

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA
CURSO DE GEOLOGIA**

ANA CLARA TORRES MULLER

**OCORRÊNCIAS DE COBRE EM BASALTOS DA PROVÍNCIA ÍGNEA DO
PARANÁ, SUDOESTE DO PARANÁ**

CURITIBA

2019

ANA CLARA TORRES MULLER

**OCORRÊNCIAS DE COBRE EM BASALTOS DA PROVÍNCIA ÍGNEA DO PARANÁ,
SUDOESTE DO PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Geologia da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientadora: Professora Dra. Eleonora Maria Gouvea Vasconcellos

Coorientador: Professor Dr. Otavio Augusto Boni Licht.

CURITIBA

2019

Dedico esta monografia à Jerónimo Miguel Gómez Arnau
(*in memoriam*) cuja garra e coragem até hoje me inspiram
a seguir em frente. Te quiero, Abuelo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná (UFPR), pela educação gratuita e de qualidade. Ao Departamento de Geologia pela infraestrutura disponibilizada durante toda a graduação e ao Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná por ceder os dados que embasaram este trabalho.

À Eleonora Vasconcellos, por quem sempre tive admiração, agradeço a dedicação que teve ao me guiar desde a monitoria em Petrologia Ígnea até agora como minha orientadora. Sou grata também ao meu coorientador Otavio Licht por fornecer os dados que viabilizaram este trabalho e pelas estimulantes discussões sobre o tema. A ambos agradeço a paciência e coragem em me orientar (às vezes realmente não é fácil).

Aos colegas da geologia UFPR agradeço pelas risadas e choros compartilhados. Sou grata também a todos os professores do Departamento de Geologia que sempre estiveram dispostos a ajudar durante a graduação, principalmente a Cristina Pinto Coelho, Carlos Eduardo Mesquita, Eduardo Salamuni, Germán Vinueza e Fernando Mancini.

Aos meus amigos Natasha, Tayana e Victor que estiveram ao meu lado sempre que precisei, mesmo antes do início da graduação, sou profundamente grata por tantos momentos em que estivemos juntos. Agradeço também ao UFPR Society of Economic Geology Student Chapter e às amigas que dele surgiram, principalmente Andressa, Gabriel e Nathália. Pelas dicas e experiências compartilhadas que influenciaram no meu crescimento profissional agradeço as geólogas e geólogos Laís Camargo, Luís Guilherme e Marcell Besser. Agradeço a Luís Henrique Soares pelos dois anos de mapeamentos e relatórios com muito companheirismo.

Aos meus avós Consuelo (Chelo), Daniel (Yayo), Nédier (Vó) e Odenir (Ôde) pelo apoio e pela compreensão nos momentos em que me ausentei. Estendo esses agradecimentos a toda minha família cujos membros extrapolam o limite de simples laços sanguíneos.

Principalmente, agradeço aos meus pais Ana Paula e Daniel, por tantos motivos que me faltam palavras. Os últimos anos foram árduos, mas teriam sido impossíveis sem o constante apoio e incentivo de vocês, muito obrigada.

RESUMO

A Província Ígnea do Paraná-Etendeka (PIPE) é uma Large Igneous Province (LIP) composta majoritariamente por rochas vulcânicas básicas extravasadas durante o início do Cretáceo. A relevância do potencial metalogenético da PIPE tem sido reconhecida devido ao aumento mundial na demanda de cobre, caracterizando um cenário favorável à exploração desse metal nas diversas ocorrências de cobre metálico, cuprita, crisocola e malaquita que têm sido estudadas nos basaltos do sul brasileiro. No sudoeste do Paraná, o cobre geralmente ocorre preenchendo cavidades em derrames basálticos e brechas vulcânicas, acompanhado por minerais de baixa temperatura como zeólitas, argilominerais, além de vidro vulcânico. As análises petrográficas e litogeoquímicas dessas ocorrências em comparação com trabalhos prévios na região, e em unidades geológicas semelhantes à PIPE, constata que o cobre tem origem magmática e é concentrado nas rochas extrusivas do sudoeste do Paraná a partir de alteração epigenética, relacionada a fluidos de baixa temperatura e insaturados em S. São produtos dessas alterações as ocorrências de cobre metálico, cuprita, crisocola e malaquita semelhantes às que são exploradas nos basaltos do sudoeste da China e nas que têm sido pesquisadas e prospectadas em outras LIP's como Província do Deccan, White Pine e Faroe Islands.

Palavras chave: metalogenia, cobre, basaltos

ABSTRACT

The Parana-Etendeka Igneous Province (PIPE) is a Large Igneous Province (LIP) composed mostly of basic rocks crystallized during the early Cretaceous. The metallogenic potential of PIPE has been recognized due to the worldwide increase in copper demand, resulting in a favorable scenario for the exploration of this metal in the several occurrences of metallic copper, cuprite, chrysocolla and malachite that have been studied in the southern Brazilian basalts. In southwestern Paraná, copper usually occurs filling cavities in basaltic flows and volcanic breccias, regularly accompanied by low temperature minerals, such as zeolites, clay minerals and, also volcanic glass. The petrographic and lithogeochemical analyzes of these occurrences compared to previous works in the region, and in other LIPs, points to a magmatic origin of Copper and its concentration in basalts of southwestern Paraná by epigenetic processes, related to fluids with low temperature and unsaturated in S. The product of these processes are occurrences of native copper, cuprite, chrysocolla and malachite similar to those exploited in southwestern China basalts and those that have been researched and prospected in LIP's such as Deccan Province, White Pine and Faroe Islands.

Keywords: metallogeny, Copper, basalts.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Mapa de localização da área estudada no sudoeste do Paraná, Brasil. _____ 2
- Figura 2: Mapa simplificado do Grupo Serra Geral no continente Sul-Americano e seus correspondentes no continente Africano. Também estão indicados as rochas sedimentares Paleozoicas, as estruturas associadas ao magmatismo Serra Geral, os Grupos Caiuá e Bauru, os sedimentos detríticos e lateríticos, e os depósitos aluvionares. Fonte: Licht (2016). _____ 5
- Figura 3: Seção N-S esquemática das vulcânicas da Província Ígnea do Paraná. As unidades estratigráficas desenhadas foram definidas a partir dos magmas-tipo de Peate et al. (1992) e as idades indicadas baseadas nos dados $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ de Stewart et al. (1996). Fonte: Peate (1997). _____ 6
- Figura 4: Fluxograma dos 18 Tipos geoquímicos estatisticamente definidos para a PIP e a quantidade de amostras que compõem cada tipo. Fonte: Licht (2018). _____ 7
- Figura 5: Seção geológica com quimio- e cronoestratigrafia da Província Ígnea do Paraná. UY:Uruguai; RS: Rio Grande do Sul; SC:Santa Catarina; PR:Paraná; SP: São Paulo; MS: Mato Grosso do Sul; GO:Goiás. Fonte: Licht (2018). _____ 8
- Figura 6: A) Amostra de basalto fanerítico fino OL-AP-02 com amígdalas preenchidas por zeólitas, argilominerais e crisocola, exemplificando a ocorrência de cobre do Tipo I na localidade de Campina da Lagoa. B) Ainda exemplificando o Tipo I, foto de amígdala preenchida por crisocola botrioidal e zeólitas na amostra OL-AP-04. C) Plano de fratura com estrias na amostra EA- 1734, ocorrência do Tipo II. Notar os cristais de cobre nativo dentro da cavidade e o vidro vulcânico sobre a superfície estriada. D) Detalhe da amostra EA-1734 com lâminas de cobre nativo orientadas na fratura. _____ 14
- Figura 7: A) Amostra OL-AP-06 representando a ocorrência do Tipo III; B) Contato entre fragmento de basalto com amígdalas irregulares preenchidas por zeólitas, crisocola, cuprita e azurita em contato abrupto com a matriz; C) Amígdalas preenchidas por malaquita, crisocola, zeólitas, cuprita e vidro vulcânico. Observa-se também vênulas de argilominerais no contato entre fragmentos basálticos; D) Amígdalas preenchidas por crisocola, malaquita, cobre nativo e vidro vulcânico _____ 15
- Figura 8: Gráfico de probabilidade x log dos teores de Cu e aplicação do método de Sinclair definindo 3 sub- _____ 18

Figura 9: Box-plot do grupo amostral completo (Conjunto) e das subpopulações A, B e C. Destaque para os outliers do Conjunto que são parte da população A, constituída pelos teores mais elevados. _____	19
Figura 10: A) Diagrama de classificação geoquímica TAS (total álcalis-sílica) de Le Bas et al (1986) com separação das séries alcalinas e não alcalinas divididas por linha tracejada azul (Irvine & Baragar,1971). B) Diagrama AFM segundo Irvine & Baragar (1971). Os símbolos representam as subppulações isoladas no gráfico de probabilidade (Figura 9 e Tabela 3) A (vermelho), B (verde) e C (amarelo). _____	20
Figura 11: Variações dos teores de TiO_2 , Al_2O_3 , K_2O e FeO_t em função de MgO . Os símbolos representam as subppulações isoladas no gráfico de probabilidade (Figura 9 e Tabela 3) A (vermelho), B (verde) e C (amarelo) . _____	21
Figura 12: Variações dos teores de P_2O_5 , SiO_2 , CaO e Na_2O em função de MgO . Os símbolos representam as subppulações isoladas no gráfico de probabilidade (Figura 9 e Tabela 3) A (vermelho), B (verde) e C (amarelo) . _____	22
Figura 13: Diagrama Multielementar de elementos-traço normalizados pelo manto primitivo (Sun & McDonough, 1989). Os símbolos representam as subppulações isoladas no gráfico de probabilidade (Figura 9 e Tabela 3) A (vermelho), B (verde) e C (amarelo) . _____	23
Figura 14: Diagrama Multielementar de Elementos Terra Raras (ETR) normalizado pelo condrito de Boyton (1984). Subpopulações A em vermelho, B em verde e C em amarelo. _____	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição das lâminas petrográficas segundo sua composição, preenchimento de amígdalas, estruturas, texturas, granulação e nome da rocha. Siglas: Ans - andesina; Cel - celadonita; Chl - clorita; Cpx - clinopiroxênio; Gth - goethita; Ids - iddingsita; Lab - labradorita; Opc - opacos; Vdr - vidro vulcânico; Zeo - zeólitas. _____	16
Tabela 2: Estimadores e histogramas estatísticos. _____	17
Tabela 3: Domínio, porcentagem, média, desvio padrão e intervalo de mistura das subpopulações estatísticas determinadas pelo método de Sinclair, segundo a Figura 9. _____	18

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA	2
1.2. JUSTIFICATIVA	3
1.3. OBJETIVOS	3
2. GEOLOGIA REGIONAL: PROVÍNCIA ÍGNEA PARANÁ-ETENDEKA.....	4
3. COBRE EM BASALTOS.....	9
4. MATERIAIS E MÉTODOS	11
4.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	11
4.2. CONFECÇÃO DE BANCO DE DADOS.....	11
4.3. PROCESSAMENTO DE DADOS.....	12
4.4. ANÁLISE PETROGRÁFICA.....	12
5. ANÁLISE PETROGRÁFICA	13
6. GEOQUÍMICA	17
6.1. CLASSIFICAÇÃO GEOQUÍMICA	19
6.2. DIAGRAMAS DE VARIAÇÃO	21
6.3. DIAGRAMAS MULTIELEMENTARES	22
7. DISCUSSÃO.....	25
7.1. ASPECTOS ECONÔMICOS.....	27
8. CONCLUSÕES.....	28
9. REFERÊNCIAS	30
ANEXO I: Mapa de ocorrências de cobre na Província Ígnea do Paraná, sudoeste do Paraná.....	34
ANEXO II: Tabela de descrição de afloramentos	35
ANEXO III: Tabelas de litogeoquímica	38

1. INTRODUÇÃO

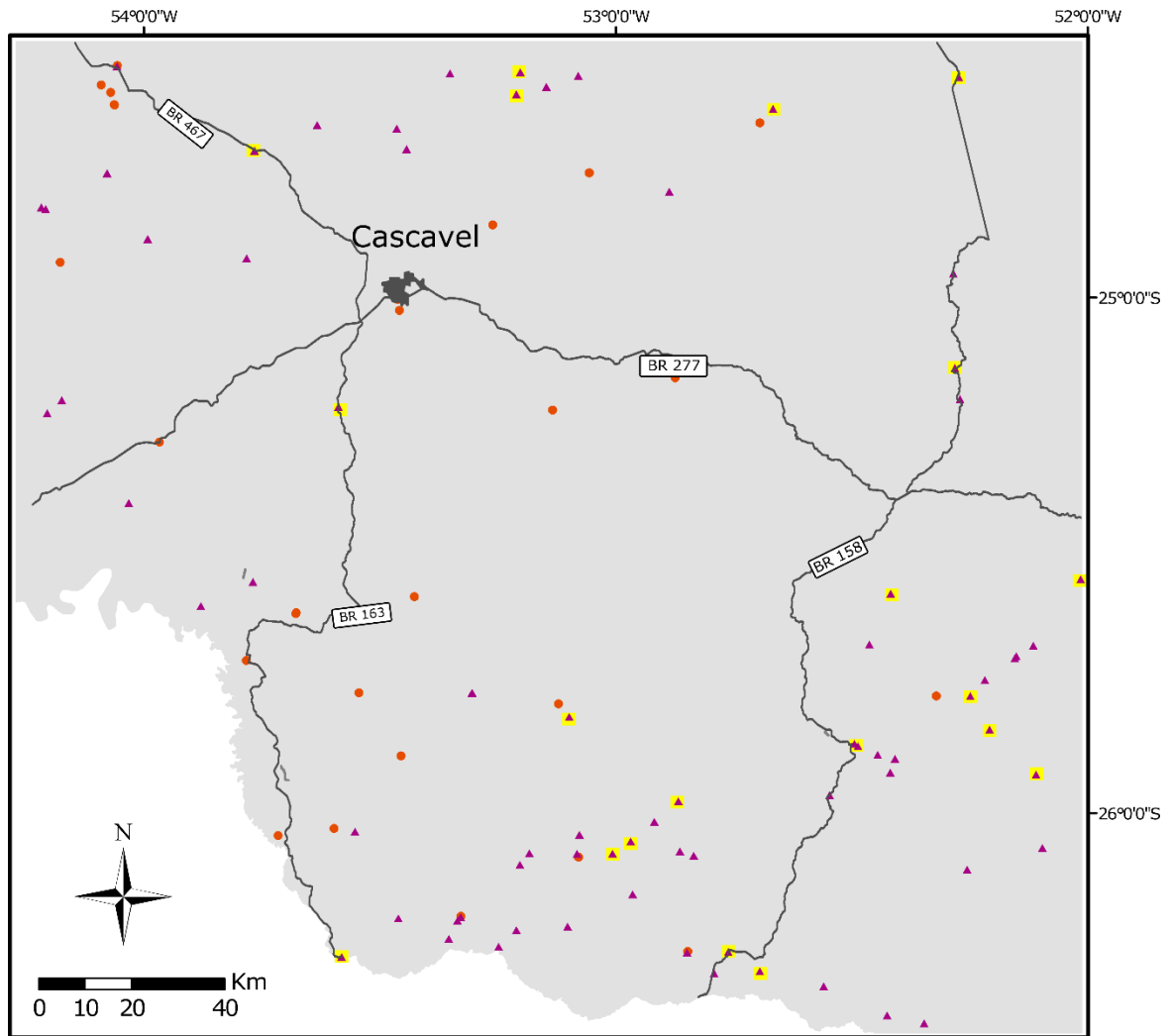
Durante o início do Cretáceo um intenso magmatismo desenvolveu-se a partir das atividades tectônicas relacionadas à ruptura do Supercontinente Gondwana. No continente sul-americano esse evento magmático manifestou-se principalmente na forma de vulcanismo, recobrando grande parte das rochas sedimentares da Bacia do Paraná (Melfi *et al.*, 1988; Marques & Ernesto, 2004; Milani *et al.*, 2007). As rochas ígneas geradas a partir desse evento compõem a Província Ígnea do Paraná (PIP), uma das maiores LIP's (*Large Igneous Province*) do mundo que se estende por cerca de 1.200.000 km² em território nacional, no Uruguai, Argentina, Paraguai e Namíbia (Peate, 1997; Licht, 2014).

A caracterização dos processos magmáticos do Grupo Serra Geral, como tem sido denominado no Brasil o conjunto de rochas vulcânicas e intrusivas rasas da PIP, é um desafio desde os primórdios da exploração geológica do sul do Brasil. Desde o clássico trabalho pioneiro de White em 1908, que denominou os derrames basálticos encontrados na coluna estratigráfica da Serra do Rio do Rasto como “eruptivas da Serra Geral”, até os mais recentes e modernos trabalhos, vários conceitos acerca da Província foram aventados, discutidos, endossados, contestados e até refutados pela comunidade científica nacional e internacional. Apesar de mais de um século de estudos e trabalhos nas rochas vulcânicas do Grupo Serra Geral, muitas dúvidas e incertezas ainda permeiam o conhecimento geológico da Província Ígnea do Paraná. Uma destas incertezas concerne aos potenciais processos mineralizadores que ocorreram nas rochas vulcânicas.

No sudoeste do estado do Paraná são encontradas algumas ocorrências de Cu nativo, assim como de carbonatos e silicatos desse metal. Apesar de trabalhos como de Szubert (1979), Castro e Guimarães (1983), Arioli (2008), Hartmann & Baggio (2014) e Arena *et al.* (2014) muitas características das ocorrências cupríferas encontradas na PIPE ainda não estão esclarecidas no Paraná. Várias ocorrências desse metal foram encontradas e descritas durante o mapeamento do Grupo Serra Geral no Paraná, promovido pela MINEROPAR, atual Instituto de Terras Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG). Os dados referentes ao sudoeste do Paraná foram disponibilizados pelo Instituto para a realização do presente trabalho.

1.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo foi delimitada a partir da localização das ocorrências de cobre descritas durante a confecção do Mapa Geológico do Grupo Serra Geral no Paraná (Licht & Arioli, 2018). A localização da área assim como das ocorrências, lâminas petrográficas e análises litogeoquímicas que compõem este trabalho são mostradas na Figura 1.



- ▲ Análise litogeoquímica
- Descrição de afloramento
- Lâmina Petrográfica

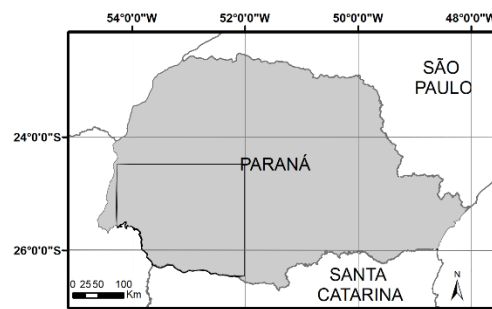


Figura 1: Mapa de localização da área estudada no sudoeste do Paraná, Brasil.

1.2. JUSTIFICATIVA

No que diz respeito a exploração econômica dessas rochas, atualmente apenas sua extração para fins industriais como pedra de revestimento, brita e areia industrial para construção civil, é relevante no Paraná. Contudo, estudos mais recentes (Arioli, 2008; Arena *et al.*, 2014; Baggio *et al.*, 2017) têm aventado a importância de aprofundar a investigação dos processos metalogenéticos associados aos derrames basálticos da Bacia do Paraná, merecendo destaque as ocorrências de Cu neles relatados, tanto na sua forma nativa como na de óxidos e carbonatos.

A partir das informações acerca das ocorrências de Cu no sudoeste do Paraná, configura-se um cenário favorável ao desenvolvimento de novas pesquisas relacionadas ao tema na região. Além disso, a importância desse trabalho se baseia na previsão de aumento no consumo mundial desse metal: Segundo a Roskill, Consultora global de pesquisa no mercado de metais, só em 2018 o consumo *per capita* de Cu chegou a 4kg. O que tem aumentado o consumo de cobre é o avanço da indústria de baterias elétricas baseadas em Li, visto que estas utilizam até 4 vezes mais esse metal em relação aos modelos antigos que se baseiam em Pb, cenário que justifica o crescimento acelerado da demanda do cobre prevista para as próximas décadas (Roskill, 2019).

1.3. OBJETIVOS

Este trabalho visa aprofundar o conhecimento acerca do potencial metalogenético da Província Ígnea do Paraná. Para isso determinou-se como objetivo principal a caracterização das ocorrências de cobre nas rochas básicas do sudoeste do Estado, a partir dos objetivos específicos listados a seguir:

- Caracterizar os processos formadores das ocorrências de cobre nativo e óxidos carbonatos e silicatos de Cu;
- Correlacionar os dados litogeoquímicos das rochas com ocorrência de cobre;
- Apresentar uma avaliação preliminar do potencial econômico para cobre na região sudoeste do Paraná.

2. GEOLOGIA REGIONAL: PROVÍNCIA ÍGNEA PARANÁ-ETENDEKA

A Província Ígnea do Paraná-Etendeka (PIPE) é composta por rochas intrusivas e extrusivas que precederam a abertura do Oceano Atlântico Sul. Esta unidade geológica é classificada como uma *Large Igneous Province* (LIP), termo que, na concepção de Coffins & Eldhom (1992), designa o conjunto de rochas ígneas geradas por processos associados a eventos magmáticos de abrangência global (margens vulcânicas passivas, *Continental Flood Basalts*, platôs oceânicos etc.).

A PIPE é majoritariamente formada por *Continental Flood Basalts* (CFB) que afloram em uma área de cerca de 1,5 milhões de km², predominantemente em território brasileiro (cerca de 90%) e subordinadamente no Paraguai, Uruguai, Argentina e Namíbia (Bellieni *et al.* 1984a, Peate *et al.* 1992, Peate 1997, Marques & Ernesto 2004, Frank *et al.* 2009). Tendo em conta apenas a porção Sul-Americana a denominação mais apropriada é Província Ígnea do Paraná, ou sua abreviatura PIP (Licht, 2018). No Brasil, o arcabouço vulcânico é denominado Grupo Serra Geral cujos primeiros derrames se sobrepõe e localmente se intercalam com os arenitos da Formação Botucatu (Hawkesworth *et al.* 1988; Licht, 2012; Licht, 2014). A cobertura de derrames da PIP é constituída pelas rochas sedimentares continentais do Grupo Bauru. Segundo a concepção de Milani (1997) e Milani *et al.* (2007) a Província Ígnea do Paraná está posicionada na Supersequência Gondwana III da Bacia do Paraná.

A evolução, geocronologia e a estratigrafia geoquímica da PIP ainda são tópicos não consensuais dentro da comunidade científica. No que tange a idade da Província, os resultados indicam que os derrames ocorreram há cerca de 140 a 130 Ma (Stewart *et al.*, 1996). Quanto ao pico de magmatismo na PIP, a idade obtida por Thiede & Vasconcelos (2010) é de cerca de 134,7 Ma com duração de 1 a 2 Ma, contudo Stewart *et al.* (1996) propuseram que o magmatismo perdurou 10 a 12 Ma, com paroxismo em 132 Ma, relacionando o aumento de taxas eruptivas ao início da abertura do Atlântico Sul. A variação das idades obtidas é decorrente tanto dos diferentes métodos de datação utilizados quanto de possíveis erros analíticos, visto que os trabalhos foram realizados em épocas diferentes.

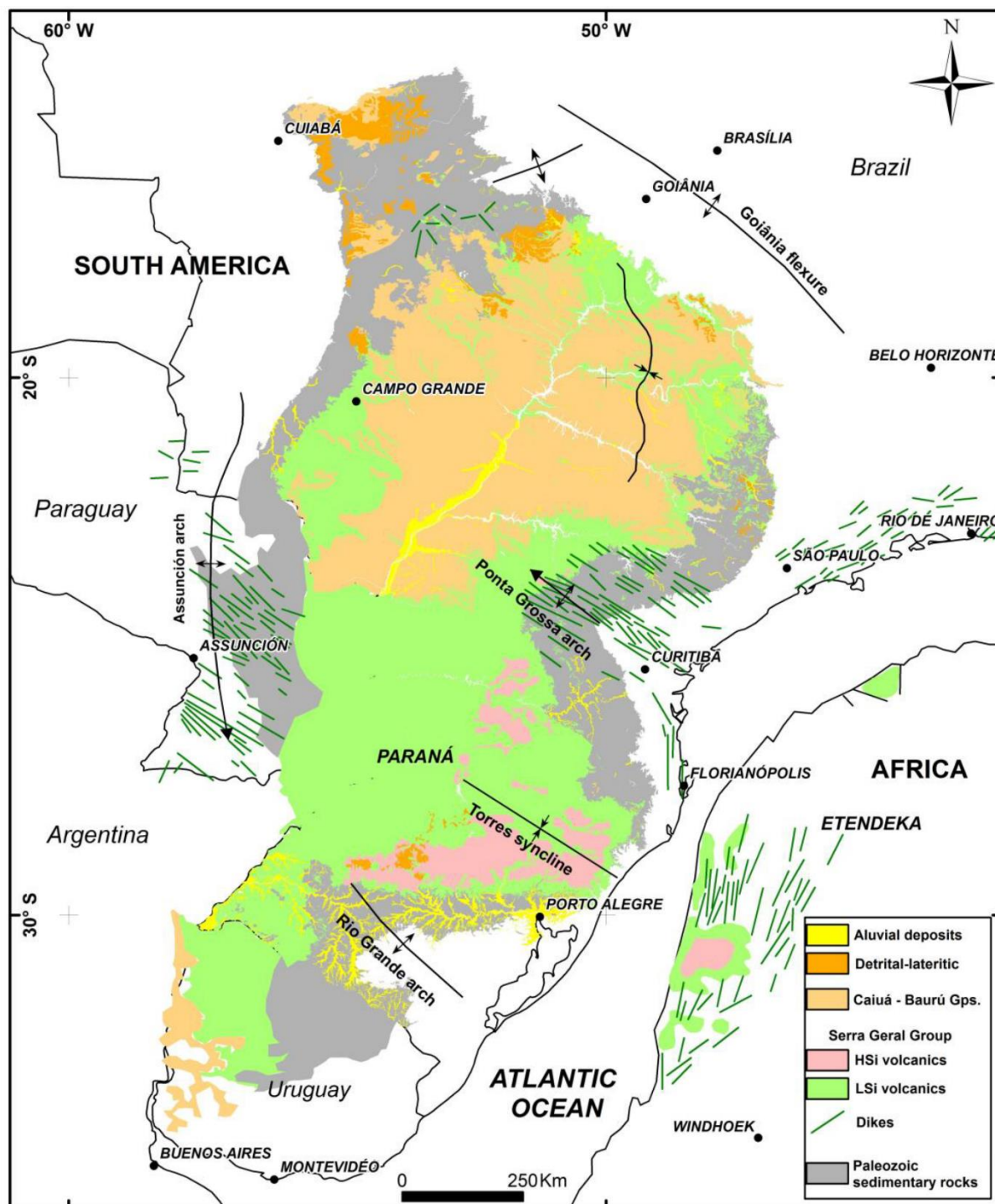


Figura 2: Mapa simplificado do Grupo Serra Geral no continente Sul-Americano e seus correspondentes no continente Africano. Também estão indicados as rochas sedimentares Paleozoicas, as estruturas associadas ao magmatismo Serra Geral, os Grupos Caiuá e Bauru, os sedimentos detríticos e lateríticos, e os depósitos aluvionares. Fonte: Licht (2016).

As propostas para a estratigrafia da Província são geralmente baseadas em sua composição geoquímica, dada a dificuldade que sua larga extensão impõe ao mapeamento geológico convencional das rochas vulcânicas. Uma das propostas quimioestratigráficas mais antigas que deve ser ressaltada é a de Bellieni *et al.*

(1984a,1984b). Para esses autores, a partir de um universo amostral de 296 amostras, a divisão geoquímica dos basaltos da Província seria definida pelo teor de TiO_2 que, separaria a PIP em dois grupos principais, *Low Ti Basalts* (LTiB) e *High Ti Basalts* (HTiB). Vários outros trabalhos propuseram uma classificação geoquímica das rochas da PIP (Mantovani *et al.*, 1988; Piccirillo *et al.*,1988; Peate *et al.*, 1988; Peate *et al.*, 1992; Peate, 1997;), merecendo destaque a proposta de Peate *et al.* (1992), a qual considera os teores de SiO_2 e TiO_2 , além das razões Ti/Y e Ti/Zr resultando na classificação em seis magmas-tipo básicos e dois magmas-tipo ácidos (Figura 3).

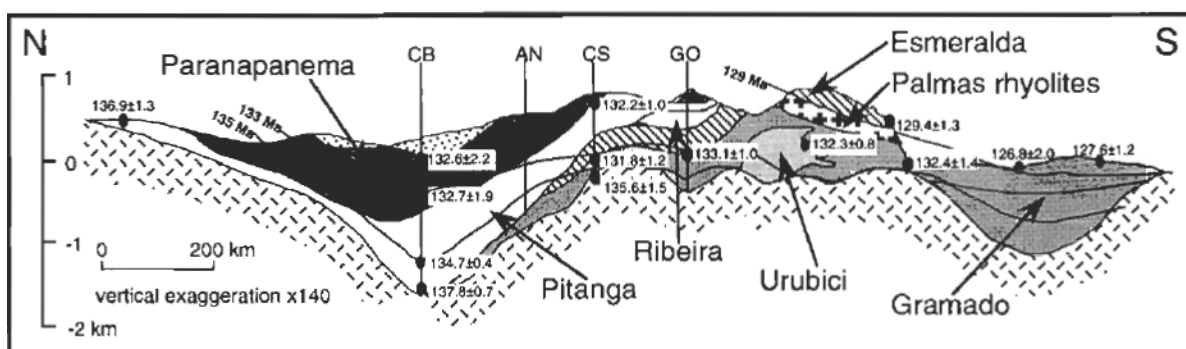


Figura 3: Seção N-S esquemática das vulcânicas da Província Ígnea do Paraná. As unidades estratigráficas desenhadas foram definidas a partir dos magmas-tipo de Peate *et al.* (1992) e as idades indicadas baseadas nos dados $^{40}Ar/^{39}Ar$ de Stewart *et al.* (1996). Fonte: Peate (1997).

A partir de uma análise crítica sobre a utilização dessa metodologia nas rochas do Grupo Serra Geral, houve a necessidade de uma nova classificação, pois ao utilizar os critérios de Peate *et al.* (1992) para classificar 4895 amostras de rocha da PIP, Licht (2018) obteve uma taxa de sucesso de apenas 53%. Para mitigar esse problema, Licht & Arioli (2012), Licht & Lima (2014), utilizaram 3296 análises geoquímicas, todas obtidas a partir de levantamento bibliográfico, para definir uma classificação mais consistente com a quimioestratigrafia da PIP. Essa tipologia geoquímica e quimioestratigrafia foram aprimorados por (2018) e Gomes *et al.* (2018). Os limites definidos nessa proposta foram determinados a partir do tratamento estatístico dos teores de SiO_2 , TiO_2 , P_2O_5 e Zr, resultando numa separação não arbitrária das subpopulações (Licht & Arioli, 2012; Licht, 2018; Gomes *et al.*, 2018). Desse processo foram compostas 16 subpopulações, mostradas na figura 4, das quais apenas 7 são consideradas tipos geoquímicos reais (Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3, Tipo 4, Tipo 9, Tipo 13 e Tipo 14). Os outros tipos são estatisticamente válidos, mas geoquimicamente impossíveis, ou apenas erros analíticos pois são representados por uma quantidade ínfima de amostras.

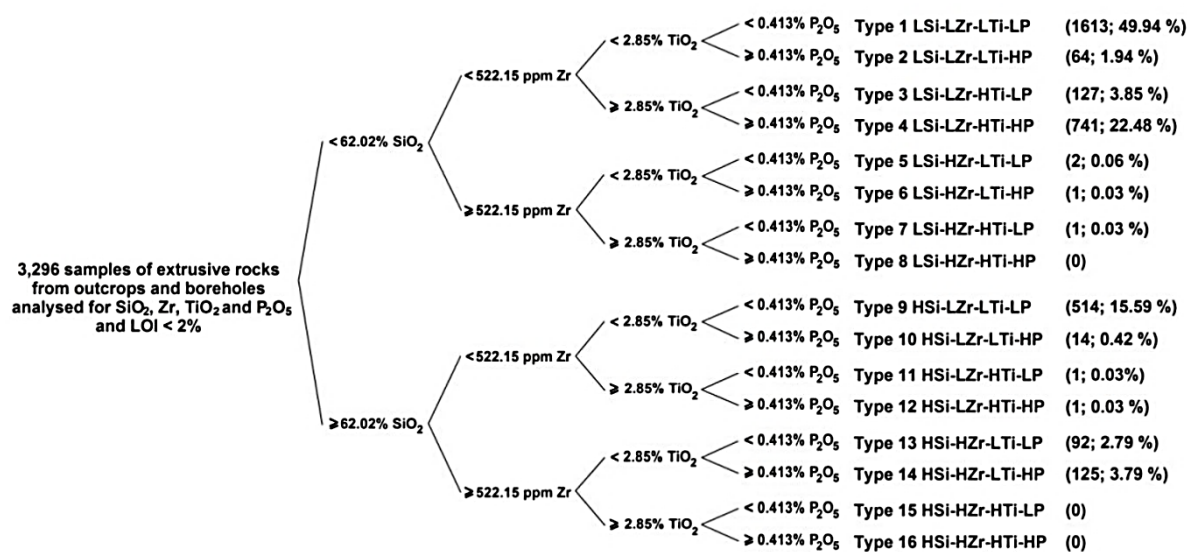


Figura 4: Fluxograma dos 18 Tipos geoquímicos estatisticamente definidos para a PIP e a quantidade de amostras que compõem cada tipo. Fonte: Licht (2018).

Com base nessa divisão, Licht (2018) e Gomes *et al.* (2018) propuseram um novo modelo quimioestratigráfico para a Província, discorrendo sobre a existência de nove tipos geoquímicos (Tipo 1 Sul, Tipo 1 Centro-Norte, Tipo 2, Tipo 3, Tipo 4, Tipo 9 Sudeste, Tipo 9 Centro-Sul, Tipo 13 e Tipo 14) compondo duas Sub-Províncias (Centro-Norte e Sul). Segundo esse modelo, o magmatismo PIP teria ocorrido em 4 fases:

Fase 1: O vulcanismo da PIP inicia com eventos do Tipo 4 na região central da da Sub-Província Centro-Norte (CN);

Fase 2: Inicia-se o vulcanismo do Tipo 1S na Sub-Província Sul, concomitante aos derrames do Tipo 4, Tipo 3 e Tipo 2 na Sub-Província Centro-Norte. Na porção leste da Província ocorre magmatismo ácido do Tipo 13 e Tipo 14.

Fase 3: Os derrames da Sub-Província Sul avançam para o norte e são cobertos pelas lavas basálticas do Tipo 4, Tipo 3 e Tipo 2 da Sub-Província Centro Norte, a qual apresenta altas taxas eruptivas, sendo progressivamente coberta por lavas do Tipo 1 CN. Essa Fase termina com a extinção do vulcanismo na Sub-Província Centro-Norte e a deposição dos arenitos dos Grupos Caiuá e Bauru sobre as rochas Tipo 1 CN.

Fase 4: O vulcanismo na Sub-Província Sul continua, agora avançando para o sul e gerando as rochas basálticas do Tipo 1S e as ácidas do Tipo 9 Centro-Sul e Tipo 9 SE.

A estratigrafia resultante da evolução dessas Sub-Províncias na Província Ígnea do Paraná é mostrada na seção da Figura 5.

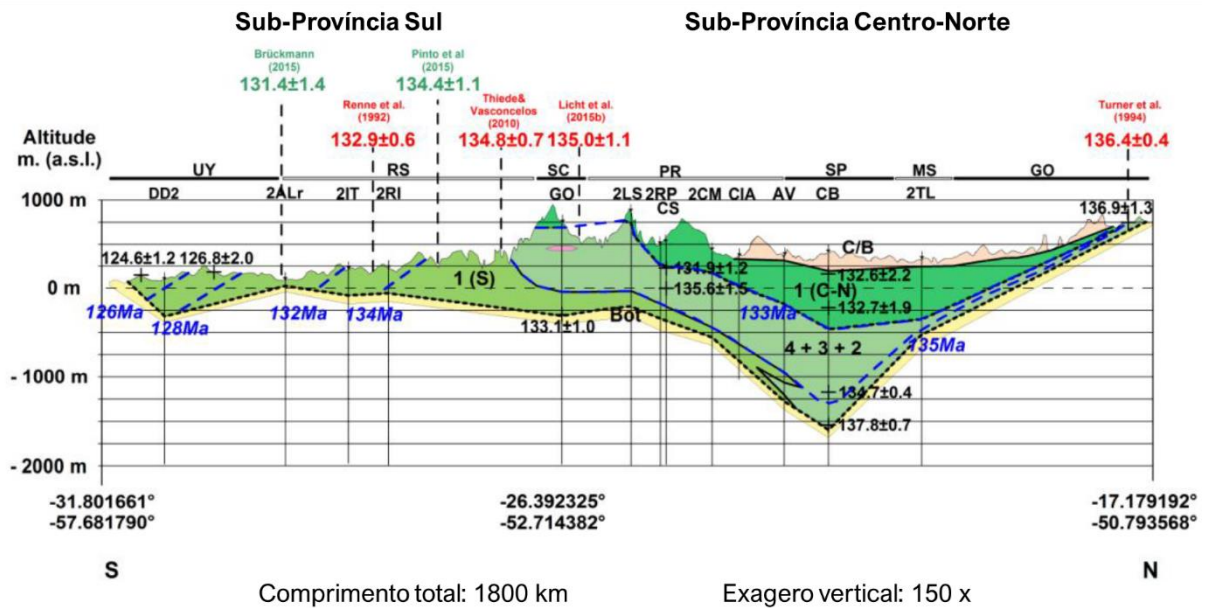


Figura 5: Seção geológica com quimio- e cronoestratigrafia da Província Ígnea do Paraná. UY:Uruguai; RS: Rio Grande do Sul; SC:Santa Catarina; PR:Paraná; SP: São Paulo; MS: Mato Grosso do Sul; GO:Goiás. Fonte: Licht (2018).

Na área delimitada para o presente estudo, ocorrem rochas vulcânicas tanto da Sub-Província Sul (Tipo 1S e Tipo 9SE), quanto da Sub-Província Centro-Norte com ampla predominância dos Tipos 1CN e 3 (ver mapa no anexo 1).

3. COBRE EM BASALTOS

A ocorrência de cobre em basaltos é estudada desde o início do século XX, destacando-se o trabalho de Lindgren (1911) que relata minerais de cobre associados a zeólitas em vulcânicas básicas de diversas LIPs ao redor do planeta, tais como *Faroe Islands*, *Lake Superior*, *White Pine* e até na Província Ígnea do Paraná (Hussak, 1906 *apud* Lindgren, 1911). Segundo esse autor, todas as mineralizações de Cu desse tipo são originadas por processos semelhantes, caracterizados pela precipitação de minerais de cobre associada à zeolitização tardi-magmática comum em derrames basálticos.

Todavia, segundo Cornwall (1956) as mineralizações de cobre em rochas básicas podem ser divididas em duas categorias, uma caracterizada pela cristalização disseminada de cobre nativo durante o resfriamento das lavas e outra de caráter epigenético, com concentração do metal em porções porosas e permeáveis dos derrames basálticos. A origem dos fluidos envolvidos na segunda categoria pode ser a percolação de água meteórica em baixas a médias profundidades, a ascensão de fluidos hidrotermais de origem mais profunda ou até fluxos provocados por metamorfismo regional.

Os teores de cobre nessas mineralizações nem sempre alcançam valores economicamente viáveis, mas quando o fazem chegam a produzir milhões de toneladas de minério. Por exemplo, seis depósitos nos basaltos Portage Lake, Michigan, EUA, foram fonte de cerca de 5 milhões de toneladas de cobre até a metade do século passado (Cornwall, 1951; Bornhost *et al.*, 1988); e nos basaltos amigdaloidais e brechas vulcânicas da Província Yunnan, sudeste da China, são lavrados depósitos cujas reservas de cobre metálico variam de 20 a 60 mil toneladas de minério, com teores de até 10% (Whan *et al.*, 2010; Bing-Quan *et al.*, 2006).

Na Província do Deccan, apesar de ainda não ter sido explorado nenhum depósito de cobre nativo, o potencial econômico dos basaltos que os compõem tem sido estudado, dado o aumento na demanda e pelas novas técnicas de beneficiamento (Alexander & Thomas, 2011; Laxman & Kumar, 2018). Entretanto, a expressiva presença de Cu em lavas basálticas insaturadas em sulfetos (condição inerente a Província Ígnea do Deccan e aos basaltos da PIP) é atribuída à presença desse metal na estrutura cristalina de piroxênios, óxidos de Fe e Ti e também na sua

forma nativa (Cornwall, 1956; Jensen, 1982; Laxman & Kumar, 2018). Laxman & Kumar (2018) sugerem que a ausência de depósitos de cobre sulfetado na Província do Deccan é consequência da ascensão rápida e adiabática do magma basáltico, o que teria impedido a saturação em enxofre e por conseguinte a formação de mineralizações sulfetadas.

Cenário semelhante é observado na Província Ígnea do Paraná, a qual possui mineralizações de cobre sem a presença de sulfetos e geralmente associadas a fases tardias e epigenéticas em rochas vulcânicas básicas (Arioli, 2008; Pinto, 2010; Arena, 2014; Arena *et al.*, 2014; Baggio *et al.*, 2017). A ocorrência de cobre no Grupo Serra Geral é relatada desde meados do século passado (Carvalho, 1944), sendo que no sudoeste do Paraná, região na qual se insere a área em estudo, cerca de 400 toneladas de minério foram lavradas em 1968 (Castro *et al.* 1983). Atualmente diversas áreas estão na fase de autorização de pesquisa pela ANM; até mesmo uma lavra experimental de minério de cobre foi realizada na localidade Linha Capanema (SIGMINE-ANM, 2019).

O controle metalogenético do Cu nos basaltos da Província Ígnea do Paraná seria exercido pelo Fe em condições de máxima fugacidade de oxigênio e subsaturação de S, situação comparável ao modelo de Skaeegard (Arioli, 2008). Já a concentração de cobre na forma de silicatos, óxidos, carbonatos e silicatos em amígdalas e fraturas nos basaltos Serra Geral é entendida como produto de alteração epigenética, sendo atribuído à percolação de fluidos quentes provenientes do Aquífero Guarani o principal processo de remobilização de metais. A associação dessas mineralizações com minerais de baixa temperatura (zeólitas e esmectitas, por exemplo) endossam a similaridade entre as ocorrências de cobre na PIP e os depósitos desse metal em basaltos do sudoeste da China, aventando a relevância da pesquisa econômica de Cu nas vulcânicas do Grupo Serra Geral (Arena, 2014; Arena *et al.*, 2014; Baggio *et al.*, 2017).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

A fim de refinar o conhecimento geológico necessário para embasar esta monografia foram utilizados os recursos da Biblioteca de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal do Paraná e os periódicos e publicações disponíveis gratuitamente online.

4.2. CONFECÇÃO DE BANCO DE DADOS

O conjunto dos dados agrupados para este trabalho é composto por descrições de campo, amostras de mão, análises litogeoquímicas e lâminas petrográficas. A primeira etapa da confecção do banco de dados consistiu na reunião de informações geológicas pertencentes ao banco de dados do ITCG-PR. Os dados foram organizados em *softwares* do Office 365 (licença pessoal), sendo as descrições de campo inseridas no banco de dados aquelas em que o cobre nativo, silicatos e carbonatos que contém esse metal foram identificados em afloramento ou amostra de mão. Também foi disponibilizada pelo Instituto a amostra EA-1734, referente ao afloramento EA-1734, na qual se observa o cobre nativo em disjunções do derrame de basalto. As amostras de mão referentes as localidades Campina da Lagoa (4 amostras) e Linha Vaca Branca (1 amostra) pertencem ao acervo pessoal do Prof. Dr. Otavio Augusto Boni Licht.

Os dados litogeoquímicos inseridos nesse banco de dados foram aqueles em que o cobre foi analisado em rochas pertencentes ao conjunto de derrames de baixa sílica, na proposta de Licht (2018), respeitando o limite do polígono previamente determinado para a presente pesquisa. Os óxidos foram analisados por fluorescência de raios X e os elementos traço por espectrometria de massa por plasma acoplado indutivamente (ICP-MS) no laboratório comercial canadense ACMELabs. A partir da organização desses dados foram selecionadas 22 lâminas petrográficas, todas dentro do universo amostral do Mapa do Grupo Serra Geral no Estado do Paraná (Licht & Arioli, 2018) e atualmente arquivadas em consignação no Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná. O critério utilizado para a seleção foi a existência de análise litogeoquímica para Cu na rocha a partir da qual a lâmina foi confeccionada.

A reunião e organização de todas essas características descritivas das ocorrências de Cu no sudoeste do Paraná resultou no banco de dados em que se baseou o desenvolvimento deste trabalho.

4.3. PROCESSAMENTO DE DADOS

A partir da confecção do banco de dados, o processamento foi feito nos softwares GCDKit (*open source*) e ArcGis 4.0 (licença disponível no Laboratório de Informática do Departamento de Geologia – LIG, da UFPR) para elaboração de diagramas binários, ternários e *spidergrams* e para produção de mapas, respectivamente.

O tratamento estatístico dos dados litogeoquímicos foi feito no software ProbPlot, disponível no site <https://ezcorrgraph.firebaseio.com/teste/geoestatisticas.html> (Campos & Licht, 2019).

4.4. ANÁLISE PETROGRÁFICA

As 6 amostras de mão disponíveis no banco de dados foram descritas macroscopicamente e com o auxílio da lupa estereográfica modelo FWL-SMZ-9.5, disponível no laboratório didático de microscopia (LDM) do Departamento de Geologia da UFPR. As 40 lâminas petrográficas foram descritas nos microscópios petrográficos de luz transmitida no Laboratório de Pesquisa em Microscopia (LAPEM-UFPR)

5. ANÁLISE PETROGRÁFICA

A análise macroscópica das amostras de mão, em conjunto com as descrições de campo inseridas no banco de dados, resultou na individualização de quatro tipos de ocorrências de cobre, denominados Tipo I, Tipo II, Tipo III e Tipo IV, sendo que localmente eles podem ocorrer juntos no mesmo afloramento ou até no mesmo derrame vulcânico.

- A ocorrência do **Tipo I** foi observada nos afloramentos EA-0835, EA-1695, GA-201, GA-301, GA-313, GA-314, GA-410, JCC-274, LAG 01, OL-3079, OL-2181a, OL-2188 e descrita nas amostras OL-AP-01, OL-AP-02, OL-AP-03, OL-AP-04 e OL-AP-05. O cobre no Tipo I ocorre como carbonatos (malaquita), silicato (crisocola), óxidos (cuprita) e na sua forma nativa, preenchendo vesículas com zeólitas, quartzo, argilominerais e vidro vulcânico. As rochas hospedeiras são basaltos cinza esverdeados a arroxeados, faneríticos com granulação fina a média e geralmente maciços, porém localmente ocorrem estruturas de fluxo associadas a topos vesiculares de derrames (Figuras 6a e 6b).

- O **Tipo II** foi observado nos pontos EA-1669, EA-1695, EA-1739, EA-1964, GA-410, OL-2000 e OL-2140, e descrito na amostra EA-1734. Esse tipo de ocorrência é caracterizado principalmente por palhetas de cobre nativo de até 2 centímetros recobrando fraturas e disjunções juntamente com vidro vulcânico, quartzo, calcita, óxidos de Fe e Mn, crisocola e/ou malaquita. Localmente o cobre nativo tem hábito dendrítico e está orientado sobre as estrias dos planos das disjunções (Figuras 6c e 6d).

- A ocorrência de Cu do **Tipo III** é encontrada nos afloramentos CAP 01, OL-2142 e REA 01, sendo também descrita na amostra OL-AP-06. O cobre nativo, a cuprita, crisocola e malaquita ocorrem juntamente com zeólitas, vidro vulcânico, argilominerais e quartzo preenchendo amígdalas e porosidades em basaltos brechados. A matriz dessa brecha vulcânica é siliciclástica e frequentemente possui vênulas preenchidas por argilominerais, quartzo, crisocola e malaquita (Figura 7).

- O **Tipo IV** foi definido a partir das observações em campo dos afloramentos EA-0689, EA-131, EA-1634, EA-1734, OL-2077, OL-2186 e OL-2188. As ocorrências desse Tipo são caracterizadas por cristais milimétricos de cobre nativo disseminado na matriz de basaltos, muitas vezes junto com glóbulos ou aglomerados de vidro

vulcânico. Os basaltos hospedeiros são cinza claros a escuros, faneríticos, com granulação fina e possuem tanto estrutura maciça como de fluxo, por vezes posicionados no centro de derrames.

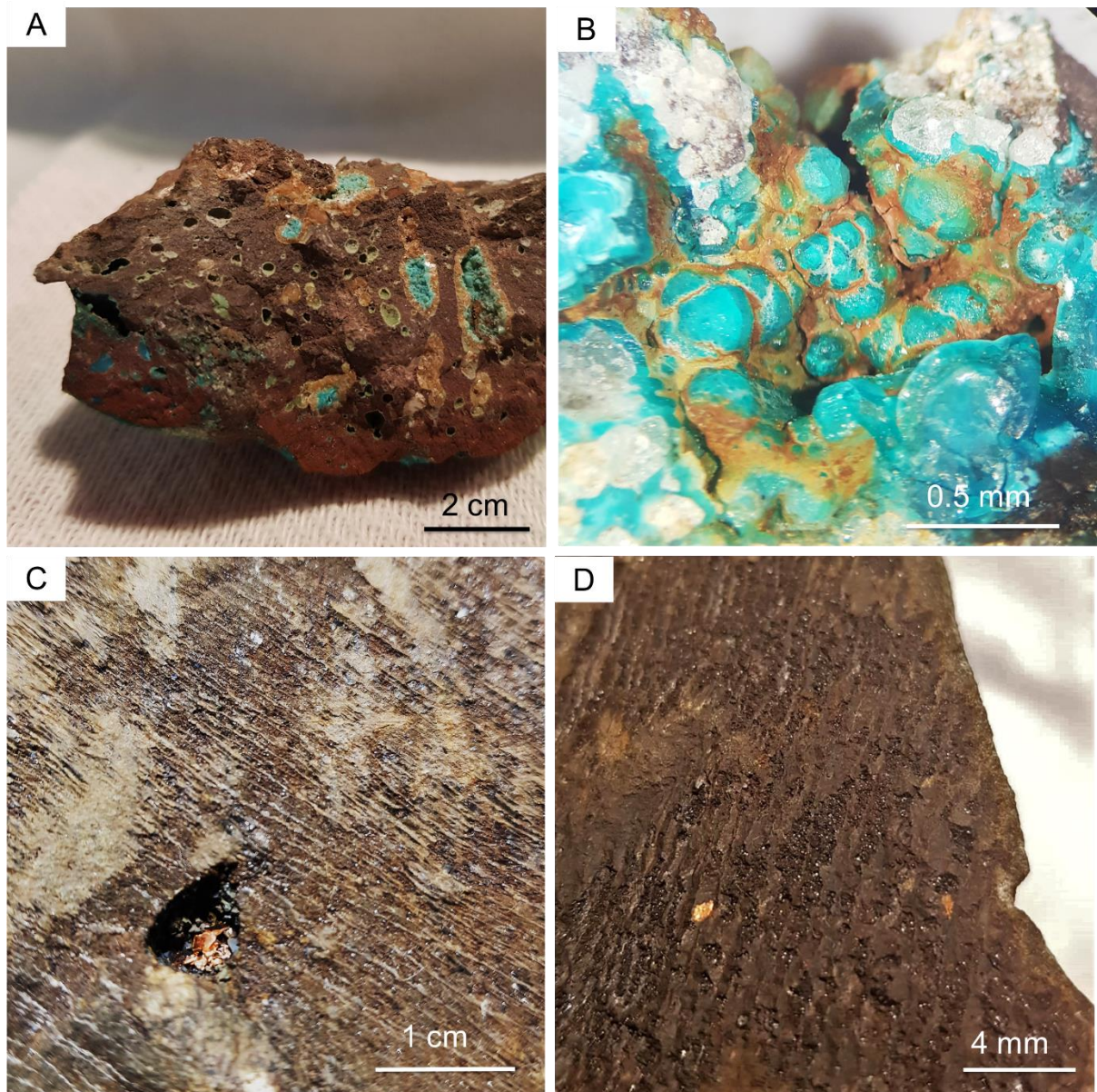


Figura 6: A) Amostra de basalto fanerítico fino OL-AP-02 com amígdalas preenchidas por zeólitas, argilominerais e crisocola, exemplificando a ocorrência de cobre do Tipo I na localidade de Campina da Lagoa. B) Ainda exemplificando o Tipo I, foto de amígdala preenchida por crisocola botrioidal e zeólitas na amostra OL-AP-04. C) Plano de fratura com estrias na amostra EA-1734, ocorrência do Tipo II. Notar os cristais de cobre nativo dentro da cavidade e o vidro vulcânico sobre a superfície estriada. D) Detalhe da amostra EA-1734 com lâminas de cobre nativo orientadas na fratura.

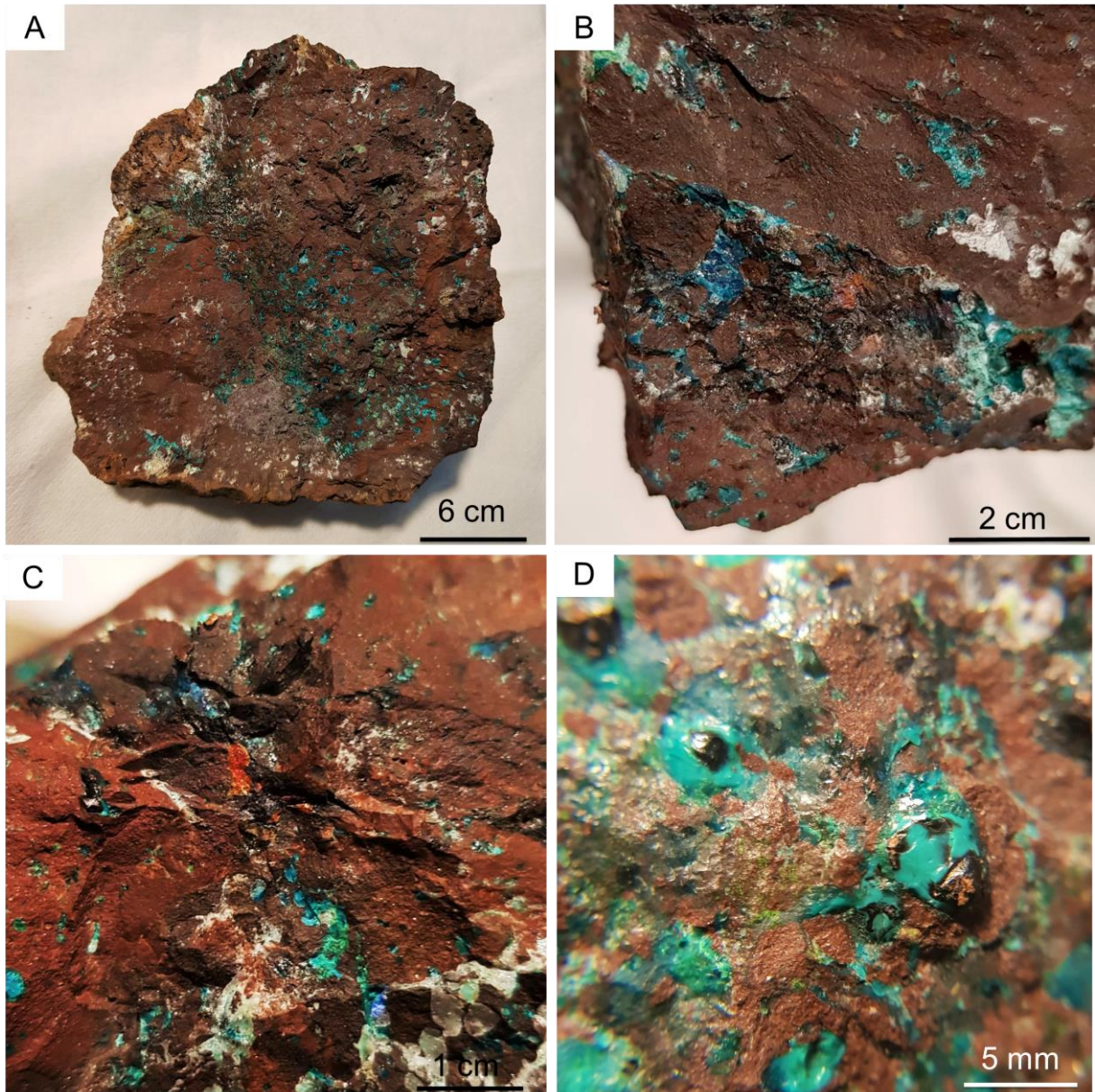


Figura 7: A) Amostra OL-AP-06 representando a ocorrência do Tipo III; B) Contato entre fragmento de basalto com amígdalas irregulares preenchidas por zeólitas, crisocola, cuprita e azurita em contato abrupto com a matriz; C) Amígdalas preenchidas por malaquita, crisocola, zeólitas, cuprita e vidro vulcânico. Observa-se também vênulas de argilominerais no contato entre fragmentos basálticos; D) Amígdalas preenchidas por crisocola, malaquita, cobre nativo e vidro vulcânico

Além da análise mesoscópica das ocorrências de cobre, foram descritas 22 lâminas petrográficas, de rochas classificadas como basaltos de granulação fina a média, com estruturas maciça, amigdaloidais e de fluxo. A mineralogia está descrita na tabela 1.

Lâminas	Composição (%)	Preenchimento (%)	Estruturas	Texturas e Granulação	Rocha
EA-166	Ans (40), Cpx (40), Opc (5), Vdr (5), Zeo (-)	x	Maciça	Fanerítica média hipocristalina	Basalto
EA-1039	Lab (60), Cpx (35), Opc (5), Vdr (-)	Vdr (75), Chl (25), Zeo (-)	Amigdaloidal	Fanerítica fina hipocristalina	Basalto
EA-1045	Ans (50), Cpx (40), Chl (5), Opc (5), Vdr (-)	x	Maciça	Fanerítica fina holocristalina	Basalto
EA-1054	Ans (45), Cpx (40), Opc (5), Vdr (-), Ids (-), Cel (-)	x	Maciça	Fanerítica média holocristalina	Basalto
EA-1054-E	Vdr (30), Cpx (30), Lab (30), Opc (10)	X	Maciça	Fanerítica média hipohialina	Basalto
EA-1080	Lab (40), Vdr (20), Opc (20), Cpx (20)	Cel (100), Vdr (-)	Amigdaloidal	Fanerítica subafirica fina holocristalina	Basalto
EA-1088	Ans (45), Cpx (40), Opc (5), Vdr (-), Ids (-), Cel (-)	X	Maciça	Fanerítica média holocristalina	Basalto
EA-1091	Ans (45), Cpx (40), Opc (5), Vdr (-), Ids (-), Cel (-)	X	Maciça	Fanerítica média holocristalina	Basalto
EA-1154	Lab (45), Cpx (30), Opc (10), Vdr (15)	Gth (80), Vdr (20)	Amigdaloidal	Fanerítica equigranular média holocristalina	Basalto
EA-1164-A	Lab (50), Vdr (20), Opc (20), Cpx (5), Fenocristais (5):Lab e Cpx.	Chl (100), Vdr (-)	Amigdaloidal	Fanerítica Subafírica hipocristalina	Basalto
EA-1227	Ans (45), Cpx (40), Opc (5), Vdr (-), Ids (-), Cel (-)	X	Maciça	Fanerítica média holocristalina	Basalto
EA-1239	Lab (35), Vdr (35), Opc (15), Cpx (5), Fenocristais (5): Lab e Cpx.	Vdr - Chl (55), Zeo (45)	Amigdaloidal, fluxo	Fanerítica subafirica fina a média hipocristalina	Basalto
EA-1290-B	Lab (55), Cpx (35), Opc (5), Vdr (-)	Gth/Vdr (100)	Amigdaloidal	Fanerítica muito fina hipocristalina	Basalto
EA-1293-A	Ans (50), Cpx (40), Chl (5), Opc (5), Vdr (-)	X	Maciça	Fanerítica fina holocristalina	Basalto
EA-1632	Ans (45), Cpx (40), Opc (5), Vdr (-), Ids (-), Cel (-)	X	Maciça	Fanerítica média holocristalina	Basalto
EA-1642	Ans (55), Cpx (40), Vdr (5), Opc (5), Ids (-), Cel (-)	X	Maciça	Fanerítica fina hipocristalina	Basalto
EA-1645	Ans (55), Cpx (40), Vdr (5), Opc (5), Ids (-), Cel (-)	X	Maciça	Fanerítica fina hipocristalina	Basalto
EA-1659	Lab (45), Cpx (35), Vdr (10), Opc (5), Gth (5)	X	Maciça	Fanerítica fina hipocristalina	Basalto
EA-1666	Ans (45), Cpx (40), Opc (5), Vdr (-), Ids (-), Cel (-)	X	Maciça	Fanerítica média holocristalina	Basalto
EA-1713-B	Lab (45), Cpx (35), Vdr (10), Opc (10)	X	Maciça	Fanerítica fina hipocristalina	Basalto
EA-1725	Lab (40), Vdr (15), Opc (20), Cpx (20), Fenocristais (5):Lab e Cpx	X	Maciça	Fanerítica subafirica fina holocristalina	Basalto

Tabela 1: Descrição das lâminas petrográficas segundo sua composição, preenchimento de amígdalas, estruturas, texturas, granulação e nome da rocha. Siglas: Ans - andesina; Cel - celadonita; Chl - clorita; Cpx - clinopiroxênio; Gth - goethita; Ids - iddingsita; Lab - labradorita; Opc - opacos; Vdr - vidro vulcânico; Zeo - zeólitas.

6. GEOQUÍMICA

Primeiramente, o teor de cobre das 100 amostras selecionadas foi analisado estatisticamente utilizando o *software* ProbPlot (Campos & Licht, 2018), resultando nos valores e histogramas da tabela 2. O número de classes foi definido pela metade dos desvios padrões tanto para os valores em ppm como para \log_{10} . Devido a assimetria observada no histograma 1, optou-se por utilizar os valores em \log_{10} nas posteriores etapas do processamento estatístico.

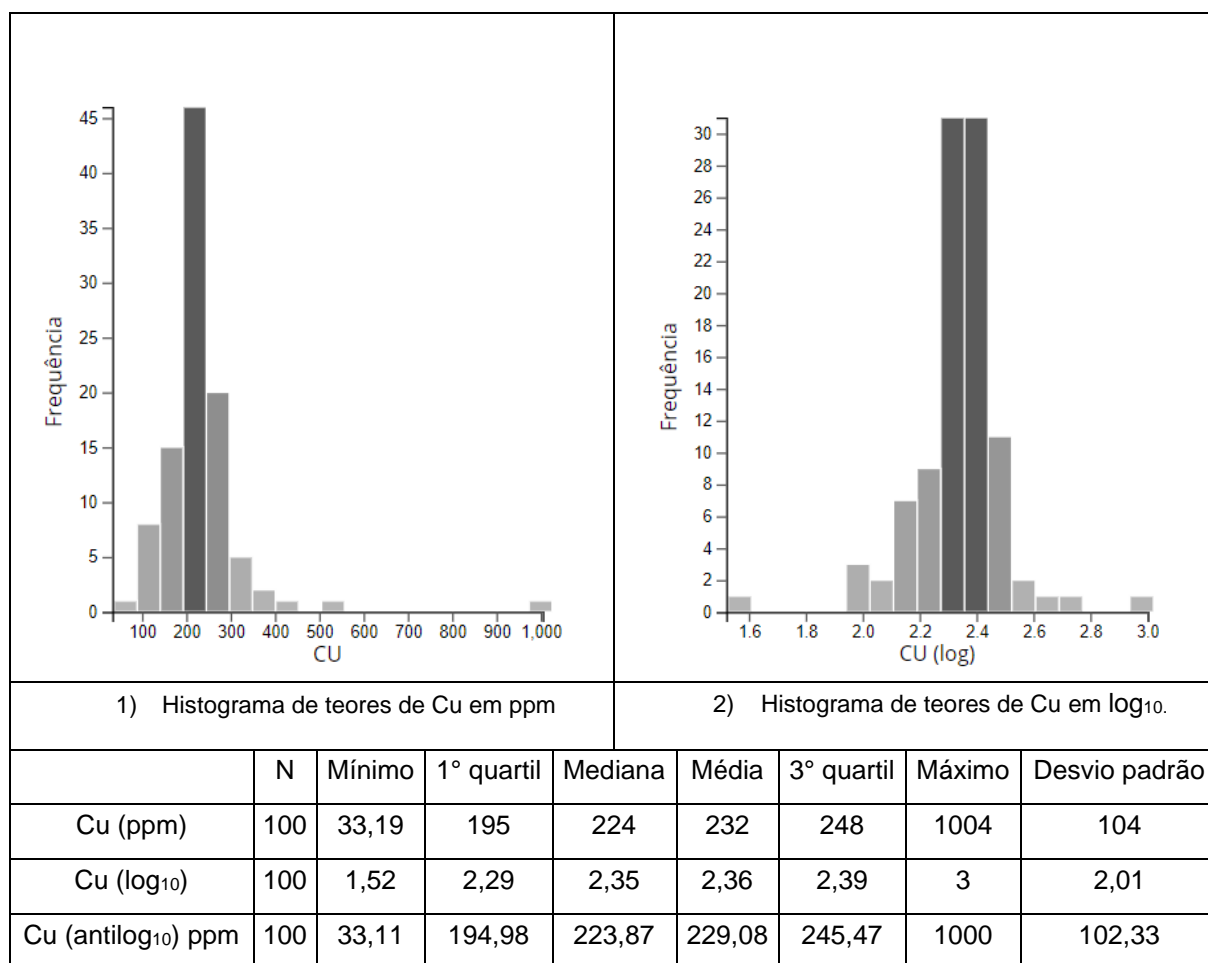


Tabela 2: Estimadores e histogramas estatísticos.

Após essa etapa, foi confeccionado um gráfico de probabilidade pelo método de Sinclair, a fim de ressaltar a existência de distintas subpopulações. O tratamento estatístico dos dados transformados a \log_{10} ppm Cu, resultou na divisão das amostras em três subpopulações, denominadas A, B e C (figura 9 e tabela 3). As subpopulações estão distribuídas na área de acordo com o mapa no Anexo I.

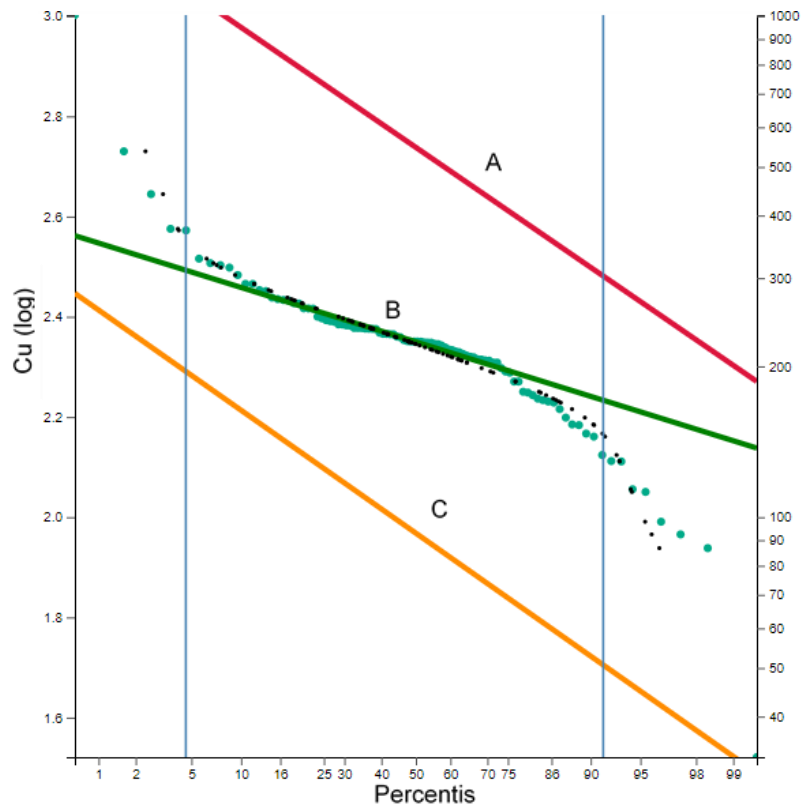


Figura 8: Gráfico de probabilidade x log dos teores de Cu e aplicação do método de Sinclair definindo 3 subpopulações estatísticas (pontos de inflexão em 4,6 e 91,52).

A partir da confecção do gráfico de probabilidade, os valores para as três subpopulações obtidas são sumarizados na tabela 3. Nota-se uma expressiva mistura de valores entre as subpopulações A e B, sendo que no intervalo da subpopulação B está inclusa a maioria das amostras estudadas.

	Domínio		N (%)	Média	Desvio Padrão
	De	Até			
Subpopulação A	331	1294	4,6	547	294
Mistura A+B	231	331			
Subpopulação B	224	231	86,92	224	48,27
Mistura B+C	151	224			
Subpopulação C	38,45	151	8,48	92,90	51,50

Tabela 3: Domínio, porcentagem, média, desvio padrão e intervalo de mistura das subpopulações estatísticas determinadas pelo método de Sinclair, segundo a Figura 9.

Outro produto obtido no processamento estatístico dos dados é o box-plot apresentado na figura 10. A assimetria dos dados é endossada nesse plot pela distância das medianas das subpopulações e a amplitude do gráfico indica alta dispersão dos dados. Nota-se que todos os outliers do Conjunto estão incluídos na subpopulação A.

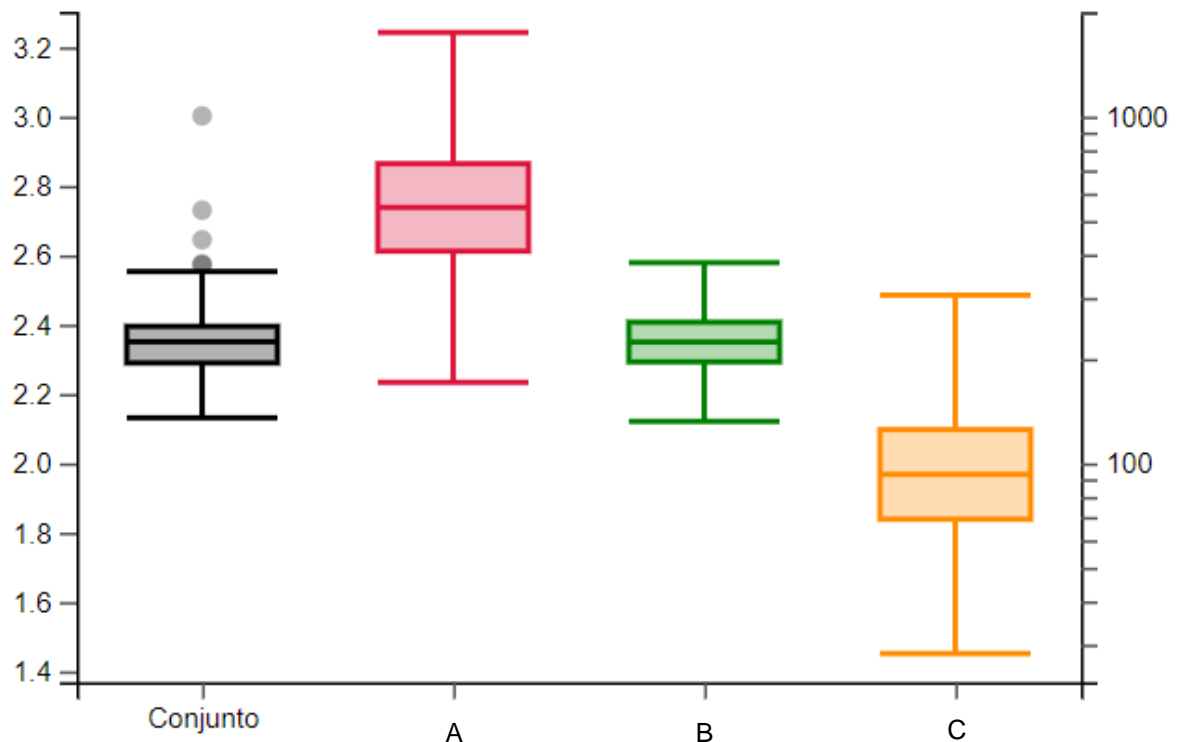
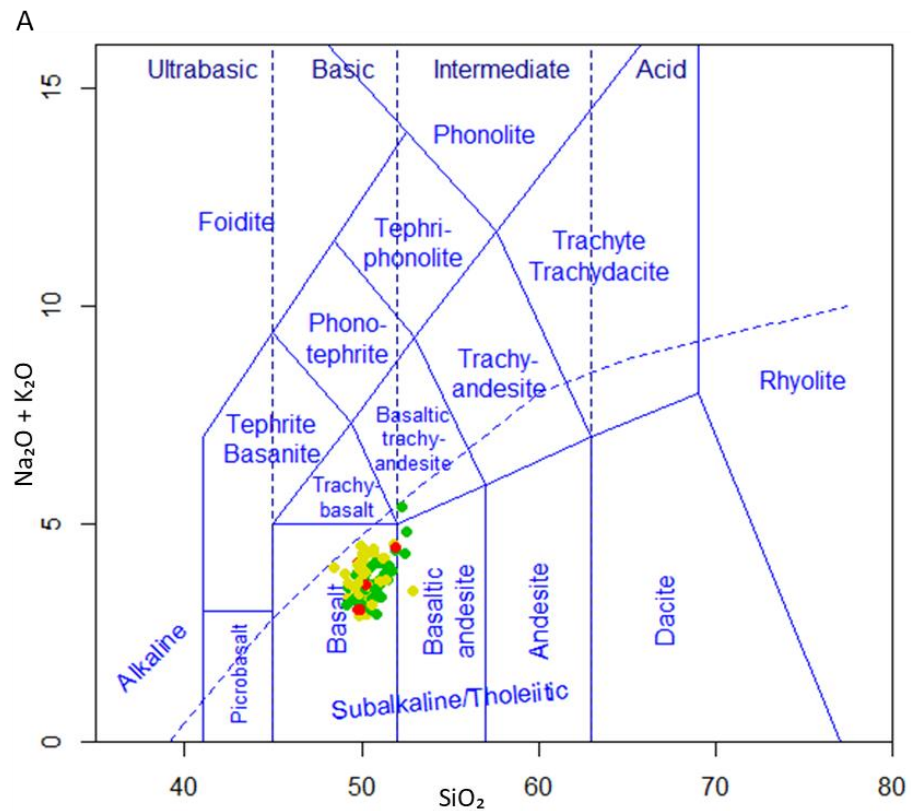


Figura 9: Box-plot do grupo amostral completo (Conjunto) e das subpopulações A, B e C. Destaque para os outliers do Conjunto que são parte da população A, constituída pelos teores mais elevados.

6.1. CLASSIFICAÇÃO GEOQUÍMICA

Com os resultados obtidos no processamento estatístico dos teores de Cu nas 100 amostras, foram confeccionados diversos diagramas geoquímicos utilizando-se os limites de cada subpopulação.

O diagrama TAS (total álcalis-sílica), de Le Bas *et al.* (1986), classifica a maioria das amostras como basaltos, sendo que apenas três amostras são andesibasaltos – duas amostras da subpopulação B e uma da subpopulação C - e uma amostra da população B foi classificada como traqui-andesibasilto (Figura 10a). Apesar de todas as amostras da subpopulação A serem basaltos, não é possível correlacionar os teores de cobre com sílica e álcalis segundo o diagrama TAS. A linha tracejada em azul divide os campos das séries magmáticas alcalina e não alcalina na concepção de Irvine & Baragar (1971) e evidencia que todas as amostras estudadas possuem afinidade geoquímica não alcalina. Já no diagrama de classificação de séries magmáticas AFM (Irvine & Baragar, 1971) todas as amostras analisadas pertencem à série magmática toleítica (Figura 10b).



B Irvine & Baragar (1971)

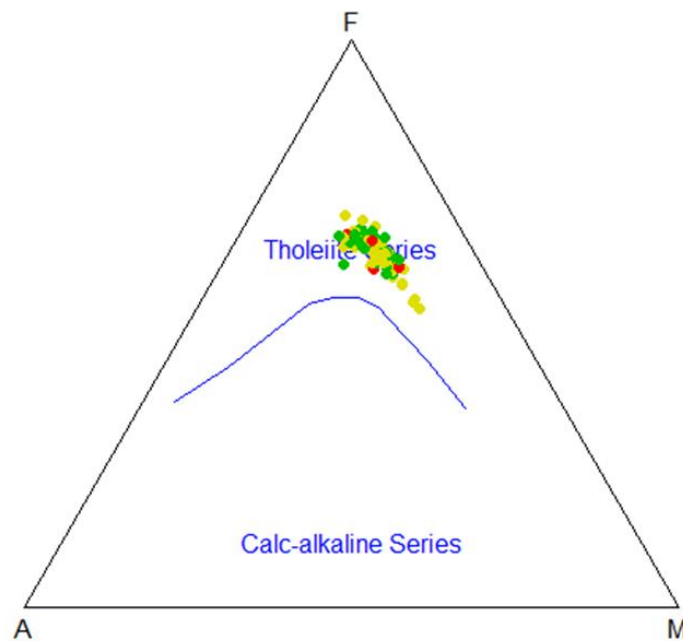


Figura 10: A) Diagrama de classificação geoquímica TAS (total álcalis-silica) de Le Bas et al (1986) com separação das séries alcalinas e não alcalinas divididas por linha tracejada azul (Irvine & Baragar, 1971). B) Diagrama AFM segundo Irvine & Baragar (1971). Os símbolos representam as subpopulações isoladas no gráfico de probabilidade (Figura 9 e Tabela 3) A (vermelho), B (verde) e C (amarelo).

6.2. DIAGRAMAS DE VARIAÇÃO

Os teores dos óxidos obtidos nas análises de rocha total foram correlacionados com o teor de MgO (Diagrama do tipo Fenner) nas figuras 12 e 13. Observa-se a diminuição de Al_2O_3 e CaO durante a diminuição de MgO, indicando que a fase fracionante principal de rochas com maiores teores de MgO, até as rochas com os menores teores, é o plagioclásio cálcico, enquanto o aumento de TiO_2 e FeOt com a diminuição de MgO é provavelmente relacionada ao seu consumo na cristalização de minerais opacos (ilmenita e titanomagnetita por exemplo) no início da evolução do magma. O aumento de K_2O , P_2O_5 e Na_2O com a diminuição do MgO indica que não houve consumo desses óxidos durante a cristalização das rochas.

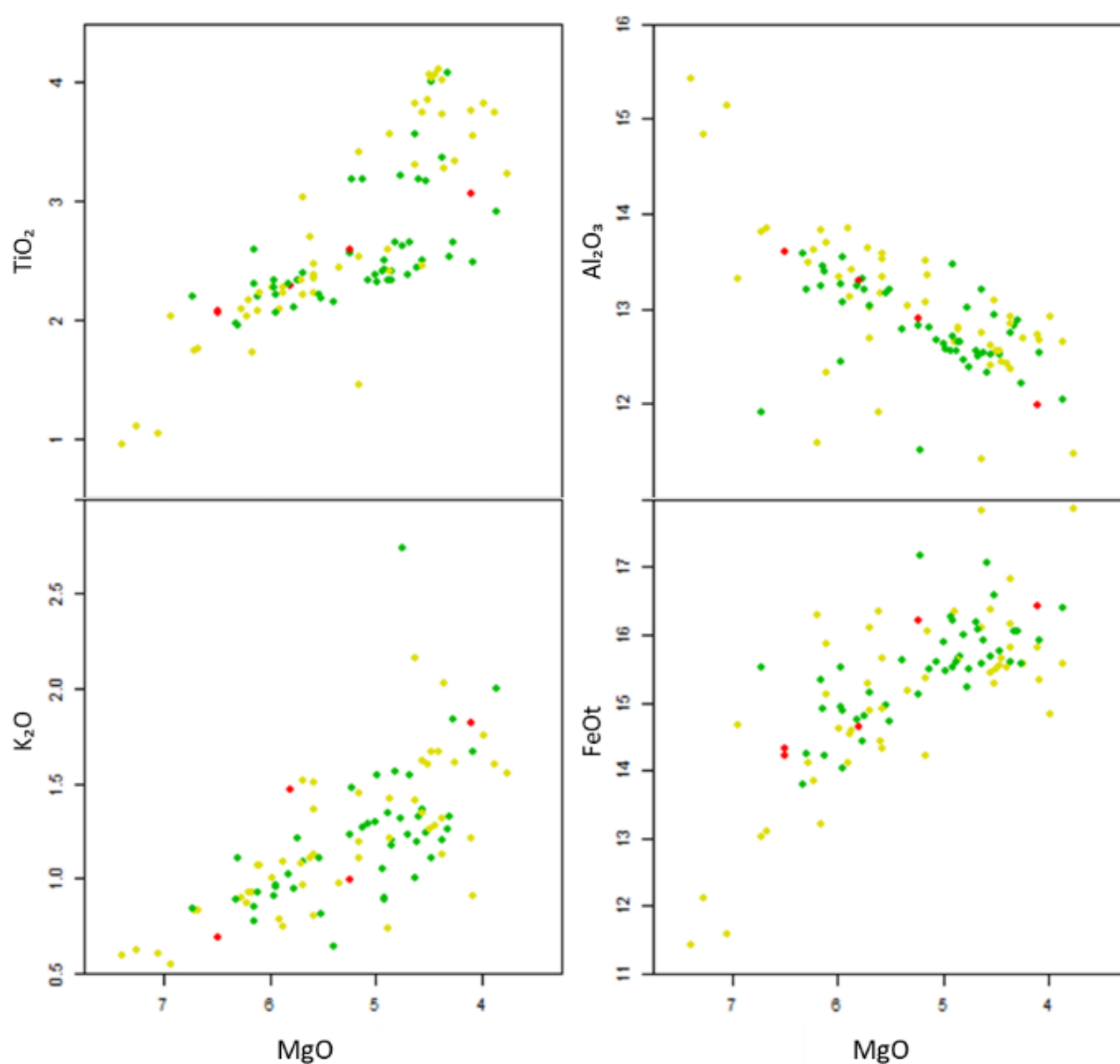


Figura 11: Variações dos teores de TiO_2 , Al_2O_3 , K_2O e FeOt em função de MgO. Os símbolos representam as subpopulações isoladas no gráfico de probabilidade (Figura 9 e Tabela 3) A (vermelho), B (verde) e C (amarelo) .

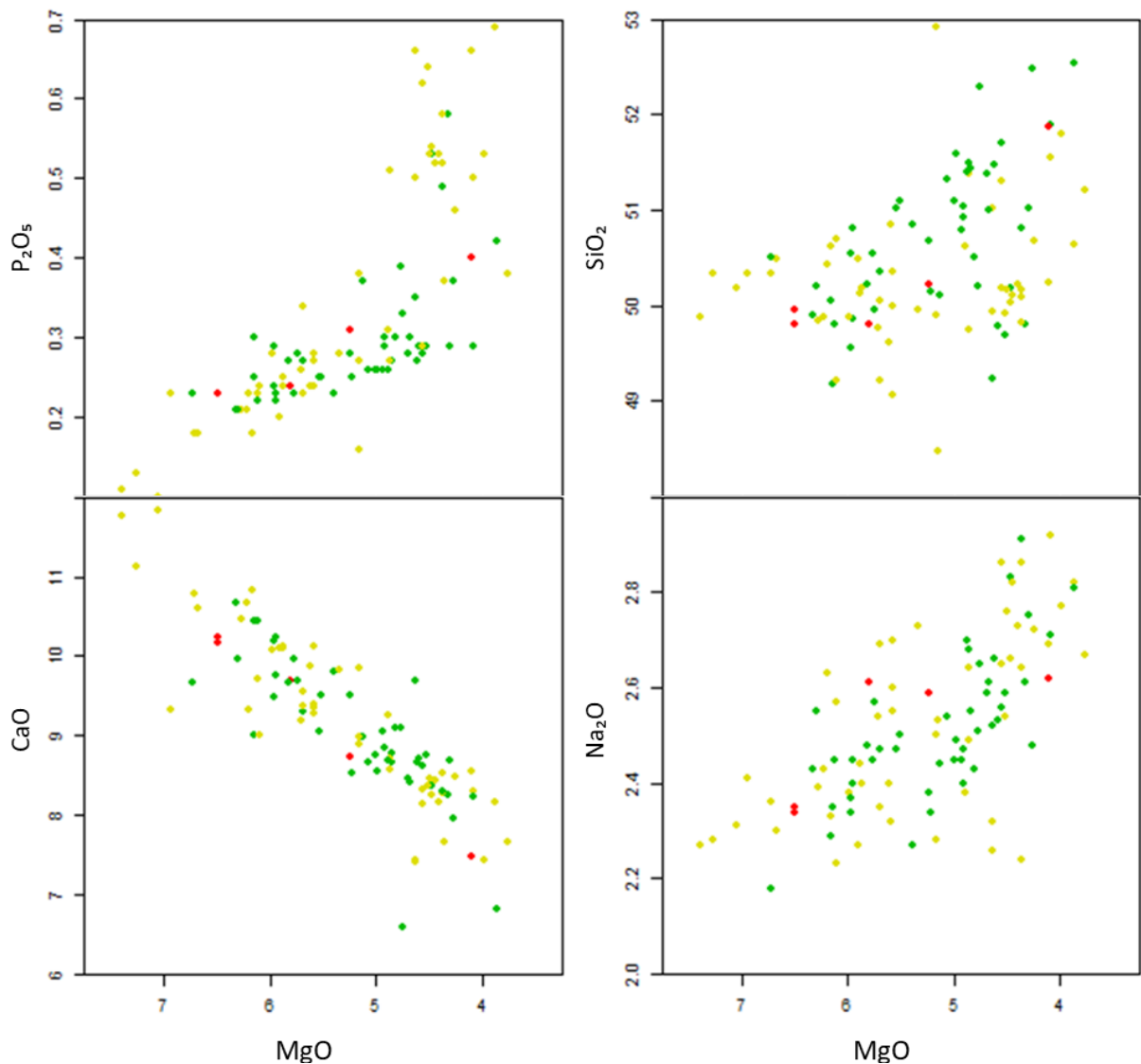


Figura 12: Variações dos teores de P_2O_5 , SiO_2 , CaO e Na_2O em função de MgO . Os símbolos representam as subpopulações isoladas no gráfico de probabilidade (Figura 9 e Tabela 3) A (vermelho), B (verde) e C (amarelo) .

6.3. DIAGRAMAS MULTIELEMENTARES

Foram construídos diagramas multielementares – *spidergrams* - para caracterizar processos de diferenciação e de mobilidade, que serão discutidos no capítulo a seguir. Os elementos traço foram normalizados segundo o manto primitivo de Sun e McDonough (1989) (Figura 14) e, no geral, exibem um leve enriquecimento de elementos LILE (*large ion lithophile elements*) enquanto os elementos HFSE (*high field-strength elements*) apresentam relativo empobrecimento, caracterizando um padrão comum a basaltos toleíticos. Destaca-se também anomalias positivas de Pb e Nd para todas as amostras, e a anomalia negativa de Nb nas rochas da população C.

Spider plot – Primitive Mantle (Sun and McDonough 1989)

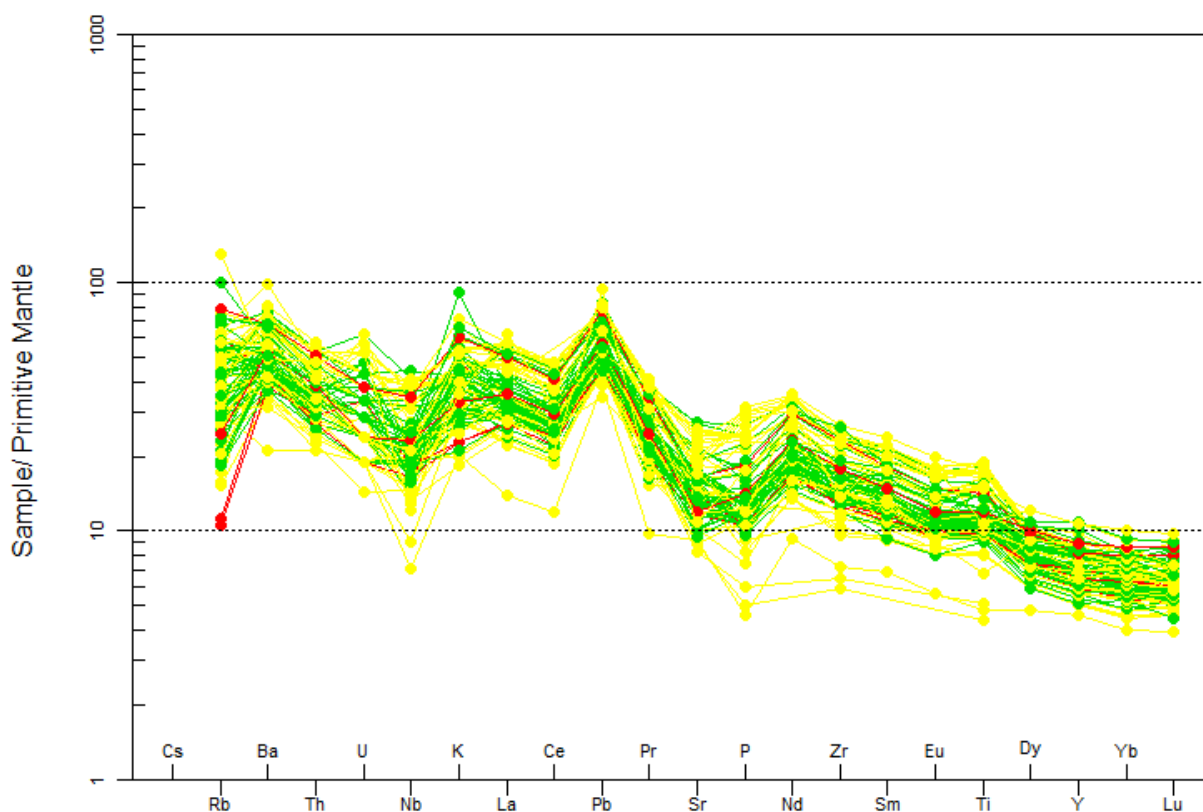


Figura 13: Diagrama Multielementar de elementos-traço normalizados pelo manto primitivo (Sun & McDonough, 1989). Os símbolos representam as subpulações isoladas no gráfico de probabilidade (Figura 9 e Tabela 3) A (vermelho), B (verde) e C (amarelo) .

Para os elementos terras raras (ETR) foi confeccionado o *spidergram* normalizado pelo condrito de Boyton (1984), no qual observa-se o enriquecimento relativo de ETR leves em relação aos ETR pesados, condizente com o padrão esperado para rochas basálticas continentais. A ausência da anomalia de Eu é compatível com o fracionamento a partir da cristalização de plagioclásio cálcico definido pelos diagramas de variação já mencionados.

Spider plot – REE chondrite (Boynton 1984)

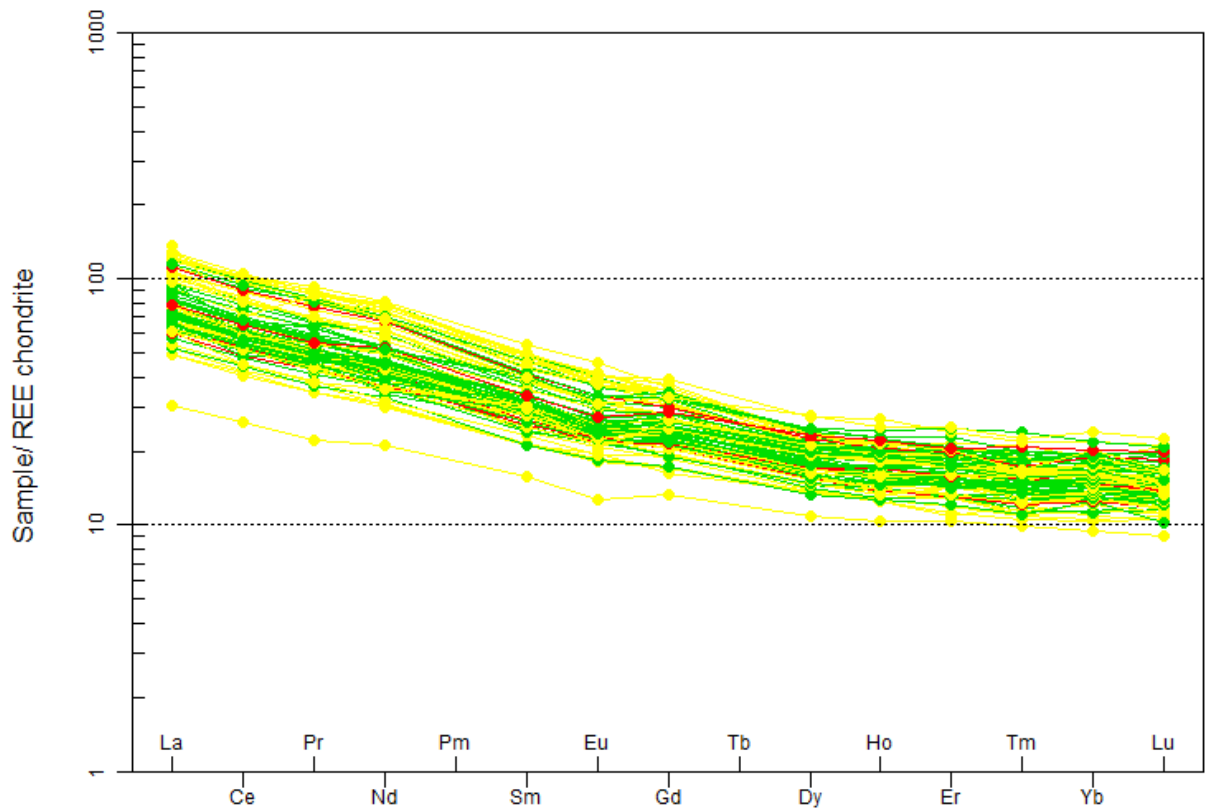


Figura 14: Diagrama Multielementar de Elementos Terra Raras (ETR) normalizado pelo condrito de Boynton (1984). Subpopulações A em vermelho, B em verde e C em amarelo.

7. DISCUSSÃO

A interpretação das informações sobre as ocorrências de cobre no sudoeste do Paraná permite suscitar diversas suposições acerca de seus processos formadores, além de salientar necessidade de um incremento das pesquisas sobre mineralizações desse metal nos basaltos da Província Ígnea do Paraná.

As ocorrências de cobre dos Tipos I, II e III estão sempre posicionadas em preenchimento de amígdalas, porosidades, fraturas e disjunções, indicando que estão associadas às fases tardias e/ou posteriores à cristalização das lavas basálticas. Combinando a posição estratigráfica com a assembleia mineral dessas ocorrências entende-se que o cobre nativo, assim como os silicatos, óxidos e carbonatos desse metal, foram cristalizados a partir de fluidos tardios de baixa temperatura, corroborando o que foi descrito por Arioli (2008), Pinto *et al.* (2010) e Arena (2014).

A ocorrência de silicatos hidratados de cobre (crisocola) frente a ausência de sulfetos desse metal na região aponta que, além de baixa temperatura, esse fluido possui composição preferencialmente silicatada, sendo possivelmente insaturado em S devido à alta fugacidade desse elemento durante o extravasamento das lavas, como postulado por Laxman & Kurnar (2018) para ocorrências de cobre semelhantes em basaltos amigdaloidais e brechas da Província Vulcânica do Deccan. Acrescentando a presença de zeólitas a esse cenário, as ocorrências de cobre estudadas comparam-se também às mineralizações descritas nos basaltos de Faroe Islands e Lake Superior, nas quais a zeolitização é indicada como principal processo remobilizador de Cu (Jensen, 1911; Cornwall, 1956). Essa constatação é endossada pelas propostas de Arena (2014) e Arena *et al.* (2014) para a precipitação de metais em fases epigenéticas em rochas vulcânicas básicas da Linha Capanema, município de Realeza, inserido na área em estudo. Ademais, a orientação das lâminas de cobre nativo impressas sobre as estrias na disjunção da amostra EA-1734 (Tipo II) indica que a cristalização desse metal foi concomitante ao evento que formou essas lineações de atrito entre blocos de basalto.

A ocorrência de vênulas de cuprita, malaquita e zeólitas na matriz da brecha vulcânica AO-AP-06 (Tipo III), corrobora o envolvimento dos processos explosivos sugeridos por Arena (2014).

Quanto às análises petrográficas e geoquímicas, não ocorre correlação entre as características das rochas em lâminas petrográficas e os teores de cobre nas rochas que compõem o grupo amostral deste estudo. No entanto, nota-se que a maioria das amostras das subpopulações A (teores de cobre elevados) e B (teores de cobre intermediários) pertencem ao Tipo 1CN (Licht, 2018), revelando maior potencial econômico desse tipo geoquímico na área estudada.

Quanto aos diagramas de variação e multielementares, algumas tendências litogeoquímicas são observadas. Considerando o conjunto amostral no diagrama de variação $MgO \times TiO_2$, a correlação entre esses óxidos é positiva, sendo que as populações A e B se concentram nas amostras menos evoluídas com os menores teores de TiO_2 . Esse padrão não se repete no diagrama $MgO \times FeOt$, indicando que o cobre cristalizou preferencialmente em minerais que consomem mais $FeOt$ que TiO_2 . Além disso, essa observação é coerente com a proposta de Arioli (2008), que considera a concentração de metais preciosos na PIP como semelhante ao modelo metalogenético de Skaeagard (fracionamento de Cu-Ni-EGP em estágios finais da evolução de magmas basálticos). Quanto ao teor de Al_2O_3 , as amostras das populações A e B se concentram no grupo com menores teores deste óxido, indicando que durante a evolução magmática o cobre se concentrou preferencialmente nos magmas menos aluminosos.

O comportamento dos elementos traço em diagrama multielementar mostra anomalias positivas de Pb, associadas à cristalização de óxidos de Fe e Ti. Provavelmente o cobre, assim como o chumbo foi particionado para esses minerais, visto que ambos possuem comportamentos geoquímicos semelhantes (são calcófilos) e, segundo Arioli (2008), os óxidos de Fe e Ti, como magnetita e ilmenita, são os principais minerais primários hospedeiros desses metais nos basaltos da Província Ígnea do Paraná. A anomalia negativa de Nd indica fonte profunda do magma das amostras estudadas e, juntamente com a anomalia negativa de Nb das amostras com menores teores de Cu (população C), interpreta-se que pouca ou nenhuma contaminação crustal teve influência nos teores de cobre nos basaltos da PIP, indicando sua origem magmática como já constatado por Arioli (2008).

Quanto aos Elementos Terras Raras, nota-se paralelismo entre as assinaturas de todo o conjunto amostral, indicando uma mesma fonte para esses basaltos. Essa afirmação endossa as interpretações de Arena (2014), Arena et al (2014) e Pinto

(2010) nas quais a concentração de cobre é produto principalmente de processos epigenéticos, não de composições magmáticas distintas para basaltos mineralizados.

7.1. ASPECTOS ECONÔMICOS

A interpretação dos dados petrográficos e litogeoquímicos desse trabalho associada aos trabalhos anteriores sobre cobre na PIP, permite caracterizar as ocorrências de Cu nos basaltos do sudoeste do estado do Paraná como depósitos minerais na concepção de Biondi (2015). Segundo este autor:

“DEPÓSITO MINERAL – Qualquer concentração mineral de grande porte que se acredita que possa ser explorada ou que é explorada economicamente. Esse é o termo mais usado para designar uma concentração mineral que se acredita que tenha importância econômica. Também é adimensional e é empregado desde o início dos trabalhos de dimensionamento da ocorrência mineral até o final da lavra”
(Biondi, 2015)

A concentração de cobre nos basaltos do sudoeste do Paraná atende às especificações citadas para utilização do termo depósito mineral pois:

A) As ocorrências de cobre são de grande porte segundo constatado historicamente (Carvalho, 1944; Castro et al, 1983) e observações recentes em Arena (2014), Arena *et al.* (2014) e Baggio *et al.* (2017);

B) A relevância econômica dessas concentrações é significativa visto o aumento na demanda do cobre (Roskill, 2018), a atual exploração econômica de ocorrências semelhantes na China (Whan et al, 2010; Bing-Quan et al, 2006) e as novas técnicas de lavra e processamento de minérios de baixo teor (Alexander & Thomas, 2011; Laxman & Kumar, 2018);

C) Segundo o Sistema de Informações Geográficas da Mineração da Agência Nacional de Mineração (SIGMINE-ANM, 2018), os basaltos da área são alvos de pesquisa mineral no sudoeste do Paraná.

8. CONCLUSÕES

- O cobre nos basaltos do sudoeste do Paraná ocorre sob a forma de cobre metálico, crisocola, cuprita e malaquita em amígdalas, fraturas, juntas e disjunções;
- A origem deste metal são óxidos de Fe-Ti da matriz de basaltos que foram percolados por geofluidos de baixa temperatura que remobilizaram o cobre;
- O fluido que carregou o Cu é insaturado em S, por isso não se formaram sulfetos que geralmente são associados a depósitos econômicos deste metal. Isso se deve a provável perda de S pelo sistema durante o extravasamento das lavas.
- São observadas feições como vênulas preenchidas por minerais de cobre na matriz de brechas vulcânicas, indicando a atuação de processos explosivos. O aprofundamento no estudo desses processos explosivos em basaltos do Serra Geral pode resultar no detalhamento de processos mineralizadores de Cu.
- A partir de dados históricos e comparação com outras LIP's, a Província Ígnea do Paraná tem potencial econômico de cobre ainda a ser explorado;
- O cenário econômico e as condições das ocorrências de Cu na região permitem o uso dos termos mineralização e depósitos minerais.

Agregando os resultados obtidos nesta monografia a trabalhos prévios sobre cobre em basaltos na Província Ígnea do Paraná e outras formações geológicas semelhantes ao redor do planeta, propõe-se que as ocorrências desse metal no sudoeste do estado do Paraná são produto de três processos principais que culminaram na precipitação de minerais de Cu nos basaltos Serra Geral:

1. O cobre é aprisionado em óxidos de Fe-Ti durante a ascensão e cristalização do magma basáltico. Nessa etapa há pouca influência de contaminação crustal e/ou de rochas encaixantes, processo semelhante ao descrito nas mineralizações de Cu-Ni-EGP em Skaeegard (Arioli, 2008);
2. Fluidos hidrotermais de baixa temperatura e insaturados em S percolam os basaltos já resfriados, mobilizam o Cu presente nas estruturas intracristalinas dos minerais opacos. A origem desse fluido pode ser de aquíferos profundos cuja água foi aquecida por intrusões magmáticas, segundo Arena (2014);
3. Os elementos carregados por esses geofluidos, dentre eles o cobre, ao atingirem porções porosas das rochas vulcânicas (cavidades, juntas e brechas) precipitaram zeólitas, argilominerais, cuprita, crisocola, vidro vulcânico, malaquita e cobre metálico, como observado nas amostras de mão e

descrições de afloramentos que compõem o banco de dados. A precipitação desses materiais se dá pelo desequilíbrio físico-químico do fluido hidrotermal, possivelmente com atuação de processos vulcânicos explosivos (Arena, 2014; Arena *et al.*, 2014; Baggio *et al.*, 2017).

9. REFERÊNCIAS

- Alexander, P.O. and Thomas, H. (2011) Copper in Deccan basalts (India): review of the abundance and patterns of distribution. *Bol. Inst. Fisio. Geol.*, 79–81:107–112.
- Arena KR, Hartmann LA, Baggio SB (2014) Geological controls of copper, gold and silver in the Serra Geral Group, Realeza region, Paraná, Brazil. *Ore Geol Rev* 63:178–200
- Arena, K. R.; 2014. Controles Geológicos do Cobre, Ouro e Prata no Grupo Serra Geral na Região de Realeza, Paraná, Brasil. 2014. Tese de Mestrado em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Geociências – Programa de Pós-Graduação em Geociências. Porto Alegre – RS.
- Arioli, E.E. 2008. Arquitetura faciológica da sequência vulcânica e o significado exploratório das anomalias geoquímicas de Elementos do Grupo da Platina (EGP) e metais associados no Sistema Magmático Serra Geral, Estado do Paraná, Brasil. Tese de Doutorado. Setor de Ciência da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, pp. 194.
- Baggio, S. B., Hartmann, L. A., Lazarov, M., Massonne, H. J., Opitz. J., Theye, T., Vieffhaus, T. 2017. Origin of native copper in the Paraná volcanic province, Brazil, integrating Cu stable isotopes in a multi-analytical approach. *Mineralium Deposita*, 53, 417-434
- Bellieni, G.; Brotzu, P.; Comin-Chiaramonti, P.; Ernesto, M.; Melfi, A.J.; Pacca, I.G.; Piccirillo, E.M.; Stolfa, D. 1984a. Petrological and paleomagnetic data on the plateau basalt to rhyolite sequences of the Southern Paraná Basin (Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 55, n. 4, p. 355–383.
- Bellieni, G.; Comin-Chiaramonti, P.; Marques, L.S.; Melfi, A.J.; Nardy, A.J.R.; Piccirillo, E.M.; Roisemberg, A. 1984b. High- and low-TiO₂ flood basalts from the Paraná plateau (Brazil): petrology and geochemical aspects bearing on their mantle origin. *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, v. 150, p. 273–306.
- Bing-Quan, Z., Yao-Guo, H., Zheng-Wei, Z., Xue-Jun, C., Tong-Mo, D., Guang-Hao, C., Jian-467 Hua, P., Yong-Ge, S., De-Han, L., Xiang-Yang, C. (2007). Geochemistry and geochronology of native copper mineralization related to the Emeishan flood basalts, Yunnan Province, China. 469 *Ore Geology Reviews*, 32, 366–380
- Biondi, J.C. Processos metalogenéticos e os depósitos minerais brasileiros. São Paulo, Oficina de Textos, 528 p., 2003.
- Bornhorst, T. J., Paces, J. B., Grant, N. K., Obradovich, J. D., and Huber, N. K., 1988, Age of native copper mineralization, Keweenaw Peninsula, Michigan: *Economic Geology*, v. 83, p. 619–625

- Boynton, W.V. 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements; meteorite studies. In: Henderson, P. (eds.). Rare earth element geochemistry. Elsevier, Amsterdam, p. 63-114.
- Coffin, M. F., Eldholm, O. 1994. Large Igneous Provinces: Crustal structure, dimensions, and external consequences. *Rev. Geophys.*, 32: 1–36.
- Cornwall, H.R. (1956) A summary of ideas on the origin of native copper deposits. *Econ. Geol.*, 51:615–631.
- Frank, H.T., Gomes, M.E.B., Formoso, M.L.L., 2009. Review of the areal extent and volume of the Serra Geral Formation, Paraná Basin, South America. *Pesqui. Geosci.* 36:49–57.
- Gomes, A., Licht, O. A. B., Vasconcellos, E. M.G., SOARES, J.2018. Chemostratigraphy and evolution of the Paraná Igneous Province volcanism in the central portion of the state of Paraná, Southern Brazil. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, [online]355:253-269.
- Irvine, T.N.; Baragar, W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8: 523-548.
- Licht, O.A.B. 2014. A evolução do conhecimento sobre a Província Ígnea do Paraná - Dos primórdios até 1950. São Paulo, *Revista do Instituto Geológico*, 35.2: 71-106.
- Licht, O.A.B., Arioli, E.E., 2012a. Statistic behavior of major and minor elements in basic,intermediate and acidic rocks of the Serra Geral Formation and Arapey Group, Paraná Large Igneous Province, South America. *Pesquisas em Geociências*, 39(3): 247-267.
- Licht, O.A.B.; Lima, E.F. 2014. A Associação dos gaps de Si-Zr-Ti-P na subdivisão das rochas da Província Ígnea do Paraná. 47° Congresso Brasileiro de Geologia, 2014, Salvador. Anais.
- Licht,O. A. B.. 2018. Multiscale, multimedia and multi-element geochemical mapping of the State of Paraná, Brazil. *Geochimica Brasiliensis* (online) Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/geobras/article/view/12810>. Acesso em 9 fevereiro 2019.
- Lindgren, W. 1911. Some Modes of Disposition of Copper Ores in Basic Rocks. Society of Economic Geologists, Inc., *Economic Geology*, v.6., pp 687-700
- Mantovani, M.S.M.; Marques, L.S.; de Sousa, M.A.; Civetta, L.; Atalla, L.; Innocenti, F. 1985. Trace element and strontium isotope constraints on the origin and evolution of the Paraná Continental Flood Basalts of Santa Catarina State (Southern Brazil). *J. Petrol.*, 26: 187-209. 1985;

Marques, L. S., Ernesto, M. O magmatismo toleítico da Bacia do Paraná. In: Mantesso neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, A. D. R.; Brito-Neves, B. B. (eds.). 2004. Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, p. 245-264.

MCDonough, W. S.; SUN, I; Ringwood, A. E.; E. Jagoutz, e Hofmann, A. W. 1991. Potassium, rubidium, and cesium in the Earth and Moon and the evolution of the Mantle of the Earth. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 5. 6: 1001-1012

Melfi, A. J., Piccirillo, E. M., Nardy, A. J. Geological and magmatic aspects of the Paraná Basin: an introduction. In: Piccirillo, E. M., Melfi, A. J. (Ed.). 1988. The Mesozoic Flood Volcanism of the Paraná Basin: petrogenetic and geophysical aspects. São Paulo: IAG-USP, p. 1-13.

Milani, E. J. 1997. Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2v

Milani, E.J., Melo, J. H. G., Souza, P. A., Fernandes, L. A., França, A. B., 2007. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, 15(2): 265– 287.

Peate, D. W. 1997. The Paraná-Etendeka Province. In: Mahoney, J.J., Coffin, M.F. (Eds.), *Large Igneous Provinces: Continental, Oceanic, and Planetary Flood Volcanism*. Am. Geophys. Union Geophys. Monogr. vol. 100, pg. 217-246.

Peate, D. W.; Hawkesworth, C. J.; Mantovani, M. S. M. 1992. Chemical stratigraphy of the Paraná lavas (South America): classification of magma types and their spatial distribution, *Bulletin of Volcanology*, vol. 55, pg. 119-139.

Piccirillo, E.M., Melfi, A.J., Comin-Chiaramonti, P., Bellieni, G., Ernesto, M., Marques, L.S., Nardy, A.J.R., Pacca, I.G., Roisenberg, A., Stolfa, D., 1988. Continental flood volcanism from the Paraná Basin (Brazil). In: MacDougall, J.D. (Ed.), *Continental Flood Basalts*. Kluwer Acad. Publ., pp. 195–238.

Pinto VM, Hartmann LA, Wildner W (2011b) Epigenetic hydrothermal origin of native copper and supergene enrichment in the Vista Alegre district, Paraná basaltic province, southernmost Brazil. *Int Geol Rev* 53:1163–1179

ProbPlot - a webapp designed for the partitioning of multi-population geochemical datasets. Desenvolvido por Campos, F. F. e Licht, O. A. B., disponível em <https://ezcorrgraph.firebaseio.com/teste/geoestatisticas.html>

ROSKILL- Market Reports: Copper Demand to 2035, 1st Edition. 2019. Disponível em: <https://roskill.com/market-report/copper-demand-to-2035/>. Acesso em 4 fevereiro 2019.

SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas de Mineração. desenvolvido pela Coordenação de Geoprocessamento – CGEO/CGTIG. Disponível em http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/?fbclid=IwAR3ge7tQu6PkbYz52Xk3LFwX23-yyEsGtk8v78wSn_I0-pJXlvobWvX4uSI

Stewart, K., Turner, S., Kelley, S., Hawkesworth, C., Kirstein, L., Mantovani, M. 1996. 3-D, 40Ar/39Ar geochronology in the Paraná continental flood basalt province. *Earth Planet. Sci. Lett.* 143, 95–109.

Szubert EC, Grazia CA, Shintaku I (1979) Projeto Cobre em Itapiranga. CPRM SUREG, Porto Alegre 474 pp

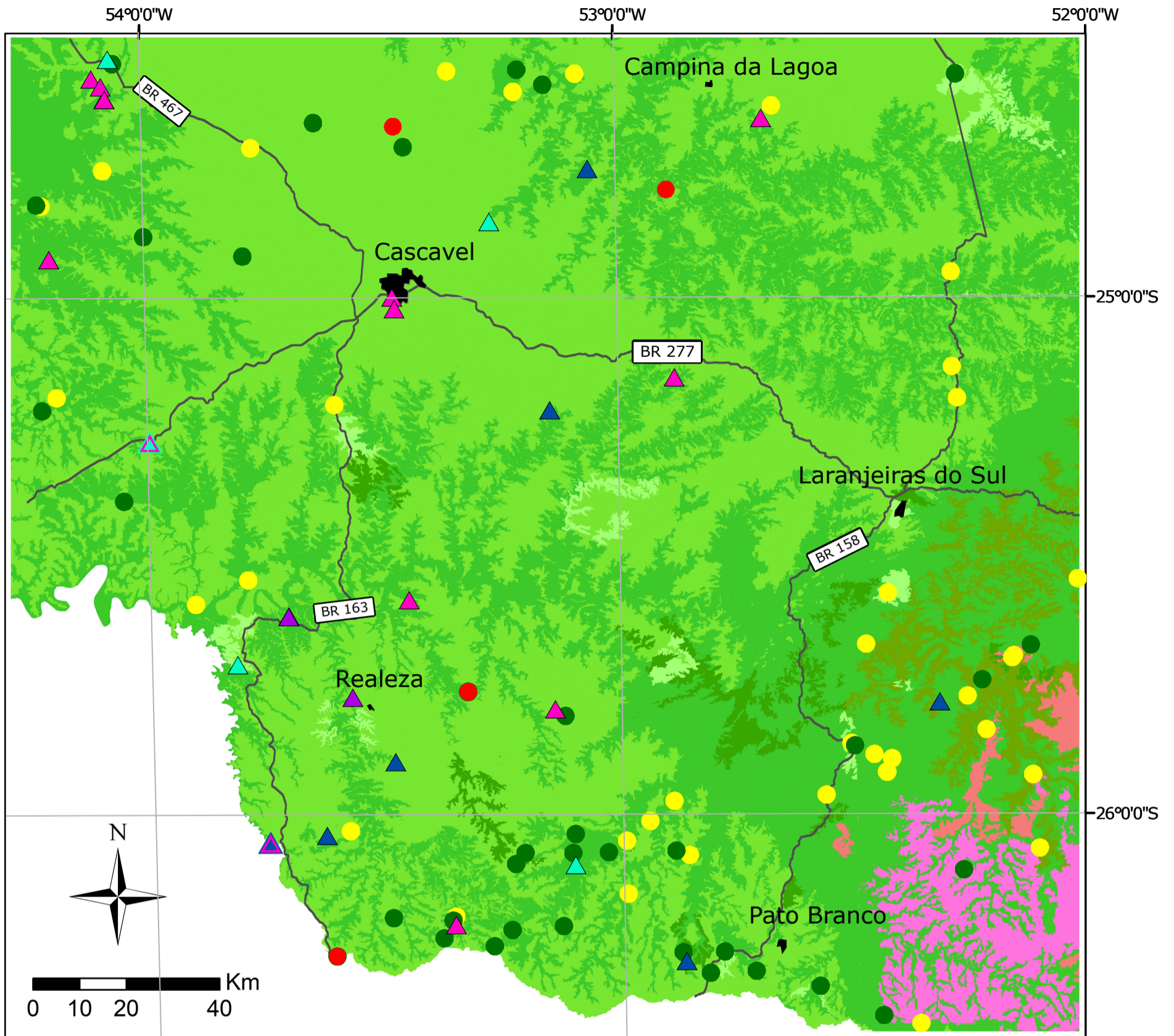
Thiede, D. S., Vasconcellos, P. M., 2010. Paraná flood basalts: rapid extrusion hypothesis confirmed by new 40Ar/39Ar results. *Geology* 38 (8), 747–750.

Wang C.I., Zhou M-F, Qi. L.; Hou S., Gao H., ZHANG Z., MALPAS J. 2006. The Zhaotong Native Copper Deposit Associated with the Permian Emeishan Flood Basalts, Yunnan, Southwest China - *International Geology Review*, Vol. 48, 2006, p. 742–753. 2006 by V. H. Winston & Son, Inc.



White C (1908) Relatório Final. Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brazil. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro. Re-impressão - Edição Comemorativa: 100 anos do Relatório White, CPRM, 2008, Belo Horizonte, 617 pp.

ANEXO I: Mapa de ocorrências de cobre na Província Ígnea do Paraná, sudoeste do Paraná







Mapa de ocorrências de cobre na Província Ígnea do Paraná, sudoeste do Paraná - 1:1.000.000









Convenções Cartográficas

-  Rodovia Federal
-  Perímetro Urbano




Tipos Geoquímicos (Licht, 2018)

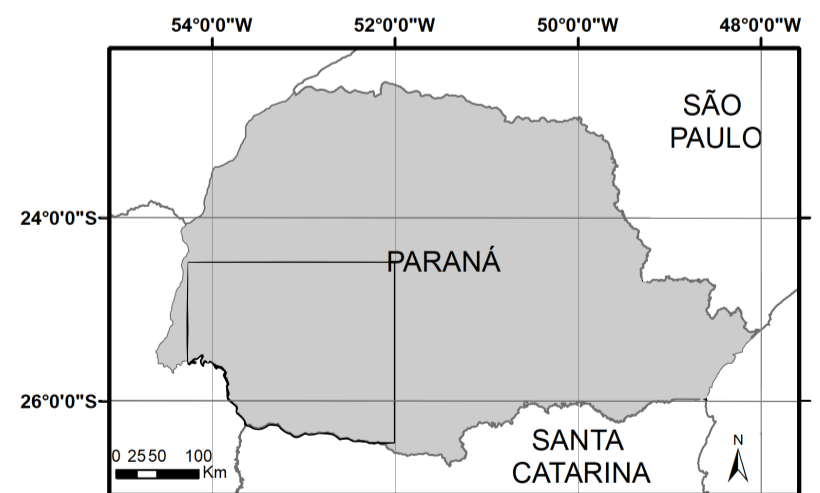
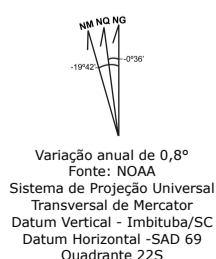
-  Tipo 1 CN
-  Tipo 1 S
-  Tipo 2
-  Tipo 3
-  Tipo 4
-  Tipo 9 SE
-  Tipo 14



Ocorrências de cobre

-  Tipo I
-  Tipo II
-  Tipo III
-  Tipo IV
-  Tipos I e II
-  Tipos I e IV

Subpopulações segundo teor em Cu

-  Subpopulação A
-  Subpopulação B
-  Subpopulação C



 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ SETOR CIÊNCIAS DA TERRA DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA		
Mapa de ocorrências de cobre na Província Ígnea do Paraná, sudoeste do Paraná		
Disciplina: Trabalho de Conclusão de Curso		
Aluna: Ana Clara Torres Muller		Orientadora: Eleonora Maria Gouvea Vasconcelos
Escala: 1:1.000.000	Data: Novembro/2019	Co-orientador: Otavio Augusto Boni Licht

ANEXO II: Tabela de descrição de afloramentos

PONTO	DESCRIÇÃO
CAP 01	Lavra experimental. Cu nativo, cuprita e minerais oxidados de cobre. Linha Vaca Branca
EA-0689	Dique ou sill Matacões de basalto cinza-escuro parcialmente esverdeado com glóbulos ovais de vidro cloritizado localmente revestidos por Cu nativo. Mesma rocha aflora alterada com núcleos preservados.
EA-0835	Afloramento Basalto maciço cinza arroxeadado e esverdeado, fanerítico fino. Disjunções colunares trigonais e quadráticas, decimétricas e descontínuas. Amígdalas raras, dispersas (<1% da rocha), de 1 a 2 mm com formato ovalado; preenchidas por vidro cloritizado e cobre nativo, com alterações de cloritização e oxidação dos máficos.
EA-1391	Basalto fanerítico fino maciço cinza-médio com bastante magnetita disseminada < 1 mm e alguns grãos de Cu nativo do mesmo tamanho. Poucas amígdalas dispersas ovais em torno de 5 mm de quartzo.
EA-1634	Corte basalto fanerítico fino maciço cinza-escuro com cobre nativo disseminado <0,5mm
EA-1669	Pedreira PM Mal. Cândido Rondon. Basalto cinza fanerítico médio africo rico em vidro disperso e em aglomerados irregulares e lentes horizontais 1 mm espaçadas 10 cm. Disjunção quadrática de 2-4 m no topo e sigmoidal-acunhada 15-50 cm abaixo, no núcleo do derrame que tem pelo menos 20 m de espessura com disjunção horizontal planar de inflação. Cu nativo de 1a 5mm, calcita e vidro formam-se em juntas que também mostram estrias de falha.
EA-1695	Pedreira Petrocon. Frente 200 x 20 m com disjunção sigmoidal e em cunha. Basalto maciço fanerítico fino cinza-arroxeadado com Cu nativo nas juntas e vesículas com malaquita e crisocola. Limonita e sílica revestem as juntas de um modo geral. Na base do corte a disjunção tabular é mais fina
EA-1734	Pedreira com 5 m altura e 60 m extensão (PM Braganey em Longuinópolis). Basalto cinza-escuro, fanerítico médio, rico em glóbulos e lentes de vidro negro com Cu nativo em folhas < 2 cm e juntas onde pirolusita ou vidro mostra hábito tubiforme.
EA-1739	Pedreira PM Corbéia 200 x 30 m. Derrame tabular de basalto maciço fanerítico fino sem cloritização visível, exceto localmente com pegmatitos finos de dimensões cm. Juntas forradas por sílica limonita e clorita mais Cu nativo disperso.
EA-1964	Basalto cinza fanerítico fino a médio maciço com nódulos ovais e estirados de vidro negro em planos de disjunção recobertos por vidro, óxido de Mn e Fe, calcita e cobre nativo
GA-201	Basalto fanerítico grãos de 2mm textura típica de dique (intrusiva). Pequenos grãos de Cu nativo em cavidades intemperizadas. Aparecem porções mais grossas que a matriz (1x5cm) ricas em magnetita (Micro cumulados?)
GA-301	Pedreira de Marechal Rondon. Basaltos verde escuro afanítico a fanerítico fino com fragmentos de cumulados. Aparecem raras amígdalas com Cu nativo
GA-313	Basalto verde escuro com vesículas verdes as vezes com Cu nativo

PONTO	DESCRIÇÃO
GA-314	Pedreira a Sul de Cândido Rondon rica em Cu-nativo com suspeita de ligas amarelo dourada de serem o próprio Au. O Controle parece estar associado ao fraturamento E-W e principalmente ao N40E bem como à dissolução do Cu das amígdalas (primário)
GA-410	Pedreira em Matelândia . Ocorrência de Cu nativo em fraturas em amígdalas verdes. Basaltos cinza esverdeados a rosados, faneríticos com presença de veios de quartzo bandados E-W/90 . Também aparecem níveis mais grosseiros junto a venulações de quartzo
JCC274	Ocorre cobre nativo na amígdala
LAG 01	Ocorrência de oxidados de cobre na zona vesicular de um derrame pahoehoe. Estruturas de topo do derrame muito bem expostas Estruturas de fluxo do derrame superior evidentes assim como o contato entre os dois derrames Cu nativo, cuprita, malaquita e crisocola.
OL 3079	Pedreira clandestina (?) em duas frentes. Basalto cinza fanerítico médio com massas de vidro por vezes alinhadas. Vesículas preenchidas por vidro e /ou cobre nativo, calcedônia ou opala branca. Observados alguns blocos com pegmatito básico com cristais
OL-2000	Basalto escuro, granulação fina, porém localmente granulação média. Venulações com preenchimento de obsidiana negra. Amígdalas preenchidas com obsidiana negra. Informações dos operários : às vezes aparecem lâminas de Cu nativo em fraturas.
OL-2077	Basalto preto, granulação média, localmente granulação grossa em lentes ou massas arredondadas. Ocorrem alguns agregados de obsidiana esverdeada com freqüentes filamentos de cobre nativo. Pode ser uma soleira ou dique espesso. Não foram identificadas est
OL-2140	Basalto de granulação fina, maciço, cinza com amígdalas e preenchimento de fraturas com obsidiana. Informação com operário é que ocorrem filamentos de cobre nativo. Presença de diversos níveis de rocha de granulação grossa, gabróide.
OL-2142	Ocorrência de cobre nativo e oxidados disseminados no basalto brechado.O local já foi objeto de pesquisa mineral. Linha Vaca Branca
OL-2181A	Basalto cinza, maciço, granulação média. Horizonte de gabro, escuro, com mineral cor de carne e cristais de piroxênio em feixes recurvados . com até 3 cm de comprimento. Algumas vesículas com obsidiana e cobre nativo.
OL-2186	Basalto cinza claro, granulação fina a média. Algumas amígdalas de clorita e quartzo. Mineral cor de carne na matriz, metálicos amarelo avermelhados (talvez cobre nativo ?) e cinza.
OL-2188	Basalto cinza escuro, granulação fina com algumas amígdalas de vidro com cobre nativo. Disseminações finíssimas de cobre nativo. Algumas estruturas de fluxo com amígdalas orientadas.
Pedreira Rio Quati	Ocorrência de Cu nativo com Au e Ag Bagio <i>et al.</i> 2014. Silica gossans sobre mineralizações de cobre nativo, ouro e prata no Grupo Serra Geral. In: Hartmann L.A., Baggio, S.B. (org.) Metalogenia e exploração mineral no grupo Serra Geral. Cap 7. Porto Ale
REA 01	Ocorrência Cu nativo e oxidados. Linha Capanema

ANEXO III: Tabelas de litogeoquímica

Tabela de posição geográfica e características das amostras analisadas

SIGLA	UTME SAD69	UTMN SAD69	ZONA UTM	ALT	TIPO AMOSTRA	OCORRENCIA	TEXTURA
CH-5	356345	7132782	22 S	811	Galeria	derrame	
CH-5	356345	7132782	22 S	811	Galeria	derrame	
SL-1	266510	7149897	22 S	548	Pedreira	derrame	
SL3A/1	266510	7149897	23 S	548	Pedreira	derrame	
SL3A/10	266510	7149897	24 S	548	Pedreira	derrame	
SL3A/11	266510	7149897	25 S	548	Pedreira	derrame	
SL3A/2	266510	7149897	26 S	548	Pedreira	derrame	
SL3A/3	266510	7149897	27 S	548	Pedreira	derrame	
SL3A/6	266510	7149897	28 S	548	Pedreira	derrame	
SL3A/7	266510	7149897	29 S	548	Pedreira	derrame	
SL3A/8	266510	7149897	30 S	548	Pedreira	derrame	
SL3B/1	266510	7149897	32 S	548	Pedreira	derrame	
SL3B/2	266510	7149897	33 S	548	Pedreira	derrame	
SL3C/1A	266510	7149897	34 S	548	Pedreira	derrame	
SL3C/1B	266510	7149897	35 S	548	Pedreira	derrame	
SL3C/2	266510	7149897	36 S	548	Pedreira	derrame	
SL3C/3	266510	7149897	37 S	548	Pedreira	derrame	
SL4A/1	266510	7149897	38 S	548	Pedreira	derrame	
SL4A/2	266510	7149897	39 S	548	Pedreira	derrame	
SL4A/3	266510	7149897	40 S	548	Pedreira	derrame	
SL4B/1	266510	7149897	41 S	548	Pedreira	derrame	
EA-0166	370906	7282439	22 S	778	Saibreira	derrame	Fanerítico fino
EA-0316	363679	7078931	22 S	1103	Afloramento	dique	
EA-0344	355687	7080594	22 S	881	Matacoes	dique	
EA-0593	342042	7086882	22 S	849	Afloramento	derrame	
EA-0745	241355	7120030	22 S	510	Saibreira	derrame	
EA-0825	252383	7083250	22 S	822	Afloramento	derrame	
EA-0837	264034	7101709	22 S	612	Afloramento	derrame	
EA-0848	272208	7095348	22 S	862	Pedreira	derrame	
EA-0874	250653	7101406	22 S	657	Afloramento	dique	
EA-0880	263407	7100908	22 S	547	Afloramento	dique	
EA-0883-2	261480	7097059	22 S	857	Afloramento	derrame	
EA-0894	294340	7077096	22 S	783	Leito de estrada	derrame	

Tabela de posição geográfica e características das amostras analisadas

SIGLA	UTME SAD69	UTMN SAD69	ZONA UTM	ALT	TIPO AMOSTRA	OCORRENCIA	TEXTURA
EA-0965	276795	7112965	22 S	775	Afloramento	dique	
EA-0967	289071	7115340	22 S	740	Pedreira	dique	
EA-0991	286991	7099655	22 S	729	Afloramento	dique	
EA-1006	275983	7098865	22 S	768	Afloramento	derrame	
EA-1025	278804	7115388	22 S	704	Afloramento	dique	
EA-1033	289536	7119418	22 S	558	Pedreira	derrame	Hipohialino
EA-1039	296697	7115530	22 S	588	Afloramento	derrame	
EA-1045	331429	7275602	22 S	452	Pedreira	derrame	Fanerítico fino
EA-1054	238483	7093128	22 S	819	Pedreira	derrame	
EA-1080	397248	7174249	22 S	925	Pedreira	derrame	Hipohialino
EA-1081	387097	7160066	22 S	849	Afloramento	derrame	Hipohialino
EA-1083	383163	7157364	22 S	791	Afloramento	derrame	Hipohialino
EA-1084	383497	7157789	22 S	795	Pedreira	derrame	Hipohialino
EA-1084c	383497	7157789	22 S	795	Pedreira	derrame	Hipohialino
EA-1087-1	376716	7152642	22 S	516	Afloramento	derrame	
EA-1088	373584	7149178	22 S	568	Afloramento	derrame	Fanerítico grosso
EA-1091	348648	7138951	22 S	714	Afloramento	derrame	Fanerítico medio
EA-1154	356463	7171255	22 S	792	Afloramento	derrame	
EA-1155	351850	7160269	22 S	500	Afloramento	derrame	Fanerítico medio
EA-1162	371330	7212965	22 S	879	Pedreira	derrame	Fanerítico medio
EA-1164A	370221	7219672	22 S	653	Afloramento	derrame	Hipohialino
EA-1227	237825	7211272	22 S	728	Afloramento	derrame	Fanerítico medio
EA-1239	287355	7144741	22 S	538	Afloramento	derrame	
EA-1290B	377691	7141967	22 S	794	Afloramento	derrame	Hipohialino
EA-1293	387661	7132329	22 S	612	Afloramento	derrame	
EA-1293A	387661	7132329	22 S	613	Afloramento	derrame	
EA-1293B	387661	7132329	22 S	614	Afloramento	derrame	
EA-1504	308886	7257534	22 S	506	Afloramento	derrame	
EA-1514	369927	7240021	22 S	734	Pedreira	derrame	
EA-1604C	356378	7132765	22 S	801	Garimpo	derrame	
EA-1607	343313	7127926	22 S	794	Afloramento	derrame	Fanerítico medio
EA-1611	349431	7138467	22 S	708	Afloramento	derrame	

Tabela de posição geográfica e características das amostras analisadas

SIGLA	UTME SAD69	UTMN SAD69	ZONA UTM	ALT	TIPO AMOSTRA	OCORRENCIA	TEXTURA
EA-1612A	353613	7136594	22 S	780	Afloramento	derrame	
EA-1615	357385	7135710	22 S	765	Afloramento	derrame	
EA-1615A	357385	7135710	22 S	765	Afloramento	dique	
EA-1634	312704	7094103	22 S	793	Corte de estrada	derrame	Fanerítico fino
EA-1642	310766	7126558	22 S	497	Afloramento	derrame	Fanerítico medio
EA-1643	305617	7122187	22 S	612	Afloramento	derrame	Fanerítico medio
EA-1645	300558	7117974	22 S	561	Pedreira	derrame	
EA-1650	311154	7115835	22 S	679	Pedreira	derrame	Afanítico
EA-1651	314080	7114914	22 S	605	Pedreira	derrame	
EA-1659	328331	7090077	22 S	792	Afloramento	derrame	
EA-1666	219752	7266326	22 S	520	Pedreira	derrame	Fanerítico grosso
EA-1671	173903	7254105	21 S	343	Blocos in situ	derrame	Fanerítico medio
EA-1690	196842	7247337	21 S	501	Afloramento	derrame	Afanítico
EA-1691	218103	7243184	22 S	482	Afloramento	derrame	Fanerítico medio
EA-1699	250352	7271035	22 S	557	Afloramento	derrame	Fanerítico fino
EA-1700	252454	7266638	22 S	547	Afloramento	derrame	Fanerítico medio
EA-1703	261764	7282910	22 S	431	Afloramento	derrame	Fanerítico medio
EA-1713B	276001	7278456	22 S	538	Pedreira	derrame	
EA-1716	282387	7280016	22 S	442	Corte de estrada	derrame	Fanerítico fino
EA-1719	289268	7282393	22 S	441	Afloramento	derrame	Fanerítico medio
EA-1725	276823	7283177	22 S	343	Afloramento	derrame	Afanítico a fanerítico fino
EA-1964	190172	7284430	22S	392	Afloramento	derrame	Fanerítico fino
EA-1980	188063	7261469	22S	281	Afloramento	derrame	Afanítico a fanerítico fino
EA-1985	174846	7253832	22S	388	Afloramento	derrame	
EA-2017	178316	7212708	22S	295	Afloramento	derrame	Fanerítico fino
EA-2025	175191	7209914	22S	323	Afloramento	derrame	Fanerítico fino
EA-2051	192741	7190570	22S	355	Afloramento	derrame	Fanerítico medio
IG-204	219378	7173670	22 S	239	Afloramento	derrame	Fanerítico fino
IG-207	208201	7168547	22 S	242	Afloramento	derrame	Fanerítico fino
LC-02-3	389048	7116556	22 S	1028	Afloramento	derrame	
LC-08-1	372844	7111923	22 S	930	Afloramento	derrame	

Tabela de óxidos (FRX)

SIGLA	SL3C/1B	SL3C/2	SL3C/3	SL4A/1	SL4A/2	SL4A/3	SL4B/1	EA-0166	EA-0316	EA-0344	EA-0593	EA-0745	EA-0825	EA-0837	EA-0848
LOI	1,17	0,94	1,01	1,38	1,24	1,17	0,78	2,34	0,92	3,4	3,41	1,25	1,06	1,6	0,77
SiO ₂	51,87	49,89	49,84	49,69	49,78	49,9	49,81	50,85	49,75	50,2	50,11	50,49	51,38	50,62	51,1
TiO ₂	3,07	1,98	2,1	3,17	3,18	2,54	2,2	2,16	3,57	3,22	3,19	1,76	2,42	1,73	2,38
Al ₂ O ₃	11,99	13,59	13,48	12,93	12,32	13,07	13,39	12,79	12,8	13,02	12,8	13,84	12,79	13,82	12,63
FeO	16,42	13,8	14,12	16,59	17,06	15,37	14,23	15,62	15,64	15,22	15,48	13,11	15,63	13,2	15,9
MnO	0,23	0,21	0,21	0,24	0,22	0,22	0,21	0,23	0,24	0,24	0,23	0,21	0,23	0,19	0,23
MgO	4,1	6,32	6,27	4,52	4,59	5,16	6,12	5,39	4,86	4,77	5,13	6,67	4,86	6,16	5
CaO	7,48	10,67	10,47	8,75	8,71	9,86	10,44	9,81	8,57	9,1	8,98	10,6	8,72	10,83	8,76
Na ₂ O	2,62	2,43	2,39	2,59	2,53	2,5	2,45	2,27	2,64	2,51	2,44	2,3	2,49	2,33	2,45
K ₂ O	1,82	0,89	0,9	1,24	1,33	1,11	0,93	0,64	1,42	1,32	1,27	0,83	1,21	0,93	1,3
P ₂ O ₅	0,4	0,21	0,21	0,29	0,29	0,27	0,22	0,23	0,51	0,39	0,37	0,18	0,27	0,18	0,26

SIGLA	EA-0874	EA-0880.2	EA-0883-2	EA-0894.1	EA-0965	EA-0967	EA-0991	EA-1006	EA-1025.1	EA-1033.2	EA-1039	EA-1045	EA-1054	EA-1080	EA-1081
LOI	0,84	1,14	0,77	0,64	1,25	1,08	1,51	2,76	2,69	1,89	6,11	0,98	0,86	1,69	1,74
SiO ₂	51,09	50,8	51,44	51,47	51,02	50,54	50,51	50,93	51,04	50,35	50,05	50,34	49,8	50,17	50,18
TiO ₂	2,18	2,06	2,41	2,45	2,21	2,27	2,2	2,5	2,43	2,4	2,6	1,75	2,08	4,06	4,01
Al ₂ O ₃	13,2	13,54	12,65	12,54	13,16	12,45	11,91	12,7	13,46	13,03	13,23	13,81	13,6	12,55	12,52
FeO	14,71	14,03	15,67	15,93	14,96	15,52	15,51	16,2	15,51	15,16	15,33	13,02	14,32	15,49	15,76
MnO	0,23	0,22	0,22	0,21	0,23	0,25	0,24	0,24	0,21	0,22	0,2	0,22	0,22	0,22	0,21
MgO	5,51	5,95	4,84	4,61	5,54	5,96	6,72	4,91	4,91	5,69	6,15	6,71	6,49	4,49	4,47
CaO	9,5	9,75	8,78	8,67	9,05	9,49	9,67	8,85	8,84	9,31	9	10,79	10,24	8,46	8,38
Na ₂ O	2,5	2,45	2,55	2,66	2,47	2,37	2,18	2,47	2,4	2,47	2,29	2,36	2,34	2,76	2,83
K ₂ O	0,81	0,97	1,17	1,19	1,11	0,91	0,84	0,89	0,9	1,09	0,85	0,83	0,69	1,26	1,11
P ₂ O ₅	0,25	0,22	0,27	0,27	0,25	0,24	0,23	0,3	0,29	0,27	0,3	0,18	0,23	0,53	0,53

SIGLA	EA-1083	EA-1084	EA-1084c	EA-1087-1	EA-1088	EA-1091	EA-1154	EA-1155	EA-1162	EA-1164A	EA-1227	EA-1239	EA-1290B	EA-1293	EA-1293A
LOI	0,83	1,54	0,77	0,86	1,7	3,71	4,13	1,55	1,6	1,8	1,5	3,87	1,26	1,14	1,1
SiO ₂	50,03	50,17	50,22	50,55	50,48	50,09	49,22	51,8	50,84	51,55	51,2	52,29	50,11	50,19	49,88
TiO ₂	4,04	4,02	4,12	2,11	2,1	3,28	3,03	3,82	2,47	3,55	3,23	2,62	4,06	1,04	0,95
Al ₂ O ₃	12,56	12,37	12,43	13,32	13,84	12,91	12,69	12,92	13,16	12,67	11,47	12,39	12,45	15,13	15,43
FeO	15,54	15,8	15,51	14,42	14,1	16,82	16,09	14,82	14,43	15,32	17,85	15,48	15,66	11,58	11,42
MnO	0,22	0,22	0,21	0,22	0,2	0,23	0,23	0,19	0,15	0,2	0,21	0,17	0,21	0,16	0,17
MgO	4,47	4,37	4,4	5,77	5,9	4,36	5,69	3,98	5,59	4,08	3,76	4,75	4,44	7,05	7,39
CaO	8,26	8,53	8,16	9,97	10,11	7,66	9,38	7,43	9,39	8,3	7,67	6,59	8,45	11,84	11,77
Na ₂ O	2,66	2,86	2,73	2,45	2,27	2,24	2,35	2,77	2,32	2,92	2,67	2,65	2,82	2,31	2,27
K ₂ O	1,67	1,13	1,67	0,95	0,79	2,03	0,97	1,75	1,36	0,91	1,55	2,74	1,28	0,61	0,6
P ₂ O ₅	0,54	0,52	0,53	0,23	0,2	0,37	0,34	0,53	0,28	0,5	0,38	0,33	0,52	0,1	0,11

Tabela de óxidos (FRX)

SIGLA	EA-1293B	EA-1504	EA-1514	EA-1604C	EA-1607	EA-1611	EA-1612A	EA-1615	EA-1615A	EA-1618	EA-1631	EA-1632	EA-1632	EA-1634	EA-1642
LOI	0,3	0,99	1,98	4,02	1,86	1,63	1,32	2,7	1,87	2,62	1,02	3,66	3,66	0,98	1,44
SiO ₂	50,34	49,96	50,36	49,91	49,82	50,8	50,64	48,48	50,19	50,18	49,95	49,24	49,24	50,22	50,68
TiO ₂	1,11	2,07	2,23	3,85	3,74	3,37	3,75	3,41	3,75	2,23	2,34	3,56	3,56	2,31	3,34
Al ₂ O ₃	14,84	13,6	13,53	13,09	12,85	12,75	12,65	13,35	12,62	13,41	13,21	13,2	13,2	13,23	12,69
FeO	12,11	14,22	14,32	15,27	16,15	15,59	15,57	16,04	15,45	14,59	14,79	15,56	15,56	14,74	15,56
MnO	0,19	0,21	0,2	0,22	0,24	0,23	0,25	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,2
MgO	7,26	6,49	5,58	4,51	4,37	4,37	3,87	5,15	4,55	5,87	5,74	4,63	4,63	5,82	4,25
CaO	11,12	10,16	10,12	8,36	8,29	8,3	8,17	8,99	8,32	10,1	9,69	9,7	9,7	9,67	8,49
Na ₂ O	2,28	2,35	2,6	2,54	2,64	2,91	2,82	2,53	2,65	2,4	2,57	2,52	2,52	2,48	2,72
K ₂ O	0,62	0,69	0,8	1,6	1,32	1,2	1,6	1,45	1,62	0,75	1,21	1	1	1,02	1,61
P ₂ O ₅	0,13	0,23	0,24	0,64	0,58	0,49	0,69	0,38	0,62	0,25	0,28	0,35	0,35	0,27	0,46

SIGLA	EA-1643	EA-1645	EA-1650	EA-1651	EA-1659	EA-1666	EA-1671	EA-1690	EA-1691	EA-1699	EA-1700	EA-1703	EA-1703	EA-1713B	EA-1716
LOI	2,15	1,6	1,2	3,4	1,13	0,63	1,08	1,2	0,96	2,15	1,17	1,96	1,96	1,95	0,6
SiO ₂	49,99	49,87	51,01	51,02	49,55	49,96	51,89	51,5	51,59	50,22	51	50,7	50,7	50,62	51,39
TiO ₂	2,35	2,28	2,53	3,31	2,34	2,45	2,49	2,33	2,32	2,59	2,65	2,23	2,23	2,59	2,34
Al ₂ O ₃	13,34	13,33	12,88	11,42	13,26	13,03	12,54	12,66	12,57	12,89	12,5	12,33	12,33	12,65	12,55
FeO	14,92	14,62	16,04	17,82	14,93	15,18	15,91	15,64	15,46	16,21	16,08	15,86	15,86	16,35	15,59
MnO	0,2	0,19	0,18	0,22	0,23	0,21	0,18	0,2	0,23	0,22	0,23	0,24	0,24	0,22	0,24
MgO	5,58	5,98	4,3	4,63	5,96	5,34	4,08	4,85	4,98	5,24	4,67	6,1	6,1	4,89	4,88
CaO	9,28	10,07	8,68	7,42	10,19	9,82	8,24	8,67	8,55	8,74	8,41	9,01	9,01	9,25	8,69
Na ₂ O	2,55	2,38	2,75	2,26	2,34	2,73	2,71	2,68	2,49	2,59	2,61	2,23	2,23	2,38	2,7
K ₂ O	1,51	1	1,33	1,41	0,91	0,98	1,67	1,2	1,54	0,99	1,54	1,07	1,07	0,74	1,35
P ₂ O ₅	0,28	0,28	0,29	0,5	0,29	0,28	0,29	0,27	0,26	0,31	0,3	0,24	0,24	0,31	0,26

SIGLA	EA-1719	EA-1725	EA-1964	EA-1980	EA-1985	EA-2017	EA-2025	EA-2051	IG-204	IG-207	LC-02-3	LC-08-1
LOI	1,36	0,7	0,93	1,08	2,31	3,32	0,85	1,85	2,53	2,63	1,86	1,89
SiO ₂	50,42	51,7	51,37	51,31	49,21	50,33	51,32	50,21	49,07	49,77	52,92	49,81
TiO ₂	2,17	2,5	2,38	2,46	2,08	2,04	2,34	1,96	2,38	2,33	1,46	4,08
Al ₂ O ₃	11,58	12,51	12,56	12,41	13,69	13,31	12,67	13,21	13,59	13,64	13,5	12,83
FeO	16,28	15,67	16,17	16,38	15,11	14,66	15,61	14,24	15,65	15,28	14,23	16,04
MnO	0,24	0,23	0,25	0,22	0,21	0,21	0,23	0,25	0,27	0,18	0,2	0,22
MgO	6,19	4,55	4,69	4,55	6,11	6,94	5,07	6,3	5,58	5,71	5,16	4,32
CaO	9,32	8,61	8,47	8,15	9,71	9,32	8,67	9,97	9,35	9,2	8,9	8,25
Na ₂ O	2,63	2,56	2,59	2,86	2,57	2,41	2,54	2,55	2,7	2,54	2,28	2,61
K ₂ O	0,93	1,36	1,23	1,35	1,07	0,55	1,29	1,11	1,13	1,08	1,19	1,26
P ₂ O ₅	0,23	0,28	0,28	0,29	0,23	0,23	0,26	0,21	0,27	0,26	0,16	0,58

Tabelas de elementos químicos (ICP-MS)

SIGLA	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	C	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Cs	Dy	Er	Eu	F	Fe	Ga	Gd	Hf	Hg	Hg	Ho	La	Li	Lu	Mg	Mh	Mb	Na	Nb	Nd	Ni	Pb	Pd	Pt	Rb	S	Sb	Sc	Se	Sm	Sn	Sr	Ta	Th	Tl	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	
CH-5.1	54	7	1	4	464	1	0	0	5	0	82	41	16	158	0	8	4	3	889	100000	22	9	6	1	0	1	39	16	0	3	1743	1	2	26	44	26	5	1	11	2	49	0	0	30	1	9	2	401	2	4	0	1	1	417	1	41	3	133	244
CH-5.2	54	7	2	6	693	1	0	0	6	0	82	39	16	169	1	7	4	3	760	100000	25	9	6	1	0	1	38	11	1	3	2059	2	2	29	47	25	5	1	11	2	40	0	0	32	1	9	3	498	2	4	0	1	1	435	0	39	3	134	246
SL-1	169	7	2	2	347	1	0	0	7	0	49	45	64	233	1	5	3	2	250	95400	19	5	4	1	0	1	22	8	0	3	1597	1	2	14	26	60	3	12	6	10	15	0	0	37	0	5	1	366	1	2	0	0	0	446	0	28	3	96	158
SL3A1	107	7	2	2	309	1	0	0	7	0	47	45	68	210	0	5	3	2	370	93600	20	5	4	1	0	1	22	6	0	3	1476	1	2	13	25	61	3	10	6	10	23	0	0	38	0	5	1	354	1	2	0	0	1	446	0	29	3	95	158
SL3A10	109	7	2	2	350	1	0	0	6	0	55	42	38	251	0	6	3	2	437	100000	21	6	5	1	0	1	26	6	0	3	1361	1	2	15	30	42	4	11	7	5	43	0	0	37	0	6	2	343	1	3	0	0	1	504	0	32	3	95	185
SL3A11	115	7	2	2	465	2	0	0	5	0	73	39	24	272	0	7	4	2	616	99900	21	8	6	1	0	1	35	6	1	2	1328	1	2	19	40	31	5	12	9	4	46	0	0	32	0	8	2	331	1	4	0	1	1	408	0	38	4	104	247
SL3A2	100	7	2	2	354	1	0	0	6	0	54	45	52	232	0	6	3	2	562	98800	19	6	4	1	0	1	25	7	0	3	1306	1	2	16	31	48	4	10	7	6	26	0	0	38	0	6	2	343	1	3	0	0	1	504	0	30	3	86	176
SL3A3	85	6	1	2	330	1	0	0	5	0	50	44	30	261	0	5	3	2	256	100000	21	6	4	1	0	1	24	6	0	3	1260	1	2	10	27	39	3	12	6	2	34	0	0	37	0	6	1	297	1	2	0	0	1	596	0	28	3	105	185
SL3A6	147	7	2	4	479	1	0	0	5	0	77	37	5	292	0	8	4	2	347	100000	22	8	7	1	0	2	36	8	1	2	1376	1	2	17	41	19	5	18	10	2	45	0	0	32	0	8	3	343	1	4	0	1	1	385	0	42	4	120	292
SL3A7	88	7	2	5	331	1	0	0	6	0	44	45	66	153	0	5	3	2	210	95800	20	6	4	1	0	1	21	6	0	3	1241	1	2	11	26	58	3	13	6	11	40	0	0	37	0	5	1	340	1	2	0	0	0	429	0	28	3	92	157
SL3A8	236	7	1	8	307	1	0	0	7	0	46	47	66	1004	0	5	3	2	294	96800	21	5	4	1	0	1	22	6	0	3	1387	1	2	11	25	60	3	13	6	11	38	0	0	39	0	5	1	369	1	2	0	0	1	454	0	27	3	110	160
SL3B1	114	7	2	2	305	1	0	0	7	0	48	46	40	208	0	6	3	2	332	100000	20	6	4	1	0	1	23	6	0	3	1611	1	2	13	27	50	3	12	6	2	27	0	0	44	0	6	1	326	1	2	0	0	1	691	0	30	3	124	167
SL3B2	88	7	2	2	348	1	0	0	7	0	48	50	72	229	0	5	3	2	128	99200	21	6	4	1	0	1	23	6	0	4	1660	1	2	15	28	60	3	15	6	10	20	0	0	40	0	6	2	383	1	2	0	0	1	463	0	27	3	102	160
SL3C1A	100	8	1	2	286	1	0	0	7	0	45	47	79	224	0	5	3	2	327	93200	20	5	4	1	0	1	21	5	0	4	1696	1	2	13	24	71	3	14	6	13	17	0	0	39	0	5	2	389	1	2	0	0	0	439	0	26	3	92	145
SL3C1B	136	7	1	3	477	2	0	0	5	0	73	42	6	441	0	7	4	2	546	100000	23	8	7	1	0	1	35	6	1	2	1892	1	2	25	40	28	5	18	9	2	50	0	0	34	0	8	3	349	1	4	0	1	1	428	1	37	4	127	259
SL3C2	122	8	2	2	285	1	0	0	8	0	43	51	86	224	0	5	3	2	269	96500	21	5	4	1	0	1	20	5	0	4	1746	1	2	14	25	76	3	14	5	14	19	0	0	41	0	5	1	394	1	2	0	0	0	457	0	24	2	105	141
SL3C3	323	8	2	2	325	1	0	0	7	0	42	44	81	209	0	5	3	2	292	89300	20	5	4	1	0	1	19	5	0	4	1628	1	2	13	24	69	3	14	5	15	18	0	0	39	0	5	1	382	1	2	0	0	0	439	0	24	2	102	143
SL4A1	252	7	2	2	399	1	0	0	6	0	55	41	10	261	0	5	3	2	347	100000	22	6	4	1	0	1	25	6	0	3	1755	1	2	17	31	31	4	16	7	2	27	0	0	36	1	6	2	377	1	3	0	0	1	680	0	30	3	129	193
SL4A2	446	7	2	2	412	1	0	0	6	0	57	44	17	237	0	6	3	2	331	100000	22	6	5	1	0	1	27	6	0	3	1702	1	2	18	32	34	4	17	7	2	35	0	0	36	0	6	2	366	1	3	0	0	1	681	0	32	3	127	195
SL4A3	144	7	1	2	380	1	0	0	7	0	51	43	53	223	0	6	3	2	319	95800	20	6	5	1	0	1	23	6	0	3	1678	1	2	15	28	40	4	13	6	9	22	0	0	36	0	6	2	376	1	3	0	0	1	504	0	28	3	111	185
SL4B1	121	7	2	2	319	1	0	0	7	0	43	42	76	226	0	5	3	2	320	89000	20	5	4	1	0	1	19	6	0	3	1645	1	2	14	25	62	4	16	5	12	18	0	0	38	1	5	1	388	1	2	0	0	0	435	0	26	2	104	146
EA-0166	117	7	3	2	256	1	0	0	6	0	42	49	56	229	0	6	3	2	192	100000	20	6	4	1	0	1	19	4	0	3	1799	1	2	13	23	53	4	15	5	10	12	0	0	41	0	5	2	267	1	2	0	0	0	452	0	32	3	108	153
EA-0316	84	7	1	4	436	1	0	0	6	0	69	60	9	172	0	7	4	2	576	100000	25	7	6	0	0	1	31	8	0	3	2024	1	2	25	37	41	6	1	8	2	32	0	0	34	0	8	2	456	2	4	0	1	1	522	0	36	3	171	213
EA-0344	166	7	2	2	427	1	0	0	6	0	66	48	45	242	0	6	3	2	491	95300	23	7	6	0	0	1	30	12	0	3	1703	1	2	23	36	46	5	1	8	2	21	0	0	32	0	7	2	447	1	4	0	0	1	516	0	33	3	145	217
EA-0593	52	7	1	4	393	4	0	0	7	0	61	52	63	261	1	6	3	2	406	100000	24	7	6	0	0	1	28	7	0	3	1887	1	2	24	32	64	5	1	8	2	21	0	0	35	0	7	2	458	1	4	0	0	1	544	0	30	3	146	197
EA-0745	53	8	1	4	242	1	0	0	7	0	33	51	127	213	0	4	2	1	238	91700	20	4	3	0	0	1	15	5	0	4	1650	1	2	11	19	84	3	16	4	9	14	0	0	41	0	4	1	320	1	2	0	0	0	414	0	23	2	102	110
EA-0825	36	7	1	13	291	2	0	0	6	0	48	45	48	218	0	8	4	2	363	100000	21	7	5	0	0	2	25	9	1	3	1782	1	2	15	31	45	4	17	7	8	25	0	0	41	0	7	2	247	1	3	0	1	1	457	0	45	4	137	174
EA-0837	71	7	1	8	267	3	0	0	7	0	34	47	128	195	0	4	2	1	286	87900	18	4	3	0	0	1	15	8	0	4	1433	1	2	10	18	81	3	9	4	9	18	0	0	41	0	4	1	312	1	2	0	0	0	387	0	23	2	94	108
EA-0848	44	7	1	4	292	2	0	0	6	0	45	47	46	304	0	6	4	2	328	100000	20	7	5	0	0	1	20	8	1	3	1779	1	2	15	25	47	4	18	6	9	35	0	0	39	0	6	2	249	1	3	0	1	1	455	0	36	3	127	170
EA-0874	55	7	2	2	307	1	0	0	7	0	44	48	53	238	0	5	3	2	291	100000	21	6	5	0	0	1	20	6	0	3	17																												

Tabelas de elementos químicos (ICP-MS)

SIGLA	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	C	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Cs	Dy	Er	Eu	F	Fe	Ga	Gd	Hf	Hg	Hg	Ho	La	Li	Lu	Mg	Mh	Mb	Na	Nb	Nd	Ni	Pb	Pd	Pt	Pt	Rb	S	Sb	Sc	Se	Sm	Sn	Sr	Ta	Th	Tl	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr
EA-1025.1	147	7	2	12	323	1	0	0	6	0	46	51	78	267	0	7	4	2	352	100000	21	7	5	0	0	2	23	7	1	3	1646	1	2	16	27	53	5	19	7	7	12	0	0	43	0	7	2	272	1	3	0	1	1	505	0	40	4	145	166
EA-1033.2	132	7	1	11	349	1	0	0	6	0	51	56	78	274	0	5	3	2	429	100000	21	6	4	0	0	1	24	7	0	3	1654	1	2	14	25	74	4	15	7	24	21	0	0	39	0	6	1	370	1	3	0	0	1	516	0	29	3	132	161
EA-1039	82	7	1	4	307	1	0	0	6	0	56	44	50	321	0	6	3	2	365	97300	21	7	5	1	0	1	26	18	0	3	1612	1	2	17	30	48	4	51	7	12	20	0	0	35	1	6	2	334	1	3	0	0	1	445	0	33	3	117	177
EA-1045	99	7	2	7	251	2	0	0	7	0	34	52	123	220	0	4	3	1	319	88100	18	4	3	0	0	1	16	6	0	4	1593	1	2	10	18	81	3	17	5	14	16	0	0	42	0	4	1	311	1	2	0	0	1	403	0	23	2	101	117
EA-1054	135	8	2	5	266	1	0	0	7	0	40	49	124	373	0	6	3	2	316	98800	20	6	4	0	0	1	19	5	0	4	1655	1	2	13	23	78	3	19	5	10	7	0	0	43	0	5	1	295	1	3	0	1	1	439	0	29	3	116	140
EA-1080	116	7	1	2	539	2	0	0	6	0	83	43	10	212	0	7	4	3	574	100000	24	9	7	1	0	1	38	11	0	3	1773	1	2	27	48	34	5	1	10	2	31	0	0	29	1	9	2	527	2	4	0	1	1	477	0	36	3	131	264
EA-1081	114	7	2	15	500	2	0	0	6	0	80	49	8	232	1	8	4	3	693	100000	26	9	8	0	0	1	37	12	0	3	1762	2	2	29	48	36	6	1	11	2	28	0	0	32	0	10	3	569	2	5	0	1	1	494	0	37	3	157	267
EA-1083	147	7	1	11	517	2	0	0	6	0	82	43	11	198	0	8	4	3	665	100000	25	9	8	0	0	1	38	6	0	3	1776	1	2	28	46	33	6	1	11	2	30	0	0	30	1	10	3	514	2	5	0	1	1	494	0	38	3	143	281
EA-1084	54	7	1	5	499	2	0	0	6	0	80	40	7	203	1	7	4	3	694	100000	25	9	7	1	0	1	37	14	0	3	1779	2	2	28	48	32	5	1	11	2	35	0	0	30	0	9	2	542	2	4	0	1	1	488	0	36	3	131	265
EA-1084c	125	6	1	9	504	3	0	0	6	0	81	41	5	205	0	8	4	3	626	99700	23	9	7	0	0	1	37	8	0	3	1633	1	2	27	46	31	5	1	11	2	27	0	0	27	0	10	2	476	2	4	0	1	1	455	0	37	3	130	278
EA-1087-1	133	7	2	11	307	2	0	0	7	0	43	47	71	224	0	5	3	2	341	98300	20	5	4	0	0	1	20	8	0	3	1595	1	2	13	21	58	4	20	6	11	16	0	0	40	0	5	1	324	1	3	0	0	1	438	0	28	3	112	146
EA-1088	109	7	2	0	0	0	0	0	2	0	0	48	72	206	0	0	0	0	310	10	0	0	0	5	0	0	0	0	0	3	1643	2	2	0	0	57	3	0	0	0	0	0	38	0	0	1	298	0	2	0	0	0	421	0	0	0	106	125	
EA-1091	98	7	2	13	538	3	0	0	5	0	64	38	42	175	0	6	3	2	498	100000	21	7	5	0	0	1	32	11	0	2	1703	1	2	17	33	41	5	1	8	2	39	0	0	31	0	7	2	341	1	3	0	0	1	515	1	34	3	120	205
EA-1154	118	7	1	22	458	2	0	0	6	0	59	47	52	223	0	6	3	2	420	100000	21	6	5	0	0	1	29	8	0	3	1719	1	2	20	38	54	4	1	8	2	10	0	0	32	0	7	2	433	1	3	0	0	1	502	0	30	3	125	197
EA-1155	68	7	2	16	499	2	0	0	5	0	84	39	1	33	1	8	4	3	586	94500	24	9	8	0	0	2	38	9	0	2	1529	1	2	25	48	12	6	1	11	2	30	0	0	26	0	11	3	487	2	4	0	1	1	360	0	41	3	140	299
EA-1162	140	7	2	0	0	0	0	0	1	0	0	47	86	221	0	0	0	0	300	10	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	1279	1	2	0	0	59	4	0	0	0	0	0	36	0	0	1	315	0	3	0	0	1	458	0	0	0	113	133	
EA-1164A	175	7	2	0	0	0	0	0	1	0	0	42	33	223	0	0	0	0	520	11	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	1632	2	2	0	0	29	5	0	0	0	0	0	28	0	0	2	401	0	4	0	0	1	450	0	0	0	148	247	
EA-1227	207	6	2	9	395	1	0	0	5	0	65	41	7	133	0	9	5	2	336	100000	21	9	6	1	0	2	30	11	1	2	1637	1	2	15	37	26	5	23	9	3	36	0	0	39	0	8	2	229	1	4	0	1	1	531	1	49	5	124	250
EA-1239	199	6	2	11	388	2	0	0	4	0	53	41	36	315	0	6	3	2	379	98400	21	6	5	1	0	1	26	19	0	3	1305	1	2	17	31	42	4	14	7	11	64	0	0	32	1	6	2	295	1	3	0	0	1	411	0	31	3	121	182
EA-1290B	100	7	1	7	491	1	0	0	6	0	82	43	9	203	1	7	4	3	642	100000	24	9	7	1	0	1	37	12	0	3	1720	2	2	27	48	34	5	1	10	2	40	0	0	29	1	9	2	526	2	4	0	1	1	477	0	36	3	129	270
EA-1293	60	8	2	6	148	1	0	0	8	0	21	45	92	87	1	4	2	1	140	70600	17	3	2	1	0	1	10	7	0	4	1230	0	2	5	13	82	3	7	3	7	19	0	0	39	1	3	1	194	0	2	0	0	0	270	0	21	2	76	80
EA-1293A	64	8	2	0	0	0	0	0	2	0	0	48	118	92	0	0	0	0	190	8	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4	1389	1	2	0	0	88	3	0	0	0	0	0	37	0	0	1	187	0	2	0	0	0	282	0	0	0	80	65	
EA-1293B	60	8	1	0	0	0	0	0	2	0	0	48	107	129	0	0	0	0	200	9	0	0	0	3	0	0	0	0	0	4	1576	1	2	0	0	85	3	0	0	0	0	0	38	0	0	1	175	0	2	0	0	0	331	0	0	0	87	72	
EA-1504	62	7	1	5	302	1	0	0	6	0	43	51	136	537	0	5	3	2	236	90700	19	6	4	0	0	1	19	7	0	4	1559	1	2	12	22	81	3	18	5	10	7	0	0	37	0	5	1	244	1	2	0	1	0	416	0	32	3	112	143
EA-1514	62	7	1	8	392	1	0	0	6	0	46	48	71	222	1	5	3	2	280	87900	19	5	4	0	0	1	21	9	0	3	1428	1	2	13	25	63	3	17	6	14	17	0	0	32	0	5	1	329	1	3	0	0	1	418	0	27	3	101	150
EA-1604C	39	7	1	5	514	1	0	0	5	0	79	39	15	178	0	7	4	3	890	93500	22	9	6	0	0	2	38	12	0	3	1504	1	2	27	43	26	6	1	10	2	26	0	0	27	0	9	2	399	2	4	0	1	1	412	0	38	3	127	256
EA-1607	45	7	1	5	509	1	0	0	5	0	72	49	4	186	0	7	4	3	566	100000	23	8	7	0	0	1	33	6	0	3	1732	1	2	26	44	32	5	1	10	2	19	0	0	28	0	8	2	389	2	5	0	1	1	475	0	38	3	141	244
EA-1611	63	7	1	5	533	3	0	0	5	0	80	43	31	238	1	8	4	3	390	97700	22	9	7	0	0	1	37	11	0	3	1634	1	2	26	43	36	5	2	10	2	25	0	0	26	0	9	2	408	2	5	0	1	1	425	0	38	3	136	264
EA-1612A	39	7	1	2	568	1	0	0	5	0	85	42	13	177	0	7	4	3	592	97800	22	10	7	0	0	2	40	6	1	2	1615	2	2	29	47	24	6	1	11	2	24	0	0	26	1	10	2	406	2	5	0	1	1	382	0	41	4	134	264
EA-1615	69	7	1	2	478	1	0	0	6	0	66	50	49	153	0	7	4	2	495	98400	23	8	6	0	0	1	33	6	0	3	1513	2	2	22	35	50</																							

Tabelas de elementos químicos (ICP-MS)

SIGLA	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Bi	C	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Cs	Dy	Er	Eu	F	Fe	Ga	Gd	Hf	Hg	Hg	Ho	La	Li	Lu	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Nd	Ni	Pb	Pd	Pr	Pt	Rb	S	Sb	Sc	Se	Sm	Sn	Sr	Ta	Th	Tl	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr
EA-1645	95	7	2	2	282	1	0	0	7	0	44	46	90	215	0	5	3	2	322	96500	19	5	3	1	0	1	20	7	0	4	1528	1	2	11	25	70	4	11	6	14	20	0	0	37	0	5	1	336	1	3	0	0	1	449	0	28	3	110	151
EA-1650	40	7	1	2	401	1	0	0	6	0	54	50	25	292	0	7	4	2	302	99000	21	7	5	0	0	1	25	9	1	2	1288	1	2	12	28	39	4	17	7	2	19	0	0	36	0	7	2	265	1	3	0	1	1	449	0	39	4	123	198
EA-1651	25	6	1	3	393	1	0	0	5	0	72	45	5	170	0	7	4	2	432	100000	20	8	6	0	0	1	33	11	0	3	1541	1	2	24	39	31	5	1	9	2	28	0	0	26	0	8	2	322	1	4	0	1	1	430	0	37	4	123	229
EA-1659	107	7	1	2	322	1	0	0	6	0	46	53	104	284	0	5	3	2	311	96500	20	6	4	1	0	1	22	5	0	3	1771	1	2	14	26	80	4	13	6	13	12	0	0	40	1	5	1	358	1	3	0	0	1	456	0	29	3	112	147
EA-1666	66	7	3	9	219	1	0	0	7	0	46	41	51	147	0	6	4	2	331	97700	21	7	5	1	0	1	20	11	0	3	1718	1	2	15	28	45	2	4	6	7	20	0	0	41	0	6	2	286	1	2	0	1	0	434	0	35	3	120	175
EA-1671	51	7	1	5	387	1	0	0	5	0	54	48	26	271	0	7	4	2	303	99300	20	7	5	0	0	1	25	9	0	2	1243	1	2	12	28	36	5	18	7	7	34	0	0	37	0	6	1	258	1	3	0	1	1	439	0	38	4	121	196
EA-1690	27	7	1	11	327	1	0	0	6	0	48	49	50	328	0	7	4	2	416	97600	19	7	5	0	0	1	23	13	1	3	1434	1	2	15	27	46	4	24	6	9	28	0	0	37	1	6	1	212	1	3	0	1	1	409	0	38	4	125	185
EA-1691	39	7	1	7	329	1	0	0	5	0	47	49	50	232	1	6	4	2	326	97000	19	6	5	0	0	1	21	13	1	3	1654	1	2	14	28	45	4	15	6	4	36	0	0	36	0	6	1	199	1	3	0	1	1	429	0	36	4	122	184
EA-1699	82	7	1	9	370	1	0	0	5	0	53	48	44	376	0	7	4	2	340	98300	19	7	5	0	0	2	25	10	1	3	1583	1	2	17	32	45	4	13	7	9	16	0	0	36	0	7	2	253	1	3	0	1	1	412	0	40	4	130	201
EA-1700	48	7	1	6	358	1	0	0	5	0	55	49	47	283	0	8	5	2	400	100000	19	9	6	0	0	2	28	12	1	3	1647	1	2	18	31	44	4	16	8	9	37	0	0	36	1	8	2	211	1	3	0	1	1	439	0	49	5	136	215
EA-1703	10	6	1	7	329	1	0	0	6	0	42	54	69	207	0	6	4	2	260	97800	18	6	4	0	0	1	20	8	1	3	1682	1	2	12	21	59	3	28	5	4	18	0	0	38	0	5	1	187	1	3	0	1	1	449	0	36	3	119	167
EA-1713B	135	7	2	5	324	1	0	0	6	0	54	47	40	214	0	7	4	2	384	100000	20	7	6	1	0	1	24	11	1	3	1809	1	2	18	30	44	4	9	7	7	13	0	0	41	0	6	2	305	1	3	0	1	1	470	0	39	4	127	199
EA-1716	10	6	0	8	351	1	0	0	5	0	46	48	53	238	1	6	4	2	320	96900	19	7	5	0	0	2	22	10	1	3	1657	1	2	14	23	48	3	9	6	7	28	0	0	34	0	6	1	220	1	3	0	1	1	451	0	38	4	122	183
EA-1719	41	6	2	11	280	1	0	0	6	0	42	52	90	186	0	6	4	2	274	98100	17	6	3	0	0	1	19	10	0	4	1685	0	2	6	22	72	3	14	5	12	17	0	0	40	0	6	1	214	0	2	0	1	0	435	0	32	3	117	161
EA-1725	62	7	2	2	335	1	0	0	6	0	53	48	26	271	0	6	4	2	383	100000	22	7	5	1	0	1	24	8	1	3	1931	1	2	18	30	36	4	17	7	5	32	0	0	41	0	6	2	296	1	3	0	1	1	495	0	36	3	124	186
EA-1964	114	7	2	4	348	1	0	0	0	0	48	49	32	246	0	6	4	2	333	100000	22	6	5	5	0	1	22	10	1	3	1954	1	2	16	24	37	4	14	6	2	31	0	0	42	0	6	2	285	1	3	0	1	1	503	0	34	3	126	187
EA-1980	109	7	1	10	360	1	0	0	0	0	49	47	30	114	0	6	4	2	315	100000	21	6	5	5	0	1	24	11	1	3	1726	1	2	17	26	35	4	18	6	2	33	0	0	41	0	6	2	259	1	3	0	1	1	479	0	34	4	112	195
EA-1985	143	7	2	4	310	2	0	0	0	0	42	46	78	98	0	5	3	2	360	97900	22	6	4	5	0	1	19	14	0	3	1703	1	2	14	22	62	3	13	5	11	22	0	0	46	0	5	2	269	1	3	0	0	1	458	0	31	3	110	166
EA-2017	88	6	1	33	240	1	0	0	0	0	36	45	125	171	0	5	3	1	362	83900	19	5	3	5	0	1	17	14	0	4	1463	1	2	9	19	72	3	15	5	7	10	0	0	38	0	5	1	254	1	2	0	0	1	390	0	25	3	102	136
EA-2025	110	6	0	2	301	1	0	0	0	0	43	46	47	239	0	6	4	2	295	93700	21	6	5	5	0	1	20	8	0	3	1766	1	2	15	23	45	4	20	6	2	33	0	0	38	0	5	1	258	1	3	0	0	1	443	0	31	3	122	168
EA-2051	88	7	2	5	292	1	0	0	0	0	36	48	105	318	0	4	3	1	249	94900	20	4	4	5	0	1	16	9	0	4	1989	1	2	13	20	64	3	21	4	3	34	0	0	44	0	4	1	343	1	2	0	0	1	429	0	23	3	101	135
IG-204	87	7	0	3	430	1	0	0	6	0	48	49	82	112	1	6	3	2	271	97200	21	6	5	0	0	1	23	17	0	3	1897	1	2	13	27	59	5	14	6	17	33	0	0	39	0	6	2	372	1	3	0	0	1	532	0	31	3	139	155
IG-207	158	7	0	48	376	1	0	0	0	0	57	47	95	194	0	9	5	3	246	93100	19	10	4	5	0	2	43	19	1	3	1390	1	2	9	41	59	4	1	11	17	32	0	0	37	0	9	1	360	1	3	0	1	1	484	0	49	5	112	155
LC-02-3	80	7	2	6	347	1	0	0	6	0	36	44	72	145	14	7	4	2	210	88400	19	7	4	1	0	2	19	16	1	3	1480	1	2	9	22	55	7	6	5	12	83	0	0	39	0	6	2	215	1	4	0	1	1	408	0	40	4	102	131
LC-08-1	180	8	1	2	529	2	0	0	7	0	74	51	14	245	1	7	3	3	643	100000	28	8	9	1	0	1	35	10	0	3	1961	2	2	32	45	39	6	1	10	2	43	0	0	34	0	9	3	577	2	5	0	1	1	544	1	33	3	158	253