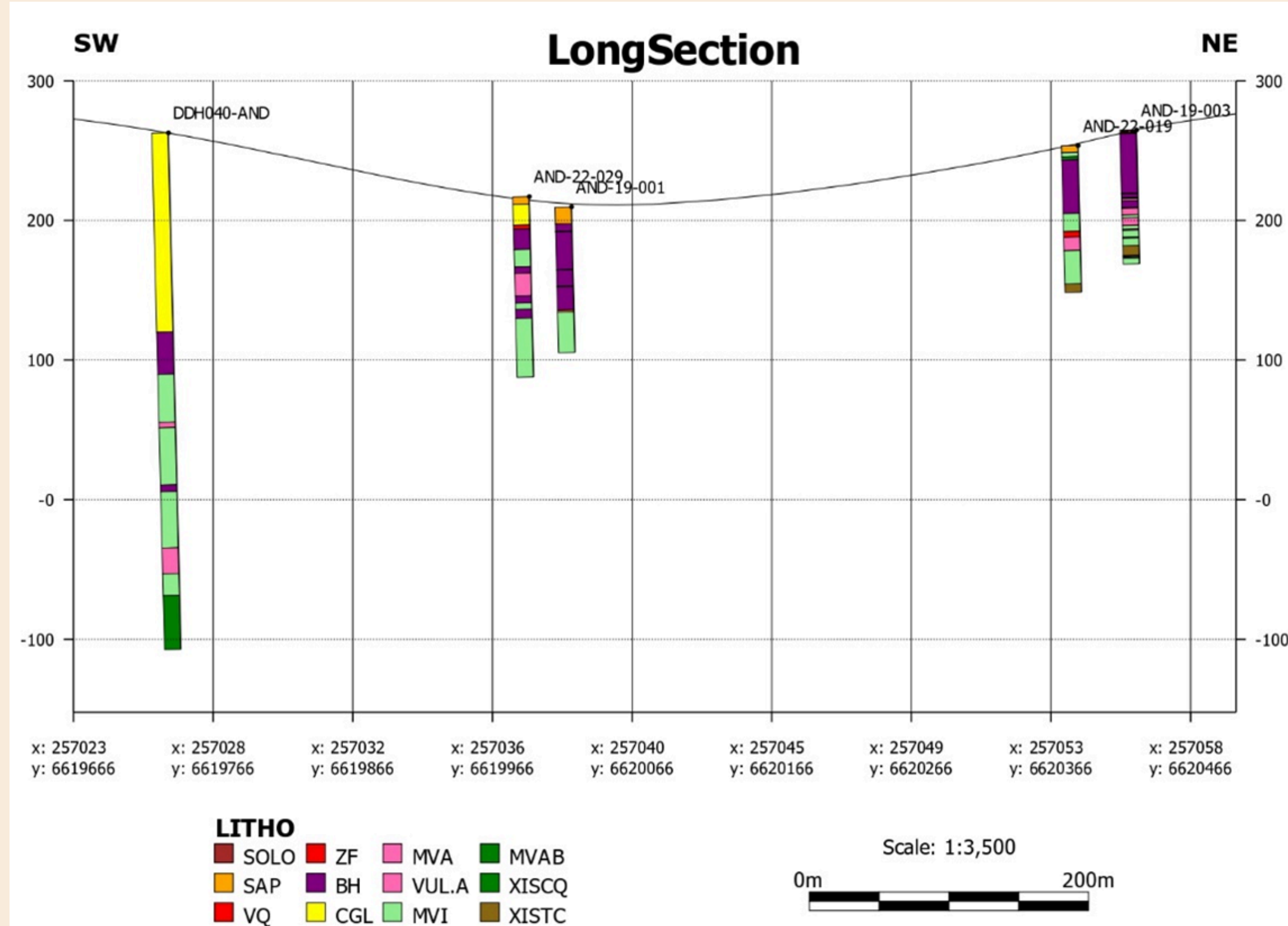
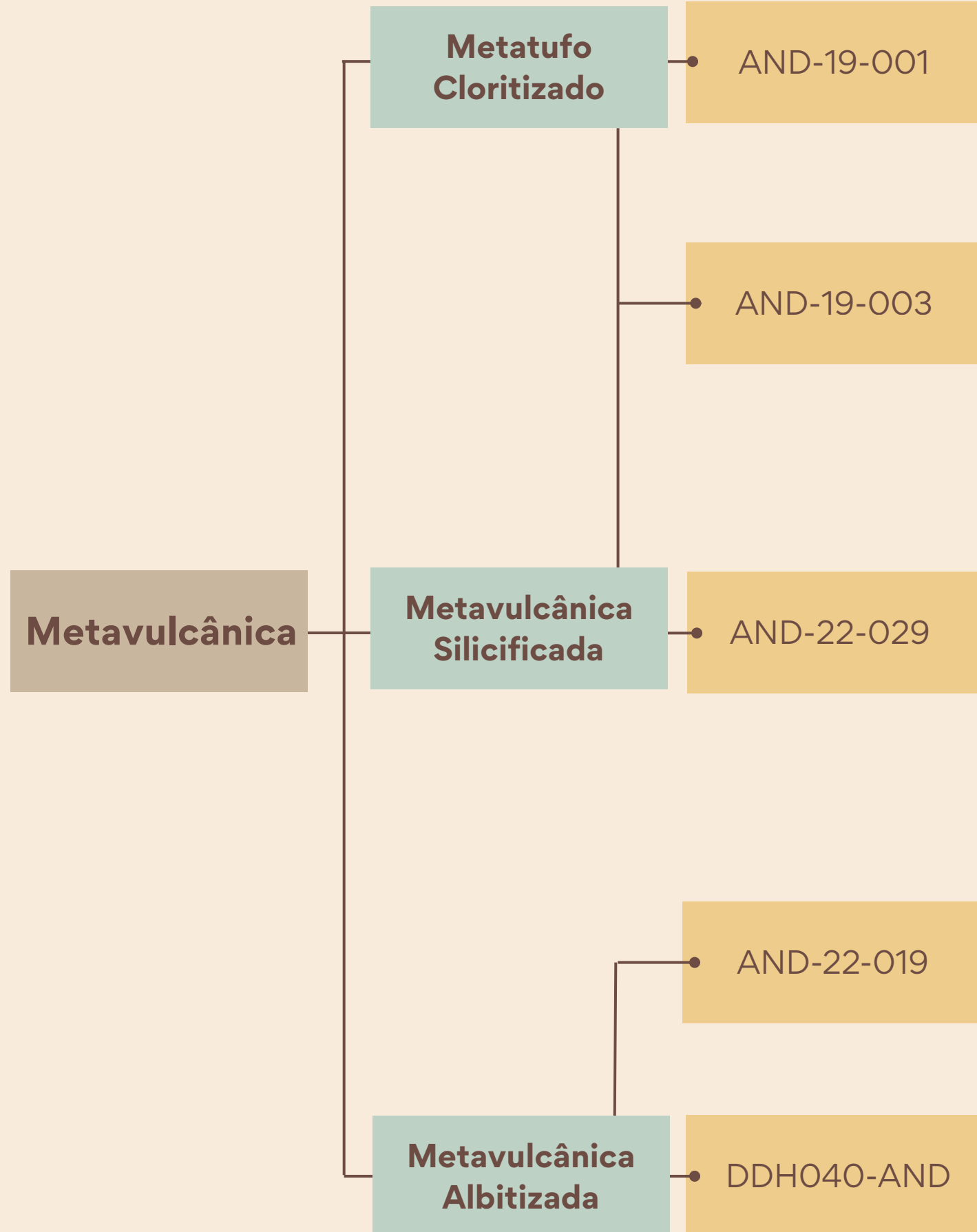
# Resultados

## Trabalho de Campo - Amostragem e descrição de testemunhos de sondagem

- Os furos foram selecionados conforme abrangência nas unidades litológicas e a descrição das zonas mineralizadas. Os testemunhos selecionados e descritos em campo foram: **AND-19-001, AND-19-003, AND-22-019, AND-22-029 e DDH040-AND.**
- As observações de campo e as descrições dos testemunhos permitiram a identificação primária de quatro grupos litológicos distintos e abrangentes:



# Intervalo Mineralizado de Cobre



# Metatufo Cloritizado

AND-19-001

ANP-001

ANP-002

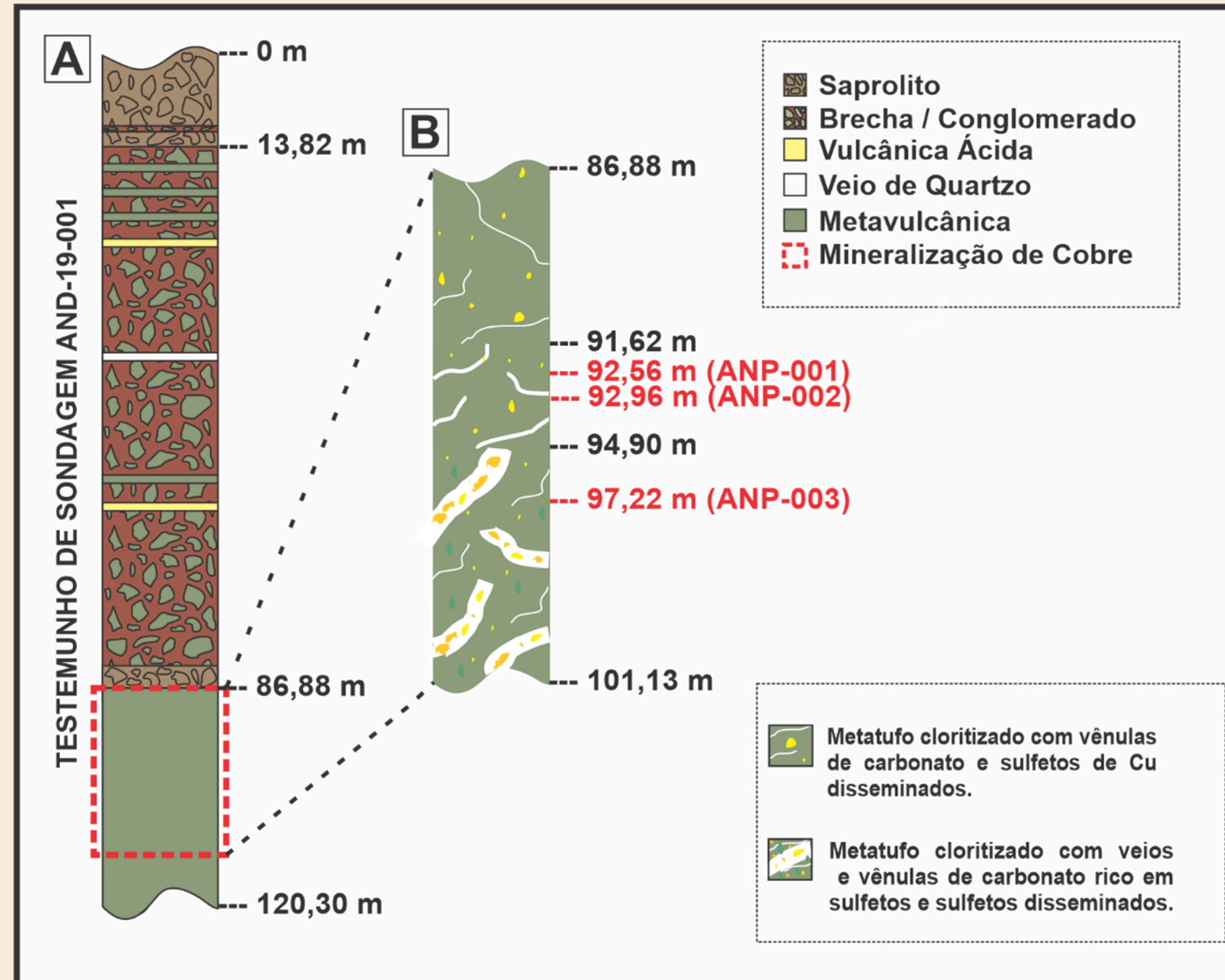
- **Origem:** tufo fino (<2 mm) de cinza vulcânica.

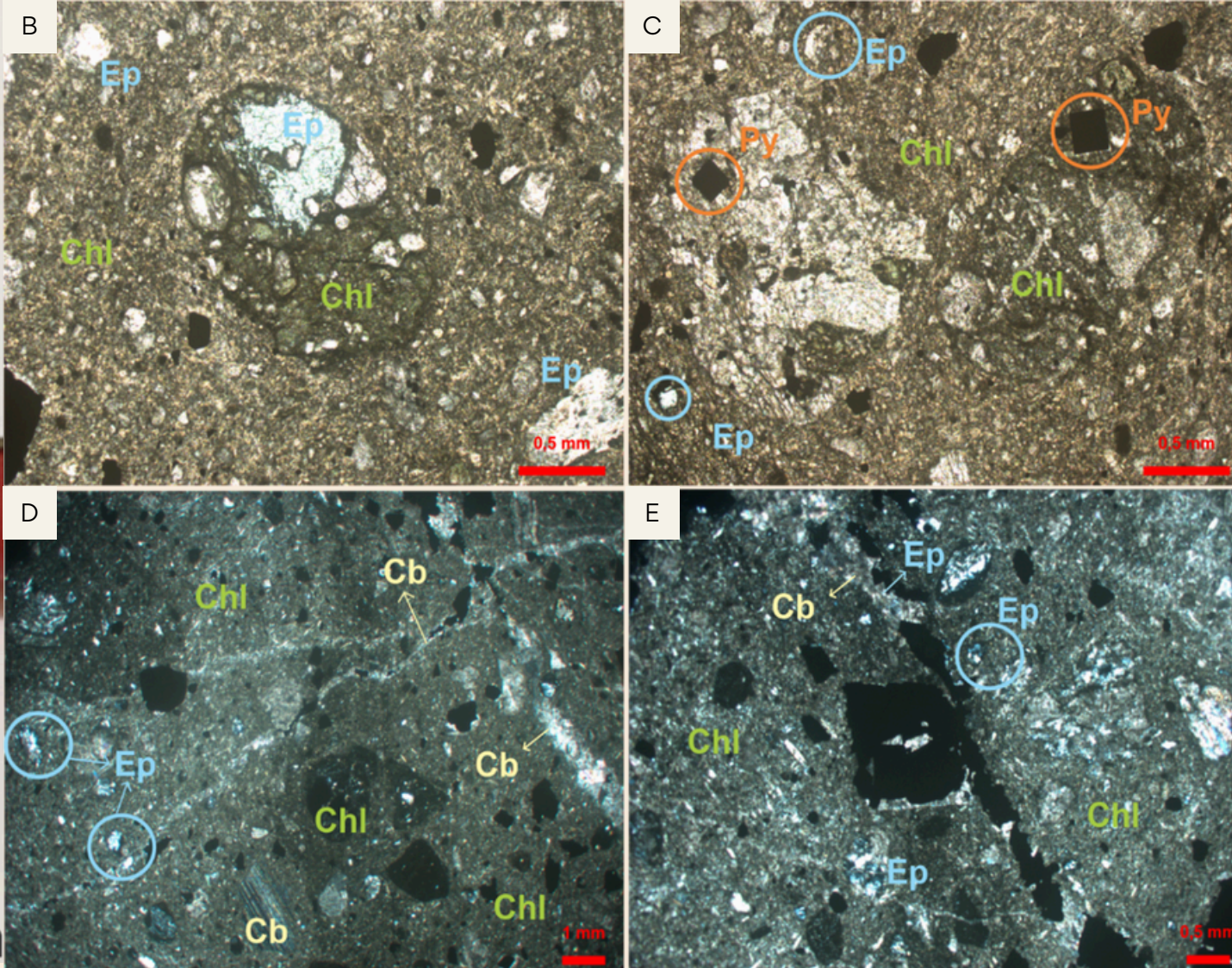
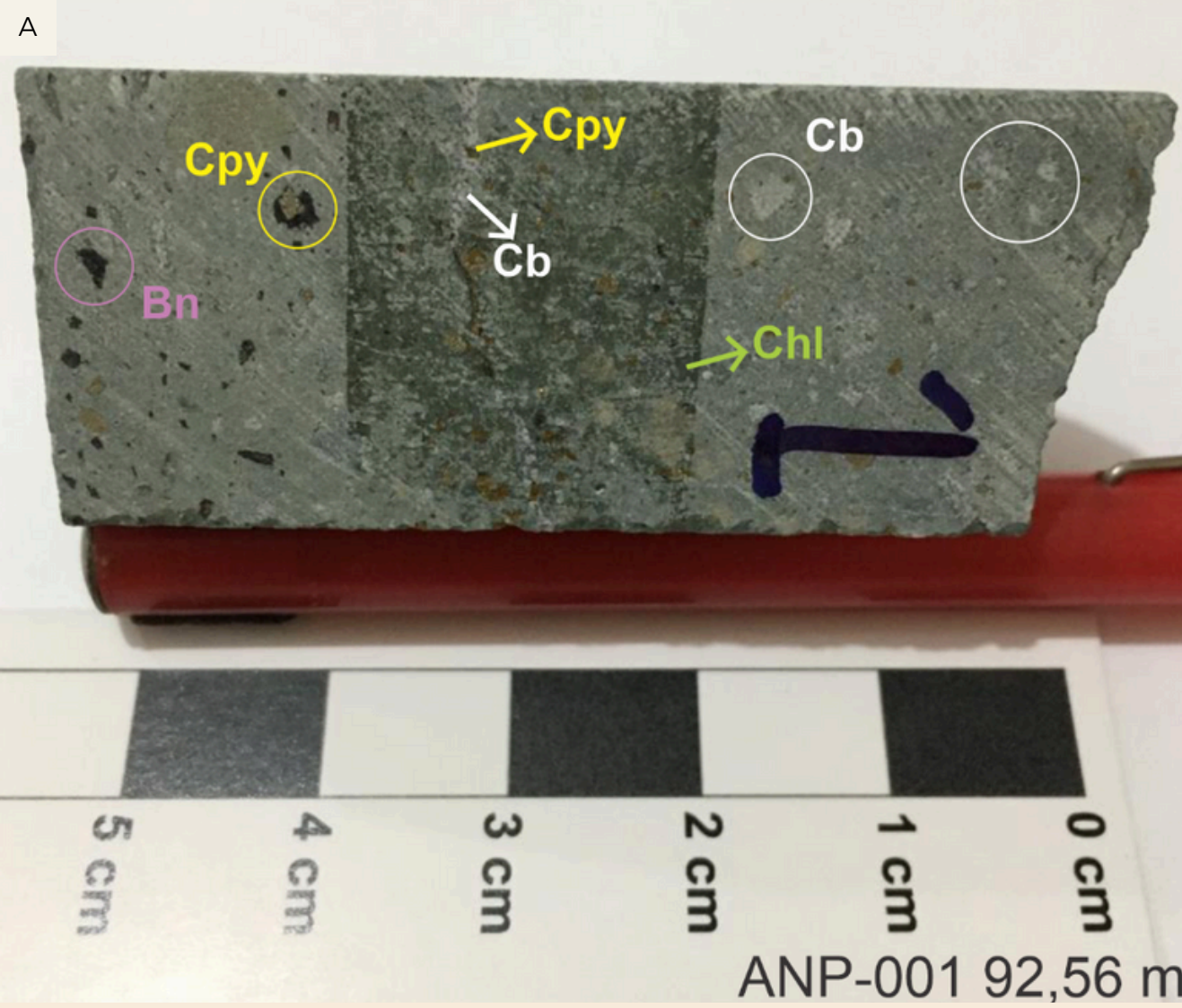
- Passou por metamorfismo, **formando clorita fina orientada.**

- Fluidos hidrotermais causaram alteração com:
  - Vênulas de carbonato, clorita, epidoto e sulfetos.
  - Veios de carbonato, quartzo, epidoto e sulfetos.

## (Alteração Propilítica)

- Classificado em:
  - **Metatufo com vênulas (Distal);**
  - **Metatufo com veios (Proximal).**





# Metatufo Cloritizado com Vênulas

ANP-001

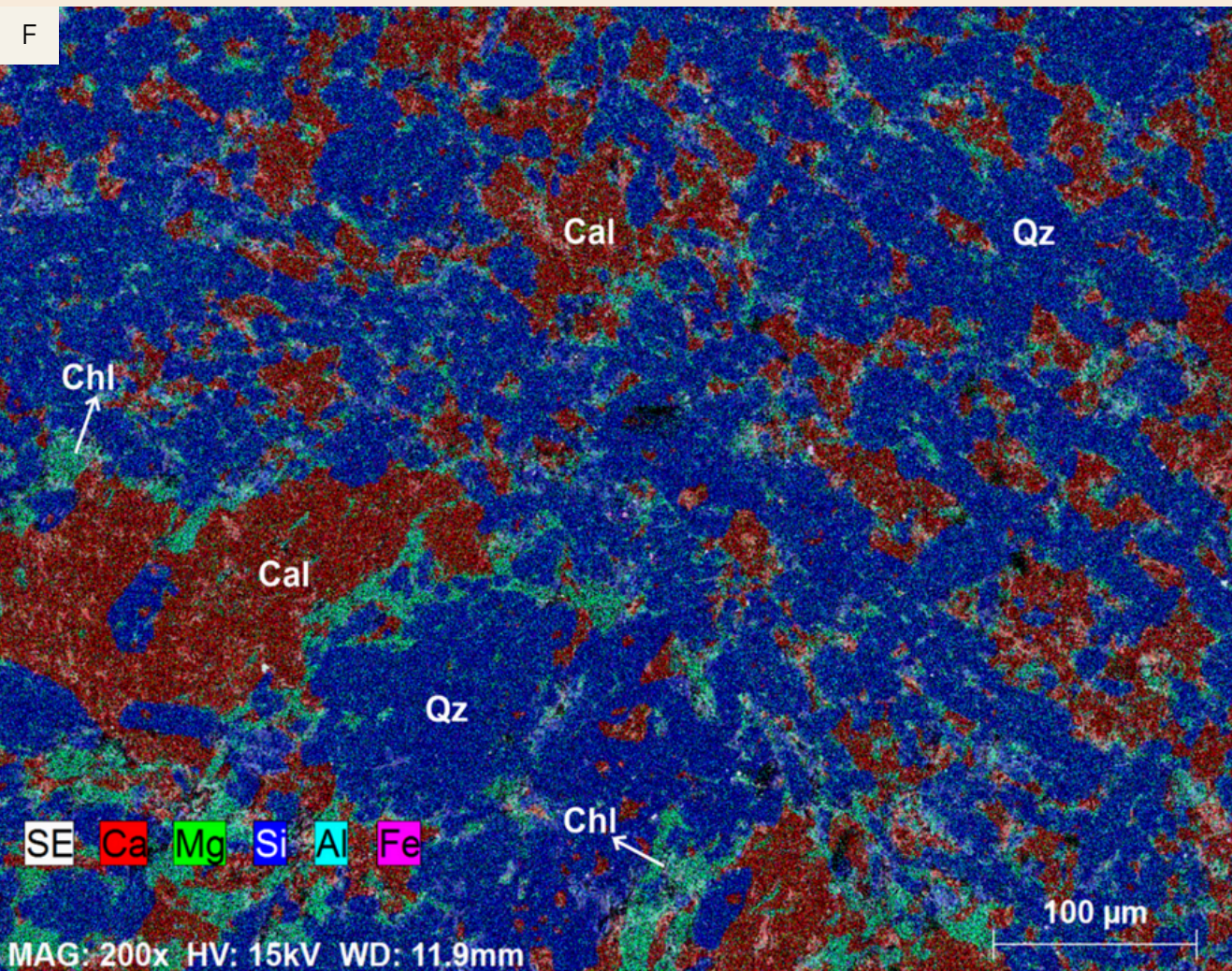
- **Composição da rocha (Fig. A):**
  - Tufo fino com clorita orientada (Chl) → foliação metamórfica.
  - Carbonato (Cb) disseminado e em vênulas finas sem orientação.
  - Bornita e calcopirita disseminada.
  - Calcopirita nas vênulas de carbonato.

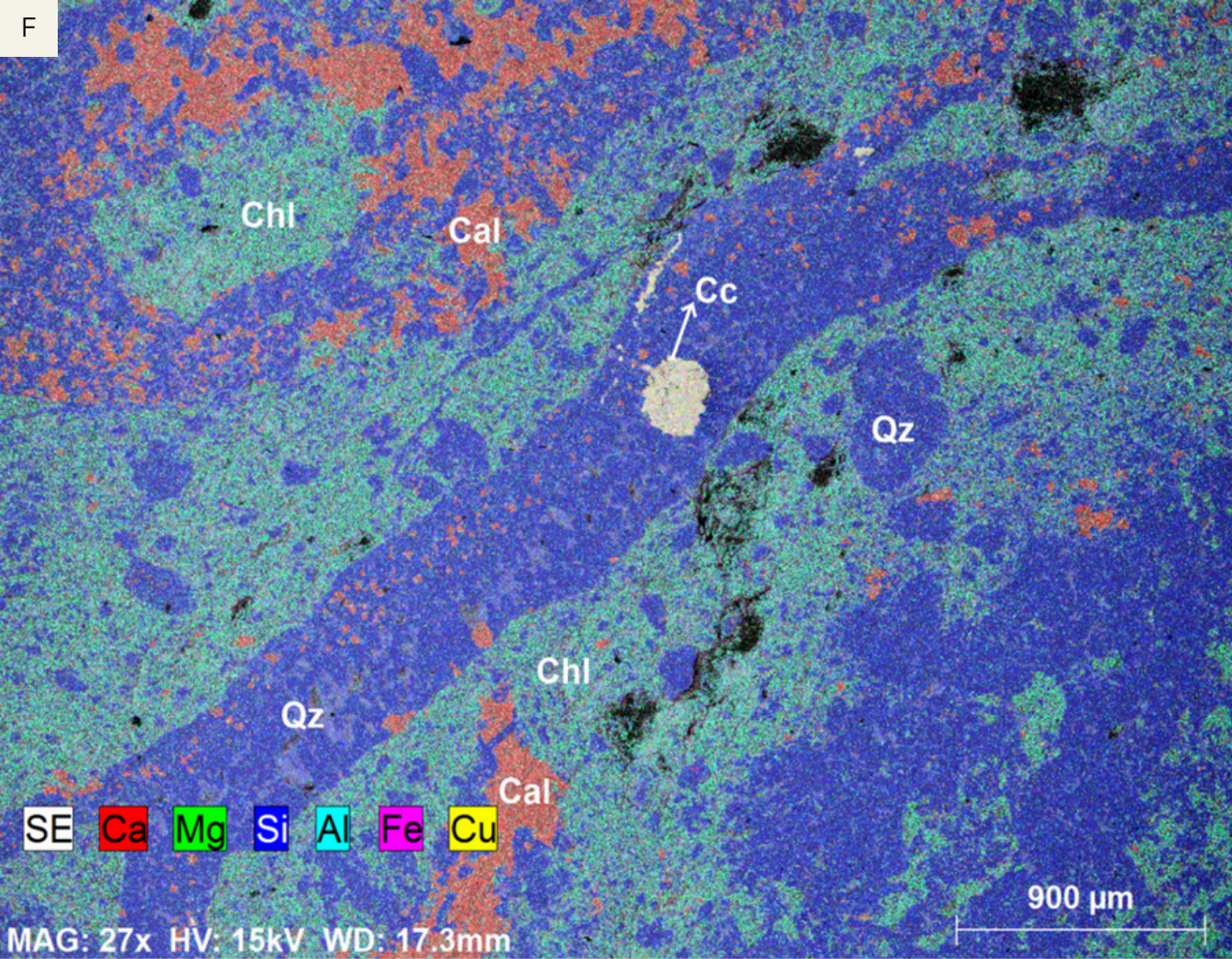
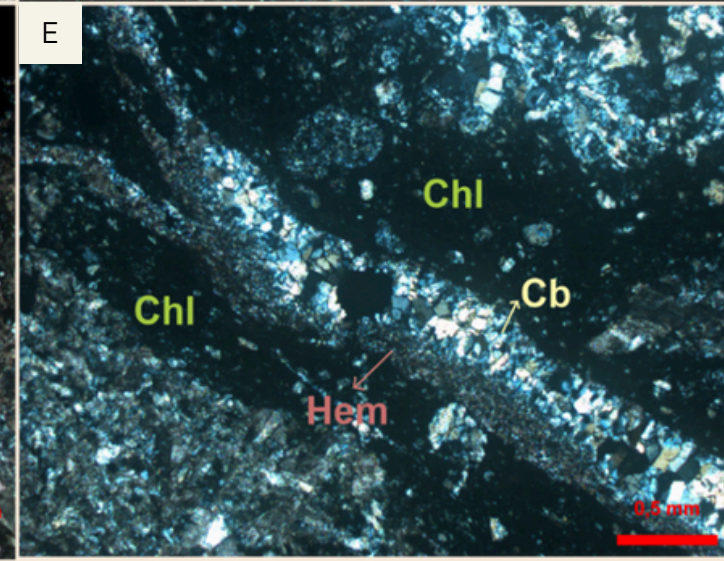
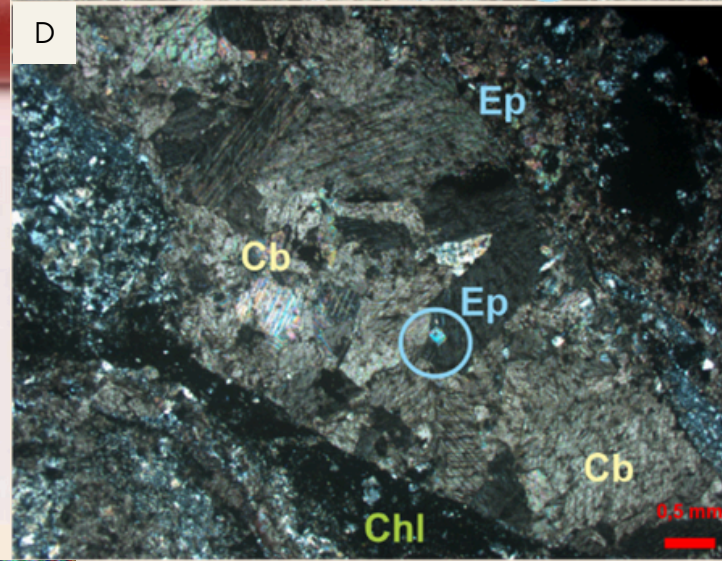
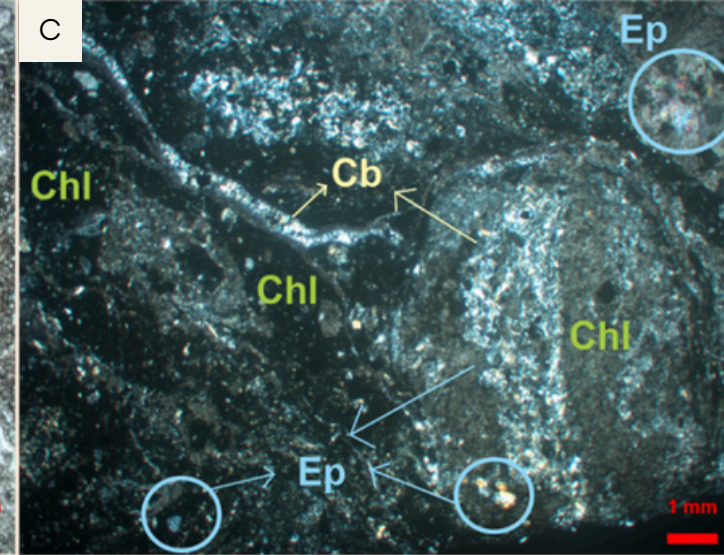
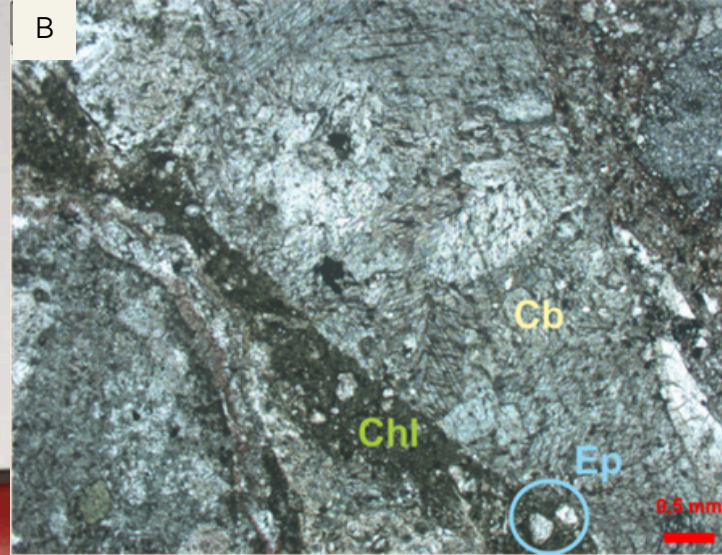
- **Descrição Petrográfica:**

- Tufo mal selecionado com cristais e litoclastos arredondados (~1,75 mm)(**Fig. B**).
- Litoclastos com clorita, epidoto e pirita euédrica (**Fig. C**).
- Vênulas (~0,3 mm):
  - Carbonato + quartzo, Sem direção preferencial (**Fig. D**).
  - Epidoto nas vênulas e matriz (**Fig. E**).

- **Análise EDS no MEV (Fig. F):**

- Matriz de quartzo (Qz).
- Textura de intercrescimento de calcita e clorita.





# Metatufu Cloritizado com Veios

ANP-002

## • Composição da rocha (Fig. A):

- Metatufu quase totalmente substituído por minerais hidrotermais: Clorita e carbonato (disseminados e em veios).
- Calcocita ocorre incluída em veios de clorita e carbonato cercada por óxidos de ferro.

## • Descrição Petrográfica:

- Remanescentes do metatufu original com:
  - Clorita metamórfica fina orientada.
  - Recristalização hidrotermal com clorita, epidoto e carbonato (**Fig. B**).
- Litoclastos substituídos por clorita, carbonato e epidoto microcristalino (**Fig. C**).
- Veios de carbonato com hematita e epidoto (**Fig. D e E**).

## • Análise EDS no MEV (Fig. F):

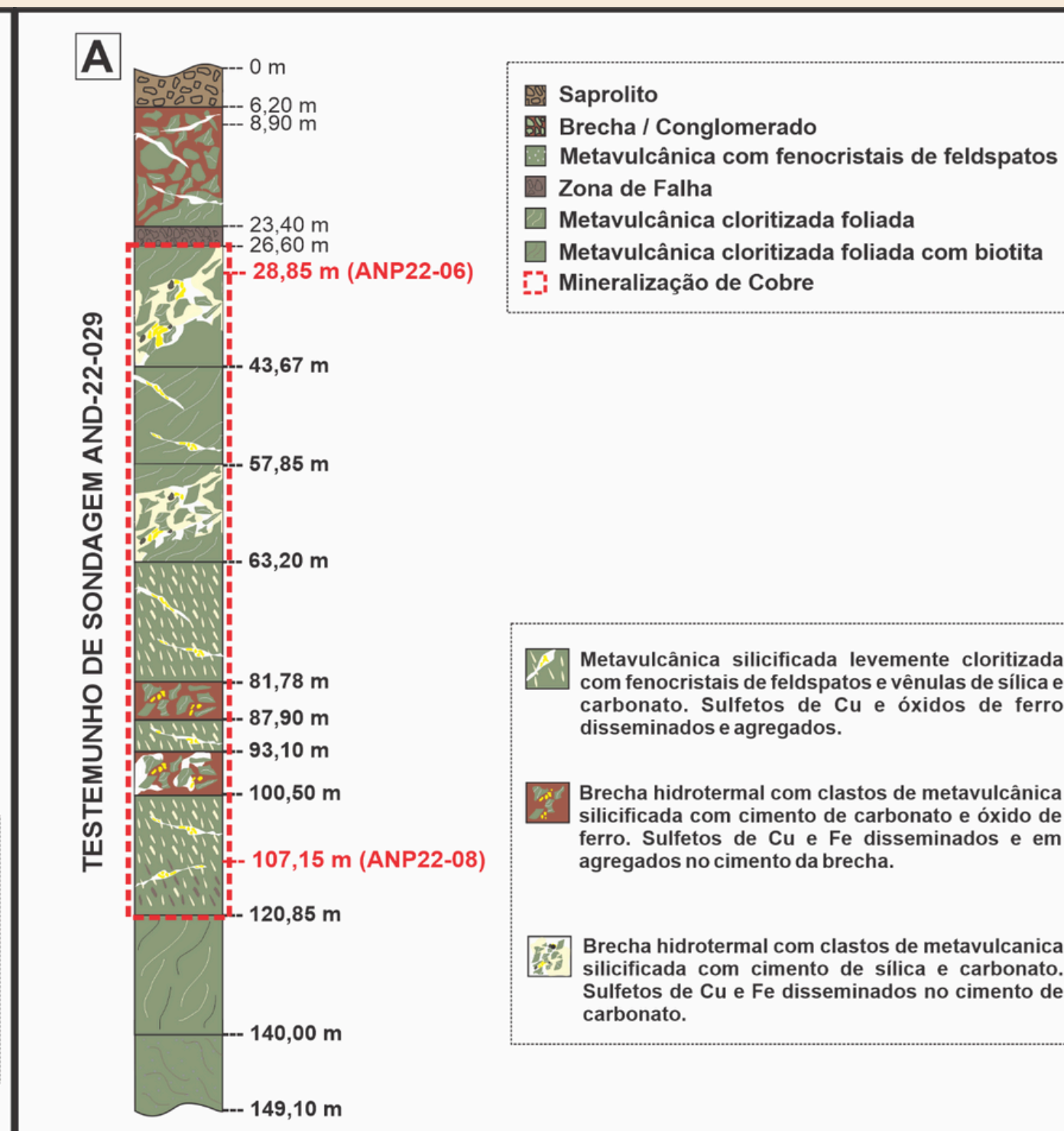
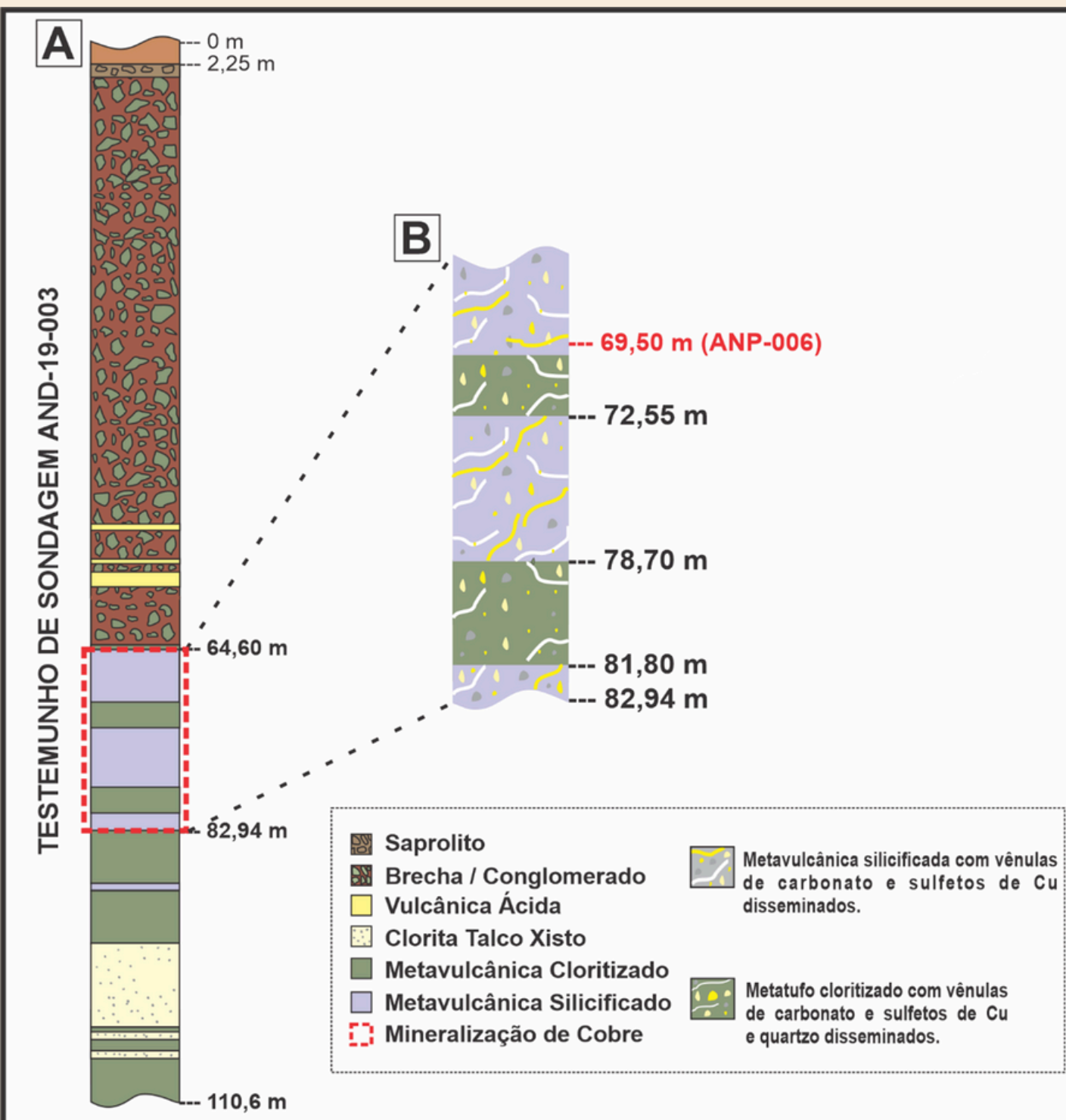
- Veios compostos por quartzo e calcita com mineralização de calcocita.

# Metavulcânica Silicificada

AND-19-003

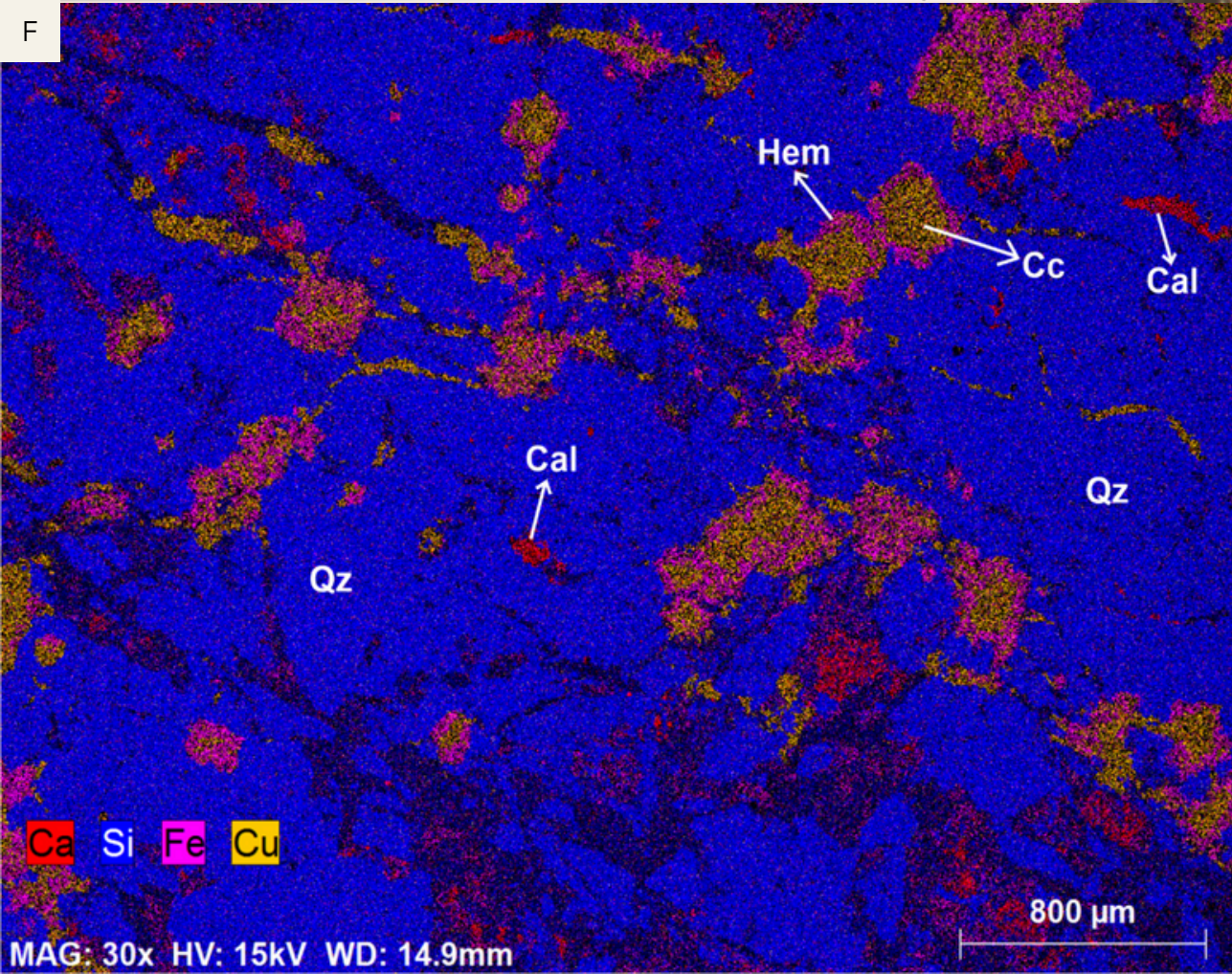
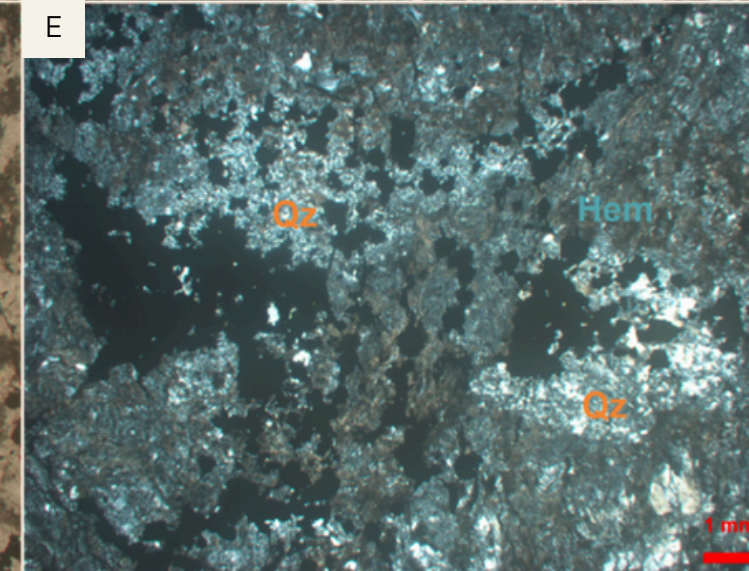
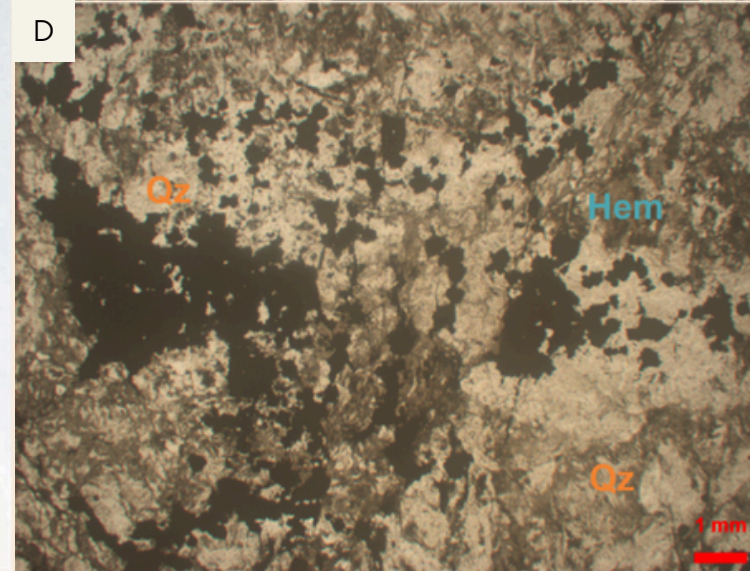
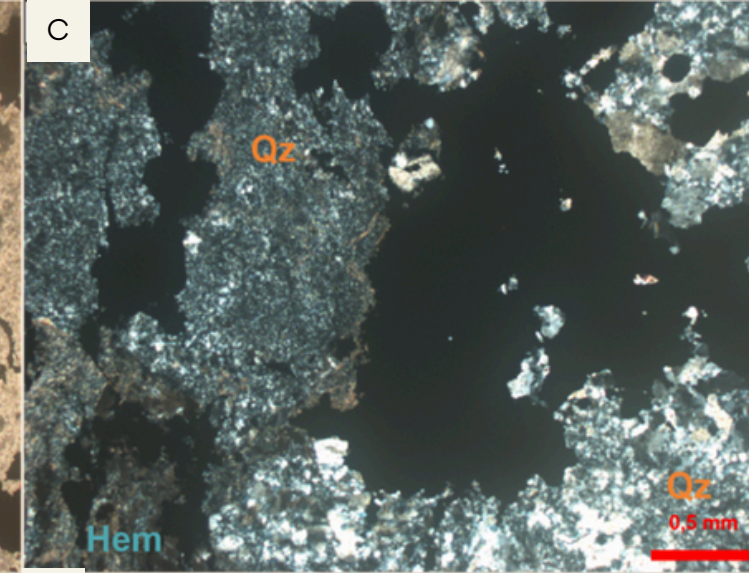
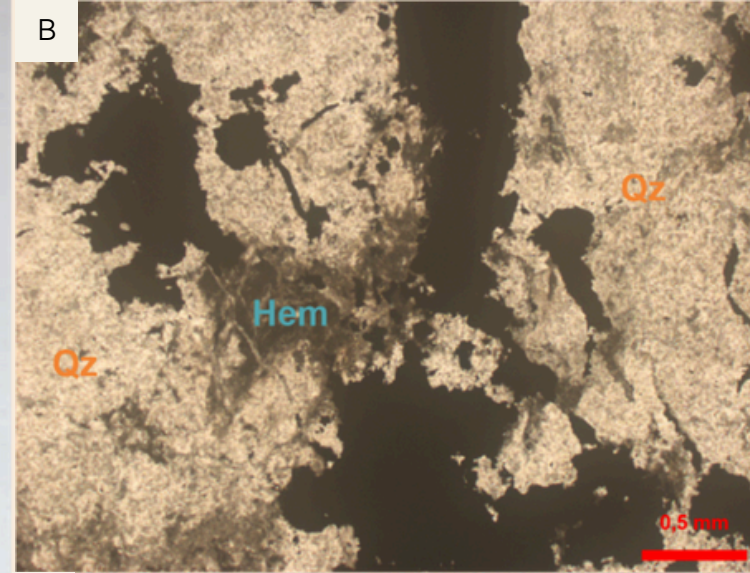
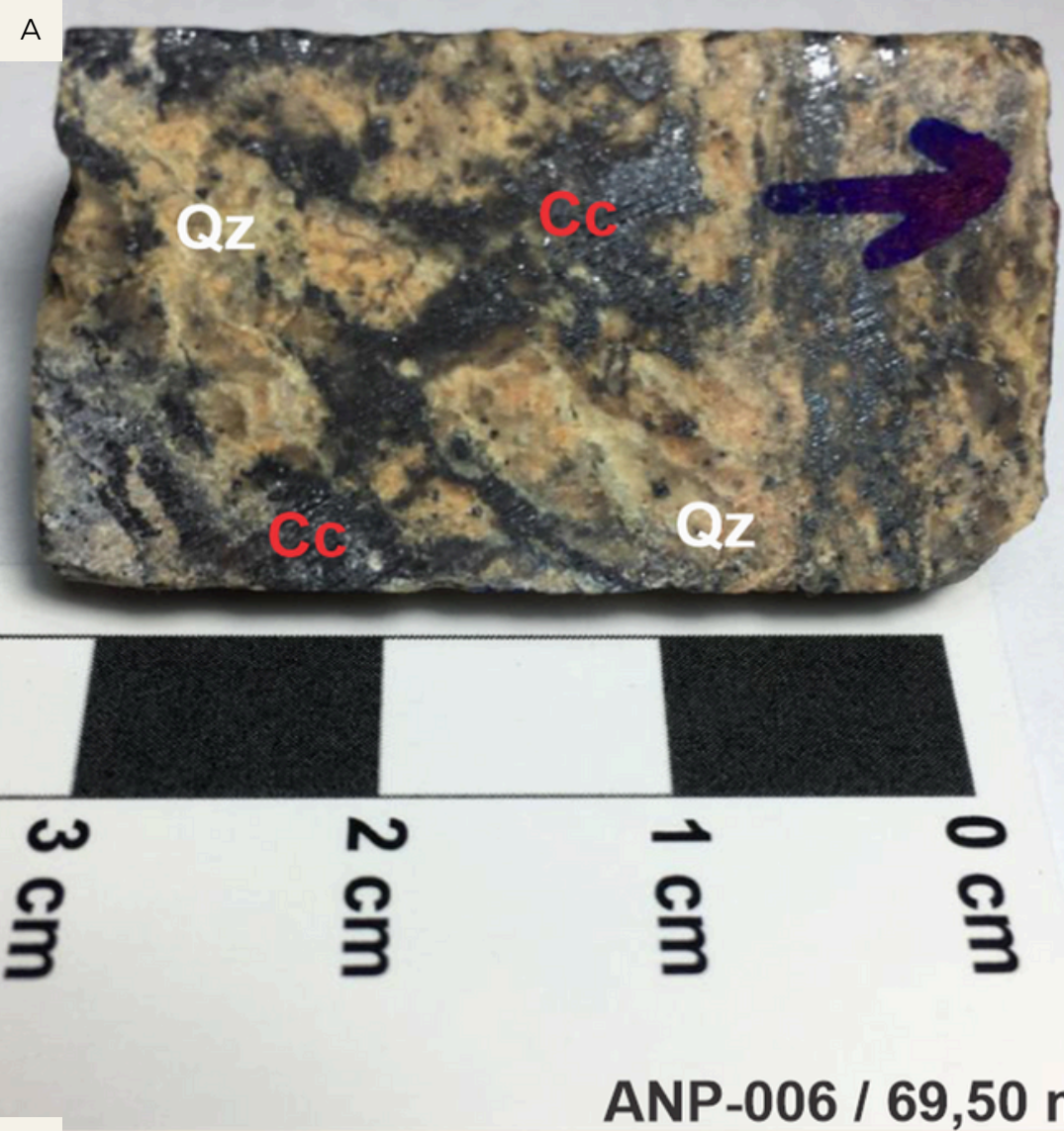
AND-22-029

- **Origem da rocha:**
  - Rocha vulcânica, possivelmente andesítica a riolítica.
- **Metamorfismo:**
  - Submetida à fácies xisto verde, formando clorita fina e orientada.



## • Alteração hidrotermal:

- Intensa silicificação por fluidos hidrotermais.
- Formação de quartzo, carbonato e clorita, além de precipitação de sulfetos de cobre e ferro.



# Metavulcânica Silicificada

ANP-006

- **Composição da rocha (Fig. A):**
  - Rocha completamente recristalizada e intensamente substituída por sílica.
  - Intercrescimento local com quartzo.
  - Calcocita é o principal mineral de minério presente.

- **Descrição petrográfica:**
  - Quartzo mais claro e cristalino ocorre como restícios do processo hidrotermal (**Fig. C**).
  - E quartzo microcristalino com aspecto turvo com hematita disseminada é de origem supergênica (**Fig. B, C e E**).
- **Análise EDS no MEV (Fig. D e F):**
  - Matriz composta por quartzo e carbonato hidrotermal (calcita).
  - Calcocita predominante, cercada por hematita — textura de intercrescimento do tipo malha - evidência de reequilíbrio supergênico.

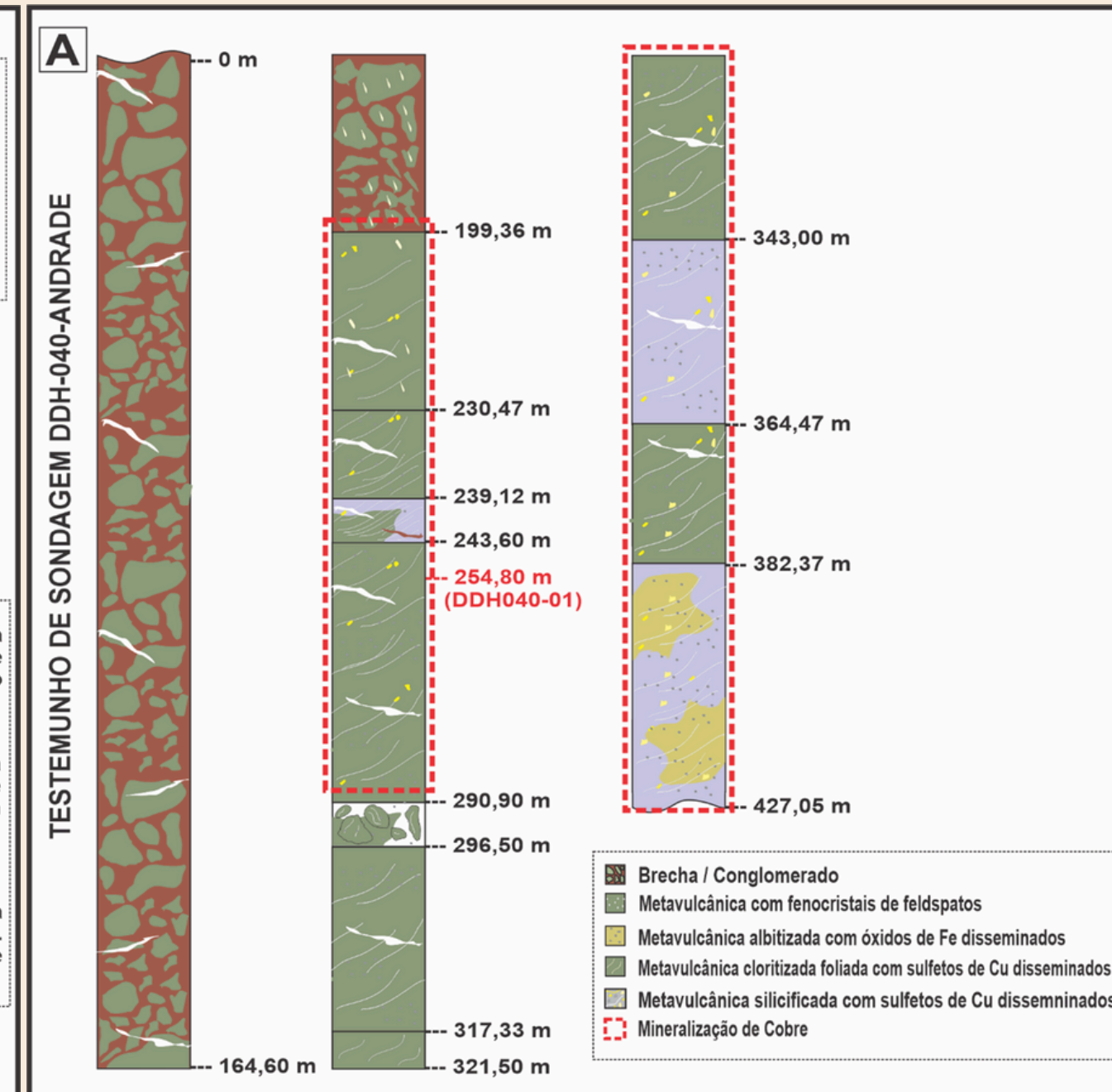
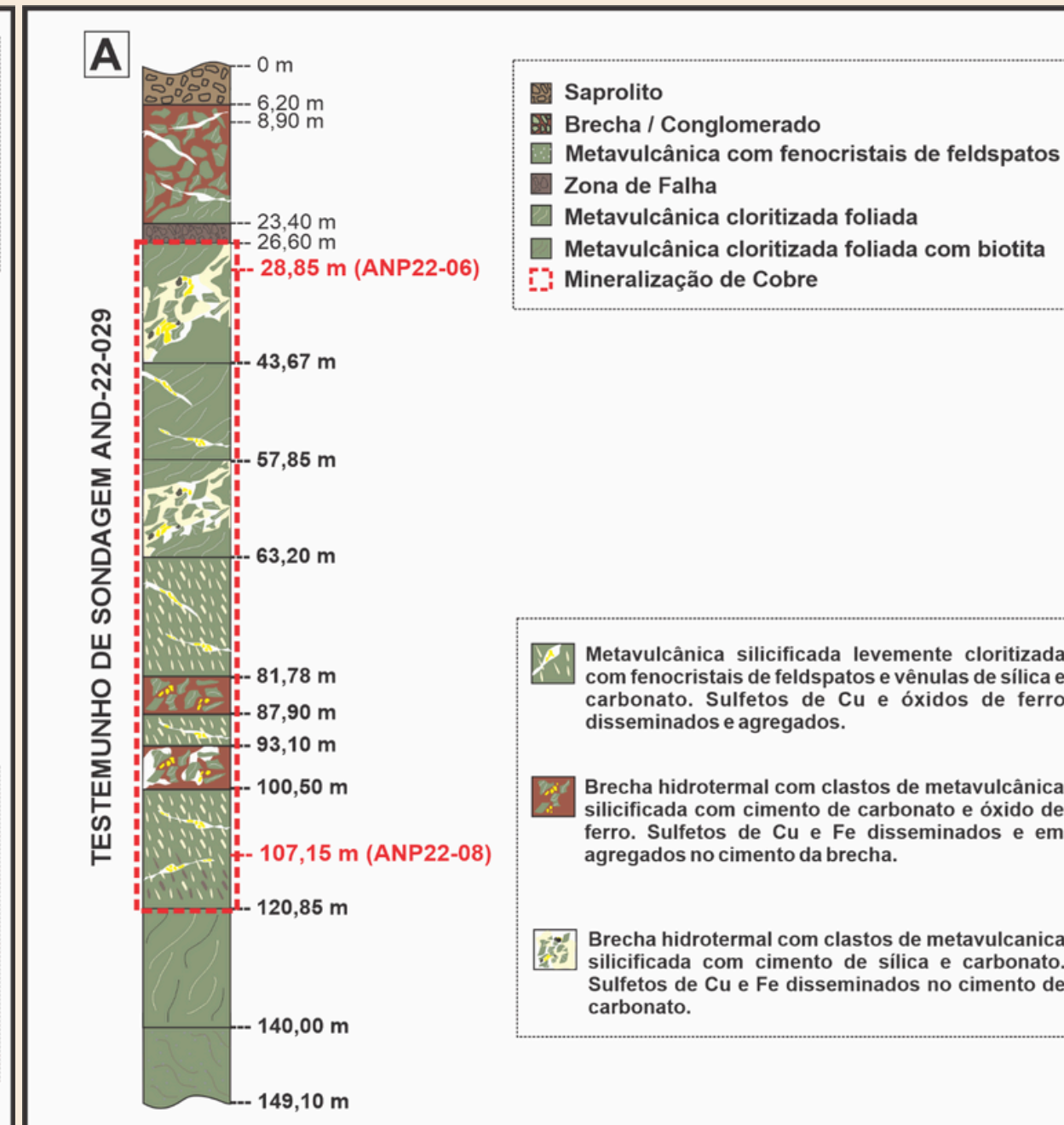
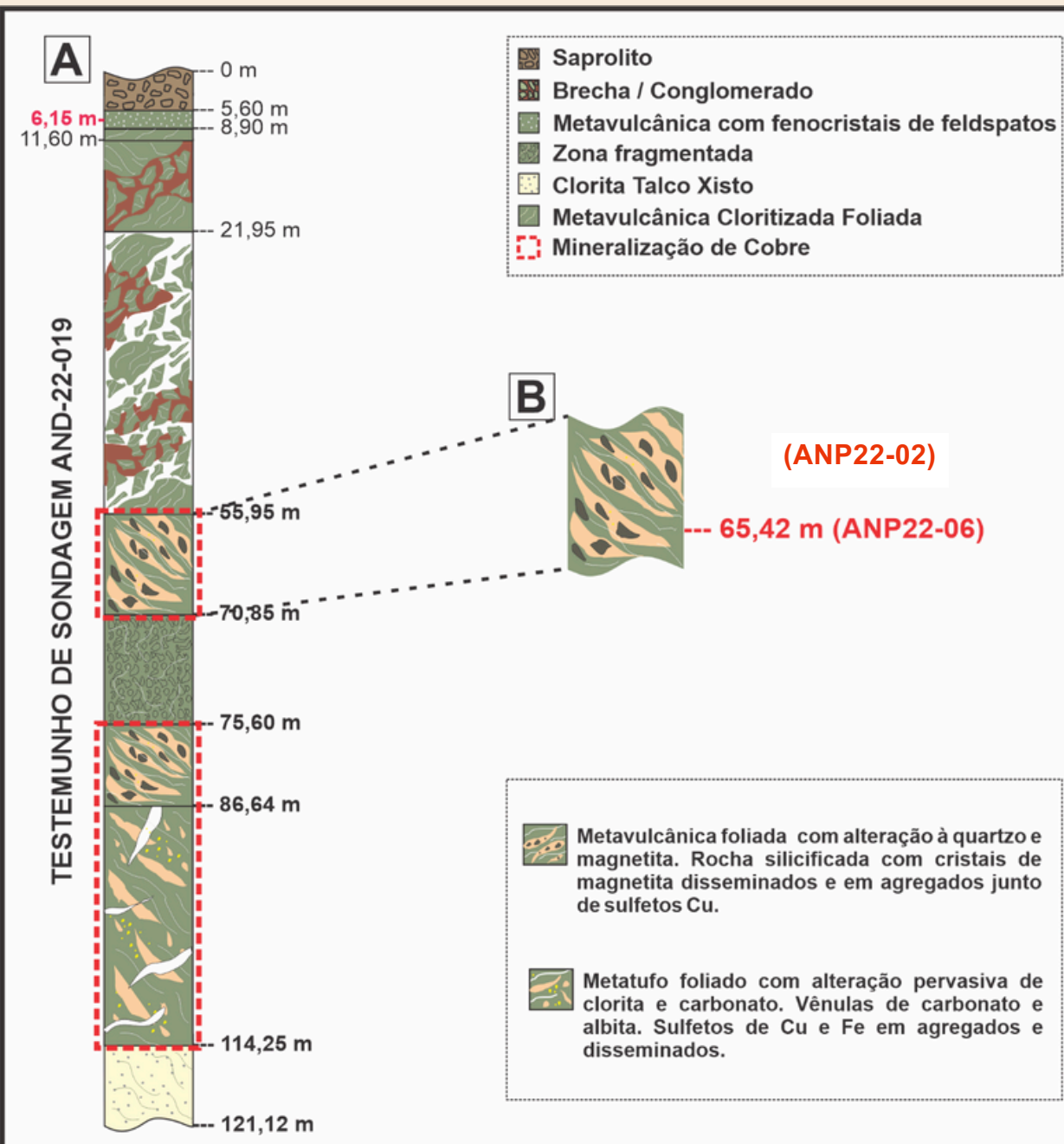
# Metavulcânica Albitizada

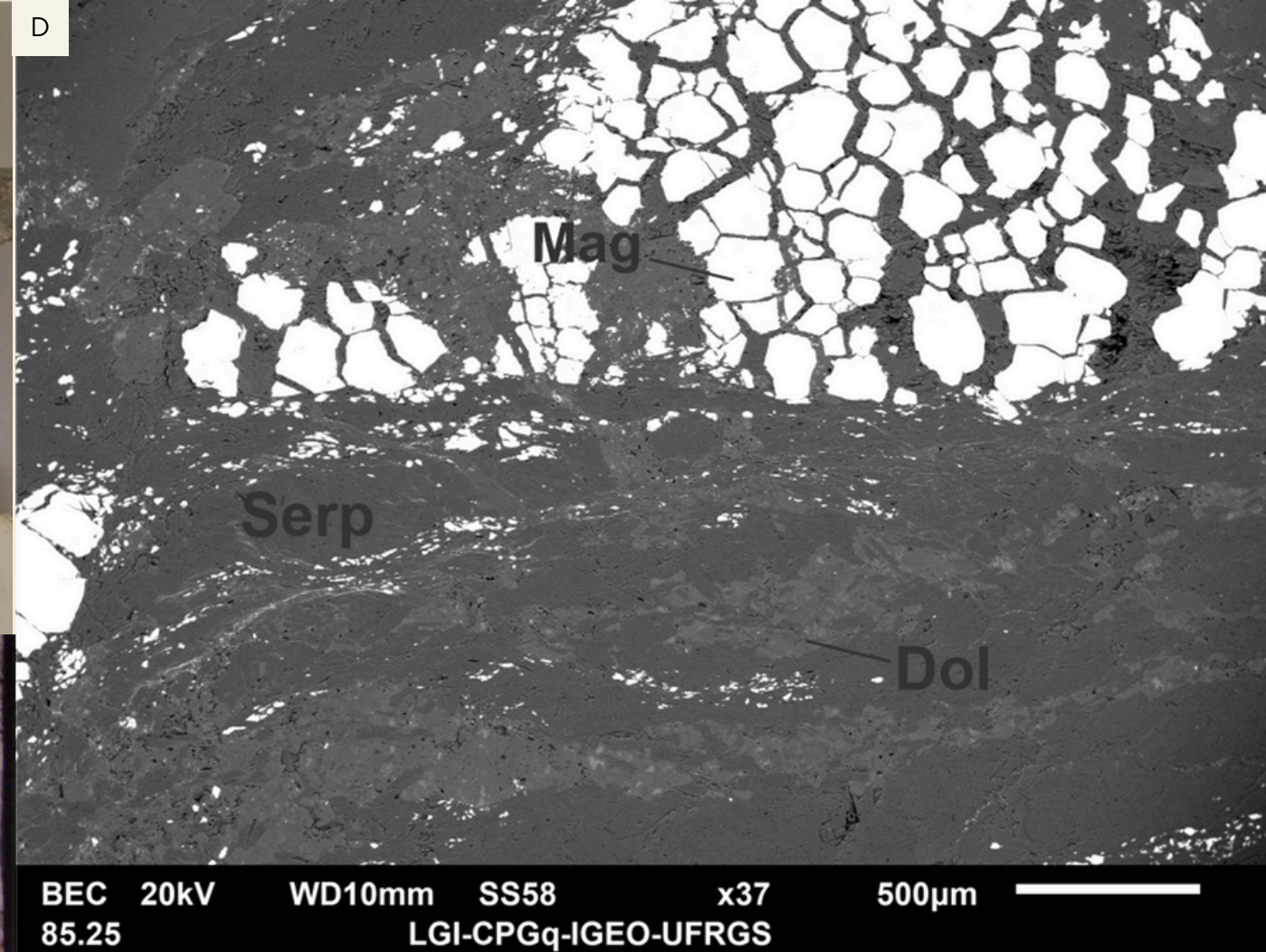
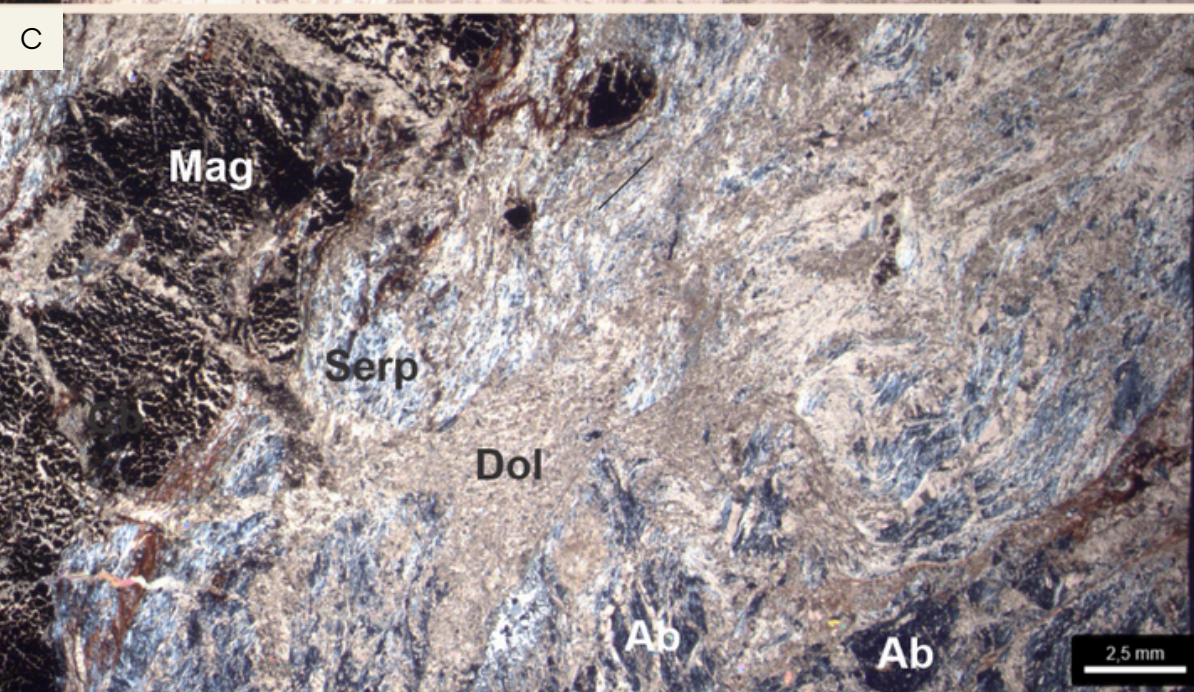
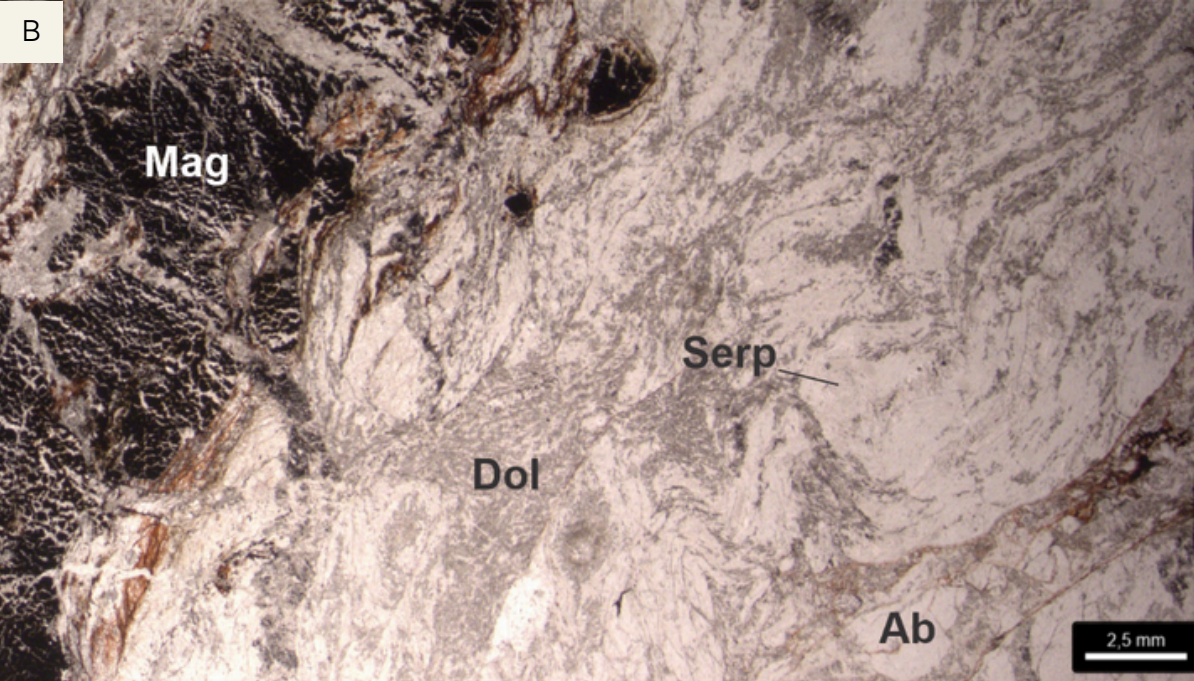
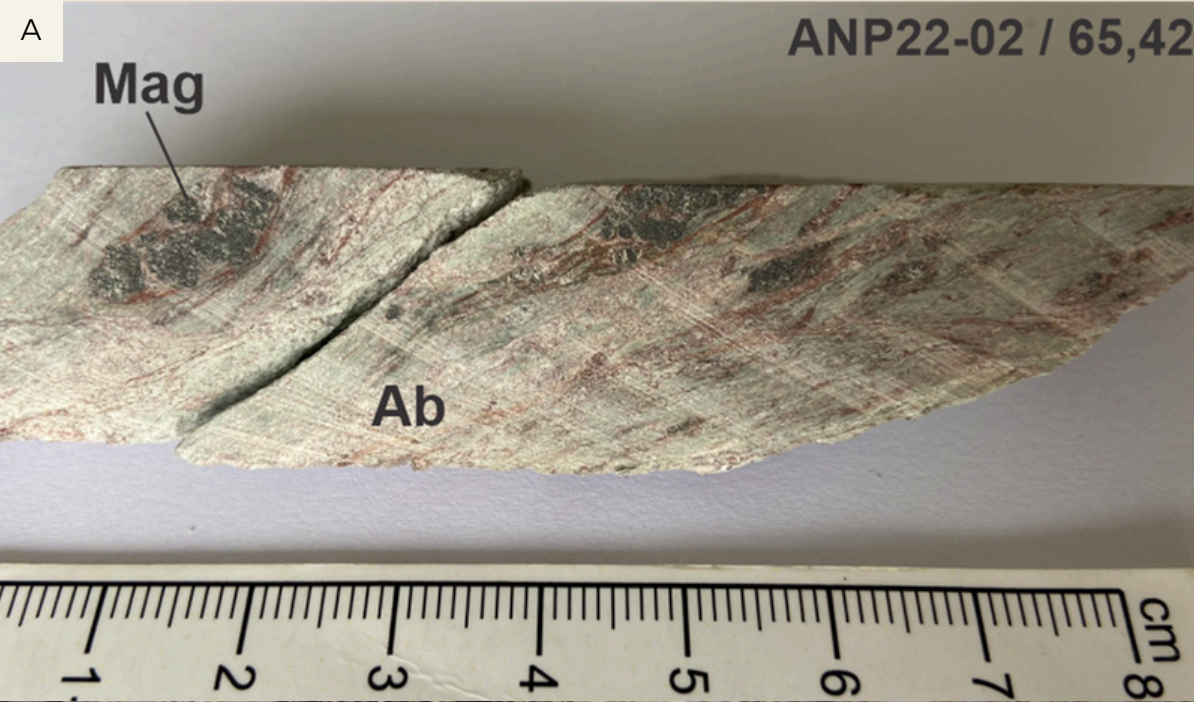
AND-22-19

AND-22-29

DDH-040-ANDRADE

- **Origem da rocha:**
  - Rocha metavulcânica albitizada, de composição andesítica a riolítica.
- **Metamorfismo:**
  - Submetida à fácies xisto verde, com clorita fina e orientada marcando a foliação.
- **Alteração hidrotermal:**
  - Intensa albitização causada por fluidos hidrotermais, acompanhada pela formação de sulfetos de cobre óxido de ferro.





## Metavulcânica Albitizada

ANP22-02

### • Composição da rocha (Fig. A):

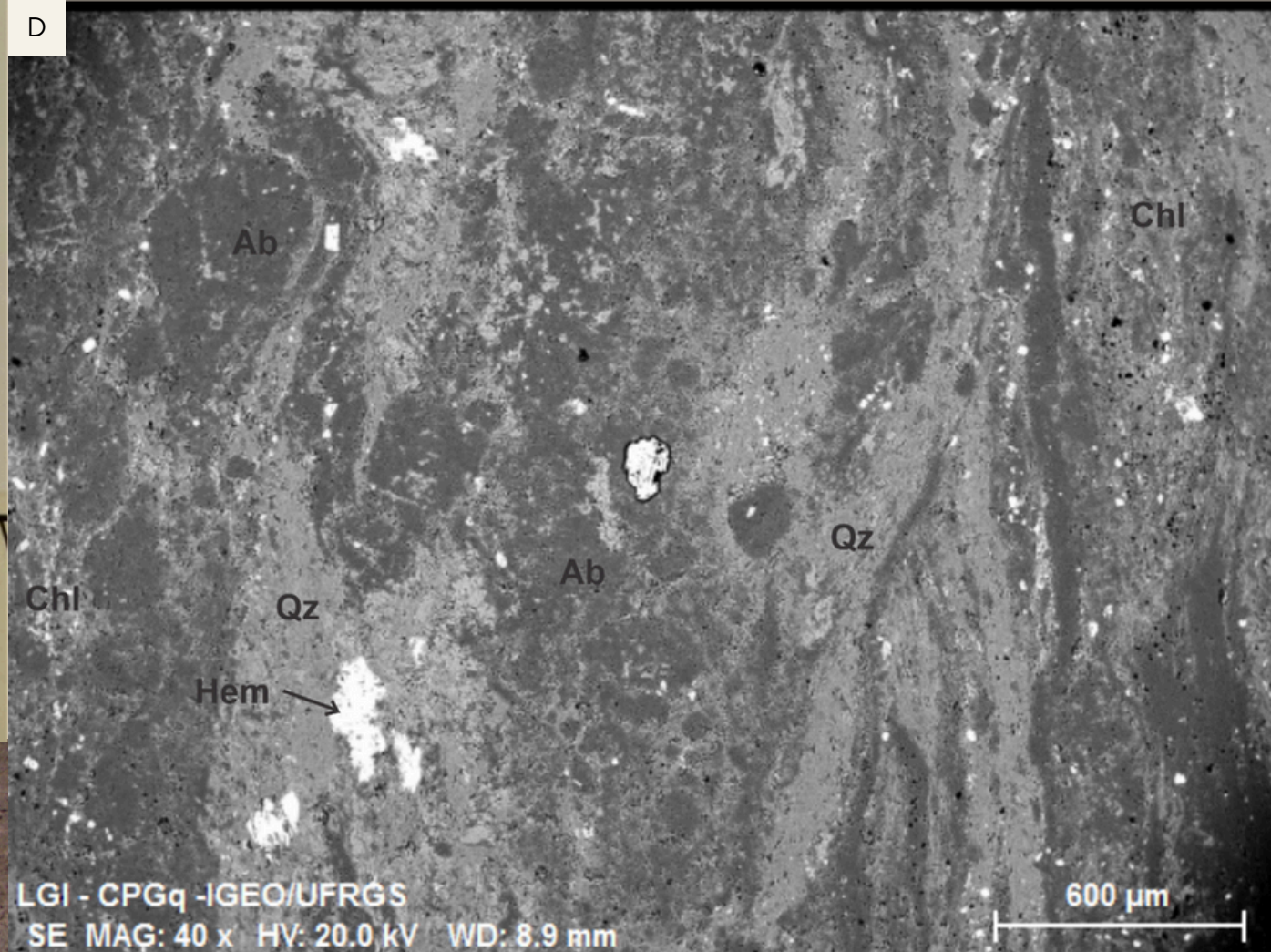
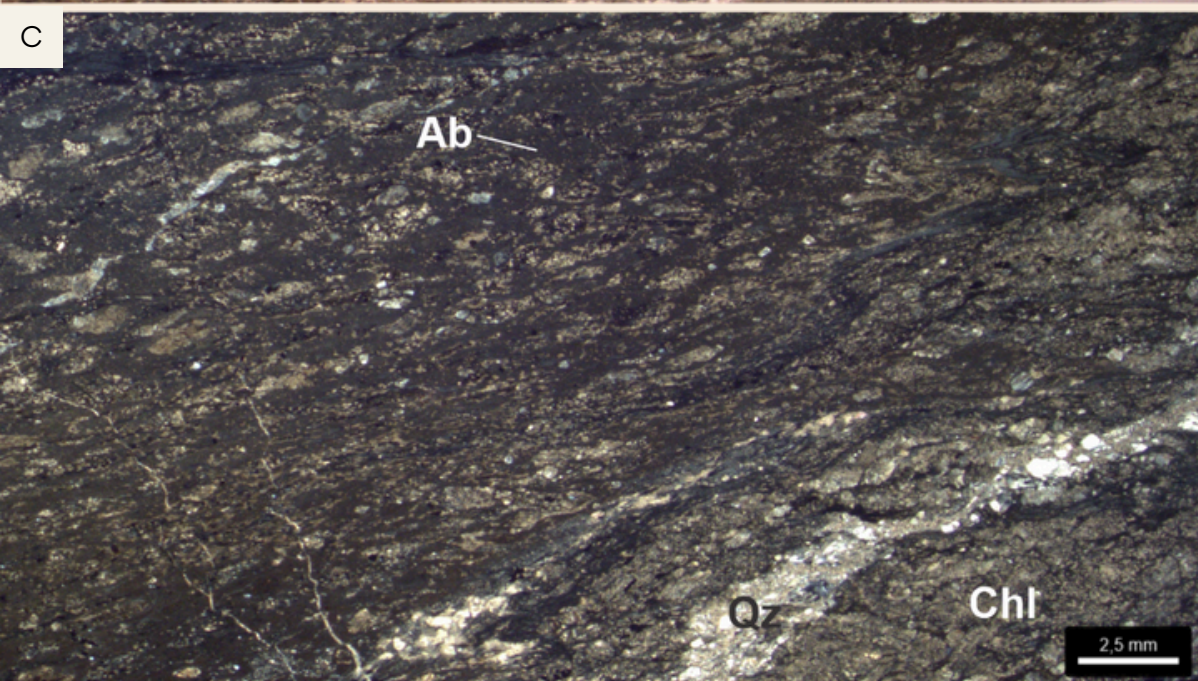
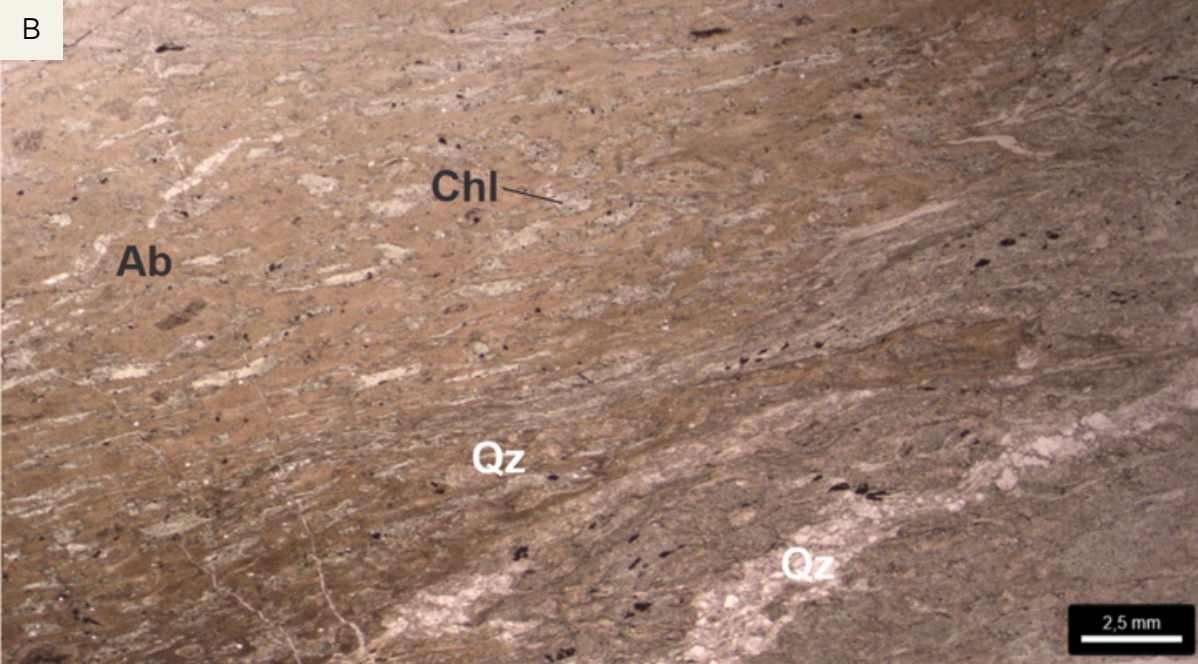
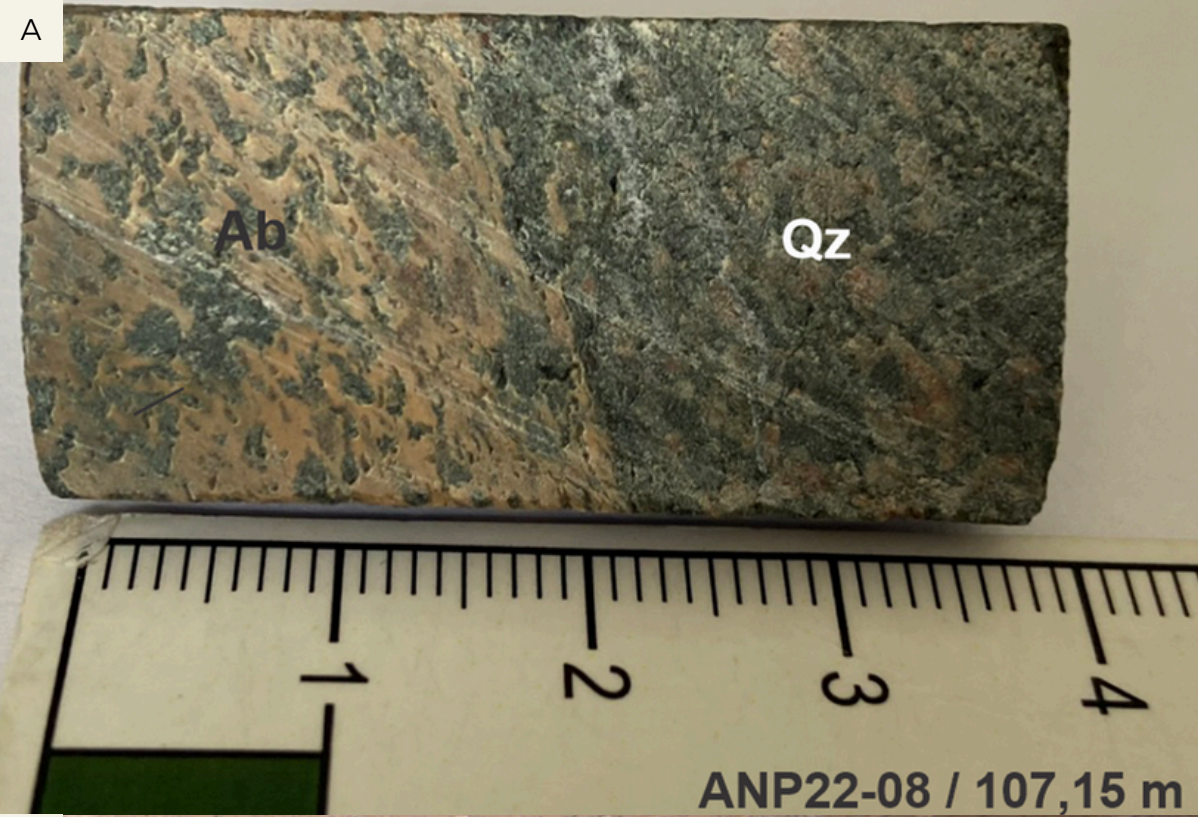
- Albita na matriz da rocha.
- Magnetita (Mag) como mineral de minério, ocorre em agregados e disseminada na matriz.
- Origem da magnetita atribuída à alteração hidrotermal **Ferro-Sódica**.

### • Efeitos superpostos:

- Hidrotermalismo de baixa T ou alteração supergênica:
  - Veios de serpentina (Serp) com hábito lamelar e presença de óxidos de ferro (**Fig. B**).
  - Veios de dolomita (Dol) com textura reticulada, formando agregados alongados (**Fig. C**).

### • Análise EDS no MEV (Fig. D):

- Confirma Mag como mineral predominante na matriz albitizada cortada por veios de Serp e Dol.



## Metavulcânica Albitizada

ANP22-08

- **Composição da rocha (Fig. A):**

- Zona de contato:

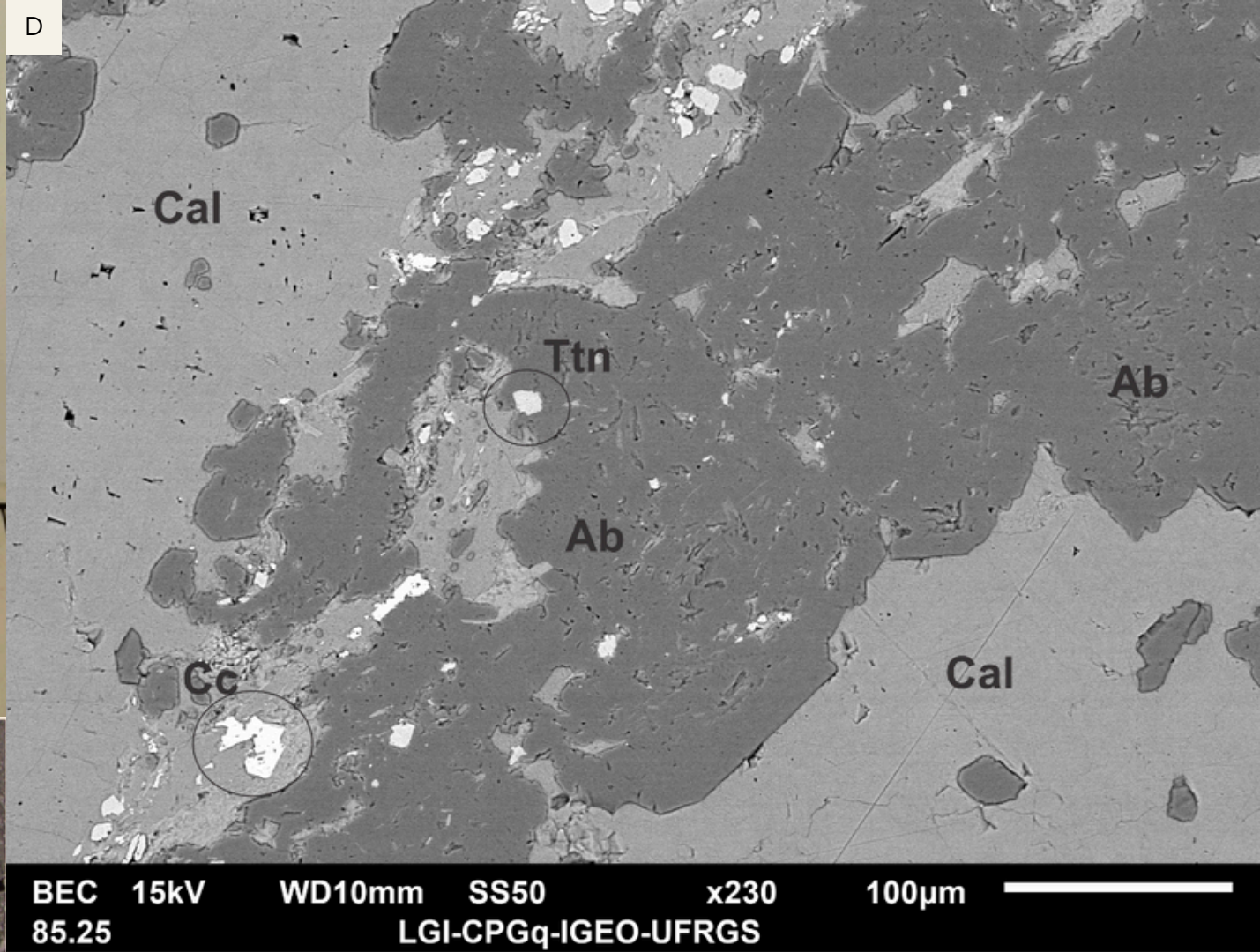
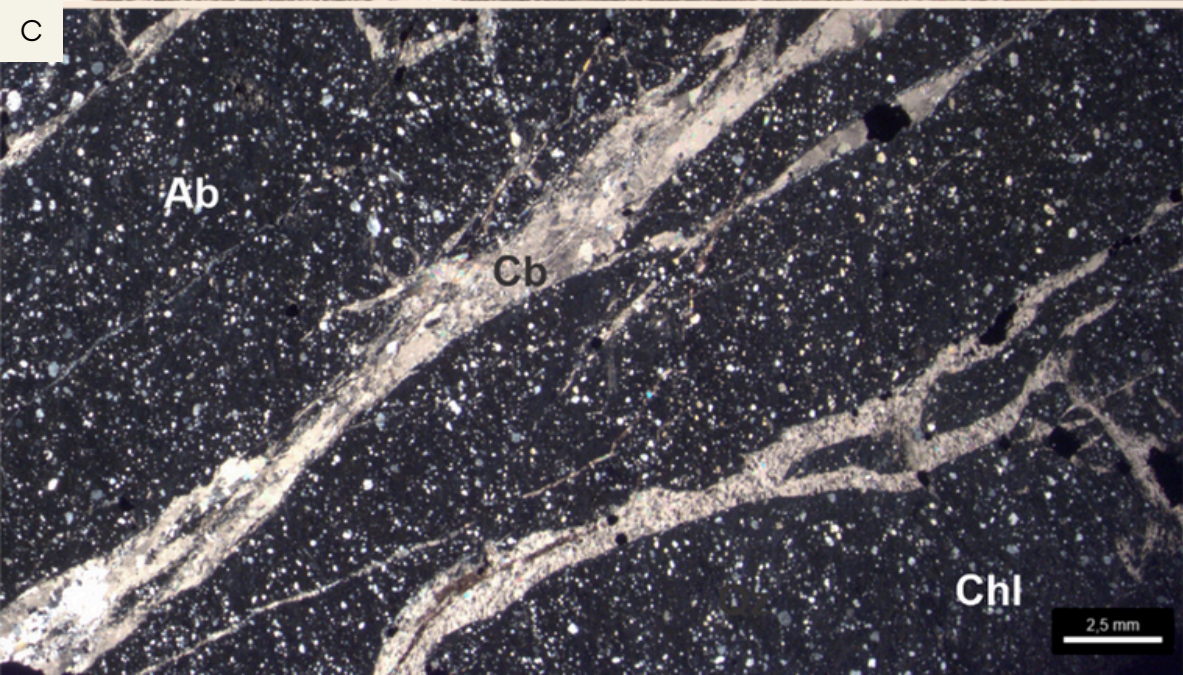
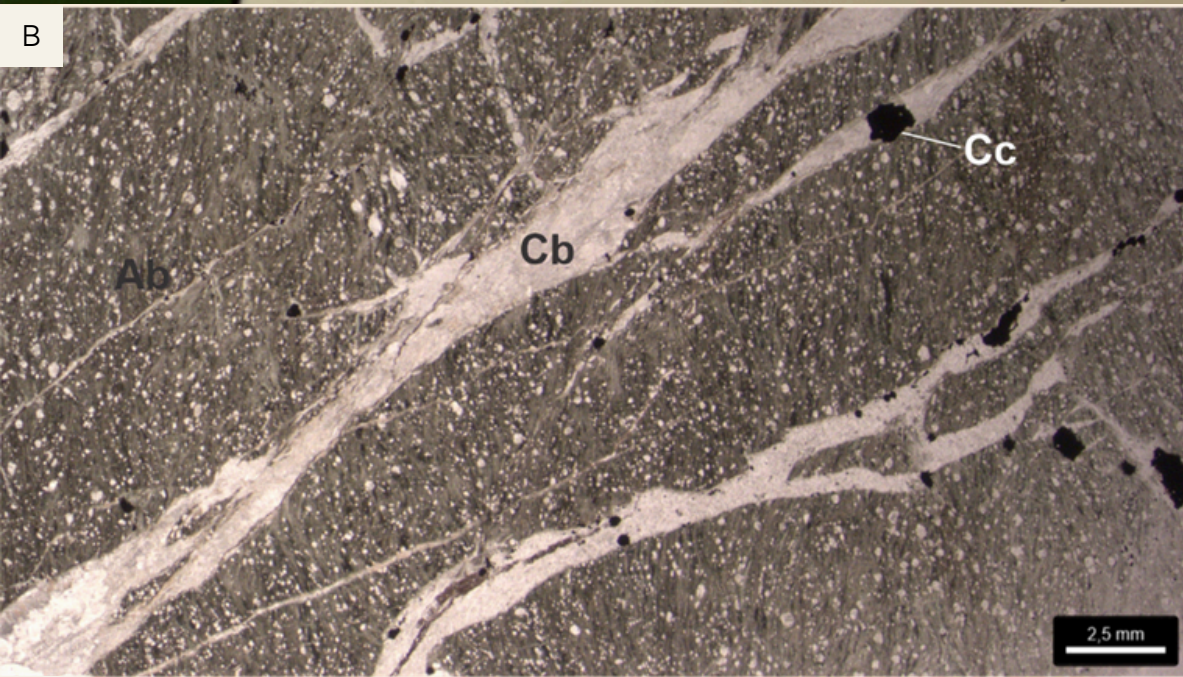
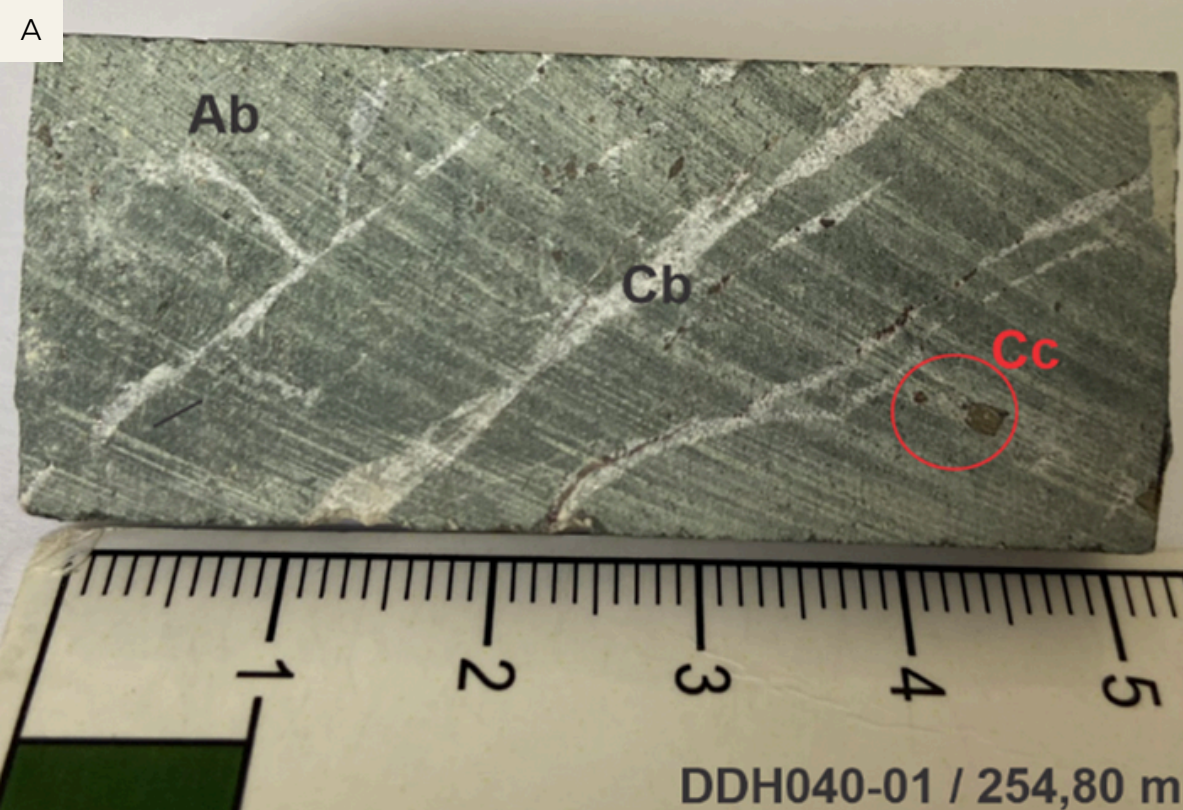
- Contato entre metavulcânica albitizada e metavulcânica silicificada.
- Albite e sílica geradas por alteração hidrotermal **Ferro-Sódica**.

- **Descrição petrográfica:**

- Na porção distal/lateral a zona albitizada, ocorre silicificação com presença de clorita hidrotermal (**Fig. C**). - DISTAL
- Albite substitui parcialmente a matriz composta por clorita fina orientada de origem metamórfica. (**Fig. B**). - PROXIMAL

- **Análise EDS no MEV (Fig. D):**

Sobre esta zona (Alb+Mag) pode ocorrer a presença de hematita na forma de agregados e/ou disseminada junto com quartzo (microcristalino de aspecto turvo), indicando efeito **supergênico** sobre esta zona.



## Metavulcânica Albitizada

DDH040-01

- **Composição da rocha (Fig. A):**

- Matriz recristalizado por albita hidrotermal.
- Calcocita e magnetita disseminada em matriz. Associada à alteração **Ferro-Sódica**.

- **Descrição petrográfica:**

- Composição da matriz:
  - Albita pervasiva acompanhada por quartzo límpido. **(Fig. C)**.
- Alterações hidrotermal superpostas:
  - Presença de veios tardios de carbonato, cortando a matriz albitizada. Indicam alteração sódica (albita) seguida de alteração propilítica (carbonato) **(Fig. B)**.

- **Análise EDS no MEV (Fig. D):**

- Calcocita e magnetita na matriz albitizada.
- Calcocita como sulfeto dominante em gregados e disseminado.

# Distribuição e Mineralogia do Minério

## Hidrotermal

### Disseminado

(Pirita, Calcopirita e Bornita)

### Veios e Vênulas

(Pirita, Calcopirita, Bornita e Calcocita)

### Veios e Vênulas

(Calcopirita, Bornita e Calcocita)

### Disseminado

(Calcocita e Magnetita)

### Veios e Vênulas

(Calcocita e Magnetita)

## Supergênico

**Intercrescimento mineral com textura tipo malha**

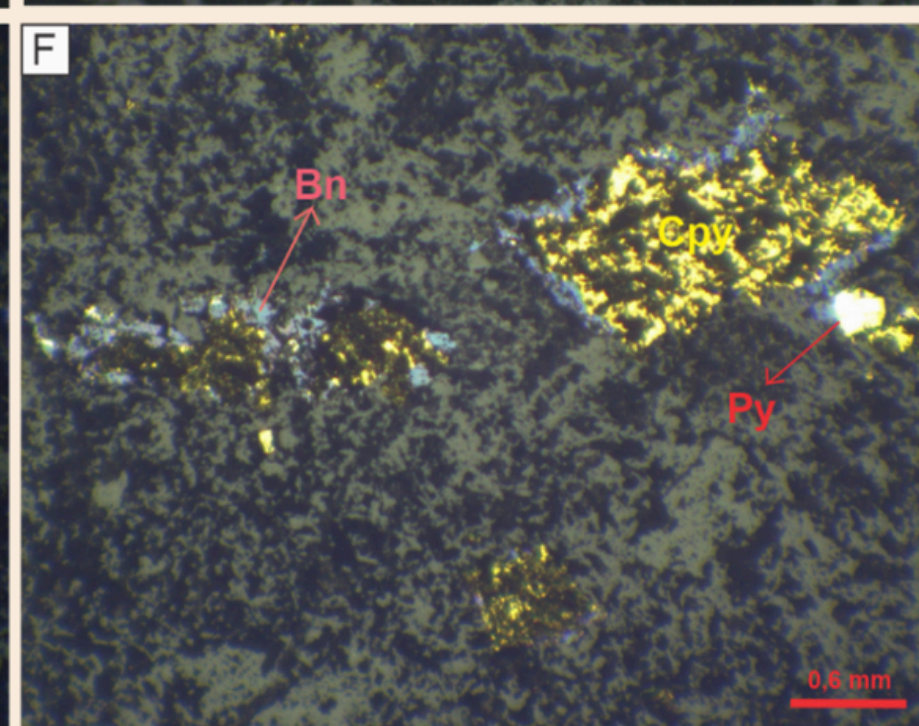
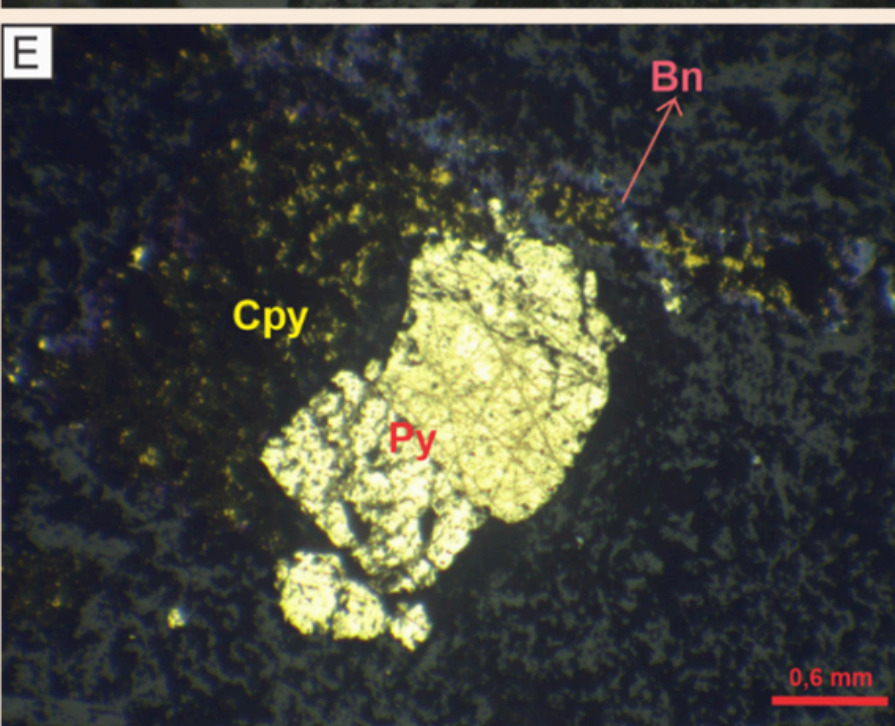
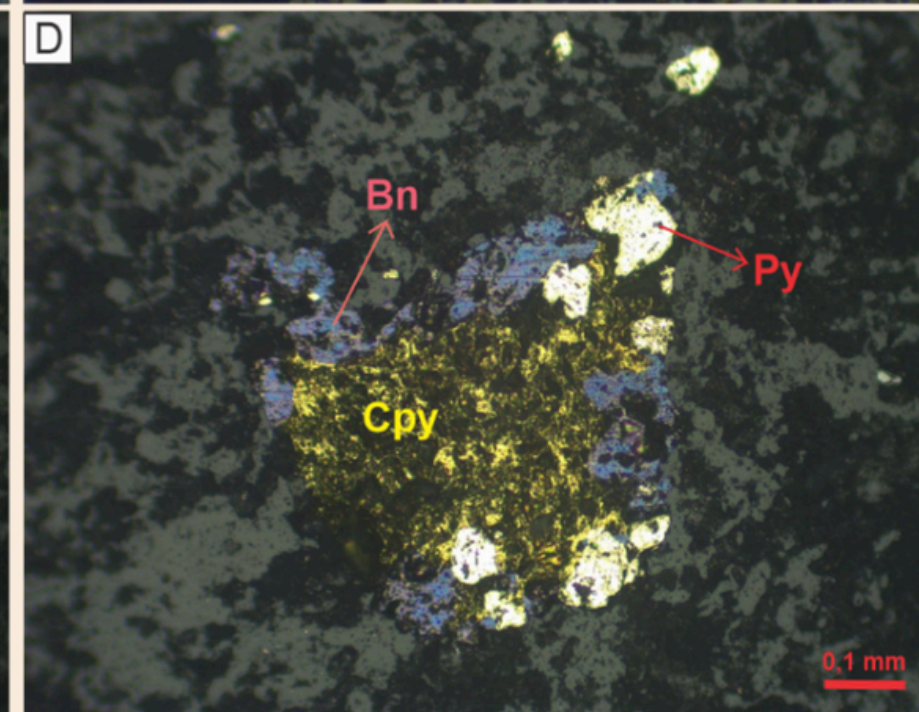
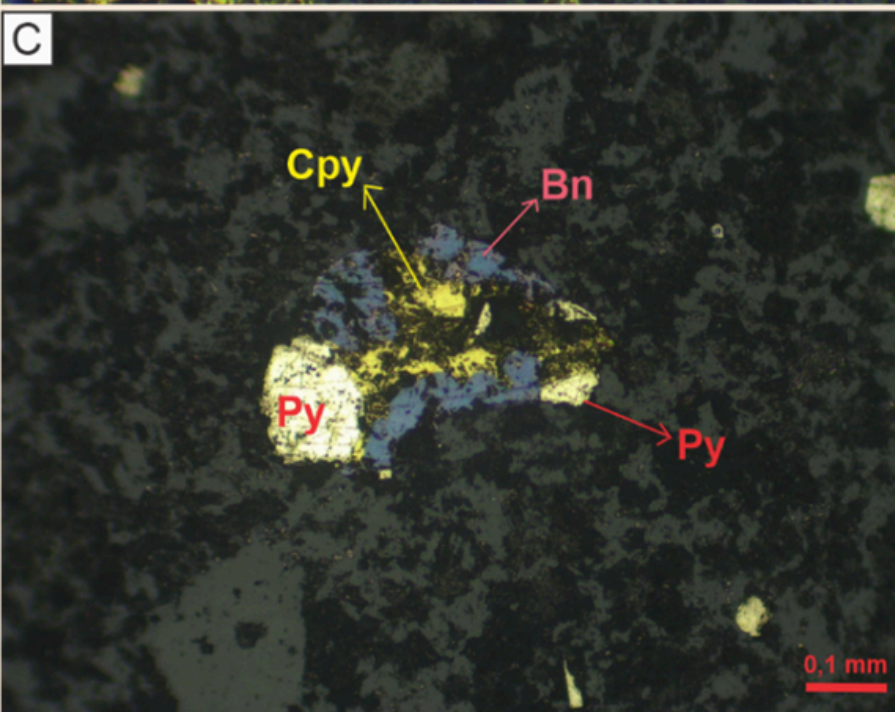
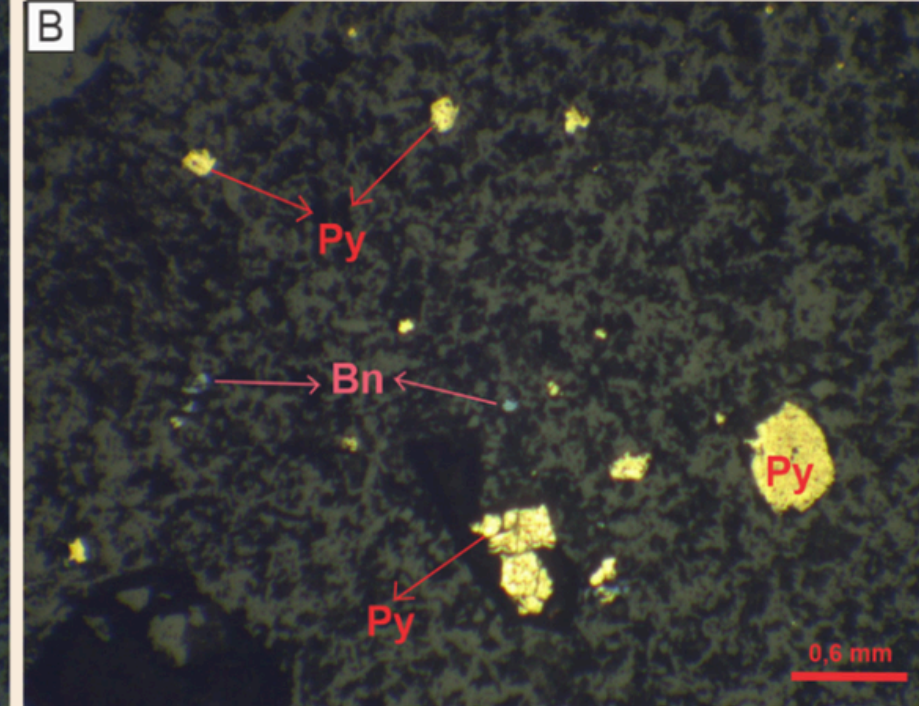
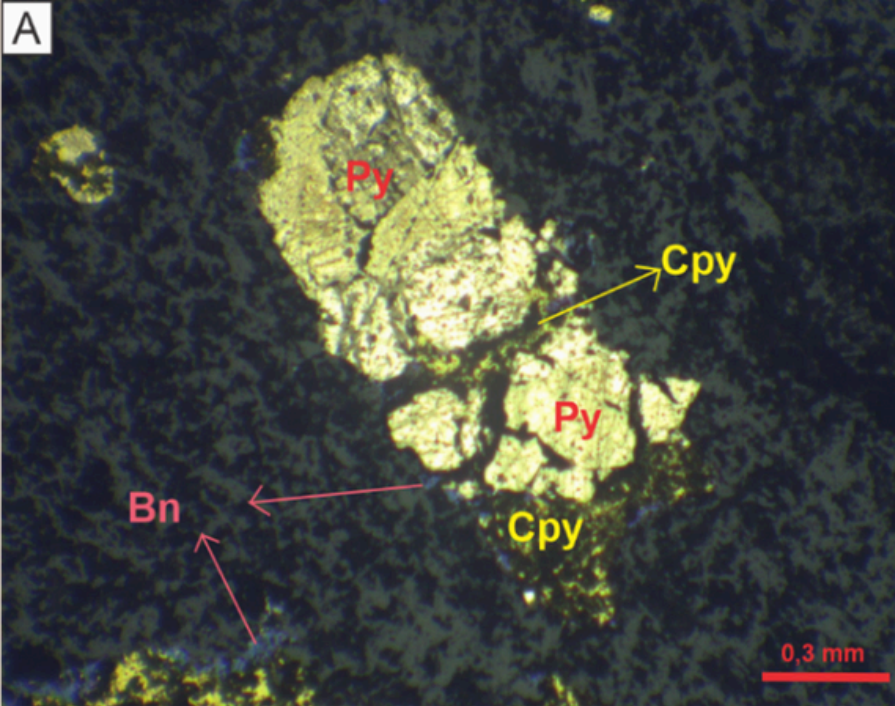
(Calcocita e Hematita)

Metatufo  
Cloritizado

Metavulcânica  
Silicificada

Metavulcânica  
Albitizada

Metavulcânica



## Mineralização Disseminada

AND-19-001

ANP-001

### • Pirita

- Intercrescimento parcial ou total com cristais de calcopirita (**Fig. A**).
- Cristais anédricos livres na matriz, com tamanho entre 0,1-0,4 mm (**Fig. B**).
- Cristais euédricos em contato direto com calcopirita (**Fig. E**).

### • Calcopirita

- Cristais anédricos, com tamanho de 0,3 a 1 mm (**Fig. C**).
- Contatos estáveis com pirita e, localmente, com bornita (**Fig. C e D**).

### • Bornita

- Cristais anédricos, com tamanho de 0,05 a 0,1 mm (**Fig. B**).
- Substituição ocorre nas bordas dos cristais.
- Sequência de formação: calcopirita → bornita (**Fig. F**).

# Mineralização em Veios e Vênulas

AND-19-001

ANP-002

## • Bornita

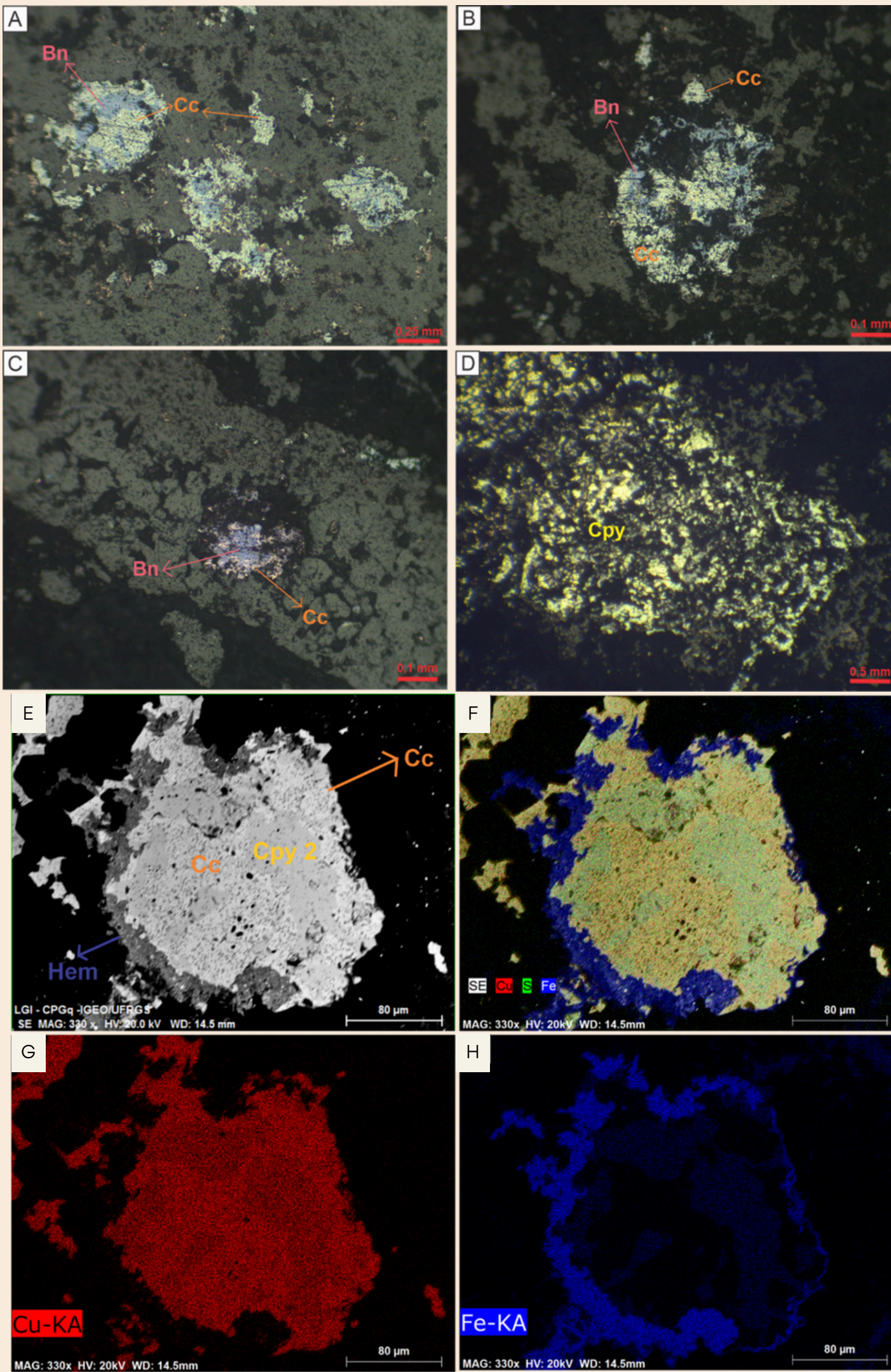
- Ocorre em cristais anédricos (0,2 a 0,4 mm).
- Segue a orientação das estruturas (**Fig. A**).
- Pode ser parcialmente substituída por calcocita, com contatos irregulares e/ou corrosivos (**Fig. B e C**).

## • Calcocita

- Substitui parcialmente a bornita, com contatos em desequilíbrio, irregulares e sem orientação preferencial (**Fig. A e B**).
- Presença de hematita (Hem) com calcocita é supergênico (**Fig. E**).

## • Calcopirita

- Forma subédrica, fragmentada, com tamanho de 1 a 3 mm (**Fig. D**).
- Cristais de Cpy são circundados por calcocita e hematita, indicando que também foi um processo supergênico (**Fig. E, F, G e F**).



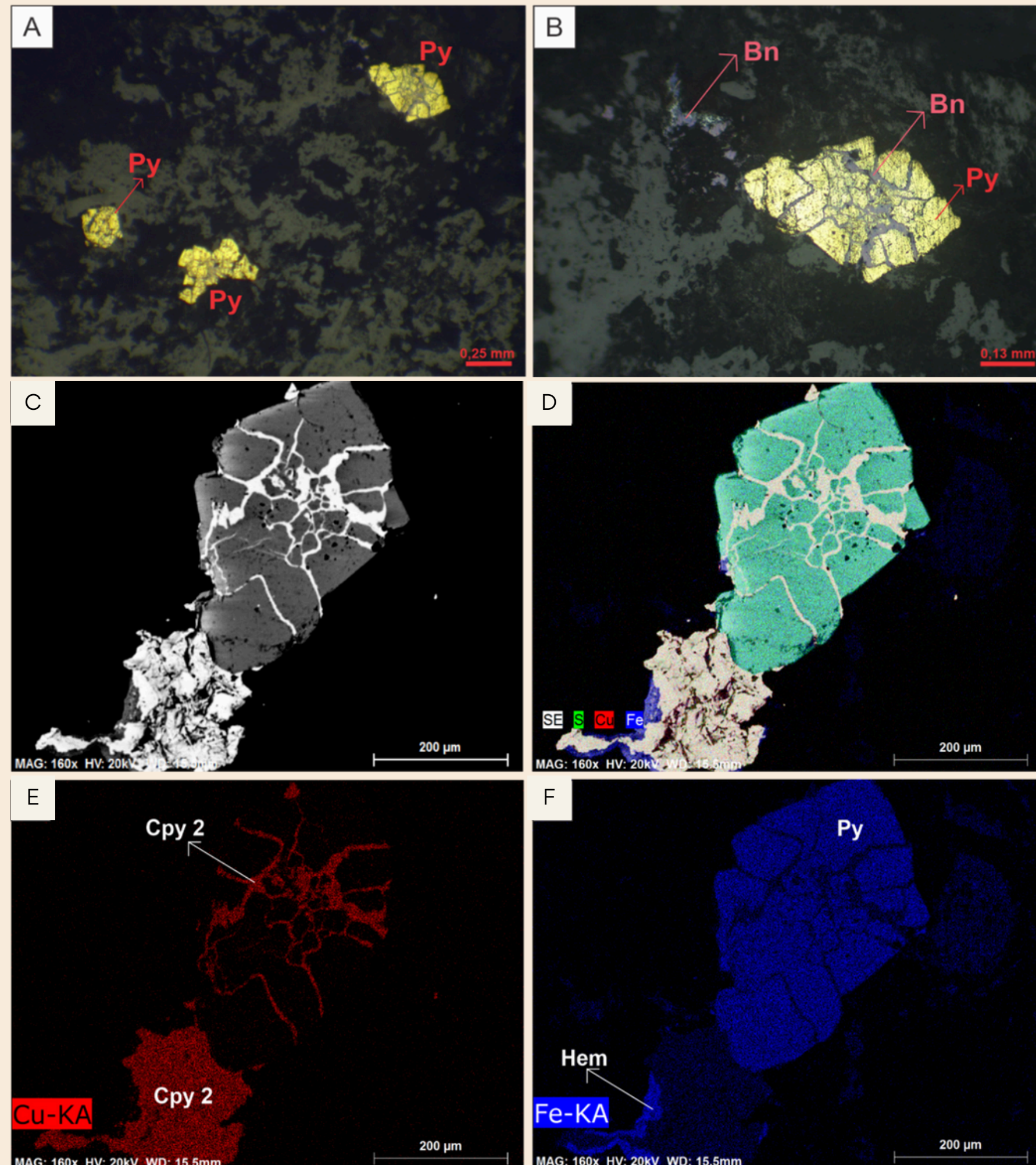
# Mineralização em Veios e Vênulas

AND-19-001

ANP-003

## • Pirita

- Cristais euédricos a anédricos, com tamanho entre 0,2 a 0,5 mm. **(Fig. A)**.
- A pirita é o mineral mais antigo da paragênese hidrotermal. **(Fig. B)**.
- Predomínio de cristais de pirita fraturados com intercrescimentos minerais **(Fig. C e D)**.
- Fraturas e intercrescimentos preenchidos por Cpy. **(Fig. E)**.
- Presença local de Hem nas bordas da Cpy, indicando alteração supergênica **(Fig. F)**.



# Mineralização com Textura em Malha

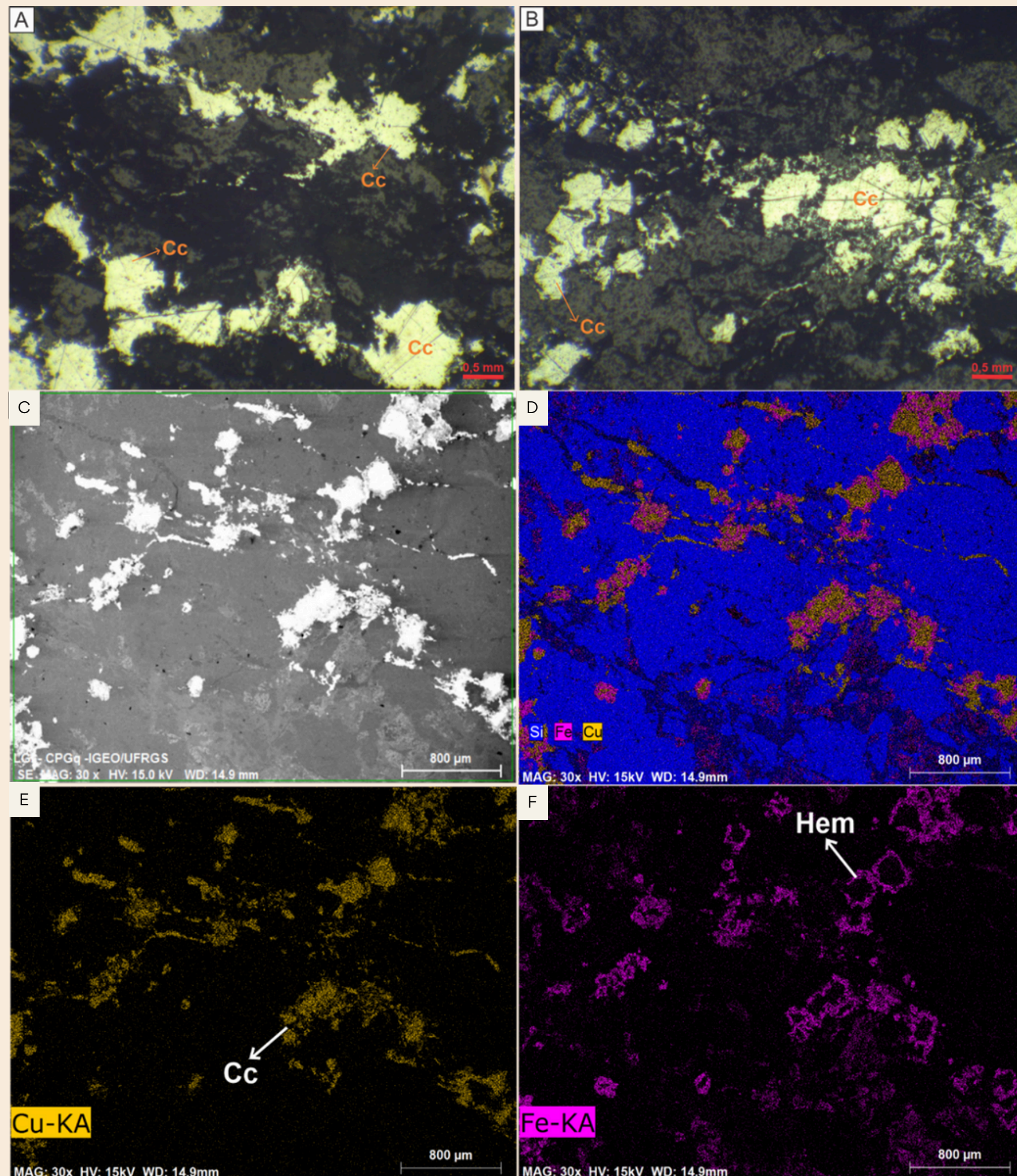
AND-19-003

ANP-006

É um termo descritivo que representa o intercrescimento de calcocita com hematita, quartzo microcristalino de aspecto turvo de processo supergênico.

- **Calcocita**

- Cc+Hem - intercrescimento **de textura tipo malha na matriz silicificada (Fig. A).**
- Contatos corroídos e irregulares com hematita **(Fig. B).**
- Presença exclusiva **(Fig. E).**



## Discussões

- O depósito de cobre da Mina Andrade ocorre em rochas metavulcânicas alteradas por processos hidrotermais **propilíticos** dominantes e **ferro-sódico** (com registros de Alb+Mag em profundidades) e efeito **supergênicos** (quartzo turvo, calcocita e hematita).



## Discussões

MINERAIS	FERRO-SÓDICO	PROFILÍTICO	SUPERGÊNICO
ALBITA	—————	.....	
MAGNETITA	—————	.....	
CALCOCITA	—————	.....	—————
CLORITA		.....	—————
EPIDOTO		.....	—————
CALCITA		.....	—————
PIRITA		.....	—————
CALCOPIRITA		.....	—————
BORNITA		.....	—————
MALAQUITA			.....
AZURITA			.....
HEMATITA			.....
QUARTZO		.....	—————

## Conclusões

- Em trabalhos anteriores, o depósito da Mina Andrade é classificado como **epigenético**, pois a mineralização ocorreu após a formação da rocha hospedeira.
- A caracterização baseia-se na presença de minerais de cobre e ferro, na ocorrência de **disseminações, veios, vênulas** (hidrotermal) e **Intercrescimento** (supergênico).
- Alterações minerais típicas de sistemas hidrotermais, incluindo **alteração propilítica e ferro-sódica**.
- Zonas de alteração **hidrotermal propilítica** formadas em zonas mais próximas a superfície pode ser comum em vários tipos de depósito (Pórfiro e IOCG).
- No entanto a identificação de zonas em maior profundidade de alterações **ferro-sódicas**, com presença de **Alb+Mag+Cc**, sugere que em profundidade existe a perspectiva de alterações similares aquelas identificadas em depósitos do tipo IOCG.
- Mas os dados atuais, que abrangem apenas as porções superficiais do depósito, **não são suficientes para definir um modelo genético** conclusivo, como IOCG ou Pórfiro.
- Apesar disso, associações localizadas entre **alteração ferro-sódica, sulfetos de cobre e ferro** em **furos mais profundos** tornam o **modelo pórfiro menos provável**.
- O estudo contribui para entender os processos metalogenéticos do depósito, apoiando a exploração mineral da empresa responsável, e destaca a **necessidade de sondagens mais profundas** para uma caracterização mais precisa e definição do modelo geológico do depósito.

# Referencias

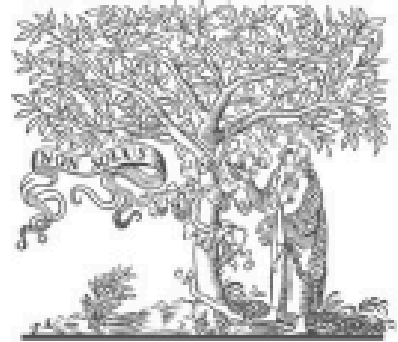
- AGUIA Resources Limited, 2019. Operational Update. \*Globe Newswire\*. Available at: [<https://www.globenewswire.com/newsrelease/2019/06/28/1875728/0/en/Aguaia-Resources-Limited-operational-Update.html>] (Accessed 24 October 2023).
- Bicalho, V., Philipp, R.P., Basei, M.A.S., Lana, C., 2019. Geochemistry, metamorphic evolution and tectonic significance of metabasites from Caçapava do Sul, southern Brazil. \*Brazilian Journal of Geology\* 49 (2), 1–16.
- Bitencourt, M.F., 1983. Geology, Petrology, and Metamorphic Structures of the Caçapava Do Sul Region, RS (master's Thesis). Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 161.
- deMelo, G.H., Monteiro, L.V., Xavier, R.P., Moreto, C.P., Santiago, E.S., Dufrane, S.A., et al., 2017. Temporal evolution of the giant Salobo IOCG deposit, Carajás Province (Brazil): constraints from paragenesis of hydrothermal alteration and U-Pb geochronology. *Miner. Deposita* 52, 709–732.
- Furtado, S.M.A., 1980. Contribution to the petrological, geochemical, and metallogenetic studies of the copper occurrence at Cerro dos andradas. Caçapava Do Sul–RS (PhD Thesis). Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 163.
- Groves, D.I., Bierlein, F.P., Meinert, L.D., Hitzman, M.W., 2010. Iron oxide copper-gold (IOCG) deposits through Earth history: implications for origin, lithospheric setting, and distinction from other epigenetic iron oxide deposits. *Econ. Geol.* 105, 641–654.
- Harres, M.M., 2000. Minas do Camaquã (Caçapava do Sul–RS): copper exploration in Rio Grande do Sul. In: Ronchi, L.H., Lobato, A.O.C. (Eds.), \*As Minas Do Camaquã\* (Pp. 21–53). São Leopoldo. UNISINOS Press.
- Juliani, C., et al., 2016. Mineral potential of Brazil. In: Melfi, A.J., Misi, A., Campos, D.A., Cordani, U.G. (Eds.), *Mineral Resources in Brazil: Problems and Challenges*. \*Rio de Janeiro: Brazilian Academy of Sciences\*, pp. 135–154.
- Lopes, C.G., Philipp, R.P., Basei, M.A.S., 2015. Provenance of the passo Feio complex, Dom feliciano belt: implications for the age of supracrustal rocks of the São Gabriel Arc, southern Brazil. *J. S. Am. Earth Sci.* 58, 9–17.
- Macheyek, A.S., Li, X., Kafumu, D.P., Yuan, F., 2020. Elements of exploration geochemistry. *Appl. Geochem.: Advances in Mineral Exploration Techniques\** 2, 45–85.
- Philipp, R.P., Hartmann, L.A., Basei, M.A.S., 2021. U–Pb detrital zircon dating applied to metavolcano-sedimentary complexes of the São Gabriel terrane: new constraints on the evolution of the Dom feliciano belt. *J. S. Am. Earth Sci.* 110, 103409.
- Pirajno, F., 2009a. Intrusion-Related Hydrothermal Mineral Systems. In: Pirajno, F. (Ed.), *Hydrothermal processes and Mineral Systems*. \*Australia, Springer Science +Business Media B.V.\*, pp. 205–354.
- Pirajno, F. 2009b. Porphyry Systems; Fossil and Active Epithermal Systems. In: Pirajno, F. *Hydrothermal processes and Mineral Systems*. \*Australia, Springer Science +Business Media B.V.\*, p. 355-533.
- Remus, M.V.D., Hartmann, L.A., Duarte, S., 1999. Gold in the Neoproterozoic juvenile bossoroca volcanic arc of southernmost Brazil: isotopic constraints on timing and sources. *J. S. Am. Earth Sci.* 12 (4), 349–366.
- Remus, M.V.D., Hartmann, L.A., Philipp, R.P., 2000. The link between hydrothermal epigenetic copper mineralization and the caçapava granite of the Brasiliano cycle in southern Brazil. *J. S. Am. Earth Sci.* 13 (3), 191–216.
- Ribeiro, M., Remus, M.V.D., Philipp, R.P., 1966. Geology of the caçapava do Sul quadrangle, Rio Grande do Sul, Brazil. \*Bulletin of the National Department of Mineral Production (DNPM)\* 127, 1–232.
- Ronze, P.C., Soares, A.D.V., dos Santos, M.G.S., Barriera, C.F., 2000. Alemão copper-gold (U-REE) deposit, carajás, Brazil. In: Porter, T.M. (Ed.), *Hydrothermal Iron Oxide copper-gold and Related Deposits: a Global Perspective\**. Australian Mineral Foundation, Adelaide, pp. 191–202.
- Teixeira, G., Harres, M.M., Gonzales, M., 1978. Contribution to the study of disseminated copper mineralizations in the camaquã mines district. In: \*Proceedings of the 30th Brazilian Geological Congress\*, 4, pp. 1644–1654). Recife: SGB.
- Teixeira, G., Gonzales, M., 1988. Camaquã mines, municipality of caçapava do Sul, RS. In: Schobbenhaus, C. (Ed.), \*Major Mineral Deposits of Brazil\*, vol. 3. DNPM, Brasília, pp. 34–40.
- Toniolo, J.A., Kirchner, C.A., 2000. Results of Gold Prospecting in the RS-01 Area, Lavras Do Sul–Caçapava Do Sul, Passo Do Salsinho Subarea. Porto Alegre: CPRM.
- Williams, P.J., Barton, M.D., Fontbot'e, L., de Haller, A., Johnson, D.A., Mark, G., Marschik, R., Oliver, N.H.S., 2005. Iron oxide-copper-gold deposits: geology, space- time distribution, and possible modes of origin. *Economic Geology 100th Anniversary ume\**, 371–406.

# AGRADECIMENTOS



VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
**METALOGENIA**  
17 A 20/8/2025 - SALVADOR - BA

Journal of South American Earth Sciences 164 (2025) 105672

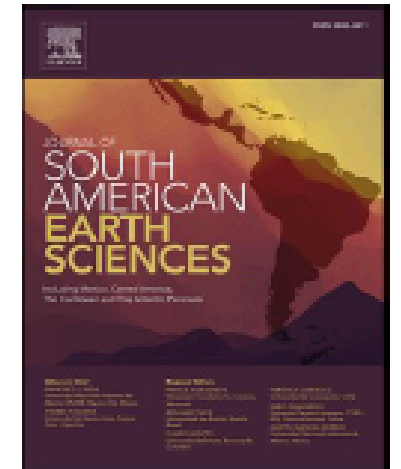


ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Journal of South American Earth Sciences

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/jsames](http://www.elsevier.com/locate/jsames)



## Characterization of hydrothermalism and copper mineralization at the Andrade Mine, Caçapava do Sul, Rio Grande do Sul

Alice Justi Coan<sup>a,\*</sup>, José Carlos Frantz<sup>a</sup>, Juliana Charão Marques<sup>a</sup>,  
Fernando Henrique Bucco Tallarico<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Postgraduate Program in Geosciences, Rio Grande do Sul Federal University, Porto Alegre, RS, Brazil

<sup>b</sup> Tefra Mining Limited, Belo Horizonte, MG, Brazil



**OBRIGADA  
J.C.FRANTZ**