



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Geociências



ANDRÉ MASSANOBU UENO KUNIFOSHITA

MAGMATISMO PALEOPROTEROZOICO COLÍDER NO LESTE DA PROVÍNCIA
MINERAL DE ALTA FLORESTA, CRÁTON AMAZÔNICO: GEOLOGIA,
GEOQUÍMICA, GEOCRONOLOGIA U-PB E IMPLICAÇÕES METALOGENÉTICAS

CAMPINAS

2022

ANDRÉ MASSANOBU UENO KUNIFOSHITA

MAGMATISMO PALEOPROTEROZOICO COLÍDER NO LESTE DA PROVÍNCIA
MINERAL DE ALTA FLORESTA, CRÁTON AMAZÔNICO: GEOLOGIA,
GEOQUÍMICA, GEOCRONOLOGIA U-PB E IMPLICAÇÕES METALOGENÉTICAS

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO INSTITUTO DE
GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
CAMPINAS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE
EM GEOCIÊNCIAS NA ÁREA DE GEOLOGIA E
RECURSOS NATURAIS

ORIENTADORA: PROFA. DRA. MARIA JOSÉ MALUF DE MESQUITA

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO ANDRÉ
MASSANOBU UENO KUNIFOSHITA E ORIENTADA
PELA PROFA. DRA. MARIA JOSÉ MALUF DE
MESQUITA

CAMPINAS

2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Marta dos Santos - CRB 8/5892

K962m Kunifoshita, André Massanobu Ueno, 1993-
Magmatismo paleoproterozoico Colíder no leste da Província Mineral de Alta Floresta, Cráton Amazônico : geologia, geoquímica, geocronologia U-Pb e implicações metalogenéticas / André Massanobu Ueno Kunifoshita. – Campinas, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Maria José Maluf de Mesquita.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Vulcanismo. 2. Magmatismo - Colíder (MT). 3. Minérios - Alta Floresta (MT). 4. Crátons - Amazônia. I. Mesquita, Maria José Maluf de, 1961-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Colíder paleoproterozoic magmatism in the eastern Alta Floresta Mineral Province, Amazon Craton : geology, geochemistry, U-Pb geochronology, and metallogenetic implications

Palavras-chave em inglês:

Volcanism

Magmatism - Colíder (Brazil)

Ores - Alta Floresta (Brazil)

Cratons - Amazon

Área de concentração: Geologia e Recursos Naturais

Titulação: Mestre em Geociências

Banca examinadora:

Maria José Maluf de Mesquita [Orientador]

Carolina Penteado Natividade Moreto

Carlos Augusto Sommer

Data de defesa: 25-02-2022

Programa de Pós-Graduação: Geociências

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-2096-7094>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/3621946261943435>



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

AUTOR: André Massanobu Ueno Kunifoshita

**MAGMATISMO PALEOPROTEROZOICO COLÍDER NO LESTE DA
PROVÍNCIA MINERAL DE ALTA FLORESTA, CRÁTON AMAZÔNICO:
GEOLOGIA, GEOQUÍMICA, GEOCRONOLOGIA U-PB E IMPLICAÇÕES
METALOGENÉTICAS**

ORIENTADORA: Profa. Dra. MARIA JOSÉ
MALUF DE MESQUITA

Aprovado em: 25 / 02 / 2022

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Maria José Maluf de Mesquita - Presidente

Profa. Dra. Carolina Penteado Natividade Moreto

Prof. Dr. Carlos Augusto Sommer

A Ata de Defesa assinada pelos membros da Comissão Examinadora consta no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 25 de fevereiro de 2022.

SÚMULA CURRICULAR

André Massanobu Ueno Kunifoshita

Natural da cidade de Kawasaki, localizado na Província de Kanagawa, Japão. Mudou-se para o Brasil no início do ano 2000 com sua família. No Brasil, iniciou o processo de alfabetização aos 7 anos de idade no mesmo ano. Em 2013, ingressou na Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) a qual completou a graduação em Geologia (2018), com experiência na área de Geociências, com ênfase em petrologia ígnea, petrologia sedimentar e mapeamento geológico. Na graduação participou de projetos de monitoria em diferentes disciplinas, como: Sedimentologia, Mapeamento de Campo, Mineralogia Macroscópica e Ciências do Sistema Terra. Além de ter atuado como monitor voluntário no Laboratório de Sedimentologia, e estagiado com licenciamento ambiental na Secretária Municipal de Meio Ambiente (SEMMA-STM).

Realizou iniciação científica e trabalho de conclusão de curso (TCC) no Domínio Tapajós, Província Tapajós-Parima do Cráton Amazônico. No qual trabalhou com análises de fácies de rochas vulcânicas e vulcanoclásticas, petrografia e geoquímica de rocha total das Formações Aruri e Salustiano, pertencentes ao Grupo Iriri. Esse trabalho, rendeu um artigo no periódico especializado *Journal of South American Earth Sciences*, publicado no ano de 2021.

No mestrado desenvolveu temas relacionados a análise de litofácies, petrografia, geoquímica e geocronologia de rochas vulcânicas efusivas/subvulcânicas, piroclásticas e epiclásticas do Grupo Colíder, na porção leste da Província Mineral de Alta Floresta. Neste período, participou do Programa de Estágio Docente (PED) como monitor voluntário em disciplinas do curso de graduação em Geologia do IG – UNICAMP.

*Dedico este trabalho aos meus pais Massanobu e Iliana,
aos meus irmãos Lucas e Juliana, às minhas Tias,
e em especial, aos meus avós Beijamin e Iraci (in memoriam)
pelo amor, compreensão, apoio incondicionais
durante esses anos*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as bênçãos.

Aos meus pais, Massanobu e Iliana Kunifoshita, pelo amor, carinho, dedicação, educação, compreensão e apoio em todas as etapas da minha vida, e que nunca mediram esforços para que tudo desse certo, tornando essa jornada a mais leve possível!

Gostaria de agradecer também ao restante da minha família, em especial as minhas Tias e aos meus irmãos. Obrigado por tudo!

A Professora e Orientadora, Profa. Maria José Mesquita, pela oportunidade de trabalharmos juntos, pela confiança, paciência, amizade, dedicação, apoio, aprendizado e conhecimento compartilhados. Sou muito grato por ter sido seu orientado.

Ao Professor e co-orientador, Prof. Felipe Holanda, por todo tempo e dedicação concedido a este trabalho, orientando da melhor forma possível, ensinando e aconselhando em todos os momentos desse trabalho. Sou muito grato pela confiança e oportunidade de trabalhar com vulcanismo.

A minha segunda família em Campinas, meus amigos da República Grão Pará: Cleberson Vieira, Simmon Viegas, Bruno Conty, Josué Passos, Laura Scarano, Sanny Castro e Thaíssa Sá pela convivência amável.

Agradeço também aos “amigos campinenses” que, junto comigo, construíram essa pesquisa, a cada passo trilhado: Igor Moreira; João Motta, Raphael Hunger, Ana Clara Guilherme Primo, Zé Henrique, Carlos, João Paulo Pitombeira, João Gabriel, Robert, Douglas, Dan e Endel.

Aos amigos da geologia e da vida, em especial Amanda Suanny, Luan Martins, Lucas Muniz, Saymon Saraiva, Johnny Siqueira, Gilmara Santos e Viviane Mota, pela amizade e companheirismo ao longo dessa jornada.

A todos os professores do IG/UNICAMP pelos anos de aprendizado, convívio e amizade, em especial aos Professores Wagner Amaral, Carol Moreto, Jefferson Picanço, Ticiano Santos, Roberto Xavier e Elson Paiva

A Universidade Federal do Oeste do Pará, em especial aos Professores Alessandro

Braga e Erica Cabral, pela ajuda na realização deste trabalho.

A todos aqueles que diretamente ou indiretamente contribuíram e torceram pela realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), processo nº 130561/2019-3

Muito obrigado a todos!

ありがとう

RESUMO

O centro sul do Cráton Amazônico hospeda um extenso vulcanismo félsico paleoproterozoico (1,79 Ga) de aproximadamente 55.000 km² denominado Grupo Colíder. As rochas vulcânicas encontram-se sobrepostas a rochas do arco magmático Cuiú-Cuiú (2045-1970 Ma) na Província Geocronológica Tapajós-Parima, Domínio Peixoto de Azevedo e a rochas mais antigas do arco magmático Juruena (1850 - 1750 Ma) na Província Geocronológica Rondônia-Juruena. Nesse cenário tectônico, granitoides da Suíte Intrusiva Teles Pires intrudem as unidades supracitadas e são correspondentes plutônicos do Evento Colíder – Teles Pires. O vulcano-plutonismo Colíder–Teles Pires de (ca. 1,78 Ga) é unicamente cartografado na Província Mineral de Alta Floresta (PMAF) e tratado como uma *Silicic Large Igneous Province* (SLIP). O magmatismo Colíder – Teles Pires assume importância econômica pois possui a mesma idade das mineralizações da PMAF (ca. 1825 - 1782 Ma), com depósitos do tipo Au-Cu pórfiro e epitermal associados, contudo, seu ambiente tectônico ainda está em debate entre ambiente de arco magmático, pós-colisional ou extensional. O presente trabalho visa compreender os processos petrogenéticos que afetaram o centro sul do Cráton Amazônico no paleoproterozoico, com foco nos depósitos vulcânicos e epiclásticos da região de União do Norte. A integração dos dados obtidos por meio do mapeamento geológico (1:200.000) permite identificar rochas vulcânicas efusivas/subvulcânicas e explosivas e epiclásticas associadas. As rochas vulcânicas efusivas/subvulcânicas são compostas por riolito maciço com diferentes graus de cristalinidade, variando desde holocristalino a hipocristalino. As rochas piroclásticas são compostas por lapilli tufo soldado, tufo com lapilli acrescionário e lapilli tufo e tufo estratificado, enquanto as epiclásticas por arenito com estrutura maciça, estratificação plano-paralela ou estratificação cruzada de baixo ângulo e siltito laminado. As rochas vulcânicas/subvulcânicas e piroclásticas são classificadas como riolitos (>70% SiO₂), com comportamento cálcio-alcálico, álcali-cálcico a alcalino, e tendência magnesianas predominantemente ferrosas. As rochas piroclásticas são peraluminosas e os riolitos metaluminosos a peraluminosos. Altos álcalis (Na₂O + K₂O > 7), HFSE (Zr > 380 ppm, Y > 58 ppm), e padrão ETR em asa de gaivota, com La/Yb (8,27 - 37,39) sugerem granitos tipo-A formados em ambiente pós-colisional. Dados de fertilidade magmática, não indicam afinidade adakítica, porém é observado similaridade com pórfiros chilenos. A fase vulcânica explosiva é mais antiga, com idades U-Pb de 1817 ± 2 Ma e 1838 ± 17 Ma. A divergência de idades (~15 Ma) indica a presença de dois ou mais ciclos vulcânicos ou de eventos vulcânicos distintos. A fase vulcânica efusiva/subvulcânica possui idades U-Pb de 1800 ± 3 Ma e 1792 ± 3 Ma. As análises dos depósitos vulcânicos primários (efusivos e explosivos) e secundários, integrados a produtos de sensoriamento remoto, permite caracterizar um vulcanismo subaéreo com estágios efusivos/subvulcânicos e explosivos em um provável sistema vulcânico de tipo caldeira, com rochas epiclásticas geradas em ambiente fluvial.

Palavras-chave: Vulcanismo efusivo e explosivo; Grupo Colíder; Cráton Amazônico

ABSTRACT

The southern Amazon Craton hosts an extensive Paleoproterozoic felsic volcanism (1.79 Ga) of approximately 55.000 km² called the Colíder Group. The volcanic rocks are superimposed on rocks of the Cuiú-Cuiú magmatic arc (2045-1970 Ma) in the Tapajós-Parima Geochronological Province, Peixoto de Azevedo Domain and of the Juruena magmatic arc (1850-1750 Ma) in the Rondônia-Juruena Geochronological Province. In this tectonic scenario, granitoids of the Teles Pires Intrusive Suite intrude the aforementioned units and are plutonic correspondents of the Collider–Teles Pires Event. The Colíder–Teles Pires volcano-plutonism (ca. 1780 Ma) is uniquely mapped in the Alta Floresta Mineral Province (PMAF) and treated as a Silicic Large Igneous Province (SLIP). The Colíder – Teles Pires magmatism assumes economic importance because it has the same age as the PMAF mineralization (ca. 1825-1782 Ma), with associated porphyry and epithermal Au-Cu deposits; however, its tectonic environment is still under debate between magmatic arc, post-collisional or extensional environment. The present work aims to understand the petrogenetic processes that affected the southern center of the Amazonian Craton in the Paleoproterozoic, focusing on volcanic and epiclastic deposits in the União do Norte region. The integration of data obtained through geological mapping (1:200.000) allows the identification of effusive/subvolcanic and explosive volcanic rocks in the study area, in addition to associated epiclastic rocks. Effusive/subvolcanic volcanic rocks are composed of massive rhyolite with different degrees of crystallinity, ranging from holocrystalline to hypocrySTALLINE. Pyroclastic rocks are composed of welded tuff lapilli, stratified tuff, and accretionary lapilli tuff, and epiclastic rocks of sandstone with massive structure, plane-parallel bedding or low-angle cross-bedding and laminated siltstone. Volcanic/subvolcanic and pyroclastic rocks are predominantly classified as rhyolites (>70% SiO₂), with behavior between calc-alkali and alkali-calcium and a tendency between magnesian and ferric. Pyroclastic rocks are peraluminous and rhyolites between metaluminous to peraluminous. High alkalis (Na₂O + K₂O>7), HFSE (Zr >380 ppm, Y >58 ppm), and the gull-wing ETR pattern, with La/Yb (8.27 - 37.39) with type-A granites trained in a post-collision environment. Preliminary magmatic fertility data do not indicate adakitic affinity, however, are similar to a couple Chilean porphyry. The explosive volcanic phases are older with U-Pb ages of 1817 ± 2 Ma and 1838 ± 17 Ma. The age divergence (~15 Ma) indicates the presence of two or more volcanic cycles or different volcanics events. The effusive/subvolcanic volcanic phase has U-Pb ages of 1800 ± 3 Ma and 1792 ± 3 Ma. The analysis of primary (effusive and explosive) and secondary volcanic deposits, integrated with remote sensing products, allows characterizing subaerial volcanism with stages effusive/subvolcanic and explosive in a probable caldera-type volcanic system, with epiclastic rocks generated in a fluvial environment.

Keywords: Effusive and explosive volcanism; Colíder Group; Amazonian Craton

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Mapa de pontos da área de estudo (DATUM: SIRGAS 2000, Zona 21S).	22
Figura 3.1: A) Modelo da estratigrafia de um derrame félsico subaéreo; B) Perfil colunar com a variação textural interna de um derrame félsico subaéreo (Mcphie et al. 1993; adaptado por Rosseti, 2011).	26
Figura 3.2: Domos endógenos: (A) Modelo de crescimento tridimensional de domos endógenos (Richardson, 1978; adaptado por Polo, 2014); (B) Modelo de lavas coulées originando domos endógenos (Branney et al. 2008, adaptado por Polo, 2014).	28
Figura 3.3: Modelos de origem de correntes de densidades piroclásticas (PDC): Os PDC's são gerados quando a densidade da corrente excede a da atmosfera ambiente e podem ser gerados por vários estilos de erupção, incluindo explosões direcionadas, colapso de cúpula, boiling-over e colapso de coluna eruptiva (Dufek et al., 2015).	29
Figura 3.4: A Classificação genética dos depósitos vulcânicos e vulcanoclásticos (McPhie et al. 1993; adaptado por Sommer et al. 2003).	301
Figura 3.5: Diagrama esquemático para depósitos piroclásticos do tipo: (A) Depósitos piroclásticos de queda; (B) Depósitos de fluxo piroclásticos; (C) Depósitos piroclásticos do tipo surge (Traduzido de McPhie et al., 1993).	333
Figura 4.1: Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico (Santos et al., 2008); Polígono vermelho –Província Mineral de Alta Floresta.	35
Figura 4.2: Mapa simplificado da Província Mineral de Alta Floresta (modificado de Rizzotto et al. 2019a).	37
Figura 5.1: SLIPs paleoproterozoicas do Cráton Amazônico: A) Províncias geocronológicas para o Cráton Amazônico de acordo com Santos et al. (2008); Mapa geológico simplificado das áreas importantes das SLIPs paleoproterozoicas do Cráton Amazônico: B) SLIP Orocaima; C) SLIP Uatumã; D) SLIP Colíder (Modificado de Lacerda Filho et al., 2004; Vasquez et al., 2008; Silva et al., 2019, Fernandes e Juliani, 2019); Histogramas com distribuição de idades de cristalização U-Pb e Pb-Pb em zircão: E) SLIP Orocaima; F) SLIP Uatumã; G) SLIP Colíder.	389
Figura 5.2: Diagramas geoquímicos: A) Diagrama Total Álcalis vs. Sílica (TAS) (Middlemost, 1994); B) Diagrama $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}$ vs. SiO_2 (Frost, 2001); C) Diagrama índice de saturação de alumina (ASI) (Shand, 1943); D) Diagrama de discriminação geotectônica Rb - Y+Nb (Pearce, 1996).	412
• Anexo A	
Figura 01: Contexto geológico regional. A) Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico (Santos et al., 2008); Polígono vermelho –Província Mineral de Alta Floresta; B) Mapa simplificado da Província Mineral de Alta Floresta (modificado de Rizzotto et al. 2019a).	77
Figura 02: A) Mapa geológico de União do Norte. Modificado de Alves et al. (2019); B, C e D) Seções esquemáticas do Grupo Colíder na área de União do Norte.	85
Figura 03: Feições geomorfológicas sustentadas por rochas piroclásticas do Grupo Colíder. A) Recorte do mapa indicando detalhe dos perfis ao longo das rochas piroclásticas (conforme Figura 02); B e C) Conjunto de serras alinhadas sustentadas pelas rochas piroclásticas (Amostra AGU-13 e 15 –	

Tufo e Lapilli tufo).....87

Figura 04: Características do lapilli tufo soldado. A) Amostra de mão da litofácies *Lts* com textura eutaxítica definida por lentes finas de *fiamme* (seta amarela); B) Amostra de mão polida com estrutura eutaxítica e textura porfirítica; (Fotomicrografias C, D, F com polarizadores paralelos e E e G com polarizadores cruzados); C) Mosaico ressaltando a estrutura eutaxítica, com foliação definida pelos níveis de *fiamme* e com fenocristais de feldspato alcalino, plagioclásio e quartzo; D e E): Fenocristal prismático longo de feldspato alcalino (Kfs) totalmente transformado em sericita e argilominerais. Contato com plagioclásio (Pl) goetitizado e com manto de reação (esquerda inferior) e *fiamme* alterados por filossilicatos (seta vermelha); F e G) Amígdala alongada preenchida por clorita e calcedônia e *fiamme* alterado transformado em agregados de quartzo-feldspato (seta branca). Qz - quartzo, Kfs - feldspato alcalino, Pl - plagioclásio, Chl - clorita.89

Figura 05: Lapilli tufo com estrutura de fluxo - *Ltf*. A) Amostra de mão de lapilli tufo cinza com fragmentos líticos subarredondados centimétricos e *fiamme*, *ambos* definindo a estrutura eutaxítica (seta branca); B) Amostra de mão polida com textura eutaxítica (seta branca) ; (Fotomicrografias C, E e G com polarizadores paralelos e D, F e H com polarizadores cruzados); C e D) *Fiamme* definindo textura parataxítica (seta vermelha - *fiamme* alterados por filossilicatos); E e F) Fragmento de fenocristal de quartzo (Qz) com manto de quartzo policristalino, glass shards (seta amarela) e *fiamme* alterados por filossilicatos (seta vermelha); G e H) Matriz com textura criptocristalina circundando fragmento lítico subarredondado com alteração à sericita. Qz - quartzo, Kfs - feldspato alcalino, Fgl - fragmento lítico.91

Figura 06: Tufo estratificado (*Tfe*). A) Afloramento de tufo com estratificação plano-paralela com leitos cinza escuros e leitos bege; B) Afloramento com geometria tabular e estratificação plano-paralela bem definida; C) Tufo com camadas avermelhadas que definem estratificação. Fenocristais de piritita cúbica euédrica, goetitizada; D) Amostra de mão polida com de tufo avermelhado com piritita goetitizada (seta amarela).....92

Figura 07: Tufo com lapilli-acrescicionário (*Tfl*). A) Afloramento do tipo lajedo de tufo com lapilli acrescicionário com partículas centimétricas esféricas em matriz fina (seta vermelha); B) Amostra de mão com partículas vulcânicas arredondadas milimétricas (seta vermelha) e presença de piritita goetitizada (seta amarela); C) Amostra de mão polida com destaque para lapilli acrescicionários do tipo “rim-type” (seta vermelha) e do “core-type” (seta amarela). Py – piritita.93

Figura 08: Riolito maciço porfirítico (*Rmp*). A e B) Modo de ocorrência típico com topografia dômica e blocos subarredondados (Escala: Foto A – Escala humana: 1,70 m; Foto B – Martelo petrográfico: 41 cm); C) Conjunto de fraturas de direção E-W (Escala: Foto C – Martelo petrográfico: 41 cm); D) Amostra de mão polida holocristalina, porfirítica com grande proporção em relação a matriz de fenocristais de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio; E) Amostra de mão mostrando a textura hipocristalina, com proporção de matriz maior em relação aos fenocristais de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio95

Figura 09: Fotomicrografias do riolito maciço porfirítico (*Rmp*): Fotomicrografias A, C e E com polarizadores paralelos e imagens B, D e F com polarizadores cruzados. A e B) textura porfirítica característica com fenocristal euédrico de quartzo com golfos de corrosão e matriz quartzo-feldspática; C e D) Fenocristal de feldspato alcalino subédrico, com núcleo parcialmente substituído por material fino marrom avermelhado; E e F) Fenocristais de plagioclásio totalmente substituído por material fino marrom avermelhado. Qz - quartzo, Kfs - feldspato alcalino, Pl - plagioclásio.96

Figura 10: Dique de riolito porfirítico (*Drp*). A e B) Afloramento típico com blocos e matácões alinhados (Escala: Foto A e B – Escala humana: 1,70 m); C) Amostra de mão polida mostrando a textura porfirítica, onde a proporção de fenocristais vs. matriz é alta. O quartzo com brilho vítreo cinza escuro é subarredondado. Os feldspatos (alcalino e plagioclásio) são subédricos e tem mantos mais claros; (fotomicrografia D, F, H com polarizadores paralelos, e E, G, I com polarizadores cruzados); D

e E) Fenocristal de quartzo hexagonal euédrico, com limite de grão reto e textura embainhada com bolsões preenchidos por matriz felsítica fina; F e G) Fenocristal de feldspato alcalino tabular, subédrico com limites irregulares com mantos de quartzo policristalino de reação com a matriz. O fenocristal está parcialmente alterado para um material fino marrom avermelhado (goethita) e sericita; H e I) Contato reativo entre fenocristal de feldspato e de quartzo com formação de mirmequito. Macla tartan de microclínio visível. Carbonato, clorita e minerais opacos como produto de alteração hidrotermal (Cb) e material marrom avermelhado (Gt - goethita) em planos de fratura e planos de macla. Qz - quartzo, Kfs - feldspato alcalino, Pl - plagioclásio, Gt - goethita, Se - Sericita, Op - minerais opacos.....97

Figura 11: Arenito com estratificação plano-paralela (*App*). A e B) Arenito com estratificação plano-paralela e estratificação cruzada de baixo ângulo respectivamente; C) Amostra de mão polida com estratificação plano-paralela ressaltada pelo bandamento (alternância de granulação) e cor das camadas; (fotomicrografias D e F com polarizadores paralelos; E e G polarizadores cruzados); D) e E) Estratificação plano-paralela e bandamento definido pela alternância de camada de seixo suportado e granulação grossa e cimento silicoso e camada de matriz suportada, com seixos angulosos menores e matriz fina e angulosa avermelhada devido a goethita (linha tracejada amarela); F e G) Bandamento definido pela alternância de camada de seixo suportado com granulação grossa e cimento silicoso (porção superior da foto) e camada de matriz suportada (porção inferior). Porção com diferentes fragmentos líticos subangulosos a arredondados e mal selecionados de rocha plutônica e de vulcânica explosiva efusiva/subvulcânica. Qz - quartzo, Kfs - feldspato alcalino, CS - cimento de sílica; Vrf - fragmento de rocha vulcânica/subvulcânica, Vcrf - fragmento de rocha vulcanoclástica, Prf - fragmento de rocha plutônica.....99

Figura 12: Siltito com laminação plano-paralela (*Spp*). A) Afloramento típico com estratificação plano-paralela, de geometria tabular e cor bege claro; B) Amostra de mão polida de siltito avermelhado, com gradação normal. Alternância de camada com laminação plano-paralela (direita) e estrutura maciça (esquerda); (fotomicrografias C, E, G com polarizadores paralelos; D, F, H com polarizadores cruzados); C e D) Textura da base do siltito, com grãos xenomórficos com contato irregular em matriz fina. Afetado por vênula de quartzo; E e F) alternância de camadas de granulação silte e argila milimétricas e shear band evidenciada por hidróxido de ferro; G e H) Camada de granulação muito fina (tamanho argila) com grãos auto-suportados.100

Figura 13: Diagramas de classificação geoquímica. A) Diagrama de classificação TAS (Total Álcalis vs. Sílica) (Le Bas et al., 1986); B) Diagrama SiO_2 vs. Zr/TiO_2 (Winchester e Floyd, 1977).101

Figura 14: Diagramas de elementos maiores, menores e traços usando TiO_2 como índice de diferenciação das rochas do grupo Colíder em União do Norte.....103

Figura 15: Caracterização geoquímica das rochas do Grupo Colíder na região de União do Norte: A) Diagrama MALI ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}$) vs. SiO_2 (Frost et al., 2001) com campos de granitos tipo-A e cordilheiranos cálcio-alcálicos; B) Diagrama AFM ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)-(FeO_t+TiO₂)-(MgO) (Irvine e Baragar, 1971); C) Diagrama FeO_t / (FeO_t + MgO) vs. SiO_2 (Frost et al., 2001) com campos de granitos tipo-A e cordilheiranos; D) Diagrama de índice de saturação de alumina (ASI) (Shand, 1943).110

Figura 16: Diagrama multielementares. A e B) Diagramas multielementares de elementos terras raras normalizados ao padrão condrito (Boynton, 1984); C e D) Diagramas multielementares de elementos traços normalizados ao padrão condrito (Thompson, 1982).111

Figura 17: Diagramas de afinidade tectônica. A) Diagrama de discriminação geotectônica Rb vs. Y + Nb (Pearce, 1996); B) Diagrama Hf – 3Ta – Rb/30 (Harris et al.,1986); C) Diagramas ternários de classificação de subtipos de granitos tipo-A (Eby, 1992); D e E) Diagramas de classificação de tipologia de granitos (Whalen et al., 1987); F) Diagrama de temperatura de saturação do zircão vs. SiO_2 , com campos de granitos tipo-A e tipo-I segundo King et al. (1997).....112

Figura 18: A, C, E e G) Imagens de BSE; B, D, F e H) Imagens de catodoluminescência de cristais de zircão das amostras analisadas. Tamanho do Spot de 25 μm114

Figura 19: Dados geocronológicos da amostra analisadas. A, C, E e G) Amostras de mão das rochas analisadas. B, D, F e H) Diagrama concórdia $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ vs. $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$115

Figura 20: Modelos do vulcanismo Colíder na Região de União do norte. A) Mapa topográfico da área de estudo, ressaltando as feições circulares; B) Modelo 3D da área de estudo e as feições características de cada litofácies.120

Figura 21: Caracterização geoquímica das rochas do Grupo Colíder na PMAF. A) Diagrama SiO_2 vs. Zr/TiO_2 (Winchester e Floyd, 1977). AB - basalto alcalino, havaiano, mugearito, traquibasalto; sub-AB basalto sub-alcalino (toleito e calcio-alcalino); TrAn traquiandesito; B) Diagrama MALI ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}$) vs. SiO_2 (Frost et al., 2001); C) Diagrama $\text{FeO}_t / (\text{FeO}_t + \text{MgO})$ vs. SiO_2 (Frost et al., 2001); D) Diagrama de discriminação geotectônica Rb vs. Y + Nb (Pearce, 1996).125

Figura 22: Diagrama Boxplot de dados geocronológicos U-Pb (zircão) do vulcano-plutonismo Colíder – Teles Pires na PMAF. Estrelas indicam depósitos minerais hospedados em rochas da SLIP Colíder. A faixa verde compreende os intervalos das idades de mineralização dos depósitos;¹Pinho et al. (2003); ²Este trabalho; ³Duarte et al. (2019); ⁴Santos et al. (2019); ⁵Almeida (2017); ⁶Galé (2018); ⁷Alves et al. (2013); ⁸Silva et al. (2015); ⁹Silva et al. (2008); ¹⁰Souza et al. (2005); ¹¹Bini et al. (2015); ¹²Barros et al. (2015); ¹³Alves et al. (2019); ¹⁴Miguel Jr. (2011); ¹⁵Alves et al. (2010); ¹⁶Santos et al. (2000); ¹⁷Prado et al. (2013); ¹⁸Acevedo (2014); ¹⁹Assis et al. (2017); ²⁰Rocha et al. (2020).127

Figura 23: Diagramas de fertilidade magmática para Cu. A) Diagrama Y vs. Sr/Y (Drummond e Defant, 1990), mostrando campo para magmas adakíticos e arco magmático normal (andesito-dacitoriolito – ADR) (Castillo et al., 1999). Campos de Pórfiros chilenos conforme Rubinstein et al. (2021) em linhas tracejadas: amarelo – Campana Mahuida; azul – Diente Verde Área; rosa – Bajo de la Alumbrera; verde – Yalguaraz e San Jorge; cinza escuro – Paramillos District; B) Diagrama La/Yb vs. SiO_2 (Richards e Kerrich, 2007).128

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1: Depósitos minerais associados as SLIPs paleoproterozoicas do Cráton Amazônico.....	39
Tabela 5.2: Dados geocronológicos da SLIP Orocaina e seus correlatos	42
Tabela 5.3: Dados geocronológicos da SLIP Colíder e seus correlatos	47
Tabela 5.4: Dados geocronológicos das rochas da SLIP Colíder e seus correlatos.	53
 • Anexo A	
Tabela 01: Dados geocronológicos de rochas vulcânicas, vulcanoclásticas e granitoides do evento vulcano-plutônico Colíder - Teles Pires na Província Mineral de Alta Floresta.....	79
Tabela 02: Resumo das principais características observadas nas litofácies descritas para o Grupo Colíder na região de União do Norte.	86
Tabela 03: Dados de elementos maiores e traços das rochas vulcânicas e piroclásticas do Grupo Colíder, na região de União do Norte. Óxidos em peso % e elementos traços em ppm.	104
Tabela 04: Síntese dos principais depósitos da Província Mineral de Alta Floresta.....	126

SUMÁRIO

Capítulo 1 – Introdução.....	18
<i>1.1 Apresentação</i>	<i>18</i>
<i>1.2 Estrutura da Dissertação.....</i>	<i>19</i>
<i>1.3 Objetivos</i>	<i>20</i>
Capítulo 2 – Materiais e métodos analíticos.....	21
<i>2.1 Pesquisa Bibliográfica</i>	<i>21</i>
<i>2.2 Trabalhos de Campo</i>	<i>21</i>
<i>2.3 Petrografia.....</i>	<i>22</i>
<i>2.4 Litoquímica.....</i>	<i>23</i>
<i>2.5 Geocronologia U-Pb.....</i>	<i>23</i>
Capítulo 3 – Referencial teórico sobre depósitos vulcânicos e piroclásticos.....	25
<i>3.1 Depósitos vulcânicos e piroclásticos.....</i>	<i>25</i>
<i>Fluxo ou Derrames de lava.....</i>	<i>25</i>
<i>Depósitos piroclásticos de queda (pyroclastic fall deposits).....</i>	<i>30</i>
<i>Corrente de densidade piroclástica</i>	<i>30</i>
<i>Depósitos de fluxo piroclástico (pyroclastic flow deposits)</i>	<i>31</i>
Capítulo 4 – Geologia Regional.....	34
<i>4.1 Província Mineral de Alta Floresta (PMAF)</i>	<i>35</i>
Capítulo 5 – Revisão sobre SLIPs (Silicic Large Igneous Province) paleoproterozoicas no Cráton Amazônico	38
<i>5.1 SLIP Orocaina.....</i>	<i>40</i>
<i>5.2 SLIP Uatumã.....</i>	<i>45</i>
<i>5.3 SLIP Colíder.....</i>	<i>52</i>
Capítulo 6 – Apresentação dos Resultados	56
Capítulo 7 – Conclusões.....	57
• Referências Bibliográficas	59
ANEXOS	73
<i>Anexo A – Manuscrito Científico.</i>	<i>73</i>
<i>Petrogênese e paleoambiente do vulcanismo paleoproterozoico do Grupo Colíder em União do Norte, Leste da Província Mineral de Alta Floresta, Cráton Amazônico.....</i>	<i>74</i>
<i>1.0. Introdução</i>	<i>75</i>
<i>2.0 Cráton Amazônico e Província Mineral de Alta Floresta</i>	<i>76</i>
<i>2.2 O Evento vulcano-plutônico Colíder – Teles Pires</i>	<i>78</i>
<i>3.0 Materiais e Métodos</i>	<i>81</i>
<i>Análises litofaciológicas e petrografia.....</i>	<i>81</i>
<i>Geoquímica.....</i>	<i>82</i>

<i>Geocronologia U-Pb</i>	83
<i>4.0 Resultados: Geologia e petrografia do Grupo Colíder na região de União do Norte</i>	83
<i>4.1. Rochas piroclásticas</i>	87
<i>4.2. Rochas Subvulcânicas</i>	93
<i>4.3 Rochas epiclásticas</i>	98
<i>5.0 Geoquímica</i>	101
<i>6.0 Geocronologia U-Pb em zircão</i>	113
<i>6.1. Riólito maciço porfirítico (AGU-16 e AGU-37)</i>	113
<i>6.2 Lapilli tufo soldado (AGU-24 e AGU-32)</i>	116
<i>7.0 Discussão</i>	116
<i>7.1. Paleoambiente vulcânico</i>	116
<i>7.2. Petrogênese do Grupo Colíder na região de União do Norte</i>	121
<i>7.3. Comparação entre as rochas do Grupo Colíder em União do Norte com a PMAF</i>	123
<i>7.4. Implicações metalogenéticas</i>	125
<i>6.8. Conclusões</i>	129
<i>Referências Bibliográficas</i>	131
<i>Anexo B, C e D</i>	144
<i>Anexo E</i>	169

Capítulo 1 – Introdução

1.1 Apresentação

O paleoproterozoico foi um período de intensa atividade tectônica, em que o vulcanismo desempenhou um importante papel na geração de crosta terrestre (Mueller e Thurston, 2004; Rino et al., 2004; Cawood et al., 2013). A compreensão sistemas vulcânicos antigos auxilia na reconstrução de supercontinentes, como o Colúmbia e Rodínia (Zhao et al., 2004; Reis et al., 2021).

No Cráton Amazônico durante o orosiano, ocorreu a geração de granitoides e de rochas vulcânicas félsicas em episódios classificados como SLIPs (*Silicic Large Igneous Province*): Orocaima (200.000 km²) e Uatumã (1.500.000 km²) (Juliani e Fernandes, 2010; Roverato et al., 2019; Barbosa et al., 2021), com a formação de expressivos depósitos minerais associados do tipo *greissen*, pórfiro e epitermal (Santos et al., 2001; Juliani et al., 2005, 2014, 2021; Bettencourt et al., 2016; Assis et al., 2017; Barros Neto, 2018).

A Província Mineral de Alta Floresta (PMAF), na porção sul do Cráton Amazônico é cenário de um extenso episódio magmático denominado de Colíder – Teles Pires, entendido como uma SLIP (Souza et al., 2005; Silva et al., 2008; Almeida, 2017; Alves et al., 2019). O Grupo Colíder, foco deste trabalho, é caracterizado rochas efusivas e subvulcânicas (Formações Bom Jaguar), rochas piroclásticas (Formação Braço Sul) e rochas epiclásticas (Formação Braço Norte) (Alves et al., 2019). Estas rochas com idades entre 1,80 – 1,77 Ga (Pinho et al., 2003; Galé, 2018; Santos et al., 2019; Almeida et al., 2021) ainda não foram cartografadas e classificadas em outras Províncias do Cráton Amazônico, além da Província Rondônia – Juruena onde se localiza parte da PMAF.

Recentemente, mineralizações de ouro e metais de base, modelo pórfiro e epitermal mostraram idades semelhantes ao vulcanismo Colíder (Acevedo, 2014; Assis, 2015; Galé, 2018; Rocha et al., 2020), despertando interesse do setor mineral para a PMAF. A região de União do Norte, localizada no setor leste da PMAF, é uma área de interesse, pois apresenta exposições de diferentes rochas do Grupo Colíder e o anúncio de recursos potenciais de depósitos de cobre-ouro do tipo pórfiro (Depósito Jaca - Bloomberg, 2018), além de outros alvos promissores como Ênio e João Oficial (Martins, 2021).

Assim, o Grupo Colíder, assume importância estratégica para desvendar a história evolutiva do Estateriano no Cráton Amazônico e na formação do Supercontinente Colúmbia. Além disso, a compreensão genética do vulcanismo Colíder deve gerar *footprints* importantes para a exploração mineral das ocorrências de ouro e metais base.

Apesar de inúmeros trabalhos realizados nas rochas do Grupo Colíder, com foco em geocronologia e geoquímica de rocha total (Souza et al., 2005; Duarte et al., 2019; Alves et al., 2019), o registro lateral e vertical incompleto dificulta o empilhamento estratigráfico e a continuidade das unidades. A falta de mapeamento de detalhe das diferentes litofácies dificulta estabelecer o ambiente tectônico, atualmente disputado entre ambiente de arco magmático (Duarte et al., 2019), ambiente pós-colisional (Santos et al., 2019) ou ambiente extensional intraplaca (Alves et al., 2019; Rizzotto et al., 2019). Assim, em vista dos pontos destacados, identificar a continuidade lateral das rochas vulcânicas/subvulcânicas, piroclásticas e epiclásticas, determinar o estilo eruptivo e cenário tectônico regional é o que motivam esse estudo. A reconstrução paleoambiental e tectônica do vulcanismo Colíder é fundamental para deixar mais robustos os modelos exploratórios das mineralizações de ouro e metais de base.

1.2 Estrutura da Dissertação

Este trabalho está vinculado ao Grupo de Pesquisa em Evolução crustal e Metalogênese da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). A pesquisa contou com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a qual concedeu a bolsa de estudos na modalidade de mestrado. Apoio da Empresa Miniera Mineração LTDA, a qual forneceu assistência logística na área de estudo. E por fim, esta pesquisa recebeu o apoio da *Society of Economic Geologists (SEG)*, através da *Grant McKinstry Fund*, para o custeio e a efetiva execução das etapas metodológicas aplicadas neste trabalho.

A dissertação está elaborada sob o formato de artigo, seguindo o inciso I do Art. 2º do conjunto de Normas **CCPG/001/2015** da UNICAMP. Dessa forma, a dissertação foi redigida em capítulos, na qual o **Capítulo 1**, refere-se à apresentação da pesquisa, estrutura da dissertação e objetivos do trabalho. O **Capítulo 2** aborda os materiais e métodos analíticos que foram empregados durante o desenvolvimento deste trabalho. O **Capítulo 3** trata do estado da arte a respeito dos depósitos vulcânicos e piroclásticos félsicos. O **Capítulo 4** contém o contexto geológico regional do setor leste da Província Mineral de Alta Floresta. O

Capítulo 5 refere-se a uma revisão dos eventos vulcano-plutônicos félsicos de grande escala (SLIPs) paleoproterozoicos do Cráton Amazônico.

No **Capítulo 6** é apresentado os principais resultados obtidos neste trabalho. No **Capítulo 7**, apresenta as conclusões e as referências bibliográficas dos capítulos 1 a 7. Os resultados obtidos são apresentados e discutidos no **Anexo A**, na forma de manuscrito científico, denominado de “Petrogênese e paleoambiente de rochas vulcânicas e vulcanoclásticas do Grupo Colíder em União do Norte, Leste da Província Mineral de Alta Floresta, Cráton Amazônico”. Os **Anexos B, C, D** são colocados ao final da dissertação e consta os dados geoquímicos compilados da literatura e o **Anexo E** consta os dados geocronológicos compilados para os diferentes eventos vulcano-plutônicos paleoproterozoico do Cráton Amazônico.

1.3 Objetivos

Essa dissertação de mestrado tem como temática principal a gênese do vulcanismo félsico paleoproterozoico do Grupo Colíder na região de União do Norte, Mato Grosso, a sul-sudoeste do Cráton Amazônico. Assim, a dissertação centraliza em três tópicos principais: (1) Litofácies dos depósitos vulcânicos e epiclásticos; (2) geoquímica e (3) geocronologia de rochas vulcânicas, para definir o estilo eruptivo, potencial metalogenético, idade e o ambiente tectônico do Grupo Colíder na PMAF. Para atingir tais objetivos, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Definir a distribuição das rochas vulcânicas efusivas/subvulcânicas e explosivas do Grupo Colíder por meio de estratigrafia de sequências vulcânica;
- Definição da variedade faciológica dos depósitos vulcânicos efusivos e piroclásticos, composições modais, texturas e estruturas;
- Compreensão da natureza química das rochas vulcânicas e vulcanoclásticas e da fonte dos magmas que as originaram;
- Obtenção de idades de cristalização das rochas vulcânicas, a fim de auxiliar na determinação da sequência estratigráfica do vulcanismo.

Capítulo 2 - Materiais e métodos analíticos

Os métodos e procedimentos analíticos executados neste trabalho foram divididos em cinco etapas: Pesquisa bibliográfica, trabalho de campo, petrografia, litoquímica e geocronologia U-Pb, as quais são especificadas nos tópicos a seguir.

2.1 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa sobre vulcanismo félsico subaéreo tem como resultado o capítulo 03 de referencial teórico, enquanto a revisão do contexto geológico da porção leste da PMAF e da área de estudo, são apresentadas no capítulo de geologia regional (capítulo 04). Também foi pesquisado a respeito das Grandes Províncias Ígneas Félsicas (SLIPs) paleoproterozoicas do Cráton Amazônico, apresentados no capítulo 05. No tema sobre o vulcanismo félsico subaéreo, pesquisou-se sobre os principais conceitos e classificações de rochas vulcânicas efusivas (e.g., lava riolítica) e explosivas (e.g., rochas piroclásticas).

2.2 Trabalhos de Campo

A etapa pré-campo envolveu o levantamento da base logística da área (imagens digitais TM-LANDSAT 7, imagens SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) e mapas geológicos prévios (Folha Vila Guarita – SC.21-Z-B em escala 1:250.000 do Serviço Geológico do Brasil). A etapa de campo foi realizada na escala de 1:200.000 foi executada na região do distrito de União do Norte (MT) no período de 03/10/2019 a 17/10/2019 e contou com o apoio logístico da Empresa Miniera Mineração LTDA. Foram descritos cinquenta (50) afloramentos, com suas descrições pormenorizadas por meio de litofácies vulcânicas, a qual inclui descrição de litotipo, geometria externa, contato entre os litotipos, texturas e estruturas presentes e empilhamento estratigráfico, conforme recomendações de Cas e Wright (1987), McPhie et al. (1993) e Branner e Kokelaar (2002). Além disso, houve o registro fotográfico, determinação de coordenadas com o GPS (*Global Position System*), confecção de seções geológicas e a coleta sistemática de amostras para estudos petrográficos, geoquímicos e geocronológicos. A distribuição cartográfica destes pontos encontra-se ilustrada no Mapa de pontos (Figura 2.1).

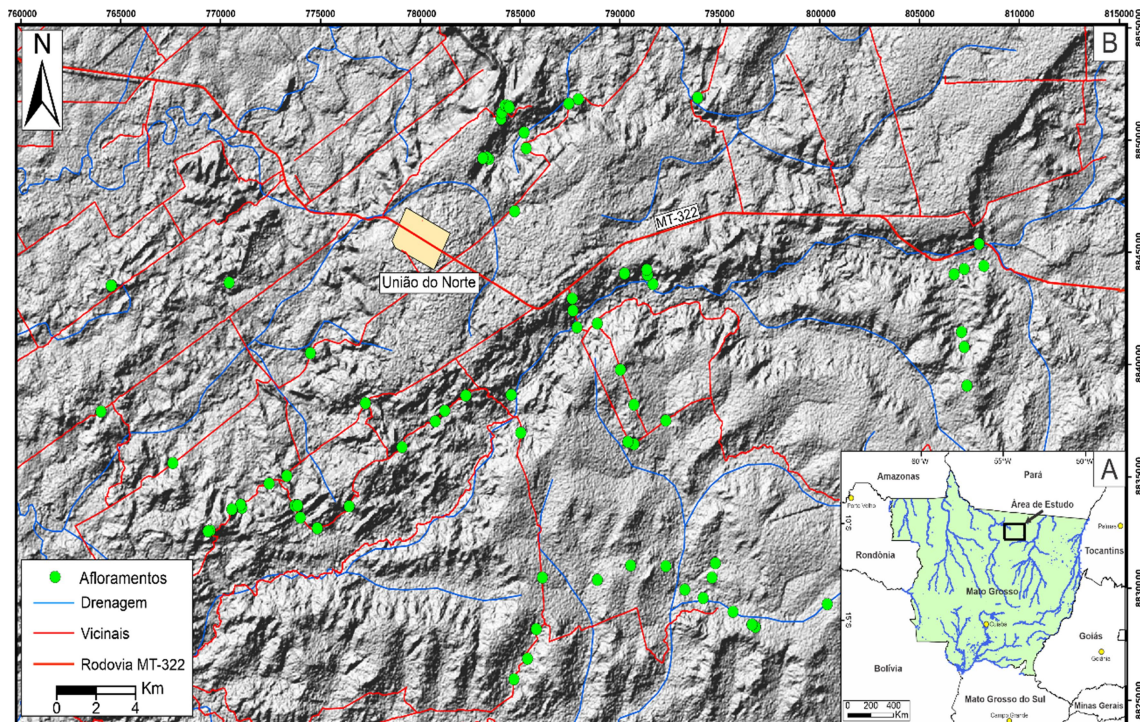


Figura 2.1: Mapa de pontos da área de estudo (DATUM: SIRGAS 2000, Zona 21S).

2.3 Petrografia

A partir de estudos petrográficos mesoscópicos das amostras coletadas, foram selecionadas trinta e sete (37) exemplares para a confecção de lâminas delgadas e polidas. Conjunto este considerado representativo das unidades de interesse na área de estudo. Esses estudos foram desenvolvidos no laboratório de microscopia do Instituto de Geociências (IG) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) em microscópios petrográficos convencionais (ZEISS Axiophot e Leica DM-EP) e na Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) em microscópios convencionais (Leica DM-EP).

Os estudos petrográficos seguiram as recomendações de Williams et al. (1962), Fisher e Schincker (1984) e McPhie et al. (1993) para descrição em seção delgada. Nessas descrições enfatiza-se a análise textural, estruturas e assembleia mineralógica e suas relações de contato, formas, dimensões, intercrescimentos, inclusões e relações de equilíbrio com outras fases minerais presentes. Também se caracterizou as paragêneses ígneas, bem como a identificação de cristais vulcânicos (e.g., juvenis, cognatos e acidentais), fragmentos de cristais e fragmentos líticos de origem vulcanoclástica.

(Observação: A descrição petrográfica foi paralisada devido a problemas relacionados a Pandemia de COVID-19, 16 lâminas não foram descritas).

2.4 Litoquímica

Com base nos estudos petrográficos foram selecionadas um conjunto de dez (10) amostras de rochas vulcânicas efusivas e dez (10) amostras de rochas piroclásticas para análises litoquímicas de elementos maiores, menores e traços, a fim de caracterizar a assinatura geoquímica, processos petrogenéticos envolvidos e o ambiente tectônico.

As análises foram encaminhadas para a ALS Global e analisadas pelo método ME-ICP06 e ME-MS81. Para a preparação das amostras, foram triturados aproximadamente 400g de litotipos preservados de alterações secundárias, por britador de mandíbula e moinho de ágata até atingir um tamanho < 200 mesh. Para a determinação dos principais óxidos pelo método ME-ICP06 é utilizado 2g de pó de rochas misturado com metaborato/tetraborato de lítio, que são aquecidos a 1050 °C por 15 minutos em uma mufla. O material fundido é dissolvido em HNO₃ diluído (5%) e analisado usando um espectrômetro de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente (ICP-AES). As concentrações de elementos menores e terras raras (método ME-MS81) foram adquiridas após dissolução da fusão com borato de lítio com o pó da rocha por um espectrômetro de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS).

As precisões analíticas os elementos principais indicam um limite de detecção de 0,01%. Para os elementos menores e terras raras o limite varia de 0,01 e 10 ppm. A determinação da perda por ignição ao fogo (*LOI*) foi realizada pela diferença de peso da amostra de rocha pulverizada após 2 horas de ignição a 1000 °C. Mais detalhes das várias técnicas analíticas apresentadas aqui estão disponíveis online (www.alsglobal.com).

Os resultados das análises químicas de rocha total obtidas, em elementos maiores, menores e traços, são apresentados no Anexo A. Os dados foram processados e inspecionados, com auxílio dos softwares GCDKIT tool (Version 4.1) (Janoušek et al., 2006), ioGAS e Microsoft Excel 2007.

2.5 Geocronologia U-Pb

Duas amostras de rochas vulcânicas efusivas (riolito) e duas de rochas piroclásticas (ignimbrito soldado) foram escolhidas para análises geocronológicas por meio de LA-ICP-MS (*Laser ablation inductively coupled plasm mass spectrometry*).

A etapa de preparação e separação de grãos de zircão para geocronologia U-Pb

seguiu a rotina sugerida por Corfu et al. (2003) e foi realizada nos Laboratórios de Preparação de Amostras e de Concentração Mineral do Instituto de Geociências (IG) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), com as seguintes etapas:

- As amostras selecionadas são britadas em britador de mandíbulas, modelo Pulverisette II, de marca Fritsch, até possuírem diâmetro de até 2 cm;
- Moagem em moinho de discos metálicos;
- Bateamento manual;
- Separação magnética com ímã de mão dos concentrados de bateia;
- Separação magnética por estágios através do separador isodinâmico Frantz utilizando as correntes: 0,1A; 0,3A; 0,6A; 1,0A; 1,5A;
- Separação gravimétrica em iodeto de metileno
- Separação manual dos grãos de zircão livres de inclusões e fraturas em lupa binocular ZEISS.
- Montagem dos cristais selecionados em *mount* com resina epóxi e polimento para a exposição interna dos cristais.

Imagens de catodoluminescência (CL) e *backscattered electron* (BSE) dos cristais de zircão foram obtidos através do microscópio eletrônico de varredura (MEV) do Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas com o objetivo de auxiliar na escolha dos melhores spots a serem analisados por meio do reconhecimento da estrutura interna do cristal a fim de evitar fraturas, inclusões e/ou metamitização.

As análises de urânio e chumbo foram obtidas via LA-ICP-MS e o procedimento envolve o sistema *Excite 193 (Photon Machines)*, equipado com célula de ablação de dois volumes (HelEx), acoplados a ICP-MS *Thermo Scientific Element XR*, com diâmetro do *spot* de 25 μm , com frequência do *laser* de 10Hz e fluência de 4,74 Jcm^{-2} , seguindo a metodologia implementada por Navarro et al. (2015). O tratamento e redução dos dados foram realizadas através do *software* *Iolite 2.5* em conformidade com a metodologia de Paton et al. (2010), a correção de chumbo (Pb) comum e a geração dos diagramas de concórdia e histograma foi executado no *software* *IsoPlotR* (Vermeesch, 2018).

Capítulo 3 - Referencial teórico sobre depósitos vulcânicos e piroclásticos

Terrenos vulcânicos possuem uma diversidade de rochas maior do que qualquer outro ambiente da Terra, que incluem derrames de lavas, depósitos provenientes de erupções piroclásticas e depósitos epiclásticos (formados a partir de processos sedimentares que operam em terrenos vulcânicos). Os diferentes processos que originam as rochas vulcânicas (e.g. vulcanismo subaéreo *vs.* subaquoso ou efusivo *vs.* explosivo) contribuem para que os terrenos vulcânicos se tornem um dos ambientes mais difíceis de serem entendidos (Cas e Wright, 1987).

A investigação de sucessões vulcânicas antigas, como é o caso das sequências vulcânicas do Grupo Colíder no Cráton Amazônico, é dificultada por diversos fatores sin-deposicionais (e.g., devitrificação e brechação hidráulica) e pós-deposicionais (e.g., metamorfismo, alteração hidrotermal e diagênese) que influenciam na geometria e na preservação das litofácies vulcânicas primárias, retratando muitas vezes um panorama incompleto dos processos operantes no passado geológico (McPhie et al., 1993). Dessa forma, este capítulo traz um breve referencial teórico sobre rochas vulcânicas e vulcanoclásticas.

3.1 Depósitos vulcânicos e piroclásticos

Os depósitos originados por magmatismo ocorrem sob duas formas diferentes. Uma por meio de erupção efusiva, constituindo derrames e domos vulcânicos e outra por meio de erupção explosiva, gerando grandes volumes de partículas piroclásticas. Cada tipo de depósito será abordado individualmente a seguir.

Fluxo ou Derrames de lava

Os derrames de lava são extrusões de magma na superfície e representam as maiores manifestações vulcânicas na Terra (Cas e Wright, 1987; McPhie et al., 1993). Podem ser relacionados a um único fluxo (geralmente com alta taxa de extrusão) ou a fluxos compostos, relacionados a pequenas taxas de extrusão (Cas e Wright, 1987). Uma sucessão de derrames individuais pode originar campos de fluxos de lavas que podem abranger uma superfície da ordem de dezenas de quilômetros com centenas de metros de espessura.

Os aspectos reológicos inerentes à lava (principalmente composição e temperatura) quando somados à taxa de extrusão e às características geomorfológicas do terreno, definem a velocidade do fluxo. Os fluxos associados a magmas com maior

viscosidade, os de composições mais ácida (riolíticas e dacíticas), dão origem a derrames de lavas blocadas (*block lava flow*) (MacDonald, 1953; Schmincke, 2004). Durante o deslocamento no terreno, lavas de composição riolítica ou dacítica podem alterar sua forma de movimentação, migrando de fluxos laminares para fluxos arqueados por conta da viscosidade. De acordo com Fink e Pollard (1983), a presença de estruturas internas e texturas como faixas de fluxo, eixos de dobras de fluxo, vesículas estiradas e fenocristais alongados e alinhados são indicativos da combinação da alta viscosidade com o fluxo laminar (Figura 3.10-A e B). Apresentam superfícies fraturadas e fragmentos vulcânicos. São distinguidos das lavas do tipo 'a' devido suas dimensões decimétricas a métricas e com aspectos mais lisos, planares e angulares (Macdonald, 1953; Schmincke, 2004).

Conforme McPhie et al. (1993), a estratigrafia de um derrame félsico é definida por (Figura 3.1-B) zona maciça e auto-brechada na base; zona intermediária marcada por devitrificação e contato gradacional a convoluto com as demais zonas; e, zona de topo marcada pela presença de vitrófiros (e.g., obsidiana, esferulitos e púmices).

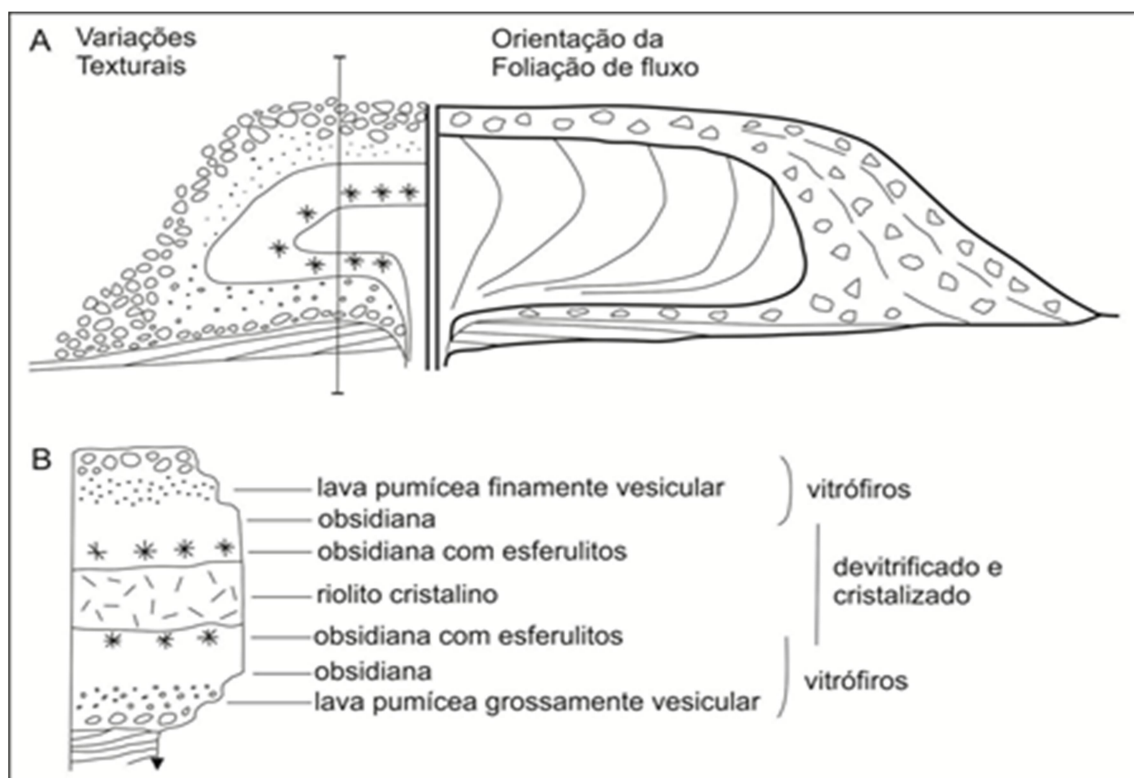


Figura 3.1: A) Modelo da estratigrafia de um derrame félsico subaéreo; B) Perfil colunar com a variação textural interna de um derrame félsico subaéreo (Mcphie et al. 1993; adaptado por Rosseti, 2011).

Domos de lava

Domos de lava são feições positivas no terreno, originados a partir da extrusão de lava viscosa através de um conduto vulcânico, comumente associada a magmas com alto teor de sílica (Fink e Anderson, 2000). Possuem geometria variada, encontrados em flancos íngremes ou tabulares em perfis com contornos elípticos, circulares ou irregulares. Em relação ao diâmetro, estes podem compreender desde metros até quilômetros (<5 km), com terminações geralmente abruptas ou íngremes (Fink e Anderson, 2000). O crescimento do domo pode ser contínuo ou episódico, com taxa de efusão que varia desde 1 m³/s a 100 m³/s no intervalo de poucas horas até milhares de décadas.

Domos endógenos, característicos de lavas de alta viscosidade, ocorrem quando há o crescimento do domo e expansão de sua superfície para comportar subsequentes fluxos de lava (Willian, 1932 *apud* Newhall e Melson, 1983) (Figura 3.2-A). Suas porções externas resfriadas (*base*, *top* e *front*) são constituídas principalmente por obsidiana maciça ou bandada e púmice. A combinação desses materiais dificulta a efusão da lava, o que ocasiona a auto-brechação dessa crosta já resfriada, gerando fragmentos angulosos que são envolvidos pela lava que ainda está em estado plástico (Figura 3.1-B).

Em lavas ácidas de menor viscosidade, é comum a formação de níveis de lava tipo *coulées*, que constituem fluxos de lava (*coulées de lave*) mais delgados de rocha afírica ou vítrea, com estruturas e feições de fluxo indicativas de mais baixa viscosidade (Cas e Wright, 1987; Fink e Anderson, 2000) (Figura 3.2-B). Estas porções são ejetadas do centro do conduto vulcânico. Quando ocorre a estrutura *coulée*, há formação de um domo composto pelo empilhamento sucessivo destes fluxos de lava e, então, passa a ser denominado de domo exógeno (Willian, 1932 *apud* Newhall e Melson, 1983). Em alguns casos, há domos que apresentam os dois comportamentos de crescimento de maneira simultânea (endógeno e exógeno) ou que alteram seu estilo de crescimento com o passar do tempo (Newhall e Melson, 1983).

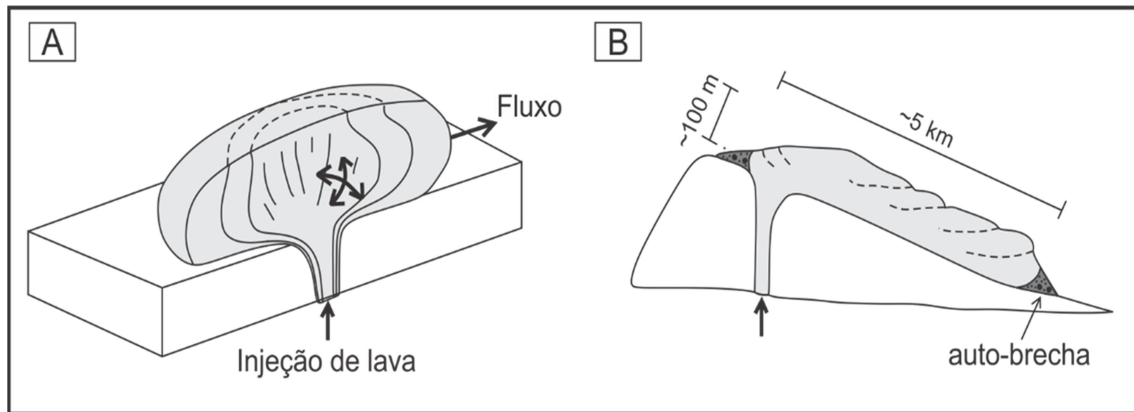


Figura 3.2: Domos endógenos: (A) Modelo de crescimento tridimensional de domos endógenos (Richardson, 1978; adaptado por Polo, 2014); (B) Modelo de lavas coulées originando domos endógenos (Branney et al. 2008, adaptado por Polo, 2014).

3.2 Erupções Explosivas

Erupções explosivas são desencadeadas pelo aumento da pressão de fluidos dentro do conduto vulcânico por exsolução de voláteis (e.g., H_2O , CO_2 e S) presentes no magma. Além disso, outros fatores como a viscosidade do magma, temperatura, configuração do conduto vulcânico, pressão interna na câmara magmática, contato com água externa e mistura de magmas estão associados aos mecanismos que contribuem para erupções explosivas (Scandone, 1996). Dessa forma, conforme o magma se aproxima da superfície, a diminuição da pressão causa a exsolução dos componentes voláteis dissolvidos no magma, gerando uma expansão no volume e a vesiculação do magma. Este processo é mais rápido na superfície, o que gera erupções constituídas por plumas vulcânicas com fluxos piroclásticos associados.

As erupções explosivas produzem variados volumes de material piroclástico, como fragmentos de rochas e de magmas, vidro, adicionados a gases quentes. Tais colunas eruptivas podem chegar a 50 km de altura ou ainda, originar fluxos de material piroclástico que se deslocam ao longo dos flancos dos edifícios vulcânicos com velocidades que chegam a 400 m/s (Carey e Bursik, 2000).

Sparks e Walker (1973) reconhecem igualmente três tipos de depósitos piroclásticos, definidos de acordo com os mecanismos de transporte do material particulado: (a) depósito de queda (*pyroclastic fall*), tendo como principal mecanismo a suspensão; (b) depósito do tipo *surge* (*pyroclastic surge*), com mecanismo de tração e; (c) depósitos de fluxo (*pyroclastic flow*), com mecanismo de fluxo de massa atuante.

No modelo definido por McPhie et al. (1993) (Figura 3.4), para os depósitos efusivos e explosivos, os depósitos piroclásticos são divididos em três classes principais, sendo elas: (a) depósitos vulcanoclásticos primários, com origem direta da atividade vulcânica e subdivididos em depósitos de fluxo, de queda e do tipo *surge*; (b) depósitos vulcanoclásticos ressedimentados, aqueles em que os fragmentos foram gerados pela atividade vulcânica e retrabalhados ou ressedimentados; e (c) depósitos sedimentares vulcanogênicos, onde a origem dos fragmentos é necessariamente associada à ação do intemperismo e erosão de terrenos vulcânicos pré-existentes.

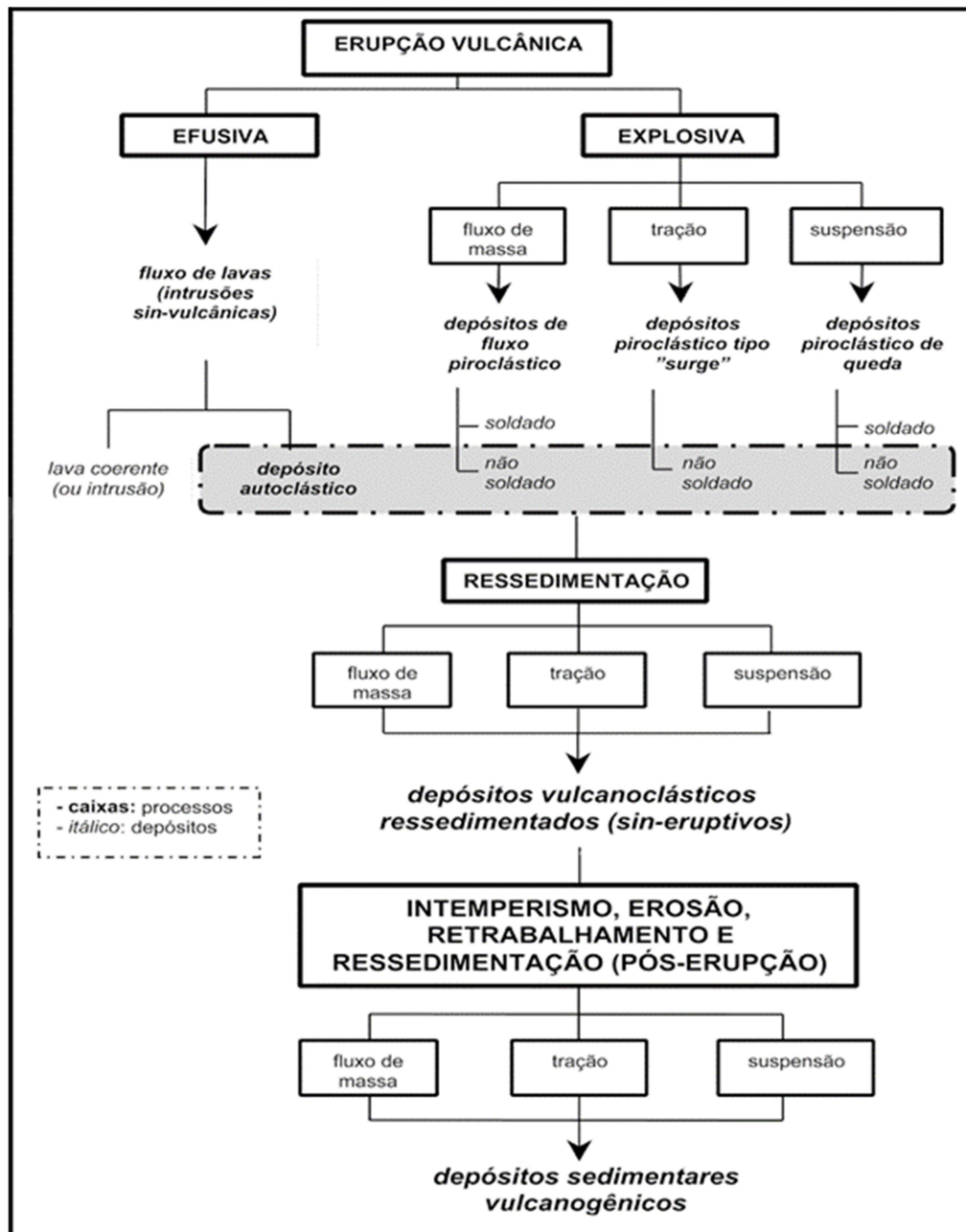


Figura 3.3: A Classificação genética dos depósitos vulcânicos e vulcanoclásticos (McPhie et al. 1993; adaptado por Sommer et al. 2003).

A seguir, caracteriza-se os tipos de depósitos piroclásticos primários.

Depósitos piroclásticos de queda (*pyroclastic fall deposits*)

Os depósitos de queda piroclástica são formados em diferentes tipos de erupções e de magmas. As partículas aquecidas liberadas durante a erupção ficam suspensas e pela ação da gravidade se depositam de acordo com a topografia, originando depósitos de *tephras* (Fisher e Schmincke, 1984; Jerram, 2018). Nesses depósitos, em alguns casos também há presença de fragmentos de tamanhos variados (pó, cinza, lápili, bomba/bloco) ejetados durante a erupção, denominados de bombas vulcânicas (Fisher, 1961; Fisher e Schmincke, 1984; Le Maitre, 1989).

De forma geral são depósitos acamadados concordantes com a topografia e com espessura relativamente uniforme. São lateralmente contínuos e normalmente bem selecionados, devido a seleção durante o transporte (Figura 3.5-A). Estruturas do tipo estratificação e acamamento gradacional estão relacionados com as variações na intensidade das erupções vulcânicas, em que no geral, a granulação decresce e se torna mais fina e estratificada com o aumento da distância do centro vulcânico, refletindo o grau de seleção (McPhie et al., 1993; Sommer et al., 2003; Jerram, 2018).

Corrente de densidade piroclástica

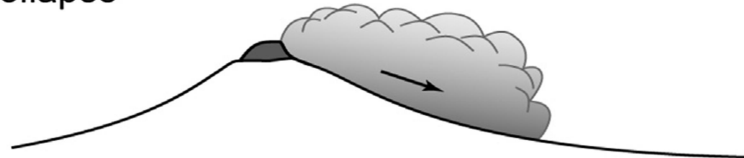
Correntes de densidade piroclásticas (*Pyroclastic density currents*) são formadas por uma mistura turbulenta de todos os componentes piroclásticos (e.g., fragmentos juvenis a líticos) e gases liberados durante a efusão magmática (que em alguns casos podem estar associados a vapor da neve ou de corpos d'água externos a câmara magmática) (Fig. 3.3). As correntes de densidade piroclástica escoam através das encostas do vulcão com velocidades de até 400 m/s. São classificadas em fluxos de baixa densidade ou concentração, quando a proporção de gás é maior do que a de fragmentos, e fluxos de alta concentração, quando a proporção de fragmentos é maior do que a de gás. Em muitos casos há uma continuidade entre os estágios e em um mesmo evento pode haver a transição entre um e outro tipo de corrente de densidade piroclástica (McPhie et al. 1993; Freitas e Juliani, 2018).

PDC generation mechanisms

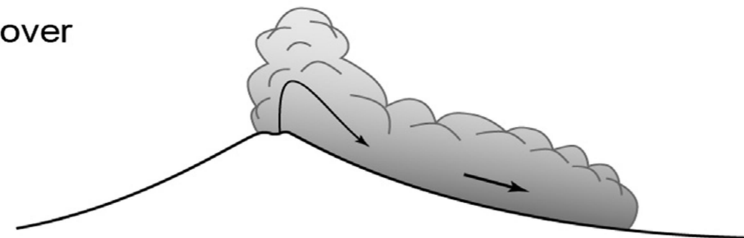
Directed blast



Dome collapse



Boiling-over



Column or fountain collapse

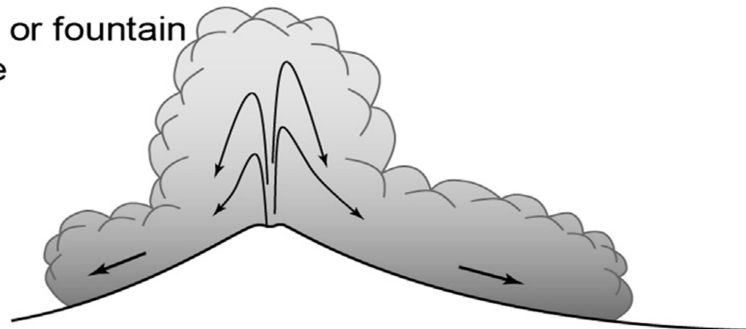


Figura 3.4: Modelos de origem de correntes de densidades piroclásticas (PDC): Os PDC's são gerados quando a densidade da corrente excede a da atmosfera ambiente e podem ser gerados por vários estilos de erupção, incluindo explosões direcionadas, colapso de cúpula, boiling-over e colapso de coluna eruptiva (Dufek et al., 2015).

As Correntes de densidade piroclásticas podem ser classificadas como concentradas (fluxo piroclástico) ou diluídos (*surge*), caracterizados a seguir.

Depósitos de fluxo piroclástico (*pyroclastic flow deposits*)

Os depósitos de fluxo piroclástico são subdivididos em depósitos de fluxo de blocos e cinzas, fluxo de cinzas e escórias e fluxo de púmice (McPhie et al., 1993; Freitas e Juliani, 2018; Jerram, 2018). Pode ser composto por partículas juvenis, derivadas da

fragmentação do magma nas erupções explosivas, como púmice, escória, lapilli acrescionário, cristais e/ou fragmentos de cristais e fragmentos de vidro (*glass shards*) e líticos (Sommer et al., 2003).

Podem apresentar texturas de soldagem, devitrificação e cristalização em fases vapor, além de texturas vitroclásticas. Apresentam granulação variada e se originam a partir de diferentes magmas, desde andesíticos a riolíticos e são mais espessos em depressões topográficas (Figura 3.5-B) (McPhie et al., 1993; Freitas e Juliani, 2018; Jerram, 2018).

Depósito do tipo surge (*pyroclastic surge deposits*)

Depósitos do tipo *surge* são originados a partir de fluxos com baixa concentração de material piroclástico associados a gases turbulentos durante uma erupção explosiva ou freatomagmática, em ambientes subaéreos. As partículas piroclásticas são depositadas em estruturas laminadas. São de pouca espessura, em altos topográficos e de grandes espessuras em depressões topográficas (Figura 3.5-C). São subdivididos em depósitos de *base surge*, depósitos de *ground surge* e depósitos de *ash cloud surge* (Cas e Wright, 1987).

De forma geral, são depósitos laminados/estratificados e geralmente bem selecionados (melhor selecionados que os depósitos de fluxo piroclásticos e pior selecionados do que os depósitos de queda piroclásticas). São constituídos principalmente de fragmentos juvenis, clastos líticos, cinzas e cristais. É comum a diminuição na granulação e espessura dos depósitos com o afastamento do centro vulcânico (McPhie et al., 1993).

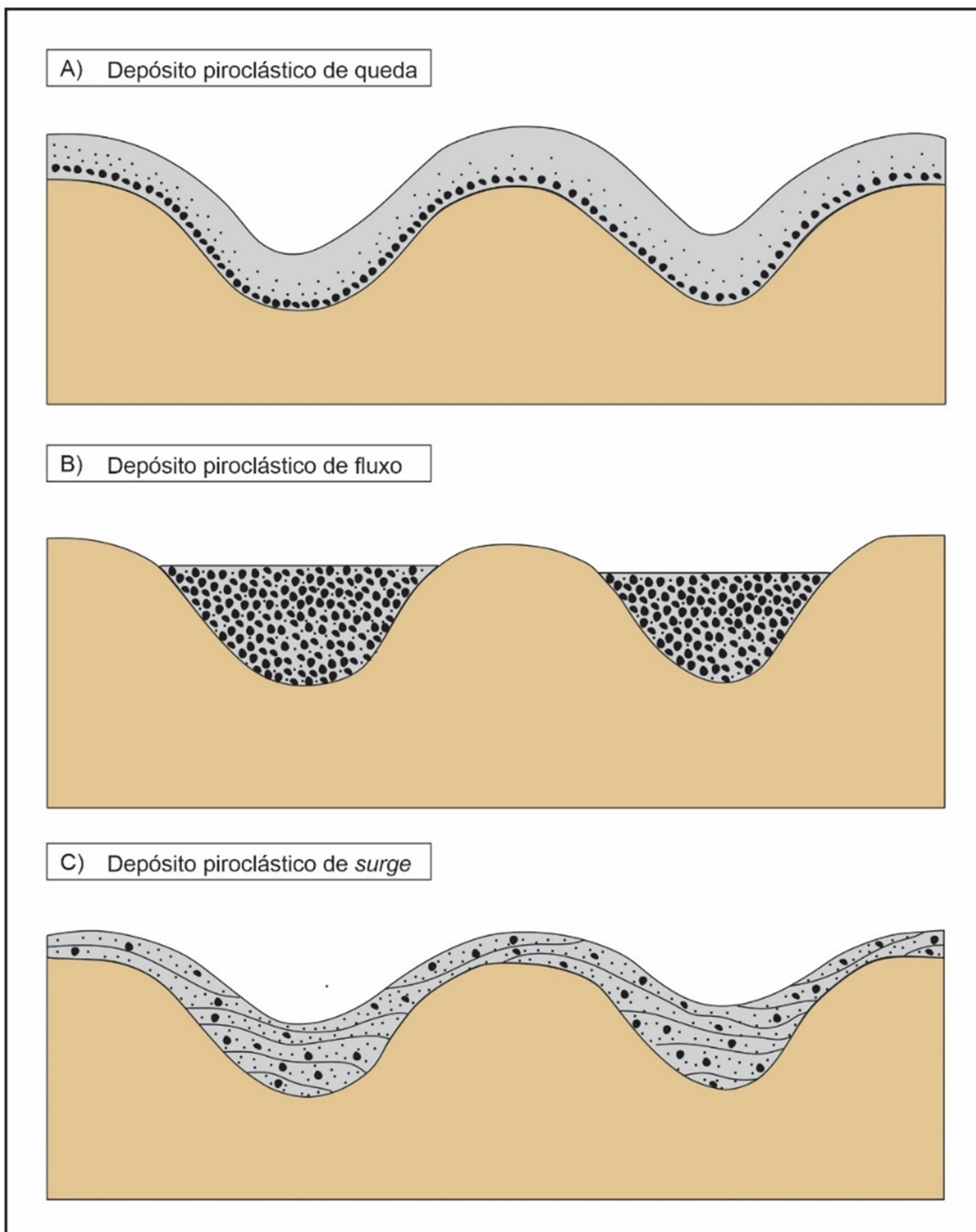


Figura 3.5: Diagrama esquemático para depósitos piroclásticos do tipo: (A) Depósitos piroclásticos de queda; (B) Depósitos de fluxo piroclásticos; (C) Depósitos piroclásticos do tipo surge (Traduzido de McPhie et al., 1993).

Capítulo 4 – Geologia Regional

O Cráton Amazônico está inserido na Plataforma Sul-Americana e destaca-se como uma das maiores áreas intracratônicas do mundo, com aproximadamente 4.400.000 km² (Almeida et al., 1981). É dividido por dois escudos pré-cambrianos, Escudo Brasil Central e Escudo das Guianas, ambos separados pelas bacias sedimentares paleozoicas do Amazonas e Solimões (Vasquez et al., 2008). Ao sudeste e leste, o Cráton Amazônico é limitado pelo Sistema Orogênico Tocantins, a oeste pela Faixa Orogênica Andina e ao norte é limitada pela margem atlântica (Schobbenhaus e Brito Neves, 2003).

Existem duas concepções para a divisão do Cráton Amazônico em províncias, uma da perspectiva tectônica (Santos et al., 2000, 2008) (Figura 4.1) e outra da perspectiva geocronológico (Tassinari e Macambira, 1999, 2004). Em linhas gerais, tais autores (Tassinari e Macambira, 1999, 2004; Santos et al., 2000, 2008) concordam com um núcleo de idades Arqueana ou Paleoproterozoica no sudeste do Cráton - Província Carajás (ca. 3.10–2.53 Ga) composta pelos domínios tectônicos Carajás e Rio Maria, consiste no núcleo meso – neoarqueano do Cráton (Tassinari e Macambira, 1999, 2004; Santos et al., 2000, 2008; Vasquez et al., 2008; Motta et al., 2019).

O Cráton Amazônico é caracterizado por terrenos arqueanos e proterozoicos, com história evolutiva envolvendo acreções de arcos magmáticos, com geração de crosta juvenil e processos de retrabalhamento crustal de forma subordinada (Tassinari e Macambira, 1999, 2004; Santos et al., 2000, 2008; Motta et al., 2019). E adquiriu estabilidade tectônica por volta de 1,0 Ga (Brito Neves e Cordani, 1991; Tassinari e Macambira, 1999; Santos et al., 2000) (Figura 4.1).

Fernandes et al. (2011), Fernandes e Juliani (2019) e Juliani et al. (2013, 2015, 2021) propõem um modelo de evolução tectônica alternativo os modelos propostos por Tassinari e Macambira (1999, 2004) e Santos et al. (2000, 2008) para o sul do Cráton Amazônico (Províncias Tapajós-Parima - Domínio Tapajós e Amazônia Central - Domínio Irixi-Xingu). No qual essa porção do Cráton foi estruturada por dois arcos magmáticos continentais paleoproterozoicos (Arcos Tapajônicos) com estruturação E-W. O primeiro arco magmático possui idade entre 2,13 a 1,95 Ga e o outro possui idade entre 1,89 a 1,87 Ga (Gutiérrez et al., 2019; Cassini et al., 2020).

Os dois arcos magmáticos foram amalgamados por processos de subducção de uma placa oceânica de sul para norte sob o protocráton de idade arqueana ou paleoproterozoica. As estruturas regionais E-W, segundo os autores, teriam possibilitado a

formação de ambientes propícios para sistemas minerais (IOCG, epitermal e do tipo pórfiro) e constituem um zoneamento metalogenético na porção sul do Cráton.

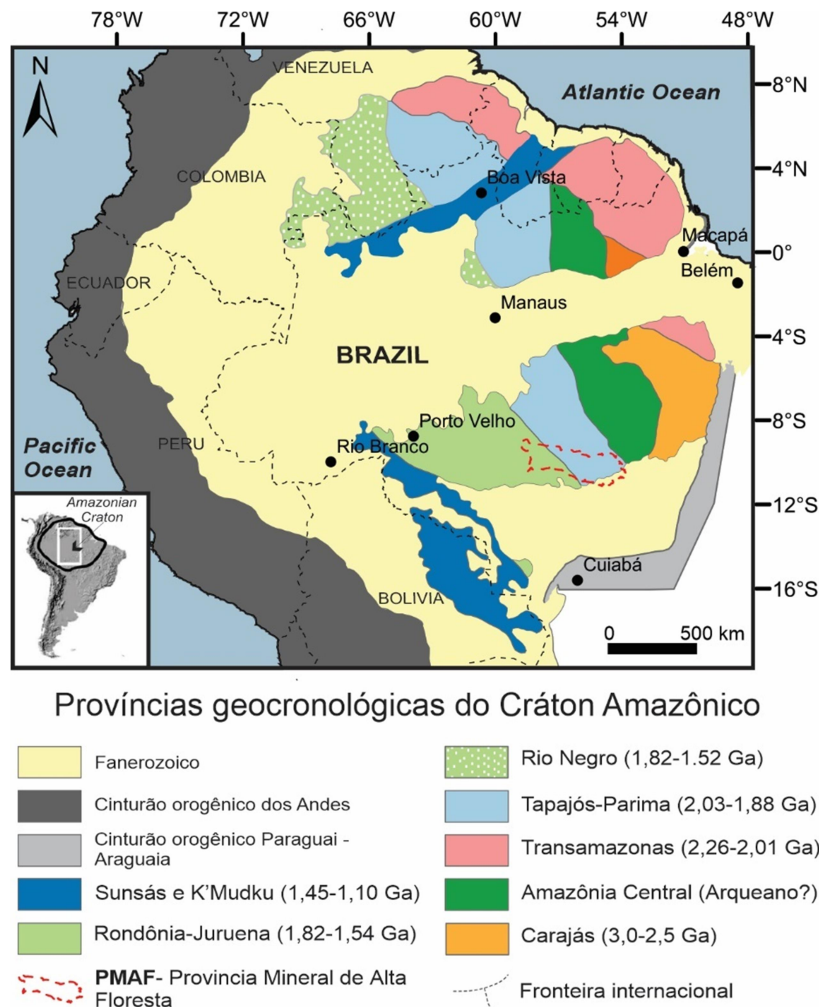


Figura 4.1: Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico (Santos et al., 2008); Polígono vermelho – Província Mineral de Alta Floresta.

4.1 Província Mineral de Alta Floresta (PMAF)

A Província Mineral de Alta Floresta (PMAF) tem distribuição espacial de mais de 500 km no Norte do Mato Grosso, com *trend* geral WNW. Geograficamente é limitada pelas nascentes dos rios Peixoto de Azevedo, a leste, e Aripuanã, a oeste. A norte é delimitada pela Bacia do Alto Tapajós e ao sul pela Bacia dos Parecis (Figura 4.2).

Geologicamente, a PMAF se localiza entre as províncias do Cráton Amazônico Tapajós – Parima (Domínio Peixoto de Azevedo) e Rondônia – Juruena (Domínio Juruena) (Santos et al., 2008). Segundo Santos et al. (2000), as rochas mais antigas (2,45 e 1,97 Ga) do setor leste da PMAF são caracterizadas como uma extensão da Província Tapajós – Parima e

recebe a denominação de Domínio Peixoto de Azevedo. As rochas da Província Rondônia – Juruena (Domínio Juruena) recobrem parte do Domínio Peixoto de Azevedo e se estendem para oeste (Figura 4.2).

O início da evolução tectônica da PMAF é associado ao arco magmático Cuiú–Cuiú, de idade orosiana (2,05-1,97 Ma), no Domínio Peixoto de Azevedo (DPA). De acordo, com Alves et al. (2020), o arco é caracterizado por um embasamento arqueano, composto por gnaisses tonalítico-trondhjemíticos (2,7 – 2,9 Ga - Paes de Barros, 2007) que ocorrem como *inliers* em meio às rochas paleoproterozoicas do Complexo Cuiú–Cuiú. O Complexo Cuiú–Cuiú (2,05 – 1,95 Ga) é composto por gnaisses, metagranitoides e anfibolitos (Paes de Barros 2007; Quispe 2016; Assis et al. 2017; Alves et al. 2020), intrudidos pelas Suítes Pé Quente (2,00 – 1,97 Ga) e Nhandu (1,97 – 1,95 Ga).

As Suítes Pé Quente e Nhandu são constituídas por granitoides indeformados a foliados e por rochas vulcânicas félsicas a intermediárias da Formação Jarinã (Dezula, et al., 2018; Rios, 2019; Alves et al., 2020). Estas sequências são afetadas por granitoides pós-orogênicos e anorogênicos da Suíte Matupá e Garantã do Norte (1,95 – 1,85 Ga) (Assis, 2015; Alves et al., 2019, 2020).

Por outro lado, a Província Rondônia – Juruena (Domínio Juruena) tem um ambiente tectônico não definido, com dois modelos principais: (a) um ambiente extensional tipo rifte (Rizzotto et al., 2019b); ou (b) acreção de um arco magmático denominado de Juruena (Scandolara et al. 2017). As rochas do arco Juruena intrudem e recobrem as rochas do Domínio Peixoto de Azevedo (Figura 4.2). Compõem o arco Juruena, o Complexo Nova Monte Verde (1,81 – 1,77 Ga) e a Supersuíte Juruena (1,80 – 1,74 Ga). O Complexo é composto por paragneisses, granulitos, xistos, granodioritos e tonalitos e definido na Figura 4.2 como domínio gnáissico-migmatítico de alto grau (Santos et al., 2005; Rizzotto et al. 2019b). A Supersuíte Juruena (1,80 – 1,74 Ga) é caracterizada por magmatismo plutônico félsico, cálcio-alcalino de alto potássio composto pelas Suítes Paranaíta, São Pedro, Nova Canaã, Teodósia e Zé do Torno (Duarte et al., 2012; Rizzotto et al., 2019b; Alves et al., 2019; 2020).

As vulcânicas félsicas do Grupo Colíder (1,78 – 1,75 Ga) (Duarte et al., 2012, 2019; Alves et al., 2019; Santos et al., 2019) e intrusivas sin-vulcânicas da Suíte Teles Pires (~1,75 Ga) (Prado et al., 2013; Barros et al., 2015; Godoy et al., 2018) são entendidas como pós-colisionais/orogênicas no cenário tectônico de arco magmático (Santos et al. 2019).

As rochas pertencentes ao Domínio Peixoto de Azevedo e ao Domínio Juruena são recobertas por rochas sedimentares paleozoicas das Bacias do Alto Tapajós (*Graben* do Cachimbo), Caiabís e Dardanelos (Figura 4.2) (Saes e Leite, 2003; Moreton e Martins, 2005; Souza et al., 2005).

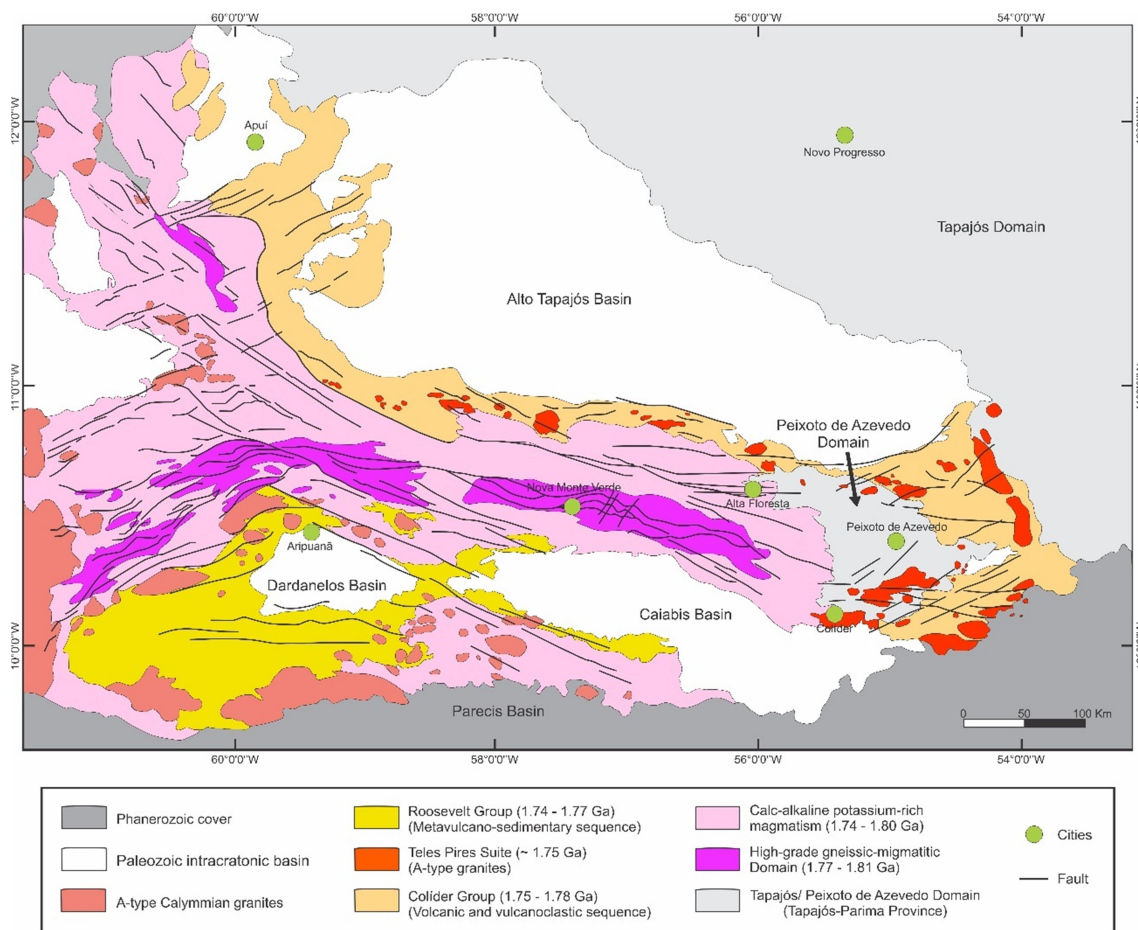


Figura 4.2: Mapa simplificado da Província Mineral de Alta Floresta (modificado de Rizzotto et al. 2019a).

Capítulo 5 – Revisão sobre SLIPs (*Silicic Large Igneous Province*) paleoproterozoicas no Cráton Amazônico

A história geológica do Cráton Amazônico é marcada por importantes episódios vulcano-plutônicos de grande escala que remontam a SLIPs (*Silicic Large Igneous Province*) e LIPs (*Large Igneous Province*) (Basei, 1977; Juliani e Fernandes, 2010; Alves et al., 2019; Barbosa, 2020). Uma LIP é formada por atividade magmática máfica ($< 65\% \text{ SiO}_2$) de curta duração ($< 5 \text{ Ma}$) com grande volume de rochas intrusivas e extrusivas em uma extensa área ($> 0,1 \text{ Mkm}^2$) (Coffin e Eldholm, 1994; Bryan e Ernst, 2008; Ernst, 2014). O correspondente félsico das LIPs são denominadas de SLIPs (*Silicic Large Igneous Provinces*) e são, portanto, caracterizadas por magmatismo félsico ($> 65\% \text{ SiO}_2$) de longa duração (10 – 40 Ma) com associações vulcano-plutônicas (Bryan e Ernst, 2008; Bryan e Ferrari, 2013).

O estudo de LIPs e SLIPs é de grande importância para a compreensão da evolução do regime térmico do planeta, uma vez que estão associados a desequilíbrios termodinâmicos entre o manto e a crosta, processos de geração de crosta oceânica e continental, e por estarem muitas vezes associados a ciclos de supercontinentes (Bryan e Ferrari, 2013; Susko et al., 2017; Ernst e Youbi, 2017; Condie, 2018; Cawood et al., 2018). Outro aspecto importante nesse cenário é relacionado à gênese de depósitos minerais, uma vez que diversos depósitos estão associados a estas atividades magmáticas (e.g., Depósitos estratiformes de Cr–Fe–Ti na LIP Bushveld; Depósitos IOCG (Olympic Dam) na SLIP Gawler; Depósitos lateríticos (Al) na LIP Deccan;) (Ernst e Jowitt, 2013).

O paleoproterozoico do Cráton Amazônico é marcado por pelo menos três eventos vulcano-plutônicos félsicos de grande escala denominados de SLIP (Figura 5.1 – B, C e D), bem definidos por datações geocronológicas U-Pb e Pb-Pb (Figura 5.1 – E F e G). Os principais depósitos minerais associados as SLIPs foram reunidas na Tabela 5.1. Cada evento será abordado separadamente.

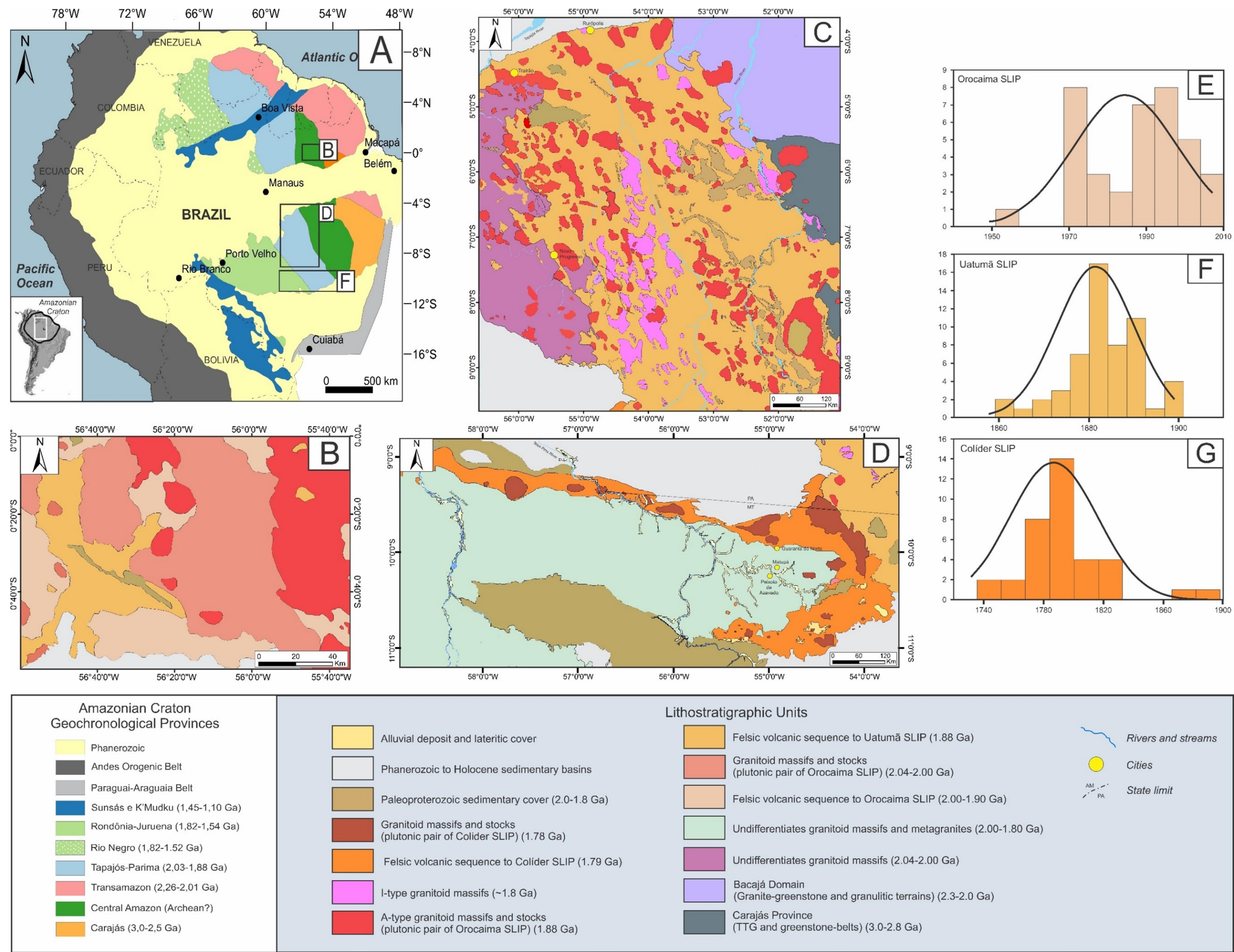


Figura 5.1: SLIPs paleoproterozoicas do Cráton Amazônico: A) Províncias geocronológicas para o Cráton Amazônico de acordo com Santos et al. (2008); Mapa geológico simplificado das áreas importantes das SLIPs paleoproterozoicas do Cráton Amazônico: B) SLIP Orocaima; C) SLIP Uatumã; D) SLIP Colíder (Modificado de Lacerda Filho et al., 2004; Vasquez et al., 2008; Silva et al., 2019, Fernandes e Juliani, 2019); Histogramas com distribuição de idades de cristalização U-Pb e Pb-Pb em zircão: E) SLIP Orocaima; F) SLIP Uatumã; G) SLIP Colíder

Tabela 5.1: Depósitos minerais associados as SLIPs paleoproterozoicas do Cráton Amazônico

SLIP OROCAIMA (2,0 – 1,9 Ga)					
Província Geocronológica (Santos et al. 2008)	Domínio	Unidade litoestratigráfica	Tipo de depósito	Referência	
Província Tapajós-Parima	Domínio Tapajós (Escudo Brasil Central)	Formação Vila Riozinho	Epitermal (<i>intermediate e low sulfidation</i>) de metais preciosos (Au) e de base (Cu, Pb, Zn e Mo)	Tokashiki (2015) Guimarães et al. (2021)	
SLIP UATUMÃ (~ 1,88 Ga)					
Província Amazônia Central	Domínio Iriri-Xingu (Escudo Brasil Central)	Suíte Velho Guilherme	<i>Greisen</i> (Sn, W)	Teixeira et al. (2002); Lamarão et al. (2012); Barros Neto (2018)	
Província Tapajós-Parima	Domínio Tapajós (Escudo Brasil Central)	Grupo Iriri	Epitermal (<i>high-, intermediate- e low sulfidation</i>) de metais preciosos (Au e Ag) e de base (Cu, Pb, Zn e Mo)	Corrêa-Silva (2002); Juliani et al. (2005; 2013; 2014); Echeverri-Misas (2015); Aguja-Bocanegra (2013);	
		Granito Palito e Batalha (idades ± 1.88 Ga)	Pórfiro (Au,Cu, Mo)		
SLIP COLÍDER (1,80 – 1,76 Ga)					
Província Rondônia-Juruena	Domínio Juruena (Escudo Brasil Central)	Província Mineral de Alta Floresta	Grupo Colíder	Pórfiro (Au,Cu, Zn) com evolução para Epitermal (<i>intermediate sulfidation</i>)	Galé (2018)
Província Tapajós-Parima	Domínio Peixoto de Azevedo (Escudo Brasil Central)		Suíte Teles Pires	Epitermal (<i>intermediate sulfidation</i>) (Au + metais de base)	Miguel Jr. (2011); Assis (2015)

5.1 SLIP Orocaima

A SLIP Orocaima é o evento vulcano-plutônico paleoproterozoico mais antigo do Cráton Amazônico (ca. 2,0 – 1,9 Ga) (Teixeira et al., 2019; Barbosa, 2020), com uma extensão mínima no Escudo das Guianas de aproximadamente 200.000 km² (Reis et al., 2003; Vasquez et al., 2008; Fraga et al., 2009, 2017). Devido a sua ampla distribuição, esse evento magmático ocorre em diversos países da região Norte da América do Sul e recebe diferentes denominações em diferentes domínios tectono-estratigráficos do Cráton Amazônico.

No Escudo das Guianas, no território brasileiro, as rochas da SLIP Orocaima ocorrem no Domínio Erepecuru-Trombetas (Província Amazônia Central) e no Domínio Parima (Província Tapajós-Parima) conforme definições de Santos et al. (2008). No Domínio Erepecuru-Trombetas, esse evento está associado à Formação Igarapé Paboca e a Suíte Intrusiva Caxipocoré (Leal, 2015; Silva et al., 2019) (Figura 5.1–B). No Domínio Parima, as rochas da SLIP Orocaima estão representadas pelo Grupo Surumu, Formação Cachoeira da Ilha e Suíte Pedra Pintada (Fraga et al., 2010, 2017; Barbosa, 2020) (Tabela 5.2).

No Escudo Brasil Central, as rochas com idades correlatas a SLIP Orocaima (ca. 2,0 -1,9 Ga) ocorre nos Domínios Tapajós (Província Tapajós-Parima), Iriri-Xingu (Província Amazônia Central) e na região Norte do Estado do Mato Grosso (Província Mineral de Alta Floresta e arredores).

No Domínio Tapajós, as rochas vulcânicas correlatas a esse evento vulcano-plutônico são agrupadas na Formação Vila Riozinho (Lamarão et al., 2002, Tokashiki, 2015; Roverato et al., 2019; Guimarães et al., 2020). No Domínio Iriri-Xingu, a associação plutono-vulcânica com idades correlatas a SLIP Orocaima ocorre na região norte desse domínio, ao longo dos rios Curuá e Iriri. As rochas plutônicas são associadas a unidade Granitos Tipo I indiferenciados, enquanto as rochas vulcânicas ao Grupo Iriri (Semblano et al., 2016) (Tabela 5.2).

Na região Norte do Estado do Mato Grosso, na Província Mineral de Alta Floresta (PMAF) (Domínio Peixoto de Azevedo – Província Tapajós-Parima) e regiões próximas, as rochas da Formação Jarinã e Suíte intrusiva Vila Rica, são correlatas a SLIP Orocaima (Alves et al., 2010; Braga et al., 2019) (Tabela 5.2).

Os dados geocronológicos revelam uma concentração de idades em torno de ~2000 a ~1970 Ma, com pico de idades de cristalização em torno ~1990 Ma (Figura 5.1 – E). Tais observações indicam a relevância do magmatismo e da geração de rochas dentro do Cráton Amazônico da SLIP Orocaima.

As características geoquímicas de rocha total das rochas geradas nesse episódio magmático foram compiladas da literatura e apresentadas no anexo A – (Fraga et al., 2010; Silva et al., 2019; Barbosa, 2020). São classificadas como riolito, dacito e traquidacito conforme o diagrama TAS (Total Álcalis vs. Sílica) (Middlemost, 1994) (Figura 5.2-A). Possuem afinidade magmática álcali-cálcica e cálcico-alcálica segundo o diagrama de $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ vs. SiO_2 (Frost, 2001) e o índice de saturação de alumina (ASI) indica transição entre os campos metaluminosos a peraluminosos (Figura 5.2-B e C). O diagrama tectono-magmático Rb – Y+Nb (Pearce, 1996) indica afinidade com magmas formados em ambiente pós-colisional ou tardi-orogênico (Figura 5.2-D), provavelmente associado ao fim da Orogenia Transamazônica observado por Reis et al. (2000) e Santos (2003).

Depósitos minerais do tipo epitermal (*intermediate- e low sulfidation*) de ouro e de metais de base são associados a rochas correlatas a SLIP Orocaima, no Domínio Tapajós (Província Tapajós-Parima) (Tabela 5.1).

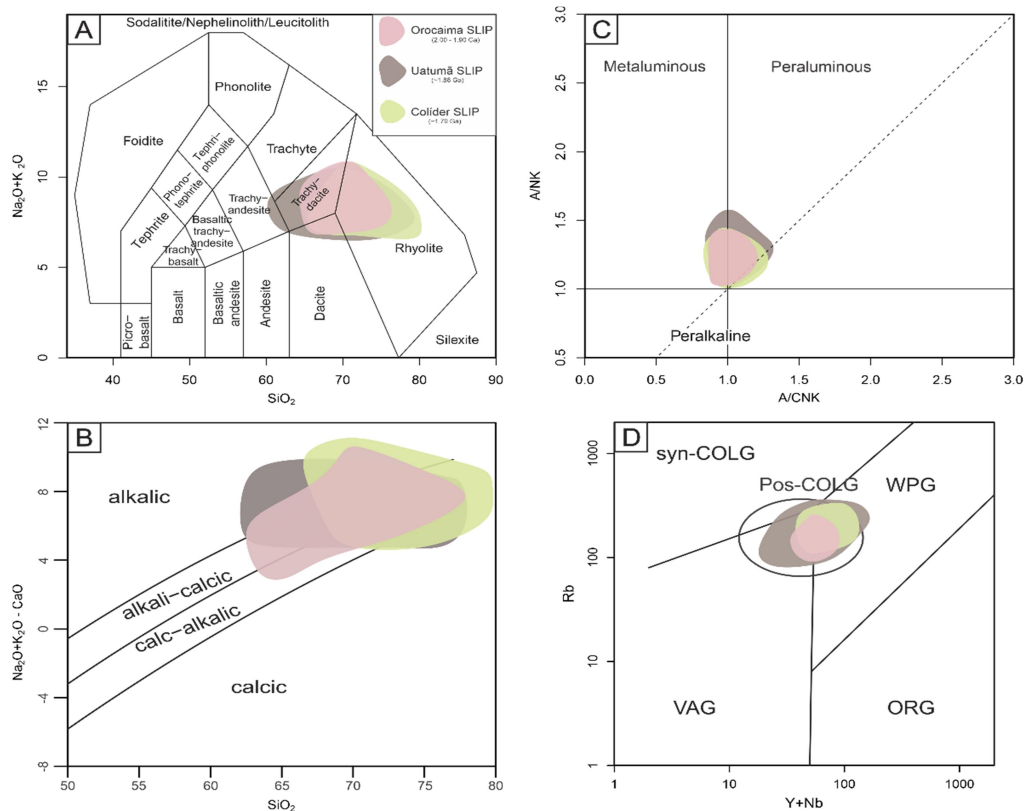


Figura 5.2: Diagramas geoquímicos: A) Diagrama Total Álcalis vs. Sílica (TAS) (Middlemost, 1994); B) Diagrama $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ vs. SiO_2 (Frost, 2001); C) Diagrama índice de saturação de alumina (ASI) (Shand, 1943); D) Diagrama de discriminação geotectônica Rb - Y+Nb (Pearce, 1996).

Tabela 5.2: Dados geocronológicos da SLIP Orocaima e seus correlatos

SLIP Orocaima						
Província Geocronológica (Santos et al. 2008)	Domínio	Unidade litoestratigráfica	Rocha	Idade	Método	Referência
Província Amazônia Central	Domínio Erepecuru-Trombetas (Escudo das Guianas)	Formação Igarapé Paboca	Ignimbrito andesítico	1948 ± 6.1	U-Pb Zr*	Silva et al. (2019)
		Suíte Intrusiva Caxipocoré	Monzogranito	1985.5 ± 4.4	U-Pb Zr*	Silva et al. (2019)
		Suíte Intrusiva Caxipocoré	Monzogranito	1982 ± 9	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Leal (2015)
		Suíte Intrusiva Caxipocoré	Sienogranito	1977 ± 4	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Leal (2015)
		Grupo Iricoumé	Andesito	1992 ± 3	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Barreto et al. (2013)
	Domínio Iriri-Xingu (Escudo Brasil Central)	Grupo Iriri	Dacito porfíritico	1989 ± 4	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Semblano et al. (2016)
		Grupo Iriri	Dacito porfíritico	1988 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Semblano et al. (2016)
		Granitos Tipo I Indiferenciados	Granodiorito	1986 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Semblano et al. (2016)
		Granitos Tipo I Indiferenciados	Monzogranito	1992 ± 3	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Semblano et al. (2016)
Província Tapajós-Parima	Domínio Parima (Escudo das Guianas)	Grupo Surumu	Ignimbrito	1994 ± 4	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Fraga et al. (2010)
Província Tapajós-Parima	Domínio Parima (Escudo das	Grupo Surumu	Ignimbrito	1966 ± 6	U-Pb Zr*	Fraga et al. (2017)

	Guianas)	Grupo Surumu	Riolito	1980 ± 6	U-Pb zr*	Barbosa (2020)
		Formação Cachoeira da Ilha	Ignimbrito	1990 ± 5	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Fraga et al. (2010)
		Formação Cachoeira da Ilha	Ignimbrito	1974 ± 7	U-Pb zr*	Fraga et al. (2017)
		Formação Cachoeira da Ilha	Lapilli-tufo	2007 ± 4	U-Pb zr*	Barbosa (2020)
		Suíte Pedra Pintada (Granito Trovão)	Diorito	1985 ± 1	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Fraga et al. (2010)
		Suíte Pedra Pintada (Granito Ericó)	Granodiorito	1968 ± 5	U-Pb zr*	Fraga et al. (2017)
		Suíte Pedra Pintada (Granito Coimin)	Monzogranito	1971 ± 5	U-Pb zr*	Fraga et al. (2017)
	Domínio Tapajós (Escudo Brasil Central)	Formação Vila Riozinho	Traquito	1998 ± 3	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Lamarão et al. (2002)
		Formação Vila Riozinho	Traquito	2000 ± 4	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Lamarão et al. (2002)
		Formação Vila Riozinho	Ignimbrito dacítico	2002	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Santos (2003)
		Formação Vila Riozinho	Riodacito	1967 ± 6.6	U-Pb zr*	Tokashiki (2015)
		Formação Vila Riozinho	Riolito	1966 ± 22	U-Pb zr*	Tokashiki (2015)
		Formação Vila Riozinho	Riolito	1966 ± 3.3	U-Pb zr*	Tokashiki (2015)
Província Tapajós-Parima	Domínio Tapajós (Escudo Brasil Central)	Formação Vila Riozinho	Tufo	1975 ± 5.3	U-Pb zr*	Tokashiki et al. (2015)
		Formação Vila Riozinho	Riolito	1970 ± 20	U-Pb zr*	Tokashiki et al. (2015)

			Formação Vila Riozinho	Ignimbrito	1986 ± 8.2	U-Pb zr*	Roverato et al. (2019)
			Formação Vila Riozinho	Riolito (lava bandada)	1998 ± 5.9	U-Pb zr*	Roverato et al. (2019)
			Formação Vila Riozinho	Ignimbrito	1997 ± 7	U-Pb zr*	Roverato et al. (2019)
			Formação Vila Riozinho	Ignimbrito riolítico	1989 ± 12	U-Pb zr#	Guimarães et al. (2021)
			Formação Vila Riozinho	Ignimbrito soldado	1994 ± 12	U-Pb zr#	Guimarães et al. (2021)
			Formação Vila Riozinho	Riolito	1990 ± 21	U-Pb zr#	Guimarães et al. (2021)
			Formação Vila Riozinho	Riolito	1996 ± 21	U-Pb zr#	Guimarães et al. (2021)
Província Rondônia-Juruena	Domínio Juruena (Escudo Brasil Central)	Província Mineral de Alta Floresta	Formação Jarinã	Dacito porfíritico	1987 ± 14	U-Pb zr	Alves et al. (2010)
			Formação Jarinã	Ignimbrito dacítico	2005 ± 11	U-Pb zr#	Braga et al. (2019)
			Formação Jarinã	Ignimbrito riolítico	1994 ± 16	U-Pb zr#	Braga et al. (2019)
Província Tapajós-Parima	Domínio Peixoto de Azevedo (Escudo Brasil Central)		Suíte Intrusiva Vila Rica	Monzogranito	1968 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Alves et al. (2010)
			Suíte Intrusiva Vila Rica	Monzogranito	1995 ± 2	U-Pb zr#	Braga et al. (2019)

wr – rocha inteira ; **zr** - grãos de zircão (determinado pelo TIMS); * - (determinado pelo SHRIMP); # - (determinado pelo LA-ICP-MS)

5.2 SLIP Uatumã

A SLIP Uatumã possui uma exposição aproximada de 1.500.00 km² em diferentes Províncias Geocronológicas do Cráton Amazônico (Juliani e Fernandes, 2010). Inicialmente esse evento vulcano-plutônico foi denominado de evento *sensu lato* Uatumã (Pessoa et al., 1977) e posteriormente caracterizado como uma SLIP (Juliani e Fernandes, 2010) (Figura 5.1–C). O registro desse evento está contido em sistemas vulcânicos fósseis compostos por rochas vulcânicas félsicas a intermediárias (riolitos, riodacitos, dacitos e andesitos), rochas vulcanoclásticas (ignimbritos e tufos diversos) e rochas epiclásticas (arenitos tufáceos) em excelente grau de preservação de estruturas e texturas, com idades aproximadas a 1,88 Ga (Jorge João et al., 1984; Juliani e Fernandes, 2010). Nesse contexto, os derrames félsicos a intermediários são predominantes, com discreto volume de rochas máficas, e relacionam-se a sistemas do tipo caldeira e erupções fissurais (Juliani e Fernandes, 2010; Fernandes et al., 2011; Roverato et al., 2016, 2019; Freitas e Juliani, 2018; Fernandes e Juliani, 2019; Lagler et al., 2019).

Este evento ocorre nos dois escudos que compõem o Cráton Amazônico (Brasil Central e Guianas) e ultrapassa os limites de diversas Províncias Geocronológicas e, dessa forma, recebe diferentes denominações. No Escudo Brasil Central, as rochas correspondentes a SLIP Uatumã ocorrem no Domínio Iriri-Xingu (Províncias Amazônia Central) e no Domínio Tapajós (Província Tapajós-Parima) (Figura 5.1–C). No Domínio Iriri-Xingu tais rochas são agrupadas no Grupo Uatumã, o qual é subdividido em Formações Sobreiro e Santa Rosa (Juliani e Fernandes, 2010; Fernandes et al., 2011; Roverato et al., 2019, Fernandes e Juliani, 2019; Lagler et al., 2019). O correspondente plutônico desse evento que intrude o embasamento arqueano/paleoproterozoico do Domínio Iriri-Xingu na região de São Félix do Xingú é representado pela Suíte Intrusiva Velho Guilherme (Teixeira et al., 2002; Lamarão et al., 2012) (Tabela 5.3).

No Domínio Tapajós, as rochas da SLIP Uatumã são representadas pelo Grupo Iriri e a Suíte Intrusiva Maloquinha (Tabela 5.3). O Grupo Iriri é subdividido da base para o topo em: Formação Bom Jardim, Formação Salustiano e Formação Aruri (Santos, 1984; Almeida et al., 2000) (Figura 5.1–C).

No Escudo das Guianas, a SLIP Uatumã ocorre no Domínio Erepecuru-Trombetas (Província Amazônia Central) e na região da Província Mineral de Pitinga (Domínio Parima). No Domínio Erepecuru–Trombetas, as rochas vulcânicas são associadas ao Grupo Iricoumé e

as rochas plutônicas a Suíte Intrusiva Mapuera (Tabela 5.3) (Oliveira et al., 1975; Jorge João et al., 1984; Vasquez et al., 2008; Barreto et al., 2013, 2014).

Na Província Mineral de Pitinga (Domínio Parima), as rochas vulcânicas e vulcanoclásticas do Grupo Iricoumé é subdividido em três formações: Formação Divisor, Formação Paraíso, Formação Ouro Preto (Ferron et al., 2006; 2010) e as rochas plutônicas são associadas a Suíte intrusiva Mapuera (Tabela 5.3) (Costi et al., 2000; Ferron et al., 2006).

Os dados geocronológicos compilados (Tabela 5.3) e plotados no diagrama de densidade de probabilidade (Figura 4.1–F) indicam centralização e um pico de idades de cristalização ~ 1880 Ma. Tal fato corrobora a grande extensão da SLIP Uatumã no Cráton Amazônico. Do ponto de vista geoquímico (dados geoquímicos compilados no Anexo B - Barreto et al., 2014; Roverato et al., 2016, 2018; Lagler et al., 2019; Kunifoshita et al., 2021), as rochas da SLIP Uatumã são classificadas como riolitos, dacitos, traquidacitos e de forma subordinada traquiandesitos e traquitos (Middlemost, 1994) (Figura 5.2-A). Possuem afinidade magmática álcali-cálcica e cálcico-alcalina metaluminosa e peraluminosa (Figura 5.2-B e C). O diagrama de afinidade tectônica (Pearce, 1996) indica um cenário pós-colisional (Figura 5.2-D).

Baseado em dados Nd-Sr, esse evento vulcano-plutônico félsico de grande escala pode ser oriundo de grande fusão crustal (Teixeira et al., 2019; Fernandes e Juliani, 2019). A colocação desses corpos provavelmente ocorreu durante estágios finais tectônicos, em um cenário pós-colisional dos Arcos Tapajônicos (2,1 – 1,88 Ga) (Fernandes et al., 2011; Fernandes e Juliani et al., 2019; Juliani et al., 2014a, 2015; 2021).

Da perspectiva metalogenética, a SLIP Uatumã possui depósitos significativos de ouro, cobre, estanho e molibdênio, associados as rochas vulcânicas félsicas e relacionados a sistemas minerais do tipo epitermal *high-* e *low-sulfidation* e do tipo pórfiro (Tabela 5.1).

Tabela 5.3: Dados geocronológicos da SLIP Colíder e seus correlatos

SLIP Uatumã						
Província Geocronológica (Santos et al. 2008)	Domínio	Unidade litoestratigráfica	Rocha	Idade	Método	Referência
Província Amazônia Central	Domínio Erepecuru-Trombetas (Escudo das Guianas)	Grupo Iricoumé	Riolito	1888 ± 3	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Costi et al. (2000)
		Grupo Iricoumé	Dacito porfirítico	1893 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Macambira et al. (2002)
		Grupo Iricoumé	Riodacito	1896 ± 7	U-Pb zr*	Santos (2003)
		Grupo Iricoumé	Ignimbrito dacítico	1888 ± 2.5	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Barreto et al. (2013)
		Grupo Iricoumé	Ignimbrito dacítico	1889 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Barreto et al. (2013)
		Grupo Iricoumé	Riolito	1882 ± 11	U-Pb zr*	Marques et al. (2014)
		Grupo Iricoumé	Ignimbrito	1876 ± 10	U-Pb zr*	Valério et al. (2018)
	Domínio Iriri-Xingu (Escudo Brasil Central)	Formação Santa Rosa	Tufo	1884 ± 1.7	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Fernandes et al. (2011)
Província Amazônia Central	Domínio Iriri-Xingu (Escudo Brasil Central)	Formação Santa Rosa	Riolito	1879 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Fernandes et al. (2011)

		Formação Santa Rosa	Riolito	1877 ± 4.3	U-Pb zr*	Antônio et al. (2017)
		Formação Santa Rosa	Dique microgranítico fêlsico	1895 ± 11	U-Pb zr*	Antônio et al. (2017)
		Formação Santa Rosa	Riolito	1882 ± 6.4	U-Pb zr*	Roverato et al. (2019)
		Formação Sobreiro	Dacito	1880 ± 6	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Pinho et al. (2006)
		Formação Sobreiro	Dique fêlsico porfirítico	1857 ± 8.4	U-Pb zr*	Roverato et al. (2016)
		Formação Sobreiro	Fluxo de lava	1884 ± 5.2	U-Pb zr*	Roverato et al. (2019)
		Suíte Velho Guilherme (Maciço Mocambo)	Granito	1862 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Teixeira et al. (2002)
		Suíte Velho Guilherme (Maciço Rio Xingu)	Granito	1866 ± 3	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Teixeira et al. (2002)
		Suíte Velho Guilherme (Maciço Mocambo)	Granito	1867 ± 4	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Teixeira et al. (2002)
		Suíte Velho Guilherme (Maciço Serra da queimada)	Granito	1882 ± 12	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Pinho et al. (2006)
Província Tapajós-Parima	Domínio Parima (Escudo das Guianas)	Formação Ouro Preto (Grupo Iricoumé)	Riodacito porfirítico	1885 ± 8	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Ferron et al. (2006)
Província Tapajós-Parima	Domínio Parima (Escudo das Guianas)	Formação Ouro Preto (Grupo Iricoumé)	Riolito microgranofírico	1881 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Ferron et al. (2006)
		Formação Ouro Preto (Grupo Iricoumé)	Riolito porfirítico	1886 ± 6	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Ferron et al. (2006)

		Formação Ouro Preto (Grupo Iricoumé)	Riolito porfirítico	1882 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Ferron et al. (2006)
		Formação Paraíso (Grupo Iricoumé)	Ignimbrito riolítico	1890 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Ferron et al. (2006)
		Formação Divisor (Grupo Iricoumé)	Andesito porfirítico	1897 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Ferron et al. (2010)
		Formação Divisor (Grupo Iricoumé)	Andesito porfirítico	1883 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Ferron et al. (2010)
		Suíte Mapuera / Granito Simão	Granito	1885 ± 4	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Ferron et al. (2006)
		Suíte Mapuera / Granito Simão	Granito	1882 ± 4	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Ferron et al. (2006)
		Suíte Mapuera / Granito Rastro	Granito	1882 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Ferron et al. (2006)
		Suíte Mapuera / Granito Bom Futuro	Sienogranito	1882 ± 3	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Ferron et al. (2006)
		Suíte Mapuera / Granito Alto Pitinga	Monzogranito	1885 ± 3	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Ferron et al. (2006)
		Suíte Mapuera / Granito Alto Pitinga	Monzogranito	1888 ± 3	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Ferron et al. (2006)
Província Tapajós-Parima	Domínio Tapajós (Escudo Brasil Central)	Grupo Iriri	Riolito	1888 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Dall'Agnol et al. (1999)
		Grupo Iriri	Riodacito	1888 ± 2	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Vasquez et al. (1999)
		Grupo Iriri	Riodacito	1888 ± 2	Idade do zircão por	Klein e Vasquez

					evaporação Pb-Pb	(2000)
		Formação Moraes de Almeida (Grupo Iriri)	Riolito	1890 ± 6	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Lamarão et al. (2002)
		Formação Moraes de Almeida (Grupo Iriri)	Ignimbrito	1875 ± 4	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Lamarão et al. (2002)
		Formação Moraes de Almeida (Grupo Iriri)	Traquito	1881 ± 4	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Lamarão et al. (2002)
		Formação Aruri	Ignimbrito	1877 ± 4	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Lamarão et al. (1999)
		Formação Aruri	Tufo de cristais	1873 ± 4.9	U-Pb zr*	Aguja-Bocanegra (2013)
		Formação Aruri	Tufo	1879 ± 24	U-Pb zr*	Aguja-Bocanegra (2013)
		Formação Aruri	Arenito Arcoseano Epiclástico	1888 ± 6.6	U-Pb zr*	Aguja-Bocanegra (2013)
		Formação Salustiano	Riodacito	1870 ± 8	U-Pb zr*	Santos et al. (2000)
Província Tapajós-Parima	Domínio Tapajós (Escudo Brasil Central)	Formação Salustiano	Pórfiro granítico	1861 ± 8.9	U-Pb zr*	Aguja-Bocanegra (2013)
		Formação Salustiano	Pórfiro granítico	1880 ± 7.8	U-Pb zr*	Aguja-Bocanegra (2013)
		Suíte Maloquinha	Granito	1882 ± 4	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Vasquez et al. (1999)

		Suíte Maloquinha	Monzogranito	1877 ± 12	U-Pb zr*	Santos et al. (2001)
		Suíte Maloquinha	Monzogranito	1874 ± 7	U-Pb zr*	Santos et al. (2001)
		Suíte Maloquinha	Monzogranito	1872 ± 4	U-Pb zr*	Santos et al. (2001)

wr – rocha inteira ; **zr** - grãos de zircão (determinado pelo TIMS); * - (determinado pelo SHRIMP); # - (determinado pelo LA-ICP-MS)

5.3 SLIP Colíder

As rochas da SLIP Colíder afloram no Norte do Mato Grosso, em uma área aproximada de 85.000 km² ao longo de um *trend* preferencial WNW-ESE (Saar, 2017). Geologicamente essa região recobre as rochas do Domínio Peixoto de Azevedo (Província Tapajós-Parima) e faz parte do Domínio Juruena/Roosevelt (Província Rio Negro-Juruena), perfazendo grande parte da Província Mineral de Alta Floresta (Figura 4.1–D).

Na Província Mineral de Alta Floresta, esse vulcano-plutonismo é associado ao Grupo Colíder e à Suíte Intrusiva Teles Pires. O Grupo Colíder é subdividido da base para o topo em: Formação Bom Jaguar, Formação Braço Sul e Formação Braço Norte (Rizotto et al., 2004; Alves et al., 2019) (Tabela 5.4).

A Suíte Intrusiva Teles Pires (Silva et al., 1974) aflora na forma de batólitos, *stocks* e *plugs* que variam de até dezenas de quilômetros, com formas semicirculares a elipsoidais com topografia abaulada ao longo da estruturação regional (WNW-ESE) (Souza et al., 2005; Alves et al., 2019) (Figura 4.1–D).

A compilação de dados geocronológicos (Tabela 5.4) plotados no diagrama de densidade de probabilidade (Figura 4.1–G) assinala a concentração e o pico de idades de cristalização em ~1790 Ma. As rochas da SLIP Colíder são classificadas como riolitos, dacitos e traquidacitos. (Figura 5.2-A). Tem afinidade álcali-cálcica e cálcio-alcalina, de metaluminosa a peraluminosa (Figura 5.2-B e C). Igualmente as outras duas SLIPs, o ambiente tectônico de formação dos magmas é pós-colisional (Figura 5.2-D). Segundo Santos et al. (2019), as rochas se formaram em um ambiente transicional do arco magmático maduro Juruena para um ambiente pós-orogênico.

Depósitos e ocorrências minerais do tipo pórfiro (Au, Cu, Mo) e epitermal (*intermediate sulfidation*) ocorrem nas rochas do Grupo Colíder na região oeste da Província Mineral de Alta Floresta (compilados na Tabela 5.1).

Tabela 5.4: Dados geocronológicos das rochas da SLIP Colíder e seus correlatos.

SLIP Colíder							
Província Geocronológica (Santos et al. 2008)	Domínio		Unidade litoestratigráfica	Rocha	Idade	Método	Referência
Província Rondônia-Juruena	Domínio Juruena (Escudo Brasil Central)	Província Mineral de Alta Floresta	Grupo Colíder	Riolito porfirítico	1766 ± 5.7	U-Pb zr#	Souza et al. (2005)
			Grupo Colíder	Riolito	1792 ± 8	U-Pb zr#	Alves et al. (2010)
			Grupo Colíder	Ignimbrito	1792 ± 14	U-Pb zr#	Silva et al. (2015)
			Grupo Colíder	Ignimbrito	1757 ± 14	U-Pb zr	Bini et al. (2015)
			Grupo Colíder	Ignimbrito	1800 ± 6.8	U-Pb zr#	Saar (2017)
			Grupo Colíder	Riolito	1790 ± 4	U-Pb zr#	Saar (2017)
			Grupo Colíder	Riodacito	1787 ± 5.3	U-Pb zr#	Saar (2017)
			Grupo Colíder	Riolito	1789 ± 6.2	U-Pb zr#	Saar (2017)
			Grupo Colíder	Riodacito	1776 ± 6.8	U-Pb zr#	Saar (2017)

Província Rondônia-Juruena	Domínio Juruena (Escudo Brasil Central)	Província Mineral de Alta Floresta	Grupo Colíder	Riodacito	1782 ± 3.7	U-Pb zr#	Saar (2017)
			Grupo Colíder	Riolito	1810 ± 9	U-Pb zr#	Santos et al. (2019)
			Grupo Colíder	Riolito	1770 ± 8	U-Pb zr	Pinho et al. (2003)
			Grupo Colíder	Ignimbrito	1890 ± 190	U-Pb zr	Pinho et al. (2003)
			Grupo Colíder	Tufo máfico	1797 ± 5	U-Pb zr	Pinho et al. (2003)
			Grupo Colíder	Ignimbrito	1774 ± 2	U-Pb zr	Pinho et al. (2003)
			Grupo Colíder	Riolito porfíritico	1785 ± 6.3	U-Pb zr#	Silva e Abram (2008)
			Grupo Colíder	Riolito	1789 ± 6.9	U-Pb zr	Galé (2018)
			Grupo Colíder	Lapilli riolítico	1784 ± 12	U-Pb zr	Galé (2018)
Província Tapajós-Parima	Domínio Peixoto de Azevedo (Escudo Brasil Central)	Província Mineral de Alta Floresta	Grupo Colíder	Tufo dacítico	1780 ± 8.1	U-Pb zr	Galé (2018)
			Grupo Colíder	Dacito	1796 ± 8.9	U-Pb zr	Galé (2018)
Província Tapajós-Parima	Domínio Peixoto de	Província Mineral de	Grupo Colíder	Riolito	1789 ± 8.1	U-Pb zr	Galé (2018)

	Azevedo (Escudo Brasil Central)	Alta Floresta	Grupo Colíder	Riodacito	1809 ± 6.5	U-Pb zr#	Duarte et al. (2019)
			Grupo Colíder	Ignimbrito	1812 ± 12	U-Pb zr#	Duarte et al. (2019)
			Suíte Teles Pires	Leucogranito	1782 ± 17	U-Pb zr#	Silva e Abram (2008)
			Suíte Teles Pires	Microgranito	1775 ± 4	Idade do zircão por evaporação Pb-Pb	Alves et al. (2010)
			Suíte Teles Pires	Quartzo-feldspato pórfiro	1775 ± 8	U-Pb zr#	Miguel Jr. (2011)
			Suíte Teles Pires	Granito	1727 ± 42	U-Pb zr#	Prado et al. (2013)
			Suíte Teles Pires	Quartzo Monzonito	1793.5 ± 6.8	U-Pb zr*	Barros et al. (2013, 2015)
			Suíte Teles Pires	Granito	1763 ± 5	U-Pb zr*	Barros et al. (2013, 2015)
			Suíte Teles Pires	Quartzo Monzonito	1765 ± 9	U-Pb zr*	Alves et al. (2019)
			Suíte Teles Pires	Quartzo-feldspato pórfiro	1791 ± 3	U-Pb zr*	Alves et al. (2019)
			Suíte Teles Pires	Quartzo Monzonito	1771 ± 4	U-Pb zr*	Alves et al. (2019)

wr – rocha inteira ; zr - grãos de zircão (determinado pelo TIMS); * - (determinado pelo SHRIMP); # - (determinado pelo LA-ICP-MS)

Capítulo 6 – Apresentação dos Resultados

Os resultados obtidos nesta dissertação de mestrado são apresentados de forma detalhada na forma de artigo (Anexo A) a ser submetido a um periódico internacional indexado. O manuscrito científico em questão é passível de modificações e correções, uma vez que será submetido a análise do corpo editorial do periódico escolhido.

As etapas para obtenção de novas imagens de catodoluminescência e de *BSE* para os zircões utilizados para a geocronologia U-Pb e a obtenção de dados Lu-Hf, não foram inclusas na dissertação em função do tempo hábil para obtenção de tais dados. No entanto, os resultados obtidos por essas técnicas em etapa futura serão inclusos no artigo a ser submetido.

O artigo apresentado “*Petrogênese e paleoambiente do vulcanismo paleoproterozoico do Grupo Colíder em União do Norte, Leste da Província Mineral de Alta Floresta, Cráton Amazônico*” aborda os resultados obtidos por meio do mapeamento geológico associado a dados de sensoriamento remoto, integrado com a caracterização petrográfica de rochas vulcânicas e epiclásticas. Também trata de dados geoquímicos e dados geocronológicos U-Pb obtidos em zircão. A partir dos resultados obtidos foram tecidas considerações sobre: (i) Depósitos vulcânicos/subvulcânicos, piroclásticos e epiclásticos; (ii) Estratigrafia dos eventos vulcânicos (efusivo vs. explosivo); (iii) Ambiente em que as rochas vulcânicas foram originadas e o ambiente em que as rochas epiclásticas foram depositadas; (iv) Composição, assinatura magmática e ambiente tectônico das rochas do Grupo Colíder em União do Norte; (v) Comparação com outros dados do Grupo Colíder no setor Oeste e Norte da PMAF; (vi) Implicações metalogenéticas do Grupo Colíder dentro da PMAF.

Capítulo 7 – Conclusões

Os dados do mapeamento geológico (integração de dados do mapeamento vulcânico com análise do terreno vulcânico), petrológicos, geoquímicos e geocronológicos obtidos para as rochas vulcânicas e epiclásticas do Grupo Colíder, permitiram as seguintes conclusões:

- O Grupo Colíder na região de União do Norte é formado predominante por rochas vulcânicas efusivas/subvulcânicas, com rochas piroclásticas e epiclásticas subordinadas;
- As rochas piroclásticas são originadas através de correntes de densidade piroclástica (PDC's) (lapilli tufo soldado e lapilli tufo com estrutura de fluxo) ou possuem gênese associado a depósitos de queda (tufo estratificado e tufo com lapilli acrescionário);
- As rochas efusivas são formadas por riolito tanto subvulcânico que aflora como domos vulcânicos ou como diques anelares, com estrutura maciça e textura porfírica, ricos em fenocristais de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio.
- As rochas epiclásticas são originadas pela erosão e retrabalhamento de depósitos vulcânicos primários e rochas do embasamento próximas em um ambiente fluvial.
- As rochas vulcânicas efusivas e explosivas possuem alto teor de sílica ($> 70\%$) e são classificados em sua maioria como riolito e riodacito. E apresentam características como variação entre cálcico-alcalino, alcalino-cálcico e alcalino, majoritariamente ferrosas, meta a peraluminoso.
- Possuem altos álcalis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} > 7$) e altos valores de elementos de incompatíveis ($\text{Zr} > 380$ ppm, $\text{Y} > 58$ ppm) e padrão de ETR tipo asa de gaivota, com enriquecimento em ETRL e forte anomalia de Eu que indicam características de granitos tipo-A e rochas vulcânicas correlatas;
- Os altos valores de Y caracterizam as rochas como do tipo-A2, formadas em ambiente tectônico pós-colisional a intraplaca;
- A comparação dos dados geoquímicos de rocha total do Grupo Colíder na área de estudo com o restante da PMAF, indica similaridades geoquímicas em relação a composição, assinatura geoquímica e afinidade tectônica e observadas e ressaltam o extenso sistema magmático atuante no paleoproterozoico;
- O evento vulcânico na região de União do Norte é caracterizado por uma fase explosiva (mais antiga) com idades U-Pb em zircão de lapilli tufo soldado de 1817 ± 2 Ma e 1869 ± 23 Ma e uma fase efusiva/subvulcânica (mais nova) com idades U-Pb em zircão de riolito maciço porfírico de 1800 ± 3 Ma e 1792 ± 3 Ma;

- Os dados de fertilidade magmática do Grupo Colíder sugerem, preliminarmente, que as rochas, em sua maioria, não possuem afinidade adakítica. Porém, é observado que possuem grande similaridade geoquímica com diversos pórfiros chilenos. Dessa forma, são necessários mais estudos nesse sentido;
- A integração de dados do mapeamento geológico, análise do terreno vulcânico, petrografia e da geoquímica de rocha total, possibilita especificar o vulcanismo do Grupo Colíder como subaéreo com fases efusivas/subvulcânicas e explosivas, em uma provável arquitetura vulcânica do tipo caldeira associado a um ambiente fluvial que retrabalha as rochas vulcânicas. Esse cenário vulcânico fornece mais informações sobre o Evento vulcano-plutônico Colíder–Teles Pires, cartografado unicamente na PMAF.

● Referências Bibliográficas

- Acevedo, A.A., 2014. The Juruena Gold Deposit, Northwestern Sector of The Alta Floresta Province: an example of Paleoproterozoic gold-rich porphyry system?. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. 83p.
- Aguja-Bocanegra M.A. 2013. Mineralizações Epitermal Low-Sulfidation e do tipo Pórfiro Superpostas associadas os Magmatismo Félsico de 1,88 GA na Parte Norte da Província Mineral do Tapajós (PA). Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 188p.
- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., Brito Neves, B.B., Fuck, R.A., 1981. Brazilian structural provinces: An introduction. *Earth-Science Reviews* 17, 1–29.
- Almeida, M.E., Brito, M.F.L., Ferreira, A.L., Monteiro, M.A.S., 2000. Geologia e recursos minerais da Folha Mamãe Anã (SB.21-V-D). Estados do Amazonas e Pará. Escala 1:250.000. PROMIN Tapajós, CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Brasília (CD-ROM) (in Portuguese).
- Almeida, B.S, Geraldés, M.C., Sommer, C.A., Corrales, F. and de Barros, A.J.P. 2021. The Colider and Roosevelt olcanic rocks (sw amazonian craton): geochemistry and sm-nd isotope characteristics of a silicic large igneous province. *Acta Geochimica*, **40**, 1023–1049, <https://doi.org/10.1007/s11631-021-00490-2>.
- Almeida, B.S., 2017. Sistemas Isotópicos U-Pb, Lu-Hf e Sm-Nd aplicados ao evento vulcânico Colider: Um exemplo de SLIP (Silicic Large Igneous Province) paleoproterozóica na Província Aurífera Alta Floresta, Cráton Amazônico. Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 276p.
- Alves, C.L., Rizzotto, G.J., Rios, F.S., Gonçalves, G. F., 2019. Áreas de Relevante Interesse Mineral: Projeto Evolução Crustal e Metalogenia da Província Mineral Juruena-Teles-Pires. Brasília: CPRM. Serviço Geológico do Brasil.
- Alves, C. L., Rizzotto, G. J., Rios, F. S., and Barros, M.A.D.S.A. 2020. The Orosirian Cuiú-Cuiú magmatic arc in Peixoto de Azevedo domain, Southern of Amazonian craton. *Journal of South American Earth Sciences*, 102, 102648.
- Alves, C.L., Sabóia, A.M., Martins, E.G.; Stropper, J.L., (Orgs.), 2010. Geologia e recursos minerais das folhas São José do Xingu SC.22-Y-A e Rio Comandante Fontoura SC.22-Y-B: escala 1:250.000. Goiânia: CPRM, Programa Geologia do Brasil (PGB). Levantamentos Geológicos Básicos. 120p.
- Antonio, P.Y.J., D’Agrella-Filho, M.S., Trindade, R.I.F., Nédélec, A., Oliveira, D.C., Silva, F.F., Roverato, M. and Lana C. 2017. Turmoil before the boring billion: Paleomagnetism of the 1880–1860 Ma Uatumã event in the Amazonian craton. *Gondwana Research*, 49, 106-129. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gr.2017.05.006>

- Assis, R.R., 2015. Depósitos auríferos associados ao magmatismo félsico da Província de Alta Floresta (MT), Cráton Amazônico: litogeoquímica, idade das mineralizações e fonte dos fluidos. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 363p.
- Assis, R.R., Xavier, R.P., Creaser, R.A., 2017. Linking the timing of disseminated granite-hosted gold-rich deposits to paleoproterozoic felsic magmatism at Alta Floresta Gold Province, Amazon Craton, Brazil: insights from pyrite and molybdenite Re-Os geochronology. *Econ. Geol.* 112, 1937–1957.
- Barbosa, N.A., Fuck, R.A., Souza, V.S., Dantas, E.L. and Tavares Júnior, S.S. 2021. Evidence of a Palaeoproterozoic SLIP, northern Amazonian Craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 111, <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103453>.
- Barbosa, N.A., 2020. Vulcanismo Orosiriano no Norte de Roraima, Cráton Amazônico. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 109 p.
- Barreto, C.J.S., Lafon, J.M., Costa, L.T.D.R., De Lima, E.F., 2013. Vulcanismo félsico paleoproterozoico do Grupo Iricoumé, Domínio Erepecuru-Trombetas, Província Amazônia Central: dados de campo, caracterização petrográfica e geocronologia Pb-Pb em zircão. *Geol. USP - Ser. Cient.* 13, 47–72. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X2013000100004>
- Barreto, C.J.S., Lafon, J.M., Costa, L.T.D.R., Lima, E.F., 2014. Palaeoproterozoic (~1.89 Ga) felsic volcanism of the Iricoumé Group, Guyana Shield, South America: Geochemical and Sm-Nd isotopic constraints on sources and tectonic environment. *Int. Geol. Rev.* 56, 1332–1356. <https://doi.org/10.1080/00206814.2014.930800>.
- Barros, M.A.S., Dezula, S.E.M., Pierosan, R., Prado, E.S., Silva, F.R., 2013. Idade U-Pb Shrimp do Granito Terra Nova, Suíte Intrusiva Teles Pires – Província Aurífera Alta Floresta, Cráton Amazônico. XIII Simpósio de Geologia da Amazônia. CD-ROM, Belém: SBG-NO.
- Barros, M.A.S., Paes de Barros, A.J., Santos, J.O.S., Rocha, M.L.B.P., 2015. Extension of the Tapajós domains to the Alta Floresta gold province: evidence from U-Pb shrimp ages of the nhandu intrusive suite at 1962 and 1967 Ma. In: 14º Simpósio de Geologia da Amazônia. Marabá- PA, Anais. CD-ROM.
- Barros Neto, R. S.B., 2018. Evolução magmática-hidrotermal do granito mocambo, Província Estanífera do Sul do Pará: um estudo morfológico de quartzo e cassiterita. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 79p.
- Basei, M.A.S., 1977. O vulcanismo ácido-intermediário na região Amazônica. In: congresso brasileiro de geologia, 30. Recife. PE, 1978. Anais... Soc.Bras.Geol., v.6, 2.400-2.422.
- Bettencourt, J.S., Juliani, C., Xavier, R.P., Monteiro, L.V.S., Bastos Neto, A.C., Klein, E.L.,

- Assis, R.R., Leite, W.B., Moreto, C.P.N., Fernandes, C.M.D., Pereira, V.P., 2016. Metallogenic systems associated with granitoid magmatism in the Amazonian Craton: An overview of the present level of understanding and exploration significance. *Journal of South American Earth Sciences*, 68, 22–49. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2015.11.014>.
- Bini, E.G., Barros, M.A.S., Pierosan, R., Santos, J.O.S., 2015. Petrography and geochronology of felsic volcanic rocks at the eastern portion of Serra do Cachimbo, southcentral Amazonian Craton, Brazil. In: 6º Simpósio de Vulcanismo e Ambientes. São Paulo-SP, Anais. CD-ROM.
- Bloomberg 2018. Has Anglo American Found Something Big in Brazil?, www.bloomberg.com/news/articles/2018-07-26/has-anglo-american-found-something-big-in-brazil
- Braga, L. G., Pierosan, R., Geraldes, M.C., 2019. Paleoproterozoic (~2.0 Ga) volcano-plutonism in the southeastern region of the Amazon Craton: Petrological aspects and geotectonic implications. *Geological Journal*. doi:10.1002/gj.3686
- Branney, M.J., Bonnicksen, B., Andrews, G.D.M., Ellis, B., Barry, T.L., McCurry, M., 2008. “Snake River (SR)-type” volcanism at the Yellowstone hotspot track: distinctive products from unusual, high-temperature silicic super-eruptions. *Bulletin of Volcanology*, 70(3), 293-314.
- Branney, M.J., Kokelaar, B.P., 2002. Pyroclastic density currents and the sedimentation of ignimbrites, *Geological Society Memoir No. 27*. <https://doi.org/10.1086/427850>.
- Brito Neves, B.B., Cordani, U.G., 1991. Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic. In: STERN RJ & VAN SCHMUS WR (Ed.). *Crustal Evolution in the Late Proterozoic*. *Precambrian Research*, 53: 23-40.
- Bryan, S.E., Ernst, R.E., 2008, Revised definition of large igneous provinces (LIPs): *Earth-Science Reviews*, v. 86, no. 1–4, p. 175–202, doi:10.1016/j.earscirev.2007.08.008.
- Bryan, S.E., Ferrari, L., 2013. Large Igneous Provinces and Silicic Large Igneous Provinces: progress in our understanding over the last 25 years. *Geol. Soc. Am. Bull.* 125,1053–1078.
- Carey, S., Bursik, M., 2000. Volcanic Plumes. In: Sigurdsson, H., *Encyclopedia of Volcanoes*. Academic Press, p: 527-544.
- Cas, R.A.F., Wright, J. V., 1987. Volcanic Successions Modern and Ancient: a geological approach to processes, products and successions., *Volcanic Successions Modern and Ancient: a geological approach to processes, products and successions*.
- Cassini, L.V., Moyon, J. F., Juliani, C. 2020. Orosirian magmatism in the Tapajós Mineral

- Province (Amazonian Craton): The missing link to understand the onset of Paleoproterozoic tectonics. *Lithos*, 356, 105350.
- Cawood, P.A., Hawkesworth, C.J., Dhuime, B., 2013. The continental record and the generation of continental crust. *Geol. Soc. Am. Bullet.* 125 (1-2), 14–32.
- Cawood, P.A., Hawkesworth, C.J., Pisarevsky, S.A., Dhuime, B., Capitanio, F.A., Nebel, O., 2018. Geological archive of the onset of plate tectonics, in: *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. <https://doi.org/10.1098/rsta.2017.0405>
- Coffin, M.F., Eldholm, O., 1994, Large igneous provinces: Crustal structure, dimensions, and external consequences: *Reviews of Geophysics*, v. 32, p. 1–36, doi:10.1029/93RG02508
- Condie, K.C., 2018. A planet in transition: The onset of plate tectonics on Earth between 3 and 2 Ga? *Geosci. Front.* <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2016.09.001>.
- Corfu, F., Hanchar, M.J., Hoskin, P.W.O., Kinny, P., 2003. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry. Atlas of zircon textures.* cp. 15 - v. 53, 496 – 500.
- Corrêa-Silva, R.H., 2002. Caracterização de um Sistema epitermal low-sulfidation (adularia-sericita) mineralizado em Au-Cu-Mo em vulcânicas paleoproterozóicas na Província Mineral do Tapajós: Implicações metalogenéticas e tectônicas. Masters dissertation, Institute of Geosciences, University of São Paulo, Brazil (in Portuguese).
- Costi, H.T., Dall'Agnol, R., Moura, C.A.V., 2000. Geology and Pb-Pb Geochronology of Paleoproterozoic Volcanic and Granitic Rocks of Pitinga Province, Amazonian Craton, Northern Brazil. *Int Geol Rev* 42: 832–849.
- Dall'Agnol, R., Silva, C.M.G., Scheller, T., 1999. Fayalite–hedenbergite rhyolites of Iriri Formation, Tapajós Gold Province, Amazonian Craton: implications for the Uatumã Volcanism. In: *Simp. Vulc. Amb. Assoc.*, 1., Gramado, Bol. Res. SBG/RS. p. 31.
- Dezula, S.E.M., Barros, M.A.S., Pierosan, R., Santos, J.O.S., Assis, R.R., 2018. Granito Aragão — Suíte intrusiva Nhandú — um granito oxidado, tipo A2, de 1967 a 1964 Ma na Província Aurífera Alta Floresta — Cráton Amazônico. *Geologia USP - Serie Cientifica* 18(1):3, 03-20.
- Duarte, T.B., Rodrigues, J.B., Ribeiro, P.S.E., Scandolara, J.E. 2012. Tectonic evolution of the Juruena magmatic arc between the Aripuanã and Juruena rivers: northwest Mato Grosso State, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, **42(4)**, 824-840. DOI: 10.5327/Z0375-75362012000400013
- Duarte, T., Xavier, R., Rodrigues, J., 2019. A review of the geodynamic setting of the Volcanic Domain in the Juruena Magmatic Arc, southwestern Amazon Craton, Brazil,

- based on geochemical, U-Pb and Sm-Nd data. *J. Geol. Surv. Brazil* 2, 37–73.
<https://doi.org/10.29396/jgsb.2019.v2.n1.4>
- Dufek, J., Ongaro, T. E., Roche, O., 2015. Pyroclastic density currents: processes and models. In *The encyclopedia of volcanoes* (pp. 617-629). Academic Press.
- Echeverri Misas, C.M., 2015. Geologia e Alteração Hidrotermal nas Rochas Vulcânicas e Plutônicas Paleoproterozoicas na Porção Sul da Província Mineral do Tapajós (PA). Ph.D thesis, University of São Paulo, Brazil, p. 285 pp.
- Ernst, R.E, Youbi, N., 2017. How Large Igneous Provinces affect global climate, sometimes cause mass extinctions, and represent natural markers in the geological record. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 478:30–52.
- Ernst, R.E., 2014. Large Igneous Provinces. Cambridge University Press (653 p.)
- Ernst, R.E., Jowitt, S.M., 2013. Large Igneous Provinces (LIPs) and metallogeny. In: Colpron, M., Bissig, T., Rusk, B.G., Thomson, J.F.H. (Eds.), *Tectonics, Metallogeny, and Discovery: the North American Cordillera and Similar Accretionary Settings*, Society of Economic Geologists Special Publication, 17, pp. 17-5.
- Fernandes, C.M.D., Juliani, C., 2019. The tectonic controls on the Paleoproterozoic volcanism and the associated metallogeny in the South Amazonian craton, Brazil: Sr–Nd–Pb isotope constraints. *Precambrian Res.* 331, 105354.
<https://doi.org/10.1016/j.precamres.2019.105354>
- Fernandes, C.M.D., Juliani, C., Monteiro, L.V.S., Lagler, B., Echeverri Misas, C.M., 2011. High-K calc-alkaline to A-type fissure-controlled volcano-plutonism of the São Félix do Xingu region, Amazonian craton, Brazil: Exclusively crustal sources or only mixed Nd model ages? *J. South Am. Earth Sci.* 32, 351–368.
<https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.004>
- Ferron, J.M.T.M., Bastos Neto, A.C., Lima, E.F. De, Costa, H.T., Moura, C.A.V., Prado, M., Pierosan, R., Galarza, M.A., 2006. Geologia e Geocronologia Pb-Pb de rochas graníticas e vulcânicas ácidas a intermediárias paleoproterozóicas da Província Pitinga, Cráton Amazônico. *Rev. Bras. Geociências.* <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2006363499512>
- Ferron, J.M.T.M., Bastos Neto, A.C., Lima, E.F., Nardi, L.V.S., Costi, H.T., Pierosan, R., Prado, M., 2010. Petrology, geochemistry, and geochronology of Paleoproterozoic volcanic and granitic rocks (1.89-1.88 Ga) of the Pitinga Province, Amazonian Craton, Brazil. *J. South Am. Earth Sci.* <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.05.001>
- Fink, J.H., Pollard, D.D., 1983. Structural evidence for dikes beneath silicic domes, Medicine Lake Highland volcano, California. *Geology*, 11: 458-461.

- Fink, J.H., Anderson, S.W., 2000. Lava domes and coulles. In: Sigurdsson, H., *Encyclopedia of Volcanoes*. Academic Press, p: 307-319.
- Fisher, R.V., Schmincke, H.U., 1984. Pyroclastic rocks. Pyroclastic rocks. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(85\)90056-3](https://doi.org/10.1016/0040-1951(85)90056-3).
- Fisher, R.V., 1961. Proposed classification of volcanoclastic sediments and rocks. Geological Society of America Bulletin, v. 72, n. 9, p. 1409-1414
- Fraga, L.M., Reis, N.J., Dall'Agnol, R., 2009. Cauarane - Coeroeni Belt– the main tectonic feature of the Central Guyana Shield, northern Amazonian Craton. In: 11º Simpósio de Geologia da Amazônia, Manaus, Amazonas (*Extended Abstracts*).
- Fraga, L.M.B., Dreher, A.M., Grazziotin, H., Reis, N.J., Farias, M.S.G., Ragatky, D. 2010. Geologia e recursos minerais da Folha Vila de Tepequém – Na.20-X-A-III, estado de Roraima, escala 1:100.000. In: Programa geologia do Brasil, projeto cartografia da Amazônia, editors. CPRM, Manaus, CD-ROM.
- Fraga, L.M., Vazques, M.L., Almeida, M., Dreher, A.M., Reis, N., 2017. A influência da orogenia eo-orosiriana na formação da SLIP Uatumã, parte central do Cráton Amazônico. In: 15º Simpósio de geologia da Amazônia, 2017, Belém, Pará (*Extended Abstracts*) p. 405-408.
- Freitas, B., Juliani, C., 2018. Guia de texturas macroscópicas e microscópicas e de estruturas de rochas vulcânicas brasileiras antigas da Amazônia, Guia de texturas macroscópicas e microscópicas e de estruturas de rochas vulcânicas brasileiras antigas da Amazônia. <https://doi.org/10.11606/9788563124050>.
- Frost, B.R., Arculus, R.J., Barnes, C.G., Collins, W.J., Ellis, D.J., Frost, C.D., 2001. A geochemical classification of granitic rocks. J. Petrol. 42, 2033–2048
- Galé, M. G., 2018. Gênese das mineralizações associadas ao magmatismo ácido na região do Garimpo do Papagaio, noroeste da Província Aurífera de Alta Floresta. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Godoy, A.M., Vieira, O.A.R.P., Silva, J.A., Manzano, J.C., Araújo, L.M.B., Mello Junior, A.F., 2018. Geologia e Litogeoquímica do Batólito Granítico Universal - Suíte Teles Pires, Apiacás (MT), São Paulo, UNESP, Geociências, v,37, p, 21-37.
- Guimarães, S.B., Klein, E.L., Harris, C., Costa, I.S.L., 2021. Metallogenesis of the orosirian epithermal coringa gold-silver (Cu-Pb-Zn) deposit, southeastern Tapajos ' mineral Province, Amazonian craton. Brazil. Ore Geology Reviews 128, 103908. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2020.103908>.
- Gutiérrez, D.F.G., Juliani, C., Echeverri-Misas, C.M., Monteiro, L.V.S., 2019. Evolução de dois arcos magmáticos continentais na porção sul da província mineral do tapajós e as

suas implicações metalogenéticas. IV Simpósio Brasileiro de Metalogenia, Gramado, 90-91p.

- Janoušek, V., Farrow, C.M., Erban, V., 2006. Interpretation of whole-rock geochemical data in igneous geochemistry: introducing Geochemical Data Toolkit (GCDkit). *J. Petrol.* 47 (6), 1255–1259
- Jerram, D., 2018. Introdução à vulcanologia. São Paulo, Oficina de Textos.
- Jorge João, X. S., Santos, C. A., Faraco, M. T. L., 1984. Projeto Trombetas-Mapuera: relatório final. Belém: CPRM. 1 v., 234p. Escala 1:250.000 (in Portuguese).
- Juliani, C., Bettencourt, J. S., Monteiro, L.V.S., 2005. Ash-flow caldera- and porphyry-related Paleoproterozoic gold and base metal mineralizations in the Tapajós Gold Province: potentialities and exploration guidelines. In: I Simpósio Brasileiro de Metalogenia, Gramado. Anais do I Simpósio Brasileiro de Metalogenia.
- Juliani, C., Fernandes, C.M.D., 2010. Well-preserved Late Paleoproterozoic volcanic centers in the São Félix do Xingu region, Amazonian Craton, Brazil. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 191, 167–179. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2010.01.016>
- Juliani, C., Carneiro, C.C., Carreiro-Araújo, S.A., Fernandes, C.M.D., Monteiro, L.V.S., Crósta, A.P., 2013. Estruturação dos arcos magmáticos paleoproterozóicos na porção sul do Cráton Amazônico: implicações geotectônicas e metalogenéticas. In: 13º Simpósio de Geologia da Amazônia, SBG –Núcleo Norte, Belém. (CD-ROM).
- Juliani, C., Vasquez, M. L., Klein, E. L., Villas, R. N., Echeverri-Misas, C. M., Santiago, E. S. B., Monteiro, L.V.S., Carneiro, C. C., Fernandes C. M. D., Usero, G., 2014a. Metalogenia da Província Tapajós. In: Silva M.G., Jost H., Kuyumajian R.M. (Org.). Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras. 1 ed.: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, v. 1, p. 51-90 (in Portuguese).
- Juliani, C., Fernandes, C.M.D., Monteiro, L.V.S., 2015. Características da subducção, paleoclima e eventos erosivos paleoproterozoicos (2,1–1,88 Ga) e seus efeitos na estruturação da parte sul do Cráton Amazônico. In: Gorayeb, P.S.S., Teixeira, S.G. (Eds.), Simpósio de Geologia da Amazônia, 14 ed. Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo Norte, Marabá, pp. 81.
- Juliani, C., Assis, R. R., Monteiro, L. V. S., Fernandes, C. M. D., Martins, J. E. Z. S., Costa e Costa, J. R., 2021. Gold in Paleoproterozoic (2.1 to 1.77 Ga) Continental Magmatic Arcs at the Tapajós and Juruena Mineral Provinces (Amazonian Craton, Brazil): A New Frontier for the Exploration of Epithermal–Porphyry and Related Deposits. *Minerals*, 11, 714.
- Klein E.L., Vasquez M.L. 2000. Geologia e recursos minerais da Folha Vila Riozinho (SB.21-Z-A). Estado do Pará. Escala 1:250.000. PROMIN Tapajós, CPRM, Brasília,

Brasil (CD-ROM).

- Kunifoshita, A. M. U., Santos, F. H., Motta, J. G., 2021. Reconstruction of the effusive and explosive deposits of the Aruri and Salustiano formations in the Tapajós Domain, Southern Amazonian Craton, from field relationship, petrography and geochemistry. *Journal of South American Earth Sciences*, 107(January 2020). <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.103095>
- Lacerda Filho, J.V., Abreu, W. F., Valente, R. C., Oliveira, C.C., Albuquerque, M.C., 2004. *Geologia e recursos minerais do estado de Mato Grosso, Programa de Geologia do Brasil, CPRM, Cuiabá*, 220p.
- Lagler, B., Juliani, C., Fernandes, C.M.D., Cruz, R.S, Vieira, D.A.S., 2019. Paleoproterozoic volcanic caldera in the Amazonian craton, northern Brazil: Stratigraphy, lithofacies characterization, and lithogeochemical constraints. *J. South Am. Earth Sci.* 95, 102252. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102252>
- Lamarão, C.N., Dall'Agnol, R., Lafon, J.M., Lima, E.F., 2002. Geology, geochemistry, and PbPb zircon geochronology of the Paleoproterozoic magmatism of Vila Riozinho, Tapajós Gold Province, Amazonian Craton, Brazil. *Precambrian Research* 119 (1-4), 189–223.
- Lamarão, C.N., Lafon, J.M., Lima, E.F., 1999. As associações vulcânicas e plutônicas de Vila Riozinho e Morais Almeida, Província Mineral do Tapajós, SW do Estado do Pará. *Simpósio Sobre Vulcanismo e Ambientes Associados*, 1. Bol. Res., Gramado, p. 93.
- Lamarão, C.N., Pinho, S.C.C., Paiva Júnior, A.L., Galarza-Toro, M.A., 2012. Mineralogy and geochemistry of the Paleoproterozoic, tin mineralized Bom Jardim Granite of the Velho Guilherme Suite, eastern Amazonian Craton. *Journal of South American Earth Sciences* 38, 159–173.
- Leal, R.E., 2015. *Geoquímica e geocronologia U-Pb, Sm-Nd e Rb-Sr dos granitoides orosirianos do domínio Erepecuru-Trombetas, Província Amazônia Central, noroeste do Pará*. 112 f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) - Instituto de geociências, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Macambira, M.J.B., Almeida, M.E., e Santos, L.S., 2002, Idade de zircão das vulcânicas Iricoumé do Sudeste de Roraima: contribuição para a redefinição do Supergrupo Uatuma, in *Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados*, 2th: Belém, SBG-NO, p. 22.
- Martins, H.E.S., 2021. Litogeoquímica dos alvos João oficial e Ênio, setor leste da PMAF, Cráton amazônico: implicações para fertilidade magmática de Cu-Au. Trabalho de conclusão de curso, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 65p.
- Marques, S.N.S., Souza, V.S., Dantas, E.L., Valério, C.S., Nascimento, R.S.C., 2014,

- Contributions to the petrography, geochemistry and geochronology (U-Pb and Sm-Nd) of the Paleoproterozoic effusive rocks from Iricoumé Group, Amazonian Craton, Brazil: *Brazilian Journal of Geology*, v. 44, p. 121–138. doi:10.5327/Z2317-4889201400010010.
- Macdonald, G. A., 1953. Pahoehoe, aa, and block lava. *American Journal of Science*, 251: 169-191.
- McPhie, J., Allen, R., Doyle, M., 1993. *Volcanic Textures: a guide to interpretation of textures in volcanic rocks*. Hobart, Centre for Ore Deposits and Exploration Studies, University of Tasmania, Tasmania, 198 p.
- Middlemost, E.A.K., 1994. Naming materials in the magma/ igneous rock system. *Earth-Science Reviews*, v. 37, n. 3-4, p. 215-224.
- Miguel-Jr, E., 2011. Controle Estrutural das mineralizações auríferas e idades U-Pb das rochas encaixantes ao longo do Lineamento Peru-Trairão: Província Aurífera de Alta Floresta, Mato Grosso. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
- Moreton, L.C., Martins, E.G., 2005. *Geologia e Recursos Minerais da Folha Vila Guarita SC.21-Z-B*. Brasília, CPRM, CD-ROM; Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB; Projeto Promin Alta Floresta - PROMIN Alta Floresta.
- Motta, J.G., Souza Filho, C.R. d., Carranza, E.J.M., Braitenberg, C., 2019. Archean crust and metallogenic zones in the Amazonian Craton sensed by satellite gravity data. *Sci.Rep.* 9, 2565. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39171-9>.
- Mueller, W.U., Thurston, P.C., 2004. Precambrian volcanism: an independent variable through time, in: P.G. Eriksson, W. Altermann, D.R. Nelson, W.U. Mueller, O. Catuneanu (Eds.), *The Precambrian Earth: Tempos and Events. Developments in Precambrian Geology*. vol. 12 (2004), pp. 271–358.
- Navarro, M.S., Tonetto, E.M., Oliveira, E.P., 2015. LA-SF-ICP-MS U-Pb zircon dating at University of Campinas, Brazil. P-37. The 9TH International Conference on the analysis of geological and environmental materials. Montanuniversität Leoben – Austria. p. 114.
- Newhall, C.G., Melson, W.G. (1983). Explosive activity associated with the growth of volcanic domes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 17, 111-131.
- Oliveira, A.S., Fernandes, C.A.S., Issler, R.S., Abreu, A.S., Montalvão, R.M.G., Teixeira, R.S., 1975. *Geologia da Folha NA.21 – Tumucumaque e parte da Folha NB.21*. DNPM, Rio de Janeiro (in Portuguese).
- Paes de Barros, A.J., 2007. Granitos da região de Peixoto de Azevedo – Novo Mundo e

mineralizações auríferas relacionadas – Província Aurífera Alta Floresta (MT). Ph.D. thesis. Campinas. Universidade Estadual de Campinas, pp. 154.

- Pearce, J., 1996. Sources and settings of granitic rocks. Episodes. <https://doi.org/10.18814/epiiugs/1996/v19i4/005>.
- Pessoa, M. R., Santiago, A.F., Andrade, A.F., Barreto, E.L., Nascimento, J.O., Santos, J.O.S., Oliveira, J.R., Lopes, R.C., Prazeres, W.V., 1977. Projeto Jamanxim. CPRM/DNPM, v. 1-3, 614 p. (in Portuguese).
- Pinho, M.A.S.B., Chemale Jr., F., Van Schmus, W.R., Pinho, F.E.C., 2003. U-Pb and Sm-Nd evidence for 1.76-1.77 Ga magmatism in the Moriru region, Mato Grosso, Brazil: implications for province boundaries in the SW Amazon Craton. *Precambrian Res.* 126, 1–25.
- Pinho, S.C.C., Fernandes, C.M.D., Teixeira, N.P., Paiva Júnior, A.L., Cruz, V.L., Lamarão, C.N., Moura, C.A.V., 2006. O magmatismo paleoproterozoico da região de São Félix do Xingu, Província estaminífera do sul do Pará: Petrografia e Geocronologia. *Revista Brasileira de Geociências*, 36(4) 724-732.
- Polo, L.A., 2014. O Vulcanismo ácido da Província Magmática Paraná-Etendeka na região de Gramado Xavier, Rs: Estratigrafia, Estruturas, Petrogênese e Modelo Eruptivo. Tese De Doutorado, Instituto De Geociências, Universidade De São Paulo. 326 P.
- Prado, S.E., Barros, M.A.S., Pinho, F.E.C., Pierosan, R., 2013. Granito Terra Nova - petrologia e geocronologia: um granito tipo-A da Província Aurífera Alta Floresta - Cráton Amazônico. *Brazilian Journal of Geology*, 43(1):101-116
- Quispe, P.E.C. 2016. Geologia, geoquímica e geocronologia U-Pb dos granitoides foliados e rochas subvulcânicas da região de Peixoto de Azevedo, Província Aurífera de Alta Floresta, Brasil. Master thesis, Universidade Estadual de Campinas
- Reis, N.J., Teixeira, W., D'Agrella-Filho, M.S., Bettencourt, J.S., Ernst, R.E. and Goulart, L.E.A. 2021. Large igneous provinces of the Amazonian Craton and their metallogenic potential in Proterozoic times. *Geological Society, London, Special Publications*, **518**, SP518-2021–2027, <https://doi.org/10.1144/SP518-2021-7>.
- Reis, N.J., Faria, M.S.G., Fraga, L.M., Haddad, R.C., 2000. Orosirian calc-alkaline volcanism and the Orocaina Event in the northern Amazonian craton, eastern Roraima state, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 30 (3): 380-383.
- Reis, N.J., Fraga, L.M., Faria, M.S.G., Almeida, M.E., 2003. Geologia do Estado de Roraima. *Géologie de la France*, 2 (3): 71-84.
- Richardson, S. 1978. The geology of southern Lipari, with particular reference to the rhyolite tholoids in the extreme south of the island. Unpubl. B.Sc. thesis, University of Leeds.

- Rios, F. S., 2019. O depósito de Au (Cu-Ag) Serrinha de Guarantã, cráton Amazônico, Brasil: um depósito aurífero não-convencional associado ao sistema pórfiro-epitermal paleoproterozóico Juruena-Teles Pires. PhD thesis, Universidade Estadual de Campinas.
- Rino, S., Komiya, T., Windley, B.F., Katayama, I., Motoki, A., Hirata, T., 2004. Major episodic increases of continental crustal growth determined from zircon ages of river sands: implications for mantle overturns in the Early Precambrian. *Phys. Earth Planet. Inter.* 146 (1-2), 369–394.
- Rizzotto G.J., Quadros M.L.E.S., Bahia R.B.C, Ferreira R.B.C, Lopes R.C, Cordeiro A.V., 2004. Folha SC.21- Juruena. In: Schobbenhaus C., Gonçalves J.H., Santos J.O.S., Abram M.B., Leão Neto R., Matos G.M.M., Vidotti R.M., Ramos M.A.B., Jesus J.D.A (eds). Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Sistema de informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. 46 folhas. Brasília: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, escala 1:1.000.000. 41 CD-ROM.
- Rizzotto, G.J., Alves, C.L., Rios, F.S., Barros, M.A de S.A., 2019a. The Western Amazonia Igneous Belt. *J. South Am. Earth Sci.* 96, 102326. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102326>
- Rizzotto, G.J., Alves, C.L., Rios, F.S., Barros, M.A. de S.A., 2019b. The Nova Monte Verde metamorphic core complex: Tectonic implications for the southern Amazonian craton. *J. South Am. Earth Sci.* 91, 154–172. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.01.003>
- Rocha, MLBP, Chemale Jr, F., Santos, J.O.S., Barros, M. A. D. S. A. , Pinho, F.E.C., McNaughton, N.J., Costa, P.C.C, Roberts, M. 2020. U-Th-Pb Shrimp dating of hydrothermal monazite from the Trairão Gold Deposit - Alta Floresta Gold Province (Amazon Craton). *Brazilian Journal of Geology*, 50(1). <https://doi.org/10.1590/2317-4889202020190063>
- Rossetti, L.M., 2011. Arquitetura de fácies vulcânicas da Formação Serra Geral na Região de Feliz - Caxias do Sul. Trabalho de conclusão de curso. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Roverato, M., Giordano, D., Echeverri-Misas, C.M., Juliani, C., 2016. Paleoproterozoic felsic volcanism of the Tapajós Mineral Province, Southern Amazon Craton, Brazil. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 310, 98–106. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2015.11.019>
- Roverato, M., Giordano, D., Giovanardi, T., Juliani, C., Polo, L., 2019. The 2.0–1.88 Ga Paleoproterozoic evolution of the southern Amazonian Craton (Brazil): An interpretation inferred by lithofaciological, geochemical and geochronological data. *Gondwana Res.* 70, 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2018.12.005>
- Saes, G.S., Leite, J.A.D., 2003. Geocronologia Pb/Pb de zircões detríticos e análise estratigráfica das coberturas sedimentares proterozóicas do Sudoeste do Cráton

Amazônico. *Geologia USP Série Científica, Revista do Instituto de Geociências, USP, São Paulo*, 3:113-127.

- Santos, F. S., Pierosan, R., Barros, M.A.S., Geraldese, M. C., Lima, M.F., 2019. Petrology of the Colíder Group volcanic successions in the northernmost Mato Grosso, Brazil: A contribution to the knowledge of the felsic volcanism of the Alta Floresta Gold Province. *Journal of South American Earth Sciences*. doi:10.1016/j.jsames.2018.10.007.
- Santos, J.O.S., 2003. Geotectônica do Escudo das Guianas e Brasil-Central. *In: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*, Bizzi, L.A., Schobbenhaus, C., Vidotti, R.M., Gonçalves, J.H. editors. CPRM, Brasília, p. 169-226.
- Santos, J.O.S., 1984. Classificação das rochas vulcânicas Uatumã. *In: Cong. Bras. Geol.*, 33, Rio de Janeiro. *Anais*, Rio de Janeiro, SBG. p. 4535-4538 (in Portuguese).
- Santos, J.O.S., Groves, D.I., Hartmann, L.A., Moura, M.A., McNaughton, N.J., 2001. Gold deposits of the tapajós and alta floresta domains, tapajós-parima orogenic belt, Amazon Craton, Brazil. *Miner. Depos.* <https://doi.org/10.1007/s001260100172>
- Santos, J.O.S., Hartmann, L.A., Gaudette, H.E., Groves, D.I., Mcnaughton, N.J., Fletcher, I.R., 2000. A New Understanding of the Provinces of the Amazon Craton Based on Integration of Field Mapping and U-Pb and Sm-Nd Geochronology. *Gondwana Res.* [https://doi.org/10.1016/S1342-937X\(05\)70755-3](https://doi.org/10.1016/S1342-937X(05)70755-3)
- Santos, J.O.S., Rizzotto, G.J., Potter, P.E., McNaughton, N.J., Matos, R.S., Hartmann, L.A., Chemale, F., Quadros, M.E.S., 2008. Age and autochthonous evolution of the Sunsás Orogen in West Amazon Craton based on mapping and U-Pb geochronology. *Precambrian Res.* <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2008.06.009>
- Scandolaro, J.E., Correa, R.T., Fuck, R.A., Souza, V.S., Rodrigues, J.B., Ribeiro, P.S.E., Frasca, A.A.S., Saboia, A.M., Lacerda Filho, J.V., 2017. Paleo-Mesoproterozoic arc accretion along the southwestern margin of the Amazonian craton: the Juruena accretionary orogen and possible implications for Columbia supercontinent. *J. South Am. Earth Sci.* 73, 223–247.
- Scandone, R., 1996. Factors Controlling the Temporal Evolution of Explosive Eruptions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 72, 71-83.
- Schmincke, H.U., 2004, *Volcanism*. Berlin, Springer-Verlag.
- Semblano, F.R.D., Pereira, N.C.S., Vasquez, M.L., Macambira, M.J.B., 2016, Novos dados geológicos e isotópicos para o Domínio Iriri-Xingu, Província Amazônia Central; implicações para a idade do Grupo Iriri: *Revista USP, Série Científica*, v. 16, no. 3.
- Schobbenhaus, C., Brito Neves, B.B., 2003. A Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana. *In: Bizzi L.A., Schobbenhaus C., Vidotti R.M., Gonçalves J.H.*

Geologia, tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Brasília, p.: 5-53.

Shands, S.J., 1943. The eruptive rocks. John Wiley, New York, 444p.

Silva, G.G., Lima, M.I.C., Andrade, A.R.F., Issler, R.S., Guimarães, G., 1974. Folha SB.22 – Araguaia e parte da Folha SC.22 -Tocantins. In: Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radambrasil. Folha SB.22 - Araguaia e parte da Folha SC.22 - Tocantins. Rio de Janeiro, (Levantamento de Recursos Naturais, 4).

Silva, M.G., Abram, M.B., Frasca, A.A.S., 2008. Revisão da proposta evolutiva da Província Aurífera Juruena-Teles Pires à luz de novos dados litoquímicos e geocronológicos. In: 44º Congresso Brasileiro de Geologia. Curitiba – PR, Anais. CD-ROM.

Silva, R.C.S., Castro, J.M.R., Rosa-Costa, L.T., Chaves, C.L., 2019. Geologia e recursos minerais da folha Rio Trombetas – SB.21-X-A. Escala 1:250.000 - Belém: Serviço Geológico do Brasil – CPRM.

Sommer, C.A., De Lima, E.F., Nardi, L.V.S., De Liz, J.D., Pierosan, R., 2003. Depósitos de Fluxo Piroclástico Primários: Caracterização e Estudo de um Caso no Vulcanismo Ácido Neoproterozóico do Escudo Sul-rio-grandense. Pesqui. em Geociências. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.19576>

Souza, J.O., Frasca, A.A.S., Oliveira, C.C., (Org.). 2005. Geologia e recursos minerais da província mineral de Alta Floresta: relatório integrado. Escala 1:500.000: Folhas SC.21-V-D - Rio São João da Barra, SC.21-X-C - Alta Floresta, SC.21-Z-A - Ilha 24 de Maio, SC.21-Z-B - Vila Guarita; Estados de Mato Grosso e do Pará. Brasília: CPRM, 1 CD-ROM. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB). Geologia e Recursos Minerais da Província Mineral de Alta Floresta (Promin Alta Floresta).

Sparks, R.S.J., Walker, G.P.L., 1973. The ground surge deposit: a third type of pyroclastic rock. Nature 241: 62-64.

Susko, D., Karunatilake, S., Kodikara, G., Skok, J. R., Wray, J., Heldmann, J., Cousin, A., Judice, T., 2017. A record of igneous evolution in Elysium, a major martian volcanic province. Scientific Reports 7, Article number: 43177.

Tassinari, C.C.G., Macambira, M.J.B., 1999. Províncias geocrológicas do Craton amazônico. Episódios. <https://doi.org/10.18814/epiugs/1999/v22i3/004>

Tassinari, C.C.G., Macambira, M.J.B., 2004. A evolução tectônica do Cráton Amazônico, in: Geologia Do Continente Sul-Americano: Evolução Da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida.

- Teixeira, N.P., Bettencourt, J.S., Moura, C.A.V., Dall'Agnol, R., Macambira, E.M.B., 2002. Archean crustal sources for Paleoproterozoic tin-mineralized granites in the Carajás Province, SSE Pará, Brazil: Pb-Pb geochronology and Nd isotope geochemistry. *Precambrian Res.* [https://doi.org/10.1016/S0301-9268\(02\)00125-0](https://doi.org/10.1016/S0301-9268(02)00125-0)
- Teixeira, W., Reis, N.J., Bettencourt, J.S., Klein, E.L., Oliveira, D.C. 2019. Intraplate Proterozoic Magmatism in the Amazonian Craton Reviewed: Geochronology, Crustal Tectonics and Global Barcode Matches. *In: Srivastava R., Ernst R., Peng P. (Eds.), Dyke Swarms of the World: A Modern Perspective* (pp. 111-154). Springer Geology. Springer. DOI: 10.1007/978-981-13-1666-1_4.
- Tokashiki, C. do C., 2015. Mineralizações Low- e Intermediate Sulfidation de Ouro e de Metais de Base em Domos de Riolito Paleoproterozoicos na Porção Sul da Província Mineral do Tapajós. Ph.D thesis, University of São Paulo, Brazil, 188 pp
- Valério, C. da S., Macambira, M.J.B., Souza, V. da S., Dantas, E.L., Nardi, L.V.S., 2018. 1.88 Ga São Gabriel AMCG association in the southernmost Uatumbá-Anauá Domain: Petrological implications for post-collisional A-type magmatism in the Amazonian Craton. *Lithos*, 300–301, 291–313, <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2017.12.001>.
- Vasquez, M.L., Klein, E.L., Quadros, M.L.E.S., Bahia, R.B.C., Santos, A., Ricci, P.S.F., Sachett, C.R., Silva, C.M.G., Macambira, M.J.B., 1999. Magmatismo Uatumbá na Província Tapajós – novos dados geocronológicos. *In: Simpósio de Geologia da Amazônia*, 6., Manaus, 1999. Anais. Manaus, SBG/Núcleo Norte, p. 471-474.
- Vasquez, M.L., Rosa-Costa, L.T., Silva, C.M.G., Klein, E.L., 2008. Compartimentação tectônica. *In: Vasquez, M.L., Rosa-Costa, L.T. (organiz). Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará: Sistema de Informações Geográfica – SIG: texto explicativo dos mapas Geológico e Tectônico e de Recursos Minerais do Estado do Pará. Escala 1: 1.000.000: CPRM, CD-ROM (in Portuguese).*
- Vermeesch, P., 2018. IsoplotR: A free and open toolbox for geochronology. *Geoscience Frontiers*, 9(5): 1479-1493.
- Williams, H., 1932. The history and character of volcanic domes. *University of California publications. Bulletin of the Department of Geological Sciences*, 21(5), 51-146.
- Williams, H., Turner, F.J., Gilbert, C.M., 1962. Petrography: an introduction to the study of rocks in thin sections. San Francisco: Freeman and Company. 406
- Zhao, G., Sun, M., Wilde, S.A. and Li, S. 2004. A Paleo-Mesoproterozoic supercontinent: Assembly, growth and breakup. *Earth-Science Reviews*, 67, 91–123, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2004.02.003>.

ANEXOS

Anexo A – Manuscrito Científico.

Petrogênese e paleoambiente do vulcanismo paleoproterozoico do Grupo Colíder em União do Norte, Leste da Província Mineral de Alta Floresta, Cráton Amazônico

(Não submetido)

André Massanobu Ueno Kunifoshita

Maria José Mesquita

Felipe Holanda dos Santos

Petrogênese e paleoambiente do vulcanismo paleoproterozoico do Grupo Colíder em União do Norte, Leste da Província Mineral de Alta Floresta, Cráton Amazônico

(Não submetido)

Resumo

O Grupo Colíder é um excelente exemplo de vulcanismo paleoproterozoico (ca. 1.79 Ga) bem preservado, com fases explosivas e efusivas/subvulcânicas. Está situado na Província Mineral de Alta Floresta (PMAF), sul do Cráton Amazônico, norte do Brasil. Na região de União do Norte, leste da PMAF, a fase efusiva/subvulcânica do Grupo Colíder compreende riolito maciço porfíritico com diferentes graus de cristalinidade. A fase explosiva é caracterizada por lapilli tufo soldado, lapilli tufo com estrutura de fluxo, tufo estratificado e tufo com lapilli acrescionário. Rochas epiclásticas são caracterizadas por arenitos e siltitos. Nesse cenário vulcânico ainda ocorrem diques félsicos, compostos por riolito porfíricos. As rochas do Grupo Colíder são classificadas como riolitos ($> 70\% \text{ SiO}_2$), com afinidade cálcico-alcalinas a álcali-cálcicas, magnesianas a férricas, metaluminosas a peraluminosas. Os altos valores álcalis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} > 7$) e de HFSE ($\text{Zr} > 380 \text{ ppm}$, $\text{Y} > 58 \text{ ppm}$) quando associado ao padrão ETR em asa de gaivota, com La/Yb (8,27 - 37,39) sugerem granitos tipo-A formados em ambiente pós-colisional. As rochas da região mapeada não apresentam características adaquíticas, com fertilidade para Cu-Au como em outras regiões da PMAF, porém é observado similaridade com pórfiros chilenos de Cu-Au. É identificado na área de estudo uma fase explosiva mais antiga, com idades U-Pb de lapilli tufo soldado de 1817 ± 2 e 1869 ± 23 Ma. A divergência de idades (~ 23 Ma) indica a presença de dois ou mais ciclos vulcânicos ou ainda de eventos vulcânicos distintos. A fase vulcânica efusiva/subvulcânica possui idades U-Pb de 1800 ± 3 Ma e 1792 ± 3 Ma. A reconstrução paleoambiental baseada na interpretação dos depósitos vulcânicos e epiclásticos de União do norte, associados a produtos de sensoriamento remoto, permite caracterizar um vulcanismo subaéreo com estágios efusivos/subvulcânicos e explosivos em um provável sistema vulcânico de tipo caldeira, com rochas epiclásticas geradas em ambiente fluvial.

Palavras-chave: Vulcanismo, Caldeira vulcânica, Grupo Colíder, Cráton Amazônico.

1.0. Introdução

Os processos vulcânicos ajudam-nos a compreender a história da evolução da Terra, uma vez que tais processos estão associados a importantes eventos geológicos de geração de crosta continental e oceânica, à ação de plumas mantélicas, magmatismo e formação de depósitos minerais (Rampino e Stothers, 1988; Kelly et al., 1996; Dhuime et al., 2012; Ernst e Jowitt, 2013).

As atividades vulcânicas e plutônicas desempenharam importante papel na geração de crosta terrestre no arqueano e no proterozoico (Mueller e Thurston, 2004; Rino et al., 2004; Cawood et al., 2013). Estima-se que um dos intervalos de maior geração de crosta continental ocorreu entre 2,1 - 1,7 Ga (Hawkesworth et al., 2010). No Cráton Amazônico, isso pode ser observado nas Províncias Amazônia Central e Tapajós-Parima. Essas províncias são marcadas por pelo menos dois episódios de vulcano-plutonismo de larga escala, tratados recentemente como SLIPs (*Silicic Large Igneous Province*) segundo as definições de Bryan e Ernst (2008) e Bryan e Ferrari (2013). As SLIPs de idade paleoproterozoica descritas nessas duas Províncias são: SLIP Orocaima (~ 200.000 km²), com idade aproximada de 2,0 Ga (Fraga et al., 2017; Teixeira et al., 2019; Barbosa, 2020) e SLIP Uatumã (~1.500.000 km²), cuja idade aproximada é 1,88 Ga (Juliani e Fernandes, 2010; Roverato et al., 2019; Fernandes e Juliiani 2019).

Nas últimas décadas, os eventos vulcano-plutônicos proterozoicos do Cráton Amazônico atraíram a atenção mundial pelos diversos depósitos minerais associados, como por exemplo: sistemas epitermais de *low e high-sulfidation* (Au-Ag), sistemas do tipo pórfiro (Cu-Mo) (Juliani et al., 2005; Tokashiki et al., 2015; Cruz et al., 2016; Assis et al., 2017; Juliiani et al., 2021).

A Província Mineral de Alta Floresta (PMAF) é caracterizada por um extenso vulcanismo félsico (~ 55.000 km²) de idade aproximada a 1,79 Ga (Pinho et al., 2003; Alves et al., 2019; Duarte et al., 2019). Rochas vulcânicas efusivas e subvulcânicas (riolitos), rochas piroclásticas (lapilli tufo, tufo estratificados e tufo com lapilli acrescionários) e rochas epiclásticas (arenitos) compõem o sistema vulcânico do Grupo Colíder (Almeida, 2017; Alves et al., 2019; Santos et al., 2019). Mapeamentos prévios, feitos pelo Serviço Geológico do Brasil, revelaram feições circulares ou semicirculares associadas às rochas vulcânicas (Alves et al., 2019).

O evento vulcano-plutônico é cartografado apenas na PMAF, caracterizando um evento único no Cráton Amazônico. Dada a sua grande distribuição espacial e as características petrológicas e químicas do Grupo Colíder e de seu par plutônico, a Suíte Intrusiva Teles Pires (Alves et al. 2019), alguns pesquisadores têm associado tais unidades a uma SLIP, então denominada de SLIP Colíder (Saar, 2017; Rizzotto et al. 2019b). Porém, seu ambiente geotectônico ainda é incerto, questionado entre ambiente extensional de *rift* intracontinental (Alves et al. 2019; Rizzotto et al. 2019a,b), de arco magmático (Duarte et al., 2019) e pós-colisional/orogênico (Santos et al., 2019).

Neste trabalho, ao descrever as rochas do Grupo Colíder em União do Norte (na região leste da PMAF), fornecemos um novo conjunto de dados que auxiliam na interpretação do estilo eruptivo (efusivo/subvulcânico vs. explosivo) e que apoiem a definição dos processos vulcânicos e sua reconstrução paleogeográfica na PMAF. Para tal, foram integrados dados de campo e de mapeamento geológico focados na análise de litofácies vulcânicas, com dados de petrografia. Também se obteve novos dados geoquímicos de rocha total e geocronológicos U-Pb para o vulcanismo dessa região, a fim de fortalecer a análise estratigráfica vulcânica do Grupo Colíder. A comparação entre dados de diferentes áreas-chave relacionadas ao Grupo Colíder da PMAF fornece uma visão integrada da litoquímica e levanta hipóteses a respeito dos processos geológicos em uma escala regional e suas relações com o potencial metalogenético deste magmatismo.

2.0 Cráton Amazônico e Província Mineral de Alta Floresta

O Cráton Amazônico é um dos maiores terrenos pré-cambrianos do Mundo, e está inserido na região Norte da Plataforma Sul-Americana (Vasquez et al., 2008). O Cráton é caracterizado por terrenos arqueanos e proterozoicos que foram justapostos no paleo- a mesoproterozóico e estabilizado ca. 1.0 Ga (Brito Neves e Cordani, 1991; Tassinari e Macambira, 1999; Santos et al., 2000). Existem várias propostas para a divisão do Cráton em províncias, uma do ponto de vista geotectônico (Santos et al., 2000, 2008) (Figura 01–A) e outra do ponto de vista geocronológico (Tassinari e Macambira 1999, 2004). Ambos os autores concordam com um núcleo de idade arqueana no sudeste do Cráton.

O núcleo meso- a neoarqueano (3,1-2,53 Ga) do Cráton inclui os Domínios tectônicos de Carajás e Rio Maria da Província de Carajás (Vasquez et al., 2008). As Províncias Amazônia Central (~2,6 Ga), Tapajós-Parima (2,03-1,88 Ga) e Rondônia-Juruena (1,84-1,54) foram amalgamadas ao referido núcleo de idade arqueana (Vasquez et al., 2008;

Motta et al., 2019). Assim, a região central do Cráton é caracterizada por acreções de material crustal, cinturões orogênicos e arcos magmáticos ao longo da borda ocidental (Tassinari e Macambira, 1999; Santos et al., 2000).

A Província Mineral de Alta Floresta (PMAF) está localizada entre as Províncias Tapajós – Parima (Domínio Peixoto de Azevedo) e Rondônia – Jurueña (Domínio Jurueña) (Santos et al., 2008) (Figura 01–B).

A PMAF é constituída por sequências vulcano-plutônicas geradas em ambientes de arcos magmáticos de idade paleo-mesoproterozoica acrescidos a um bloco continental de idade neoarqueana ou paleoproterozoico (Província Amazônia Central) (Souza et al., 2005; Silva et al., 2008).

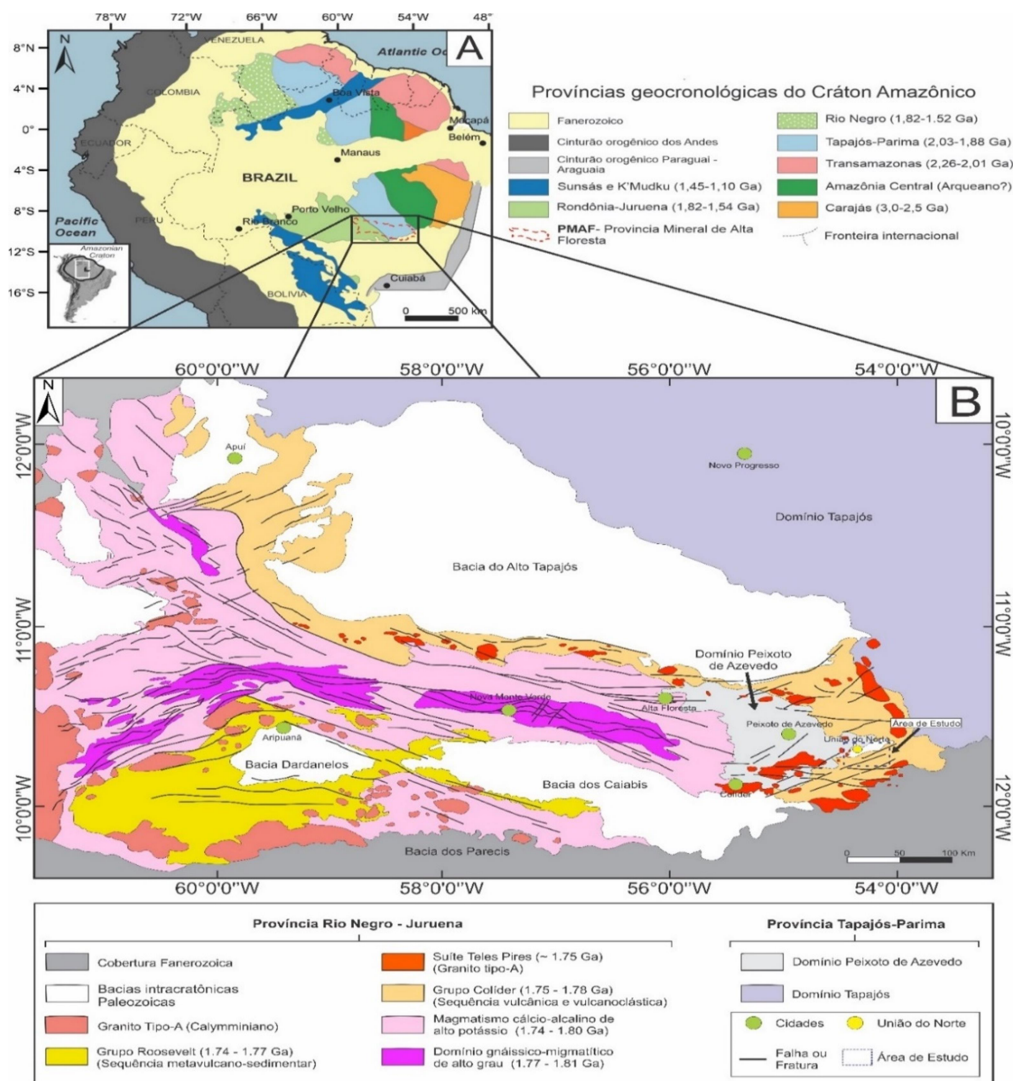


Figura 01: Contexto geológico regional. A) Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico (Santos et al., 2008); Polígono vermelho –Província Mineral de Alta Floresta; B) Mapa simplificado da Província Mineral de Alta Floresta (modificado de Rizzotto et al. 2019a).

O Arco magmático Cuiú-Cuiú, de idade orosiana, é o primeiro arco magmático na evolução geotectônica da PMAF e ocorre no Domínio Peixoto de Azevedo (Província Tapajós-Parima). De acordo com Alves et al. (2020), o arco Cuiú-Cuiú é composto: pelo Complexo Cuiú-Cuiú (2,05 – 1,95 Ga) (gnaisses, metagranitoides e anfibolitos) com enclaves e *inliers de* gnaisses tonalítico-trondhjemíticos (2,7-2,9 Ga - Paes de Barros, 2007); pelas Suítes Pé Quente (2,00 – 1,97 Ga) e Nhandu (1,97 – 1,95 Ga), ambos constituídos por granitoides indeformados a cisalhados (Dezula et al., 2018; Rios, 2019; Alves et al., 2020); por rochas vulcânicas félsicas a intermediárias da Formação Jarinã (2,00 – 1,97 Ga); e por granitoides pós-orogênicos e anorogênicos da Suíte Matupá e Guarantã do Norte (1,95 – 1,85 Ga) (Assis, 2015; Alves et al., 2019, 2020). As rochas da PMAF com idades inferiores a 1,84 Ga, pertencem ao Domínio Juruena da Província Rondônia – Juruena e tem seu contexto tectônico em discussão, com dois modelos diferentes: um modelo de arco magmático (Scandolara et al., 2017), mais aceito pela comunidade científica e adotado neste trabalho e um modelo de ambiente extensional tipo rifte intracontinental (Rizzotto et al., 2019b).

O arco magmático Juruena, de idade estateriana, é o segundo arco magmático na evolução geotectônica da PMAF (Scandolara et al., 2017). As rochas do arco Juruena intrudem e recobrem as rochas do do Arco Cuiú-Cuiú no Domínio Peixoto de Azevedo. O arco é caracterizado pelo Complexo Nova Monte Verde (1,81-1,77 Ga) (paragnaisses, granulitos, xistos, granodioritos e tonalitos) (Souza et al., 2005; Rizzotto et al. 2019b); Supersuíte Juruena (1,80-1,74 Ga) (magmatismo plutônico félsico das Suítes Paranaíta, São Pedro, Nova Canaã, Teodósia e Zé do Torno) (Duarte et al., 2012; Rizzotto et al., 2019b; Alves et al., 2019; 2020); as rochas vulcânicas félsicas do Grupo Colíder (1,79 – 1,76 Ga) (Duarte et al. 2012, 2019; Alves et al. 2019; Santos et al. 2019) e intrusivas sin-vulcânicas da Suíte Teles Pires (~1,75 Ga) (Prado et al. 2013; Barros et al. 2015; Godoy et al. 2018).

2.2 O Evento vulcano-plutônico Colíder – Teles Pires

O evento vulcano-plutônico félsico de larga escala (aproximadamente 55.000 km²) ocorreu por volta de 1800 Ma (Alves et al., 2019) e formou o Grupo Colíder e a Suíte Intrusiva Teles-Pires. (Lacerda Filho et al. 2004; Souza et al., 2005). No setor Leste da PMAF, estas rochas afloram ao longo de uma faixa com *trend* geral NE e no setor Oeste ao longo de toda a borda sul do Gráben do Cachimbo (Lacerda Filho et al. 2004; Souza et al., 2005) (Figura 01–B).

O vulcanismo do Grupo Colíder é caracterizado principalmente por derrames félsicos, depósitos subvulcânicos, depósitos piroclásticos e rochas epiclásticas associadas (Souza et al., 2005; Moreton e Martins, 2005). As rochas recobrem ou mantêm contato tectônico com as rochas graníticas e metamórficas do Complexo Cuiú-Cuiú, Suítes Intrusiva Pé Quente, Nhandu, Matupá e Guarantã (Alves et al., 2019).

Dados litogeoquímicos do Grupo Colíder indicam afinidade cálcio-alcálica de alto potássio e caráter peraluminoso a metaluminoso (Moreton e Martins, 2005; Souza et al., 2005; Santos et al., 2019; Alves et al., 2019). Alves et al. (2019) indicam que o intervalo temporal em que houve a geração de rochas vulcânicas efusivas e piroclásticas do Grupo Colíder é de 60 milhões de anos com base em datações geocronológicas U-Pb (LA-ICP-MS) obtidas em grãos de zircão de um riolito de 1810 ± 09 Ma (Santos et al., 2019) e de grãos de zircão de um ignimbrito pelo método U-Pb (SHRIMP) de 1757 ± 14 Ma (Bini et al., 2015). Santos et al. (2019) indica a possibilidade de dois eventos magmáticos distintos, um próximo a 1,81 Ga e outro 1,76 Ga, ambos com fontes magmáticas semelhantes devido à semelhança geoquímica. A Tabela 01 mostra uma compilação de dados geocronológicos U-Pb da literatura das rochas vulcânicas do Grupo Colíder e plutônicas da Suíte Intrusiva Teles Pires.

O Grupo Colíder, de acordo com Rizzotto et al. (2016) e Alves et al. (2019), é subdividido em três formações da base para o topo: rochas vulcânicas da Formação Bom Jaguar, vulcanoclásticas da Formação Braço Sul e vulcano-sedimentares a sedimentares da Formação Braço Norte.

A Formação Bom Jaguar é eminentemente vulcânica composta por riolitos, riolacitos e quartzo traquitos/latitos, com andesitos e basaltos subordinados. São sobrepostas ou possuem relação de interdigitação com as rochas da Formação Braço Sul e são sobrepostas pelas rochas sedimentares da Formação Braço Norte (Rizzotto et al., 2016; Alves et al., 2019).

A Formação Braço Sul reúne rochas piroclásticas ácidas geradas no mesmo evento magmático da Formação Bom Jaguar. Essa Formação é subdividida em duas litofácies: litofácies piroclástica de queda e litofácies piroclásticas de fluxo (Rizzotto et al., 2016; Alves et al., 2019). Camadas de tufos relacionado ao topo da Formação Braço Sul, são sobrepostas ou se intercalam com arenitos e conglomerados vulcanogênicos da Formação

Braço Norte, ressaltando a coexistência na fase final do vulcanismo, com um ambiente sedimentar vulcanogênico na PMAF (Rizzotto et al., 2016; Alves et al., 2019).

Tabela 01: Dados geocronológicos de rochas vulcânicas, vulcanoclásticas e granitoides do evento vulcano-plutônico Colíder - Teles Pires na Província Mineral de Alta Floresta.

Unidade litoestratigráfica	Área de ocorrência dentro do PMAF	Tipo de rocha	Idade (Ma)	Método	Referência
Grupo Colíder	Setor Leste	Riolito porfíritico	1766±5.7	U-Pb zrf	Souza et al. (2005)
Grupo Colíder	Setor Leste	Riolito	1792±8	U-Pb zrf	Alves et al. (2013)
Grupo Colíder	Setor Leste	Riolito	1810±9	U-Pb zrf	Santos et al. (2019)
Grupo Colíder	Setor Leste	Ignimbrito	1792 ±14	U-Pb zrf	Silva et al. (2015)
Grupo Colíder	Setor Leste	Ignimbrito	1757±14	U-Pb zr	Bini et al. (2015)
Grupo Colíder	Setor Leste	Ignimbrito	1800±6.8	U-Pb zrf	Almeida (2017)
Grupo Colíder	Setor Leste	Riolito	1790±4	U-Pb zrf	Almeida (2017)
Grupo Colíder	Setor Leste	Riodacito	1787 ±5.3	U-Pb zrf	Almeida (2017)
Grupo Colíder	Setor Leste	Riolito	1789 ±6.2	U-Pb zrf	Almeida (2017)
Grupo Colíder	Setor Leste	Riodacito	1776 ±6.8	U-Pb zrf	Almeida (2017)
Grupo Colíder	Setor Leste	Riodacito	1782 ±3.7	U-Pb zrf	Almeida (2017)
Grupo Colíder	Setor Oeste	Riolito	1770±8	U-Pb zr	Pinho et al. (2003)
Grupo Colíder	Setor Oeste	Ignimbrito	1890±190	U-Pb zr	Pinho et al. (2003)
Grupo Colíder	Setor Oeste	Tufo máfico	1797±5	U-Pb zr	Pinho et al. (2003)
Grupo Colíder	Setor Oeste	Ignimbrito	1774±2	U-Pb zr	Pinho et al. (2003)
Grupo Colíder	Setor Oeste	Riolito porfíritico	1785±6.3	U-Pb zrf	Silva et al. (2008)
Grupo Colíder	Setor Oeste	Riodacito	1809±6.5	U-Pb zrf	Duarte et al. (2019)
Grupo Colíder	Setor Oeste	Ignimbrito	1812 ±12	U-Pb zrf	Duarte et al. (2019)
Grupo Colíder	Setor Oeste	Tufo dacítico	1780±8.1	U-Pb zr	Galé (2018)
Grupo Colíder	Setor Oeste	Dacito	1796 ±8.9	U-Pb zr	Galé (2018)
Grupo Colíder	Setor Oeste	Riolito	1789 ±8.1	U-Pb zr	Galé (2018)
Suíte Intrusiva Teles Pires	Setor Leste	Álcali-feldspato granito	1763±5	U-Pb zrf*	Barros et al. (2015)
Suíte Intrusiva Teles Pires	Setor Leste	Quartzo Monzonito	1765±9	U-Pb zrf*	Alves et al. (2019)
Suíte Intrusiva Teles Pires	Setor Leste	Quartzo Monzonito	1791±3	U-Pb zrf	Alves et al. (2019)
Suíte Intrusiva Teles Pires	Setor Leste	Quartzo Monzonito	1771±4	U-Pb zrf*	Alves et al. (2019)
Suíte Intrusiva Teles Pires	Setor Leste	Quartzo-feldspato Pórfiro	1775±8	U-Pb zrf	Miguel Jr. (2011)
Suíte Intrusiva Teles Pires	Setor Leste	Microgranito	1775±4	Pb-Pb zr	Alves et al. (2010)
Suíte Intrusiva Teles Pires	Setor Leste	Quartzo Monzonito	1793.5±6.8	U-Pb zrf*	Barros et al. (2015)
Suíte Intrusiva Teles Pires	Setor Leste	Monzogranito	1757±16	U-Pb zr	Santos et al. (2000)
Suíte Intrusiva Teles Pires	Setor Leste	Leucogranito	1782±17	U-Pb zrf	Silva et al. (2008)
Suíte Intrusiva Teles Pires	Setor Leste	Granito	1727±42	Sm-Nd wr	Prado et al. (2013)
Suíte Intrusiva Teles Pires	Setor Leste	Granito	1727±42	Sm-Nd wr	Prado et al. (2013)
Suíte Intrusiva Teles Pires	Setor Leste	Granito	1727±42	Sm-Nd wr	Prado et al. (2013)

Suíte Intrusiva Teles Pires	Setor Oeste	Monzogranito	1760±12	U-Pb zr	Silva et al. (2008)
wr – rocha total; zr – grãos de zircão (determinado por TIMS); * - (determinado por SHRIMP); # - (determinado por LA-ICP-MS)					

A Formação Braço Norte é sedimentar a vulcano-sedimentar composta por arenitos arcoseanos e líticos, argilitos, siltitos e grauvacas de origem vulcanogênica, com estratificação cruzada acanalada de médio porte e plano-paralela. (Souza et al., 1979; Rizzotto et al., 2016; Alves et al., 2019). A Formação Braço Norte está sobreposta tanto aos derrames vulcânicos da Formação Bom Jaguar, como aos depósitos piroclásticos da Formação Braço Sul (Rizzotto et al., 2016; Alves et al., 2019).

Segundo Silva et al. (1974), o correspondente plutônico deste evento magmático são os granitóides da Suíte Intrusiva Teles Pires. Estes granitóides intrudem algumas facies vulcânicas ou estão recobertos por outras fácies do Grupo Colíder, embora essa relação não esteja bem definida. Os granitoides da Suíte Intrusiva Teles Pires (SITP) recebem nomes locais, como: Granito Terra Nova, Universal, Pium, Pórfiro X1 e Pórfiro União (Prado et al., 2013; Assis et al., 2017; Godoy et al., 2018). Alves et al. (2019) divide os granitos da Suíte Intrusiva Teles Pires na porção leste da PMAF em duas unidades litoestratigráficas: Granito Rio Horizonte e Quartzo Monzonito Nova Esperança. De forma geral, a SITP é caracterizada por sienogranito, biotita granito e álcali-feldspato granito, caracteristicamente avermelhados. Possuem estruturas maciças e raramente foliadas, textura equigranular a heterogranular com granulação média a grossa e localmente textura porfirítica, granofírica, *rapakivi* e *anti-rapakivi* (Souza et al., 1979; Silva et al., 1980; Souza et al., 2005).

A SITP é classificada como da série alcalina, do tipo-A, oxidada e com caráter metaluminoso a peraluminoso. E características geoquímicas de granitos de ambiente pós-colisional (Prado et al., 2013; Barros et al., 2015; Godoy et al., 2018; Alves et al., 2019). Dados geocronológicos U-Pb indicam idade de cristalização entre 1793 e 1727 Ma para a SITP (tabela 01).

3.0 Materiais e Métodos

Análises litofaciológicas e petrografia

Análises litofaciológicas foram realizadas no decurso desta pesquisa nas etapas de campo e de estudo petrográfico. Na etapa de campo da área de interesse foi utilizado imagens digitais TM-LANDSAT 7, imagens SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) e mapas geofísicos e geológicos prévios, como a Folha Vila Guarita – SC.21-Z-B em escala 1:250.000

do Serviço Geológico do Brasil (Moreton e Martins, 2005) e do Projeto Áreas de relevante interesse mineral - Projeto evolução crustal e metalogenia da Província Mineral Juruena-Teles Pires (Alves et al., 2019) para auxiliar na identificação e interpretação de estruturas geológicas e contatos litológicos. Para a descrição de afloramentos de rochas vulcânicas e vulcanoclásticas observou-se litotipos, geometria externa, contato entre os litotipos e suas principais estruturas, segundo as definições de litofácies adotadas por Cas e Wright (1987), McPhie et al., (1993) e Branner e Kokelaar (2002). Adicionalmente, a fim de auxiliar na visualização do empilhamento estratigráfico, estruturas e contatos litológicos foram confeccionados seções geológicas.

Os estudos petrográficos em vinte seções delgadas priorizaram a assembleia mineralógica, texturas e estruturas em termos de litofácies vulcânicas, conforme Williams et al. (1962), Fisher e Schmincke (1984) e McPhie et al. (1993). A nomenclatura adotada neste trabalho para as rochas vulcânicas (efusivas), piroclásticas (vulcanoclásticas) e epiclásticas seguiu a recomendação de McPhie et al., (1993) para lavas coerentes e intrusões e para depósitos vulcanoclásticos.

Geoquímica

A partir dos estudos petrográficos foram selecionadas dez (10) amostras de rochas vulcânicas/subvulcânicas e dez (10) amostras de rochas piroclásticas menos intemperizadas e hidrotermalizadas, para análises litogeoquímicas de elementos maiores, menores (ICP-AES) e traços e terras raras (ICP-MS) no laboratório ALS Global.

A etapa de preparação de amostra (cerca de 400 g de cada litotipo) consiste em moagem em britador de mandíbula e moinho de ágata. A concentração dos principais óxidos (pacote ME-ICP06) é feita a partir de 2g de pó de rocha misturado com metaborato/tetraborato de lítio, aquecido a 1050 °C por 15 minutos em uma mufla. O material fundido é dissolvido em HNO₃ diluído (5%) e analisado usando um espectrômetro de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente (ICP-AES). A determinação dos elementos menores e terras raras (pacote ME-MS81) é realizada por um espectrômetro de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS).

As precisões analíticas para quase todos os elementos principais mostram um limite de detecção de 0,01%, com limite de detecção para elementos menores e terras raras variando de 0,01 e 10 ppm. A determinação da perda por ignição ao fogo (LOI) foi medida

pela diferença de peso da amostra de rocha pulverizada após 2 horas de ignição a 1000°C. Mais detalhes das várias técnicas analíticas apresentadas aqui estão disponíveis online (www.alsglobal.com).

Os dados foram analisados e processados, com auxílio dos softwares GCDKIT tool (Version 4.1) (Janoušek et al., 2006), ioGAS e Microsoft Excel 2007.

Geocronologia U-Pb

Duas (02) amostras de riolito (AGU 16 e 37) e duas (02) amostras de lapilli tufo soldado (AGU 24 e 32) foram escolhidas com base na caracterização petrográfica e geoquímica.

A preparação de amostras foi realizada no Laboratório de Concentração Mineral da UNICAMP. Os concentrados de zircão de cada amostra foram obtidos através de técnicas gravimétricas e magnéticas convencionais. Os grãos de zircão foram montados manualmente em *mounts* com resina epóxi e polidos com pasta diamantada. Foram imageados por elétrons retroespalhados (*BSE*) e catodoluminescência (*CL*) em microscópio eletrônico de varredura (MEV) no Laboratório de Microscopia Eletrônica na UNICAMP.

As análises U-Pb foram realizadas por LA-SF-ICP-MS (*Laser ablation sector field inductively coupled plasma mass spectrometry*) no Laboratório de Geologia Isotópica (UNICAMP). O equipamento de ablação por laser utiliza o sistema *Photon Machine Excite 193*, equipado com uma célula de ablação de dois volumes *HelEx*, acoplada a um ICP-MS *Thermo Scientific Element XR*, com diâmetro do spot de 25 µm. O procedimento analítico utiliza o padrão zircão 91500 (Wiedenbeck et al. 1995) e Peixe (Navarro et al. 2015).

O tratamento e redução dos dados foram realizadas através do *software* *Iolite 2.5* em conformidade com a metodologia de Paton et al. (2010), a correção de chumbo (Pb) comum e a geração dos diagramas de concórdia, discórdia e histograma foi executado no *software* *IsoPlotR* (Vermeesch, 2018).

4.0 Resultados: Geologia e petrografia do Grupo Colíder na região de União do Norte

O mapeamento geológico combinado à análise de imagens de sensores remotos, revelou que a área de União do Norte é formada majoritariamente por rochas vulcânicas efusivas e subvulcânicas, e de forma subordinada, rochas piroclásticas e epiclásticas (Figura

02–A). As rochas subvulcânicas são caracterizadas por riolito maciço porfirítico, abundantes na região sul e sudeste na área de estudo e por diques riolíticos. As rochas piroclásticas bordejam as rochas vulcânicas da porção central da área de estudo e são caracterizadas por tufo estratificado, tufo com lapilli acrescionário, lapilli tufo com estrutura de fluxo e lapilli tufo soldado. Na região oeste da área de estudo, são caracterizadas rochas epiclásticas compostas por arenito estratificado e siltito laminado. Também na região Norte ocorre depósitos de tufo com lapilli acrescionários e tufos estratificados.

Foram confeccionadas três seções geológicas em diferentes áreas-chaves, com objetivo de mostrar a distribuição espacial e as características morfológicas da área de estudo (Figura 02–B, C e D). No geral, a assembleia mineral, estrutura e textura primária das rochas são afetadas por processos pós-magmáticos (e.g., alteração hidrotermal) e intempéricos, esta última manifesta-se pela presença de um perfil de alteração bem desenvolvido na região.

A Tabela 02 apresenta a descrição das litofácies abordadas na área de estudo para o Grupo Colíder, com duas litofácies para rochas subvulcânicas, quatro litofácies para rochas piroclásticas e duas para depósitos epiclásticos. A seguir, é descrito detalhadamente os principais litotipos do Grupo Colíder (região de União do Norte) investigados neste estudo.

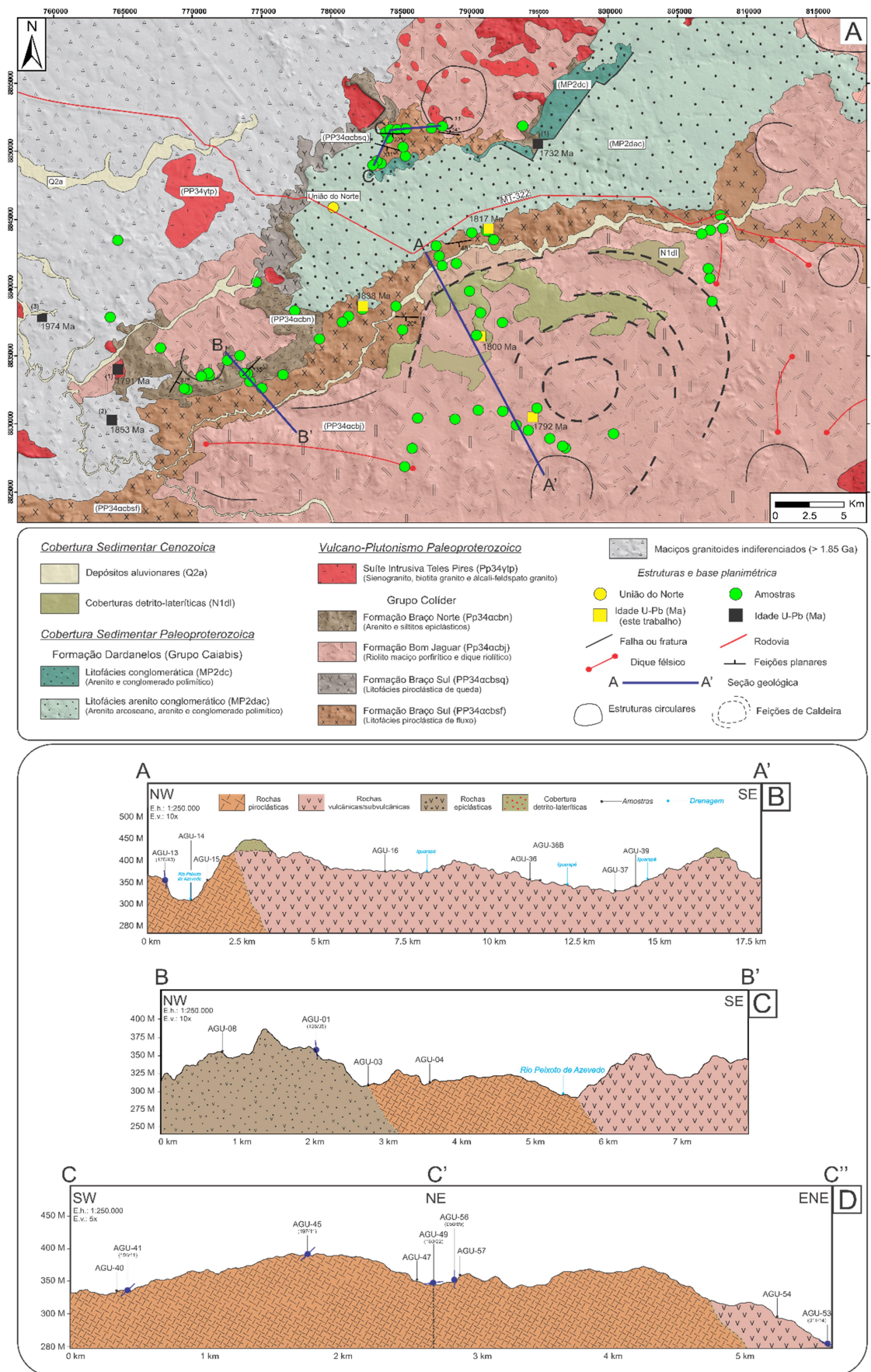


Figura 02: A) Mapa geológico de União do Norte. Modificado de Alves et al. (2019); B, C e D) Seções esquemáticas do Grupo Colíder na área de União do Norte.

Tabela 02: Resumo das principais características observadas nas litofácies descritas para o Grupo Colíder na região de União do Norte.

Código da Litofácies	Litofácies	Tipo de Depósito	Associação de Depósito
App	Arenito vulcânico com estratificação plano-paralela e fragmentos e clastos líticos	Depósito sedimentar de ambiente fluvial	Associação de depósito vulcanoclástico resedimentado
Spp	Siltito vulcânico com laminação plano-paralela	Depósito sedimentar de ambiente fluvial	Associação de depósito vulcanoclástico resedimentado
Drp	Riolito maciço porfirítico, hololeucocrático e holocristalino, com fenocristais finos a médios, que aflora como diques	Depósito subvulcânico	Associação de depósito subvulcânico II
Rmp	Riolito maciço porfirítico, holocristalino a hipocristalino, com fenocristais de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio	Depósito subvulcânico	Associação de depósito subvulcânico I
Tfe	Tufo estratificado com leitos milimétricos a centimétricos e geometria tabular	Depósito de queda piroclástica	Associação de depósito de queda piroclástica
Tfl	Tufo com lapilli-acrescionário de tamanho milimétrico a centimétrico	Depósito de queda piroclástica	Associação de depósito de queda piroclástica
Ltf	Lapilli tufo com estrutura de fluxo, com estrutura eutaxítica e cristais finos a médios	Correntes de densidade piroclástica	Associação de depósito ignimbrítico
Lts	Lapilli tufo mal selecionado com alto grau de soldagem, com estrutura eutaxítica e cristais anédricos finos a médios	Correntes de densidade piroclástica	Associação de depósito ignimbrítico

4.1. Rochas piroclásticas

As rochas piroclásticas do Grupo Colíder na região de União do Norte afloram como um conjunto de serras alinhadas (Figura 03–B e C), ao longo de cortes de estrada e como pequenos lajedos (Figura 02–A e C). Com base nas feições de campo, quatro litofácies foram descritas na área de estudo.

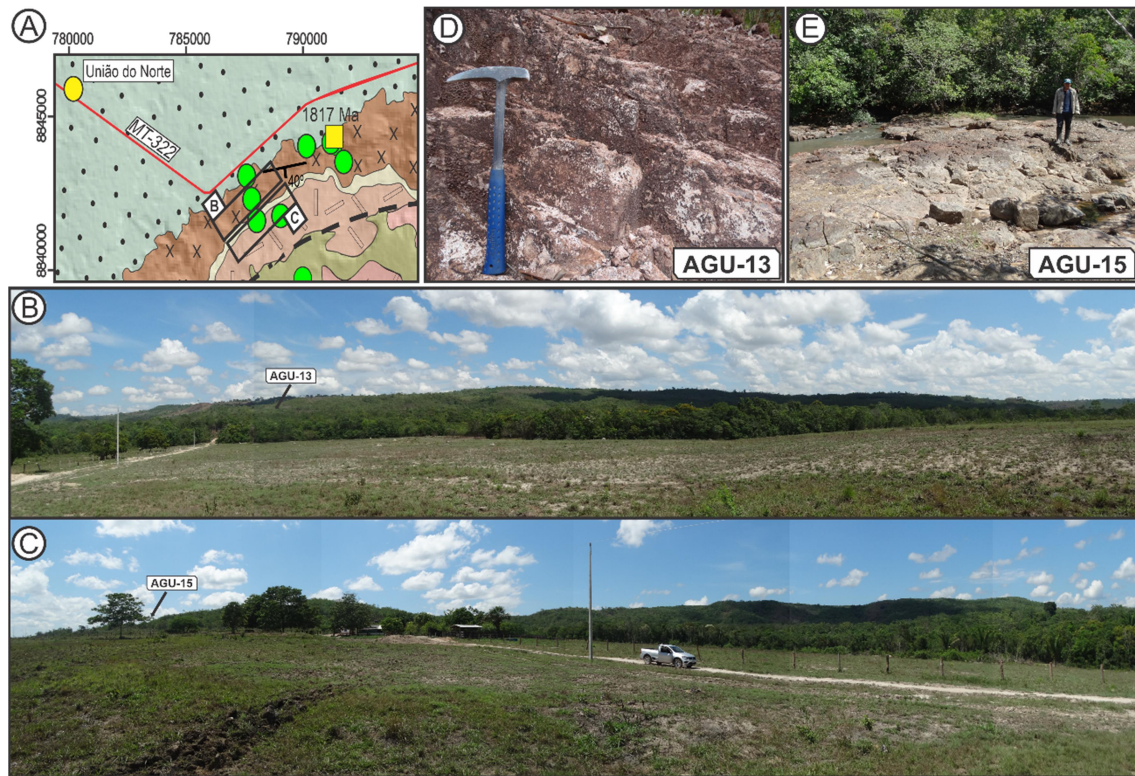


Figura 03: Feições geomorfológicas sustentadas por rochas piroclásticas e vulcânicas/subvulcânicas do Grupo Colíder. A) Recorte do mapa indicando a localização das feições geomorfológicas (conforme Figura 02); B) Conjunto de serras alinhadas sustentadas pelas rochas piroclásticas (Amostra AGU-13); C) Serras alinhadas sustentadas por rochas vulcânicas/subvulcânicas (Amostra AGU-15); D) Afloramento de Lapilli tufo estratificado (AGU-13); E) Afloramento de Riolito maciço (Amostra AGU-13).

1) *Lapilli tufo soldado (Lts)*

O lapilli tufo aflora como corpos tabulares ao longo de cortes de estrada, e em raros corpos contínuos. A rocha é avermelhada, mal selecionada e com alto grau de soldagem (*welding*) (Figura 04–A). Possui estrutura eutaxítica, marcada por uma foliação de fluxo (Figura 04–B).

A estrutura eutaxítica é conferida por fragmentos de vidro e púmice soldados e achatados chamados *fiamme* (Figura 04–C). O *fiamme* têm formato lenticular, com limites marcados por material marrom-avermelhado (Figura 4–C), ou formato em chama ou “*flame-*

like” (Figura 04–F e G). Ocorrem disseminados pela rocha, deformados e estirados definindo uma foliação. Em alguns casos, estão alterados para agregados quartzo-feldspáticos, clorita, filossilicato e minerais opacos (Figura 04–C, F e G).

A textura do lapilli tufo é porfirítica, com matriz devitrificada, criptocristalina. Os cristaloclastos (fragmentados ou não) são de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio, com dimensões predominantemente lapilli. Os cristaloclastos de feldspato alcalino são prismáticos longos, subédricos a anédricos, e medem 0,5 a 3,5 mm de comprimento. Os fenocristais de plagioclásio são tabulares subédricos a anédricos, e maiores que os anteriores (0,5 a 1,5 mm de comprimento). Ambos os fenocristais estão parciais ou totalmente transformados em sericita e argilominerais, o que confere um aspecto turvo marrom-avermelhado (Figura 04–D e E). Os fenocristais raramente estão em contato, contudo quando estão, apresentam mantos de reação (Figura 04–D).

Os cristaloclastos de quartzo são tabulares hexagonais subédricos a anédricos, com dimensões que variam de 0,4 a 2,0 mm. Fragmentos menores (0,3 a 0,7 mm) de feldspato alcalino, quartzo e plagioclásio ocorrem disseminados na rocha (Figura 04–C). Amígdalas com formatos alongados são preenchidas por um núcleo de clorita e paredes com calcedônia (Figura 04–F e G).

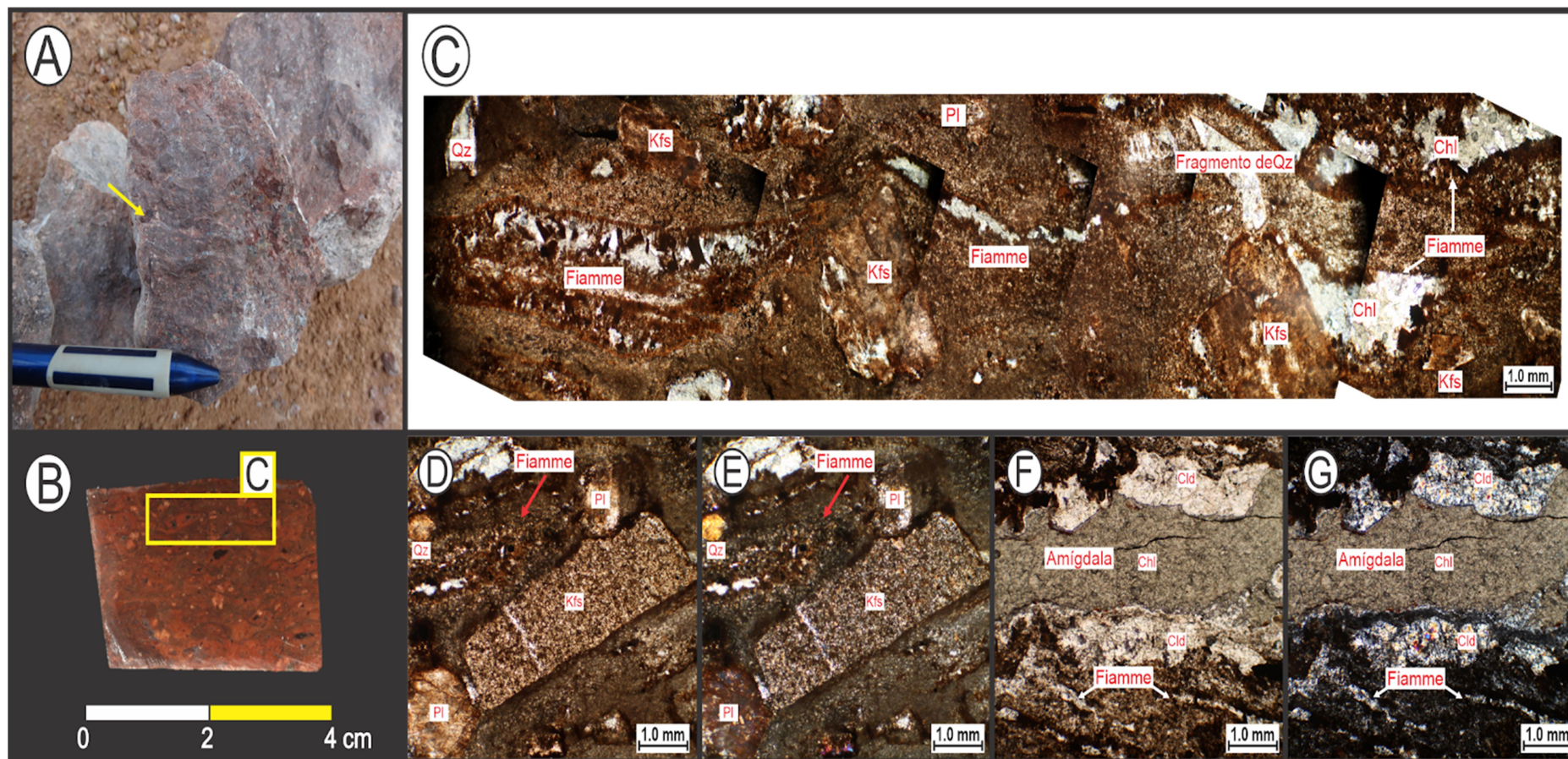


Figura 04: Características do lapilli tufo soldado. A) Amostra de mão da litofácies *Lts* com textura eutaxítica definida por lentes finas de *fiamme* (seta amarela); B) Amostra de mão polida com estrutura eutaxítica; (Fotomicrografias C, D, F com polarizadores paralelos e E e G com polarizadores cruzados); C) Mosaico ressaltando a estrutura eutaxítica, com foliação definida pelos níveis de *fiamme* e com cristaloclastos de feldspato alcalino, plagioclásio e quartzo; D e E): Cristaloclasto prismático longo de feldspato alcalino (Kfs) totalmente transformado em sericita e argilominerais. Contato com plagioclásio (Pl) goetitizado e com manto de reação (esquerda inferior) e *fiamme* alterados por filossilicatos (seta vermelha); F e G) Amígdala alongada preenchida por clorita e calcedônia e *fiamme* alterado transformado em agregados de quartzo-feldspato (seta branca). Qz - quartzo, Kfs - feldspato alcalino, Pl - plagioclásio, Chl - clorita.

2) *Lapilli tufo com estrutura de fluxo (Ltf)*

A *Ltf* ocorre em pequenos morros e morrotes, com continuidade lateral limitada. Essa litofácies é caracterizada como lapilli tufo com estrutura de fluxo conferida por estrutura eutaxítica definida por níveis de *fiamme*, *glass shards* e fragmentos líticos (Figura 05–A e B).

A estrutura eutaxítica é conferida por níveis *fiamme* orientados que definem a estrutura de fluxo (Figura 05–C e D). O *fiamme* tem o formato enticular (Figura 05–C e D) ou “*flame-like*” (Figura 05–E e F). Possuem limites difusos com a matriz, marcados por hidróxido de ferro e são alterados por agregados de quartzo-feldspato e/ou filossilicatos (Figura 5–C e D).

O lapilli tufo é mal selecionado, com *fiamme*, *glass shards*, cristaloclastos (fragmentados ou não) de quartzo e feldspato alcalino e fragmentos líticos dispersos em matriz com textura criptocristalina. (Figura 05– B). As dimensões dos constituintes da rocha são predominantemente lapilli (2 a 64mm).

Os *glass shards* possuem dimensões entre 0,1 e 0,2 mm e ocorrem disseminados na rocha (Figura 05–E e F). Os fenocristais de feldspato alcalino possuem o hábito tabular, são subédricos a anédricos, com dimensões que variam de 0,5 a 2,0 mm (Figura 05–E e F). Geminação *carlsbad* é comum, e em alguns casos é observado a formação de agregados de sericita. Os cristaloclasto de quartzo são fragmentados com limites irregulares, manteados, com dimensões que variam de 0,2 a 0,7 mm. (Figura 05–E e F). Os fragmentos líticos possuem formato amendoado ou esférico, com dimensões que variam de 0,5 a 3,0 mm, os limites são irregulares e apresenta feições reativas com a matriz. Frequentemente encontram-se envoltos por matriz finamente cristalizada (Figura 05–G e H).

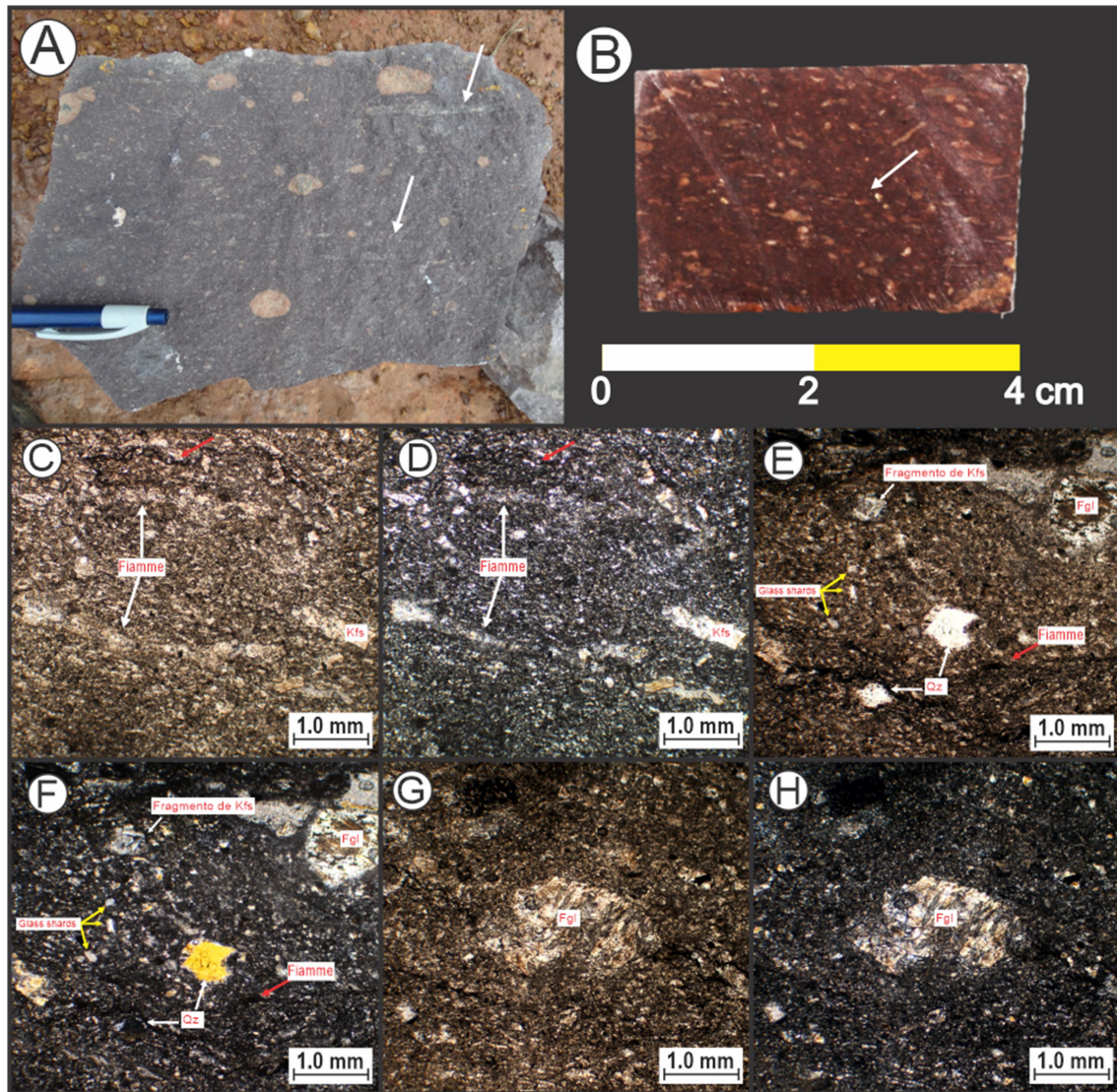


Figura 05: Lapilli tufo com estrutura de fluxo - *Ltf*. A) Amostra de mão de lapilli tufo cinza com fragmentos líticos subarredondados centimétricos e *fiamme*, ambos definindo a estrutura eutaxítica (seta branca); B) Amostra de mão polida com textura eutaxítica (seta branca) ; (Fotomicrografias C, E e G com polarizadores paralelos e D, F e H com polarizadores cruzados); C e D) *Fiamme* definindo textura parataxítica (seta vermelha - *fiamme* alterados por filossilicatos); E e F) Fragmento de fenocristal de quartzo (Qz) com manto de quartzo policristalino, glass shards (seta amarela) e *fiamme* alterados por filossilicatos (seta vermelha); G e H) Matriz com textura criptocristalina circundando fragmento lítico subarredondado com alteração à sericita. Qz - quartzo, Kfs - feldspato alcalino, Fgl - fragmento lítico.

3) Tufo estratificado (*Tfe*)

O *Tfe* aflora na porção noroeste da área de estudo (Figura 02–A). Está localizado em região topográfica mais baixa em relação à cota topográfica em que aflora o tufo com lapilli acrescionário (litofácies *Tfl*) (Figura 02–D). Ocorrem como pequenos blocos ou pequenos lajedos com estratificação plano-paralela, com leitos cinza escuros milimétricos e cinza e bege claros centimétricos (Figura 06–A) ou de cor bege-amarelada (Figura 06–

B). Também ocorre tufo avermelhado, em que a estratificação é definida por camadas vermelho-escuro. É observado a presença de pirita goetitizada (Figura 06–C e D). Os constituintes da *Tfe* possuem tamanho cinza (< 2 mm) e são bem a moderadamente selecionados. É observado a presença duas direções principais de fraturas com direções NE-SW e NW-SE.

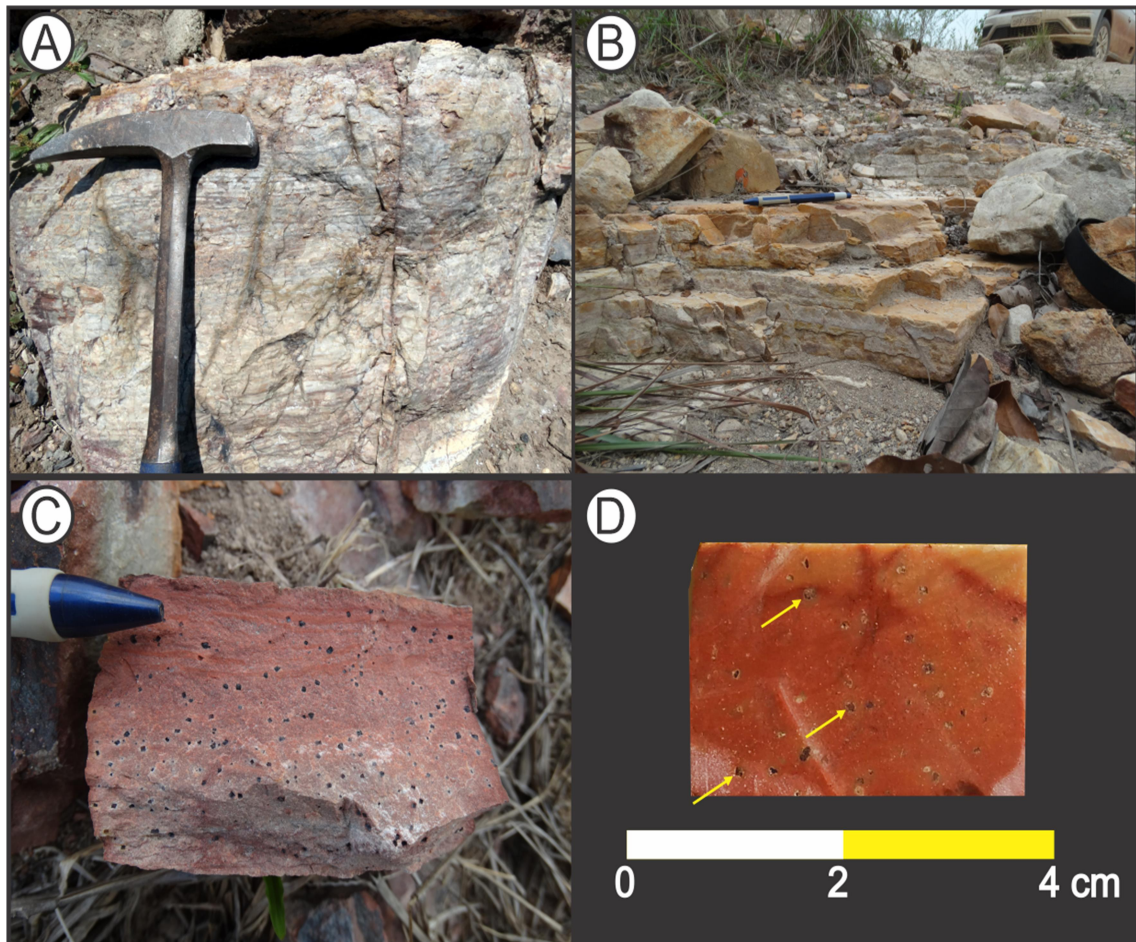


Figura 06: Tufo estratificado (*Tfe*). A) Afloramento de tufo com estratificação plano-paralela com leitos cinza escuros e leitos bege; B) Afloramento com geometria tabular e estratificação plano-paralela bem definida; C) Tufo com camadas avermelhadas que definem estratificação. Cristais de pirita cúbica euédrica, goetitizada; D) Amostra de mão polida com de tufo avermelhado com pirita goetitizada (seta amarela).

4) Tufo com lapilli-acrescionário (*Tfl*)

O *Tfl* ocorre em pequenos morros e morrotes, que se destacam em relação a topografia mais arrasada dos corpos riolíticos na região norte da área de estudo (Figura 02–A e D). As rochas são cinza-claro, compostas por grande quantidade (40-50%) de lapilli-acrescionário de tamanho centimétrico (~10 cm) a milimétrico (~0,5 mm) dispersos em matriz cinza de granulação fina (Figura 07–A e B). As partículas de lapilli-acrescionário são do tipo

“rim-type” (núcleo de granulação grossa cercado por uma borda de granulação mais fina) e em alguns casos do tipo “core-type” (estrutura interna homogênea), com formato sub-arredondado a esférico, milimétrico (Figura 07–C). São compostos provavelmente por fragmentos vítreos e quartzo.

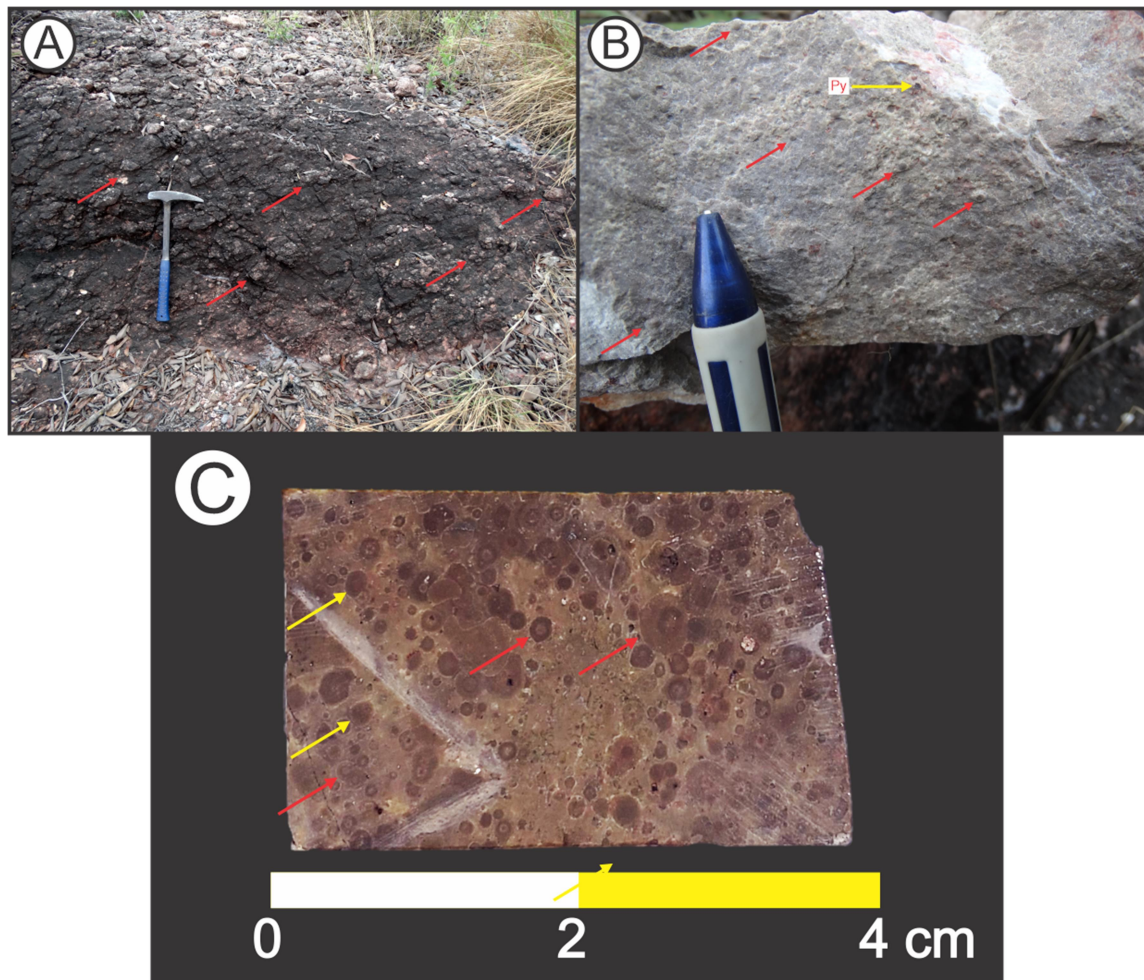


Figura 07: Tufo com lapilli-acrescionário (*TfI*). A) Afloramento do tipo lajedo de tufo com lapilli acrescionário com partículas centimétricas esféricas em matriz fina (seta vermelha); B) Amostra de mão com partículas vulcânicas arredondadas milimétricas (seta vermelha) e presença de pirita goetitizada (seta amarela); C) Amostra de mão polida com destaque para lapilli acrescionários do tipo “rim-type” (seta vermelha) e do “core-type” (seta amarela). Py – pirita.

4.2. Rochas Subvulcânicas

Os litotipos subvulcânicos perfazem grande parte da cobertura vulcânica na área de estudo (Figura 02–A) e constituem os maiores altos topográficos da região (Figura 02–B). Afloram na área de estudo como pequenos morros em topografia dômica, lajedos, blocos *in*

situ e exposições rochosas ao longo de cortes de estrada. Na área de estudo, duas litofácies foram descritas: o *Riolito maciço porfirítico (Rmp)* e o *Dique de riolito porfirítico (Drp)*.

5) *Riolito maciço porfirítico (Rmp)*

O *Rmp* está situado geralmente na porção central da área de estudo como morrotes com topografia dômica, associado a grande quantidade de blocos métricos (Figura 08–A e B). Conjuntos de fraturas, juntas de alívio, com direção E-W, são frequentemente observadas nos afloramentos (Figura 08–C).

O *Rmp* é hololeucocrático avermelhado, holocristalino (Figura 08–D) a hipocristalino (Figura 08–E). Possui granulação média e textura porfirítica, com fenocristais de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio (ordem decrescente de abundância) com tamanhos médios de ± 5 mm (Figura 08–D).

O feldspato alcalino e o plagioclásio ocorrem parcial ou totalmente transformados em argilominerais e sericita. A matriz é quartzo-feldspática, composta por quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio de dimensões menores que 1,5 mm (Figuras 09–A, B, C e D). De forma geral, não há contato entre os fenocristais. Os minerais secundários são minerais opacos, sericita, clorita e argilominerais.

Os fenocristais de quartzo têm hábito hexagonal euédrico a subédrico, medem 1,5 a 6,0 mm de comprimento e apresentam limites de cristal retilíneos a irregulares. Apresentam embaçamento vulcânico e bolsões preenchidos pela matriz (Figura 09–A e B).

Os fenocristais de feldspato alcalino têm hábito tabular a amendoado, subédrico a anédrico e medem 2,0 a 6,0 mm (comprimento), embora raros fenocristais cheguem a 8,0 mm (Figura 09–C e D). Os limites dos cristais são irregulares, serrilhados e raramente há contato entre fenocristais. É comum a presença de geminação *carlsbad*, tartan e intercrescimento perítico. Os fenocristais apresentam-se fraturados e parcial ou totalmente alterados para sericita, argilominerais e um material marrom avermelhado que resulta no “aspecto turvo” na superfície dos fenocristais. A alteração ocorre a partir dos limites de grãos e fraturas intragranulares (Fig. 09–G-H).

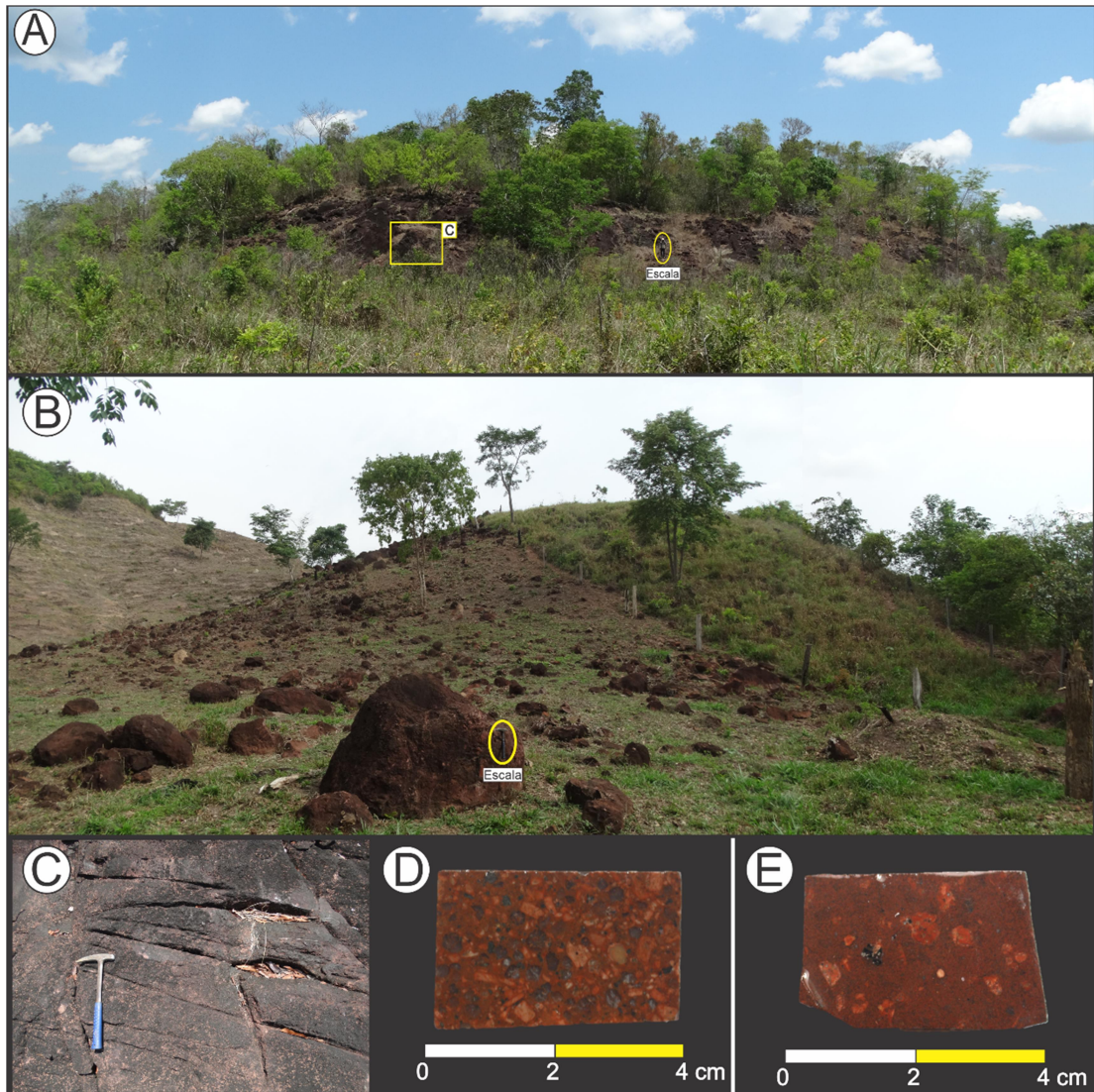


Figura 08: Riólito maciço porfirítico (*Rmp*). A e B) Modo de ocorrência típico com topografia dômica e blocos subarredondados (Escala: Foto A – Escala humana: 1,70 m; Foto B – Martelo petrográfico: 41 cm); C) Conjunto de fraturas de direção E-W (Escala: Foto C – Martelo petrográfico: 41 cm); D) Amostra de mão polida holocristalina, porfirítica com grande proporção em relação a matriz de fenocristais de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio; E) Amostra de mão mostrando a textura hipocristalina, com proporção de matriz maior em relação aos fenocristais de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio .

Os fenocristais de plagioclásio são tabulares subédricos a anédricos e medem 2,0 a 4,0 mm (comprimento) (Figura 09–E e F). Estes são mais alterados que os de feldspato alcalino, transformados quase totalmente em argilominerais, sericita e clorita conferindo uma tonalidade marrom avermelhada turva aos cristais (Figura 09–E e F). Por vezes, apenas as zonas de descontinuidades físicas do plagioclásio, tais como geminações ou microfraturas intragranulares, são preenchidas por clorita.

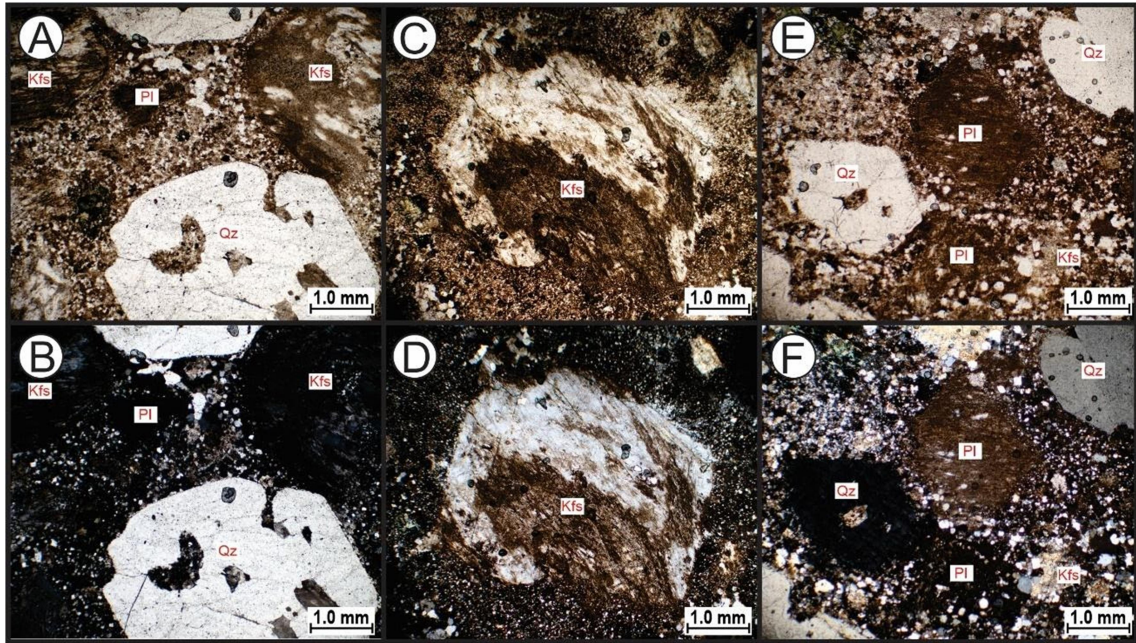


Figura 09: Fotomicrografias do riolito maciço porfirítico (*Rmp*): Fotomicrografias A, C e E com polarizadores paralelos e imagens B, D e F com polarizadores cruzados. A e B) textura porfirítica característica com fenocristal euédrico de quartzo com golfos de corrosão e matriz quartzo-feldspática; C e D) Fenocristal de feldspato alcalino subédrico, com núcleo parcialmente substituído por material fino marrom avermelhado; E e F) Fenocristais de plagioclásio totalmente substituído por material fino marrom avermelhado. Qz - quartzo, Kfs - feldspato alcalino, Pl - plagioclásio.

6) Dique de riolito porfirítico (*Drp*)

O *Drp* ocorre como diques com trend principal WNW, localizados na região sudoeste e sudeste da área de estudo (Figura 02). Aflora como blocos e matacões dispostos (Figura 10–A e B). O riolito é maciço, porfirítico com granulação média. Os fenocristais porfiríticos são de quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio, em matriz quartzo-feldspática de granulação fina ($\leq 1,5$ mm), composta por quartzo, feldspato alcalino e plagioclásio (Figura 10–C).

Os fenocristais de quartzo têm hábito pseudo-hexagonal (secção basal) a arredondado, euédrico a subédrico e medem 2,0 e 8,0 mm (Figura 10–D e E). O contato com outros fenocristais é raro, mas existe mirmequito de reação no contato (Figura 10–H e I). A exemplo do riolito *Rmp*, os limites dos fenocristais são retos e apresentam textura embainhada, com pequenos bolsões preenchidos pela matriz.

Os fenocristais de feldspato alcalino têm hábito tabular subédrico e medem 2,0 e 7,0 mm. Geminação *carlsbad*, tartan e intercrescimento perítico são características comuns. Os limites de grão são bastante irregulares, com mantos de reação e coroa de quartzo

policristalino (Figura 10–F e G). Não foram observados contatos com outros fenocristais. O “aspecto turvo” na superfície dos feldspatos (plagioclásio e feldspato alcalino) se dá pela formação de sericita e argilominerais (Fig. 10–F e H). Podem ocorrer microfraturas que são preenchidas por oxi-hidróxidos de ferro.

Fenocristais de plagioclásio tem hábito prismático, subédrico e medem de 2,0 a 3,0 mm. Apresentam geminação polissintética. Os processos de alteração pós-magmática da rocha são caracterizados por alteração sericítica, clorítica + minerais opacos, goetitização de minerais opacos (pirita) e carbonato-clorita em vênulas. Estes afetam tanto os minerais quanto a quartzo-feldspática (Fig. 10–H e I).

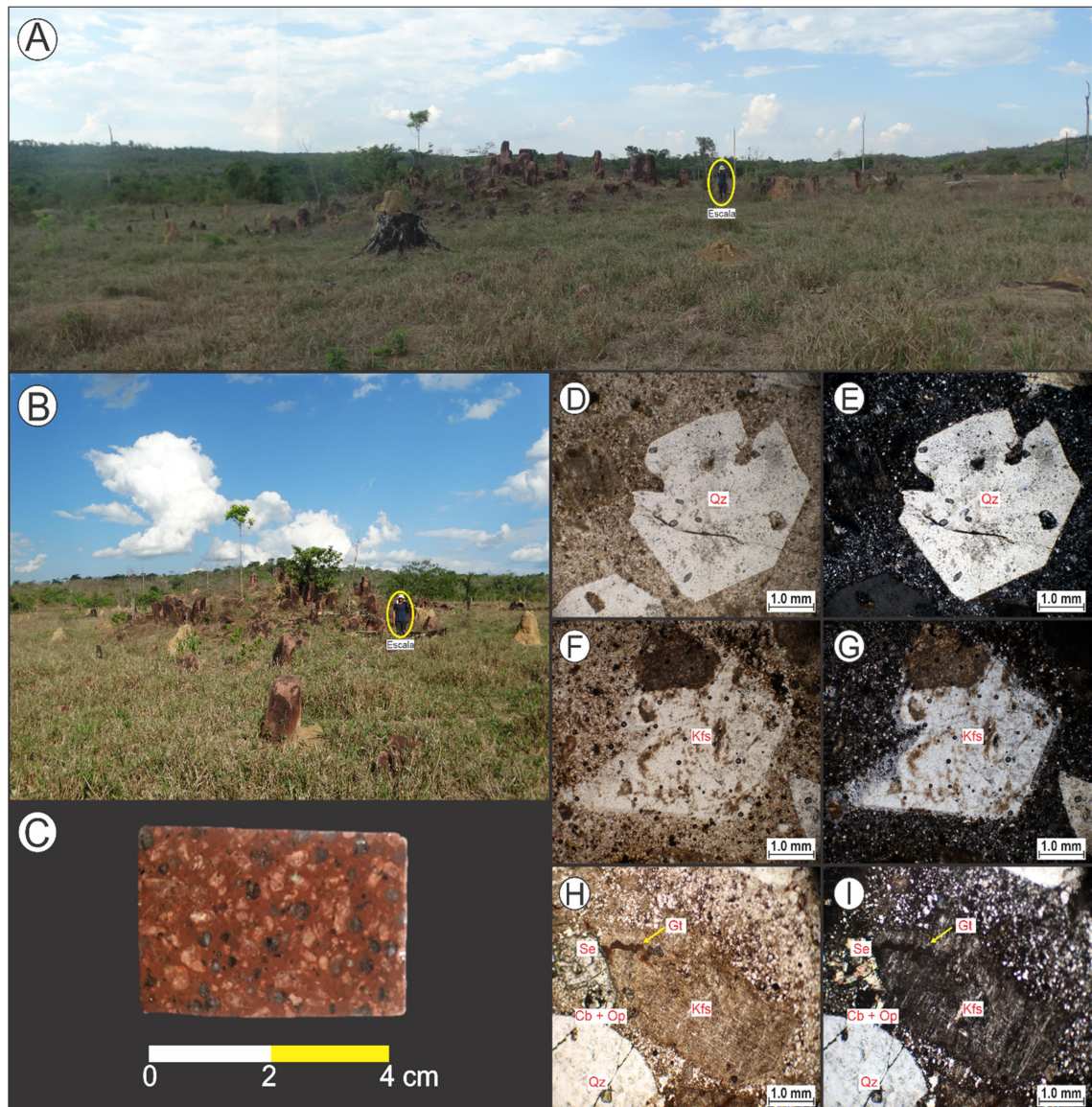


Figura 10: Dique de riolito porfirítico (*Drp*). A e B) Afloramento típico com blocos e matacões alinhados (Escala: Foto A e B – Escala humana: 1,70 m); C) Amostra de mão polida mostrando a textura porfirítica, onde

a proporção de fenocristais vs. matriz é alta. O quartzo com brilho vítreo cinza escuro é subarredondado. Os feldspatos (alcalino e plagioclásio) são subédricos e tem mantos mais claros; (fotomicrografia D, F, H com polarizadores paralelos, e E, G, I com polarizadores cruzados); D e E) Fenocristal de quartzo hexagonal euédrico, com limite de grão reto e textura embainhada com bolsões preenchidos por matriz felsítica fina; F e G) Fenocristal de feldspato alcalino tabular, subédrico com limites irregulares com mantos de quartzo policristalino de reação com a matriz. O fenocristal está parcialmente alterado para um material fino marrom avermelhado (goethita) e sericita; H e I) Contato reativo entre fenocristal de feldspato e de quartzo com formação de mirmequito. Macla tartan de microclínio visível. Carbonato, clorita e minerais opacos como produto de alteração hidrotermal (Cb) e material marrom avermelhado (Gt - goethita) em planos de fratura e planos de macla. Qz - quartzo, Kfs - feldspato alcalino, Pl - plagioclásio, Gt - goethita, Se - Sericita, Op - minerais opacos.

4.3 Rochas epiclásticas

As rochas epiclásticas afloram em corpos tabulares em cortes de estrada e pequenos morrotes em bom estado de preservação e rara continuidade lateral. Não é observado contato das rochas epiclásticas com as rochas piroclásticas e os riolitos do Grupo Colíder (Figura 02–C). Na área de estudo, duas litofácies foram individualizadas e descritas:

7) Arenito com estratificação plano-paralela (*App*)

O *App* aflora em pequenos morrotes, lajedos e blocos e matações *in situ*, possui cor marrom-acastanhado a marrom-claro. A estratificação é plano-paralela e cruzada de baixo ângulo (Figura 11–A e B). Em média, as camadas têm direção N35E com mergulho 35/SE. O arenito possui arcabouço de granulometria fina a média, com grãos angulosos a subangulosos, mal selecionados, suportados pela matriz e com maturidade textural e mineralógica imatura (Figura 11–C).

A estrutura deposicional é definida por bandas mais espessas (cor mais clara) com predominância de grãos maiores (seixo suportado) com contatos pontuais, longos e côncavo/convexo, levemente imbricados com matriz e cimento de sílica pontual cimentados por sílica, alternados com bandas menores (cor mais clara) com grãos de granulometria fina ($\leq 0,7$ mm) cimentadas por óxidos de ferro (Figura 11–D e E).

Os componentes clásticos são caracterizados por quartzo monocristalino e policristalino, feldspato alcalino e fragmentos líticos de rocha plutônica e vulcânica (efusiva/subvulcânica e explosiva) (Figura 11–F e G). O quartzo monocristalino é o mais comum, subangulosos e extinção reta ou ondulante. O quartzo policristalino, ocorre de forma subordinada e são subangulosos com extinção ondulante. Os grãos de feldspato alcalino são subédricos e subangulosos e comumente estão alterados e com presença de argilominerais e

sericita. Os fragmentos líticos são subangulosos de e quartzo, feldspato alcalino e fragmentos de rocha vulcânica. Em alguns casos, observa-se alteração pós-magmática associada com argilominerais e agregados de sericita.

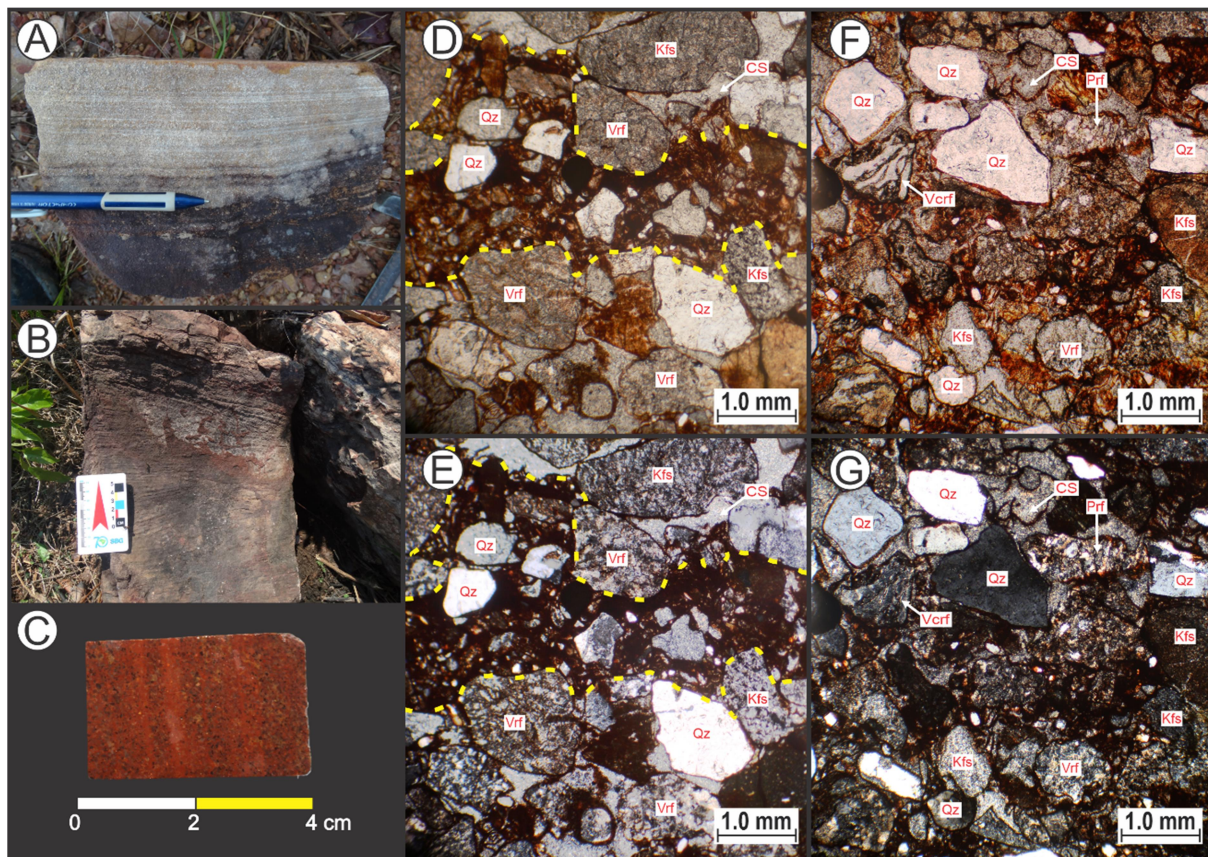


Figura 11: Arenito com estratificação plano-paralela (*App*). A e B) Arenito com estratificação plano-paralela e estratificação cruzada de baixo ângulo respectivamente; C) Amostra de mão polida com estratificação plano-paralela ressaltada pelo bandamento (alternância de granulação e cor das camadas; (fotomicrografias D e F com polarizadores paralelos; E e G polarizadores cruzados); D) e E) Estratificação plano-paralela e bandamento definido pela alternância de camada de seixo suportado e granulação grossa e cimento silicoso e camada de matriz suportada, com seixos angulosos menores e matriz fina e angulosa avermelhada devido a goethita (linha tracejada amarela); F e G) Bandamento definido pela alternância de camada de seixo suportado com granulação grossa e cimento silicoso (porção superior da foto) e camada de matriz suportada (porção inferior). Porção com diferentes fragmentos líticos subangulosos a arredondados e mal selecionados de rocha plutônica e de vulcânica explosiva efusiva/subvulcânica. Qz - quartzo, Kfs - feldspato alcalino, CS - cimento de sílica; Vrf - fragmento de rocha vulcânica/subvulcânica, Vcrf - fragmento de rocha vulcanoclástica, Prf - fragmento de rocha plutônica.

8) Siltito com laminação plano-paralela (*Spp*)

O *Spp* aflora em pequenos morrotes com rara continuidade lateral. Os afloramentos têm geometria tabular (Figura 12–A). É composto por material de granulometria silte bege-avermelhado, alternando camadas com estrutura maciça e camadas com laminação plano-paralela (Figura 12–A e B).

O siltito possui camadas com arcabouço clasto-suportado por grãos quartzo-feldspáticos, com cimento de sílica e óxido de ferro posterior associado. (Figura 12–C e D), e camadas com arcabouço auto-suportado de grãos muito finos (tamanho argila) (Figura 12–G e H). Também é observado a presença de vênulas de quartzo (Figura 12–E e F).

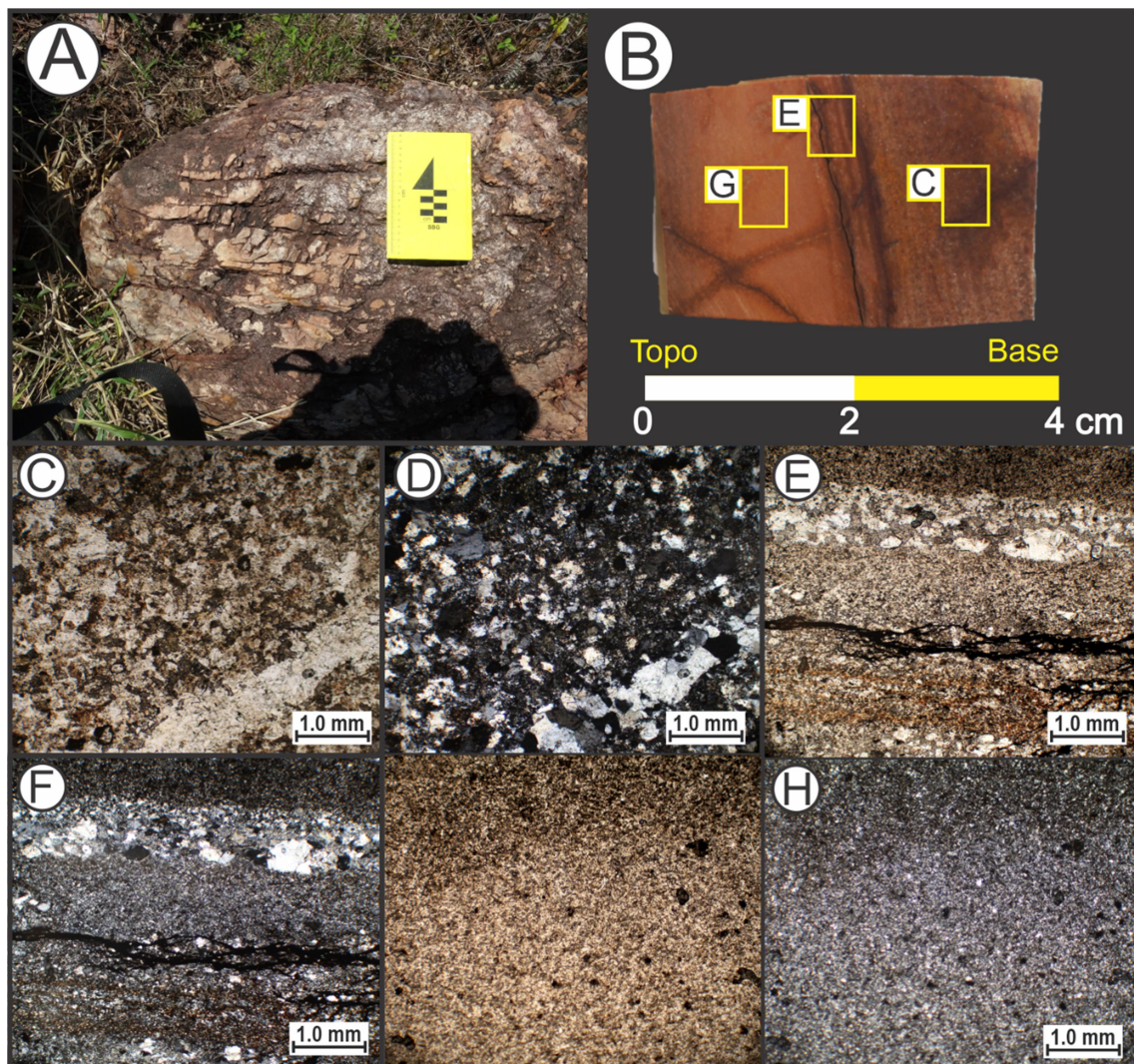


Figura 12: Siltito com laminação plano-paralela (*Spp*). A) Afloramento típico com estratificação plano-paralela, de geometria tabular e cor bege claro; B) Amostra de mão polida de siltito avermelhado, com gradação normal. Alternância de camada com laminação plano-paralela (direita) e estrutura maciça (esquerda); (fotomicrografias C, E, G com polarizadores paralelos; D, F, H com polarizadores cruzados); C e D) Textura da base do siltito, com grãos xenomórficos com contato irregular em matriz fina. Afetado por vênula de quartzo; E e F)

Com o intuito de analisar a relação genética entre as amostras e variações com o índice de diferenciação, foram construídos diagramas tipo Harkers para elementos maiores, menores e traços (Figura 14). O índice de variação escolhido foi o TiO_2 devido aos altos valores de sílica. As rochas não apresentam correlações bem definidas, contudo a SiO_2 apresenta correlação negativa, enquanto FeO_t , MgO , Zr e Sr mostram correlação positiva. Os demais elementos não apresentam correlações e nem individualizam grupos de composição diferente.

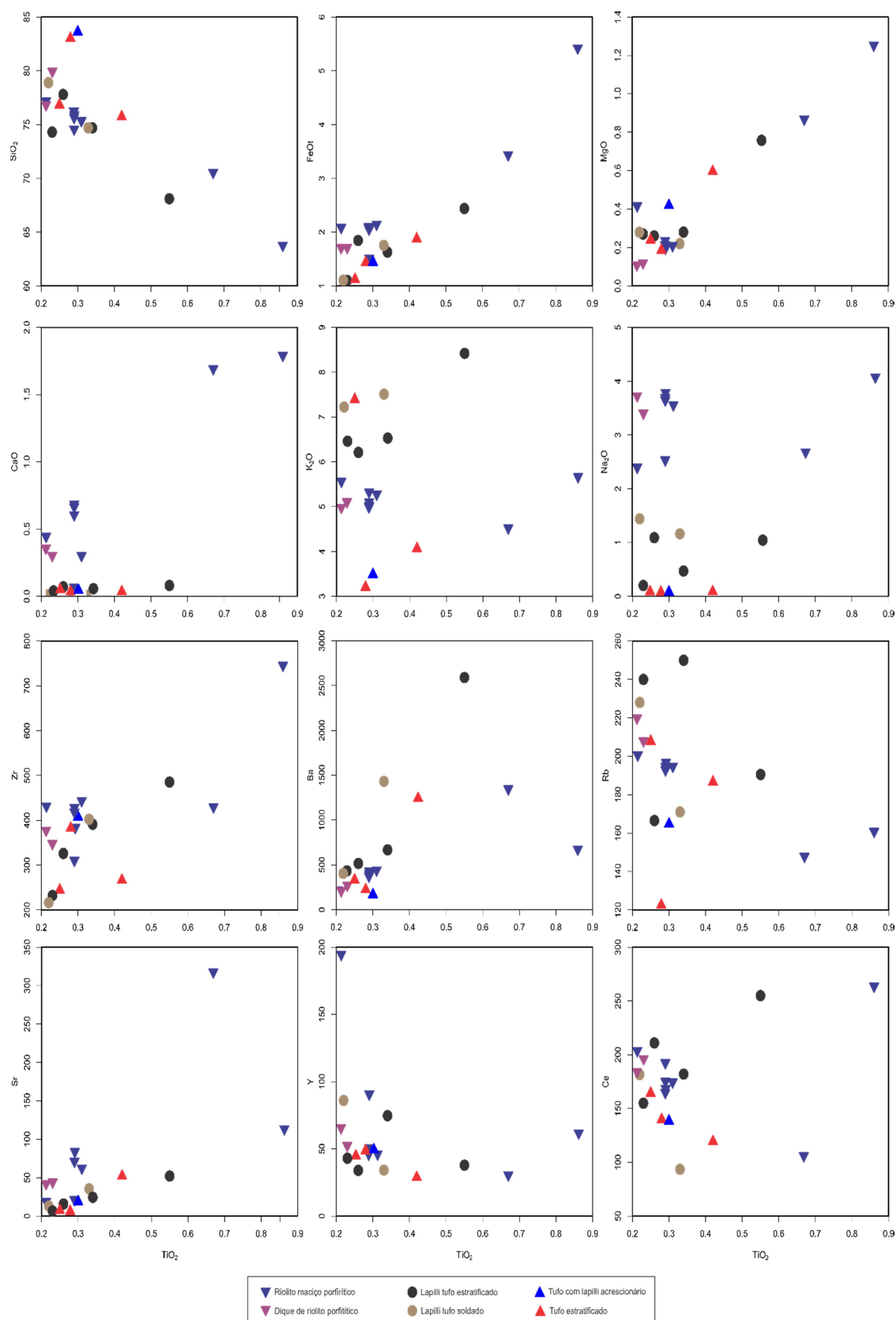


Figura 14: Diagramas de elementos maiores, menores e traços usando TiO_2 como índice de diferenciação das rochas do grupo Colider em União do Norte.

Tabela 03: Dados de elementos maiores e traços das rochas vulcânicas e piroclásticas do Grupo Colider, na região de União do Norte. Óxidos em peso % e elementos traços em ppm.

Amostra	AGU -13	AGU -18	AGU -23	AGU -34	AGU -24	AGU -32	AGU -15	AGU - 41	AGU -43	AGU -48	AGU - 19	AGU - 20	AGU -09	AGU -16	AGU - 26	AGU - 27	AGU - 36	AGU - 37	AGU - 38	AGU - 54
Rocha	Lapilli tufo estratificado				Lapilli tufo soldado		Tufo estratificado			Tfl	Dique de riolito porfíritico		Riolito maciço porfíritico							
SiO ₂	77.8	74.7	74.3	68.1	78.9	74.7	76.9	75.8	83.1	83.6	76.9	79.9	70.4	76	77.3	76.3	75.8	74.5	75.3	63.7
TiO ₂	0.26	0.34	0.23	0.55	0.22	0.33	0.25	0.42	0.28	0.3	0.21	0.23	0.67	0.29	0.21	0.29	0.29	0.29	0.31	0.86
Al ₂ O ₃	11.75	13.3	12.55	16.85	11.95	13.05	12.5	13.8	10.15	10.3	11.75	11.85	14.7	12.35	11.25	12.95	12.25	12.3	12.65	15.55
Fe ₂ O ₃	2.05	1.81	1.18	2.71	1.2	1.95	1.23	2.1	1.6	1.6	1.92	1.87	3.82	2.32	2.33	1.67	2.34	2.33	2.4	6.01
MnO	0.02	0.02	0.01	0.06	0.02	0.04	0.05	0.02	0.03	0.04	0.06	0.06	0.04	0.09	0.08	0.05	0.08	0.08	0.08	0.11
MgO	0.26	0.28	0.27	0.75	0.28	0.22	0.24	0.6	0.19	0.42	0.11	0.12	0.86	0.22	0.42	0.24	0.2	0.22	0.21	1.26
CaO	0.07	0.06	0.04	0.08	0.02	0.02	0.04	0.04	0.02	0.04	0.36	0.29	1.68	0.6	0.44	0.06	0.68	0.66	0.3	1.79
Na ₂ O	1.09	0.47	0.2	1.07	1.44	1.16	0.07	0.08	0.05	0.05	3.72	3.39	2.7	3.68	2.41	2.52	3.7	3.8	3.57	4.08
K ₂ O	6.21	6.53	6.46	8.42	7.21	7.51	7.41	4.08	3.2	3.48	4.99	5.11	4.52	5.11	5.57	5.32	5.06	5.04	5.26	5.7
P ₂ O ₅	0.04	0.03	<0.01	0.12	0.02	0.04	0.01	0.05	0.02	0.02	0.02	<0.01	0.07	0.05	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	0.29
LOI	1.64	2.69	2.73	2.67	1.05	1.49	1.97	3.41	1.95	2.09	0.63	0.74	1.55	0.85	1.56	1.96	0.86	0.67	0.86	2.53
TOTAL	101.2 5	100.3 2	98.02	101.6 8	>102. 00	100.6 9	100.7 1	100.5 5	100.6 2	101.9 6	100.7	>102. 00	101.2 1	101.6 1	101.6 2	101.4 3	101.3 5	99.98	101.0 4	101.9 6

Abreviações: Tfl – Tufo com lapilli-acrescionário

Amostra	AGU -13	AGU -18	AGU -23	AGU -34	AGU -24	AGU -32	AGU -15	AGU - 41	AGU -43	AGU -48	AGU - 19	AGU - 20	AGU -09	AGU -16	AGU - 26	AGU - 27	AGU - 36	AGU - 37	AGU - 38	AGU - 54
Rocha	Lapilli tufo estratificado				Lapilli tufo soldado		Tufo estratificado			Tfl	Dique de riolito porfíritico		Riolito maciço porfíritico							
Ga	15.5	21	17.6	22.1	17.5	14.3	17.9	19.4	12.4	19.5	22.1	23	17.8	22.2	17.9	18.4	21.3	22.1	22	25.4
Hf	8.5	10.7	7.6	9.7	6.8	9.3	7.5	7.1	11	11.1	10.7	9.6	10.1	11.1	11.8	8.8	10.7	10.3	11.6	19.1
Nb	18.2	29.1	25.6	11.6	23.4	14.8	24.3	14.3	21.7	21.6	24.9	23.4	15.2	22.6	25	26.6	22.6	22.1	23.1	47.2
Rb	166.5	250	240	190.5	228	171	207	187	122	165	220	208	147	197	201	195	193	197	195	161
Sr	15.7	24.4	6.5	52.1	12.9	35.5	8.2	53.1	5.5	18.5	42.4	44.2	317	70.4	18.9	20.3	70.7	83.8	61.4	112.5
Ta	1.5	2.1	1.9	1	1.5	1.2	1.9	1.4	1.5	1.6	1.9	1.9	1.3	1.7	2.1	2	1.6	1.7	1.7	3.2
Th	18.2	29.3	26.2	14.95	23.4	17.05	23.8	14.65	25.4	23.7	23.7	22.4	17.95	21.3	23.9	26.2	21.6	20.6	21.5	41.9
U	3.16	7.19	5.55	3.55	6.13	3.42	4.86	1.94	4.52	4.54	5.8	4.41	4.92	5.15	5.57	5.16	5.03	5.09	4.83	11.55
V	<5	7	7	12	13	13	12	15	17	10	<5	<5	47	7	<5	7	7	8	9	11
Zr	326	391	232	485	216	402	246	268	384	411	378	348	429	421	430	309	427	384	442	744
Y	34	74.7	43	37.8	86	34.2	45.3	29.1	49.2	49.9	65.1	52	30.5	46.9	194	90.2	49.2	49.8	45.9	62.2
Ba	540	667	436	2590	405	1430	339	1250	231	185.5	219	254	1330	389	236	388	396	432	440	674
La	123	214	77.3	188	243	107.5	60.8	78.1	62.3	70.4	109.5	94.3	67.3	88.1	359	323	94.3	93.6	85.9	131

Abreviações: Tfl – Tufo com lapilli-acrescionário

Amostra	AGU -13	AGU -18	AGU -23	AGU -34	AGU -24	AGU -32	AGU -15	AGU - 41	AGU -43	AGU -48	AGU - 19	AGU - 20	AGU -09	AGU -16	AGU - 26	AGU - 27	AGU - 36	AGU - 37	AGU - 38	AGU - 54
Rocha	Lapilli tufo estratificado				Lapilli tufo soldado		Tufo estratificado			Tfl	Dique de riolito porfíritico		Riolito maciço porfíritico							
Ce	211	182	155	255	181.5	93.5	165	120	140.5	139	184.5	195	106	165.5	203	192	174	169.5	174	264
Pr	20.6	45.5	17.2	38.4	53.5	21.5	13.1	13.65	16.15	16.1	22.6	19.5	13.6	17.95	53.7	50	19.8	20	18.25	30.9
Nd	69.1	156.5	52.6	139	173.5	77.5	44.6	46.3	56	57.9	78.7	68.2	49.6	65.8	189	174.5	69.3	69.9	64.9	104
Sm	10.05	23.2	8.79	17.65	26.4	10.8	7.94	7.4	10.9	10.45	12.65	11.45	8.6	11.05	28.9	22.2	11.1	11.65	10.5	17.35
Eu	1.08	2.04	0.63	4.26	1.78	2.53	0.6	1.13	0.73	0.81	0.72	0.65	1.35	0.81	1.59	1.89	0.83	0.8	0.81	2.43
Gd	6.92	16.5	7.05	11.15	17.65	8.4	7.36	5.47	9.64	9.3	10.3	8.96	6.24	8.39	28.1	17.95	9.01	8.88	8.49	13.3
Tb	1.01	2.28	1.19	1.43	2.19	1.1	1.16	0.87	1.53	1.41	1.74	1.41	0.92	1.31	3.68	2.36	1.4	1.41	1.28	1.94
Dy	5.81	12.3	6.75	7.08	12.15	6.25	7.23	5	8.7	8.32	10	8.34	5.13	8.1	19.95	13	8.38	7.92	8.03	11.1
Ho	1.17	2.4	1.29	1.37	2.27	1.22	1.51	0.97	1.64	1.8	2.15	1.76	1.01	1.64	4.41	2.61	1.7	1.8	1.6	2.1
Er	3.19	7.3	4.1	3.5	6.59	3.54	4.5	2.88	4.82	5.44	6.62	5.4	3.02	4.87	13	7.45	5.09	5.22	4.98	6.36
Tm	0.55	1.06	0.69	0.5	1.03	0.46	0.68	0.43	0.79	0.81	0.97	0.81	0.48	0.8	1.8	1.1	0.82	0.8	0.76	1.05
Yb	3.46	7.49	4.3	3.39	6.13	3.29	4.93	3.31	5.08	5.57	6.78	5.73	3.3	5.43	10.8	7.14	5.51	5.53	5.32	6.33
Lu	0.54	1.05	0.66	0.51	0.96	0.48	0.69	0.46	0.79	0.78	0.95	0.86	0.51	0.8	1.69	1.08	0.77	0.78	0.78	1.04

Abreviações: Tfl – Tufo com lapilli-acrescicionário

Amostra	AGU -13	AGU -18	AGU -23	AGU -34	AGU -24	AGU -32	AGU -15	AGU - 41	AGU -43	AGU -48	AGU - 19	AGU - 20	AGU -09	AGU -16	AGU - 26	AGU - 27	AGU - 36	AGU - 37	AGU - 38	AGU - 54
Rocha	Lapilli tufo estratificado				Lapilli tufo soldado		Tufo estratificado			Tfl	Dique de riolito porfíritico		Riolito maciço porfíritico							
TZr (°C)	887.3	922.3	869.5	928.3	832	901.2	867.6	915.4	957.6	961.8	863.1	862.9	891.4	872.9	887.3	874.5	872.1	859.9	886	907
LaN	396.7 7	690.3 2	249.3 5	606.4 5	783.8 7	346.7 7	196.1 3	251.9 4	200.9 7	227.1	353.2 3	304.1 9	217.1	284.1 9	1158. 06	1041. 94	304.1 9	301.9 4	277.1	422.5 8
CeN	261.1 4	225.2 5	191.8 3	315.5 9	224.6 3	115.7 2	204.2 1	148.5 1	173.8 9	172.0 3	228.3 4	241.3 4	131.1 9	204.8 3	251.2 4	237.6 2	215.3 5	209.7 8	215.3 5	326.7 3
PrN	168.8 5	372.9 5	140.9 8	314.7 5	438.5 2	176.2 3	107.3 8	111.8 9	132.3 8	131.9 7	185.2 5	159.8 4	111.4 8	147.1 3	440.1 6	409.8 4	162.3	163.9 3	149.5 9	253.2 8
NdN	115.1 7	260.8 3	87.67	231.6 7	289.1 7	129.1 7	74.33	77.17	93.33	96.5	131.1 7	113.6 7	82.67	109.6 7	315	290.8 3	115.5	116.5	108.1 7	173.3 3
SmN	51.54	118.9 7	45.08	90.51	135.3 8	55.38	40.72	37.95	55.9	53.59	64.87	58.72	44.1	56.67	148.2 1	113.8 5	56.92	59.74	53.85	88.97
EuN	14.69	27.76	8.57	57.96	24.22	34.42	8.16	15.37	9.93	11.02	9.8	8.84	18.37	11.02	21.63	25.71	11.29	10.88	11.02	33.06
GdN	26.72	63.71	27.22	43.05	68.15	32.43	28.42	21.12	37.22	35.91	39.77	34.59	24.09	32.39	108.4 9	69.31	34.79	34.29	32.78	51.35
TbN	21.31	48.1	25.11	30.17	46.2	23.21	24.47	18.35	32.28	29.75	36.71	29.75	19.41	27.64	77.64	49.79	29.54	29.75	27	40.93
DyN	18.04	38.2	20.96	21.99	37.73	19.41	22.45	15.53	27.02	25.84	31.06	25.9	15.93	25.16	61.96	40.37	26.02	24.6	24.94	34.47
HoN	16.3	33.43	17.97	19.08	31.62	16.99	21.03	13.51	22.84	25.07	29.94	24.51	14.07	22.84	61.42	36.35	23.68	25.07	22.28	29.25
ErN	15.19	34.76	19.52	16.67	31.38	16.86	21.43	13.71	22.95	25.9	31.52	25.71	14.38	23.19	61.9	35.48	24.24	24.86	23.71	30.29

Abreviações: Tfl – Tufo com lapilli-acrescionário

Amostra	AGU -13	AGU -18	AGU -23	AGU -34	AGU -24	AGU -32	AGU -15	AGU -41	AGU -43	AGU -48	AGU -19	AGU -20	AGU -09	AGU -16	AGU -26	AGU -27	AGU -36	AGU -37	AGU -38	AGU -54
Rocha	Lapilli tufo estratificado				Lapilli tufo soldado		Tufo estratificado			Tfl	Dique de riolito porfírico		Riolito maciço porfírico							
TmN	16.98	32.72	21.3	15.43	31.79	14.2	20.99	13.27	24.38	25	29.94	25	14.81	24.69	55.56	33.95	25.31	24.69	23.46	32.41
YbN	16.56	35.84	20.57	16.22	29.33	15.74	23.59	15.84	24.31	26.65	32.44	27.42	15.79	25.98	51.67	34.16	26.36	26.46	25.45	30.29
LuN	16.77	32.61	20.5	15.84	29.81	14.91	21.43	14.29	24.53	24.22	29.5	26.71	15.84	24.84	52.48	33.54	23.91	24.22	24.22	32.3
Eu/ Eu*	0.4	0.32	0.24	0.93	0.25	0.81	0.24	0.54	0.22	0.25	0.19	0.2	0.56	0.26	0.17	0.29	0.25	0.24	0.26	0.49
LaN/ YbN	23.97	19.26	12.12	37.39	26.73	22.03	8.31	15.91	8.27	8.52	10.89	11.1	13.75	10.94	22.41	30.5	11.54	11.41	10.89	13.95
LaN/ SmN	7.7	5.8	5.53	6.7	5.79	6.26	4.82	6.64	3.6	4.24	5.44	5.18	4.92	5.02	7.81	9.15	5.34	5.05	5.15	4.75
CeN/ YbN	15.77	6.29	9.32	19.46	7.66	7.35	8.66	9.38	7.15	6.45	7.04	8.8	8.31	7.88	4.86	6.96	8.17	7.93	8.46	10.79
CeN/ SmN	5.07	1.89	4.26	3.49	1.66	2.09	5.02	3.91	3.11	3.21	3.52	4.11	2.97	3.61	1.7	2.09	3.78	3.51	4	3.67
(Gd/ Yb)N	1.613 527	1.777 623	1.323 286	2.654 131	2.323 559	2.060 356	1.204 748	1.333 333	1.531 057	1.347 467	1.225 956	1.261 488	1.525 649	1.246 728	2.099 671	2.028 981	1.319 803	1.295 918	1.288 016	1.695 279
EuN/ YbN	0.89	0.77	0.42	3.57	0.83	2.19	0.35	0.97	0.41	0.41	0.3	0.32	1.16	0.42	0.42	0.75	0.43	0.41	0.43	1.09

Abreviações: Tfl – Tufo com lapilli-acrescionário

No diagrama MALI vs. SiO_2 de Frost et al. (2001), as rochas transicionam entre os campos cálcico-alcálico a alcalino-cálcico (Figura 15–A). Três amostras, uma de riolito e uma de ignimbrito apresentam características alcalinas e uma do tufo com lapilli acrescionário tem característica cálcica. Duas amostras com alta sílica (>80%) estão fora dos campos definidos pelos autores. No diagrama AFM de Irvine e Baragar (1971), apresentam um trend abaixo da curva de Frenner, indicando que não pertencem à série toleítica, podendo pertencer a alcalina, cálcio-alcálica ou shoshonítica (Figure 15–B).

As rochas de um modo geral têm a razão $\text{FeO}_t / (\text{FeO}_t + \text{MgO})$ entre 0,7 a 0,9 variando de magnesianas e ferrosas, entre os campos dos granitos cordilheranos muito diferenciados a granitos tipo-A conforme de Frost et al., (2001) (Figura 15–C). As amostras de riolito maciço porfirítico e riolito porfirítico têm índice de saturação em alumina (ASI) (modificado de Shand, 1943) próximo a 1, transicionais entre os campos metaluminosos a peraluminosos (Figura 15–D). As demais rochas têm caráter estritamente peraluminoso, com correlação positiva entre A/CNK e A/NK.

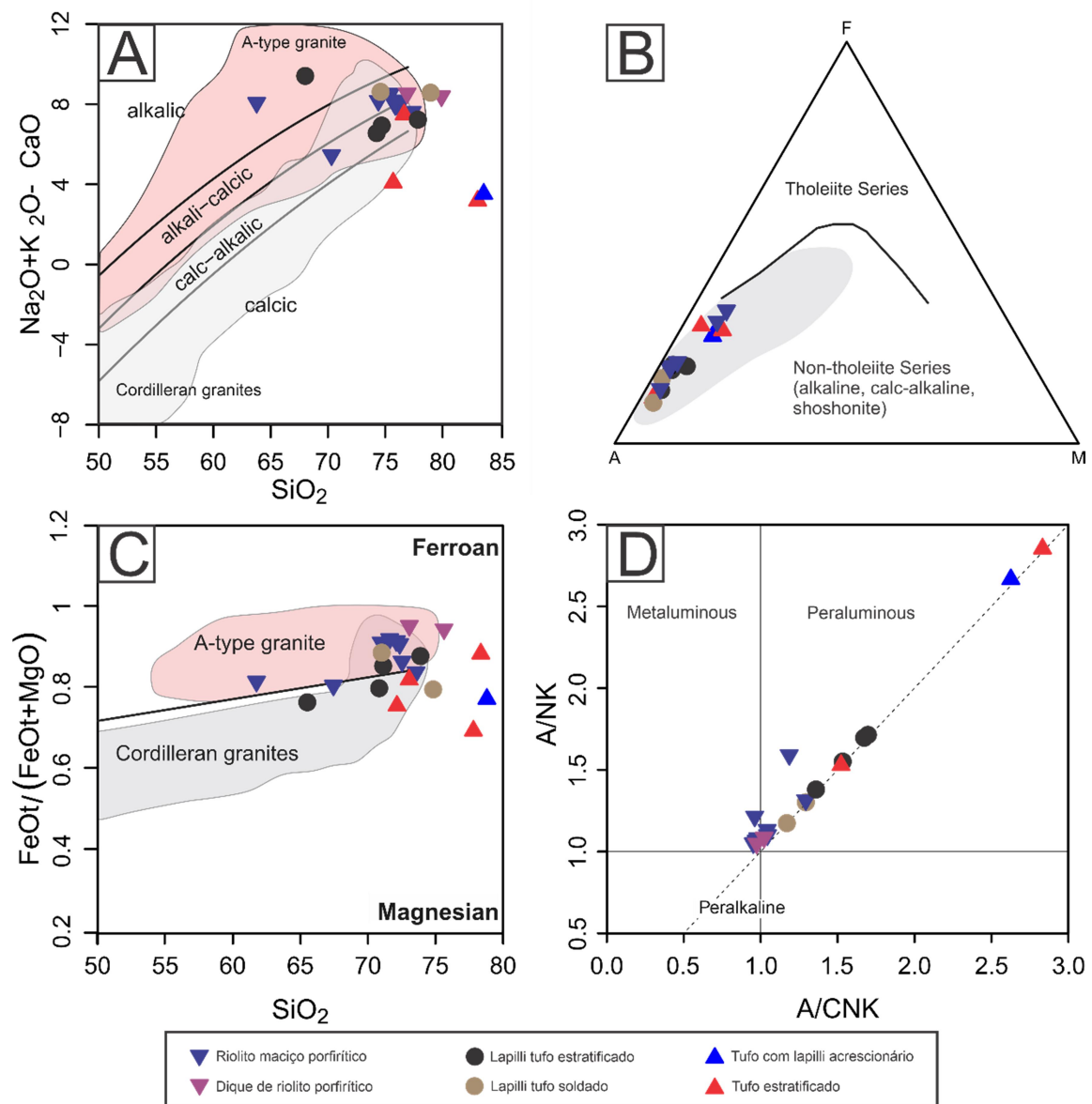


Figura 15: Caracterização geoquímica das rochas do Grupo Colíder na região de União do Norte: A) Diagrama MALI ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}$) vs. SiO_2 (Frost et al., 2001) com campos de granitos tipo-A e cordilheiranos cálcio-alcálicos; B) Diagrama AFM ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - (\text{FeO} + \text{TiO}_2) - (\text{MgO})$) (Irvine e Baragar, 1971); C) Diagrama $\text{FeO}_t / (\text{FeO}_t + \text{MgO})$ vs. SiO_2 (Frost et al., 2001) com campos de granitos tipo-A e cordilheiranos; D) Diagrama de índice de saturação de alumina (ASI) (Shand, 1943).

Diagramas multielementares utilizando os elementos terras raras normalizados pelo padrão condrito de Boynton (1984) (Figura 16–A e B) indicam que as rochas piroclásticas e vulcânicas estudadas do Grupo Colíder apresentam padrões muito similares, com enriquecimento em elementos terras raras leves (ETRL) e fracionamento médio ($\text{La}_N / \text{Yb}_N = 8,27 - 37,39$). Os elementos terras raras pesados (ETRP) apresentam um padrão flat

indicado pela razão de ETRM por ETRP ($Gd_N/Yb_N = 1,20 - 2,65$). Anomalia negativa de Eu é bem definida com a razão de Eu / Eu^* entre 0,17 e 0,93.

Os diagramas multielementares utilizando os elementos traço normalizados ao padrão condrito (Thompson, 1982) revelam que as rochas estudadas apresentam igualmente padrão muito similar (Figura 16–C e D). Apresentam anomalia positiva de Th, La, Nd e anomalia negativa acentuada de Sr, P e Ti.

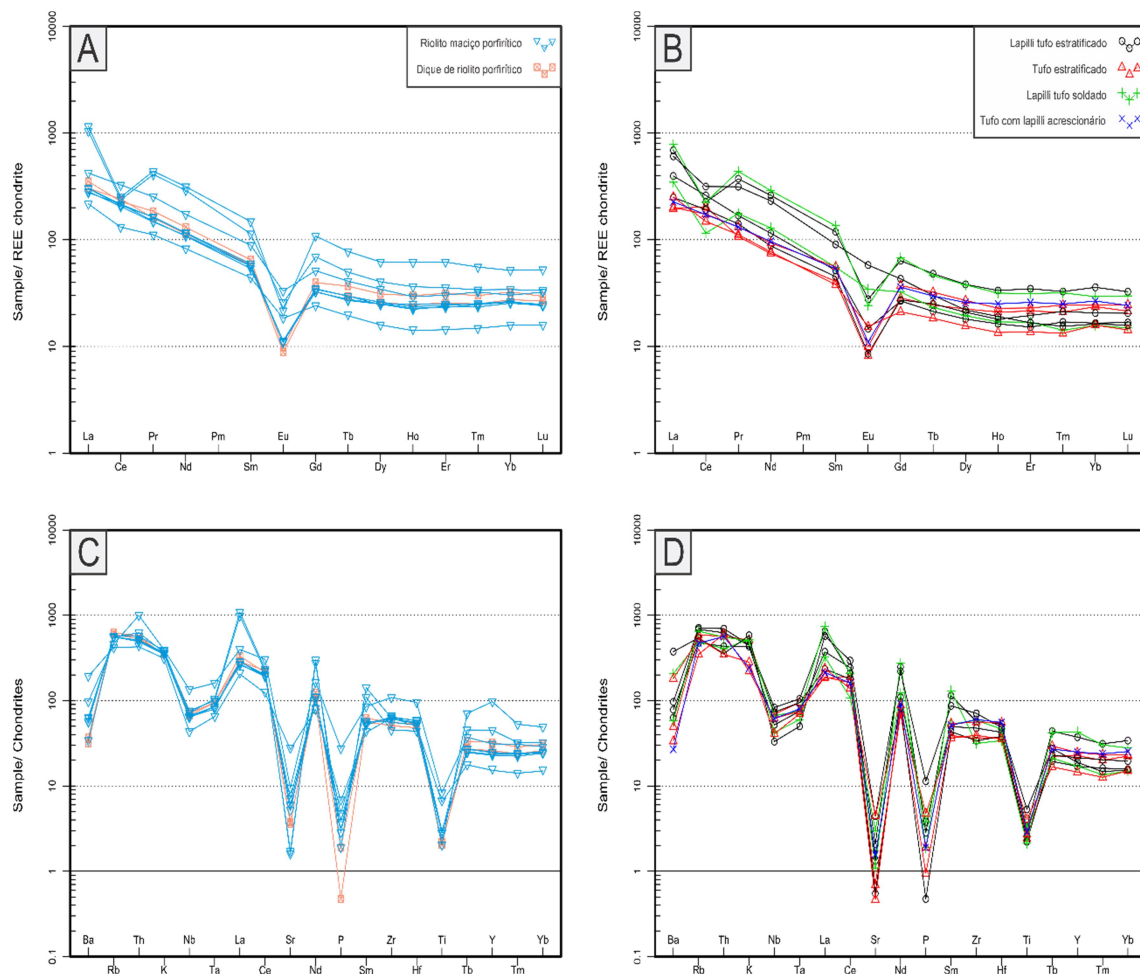


Figura 16: Diagrama multielementares. A e B) Diagramas multielementares de elementos terras raras normalizados ao padrão condrito (Boynton, 1984); C e D) Diagramas multielementares de elementos traços normalizados ao padrão condrito (Thompson, 1982).

Os diagramas de afinidade tectônica como de Pearce (1996) e Harris et al. (1986) indicam que as rochas vulcânicas se formaram em ambiente tectônico de arco magmático tardio a pós-colisional (Figura 17–A e B). Contudo, no diagrama de Pearce et al. (1984) a maior parte das amostras apresenta alto $Y+Nb$, sugerindo ambiente de granitos e correlatos vulcânicos intraplacas (WPG). Neste sentido, utilizou-se os diagramas para granitos tipo-A

propostos por Eby (1992), onde tipo-A1 representa magmas ricos em Nb colocados em ambiente anorogênico e tipo-A2 ricos em Y e formados em ambiente pós-colisional (Figura 17-C). Todas as amostras estudadas são do tipo A2. Também foram utilizados os diagramas de classificação de tipologia de granitos propostos por Whalen et al. (1987), onde as amostras apresentam alto álcalis e somatório de elementos incompatíveis elevado característicos da série alcalina (Figura 17-D e E).

Com o intuito de caracterizar a temperatura de formação das rochas estudadas, utilizou-se o diagrama de temperatura de saturação do zircão vs. SiO_2 , em que a temperatura de saturação do zircão é calculada de acordo com Watson e Harrison (1983). As rochas estudadas apresentam temperaturas de saturação do zircão acima de 840°C (Figura 17-F). De acordo, com King et al. (1997) temperaturas acima de 830°C são características de granitos do tipo-A.

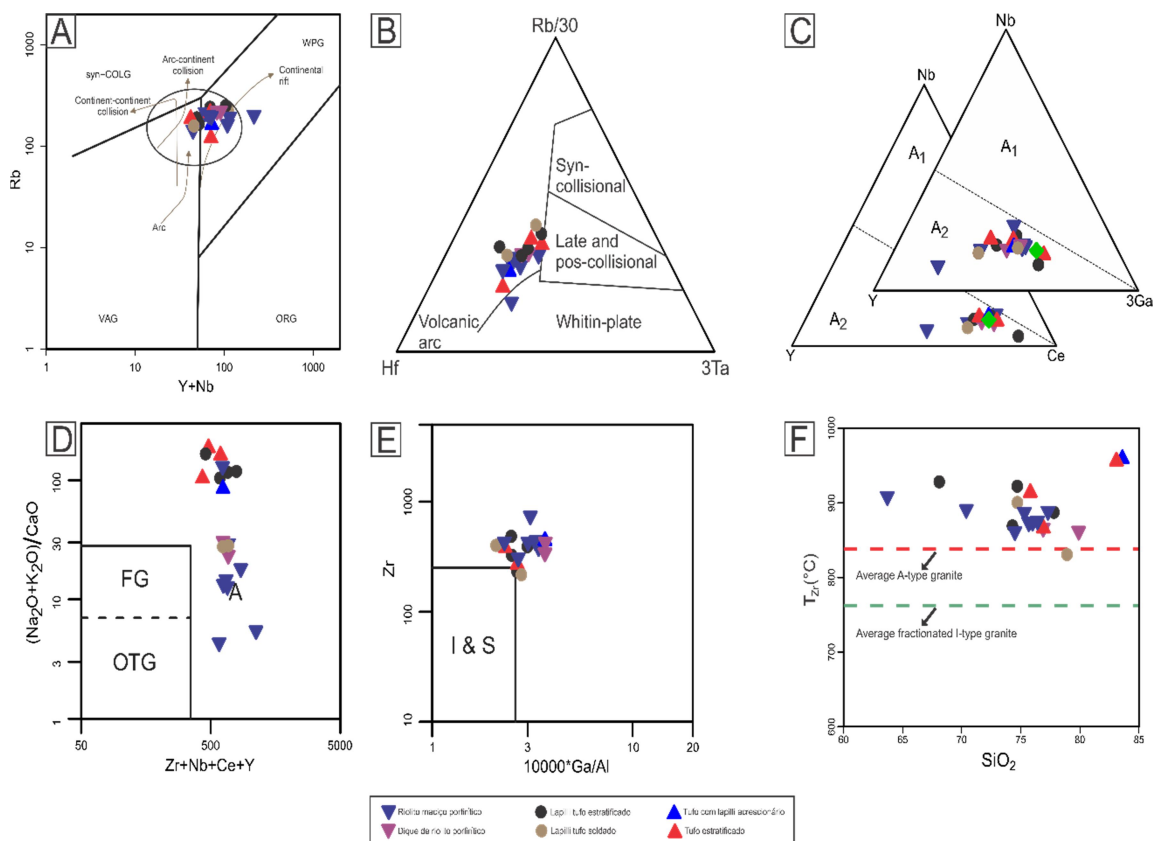


Figura 17: Diagramas de afinidade tectônica. A) Diagrama de discriminação geotectônica Rb vs. Y + Nb (Pearce, 1996); B) Diagrama Hf – 3Ta – Rb/30 (Harris et al., 1986); C) Diagramas ternários de classificação de subtipos de granitos tipo-A (Eby, 1992); D e E) Diagramas de classificação de tipologia de granitos (Whalen et al., 1987); F) Diagrama de temperatura de saturação do zircão vs. SiO_2 , com campos de granitos tipo-A e tipo-I segundo King et al. (1997).

6.0 Geocronologia U-Pb em zircão

Quatro amostras foram selecionadas para análises geocronológicas, sendo duas rochas subvulcânicas e duas piroclásticas. As amostras AGU-16 e AGU-37 (subvulcânicas) são classificadas como riolito maciço porfirítico, e as amostras AGU-24 e AGU-32 (piroclásticas) são classificadas como lapilli tufo soldado. Os resultados analíticos são apresentados no Anexo D.

6.1. Riolito maciço porfirítico (AGU-16 e AGU-37)

Em ambas as amostras de riolito maciço porfirítico, os cristais de zircão são prismáticos, com hábito piramidal a bipiramidal euédrico a subédrico, e, por vezes, encontram-se com extremidades quebradas. Na amostra AGU-16, os cristais têm comprimento que varia de 50 a 100 μm (comprimento) e proporção média de 1:1 (comprimento e largura) (Figura 18–A). Na amostra AGU 37, os cristais medem em até 180 μm com raros cristais com comprimento maior que 250 μm e proporção média de 2:1 (comprimento e largura) (Figura 18–C). Em imagens de elétrons retroespalhados (BSE) os zircões apresentam inclusões e superfícies fraturadas (Figura 18–A e C). Na amostra AGU-16, em imagens de catodoluminescência (CL), os cristais são homogêneos e pouco luminescentes (Figura 18–B). Na amostra AGU 37, os cristais variam de sem zoneamento interno a zoneamento concêntrico e apresentam inclusões mais luminescentes que o zircão (Figura 18–D).

Para a amostra AGU-16 (Figura 19–A), um conjunto de 34 spots foram analisados (Anexo D), onde apenas 08 foram selecionados para o cálculo da idade U-Pb. Os demais spots foram descartados por apresentarem discordância maior que 10% ou alto teor de Pb comum. Os cristais de zircão utilizados no cálculo contêm valores de U entre 100 e 390 ppm, Th entre 72 e 425 ppm e razões de $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ entre 0,66 e 1,18. O intercepto superior forneceu uma idade de 1800 ± 3 Ma (MSWD = 1,6) (Figura 19–B).

Para a amostra AGU-37 (Figura 19–C), foram analisados 36 spots (Anexo D), em que 12 spots foram selecionados para o cálculo da idade. Os demais spots foram descartados por apresentarem discordância maior que 10% ou alto teor de Pb comum. Os cristais de zircão analisados possuem valores de U entre 105 e 1083 ppm, Th entre 66 e 585 ppm e baixas razões $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ entre 0,54 e 0,93. Esses dados forneceram uma idade concórdia de 1792 ± 3 Ma com MSWD de 0,27, interpretada como idade de cristalização da rocha (Figura 19–D).



Figura 18: A, C, E e G) Imagens de BSE; B, D, F e H) Imagens de catodoluminescência de cristais de zircão das amostras analisadas. Tamanho do Spot de 25 µm.

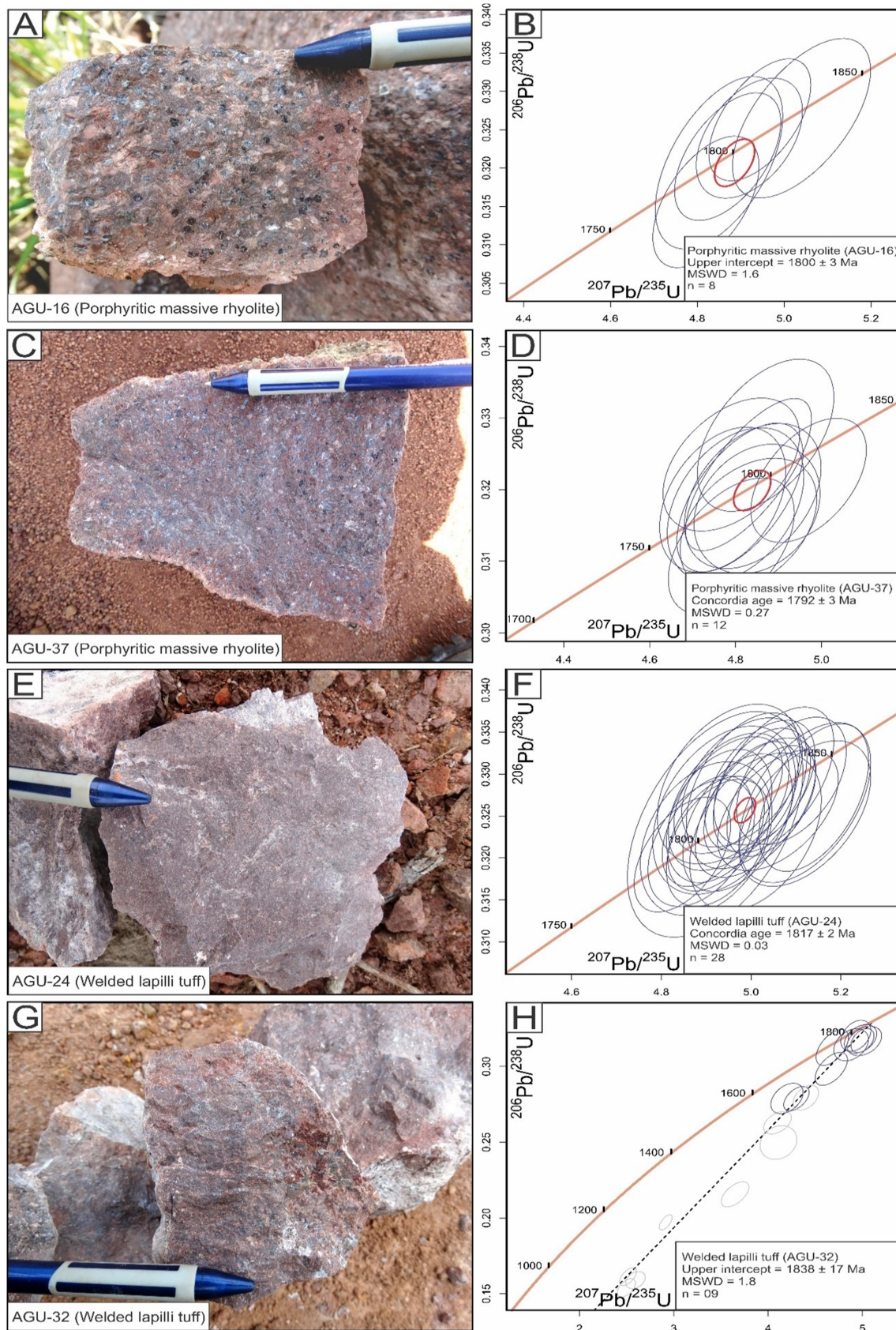


Figura 19: Dados geocronológicos da amostra analisadas. A, C, E e G) Amostras de mão das rochas analisadas. B, D, F e H) Diagrama concórdia $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ vs. $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$.

6.2 Lapilli tufo soldado (AGU-24 e AGU-32)

As duas amostras de Lapilli tufo soldado contêm cristais de zircão prismáticos, com hábito piramidal a bipiramidal euédricos a subédricos. As arestas podem ser retas arredondadas e, por vezes, com terminações quebradas. Têm comprimento que varia de 50 a 150 μm , largura de 25 a 80 μm e proporção de 1:1 a 2:1 (comprimento e largura) (Figura 18–E e G).

Em imagens de BSE, os cristais de zircão da amostra AGU-24 possuem superfícies homogêneas e lisas, enquanto da amostra AGU-32 superfícies mais fraturadas e com cavidades (Figura 18–E e G). Em imagens de catodoluminescência (CL), os cristais são homogêneos e moderadamente luminescentes. Raros cristais apresentam zoneamento oscilatório ou irregular e inclusões (Figura 18–F e H).

Um conjunto de 43 spots foram analisados na amostra AGU-24 (Figura 19–E) e 28 spots foram selecionados para o cálculo de idade (Anexo D). Assim, foi obtido uma idade concórdia de 1817 ± 2 Ma (MSWD = 0.03) (Figura 19–F), interpretada como idade de cristalização desta rocha. Os cristais de zircão possuem valores de U entre 70 e 238 ppm, Th entre 43 e 180 ppm e razões $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ entre 0,56 e 0,95.

Para a amostra AGU-32 (Figura 19–G), foram analisados 21 spots (Anexo D), no qual 09 foram selecionados para o cálculo geocronológico e 12 descartados por apresentarem discordância maior que 10% ou alto teor de Pb comum. O intercepto superior forneceu idade de 1838 ± 17 Ma com MSWD de 1,8 (Figura 19–H). Esta idade é interpretada como idade de cristalização desta rocha. Os cristais de zircão utilizados no cálculo geocronológico contêm valores de U entre 89 e 196 ppm, Th entre 130 e 238 ppm e razões de $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ entre 1,22 e 2,36.

7.0 Discussão

7.1. Paleoambiente vulcânico

A distribuição espacial e temporal das rochas vulcânicas e epiclásticas do Grupo Colíder revela um sistema vulcânico paleoproterozoico complexo e ainda pouco compreendido na PMAF. Na área de estudo, os dados geológicos indicam a existência de vulcanismo subaéreo com fases explosiva e efusiva/subvulcânica.

O vulcanismo explosivo ocorre nos estágios iniciais deste evento. Idades U-Pb obtidos em zircão de lapilli tufo soldado de 1838 ± 17 Ma (AGU-32) (Figura 19–H) e 1817 ± 2 Ma (AGU-24) (Figura 19–F), indicam uma fase explosiva mais antiga em relação a idade dos riolitos da fase efusiva/subvulcânica (~ 1794 Ma) do vulcanismo Colíder na região de União do Norte. O vulcanismo explosivo é caracterizado pela litofácies: lapilli tufo soldado (*Lts*), lapilli tufo com estrutura de fluxo (*Ltf*), tufo estratificado (*Tfe*) e tufo com lapilli acrescionário (*Tfl*). As litofácies *Lts* e *Ltf* ocorrem geralmente nas cotas topográficas mais baixas na área de estudo e bordejam a estrutura principal com feição circular (Figura 02–A, B e C), enquanto a litofácies *Tfl* ocorre em cotas topográficas mais altas que os corpos riolíticos e demais rochas piroclásticas (Figura 02–D). As características das litofácies *Lts* e *Ltf*, como avançado grau de soldagem, estruturas de fluxo e abundância de fragmentos líticos e de cristais, indicam uma origem associada a processos de deposição de fluxos turbulentos oriundos de erupções explosivas associadas a correntes de densidade piroclástica (*pyroclastic density currents* - *PDC's*) (McPhie et al., 1993; Gilbert e Lane, 1994; Branney e Kokelaar, 2002) (Figura 20). A presença de textura eutaxítica nas litofácies *Lts* e *Ltf* indica que a soldagem dos componentes piroclásticos ocorreu sob altas temperaturas, de forma simultânea ou logo após a deposição das lavas (Summer e Branney, 2002). Segundo Andrews et al. (2008), Ellis et al. (2015) e Simões et al. (2020) depósitos piroclásticos soldados são bons indicadores de atividade vulcânica e altas temperatura em estágios pré e sin-eruptivos. A estratificação e laminação observadas na litofácies *Tfe* e a presença de lapilli acrescionário na litofácies *Tfl* sugerem uma origem a partir de mecanismos de queda piroclástica (Cas e Wright, 1987; McPhie et al., 1993; Schumacher e Schmincke, 1995; Alves et al., 2019) e corroboram um vulcanismo explosivo subaéreo na PMAF.

O vulcanismo efusivo e subvulcânico gerou as litofácies *Rmp* (Riolito maciço porfiritico) e *Drp* (Dique de riolito porfiritico). Os dados U-Pb obtidos em zircão indicam idades de 1800 ± 3 Ma (AGU-16, Figura 19–B) e 1792 ± 3 Ma (AGU-37, Figura 19–D), evidenciando um intervalo de ~ 8 Ma para a cristalização dessas rochas, posterior a fase explosiva.

A litofácies *Rmp* aflora como morros e morrotes de topografia dômica ou abaulada, e são predominantes na área de estudo (Figura 02–A e B). A variação do grau de cristalinidade da matriz do riolito, que vai de holocristalino a hipocristalino, sugere diferentes profundidades de formação. Igualmente, Vernon and Clark (2008) sugerem que as diferenças no tamanho dos cristais da matriz estão relacionadas à diferentes condições de temperatura e

pressão na qual o magma foi cristalizado e isso se reflete na profundidade de cristalização dos minerais. Nesse sentido, acredita-se que tais corpos podem ser resultado de intrusões subsuperficiais com cristalização em duas etapas distintas, provavelmente, uma em subsuperfície (mais profunda) e outra na superfície. Outra característica observada é a ausência de material fragmentado e de litoclastos. Assim, as características geomorfológicas e petrológicas indicam uma origem para a litofácies *Rmp*, como domos riolíticos. Tais características também são observados na SLIP Uatumã no Domínio Tapajós (Província Tapajós-Parima) (Tokashiki et al., 2015; Kunifoshita et al., 2021).

A litofácies *Drp* é interpretada como diques subvulcânicos compostos por riolito porfirítico, inferido a partir da análise do terreno vulcânico por produtos de sensoriamento remoto (imagens de satélite, radar e geofísica), mapeamento geológico e análises petrológicas. A exposição da litofácies *Drp*, pode estar associada aos processos erosivos, observados por Galé (2018) e Rizzoto et al (2019b) na PMAF, e no Domínio Tapajós (Província Tapajós-Parima) por Juliani et al. (2015) que expõem sistemas vulcânicos mais profundos. A distribuição espacial dos diques na área de estudo, é correspondente a diques radiais de um sistema vulcânico (Figura 20–A e B), como os que ocorrem no Campo vulcânico Navajo, Estados Unidos da América (e.g. Shiprock) (Delaney e Pollard, 1981; Semken, 2003), ou são manifestações tardias nesse cenário vulcânico.

As rochas epiclásticas na área de estudo, são caracterizadas pelas litofácies *App* (Arenito com estratificação plano-paralela) e *Spp* (Siltito com laminação plano-paralela). A presença de estruturas como estratificação cruzada plano-paralela ou ainda cruzada de baixo ângulo, associadas a má seleção das rochas com grãos angulosos, sugerem uma origem a partir da erosão e retrabalhamento de depósitos vulcânicos primários em um ambiente fluvial. Segundo Lindholm (1987), Miall (1996) e Tucker (2003), a estratificação cruzada de baixo ângulo é originada a partir da migração de dunas atenuadas ou antidunas em um ambiente subaquoso, associado a ambiente fluvial. Ainda de acordo com tais autores, a estratificação cruzada plano-paralela está associada à movimentação de grãos sob a ação de fluxos de baixa velocidade em formas de leitos planos. Assim, tais características indicam um ambiente fluvial, provavelmente associados a depósitos de preenchimento de canal e de planícies de inundação. Igualmente, Simões et al. (2020) identifica no setor oeste da PMAF, a presença de um vulcanismo félsico de 1740 Ma, associado a leques aluviais e ambiente deltaico com linha de costa distribuída ao longo da direção NW-SE, que retrabalha depósitos vulcânicos primários.

Resumindo, as litofácies do vulcanismo Colíder na região de União do Norte representam um cenário de magmatismo félsico e subaéreo, com fases explosivas e efusivas/subvulcânicas, associado a ambiente fluvial com retrabalhamento dos depósitos vulcânicos (Figura 20). A fase explosiva é 7 Ma mais antiga que a fase efusiva/subvulcânica. É possível a existência de dois ou mais pulsos vulcânicos ou eventos vulcânicos distintos, separados por ~15 Ma (1838 ± 17 Ma e 1817 ± 2 Ma). Conforme Alves et al. (2019), o intervalo de tempo em que houve a geração de rochas vulcânicas efusivas e piroclásticas do Grupo Colíder é de 60 milhões de anos (1810 – 1750 Ma). Os dados aqui apresentados indicam um intervalo maior de aproximadamente 70 Ma de vulcanismo, com a presença de mais de um pulso/intervalo vulcânico ou de eventos vulcânicos distintos. Santos et al. (2019), assume duas hipóteses para a evolução temporal e genética do Grupo Colíder no norte da PMAF. A primeira hipótese é baseada nas diferenças das características petrográficas e geocronológicas, o que sugere dois eventos magmáticos distintos (um em ~1,81 Ga e outro em ~1,76 Ga) que derivam de uma fonte magmática similares, devido à semelhança geoquímica das rochas. A segunda hipótese que as rochas são originadas no mesmo evento magmático, que teria estendido desde ~1,81 Ga a ~1,76 Ga, com pequenas oscilações da fonte magmática e condições de cristalização da câmara magmática.

É importante salientar a ocorrência de estruturas circulares e semicirculares, identificadas em campo e em imagens (Figura 20–A e B), que sugerem feições de caldeira vulcânica (Cas e Wright, 1987) contudo estudos mais detalhados precisam ser desenvolvidos. As feições descritas anteriormente para o vulcanismo Colíder em União do Norte são observadas em sistemas vulcânicos do tipo caldeira erodida, conforme Karaoğlu e Brown (2016) no vulcão Yamanlar (Turquia), e Vieira (2019) em São Félix do Xingu (Pará, Brasil).

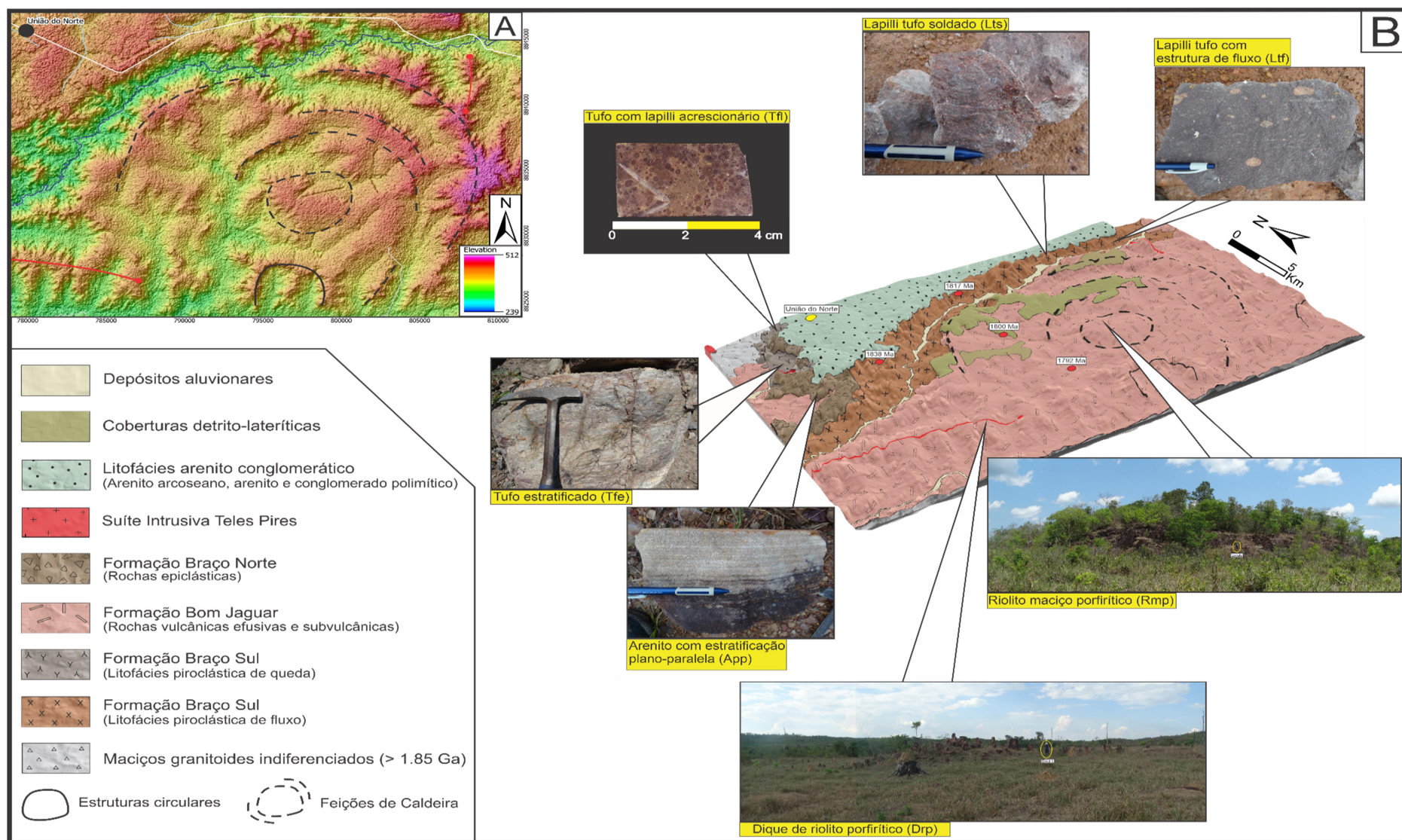


Figura 20: Modelos do vulcanismo Colíder na Região de União do norte. A) Mapa topográfico da área de estudo, ressaltando as feições circulares; B) Modelo 3D da área de estudo e as feições características de cada litofácies.

7.2. Petrogênese do Grupo Colíder na região de União do Norte

As rochas vulcânicas estudadas do Grupo Colíder são em sua maioria riolitos com valores de SiO_2 elevados ($>70\%$) (Figura 13–A e B). A correlação negativa de SiO_2 e positiva de Fe_2O_3 e MgO em relação ao TiO_2 , sugerem que piroxênio e óxidos de Fe-Ti se formaram por processos de cristalização fracionada progressiva ao longo da diferenciação magmática das rochas (Roberts et al., 2000; Marques et al. 2014). Igualmente, a anomalia negativa de Eu e de Sr sugere a cristalização de plagioclásio durante a evolução magmática (Figura 16–A e B). A cristalização de plagioclásio é igualmente sugerida para o vulcanismo Colíder–Teles Pires por Barros et al. (2009) e para o vulcanismo Uatumã que ocorre no vizinho Domínio Tapajós (Ferron et al., 2010; Kunifoshita et al. 2021).

As rochas estudadas apresentam características geoquímicas tanto da série magmática cálcio-alcalina alto potássio como das séries alcalina saturada em sílica sódica e shoshonítica, ou mesmo granitos tipo-A (Dall’Agnol et al., 2005; Nardi, 2016). Uma das principais características da série cálcio-alcalina nas rochas é a forte anomalia negativa de Sr, P e Ti (Figura 16–A e B), sugerindo influência da cunha do manto metassomatizada (Pearce e Peate, 1995; Schandl e Gorton, 2002, Mesquita et al. 2017). Os valores de Hf, Ta e Rb (Harris et al., 1986, Figura 17–B) indicam uma origem magmática associada a arcos vulcânicos, entretanto, segundo Harris et al. (1986), o magmatismo gerado em estágio pós-colisional possui características semelhantes. Igualmente as rochas vulcanoclásticas apresentam padrão cálcico-alcalino a álcali-cálcio, magnesiano a ferroso, e meta a peraluminoso característicos da série cálcio-alcalina alto potássio de arco magmático maduro a pós-colisional (Frost et al., 2001, Figura 15). O magmatismo cálcio-alcalino está relacionado a origem híbrida mantélica e continental e pode se originar por fusão da cunha mantélica hidratada e metassomatizada por subducção, da placa subductada e/ou de fragmentos continentais (Castro, 2014; Nardi, 2016).

As rochas estudadas apresentam igualmente muitas características geoquímicas das séries alcalinas saturadas em sílica e de granitos e correlatos do tipo-A como razão Ba/Sr elevada e altos valores de dos elementos HFS, principalmente Zr, Ta e Ga e intermediário a alto de Nb. O riolito é metaluminoso e apresenta a razão $(\text{Na}_2\text{O}+2) > \text{K}_2\text{O}$, característica da série alcalina sódica (Nardi, 2016), contudo a falta de rochas menos diferenciadas impossibilita caracterizar o trend de diferenciação (Figura 13–A). Já as rochas vulcanoclásticas apresentam alto $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ (8,2 de mediana) e as razões $(\text{K}_2\text{O}+2) > \text{Na}_2\text{O}$ e

(K_2O/Na_2O) <2, típicas da série shoshonítica, além do enriquecimento nos elementos litófilos de baixo potencial iônico (LILE) principalmente Ba (230-2590) e Rb (122-1900) (Jiang et al., 2012; Nardi, 2016). Contudo, o Sr (6-53) não possui valores tão elevados, uma das principais características deste magmatismo também chamado alto Ba-Sr (Jiang et al., 2012).

Conforme Nardi e Bittencourt (2009), as características como valores de álcalis ($Na_2O + K_2O$) and $FeO_T/(FeO_T + MgO) \geq 9$ e 0,9 wt% respectivamente e valores de $Ce + Y + Nb + Zr$ acima de 340 ppm é sugestivo de granitos e riolitos do tipo-A originados em cenários pós-colisionais. Além disso, as rochas possuem composições geoquímicas compatíveis com granitos do tipo-A2, com alta razão Y/Nb, que segundo Eby (1992) e Bonin (2007), formados por magmas derivados em ambiente pós-colisional a pós-orogênico (Figura 17-C). Além disso, segundo Whalen (1983) e Whalen et al. (1987), os valores de Ga e Nb são compatíveis com a petrogênese de granitos tipo-A gerados em ambientes intraplaca (Figura 17-D e E). Coincidente com características encontradas em outras rochas da SLIP Colíder (Duarte et al., 2019; Santos et al., 2019). Por outro lado, Brown et al. (1984), indica os mesmos valores de Ga e Nb para rochas da série cálcio-alcálicas associadas a arcos magmáticos maduros.

O padrão de elementos terras raras (ETR) é bastante similar entre as rochas riolíticas e piroclásticas, sugerindo origem e processos genéticos semelhantes. Quando normalizado ao condrito, apresentam enriquecimento de elementos terras raras ($\sum ETR = 267-919$), com típico padrão “asa de gaivota”, caracterizado por leve fracionamento de ETRP, grande conteúdo de ETRL e forte anomalia negativa de Eu. Este padrão é característico de magmas riolíticos alcalinos metaluminosos (Nardi e Bonin, 1991) e é similar a outras suítes graníticas/riolíticas alcalinas do mundo (Harris et al., 1986; Nardi, 1987; Nardi e Bonin, 1991; Florisbal et al., 2009; Oliveira et al., 2015). Nardi (1987) e Nardi e Bonin (1991) sugerem que os granitos alcalinos pós-orogênicos têm um conteúdo mais baixo de ETRP que os típicos anorogênicos, contudo o padrão “asa de gaivota” não difere muito. Isso pode explicar o padrão flat das ETRP e ETR intermediária, igualmente observado por Barros et al (2009), Duarte et al. (2019) e Santos et al. (2019) para rochas do grupo Colíder. O padrão de fracionamento é moderado a alto (La/Yb 12 a 56), não tão acentuado como os de granitos da série cálcio-alcálica (Formoso et al. 1989), contudo Almeida et al. (2021) caracteriza este mesmo padrão do grupo Colíder como cálcio-alcálico a shoshonítico. De acordo com Barros et al. (2009), o padrão de enriquecimento de elementos terras-raras para as rochas vulcânicas félsicas do Grupo Colíder são semelhantes aos indicados em magmatismo tipo-A, associados a configurações pós-colisionais ou pós-orogênicas, contudo, o padrão flat dos ETRP, quando

comparado ao condrito, não são característicos de magmatismo alcalino. Corroborando com as características de magmas alcalinos, as temperaturas elevadas de saturação de zircão (840 e 961,8 °C) são típicas de magmas tipo-A (Figura 17–F) (Clemens et al., 1986; King et al., 1997).

Com base nos dados geoquímicos apresentados, as rochas estudadas do Grupo Colíder são alcalinas saturadas em sílica a cálcio-alcalinas alto potássio e se formaram em um cenário orogênico pós-colisional a um ambiente anorogênico intraplaca. Bonin (1990) salienta que muitos cinturões orogênicos apresentam associação de magmas cálcio-alcalinos e alcalinos próximos no tempo e espaço. O autor sugere que nos primeiros 100 Ma após o final da principal orogenia, uma nova fonte mantélica substitui os sistemas complexos de fonte crosta-manto e produz fundidos alcalinos, cada vez menos contaminadas com fontes crustais. Estas mudanças estariam relacionadas a regimes tectônicos transitórios, de compressivo para extensional, com episódios de relaxamento (Bonin, 1990; Barbarin, 1999).

7.3. Comparação entre as rochas do Grupo Colíder em União do Norte com a PMAF

Os dados litoquímicos de rocha total do Grupo Colíder na área de estudo foram comparados com dados no restante da PMAF em trabalhos realizados por Duarte et al. (2019) (no setor oeste), Santos et al. (2019) (no setor norte) e Alves et al. (2019) e Almeida et al. (2021) (no setor leste) (Anexo C). As rochas estudadas pelos autores são similares as da área estudadas com valores de SiO₂ aproximadamente de 70% e de álcalis (Na₂O+K₂O) de 7%. As rochas são classificadas majoritariamente como riódacito/dacito a riolito com uma distribuição maior de sílica e Zr/TiO₂ que as rochas estudadas, eminentemente riolito (diagrama de Winchester e Floyd, 1977; Figura 21–A).

Duarte et al. (2019) e Almeida et al. (2021) apresentam uma população de rochas intermediárias (andesitos a traquiandesitos) com composição variando de alcalina a sub-alcalina. Os dados de Duarte et al. (2019) e Almeida et al. (2021) sugerem um magmatismo bimodal no magmatismo Colíder, o que pode indicar mudanças no regime tectônico como aponta Barbarin (1990), Bonin (1991), Florisbal et al. (2009) entre outros.

Quanto ao índice MALI (Frost et al. 2001), as rochas do Grupo Colíder neste estudo e nas referências pesquisadas (Duarte et al. 2019; Santos et al., 2019; Alves et al., 2019; Almeida et al., 2021) variam de um comportamento cálcio-alcalino, alcalino-cálcico a

alcalino, onde os álcalis aumentam com a diferenciação das rochas (Figura 21–B). Frost et al. (2001) sugere que este trend, associado a composição ferrosa da maioria das amostras (Figura 21–C) caracteriza os granitos tipo-A e rochas vulcânicas correlatas. No diagrama de afinidade tectônica de Pearce (1996), as rochas desenvolvem um trend de aumento progressivo de Rb e principalmente de Y+Nb, evoluindo de um ambiente pós-colisional a intraplaca (Figura 21–D). Além disso, segundo Barros et al. (2009), o padrão de enriquecimento de elementos terras-raras para as rochas vulcânicas félsicas do Grupo Colíder são semelhantes aos indicados em magmatismo tipo-A, associados a configurações pós-colisionais ou pós-orogênicas.

Nos diagramas de classificação de tipologia de granitos proposto por Whalen et al. (1987), as rochas do Grupo Colíder são classificadas em sua maioria como granitos tipo-A. As rochas de composição intermediária a ácida (Duarte et al., 2019) desenvolvem um trend com aumento de Zr de granitos tipo-I e S para granitos tipo-A. Além disso, as temperaturas de saturação de zircão, acima de 840 °C, das rochas do Grupo Colíder estudadas por Santos et al. (2019), Alves et al. (2019), Duarte et al. (2019) e Almeida et al. (2021) são típicas de magmas tipo-A (Clemens et al., 1986; King et al., 1997).

A comparação dos dados litogeoquímicos do Grupo Colíder em União do Norte, com dados litoquímicos da literatura de outras regiões da SLIP Colíder, mostra similaridade do ponto de vista de classificação, majotariamente riolitos e dacitos, e assinatura geoquímica ampla de cálcico-alcalina, alcalina-cálcica a alcalina, típica de granitos tipo-A. com outras SLIPs na terra (e.g. Sierra Madre Occidental; Gawler Range) (Bryan et al., 2002; Bryan e Ernst, 2008; Bryan et al., 2008). Além disso, a ampla semelhança geoquímica das rochas do Grupo Colíder, e também a afinidade geotectônica, indica um extenso sistema magmático em ambiente pós-colisional a intraplaca atuante na Província Mineral de Alta Floresta durante o paleoproterozoico.

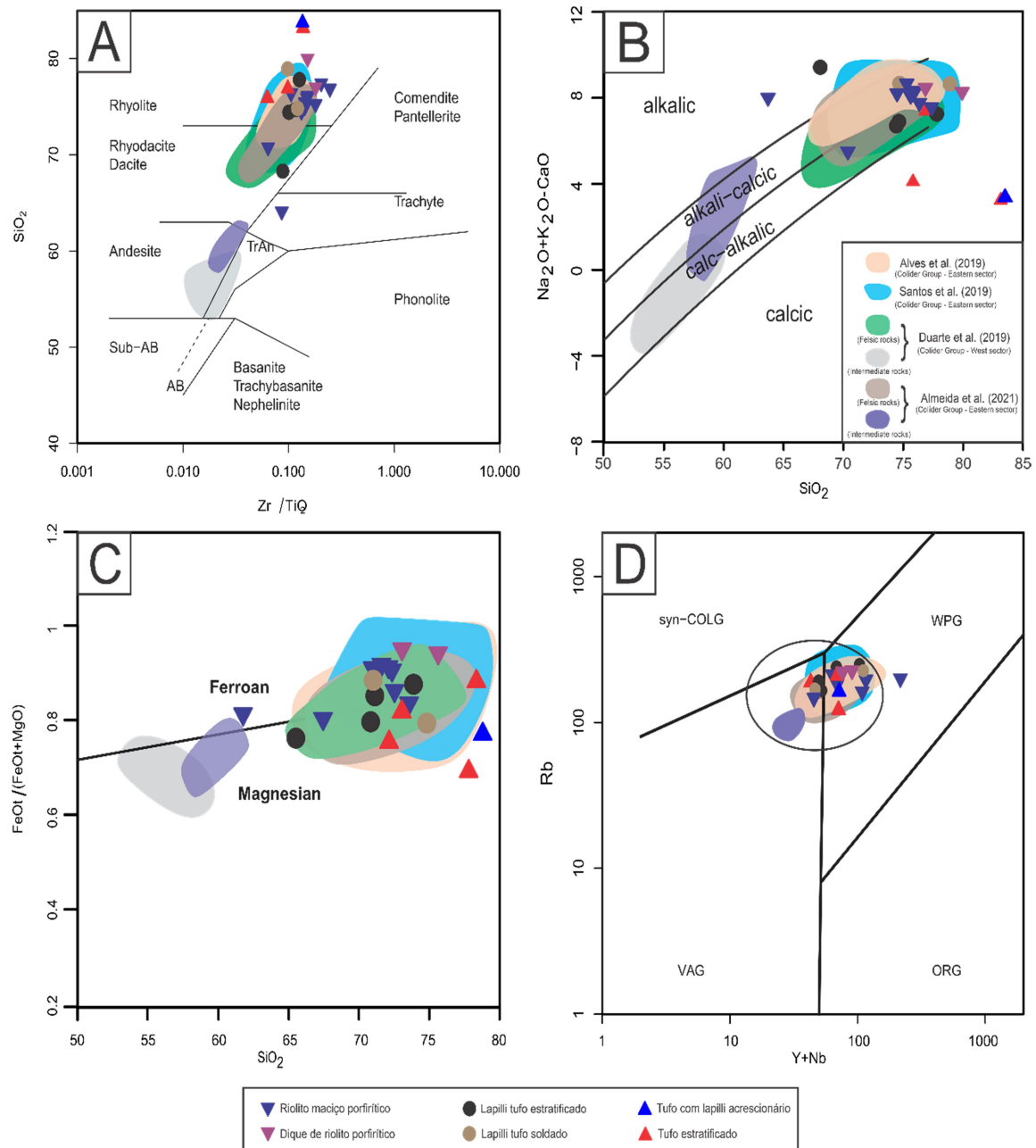


Figura 21: Caracterização geoquímica das rochas do Grupo Colíder na PMAF. A) Diagrama SiO_2 vs. Zr/TiO_2 (Winchester e Floyd, 1977). AB - basalto alcalino, havaianito, mugearito, traquibasalto; sub-AB basalto sub-alcalino (toleito e calcio-alcalino); TrAn traquiandesito; B) Diagrama MALI ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}$) vs. SiO_2 (Frost et al., 2001); C) Diagrama $\text{FeO}_t / (\text{FeO}_t + \text{MgO})$ vs. SiO_2 (Frost et al., 2001); D) Diagrama de discriminação geotectônica Rb vs. $\text{Y} + \text{Nb}$ (Pearce, 1996).

7.4. Implicações metalogenéticas

A descoberta de depósitos minerais que se assemelham aos de tipo pórfiro na PMAF, despertam interesse devido a relevância e reserva desse tipo de depósito em uma Província Mineral (Juliani et al., 2021). As ocorrências como Serrinha de Matupá, Juruena, Pé Quente, Luizão, X1, e Jaca são exemplos de sistema pórfiro paleoproterozoico encontrados na

área (Tabela 04) (Moura et al., 2006; Paes de Barros, 2007; Miguel Jr., 2011; Novo, 2015; Acevedo 2014; Assis et al., 2017; Rios, 2019; Martins, 2021).

Tabela 04: Síntese dos principais depósitos da Província Mineral de Alta Floresta

Depósito	Tipo	Unidade litoestratigráfica	Idade (Ga)	Referência
Serrinha de Matupá	1	Monzogranito Matupá	1.87± 0.012	Moura (1998); Moura et al. (2006)
Juruena	1	Suíte Paranaita	1.79±0.0064	Acevedo (2014)
Pé Quente	1	Monzonito e tonalito Pé Quente	1.90±0.0068	Paes de Barros (2007); Assis (2015); Assis et al. (2017)
Luizão	1	Suíte Nhandu	1.97 ±3 a 1.96 ±1	Assis (2015)
X1	1	Suíte Garantã / Grupo Colíder	1.90±0.0046 a 1.78±0.010	Rodrigues (2012); Assis (2015)
Jaca	1	Sequência vulcanoclástica/epiclástica	1.72 a 2.000 (idade de proveniência)	Miguel Jr. (2011); Novo (2015)
Papagaio	2/3	Grupo Colíder	1.80-1.78	Galé (2018)
Pombo	3	Granito Pombo (Suíte Teles Pires)	1.76	Biondi et al. (2006, 2007); Biondi (2009)

Tipo 1: Depósito pórfiro de Au-Cu; Tipo 2: Depósito epitermal de metal base (Au-Ag); Tipo 3: Depósito IRGD (*Intrusion related gold deposit*).

O Grupo Colíder desperta interesse do ponto de vista metalogenético, por ter idades similares aos eventos de mineralização na PMAF (1,78 a 1,80 Ga, Acevedo, 2014; Assis, 2015; Rocha et al., 2020), relacionado aos estágios finais da evolução do arco magmático Juruena (ca. 1,88 – 1,75 Ga) (Figura 22) (Duarte et al., 2012; Assis et al., 2017; Rizzoto et al, 2019). Além disso, com base em dados de química de zircão, as unidades geológicas mais férteis para Cu e Au na porção leste da PMAF são o Grupo Colíder,

subordinadamente a Suíte Teles Pires e os granitoides da Suíte Matupá (1,87 Ga) devido ao alto teor de água e alto estado de oxidação dos magmas formadores magmas (Trevisan et al., 2021).

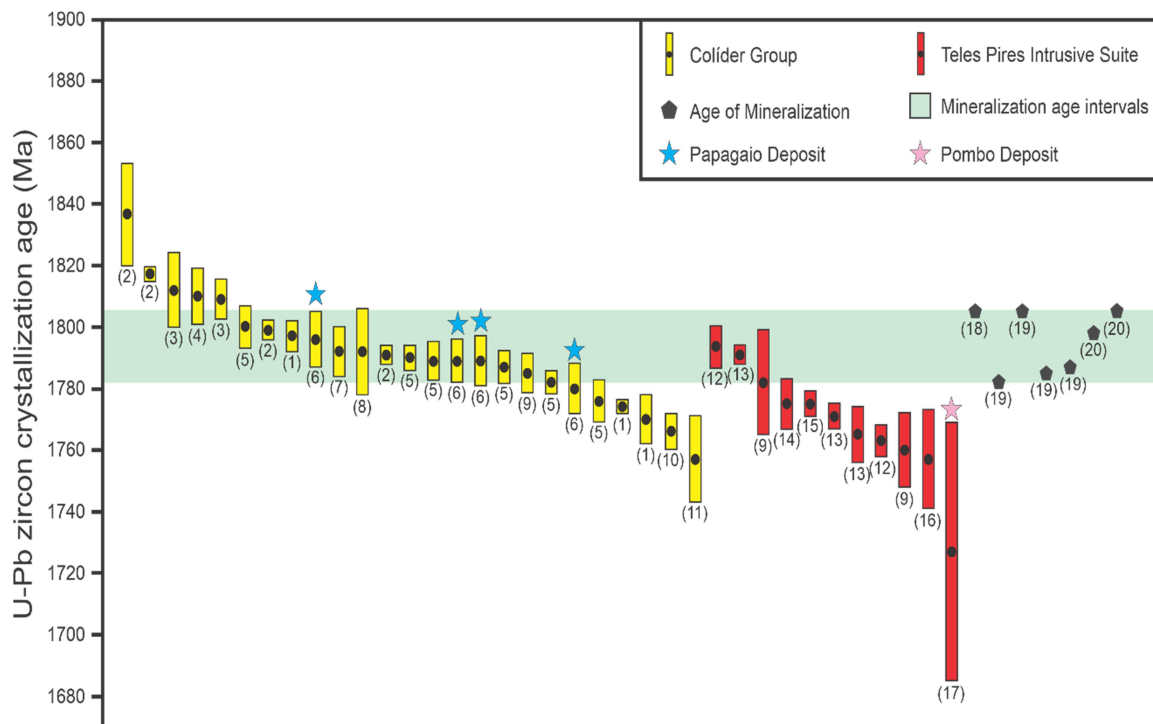


Figura 22: Diagrama Boxplot de dados geocronológicos U-Pb (zircão) do vulcano-plutonismo Colíder – Teles Pires na PMAF. Estrelas indicam depósitos minerais hospedados em rochas da SLIP Colíder. A faixa verde compreende os intervalos das idades de mineralização dos depósitos;¹Pinho et al. (2003); ²Este trabalho; ³Duarte et al. (2019); ⁴Santos et al. (2019); ⁵Almeida (2017); ⁶Galé (2018); ⁷Alves et al. (2013); ⁸Silva et al. (2015); ⁹Silva et al. (2008); ¹⁰Souza et al. (2005); ¹¹Bini et al. (2015); ¹²Barros et al. (2015); ¹³Alves et al. (2019); ¹⁴Miguel Jr. (2011); ¹⁵Alves et al. (2010); ¹⁶Santos et al. (2000); ¹⁷Prado et al. (2013); ¹⁸Acevedo (2014); ¹⁹Assis et al. (2017); ²⁰Rocha et al. (2020).

Um estudo preliminar sobre a fertilidade magmática das rochas do Grupo Colíder foi realizada com base em dados litogeoquímicos das rochas estudadas e compiladas da literatura do restante da PMAF. No diagrama de fertilidade de magma para Cu para rochas com composição adakítica de Defant e Drummond (1990), as amostras da área de estudo seguem o trend de andesito-dacito-riolito normal, com razões $Sr/Y < 15$ (Figura 23–A). O mesmo comportamento é observado para as rochas estudadas por Santos et al. (2019) e Trevisan et al. (2021) com razões $Sr/Y < 25$. Almeida et al. (2021) apresenta Sr/Y até < 45 e Alves et al. (2019) tem amostras com afinidade adakítica Sr/Y próximas a 50 (Figura 23–A).

No diagrama de prospectividade de pórfiros de Cu de Richards e Kerrich (2007),

parte das amostras estudadas são classificadas como rochas tipo adakítica ($\text{La/Yb} > 20$), com razões La/Yb entre 23 e 57 (Figura 23–B). As rochas do Grupo Colíder estudadas por Alves et al. (2019), Santos et al. (2019), Almeida et al. (2021) e Trevisan et al. (2021), em sua maioria possuem razões La/Yb entre 10 e 30.

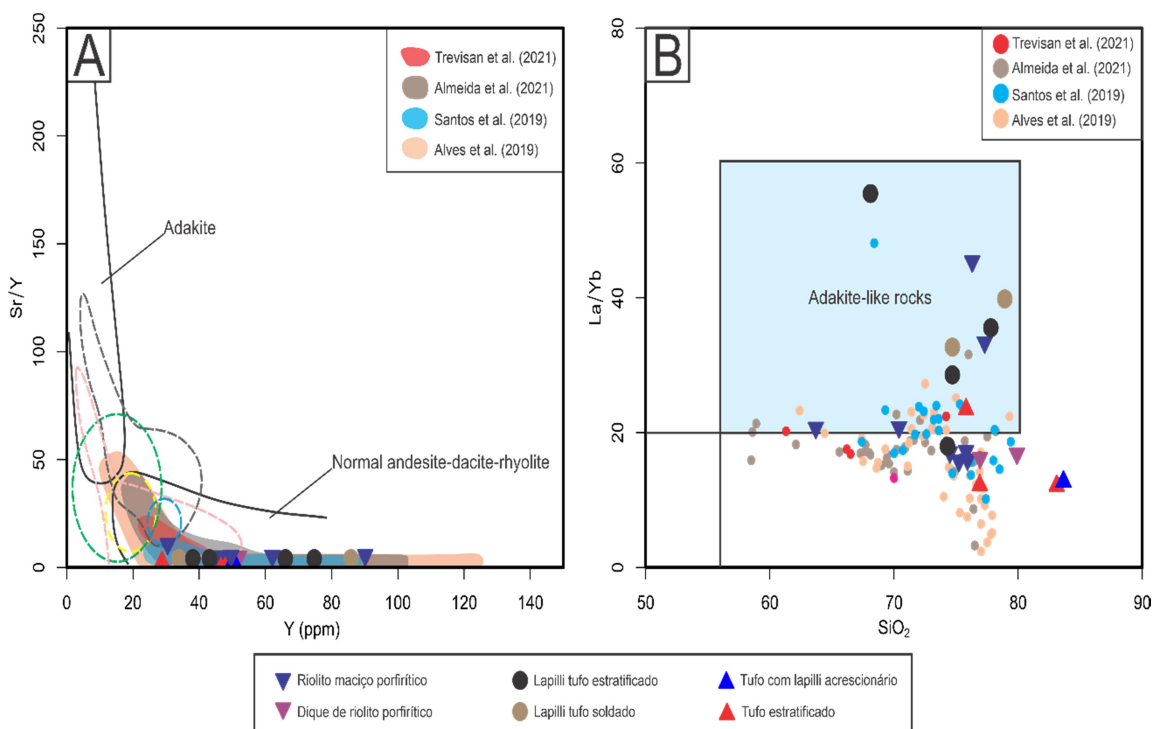


Figura 23: Diagramas de fertilidade magmática para Cu. A) Diagrama Y vs. Sr/Y (Drummond e Defant, 1990), mostrando campo para magmas adakíticos e arco magmático normal (andesito-dacito-riolito – ADR) (Castillo et al., 1999). Campos de Pórfiros chilenos conforme Rubinstein et al. (2021) em linhas tracejadas: amarelo – Campana Mahuida; azul – Diente Verde Área; rosa – Bajo de la Alumbrera; verde – Yalguaraz e San Jorge; cinza escuro – Paramillos District; B) Diagrama La/Yb vs. SiO_2 (Richards e Kerrich, 2007).

As rochas do Grupo Colíder na PMAF foram igualmente comparadas com pórfiros férteis de depósitos de cobre pórfiro do Chile (Rubinstein et al., 2021) (Figura 23–A). As amostras de Alves et al. (2019), Almeida et al. (2021) e parte das amostras de Trevisan et al. (2021) apresentam similaridades geoquímicas com os pórfiros Campana Mahuida (Campo tracejado amarelo) (Franchini et al., 2003) e Diente Verde Área (Campo tracejado azul) (Urbina, 2005). Também há similaridade com as porções intermediárias dos campos dos pórfiros Bajo de la Alumbrera (Campo tracejado rosa) (Ulrich and Heinrich, 2002) e Paramillos District (Campo tracejado cinza) (Carrasquero et al., 2018) e Yalguaraz e San Jorge (Campo tracejado verde) (Garrido et al., 2018; Torres et al., 2020). Os dados geoquímicos do Grupo Colíder se mostram promissores para estudos mais detalhados de química elementar e isotópica de zircão.

6.8. Conclusões

Os dados provenientes do mapeamento geológico quando associados a análise do terreno vulcânico evidenciam que o Grupo Colíder em União do Norte apresenta predomínio de rochas vulcânicas efusivas/subvulcânicas em relação às explosivas, com rochas epiclásticas subordinadas. As rochas vulcânicas/subvulcânicas são caracterizadas por riolito, que em sua maioria são maciços e com textura porfirítica (litofácies *Rmp*) com idades de cristalização (U-Pb em zircão) de 1880 ± 3 Ma e 1792 ± 3 Ma que afloram como domos vulcânicos e diques de riolitos porfiríticos (litofácies *Drp*) que são interpretados como diques anelares.

As rochas piroclásticas possuem origem associada a correntes de densidade piroclástica (PDC's) evidenciadas nas litofácies *Lts* e *Ltf* com idades de cristalização de (U-Pb em zircão) de 1817 ± 2 Ma e 1838 ± 17 Ma e depósitos de queda piroclástica associados a litofácies *Tfe* e *Tfl*. Atribui-se a origem de rochas epiclásticas (litofácies *App* e *Spp*) a erosão e consequente retrabalhamento de depósitos vulcânicos primários em um ambiente fluvial.

O vulcanismo do Grupo Colíder tem predomínio de riolito e riodacito, cálcico-alcalino a alcalino-cálcico, e preferencialmente ferrosos a magnesianos, meta a peraluminoso. Os altos valores de álcalis ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} > 7$) e de elementos de incompatíveis ($\text{Zr} > 380$ ppm, $\text{Y} > 58$ ppm) quando associado ao padrão de ETR tipo asa de gaivota, com enriquecimento em ETRL e forte anomalia de Eu que indicam características de granitos tipo-A e rochas vulcânicas correlatas. Além disso os altos valores de Y caracterizam as rochas como do tipo-A2, formadas em ambiente tectônico pós-colisional a intraplaca. Quando comparados com dados da literatura do Grupo Colíder para a PMAF, tais característica também foram observadas e ressaltam o extenso sistema magmático atuante no paleoproterozoico.

Os dados geocronológicos obtidos na área de estudo indicam uma fase vulcânica piroclástica mais antiga (1817 ± 2 Ma e 1838 ± 17 Ma em zircão de lapilli tufo soldado). Tais dados indicam a presença de dois ou mais pulsos vulcânicos ou eventos vulcânicos distintos, separados por ~ 15 Ma. E uma fase vulcânicas efusiva/subvulcânica mais nova (1880 ± 3 Ma e 1792 ± 3 Ma em zircão de riolito maciço porfirítico).

Os dados de fertilidade magmática sugerem, em um primeiro momento, que as rochas do Grupo Colíder, em sua maioria, não possuem afinidade adakítica. Entretanto é

observado que possuem grande similaridade com diversos pórfiros chilenos. Dessa forma, são necessários mais estudos nesse sentido.

A integração dos resultados provenientes do mapeamento geológico, análise de litofácies vulcânicas, análise do terreno vulcânico e da geoquímica de rocha total, permitiu caracterizar o vulcanismo do Grupo Colíder como subaéreo com fases efusivas/subvulcânicas (litofácies *Rmp* e *Drp*) e explosivas (litofácies *Lts*, *Ltf*, *Tfe* e *Tfl*) em uma provável arquitetura vulcânica do tipo caldeira erodida, com rochas epiclásticas (litofácies *App* e *Spp*) associadas a um ambiente fluvial que possivelmente evolui para um ambiente deltaico. Os dados integrados apresentados permitem uma melhor espacialização das rochas e melhor amarração das relações das fácies vulcânicas e vulcanoclásticas com as variações geoquímicas e geocronológicas do evento vulcano-plutônico Colíder–Teles Pires. A compreensão deste importante evento vulcânico paleoproterozoico tem implicações para a tectônica e metalogênese do centro-sul do Cráton Amazônico.

Referências Bibliográficas

- Acevedo, A.A., 2014. The Jurueña Gold Deposit, Northwestern Sector of The Alta Floresta Province: an example of Paleoproterozoic gold-rich porphyry system?. Master thesis, Institute of Geosciences, University of Campinas, Brazil, p.83. (in Portuguese).
- Almeida, B.S, Geraldés, M.C., Sommer, C.A., Corrales, F. and de Barros, A.J.P. 2021. The Colider and Roosevelt olcanic rocks (sw amazonian craton): geochemistry and sm-nd isotope characteristics of a silicic large igneous province. *Acta Geochimica*, **40**, 1023–1049, <https://doi.org/10.1007/s11631-021-00490-2>.
- Almeida, B.S., 2017. Sistemas Isotópicos U-Pb, Lu-Hf e Sm-Nd aplicados ao evento vulcânico Colíder: Um exemplo de SLIP (Silicic Large Igneous Province) paleoproterozóica na Província Aurífera Alta Floresta, Cráton Amazônico. Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 276p.
- Alves, C.L., Sabóia, A.M., Martins, E.G., Stropper, J.L., 2010. Geologia e Recursos Minerais das Folhas São José do Xingu SC.22-Y-A e Rio Comandante Fontoura SC.22-Y-B. vol. 1. CPRM/SICME-MT, Programa de Geologia do Brasil (Projeto noroeste de Mato Grosso, escala 1:250.000). Goiânia, pp. 120.
- Alves, C.L., Sabóia, A.M., Scandolara, J.E., Ribeiro, P.S.E., Martins, E.G., 2013. Magmatismo Tipo A-2 Colíder-Pium no SE do Cráton Amazônico, Província Rondônia-Jurueña - MT: litoquímica e geocronologia. In: Wankler F. L., Holanda E. C., Vasquez M. L. (ed.). Contribuições à geologia da Amazônia, 8. Belém, SBG Núcleo Norte, 26-44.
- Alves, C.L., Rizzotto, G.J., Rios, F.S., Gonçalves, G.F., 2019. Áreas de Relevante Interesse Mineral: Projeto Evolução Crustal e Metalogenia da Província Mineral Jurueña-Teles-Pires. Brasília: CPRM. Serviço Geológico do Brasil.
- Alves, C. L., Rizzotto, G. J., Rios, F. S., and Barros, M.A.D.S.A. 2020. The Orosirian Cuiú-Cuiú magmatic arc in Peixoto de Azevedo domain, Southern of Amazonian craton. *Journal of South American Earth Sciences*, 102, 102648.
- Andrews, G.D.M., Branney, M.J., Bonnicksen, B., McCurry, M., 2008. Rhyolitic ignimbrites in the Rogerson Graben, southern Snake River Plain volcanic province: volcanic stratigraphy, eruption history and basin evolution. *Bull. Volcanol.* 70, 269–291.
- Assis R.R., Xavier R.P., Creaser R.A. 2017. Linking the timing of disseminated granite hosted gold-rich deposits to paleoproterozoic felsic magmatism at Alta Floresta Gold Province, Amazon Craton, Brazil: insights from pyrite and molybdenite Re-Os geochronology. *Econ. Geol.*, **112**: 1937–1957
- Assis, R.R., 2015. Depósitos auríferos associados ao magmatismo félsico da província de Alta Floresta (MT), cráton amazônico: idade das mineralizações, geoquímica e fonte dos fluidos. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.

- Barbarin, B., 1999. A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. *Lithos* 46 (3), 605–626.
- Barbosa, N.A., 2020. Vulcanismo Orosiriano no Norte de Roraima, Cráton Amazônico. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 109 p.
- Barros M.A.S.A, Chemale-Jr F., Nardi L.V.S., Lima E.F. 2009. Paleoproterozoic bimodal post-collisional magmatism in the southwestern Amazonian Craton, Mato Grosso, Brazil: Geochemistry and isotopic evidence. *Journal of South American Earth Sciences*, **27**(1):11–23.
- Barros, M.A.S., Paes de Barros, A.J., Santos, J.O.S., Rocha, M.L.B.P., 2015. Extension of the Tapajós domains to the Alta Floresta gold province: evidence from U-Pb shrimp ages of the nhandu intrusive suite at 1962 and 1967 Ma. In: 14º Simpósio de Geologia da Amazônia. Marabá- PA, Anais. CD-ROM.
- Bini, E.G., Barros, M.A.S., Pierosan, R., Santos, J.O.S., 2015. Petrography and geochronology of felsic volcanic rocks at the eastern portion of Serra do Cachimbo, southcentral Amazonian Craton, Brazil. In: 6º Simpósio de Vulcanismo e Ambientes. São Paulo-SP, Anais. CD-ROM.
- Biondi, J.C. 2009. Condições de gênese do depósito de Au-Cu(Bi) Pombo (Terra Nova do Norte-MT) estimadas com microtermometria de inclusões fluidas e termometria de clorita. *Revista Brasileira de Geociências*, **39**, 213-219. DOI: 10.25249/0375-7536.2009392213229
- Biondi, J.C., Franke, N.D., Carvalho, P.R.S. and Villanova, S.N. 2007. Caracterização ótica e química dos minerais das zonas de alteração hipogênica do depósito de Au-Cu (Bi) Pombo, Terra Nova do Norte (MT). *Revista Brasileira de Geociências*, **37**, 352-373. DOI: 10.25249/0375-7536.2007373352373
- Biondi, J.C., Franke, N.D., Carvalho, P.R.S. and Villanova, S.N. 2006. Mineralogia e química do minério de Au-Cu (Bi) do depósito Pombo (Terra Nova do Norte - MT). *Revista Brasileira de Geociências*, **36**, 603-622. DOI: 10.25249/0375-7536.2006361603622
- Bonin, B., 1990. From orogenic to anorogenic settings: evolution of granitoid suites after a major orogenesis. *Geological Journal* 25, 1–11.
- Bonin, B., 2007. A-type granites and related rocks: Evolution of a concept, problems and prospects. *Lithos* 97, 1–29.
- Boynton, W.V., 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, P. (Ed.), *Rare-earth Elements Geochemistry. Developments in Geochemistry*. Elsevier, Amsterdam, pp. 63–114.
- Branney, M.J., Kokelaar, B.P., 2002. Pyroclastic density currents and the sedimentation of ignimbrites, *Geological Society Memoir* No. 27. <https://doi.org/10.1086/427850>.
- Brito Neves, B.B., Cordani, U.G., 1991. Evolução tectônica da América do Sul durante o Proterozoico Tardio. *Precambrian Res.* [https://doi.org/10.1016/0301-9268\(91\)90004-T](https://doi.org/10.1016/0301-9268(91)90004-T).

- Brown, G. C., Thorpe, R. S., & Webb, P. C., 1984. The geochemical characteristics of granitoids in contrasting arcs and comments on magma sources. *Journal of the Geological Society*, 141(3), 413 LP – 426. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.141.3.0413>
- Bryan, S.E., Ferrari, L., Reiners, P.W., Allen, C.M., Petrone, C.M., Ramos-rosique, A., Campbell, I.H., 2008. New insights into crustal contributions to large-volume rhyolite generation in the mid-Tertiary Sierra Madre Occidental province, Mexico, revealed by U-Pb geochronology. *Journal of Petrology*, 49, 47–77.
- Bryan, S.E., Ernst, R.E., 2008. Revised definition of large igneous provinces (LIPs): Earth-Science Reviews, v. 86, no. 1–4, p. 175–202, doi:10.1016/j.earscirev.2007.08.008.
- Bryan, S.E., Ferrari, L., 2013. Large Igneous Provinces and Silicic Large Igneous Provinces: progress in our understanding over the last 25 years. *Geol. Soc. Am. Bull.* 125,1053–1078.
- Bryan, S.E., Riley, T.R., Jerram, D.A., Stephens, C.J., Leat, P.T., 2002. Silicic volcanism: an undervalued component of large igneous provinces and volcanic rifted margins. *Spec. Pap. Geol. Soc. Am.* 362, 97–118. <https://doi.org/10.1130/0-8137-2362-0.97>.
- Carrasquero, S.I., Rubinstein, N.A., Gomez, A.L.R., Chiaradia, M., Fontignie, D., Valencia, V.A., 2018. New insights into petrogenesis of Miocene magmatism associated with porphyry copper deposits of the Andean Pampean flat slab, Argentina. *Geoscience Frontiers* 9 (5), 1565–1576.
- Cas, R.A.F., Wright, J. V., 1987. Volcanic Successions Modern and Ancient: a geological approach to processes, products and successions., *Volcanic Successions Modern and Ancient: a geological approach to processes, products and successions.*
- Cassini, L.V., Moyen, J. F., Juliani, C. 2020. Orosirian magmatism in the Tapajós Mineral Province (Amazonian Craton): The missing link to understand the onset of Paleoproterozoic tectonics. *Lithos*, 356, 105350.
- Castillo, P.R., Janney, P.E., Solidum, R.U., 1999. Petrology and geochemistry of Camiguin Island, southern Philippines: Insights to the source of adakites and other lavas in a complex arc setting. *Contrib. to Mineral. Petrol.* 134, 33–51. <https://doi.org/10.1007/s004100050467>
- Castro, A. 2014. The off-crust origin of granite batholiths. *Geoscience Frontiers* 5 (2014) 63–75.
- Cawood, P.A., Hawkesworth, C.J., Dhuime, B., 2013. The continental record and the generation of continental crust. *Geol. Soc. Am. Bullet.* 125 (1-2), 14–32.
- Clemens, J.D., Holloway, J.R., White, A.J.R., 1986. Origin of an A-type granite: experimental constraints. *Am Mineral* 71: 317–324.
- Cruz, R.S., Fernandes, C.M.D., Villas, R.N.N., Juliani, C., Monteiro, L.V.S., Lagler, B., Misas, C.M.E. 2016. Paleoproterozoic volcanic centers of the São Félix do Xingu region, Amazonian

- craton, Brazil: Hydrothermal alteration and metallogenetic potential. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **320**: 75-87
- Dall'Agnol, R., Teixeira, N.P., Rämö, O.T., Moura, C.A.V., Macambira, M.J.B., Oliveira, D.C., 2005. Petrogenesis of the Paleoproterozoic, rapakivi, A-type granites of the Archean Carajás Metallogenic Province, Brazil. *Lithos* 80, 101–129.
- Defant, M.J., Drummond, M.S., 1990. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere. *Nature* 347, 662–665. <https://doi.org/10.1038/347662a0>.
- Delaney, P.T., Pollard, D.D., 1982. Deformation of host rocks and flow of magma during growth of minette dikes and breccia-bearing intrusions near Ship Rock, New Mexico. *US Geological Survey Professional Paper*, **1202**, 61.
- Dezula, S.E.M., Barros, M.A.S., Pierosan, R., Santos, J.O.S., Assis, R.R., 2018. Granito Aragão — Suíte intrusiva Nhandú — um granito oxidado, tipo A2, de 1967 a 1964 Ma na Província Aurífera Alta Floresta — Cráton Amazônico. *Geologia USP - Serie Científica* 18(1):3, 03-20.
- Dhuime, B., Hawkesworth, C.J., Cawood, P.A., Storey, C.D., 2012. A change in the geodynamics of continental growth 3 billion years ago. *Science* 335:1334–1336.
- Duarte, T., Xavier, R., Rodrigues, J., 2019. A review of the geodynamic setting of the Volcanic Domain in the Juruena Magmatic Arc, southwestern Amazon Craton, Brazil, based on geochemical, U-Pb and Sm-Nd data. *J. Geol. Surv. Brazil* 2, 37–73. <https://doi.org/10.29396/jgsb.2019.v2.n1.4>
- Duarte, T.B., Rodrigues, J.B., Ribeiro, P.S.E., Scandolara, J.E. 2012. Tectonic evolution of the Juruena magmatic arc between the Aripuanã and Juruena rivers: northwest Mato Grosso State, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 42(4), 824-840. DOI: 10.5327/Z0375-75362012000400013
- Eby, G.N., 1992. Chemical subdivision of the A-type granitoids: Petrogenetic and tectonic implications. *Geology*, 20, 641-644.
- Ellis, B.S., Cordonnier, B., Rowe, M.C., Szymanowski, D., Bachmann, O., Andrews, G.D.M., 2015. Groundmass crystallization and cooling rates of lava-like ignimbrites: the Grey's Landing ignimbrite, southern Idaho, USA. *Bull. Volcanol.* 77, 87.
- Ernst, R.E., Jowitt, S.M., 2013. Large Igneous Provinces (LIPs) and metallogeny. In: Colpron, M., Bissig, T., Rusk, B.G., Thomsson, J.F.H. (Eds.), *Tectonics, Metallogeny, and Discovery: the North American Cordillera and Similar Accretionary Settings*, Society of Economic Geologists Special Publication, 17, pp. 17-5.
- Fernandes, C.M.D., Juliani, C., 2019. The tectonic controls on the Paleoproterozoic volcanism and the associated metallogeny in the South Amazonian craton, Brazil: Sr–Nd–Pb isotope

- constraints. *Precambrian Res.* 331, 105354. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2019.105354>
- Fernandes, C.M.D., Juliani, C., Monteiro, L.V.S., Lagler, B., Echeverri Misas, C.M., 2011. High-K calc-alkaline to A-type fissure-controlled volcano-plutonism of the São Félix do Xingu region, Amazonian craton, Brazil: Exclusively crustal sources or only mixed Nd model ages? *J. South Am. Earth Sci.* 32, 351–368. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.004>
- Ferron, J.M.T.M., Bastos Neto, A.C., Lima, E.F., Nardi, L.V.S., Costi, H.T., Pierosan, R., Prado, M., 2010. Petrology, geochemistry, and geochronology of Paleoproterozoic volcanic and granitic rocks (1.89-1.88 Ga) of the Pitinga Province, Amazonian Craton, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2009.05.001>
- Fisher, R.V., Schmincke, H.U., 1984. Pyroclastic rocks. *Pyroclastic rocks*. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(85\)90056-3](https://doi.org/10.1016/0040-1951(85)90056-3).
- Floribal, L.M., Bitencourt, M.F., Nardi, L.V.S., Conceição, R.V., 2009. Early post-collisional granitic and coeval mafic magmatism of medium- to high-K tholeiitic affinity within the Neoproterozoic Southern Brazilian Shear Belt. *Precambrian Research* 175, 135e14
- Fraga, L.M., Vazques, M.L., Almeida, M., Dreher, A.M., Reis, N., 2017. A influência da orogenia eo-orosiriana na formação da SLIP Uatumã, parte central do Cráton Amazônico. In: 15º Simpósio de geologia da Amazônia, 2017, Belém, Pará (*Extended Abstracts*) p. 405-408.
- Franchini, M.B., Lopez Escobar, L., Shalamuk, I.B.A., Melnert, L.D., 2003. Paleocene, calc-alkaline subvolcanic rocks from nevazon ´ hill area (NW chos malal fold belt), Neuqu´en, Argentina, and comparison with granitoids of the neuqu´en-mendoza volcanic province. *Journal of South American Earth Sciences*. 16, 399–422.
- Frost, B.R., Arculus, R.J., Barnes, C.G., Collins, W.J., Ellis, D.J., Frost, C.D., 2001. A geochemical classification of granitic rocks. *J. Petrol.* 42, 2033–2048
- Galé, M. G., 2018. Gênese das mineralizações associadas ao magmatismo ácido na região do Garimpo do Papagaio, noroeste da Província Aurífera de Alta Floresta. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Garrido, M.M., Grecco, L.E., Gonzalez, ´ M.V., Pavon Pivetta, C.M., 2018. Petrography, geochemistry and geochronology of San Jorge Porphyry Cu-Au deposit, Mendoza, Argentina. Constraints for the timing of magmatism and associated mineralization. *Acta Geol. Lilloana* 30 (1), 1–22.
- Gilbert, J.S, Lane, S.J., 1994. The origin of accretionary lapilli. *Bulletin of Volcanology*, **56**, 398–411, <https://doi.org/10.1007/BF00326465>.
- Godoy, A.M., Vieira, O.A.R.P., Silva, J.A., Araújo, L. M. B., 2018. Geologia E Litogeoquímica Do Batólito Granítico Universal - Suíte Teles Pires, Apiacás (Mt). *Geosciences = Geociências*, 37(1), 21–37. <https://doi.org/10.5016/geociencias.v37i1.12175>

- Gutiérrez, D.F.G., Juliani, C., Echeverri-Misas, C.M., Monteiro, L.V.S., 2019. Evolução de dois arcos magmáticos continentais na porção sul da província mineral do tapajós e as suas implicações metalogenéticas. IV Simpósio Brasileiro de Metalogenia, Gramado, 90-91p.
- Harris, N.W.B., Pearce, J.A., Tindle, A.G., 1986. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism. In: Coward, M.P. & Ries, A.C. (eds.) *Collision Tectonics*. Geological Society of London, Special Paper, London, 19:115-158.
- Hawkesworth, C.J., Dhuime, B., Pietranik, A.B., Cawood, P.A., Kemp, A.I.S. and Storey, C.D. 2010. The generation and evolution of the continental crust. *Journal of the Geological Society*, 167, 229–248, <https://doi.org/10.1144/0016-76492009-072>.
- 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.
- Janoušek, V., Farrow, C.M., Erban, V., 2006. Interpretação de dados geoquímicos de rochas inteiras na geoquímica ígnea: introdução do Geochemical Data Toolkit (GCDkit). *Journal of Petrology* 47(6):1255-1259
- Jiang, Y.H., Liu, Z., Jia, R.Y., Liao, S.Y., Zhou, Q., Zhao, P., 2012. Miocene potassic granite–syenite association in western Tibetan Plateau: Implications for shoshonitic and high Ba–Sr granite genesis. *Lithos*, 134: 146-162.
- Juliani, C., Carneiro, C.C., Carreiro-Araújo, S.A., Fernandes, C.M.D., Monteiro, L.V.S., Crósta, A.P., 2013. Estruturação dos arcos magmáticos paleoproterozóicos na porção sul do Cráton Amazônico: implicações geotectônicas e metalogenéticas. In: 13º Simpósio de Geologia da Amazônia, SBG –Núcleo Norte, Belém. (CD-ROM).
- Juliani, C., Bettencourt, J.S, Monteiro, L.V.S., 2005. Ash-flow caldera- and porphyry-related Paleoproterozoic gold and base metal mineralizations in the Tapajós Gold Province: potencialities and exploration guidelines. In: I Simpósio Brasileiro de Metalogenia, Gramado. *Anais do I Simpósio Brasileiro de Metalogenia*.
- Juliani, C., Fernandes, C.M.D., 2010. Well-preserved Late Paleoproterozoic volcanic centers in the São Félix do Xingu region, Amazonian Craton, Brazil. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 191, 167–179. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2010.01.016>
- Juliani, C., Fernandes, C.M.D., Monteiro, L.V.S., 2015. Características da subducção, paleoclima e eventos erosivos paleoproterozoicos (2,1–1,88 Ga) e seus efeitos na estruturação da parte sul do Cráton Amazônico. In: Gorayeb, P.S.S., Teixeira, S.G. (Eds.), *Simpósio de Geologia da Amazônia*, 14 ed. Sociedade Brasileira de Geologia –Núcleo Norte, Marabá, pp. 81.
- Juliani, C., Assis, R. R., Monteiro, L. V. S., Fernandes, C. M. D., Martins, J. E. Z. S., Costa e Costa, J. R., 2021. Gold in Paleoproterozoic (2.1 to 1.77 Ga) Continental Magmatic Arcs at the Tapajós and Juruena Mineral Provinces (Amazonian Craton, Brazil): A New Frontier for the Exploration of Epithermal–Porphyry and Related Deposits. *Minerals*, 11, 714.

- Karaoğlu, Ö. and Brown, R.J. 2016. Reconstructing the evolution to study processes related to composite volcanism of an eroded Miocene caldera volcano (Yamanlar volcano, Izmir, Turkey). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 318, 1–18, <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2016.03.007>.
- Kelly, P.M., Jones, P.D., Pengqun, J., 1996. The spatial response of the climate system to explosive volcanic eruptions. *International Journal of Climatology* 16(5), 537-550.
- King, P.L., White, A.J.R., Chappel, B.W., Allen, C.M., 1997. Characterization and origin of aluminous A-type granites from the Lachland fold belt, southeastern Australia. *J Petrol* 38: 371-391.
- Kunifoshita, A. M. U., Santos, F. H., Motta, J. G., 2021. Reconstruction of the effusive and explosive deposits of the Aruri and Salustiano formations in the Tapajós Domain, Southern Amazonian Craton, from field relationship, petrography and geochemistry. *Journal of South American Earth Sciences*, 107(January 2020). <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.103095>
- Lacerda Filho, J.V., Abreu, W. F., Valente, R. C., Oliveira, C.C., Albuquerque, M.C., 2004. *Geologia e recursos minerais do estado de Mato Grosso, Programa de Geologia do Brasil, CPRM, Cuiabá*, 220 p.
- Le Bas, J.M., Le Maitre, R.V., Streckeisen, A., Zanettin, B., 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology*, 27, 745-750.
- Lindholm, R., 1987. *A practical Approach to Sedimentology*. Unwin – Hyman, London. 276p.
- Martins, H.E.S., 2021. Litogeoquímica dos alvos João oficial e Ênio, setor leste da PMAF, Cráton amazônico: implicações para fertilidade magmática de Cu-Au. Trabalho de conclusão de curso, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 65p.
- Marques, S.N.S., Souza, V.S., Dantas, E.L., Valério, C.S., Nascimento, R.S.C., 2014, Contributions to the petrography, geochemistry and geochronology (U-Pb and Sm-Nd) of the Paleoproterozoic effusive rocks from Iricoumé Group, Amazonian Craton, Brazil: *Brazilian Journal of Geology*, v. 44, p. 121–138. doi:10.5327/Z2317-4889201400010010.
- McPhie, J., Allen, R., Doyle, M., 1993. *Volcanic Textures: a guide to interpretation of textures in volcanic rocks*. Hobart, Centre for Ore Deposits and Exploration Studies, University of Tasmania, Tasmania, 198 p.
- Mesquita, M.J., Bitencourt, M. de F., Nardi, L.S., Picanço, J., Chemale Jr., F. and Pimenta, V. de A. 2017. Rhyacian A-type tholeiitic granites in southern Brazil: Geochemistry, U–Pb zircon ages and Nd model ages. *Lithos*, 277, 92–108, <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2016.09.005>.
- Miall, A.D., 1996. *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis, and*

Petroleum Geology. Springer-Verlag, New York. 582p.

- Miguel-Jr, E., 2011. Controle Estrutural das mineralizações auríferas e idades U-Pb das rochas encaixantes ao longo do Lineamento Peru-Trairão: Província Aurífera de Alta Floresta, Mato Grosso. Dissertation, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brazil.
- Moura, M.A. 1998. O maciço granítico Matupá no depósito de ouro Serrinha (MT): petrologia, alteração hidrotermal e metalogenia. PhD thesis, Institute of Geosciences, University of Brasília, Brazil, p.294. (in Portuguese).
- Moura, M.A., Botelho, N.F., Olívio, G.R. and Kyser, T.K. 2006, Granite-related Paleoproterozoic, Serrinha gold deposit, Southern Amazonia, Brazil: hydrothermal alteration, fluid inclusion and stable isotope constraints on genesis and evolution. *Economic Geology*, 101, 585-605. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.101.3.585>
- Moreton, L.C., Martins, E.G., 2005. Geologia e Recursos Minerais de Alta Floresta. Vila Guarita. Escala 1:250.000. Brasília, Serviço Geológico do Brasil, CPRM, 68 p.
- Motta, J.G., Souza Filho, C.R. d., Carranza, E.J.M., Braitenberg, C., 2019. Archean crust and metallogenic zones in the Amazonian Craton sensed by satellite gravity data. *Sci.Rep.* 9, 2565. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39171-9>.
- Mueller, W.U., Thurston, P.C., 2004. Precambrian volcanism: an independent variable through time, in: P.G. Eriksson, W. Altermann, D.R. Nelson, W.U. Mueller, O. Catuneanu (Eds.), *The Precambrian Earth: Tempos and Events. Developments in Precambrian Geology*. vol. 12 (2004), pp. 271–358.
- Nardi, L.V., 2016. Granitoides e séries magmáticas: o estudo contextualizado dos granitoides. *Pesquisas em Geociências*, 43 (1): 85-99.
- Nardi, L.V.S. and Bitencourt, M.D.F. 2009. A-type granitoids in post-collisional settings from southernmost Brazil their classification and relationship with magmatic series. *Canadian Mineralogist*, 47, 1493–1503.
- Nardi, L.V.S., 1987. Geoquímica dos elementos terras raras nas rochas graníticas da região centro-sul do Brasil. In: M.L.L. Formoso. L.A. Hartmann and L.V.S. Nardi (Editors), *Geoquímica dos Elementos Terras Raras no Brasil*. DNPM/CPRM. Porto Alegre, R.S.
- Nardi, L.V.S., Bonin, B., 1991. Post-orogenic and non-orogenic alkaline granite associations: the Saibro Intrusive Suite. Southern Brazil. A case study. *Chem. Geol.* 92 (1/2), 197-211.
- Navarro, M.S., Tonetto, E.M., Oliveira, E.P., 2015. LA-SF-ICP-MS U-Pb zircon dating at University of Campinas, Brazil. In: *The 9TH international conference on the analysis of geological and environmental material*, poster session (P09), 1: 86.
- Novo, Y.C. 2015. Vênulas associadas à mineralização de metais base no prospecto Jaca, União do Norte, Província Aurífera de Alta Floresta-MT: assembléia mineralógica e microestruturas.

Final Undergraduation Report, Institute of Geosciences, University of Campinas, Brazil, p.82. (in Portuguese).

- Oliveira, D.S.O., Sommer, C.A., Philipp, R.P., Lima, E.F., Basei, M.A.S., Post-collisional subvolcanic rhyolites associated with the Neoproterozoic Pelotas Batholith, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 63, 84-100.
- Paes de Barros, A.J., 2007. Granitos da região de Peixoto de Azevedo – Novo Mundo e mineralizações auríferas relacionadas – Província Aurífera Alta Floresta (MT). Ph.D. thesis. Campinas. Universidade Estadual de Campinas, pp. 154.
- Paton, C., Woodhead, J.D., Hellstrom, J.C., Hergt, J.M., Greig, A., Maas, R., 2010. Improved laser ablation U-Pb zircon geochronology through robust downhole fractionation correction. *Geochem. Geophys. Geosys.* (G3) 11.
- Pearce, J.A., 1996. Sources and settings of granitic rocks. *Episodes*. <https://doi.org/10.18814/epiugs/1996/v19i4/005>.
- Pearce, J.A., Peate, D.W., 1995. Tectonic implications of the composition of volcanic arc magmas. *Annu. Rev. Earth Planet Sci.* 23, 251–285. <https://doi.org/10.1146/annurev.ea.23.050195.001343>.
- Pinho, M.A.S.B., Chemale Jr., F., Van Schmus, W.R., Pinho, F.E.C., 2003. U-Pb and Sm-Nd evidence for 1.76-1.77 Ga magmatism in the Moriru region, Mato Grosso, Brazil: implications for province boundaries in the SW Amazon Craton. *Precambrian Res.* 126, 1–25.
- Prado, E. S., De Sant’Ana Barros, M. A., De Cavalcante Pinho, F. E., Pierosan, R., 2013. Granito Terra Nova - petrologia e geocronologia: um granito tipo-A da Província Aurífera Alta Floresta - Cráton Amazônico. *Brazilian Journal of Geology*, 43(1), 101–116. <https://doi.org/10.5327/Z2317-48892013000100009>
- Rampino, M.R., Stothers, R.B., 1988, Flood basalt volcanism during the past 250 million years: *Science*, v. 241, p. 663–668, doi:10.1126/science.241.4866.663.
- Richards, J.P., Kerrich, R., 2007. Adakite-like rocks: their diverse origins and questionable role in metallogenesis. *Econ. Geol.* 102, 537–576.
- Rino, S., Komiya, T., Windley, B.F., Katayama, I., Motoki, A., Hirata, T., 2004. Major episodic increases of continental crustal growth determined from zircon ages of river sands: implications for mantle overturns in the Early Precambrian. *Phys. Earth Planet. Inter.* 146 (1-2), 369–394.
- Rios, F. S., 2019. O depósito de Au (Cu-Ag) Serrinha de Guarantã, cráton Amazônico, Brasil: um depósito aurífero não-convencional associado ao sistema pórfiro-epitermal paleoproterozóico

Juruena-Teles Pires. PhD thesis, Universidade de Brasília.

- Rizzotto, G.J., Alves, C.L., Rios, F.S., Lopes, L.L., Duarte, T.B., Gonçalves, G.F., Silva, A.B., Eberhardt, D.B., Alves, F.M., 2016. Carta Geológica Preliminar: Arim Juruena – Teles Pires, vol. 1. pp. 1 CPRM (Programa Geologia do Brasil, escala 1:300.000), Goiânia.
- Rizzotto, G.J., Alves, C.L., Rios, F.S., Barros, M.A.S., 2019a. The Western Amazonia Igneous Belt. *Journal of South American Earth Sciences*, 96(April), 102326. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102326>
- Rizzotto, G. J., Alves, C. L., Rios, F. S., Barros, M. A. S. A., 2019b. The Nova Monte Verde metamorphic core complex: Tectonic implications for the southern Amazonian craton. *Journal of South American Earth Sciences*, 91(March 2018), 154–172. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.01.003>
- Roberts, M.P., Pin, C., Clemens, J.D., Paquette, J.L., 2000. Petrogenesis of mafic to felsic plutonic rock associations: the Calc-alkaline Querigut complex, French Pyrenees. *J. Petrol.* 41 (6), 809–844. <https://doi.org/10.1093/petrology/41.6.809>.
- Rocha, M.L.B.P, Chemale Jr, F., Santos, J.O.S., Barros, M.A.D.S.A, Pinho, F.E.C., McNaughton, N.J., Costa, P.C.C. and Roberts, M. 2020. U-Th-Pb Shrimp dating of hydrothermal monazite from the Trairão Gold Deposit-Alta Floresta Gold Province (Amazon Craton). *Brazilian Journal of Geology*, 50(1), e20190063. <https://doi.org/10.1590/2317-4889202020190063>
- Rodrigues, R. 2012. Caracterização geológica e metalogenética do depósito X1: Província Aurífera de Alta Floresta, região de Matupá (MT). (Unpublished) Master thesis, Institute of Geosciences, University of Campinas, Brazil, p.70. (in Portuguese).
- Roverato, M., Giordano, D., Giovanardi, T., Juliani, C., Polo, L., 2019. The 2.0–1.88 Ga Paleoproterozoic evolution of the southern Amazonian Craton (Brazil): An interpretation inferred by lithofaciological, geochemical and geochronological data. *Gondwana Res.* 70, 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2018.12.005>
- Rubinstein, N. A., Zappettini, E. O., Gómez, A., 2021. Porphyry CU deposits in the Central Andes of Argentina: An overview. *Journal of South American Earth Sciences*, 103543.
- Santos, F.S., Pierosan, R., Barros, M.A.S., Geraldés, M.C., Lima, M.F., 2019. Petrology of the Colíder group volcanic successions in the northernmost Mato Grosso, Brazil: a contribution to the knowledge of the felsic volcanism of the Alta Floresta Gold Province. *J. South Am. Earth Sci.* 89, 10–29.
- Santos, J.O.S., Hartmann, L.A., Gaudette, H.E., Groves, D.I., Mcnaughton, N.J., Fletcher, I.R., 2000. A New Understanding of the Provinces of the Amazon Craton Based on Integration of Field Mapping and U-Pb and Sm-Nd Geochronology. *Gondwana Res.* [https://doi.org/10.1016/S1342-937X\(05\)70755-3](https://doi.org/10.1016/S1342-937X(05)70755-3)

- Santos, J.O.S., Rizzotto, G.J., Potter, P.E., McNaughton, N.J., Matos, R.S., Hartmann, L.A., Chemale, F., Quadros, M.E.S., 2008. Age and autochthonous evolution of the Sunsás Orogen in West Amazon Craton based on mapping and U-Pb geochronology. *Precambrian Res.* <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2008.06.009>
- Scandolara, J.E., Correa, R.T., Fuck, R.A., Souza, V.S., Rodrigues, J.B., Ribeiro, P.S.E., Frasca, A.A.S., Saboia, A.M., Lacerda Filho, J.V., 2017. Paleo-Mesoproterozoic arc accretion along the southwestern margin of the Amazonian craton: the Juruena accretionary orogen and possible implications for Columbia supercontinent. *J. South Am. Earth Sci.* 73, 223–247
- Schandl, E. S., Gorton, M. P., 2002. Application of high field strength elements to discriminate tectonic settings in vms environments. *Economic Geology*, 97(3), 629–642. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.97.3.629>
- Schumacher, R., Schmincke, H.U., 1995. Models for the origin of accretionary lapilli. *Bulletin of Volcanology*, 56, 626–639, <https://doi.org/10.1007/BF00301467>.
- Semken, S., 2003. Black rocks protruding up: the Navajo volcanic field. New Mexico Geological Society Guidebook, 54th Field Conference, Geology of the Zuni Plateau, 133–138.
- Shands, S.J., 1943. The eruptive rocks. John Wiley, New York, 444p.
- Simões, M.S.; Meloni, R.E.; Santos, J.O.S., 2020. Stratigraphy, depositional environments and zircon U-Pb (LA-ICP-MS) ages of the Statherian volcano-sedimentary Beneficente Group: Implications for tectonics and gold mineralization in SW of the Amazon Craton. *Precambrian Research*, 345(November 2019), 105756. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2020.105756>
- Silva, G. H., Leal, J. W. L., Montalvão, R. M. G., Bezerra, P. E. L., Pimenta, O. N. S., Tassinari, C. C. G., Fernandes, C. A. C., 1980. Geologia. In: Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC.21 Juruena: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. p. 21-116. (Levantamento de Recursos Naturais, 20)
- Silva, M.G., Abram, M.B., Frasca, A.A.S., 2008. Revisão da proposta evolutiva da Província Aurífera Juruena-Teles Pires à luz de novos dados litoquímicos e geocronológicos. In: 44º Congresso Brasileiro de Geologia. Curitiba – PR, Anais. CD-ROM.
- Silva, F.R., Barros, M.A.S., Moura, M.A., Pierosan, R., Santos, J.O.S., Oliveira, D.R.P., 2015. Petrografia, química mineral e geocronologia U-Pb dos granitos da região de Guarantã do Norte, MT: evidências de mistura de magmas. In: Simpósio de Geologia do Centro Oeste, 14.
- Souza, J.P., Frasca, A.A.S., Oliveira, C.C., 2005. Geologia e Recursos Minerais da Província Mineral de Alta Floresta. Relatório Integrado. Brasília, Serviço Geológico Brasileiro, CPRM, 164p.
- Souza, A.M.M., Faria, C.A.S., Landim, J.P.P., Leal, J.W.L., 1979. Reconhecimento geológico no

limite Pará-Mato Grosso projeto São Manuel. Brasília: CPRM. 27 p. (Geologia Básica, 6).

- Sumner, J.M., Branney, M.J., 2002. The emplacement history of a remarkable heterogeneous, chemically zoned, rheomorphic and locally lava-like ignimbrite: “TL” on Gran Canaria. *J. Volcanol. Geoth. Res.* 115 (1–2), 109–138. [https://doi.org/10.1016/S0377-0273\(01\)00311-0](https://doi.org/10.1016/S0377-0273(01)00311-0).
- Tassinari, C.C.G., Macambira, M.J.B., 1999. Províncias geocrológicas do Craton amazônico. *Episódios*. <https://doi.org/10.18814/epiugs/1999/v22i3/004>
- Tassinari, C.C.G., Macambira, M.J.B., 2004. A evolução tectônica do Cráton Amazônico, in: *Geologia Do Continente Sul-Americano: Evolução Da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*.
- Teixeira, W., Hamilton, M.A., Girardi, V.A.V., Faleiros, F.M., Ernst, R.E., 2019. U-Pb baddeleyite ages of key dyke swarms in the Amazonian Craton (Carajás/Rio Maria and Rio Apa areas): Tectonic implications for events at 1880, 1110 Ma, 535 Ma and 200 Ma. *Precambrian Res.* 329, 138–155. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2018.02.008>
- Thompson, R.N., 1982. Magmatism of the British tertiary volcanic province. *Scot. J. Geol.* 18, 49–107.
- Tokashiki, C.C., Juliani, C., Monteiro, L.V.S., Misas, C.M.E., Aguja-Bocanegra, M.A., Arrais, L.B., 2015. Eventos vulcânicos de 1,97 Ga com mineralizações de ouro epitermais low- e intermediatesulfidation na porção sul da Província Mineral do Tapajós (PA). In: Gorayeb P.S.S. & Lima A.M.M. (ed.). *Contribuição à Geologia da Amazônia*. Belém, Sociedade Brasileira de Geologia- Núcleo Norte, p. 119-138.
- Torres, M.G., Rubinstein, N., Poole, G., Hagemann, S., 2020. Adakitic signal linked to Gondwanan porphyry type deposits from the Andean Frontal Cordillera of Argentina. *Geochemistry* 80, 125634. <https://doi.org/10.1016/j.chemer.2020.125634>.
- Trevisan, V. G., Hagemann, S. G., Loucks, R. R., Xavier, R. P., Motta, J. G., Parra-Avila, L. A., Assis, R. R., 2021. Tectonic switches recorded in a Paleoproterozoic accretionary orogen in the Alta Floresta Mineral Province, southern Amazonian Craton. *Precambrian Research*, 364, 106324.
- Tucker, M.E., 2003. *Sedimentary Rocks in the Field* 3rd edition. Wiley, Chichester, 249 p. University of North Carolina at Chapel Hill, 195p.
- Ulrich, T., Heinrich, C.A., 2002. Geology and alteration geochemistry of the porphyry Cu-Au deposit at Bajo de la Alumbrera, Argentina. *Econ. Geol.* 97, 1865–1888.
- Urbina, Nilda E., 2005. Cenozoic magmatism and mineralization in the Sierras Pampeanas of san Luis, Argentina. In: *Geological Society of Nevada Symposium 2005. Window to the World, Reno, Nevada*, pp. 787–796.

- Vasquez, M.L., Rosa-Costa, L.T., Silva, C.M.G., Klein, E.L., 2008. Compartimentação tectônica. *In: Vasquez, M.L., Rosa-Costa, L.T. (organiz). Geologia e Recursos Minerais do Estado do Pará: Sistema de Informações Geográfica – SIG: texto explicativo dos mapas Geológico e Tectônico e de Recursos Minerais do Estado do Pará. Escala 1: 1.000.000: CPRM, CD-ROM (in Portuguese).*
- Vermeesch, P., 2018. IsoplotR: A free and open toolbox for geochronology. *Geoscience Frontiers*, 9(5): 1479-1493
- Vieira, D.A.S., 2019. Alterações hidrotermais associadas às rochas máfico-carbonatíticas do depósito de fosfato Serra da Capivara, região de Vila Mandi (PA), extremo sul do Cráton Amazônico. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Watson, E.B. and Harrison, T.M. 1983. Zircon saturation revisited: temperature and composition effects in a variety of crustal magma types. *Earth and Planetary Science Letters*, 64, 295–304, [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(83\)90211-X](https://doi.org/10.1016/0012-821X(83)90211-X).
- Whalen, J.B., Currie, K.L., Chappell, B.W., 1987. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to mineralogy and petrology* 95, 407–419
- Whalen, J.B., 1983. The Ackley City Batholith, southeastern Newfoundland: evidence for crystal versus liquid-state fractionation. *Geochim Cosmochim Acta* 47:1443-1457.
- Wiedenbeck, M., Alle, P., Corfu, F., Griffin, W.L., Meier, M., Oberli, F., Von Quadt, A., Roddick, J.C., Spiegel, W., 1995. Three natural zircon standards for U-Th-Pb, Lu-Hf, trace element and REE analyses. *Geostand.Newsl.* 19: 1-23.
- Williams, H., Turner, F.J., Gilbert, C.M., 1962. *Petrography: an introduction to the study of rocks in thin sections.* San Francisco: Freeman and Company. 406.
- Winchester, J.A., Floyd, P.A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chem. Geol.* 20, 325–343.

Anexo B, C e D - Dados geoquímicos de rocha total de rochas das SLIPs paleoproterozoicas do Cráton Amazônico.

Análises litoquímicas das unidades vulcano-plutônicas das SLIPs paleoproterozoicas do Cráton Amazônico. Os óxidos estão representados na forma de porcentagem em peso (%), enquanto os elementos traço e terras raras em ppm.

Ordem das tabelas com os dados litoquímicos:

Anexo B – SLIP Orocaima

Anexo C – SLIP Uatumã

Anexo D – SLIP Colíder

Anexo B: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Orocaima.

Amostra	FCI16 A (*)	FCI2A (*)	FCI6A (*)	FCI5A (*)	FCI17 A (*)	FCI9A (*)	FCI18 A (*)	FCI19 A (*)	FCI13 A (*)	FCI12 A (*)	LT-35 (#)	SS-19 (#)	SS-29 (#)	MR- 09 (#)	MR- 14 (#)	MR- 20B (#)	MR- 21B (#)	HG-55 (+)	LM- 162 ^a (+)	HG- 206 (+)	LM- 167B (+)	MF- 76B (+)
SiO ₂	74.3	74	73.5	72.5	76.6	76.2	75.2	74.8	76.2	73.5	69,74	68,53	66,3	72,04	72,93	65,8	71,16	63,55	65,82	66,42	68,48	69,2
TiO ₂	0.26	0.29	0.27	0.26	0.27	0.19	0.19	0.26	0.24	0.24	0,42	0,52	0,46	0,19	0,32	0,61	0,39	0,69	0,53	0,52	0,45	0,52
Al ₂ O ₃	12.45	12.5	12.3	12.05	12.5	12.15	12	12.45	12.4	12.25	13,84	13,53	14,22	12,85	12,15	13,92	12,55	16,22	16,14	16,09	15,75	15,22
Fe ₂ O ₃	2.28	2.62	2.26	2.48	2.28	2.18	2.16	2.29	2.31	2.28	3,29	3,56	5,27	2,9	3,38	4,95	3,71	4,32	2,88	3,37	2,38	2,49
MnO	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0,07	0,06	0,03	0,07	0,21	0,11	0,14	0,11	0,10	0,16	0,10	0,10
MgO	0.38	0.59	0.37	0.56	0.38	0.35	0.34	0.38	0.48	0.47	0,26	0,51	1,05	0,14	0,16	0,46	0,24	0,99	0,72	0,71	0,48	0,54
CaO	0.79	0.9	0.79	0.86	0.79	0.91	0.9	0.79	0.74	0.74	0,16	1,31	1,73	0,47	1,18	1,97	1,16	2,60	2,00	1,99	1,33	1,00
Na ₂ O	4.32	3.68	4.27	3.52	4.26	4.14	4.07	4.37	3.87	3.94	3,18	4,11	4,73	3,68	3,17	3,26	3,15	4,66	4,67	4,41	4,48	4,18
K ₂ O	4.38	5.29	4.33	5.07	4.32	4.55	4.48	4.39	4.81	4.82	7,22	3,09	2,87	4,1	4,26	4,38	4,33	4,05	4,23	4,70	5,29	5,46
P ₂ O ₅	0.05	0.07	0.05	0.06	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.04	0,05	0,11	0,4	0,02	0,04	0,15	0,07	0,27	0,14	0,19	0,12	0,11
LOI	0.42	0.63	0.3	0.55	0.22	0.92	0.8	0.37	0.35	0.37	0,31	0,68	1,71	0,44	0,57	0,77	0,33	2,20	2,40	1,10	0,70	0,80
TOTAL	99.73	100.69	98.54	98.02	101.75	101.71	100.27	100.25	101.54	98.74	98,55	96,02	98,77	96,9	98,38	96,39	97,21	99,66	99,63	99,66	99,56	99,61

(*) Barbosa (2020); (#) Silva et al. (2019); (+) Fraga et al. (2010).

Anexo B: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Orocaima (continuação)

Amostra	LM- 15A (+)	LM- 21A (+)	HG- 203 (+)	MF-73 (+)	HG-54 (+)	MF-90 (+)	LM- 151B (+)	LM- 73C (+)
SiO ₂	69,66	72,9	65,9	67,55	70,23	73,14	66,18	64,26
TiO ₂	0,35	0,34	0,54	0,56	0,53	0,27	0,43	0,53
Al ₂ O ₃	15,06	13,75	15,14	14,85	14,59	14,17	15,42	15,5
Fe ₂ O ₃	1,60	1,67	3,03	3,04	2,68	1,83	3,72	4,89
MnO	0,06	0,06	0,12	0,12	0,09	0,05	0,08	0,1
MgO	0,29	0,48	0,63	0,81	0,56	0,25	1,78	2,48
CaO	1,25	0,47	2,81	2,17	1,31	1,30	3,49	3,66
Na ₂ O	3,98	3,18	4,35	4,46	4,36	2,57	3,68	4,07
K ₂ O	5,87	6,02	3,81	3,85	4,48	4,62	3,98	2,75
P ₂ O ₅	0,07	0,06	0,21	0,21	0,13	0,07	0,27	0,16
LOI	1,5	0,80	3,10	1,80	0,80	1,40	0,80	1,30
TOTAL	99,69	99,72	99,65	99,78	99,76	99,68	99,83	99,72

Anexo B: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Orocaima (continuação)

Amostra	FCI16 A (*)	FCI2A (*)	FCI6A (*)	FCI5A (*)	FCI17 A (*)	FCI9A (*)	FCI18 A (*)	FCI19 A (*)	FCI13 A (*)	FCI12 A (*)	LT-35 (#)	SS-19 (#)	SS-29 (#)	MR- 09 (#)	MR- 14 (#)	MR- 20B (#)	MR- 21B (#)	HG-55 (+)	LM- 162 ^a (+)	HG- 206 (+)	LM- 167B (+)	MF- 76B (+)
Ga	21.6	20.7	26.5	20	23.9	25	23.3	21.5	22.7	21.1	17,9	18,1	18,7	17,7	19	20,1	15,3	19,10	21,10	20,80	20,70	17,70
Hf	9.7	9.4	12	9	9.9	9.3	9.7	10.3	9.4	10.1	12,69	6	3,77	8,57	10,2	8,16	8,29	8,00	9,70	11,00	15,50	11,30
Nb	19.6	18.3	25.3	17.5	18.1	16.4	16.4	17.6	16.3	16.2	14,09	11,09	6,42	4,01	6,03	3,62	2,47	17,30	16,10	18,50	21,00	20,00
Rb	163.5	199	195	193	164.5	172.5	171.5	164	184.5	184.5	231,2	135,1	52,6	159,9	180,4	150,6	127,4	98,70	126,70	133,60	148,50	155,50
Sr	110	110.5	134.5	110	108	105.5	107.5	110	97.9	99.5	66,3	234,9	1056,5	121,7	135,2	289,9	197,8	515,50	287,10	375,90	211,50	193,80
Ta	2.3	1.8	2.9	2.7	2	2.8	2.7	2	1.5	1.8	0,97	0,25	0,45	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,80	0,90	0,90	1,20	1,20
Th	14.9	12.75	18.5	13.35	14.45	14.15	13.75	14.4	13.85	14	16,3	15,8	4	16,9	21,2	16,5	16,6	10,20	11,90	11,50	15,70	11,60
U	4.49	3.84	5.43	3.96	4.53	4.13	4.11	4.48	4.06	4.06	3,88	3,59	0,72	3,56	5,55	3,67	4,26	2,90	3,00	3,20	3,20	3,50
V	23	26	27	29	22	16	13	18	20	20	8	7	49	< 1	3	7	3	63,00	24,00	38,00	8,00	14,00
Zr	68	79	69	81	69	85	86	67	79	75	602,5	242,6	138,6	261,6	345,4	258,1	290,4	322,30	379,20	420,40	647,80	408,10
Y	46.5	37.9	56.2	36.8	47.3	45	44.9	46.1	36.3	36.4	37,97	45,5	15,02	35,96	50,13	36,6	37,17	38,40	64,40	40,00	56,40	44,80
Ba	465	483	562	486	474	285	282	462	397	410	411	1396	2008	1343	1275	1273	1337	1073,0 0	1572,4 0	1099,9 0	1958,1 0	1887,8 0
La	58.3	40.1	73.9	40	56.5	53.2	52.5	54.7	32.4	32.8	109,8	57,7	38,9	59,8	65,1	53,8	55,8	59,80	67,50	62,10	91,20	58,20
Ce	117.5	88.5	148.5	87.2	112	103.5	101.5	107	70.9	75.3	204,5	98,9	74,4	98,3	117,7	95,2	99,4	3,50	2,30	1,80	2,00	3,10
Pr	12.55	9.76	15.75	9.43	13.5	12.6	12.65	13.1	8.84	9.06	22,07	10,35	8,59	11,86	14,03	11,57	11,8	14,65	16,280	14,570	21,37	14,72
Nd	51.1	39.3	63.5	39.1	50.5	47.3	47.2	50	34	35	79,2	40,4	32,7	37,5	44,9	36,1	36,5	49,90	64,20	56,90	76,20	53,90
Sm	9.09	7.34	11.55	7.13	9.36	8.87	9.09	8.77	7.04	6.9	11	6,8	5,6	6,8	8,8	7,2	7,2	9,80	12,00	9,40	13,10	8,90
Eu	0.76	0.67	0.98	0.73	0.85	0.55	0.63	0.76	0.69	0.75	1,91	1,51	1,44	1,16	1,87	1,95	1,34	1,65	2,35	1,67	1,98	1,73
Gd	8.29	6.1	9.75	6.04	8.87	8.28	8.3	8.22	6.85	6.66	8,21	6,45	3,72	5,98	7,92	6,07	6,09	7,14	9,61	6,95	9,54	7,34
Tb	1.28	1.05	1.51	1.07	1.34	1.35	1.31	1.31	1.06	1.05	1,15	0,96	0,52	1,04	1,3	0,99	1,05	1,24	1,80	1,22	1,66	1,31
Dy	8.04	6.6	9.88	6.66	8.32	7.87	8.14	8.42	6.69	6.91	6,14	5,87	2,55	5,22	7,33	5,6	5,36	6,84	10,04	6,71	9,10	7,26
Ho	1.72	1.38	2.05	1.35	1.66	1.64	1.67	1.72	1.41	1.45	1,22	1,24	0,46	1,14	1,61	1,22	1,24	1,35	1,99	1,37	1,89	1,43
Er	5.15	3.86	5.67	4.03	4.63	4.8	4.7	4.87	4.22	3.87	3,66	3,86	1,49	3,15	4,35	3,51	3,39	4,03	5,41	3,79	5,67	4,44
Tm	0.76	0.6	0.85	0.61	0.74	0.77	0.7	0.71	0.61	0.64	0,55	0,54	0,6	0,56	0,69	0,55	0,54	0,59	0,84	0,61	0,85	0,73
Yb	4.69	4.32	5.97	4.13	4.24	4.23	4.32	4.53	4.01	3.99	3,7	3,4	1,3	3,2	4,2	3,3	3,1	3,88	5,23	3,96	5,69	4,26
Lu	0.71	0.59	0.85	0.56	0.64	0.68	0.73	0.7	0.65	0.61	0,59	0,52	0,21	0,57	0,69	0,54	0,55	0,65	0,79	0,59	0,87	0,74

Anexo B: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Orocaima (continuação)

Amostra	LM-15A (+)	LM-21A (+)	HG-203 (+)	MF-73 (+)	HG-54 (+)	MF-90 (+)	LM-151B (+)	LM-73C (+)
Ga	18,70	12,50	16,90	19,10	17,70	15,70	15,30	20,30
Hf	11,20	8,40	6,70	9,80	9,70	7,70	6,90	4,50
Nb	19,90	20,70	11,50	16,00	17,00	12,40	9,50	9,60
Rb	180,20	168,80	100,80	98,60	121,40	162,00	126,80	105,10
Sr	131,90	134,20	331,10	360,40	225,50	186,80	451,00	569,60
Ta	1,20	1,40	0,70	1,00	1,10	1,00	0,80	0,70
Th	16,90	18,70	7,80	10,40	11,10	12,80	16,60	6,40
U	4,30	5,30	2,10	2,80	3,30	3,50	5,40	2,40
V	9,00	13,00	15,00	28,00	23,00	10,00	65,00	95,00
Zr	394,90	285,70	256,20	350,30	368,60	269,80	275,10	152,60
Y	45,40	51,70	44,50	40,80	44,10	28,80	34,50	16,80
Ba	1299,90	992,70	1519,60	1628,70	1573,00	1447,50	1029,60	1002,30
La	82,70	79,40	51,40	45,30	57,20	44,80	61,20	22,70
Ce	4,00	1,70	3,20	2,20	3,70	6,50	4,10	2,80
Pr	18,27	17,87	11,56	12,05	13,91	10,11	11,21	5,20
Nd	67,00	64,90	47,10	45,70	46,40	35,30	37,60	18,70
Sm	10,40	11,20	8,20	7,80	9,30	6,20	5,60	4,10
Eu	1,57	1,49	1,83	1,66	1,71	1,22	0,99	0,85
Gd	7,67	8,44	7,39	6,58	6,68	5,27	3,99	3,02
Tb	1,31	1,44	1,26	1,22	1,31	0,83	0,67	0,57
Dy	7,82	8,89	7,23	6,55	7,81	4,21	3,41	2,8
Ho	1,55	1,76	1,46	1,31	1,58	0,94	0,71	0,52
Er	4,40	4,88	4,08	3,88	4,56	2,89	2,01	1,51
Tm	0,71	0,73	0,54	0,69	0,74	0,39	0,27	0,24
Yb	4,97	4,97	3,82	3,78	4,54	2,8	1,83	1,56
Lu	0,77	0,73	0,57	0,66	0,73	0,44	0,27	0,23

Anexo C: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Uatumã.

Amostra	BC-PT-08 (-)	BC-PT-09 (-)	BC-PT-12 (-)	BC-PT-16 (-)	BC-PT-17 (-)	176(*)	173(*)	179(*)	101(*)	79(*)	156B (*)	183A (*)	184(*)	178B (*)	CO-67(*)	180(*)	84A(*) ()	39B(*) ()	NP26 9a (**)	Np380 b(**)	Np411 c (**)	NP-080C (**)
SiO ₂	74.61	74.08	72.36	76.66	73.08	75.93	75.58	72.53	72.22	71.8	71.59	71.25	70.99	70.86	70.81	69.73	68.15	65.32	68.78	72.2	66.36	70.8
TiO ₂	0.17	0.205	0.37	0.161	0.201	0.2	0.2	0.37	0.32	0.34	0.36	0.41	0.37	0.39	0.4	0.44	0.48	0.86	0.32	0.35	0.72	0.4
Al ₂ O ₃	13.02	13.04	13.3	12.74	12.92	12.72	12.97	14.45	14.29	14.17	14.28	14.66	14.55	14.63	14.77	15.3	15.44	16.62	15.37	14.24	15.57	14.52
FeO	1.8	1.86	2.32	1.75	1.81	0.87	1.1	1.86	1.49	1.57	1.54	1.74	1.94	1.74	1.7	2.26	2.25	3.63	1.81	1.48	3.64	1.59
MnO	0.036	0.032	0.076	0.023	0.031	0.06	0.07	0.09	0.04	0.04	0.04	0.09	0.08	0.07	0.09	0.09	0.09	0.09	0.02	0.05	0.07	0.07
MgO	0.16	0.16	0.43	1.22	0.19	0.16	0.19	0.3	0.25	0.32	0.19	0.24	0.3	0.29	0.35	0.36	0.54	0.51	0.25	0.29	0.9	0.31
CaO	0.95	0.9	1.06	0.03	0.92	0.34	0.72	0.65	0.59	1.04	0.5	0.56	0.68	0.88	0.91	0.88	0.98	2.07	0.15	0.94	1.49	0.63
Na ₂ O	3.67	3.36	3.64	0.09	3.97	3.46	3.21	4.38	4.12	3.75	3.63	4.54	4.97	4.7	4.42	4.49	4.56	4.99	2.8	4.31	4.57	4.07
K ₂ O	5.05	5.36	5.3	4.25	5.23	5.11	5.18	5.56	5.6	5.73	5.6	5.57	4.87	5.11	5.71	5.64	5.63	3.88	6	5.32	3.73	5.77
P ₂ O ₅	0.032	0.051	0.104	0.027	0.049	0.01	0.02	0.06	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09	0.22	0.06	0.05	0.22	0.06
LOI	0.62	0.7	0.75	2.8	1.35	0.88	1.49	0.85	0.82	0.99	1.28	0.81	1.07	1.28	1.03	1	1.34	1.5	3.51	0.32	1.3	1.48
TOTAL	100.11	99.74	99.71	99.75	99.75	99.79	100.78	101.19	99.94	99.88	99.19	100.01	100.16	100.22	100.51	100.28	99.82	99.87	99.07	99.55	98.57	99.7

(-) Kunifoshita et al., (2021); (*) Roverato et al. (2016); (**) Roverato et al. (2019); (#) Barreto et al. (2014); (+) Lagler et al. (2019)

Anexo C: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Uatumã (continuação).

Amostra	NP-123 (**)	NP-159B (**)	NP-175A (**)	NP-093 (**)	NP-094 (**)	NP272a (**)	Np393A (**)	Np405 (**)	Np406 (**)	NP-039B (**)	NP-073 (**)	NP-114 (**)	NP-121 (**)	NP-175B (**)	NP-182C (**)	LT-20(#)	LT-21(#)	LT-22(#)	LT-25(#)	LT-07B(#)	LT-13(#)	271 (+)
SiO ₂	72.8	65.48	73.86	60.36	62.46	62.46	76.57	73.67	69.79	65.32	72.92	63.8	75.09	75.03	74.44	73.48	73.51	72.82	72.43	71.51	77.33	51
TiO ₂	0.31	0.58	0.24	0.81	0.89	0.89	0.09	0.33	0.45	0.86	0.31	0.74	0.27	0.22	0.22	0.13	0.19	0.22	0.4	0.28	0.15	1.24
Al ₂ O ₃	13.59	18.22	13.4	15.42	16.36	16.36	11.93	13.09	14.72	16.61	13.84	17.99	13.16	13.46	13.5	14.6	13.58	13.71	14.3	14.5	12.11	14.69
FeO	1.64	2.86	1.1	5.7	4.97	4.97	1.16	1.33	1.78	3.27	1.29	3.3	1.01	0.96	1.23	1.8	2.08	2.05	1.77	2	1.14	11.63
MnO	0.06	0.04	0.07	0.11	0.09	0.09	0.03	0.05	0.05	0.09	0.04	0.05	0.03	0.09	0.02	0.06	0.06	0.05	0.05	0.07	0.04	0.21
MgO	0.37	1.1	0.11	3.24	1.68	1.68	0.01	0.26	0.3	0.51	0.28	0.7	0.1	0.19	0.14	0.12	0.15	0.14	0.23	0.51	0.22	5.05
CaO	1.29	0.14	0.5	4.59	3.03	3.03	0.14	0.53	0.76	2.07	0.89	1.54	0.15	0.42	0.04	0.53	0.53	0.62	0.46	0.68	0.76	7.51
Na ₂ O	2.28	2.14	3.78	2.79	3.11	3.11	4.39	2.25	3.87	4.99	3.61	5.02	3.78	3.69	3.56	4.51	3.5	4.4	4.74	4.66	3.7	3.64
K ₂ O	5.04	6.06	5.41	4.67	5.86	5.86	3.95	7.13	5.57	3.88	5.71	5.51	5.19	5.39	4.92	3.95	5.54	4.47	4.81	4.62	3.75	2.38
P ₂ O ₅	0.06	0.1	0.02	0.35	0.39	0.39	0	0.03	0.07	0.22	0.04	0.22	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.04	0.05	0.06	0.04	0.42
LOI	2.59	3.42	1.15	1.37	0.64	0.64	0.58	0.55	1.26	1.5	0.75	1.45	0.95	0.83	2.09	0.6	0.5	1.2	0.5	0.9	0.7	2.24
TOTAL	100.03	100.14	99.64	99.43	99.48	99.48	98.85	99.22	98.62	99.32	99.58	100.32	99.76	100.3	100.18	99.81	99.66	99.72	99.74	99.79	99.94	100.0 1

Anexo C: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Uatumã (continuação).

Amostra	332 (+)	167a (+)	109 (+)	126 (+)	167b (+)	78 (+)	26 (+)	277 (+)	65 (+)	195 (+)	371 (+)	844b (+)	842 (+)	438b (+)	538 (+)	20 (+)	535 (+)	694a (+)	04a (+)	459 (+)	276 (+)	409 (+)
SiO ₂	51.93	55.78	56.1	56.81	57.01	57.59	54.09	54.9	59.66	55.58	59.1	66.8	74.6	64.6	69.13	71.5	73	73.7	73.89	73.41	74.68	75
TiO ₂	1.15	0.59	0.51	0.77	0.59	0.51	0.85	2.69	0.69	0.64	0.62	0.91	0.11	1.2	0.46	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.26	0.21
Al ₂ O ₃	14.33	16.26	15.64	16.24	16.53	16.44	16.39	11.71	16	16.51	15.29	14.77	11.99	12.63	13.03	12.82	12.38	12.42	11.39	12.09	11.82	11.32
FeO	10.12	7.43	6.12	7.72	7.55	6.32	8.35	13.22	5.69	7.63	5.39	4.42	1.45	7.51	3.71	2.54	2.36	2.71	2.69	3.12	2.26	2.35
MnO	0.17	0.13	0.11	0.12	0.14	0.12	0.12	0.14	0.1	0.12	0.09	0.12	0.06	0.12	0.09	0.12	0.04	0.03	0.05	0.03	0.01	0.03
MgO	6.04	3.91	5.54	3.22	3.96	3.21	4.34	1.92	2.58	3.73	3.78	0.48	0.09	0.93	0.57	0.18	0.21	0.48	0.13	0.22	0.11	0.23
CaO	7.97	6.93	6.15	5.96	6.71	5.55	6.19	5.8	4.68	4.95	3.2	1.34	1.66	2.39	2.29	1.3	1.93	0.39	1.14	0.07	0.3	0.5
Na ₂ O	3.55	2.9	3.3	3.05	3	2.86	3.7	1.96	3.51	4.46	3.55	3.74	1.54	2.31	1.32	2.31	2.12	3.18	2.48	2.02	1.2	1.73
K ₂ O	1.39	2.19	2.62	2.95	2.54	2.74	2.68	3.26	3.82	2.32	5.4	4.9	6.03	5.06	6.37	6.65	5.67	4.82	5.32	5.61	7.39	6.54
P ₂ O ₅	0.41	0.25	0.25	0.32	0.24	0.26	0.26	1.57	0.34	0.27	0.28	0.2	< 0.01	0.65	0.11	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03	0.04	0.03
LOI	2.15	1.49	2.21	2.01	1.35	2.16	1.74	2.16	2.07	2.17	2.2	1.69	2.01	2	1.54	0.9	1.27	1.56	1.63	1.82	1.63	1.4
TOTAL L	99.21	97.86	98.55	99.17	99.62	97.76	98.71	99.33	99.14	98.38	98.9	99.37	99.54	99.4	98.62	98.63	99.27	99.56	99	98.65	99.7	99.34

Anexo C: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Uatumã (continuação).

Amostra	BC-PT-08 (x)	BC-PT-09 (x)	BC-PT-12 (x)	BC-PT-16 (y)	BC-PT-17 (y)	NP2 69a (**)	Np38 0b(*) (*)	Np41 1c (**)	NP-080C (**)	NP-123 (**)	NP-159B (**)	NP-175A (**)	NP-093 (**)	NP-094 (**)	NP2 72a (**)	Np39 3A (**)	Np40 5 (**)	Np40 6 (**)	NP-039B (**)	NP-073 (**)	NP-114 (**)	NP-121 (**)	NP-175B (**)	NP-182C (**)
Ba	315	514	637	470	712	945	1425	1536	1813	898	1202	477	1362	2063	1363	75	1634	1965	1615	534	1918	583	413	569
Cr	4.5	13.6	7.6	26.8	11.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	1.9	3.8	2.5	2.1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ga	16.4	19.3	18.8	6.3	16.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nb	12.3	16.4	17	4.7	16.8	15	14	12	13	13	18	13	7.3	11	12	23	14	15	9.2	14	12	17	14	13
Ni	3.4	2.9	2	<2	4.3	2.5	0.5	0.5	0.7	0.6	2.8	0.5	19	0.5	0.6	1.1	0.4	2.4	2.2	3.6	1.9	0.6	0.7	1.3
Pb	23.7	28.8	29.2	14.9	23.6	6.3	13	7.3	73	28	4.5	16	4	6.9	46	36	10	11	10	19	8.6	16	9.2	2.7
Rb	187	194	203	60	200	194	179	121	144	230	273	156	116	169	105	196	232	194	96	200	153	190	158	133
Sr	9.4	76	80	26.1	73	188	209	557	124	172	127	54	614	620	321	33	204	229	552	193	377	91	63	32
Th	24.6	22.5	24.7	5.7	18.8	21	19	13	17	22	21	17	6.1	11	13	30	20	17	12	24	14	23	17	17
V	12.2	<5	6.5	8.2	15.8	11	11	34	17	28	38	-	112	59	11	-	8	<8	55	14	83	18	<8	<8
Y	23.1	40	38	6.1	35	15	22	23	22	37	35	27	16	23	21	37	23	22	20	18	26	34	24	18
Zn	54	46	47	18.6	63	33	45	71	50	33	55	20	55	73	55	33	30	38	49	21	48	18	28	8
Zr	133	211	255	101	284	241	277	245	371	224	401	223	174	257	279	181	272	336	228	246	265	245	191	189

Anexo C: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Uatumã (continuação).

Amostra	LT- 20(#)	LT- 21(#)	LT- 22(#)	LT- 25(#)	LT- 07B(#)	LT- 13(#)	271 (+)	332 (+)	167a (+)	109 (+)	126 (+)	167b (+)	78 (+)	26 (+)	277 (+)	65 (+)	195 (+)	371 (+)	844b (+)	842 (+)	438b (+)	538 (+)	20 (+)	535 (+)
Ba	1348	2365	2268	1156	842	258	1333	701	1307	1208	1194	1319	1663	1027	2414	1442	2046	1931	3399	1989	2049	1700	1173	1035
Cr	-	-	-	-	-	-	-	250	< 20	200	< 20	140	< 20	70	-	< 20	20	140	-	-	-	-	-	-
Cu	3.1	3.5	3.7	6	7.1	5.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ga	17.3	15.4	15.2	11.9	18	11.2	18.4	-	-	-	-	-	-	-	21.5	-	-	-	18.8	20.6	20.6	-	18.3	21
Nb	10.3	11.5	11.2	14.2	17	15.5	9.3	8	4	2.8	6	4.2	4.2	5.2	21.8	7.4	4.2	8.8	14.5	37.7	21.4	15	18.8	15.8
Ni	1	1.5	0.8	1.4	3	1.5	46.5	90	30	90	30	40	< 20	< 20	3.2	30	< 20	40	0.7	0.6	1.5	-	1.3	1.8
Pb	4.1	3.8	42.7	10.7	13.9	13.1	49.6	-	-	-	-	-	-	-	9.8	-	-	-	10.9	27.4	39.3	-	222.2	30.1
Rb	131.5	173.8	138.1	129.6	136.6	149	113.7	69	46	55	71	54	64	82	72.3	98	34	158	196.4	249.8	162.6	256	249.1	191.7
Sr	121.5	100.7	125.8	182.3	254	135.5	502.1	394	755	1013	895	728	732	618	317	602	1619	967	144.7	96	150.9	101	156.9	163.4
Th	20.5	19.3	21.5	15.4	20.1	28.4	9.8	8.5	3.75	1.83	6.71	4.07	5.95	4.69	10.6	9.27	3.2	9.82	14	79.9	38.5	27.9	27.4	32.6
V	-	-	-	11	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y	26.6	24.7	33.2	27.4	34	25.2	24.8	26.6	16.4	10.7	19.5	16.7	14.7	18.6	63.1	21.5	16.8	16.6	33.9	75.5	67.3	47.6	40.1	55.8
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zr	-	-	-	-	-	-	157	162	122	97	154	127	108	131	459.5	206	122	242	386.1	127	395.8	390	380.9	277.7

Anexo C: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Uatumã (continuação).

Amostra	694a (+)	04a (+)	459 (+)	276 (+)	409 (+)	274a (+)	280a (+)	275 (+)	531 (+)	537 (+)	922 (+)	951(+)
Ba	614	1360	458	1398	1203	478	170	369	275	1369	977	1918
Cr	-	-	-	-	-	<20	-	-	-	-	-	-
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ga	20.9	-	-	-	14.9	-	-	-	23.4	20.2	18.1	17.1
Nb	16.1	26.5	19.7	15.8	18.1	49.4	37.7	43	21.2	18.8	17.2	12.5
Ni	8.4	-	-	-	1	<20	-	-	0.5	1.3	1.7	0.9
Pb	18.8	-	-	-	32.6	-	-	-	24.6	15.7	46.8	18.6
Rb	124.1	207	222	208	213.8	264	277	234	254.7	185.6	150.1	132.9
Sr	88.4	120	48	125	59.9	58	38	29	40.7	76.7	84.2	103.9
Th	25	59.3	35.1	23.6	33	60.9	68.9	65	35.7	26.2	26.7	13.6
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y	55.3	79.4	53.1	37.5	50.6	110	73.8	80.1	129.3	48.4	44.3	34.5
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zr	257.3	389	435	366	256.5	130	139	145	226	437	362.5	359.4

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder.

Amostra	AGU - 13 (+)	AGU - 15 (+)	AGU - 18 (+)	AGU - 23 (+)	AGU - 24 (+)	AGU - 32 (+)	AGU - 34 (+)	AGU - 41 (+)	AGU - 43 (+)	AGU - 48 (+)	AGU - 09 (+)	AGU - 16 (+)	AGU - 19 (+)	AGU - 20 (+)	AGU - 26 (+)	AGU - 27 (+)	AGU - 36 (+)	AGU - 37 (+)	AGU - 38 (+)	AGU - 54 (+)	DFR 33A (*)	DFR 33 (*)
SiO ₂	77.8	76.9	74.7	74.3	78.9	74.7	68.1	75.8	83.1	83.6	70.4	76	76.9	79.9	77.3	76.3	75.8	74.5	75.3	63.7	70.00	70.70
TiO ₂	0.26	0.25	0.34	0.23	0.22	0.33	0.55	0.42	0.28	0.3	0.67	0.29	0.21	0.23	0.21	0.29	0.29	0.29	0.31	0.86	4.41	0.49
Al ₂ O ₃	11.75	12.5	13.3	12.55	11.95	13.05	16.85	13.8	10.15	10.3	14.7	12.35	11.75	11.85	11.25	12.95	12.25	12.3	12.65	15.55	0.46	14.15
Fe ₂ O ₃	2.05	1.23	1.81	1.18	1.2	1.95	2.71	2.1	1.6	1.6	3.82	2.32	1.92	1.87	2.33	1.67	2.34	2.33	2.4	6.01	13.80	3.22
MnO	0.02	0.05	0.02	0.01	0.02	0.04	0.06	0.02	0.03	0.04	0.04	0.09	0.06	0.06	0.08	0.05	0.08	0.08	0.08	0.11	3.09	0.08
MgO	0.26	0.24	0.28	0.27	0.28	0.22	0.75	0.6	0.19	0.42	0.86	0.22	0.11	0.12	0.42	0.24	0.2	0.22	0.21	1.26	0.08	0.86
CaO	0.07	0.04	0.06	0.04	0.02	0.02	0.08	0.04	0.02	0.04	1.68	0.6	0.36	0.29	0.44	0.06	0.68	0.66	0.3	1.79	0.78	2.03
Na ₂ O	1.09	0.07	0.47	0.2	1.44	1.16	1.07	0.08	0.05	0.05	2.7	3.68	3.72	3.39	2.41	2.52	3.7	3.8	3.57	4.08	1.96	4.00
K ₂ O	6.21	7.41	6.53	6.46	7.21	7.51	8.42	4.08	3.2	3.48	4.52	5.11	4.99	5.11	5.57	5.32	5.06	5.04	5.26	5.7	4.00	4.41
P ₂ O ₅	0.04	0.01	0.03	<0.01	0.02	0.04	0.12	0.05	0.02	0.02	0.07	0.05	0.02	<0.01	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	0.29	0.17	0.18
LOI	1.64	1.97	2.69	2.73	1.05	1.49	2.67	3.41	1.95	2.09	1.55	0.85	0.63	0.74	1.56	1.96	0.86	0.67	0.86	2.53	0.45	0.48
TOTAL	101.25	100.71	100.32	98.02	>102.00	100.69	101.68	100.55	100.62	101.96	101.21	101.61	100.7	>102.00	101.62	101.43	101.35	99.98	101.04	101.96	98.75	100.12

(+) Dados obtidos neste trabalho; (*) Santos et al. (2019); (#) Duarte et al. (2019); (~) Trevisan et al. (2021); (!) Saar et al. (2021); (-) Alves et al. (2019)

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder.

Amostra	AGU - 13 (+)	AGU - 15 (+)	AGU - 18 (+)	AGU - 23 (+)	AGU - 24 (+)	AGU - 32 (+)	AGU - 34 (+)	AGU - 41 (+)	AGU - 43 (+)	AGU - 48 (+)	AGU - 09 (+)	AGU - 16 (+)	AGU - 19 (+)	AGU - 20 (+)	AGU - 26 (+)	AGU - 27 (+)	AGU - 36 (+)	AGU - 37 (+)	AGU - 38 (+)	AGU - 54 (+)	DFR 33A (*)	DFR 33 (*)
SiO ₂	77.8	76.9	74.7	74.3	78.9	74.7	68.1	75.8	83.1	83.6	70.4	76	76.9	79.9	77.3	76.3	75.8	74.5	75.3	63.7	70.00	70.70
TiO ₂	0.26	0.25	0.34	0.23	0.22	0.33	0.55	0.42	0.28	0.3	0.67	0.29	0.21	0.23	0.21	0.29	0.29	0.29	0.31	0.86	4.41	0.49
Al ₂ O ₃	11.75	12.5	13.3	12.55	11.95	13.05	16.85	13.8	10.15	10.3	14.7	12.35	11.75	11.85	11.25	12.95	12.25	12.3	12.65	15.55	0.46	14.15
Fe ₂ O ₃	2.05	1.23	1.81	1.18	1.2	1.95	2.71	2.1	1.6	1.6	3.82	2.32	1.92	1.87	2.33	1.67	2.34	2.33	2.4	6.01	13.80	3.22
MnO	0.02	0.05	0.02	0.01	0.02	0.04	0.06	0.02	0.03	0.04	0.04	0.09	0.06	0.06	0.08	0.05	0.08	0.08	0.08	0.11	3.09	0.08
MgO	0.26	0.24	0.28	0.27	0.28	0.22	0.75	0.6	0.19	0.42	0.86	0.22	0.11	0.12	0.42	0.24	0.2	0.22	0.21	1.26	0.08	0.86
CaO	0.07	0.04	0.06	0.04	0.02	0.02	0.08	0.04	0.02	0.04	1.68	0.6	0.36	0.29	0.44	0.06	0.68	0.66	0.3	1.79	0.78	2.03
Na ₂ O	1.09	0.07	0.47	0.2	1.44	1.16	1.07	0.08	0.05	0.05	2.7	3.68	3.72	3.39	2.41	2.52	3.7	3.8	3.57	4.08	1.96	4.00
K ₂ O	6.21	7.41	6.53	6.46	7.21	7.51	8.42	4.08	3.2	3.48	4.52	5.11	4.99	5.11	5.57	5.32	5.06	5.04	5.26	5.7	4.00	4.41
P ₂ O ₅	0.04	0.01	0.03	<0.01	0.02	0.04	0.12	0.05	0.02	0.02	0.07	0.05	0.02	<0.01	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	0.29	0.17	0.18
LOI	1.64	1.97	2.69	2.73	1.05	1.49	2.67	3.41	1.95	2.09	1.55	0.85	0.63	0.74	1.56	1.96	0.86	0.67	0.86	2.53	0.45	0.48
TOTAL	101.25	100.71	100.32	98.02	>102.00	100.69	101.68	100.55	100.62	101.96	101.21	101.61	100.7	>102.00	101.62	101.43	101.35	99.98	101.04	101.96	98.75	100.12

(+) Dados obtidos neste trabalho; (*) Santos et al. (2019); (#) Duarte et al. (2019); (~) Trevisan et al. (2021); (!) Saar et al. (2021); (-) Alves et al. (2019)

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder (continuação).

Amostra	DFR 50 (*)	FM 06 A (*)	FM08 A (*)	FM 04A (*)	DFR 31 (*)	FM 11A (*)	DFR 41 (*)	DFR 32 (*)	FM 21A (*)	DFR 58 (*)	DFR 57 (*)	GN 018A (*)	GN 030A (*)	GN 009A (*)	GN 019A (*)	GN 008A (*)	GN 016A (*)	EV 06A (*)	GN 034A (*)	GN 021A (*)	GN 035A (*)	TD-R- 178 (#)
SiO ₂	72.00	72.40	73.20	73.40	73.60	75.50	76.20	77.40	79.40	67.40	68.40	69.30	71.70	72.60	73.60	74.70	75.30	76.20	78.00	78.10	78.50	69.90
TiO ₂	0.32	0.30	0.32	0.32	0.35	0.31	0.39	0.24	0.13	0.39	0.41	0.56	0.59	0.58	0.52	0.24	0.49	0.29	0.26	0.27	0.25	0.48
Al ₂ O ₃	14.20	14.05	14.20	14.20	13.90	14.20	13.65	12.75	12.30	16.25	16.45	15.30	13.10	13.15	12.45	12.30	12.85	11.65	11.60	11.80	11.35	14.10
Fe ₂ O ₃	1.85	1.67	1.76	1.84	1.67	1.71	2.73	1.43	0.95	2.59	2.51	2.34	2.62	2.76	3.48	2.06	2.21	1.59	1.44	1.32	1.42	3.89
MnO	0.07	0.06	0.08	0.07	0.09	0.05	0.07	0.05	0.04	0.08	0.08	0.17	0.10	0.13	0.10	0.07	0.09	0.02	0.04	0.03	0.02	0.12
MgO	0.36	0.30	0.36	0.35	0.26	0.28	1.09	0.27	0.10	0.46	0.48	0.17	0.79	0.49	0.40	0.36	0.22	0.13	0.13	0.12	0.02	0.46
CaO	0.74	1.05	0.96	1.17	0.49	0.92	1.13	0.30	0.07	0.63	0.47	0.32	0.72	1.10	0.34	0.42	0.40	0.03	0.09	0.04	0.03	1.76
Na ₂ O	3.89	3.86	4.27	4.15	3.47	3.92	1.17	2.71	1.85	4.47	4.47	3.43	3.48	3.80	3.98	3.61	3.14	0.96	2.54	2.89	2.28	3.94
K ₂ O	4.88	5.36	5.16	5.08	5.11	5.24	5.95	5.22	4.95	6.25	6.49	7.64	5.48	5.41	4.35	5.01	6.12	7.56	6.24	5.34	6.26	4.57
P ₂ O ₅	0.04	0.04	0.06	0.05	0.04	0.03	0.1	0.02	0.01	0.12	0.10	0.11	0.16	0.16	0.11	0.05	0.09	0.01	0.01	0.01	0.02	0.12
LOI	1.11	1.16	0.99	0.70	1.13	1.41	1.63	1.08	1.28	1.45	1.63	0.77	1.81	0.74	1.02	0.94	0.76	1.07	0.70	1.02	0.73	-
TOTAL	98.35	99.09	100.37	100.63	98.98	102.16	102.49	100.39	99.80	98.64	99.86	99.34	98.74	100.18	99.33	98.82	100.91	98.44	100.35	99.92	100.26	99.34

(+) Dados obtidos neste trabalho; (*) Santos et al. (2019); (#) Duarte et al. (2019); (~) Trevisan et al. (2021); (!) Saar et al. (2021); (-) Alves et al. (2019)

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder (continuação).

Amostra	COL-05(2) (~)	COL-55(2) (~)	COL-14A (~)	COL-16A (~)	COL-29A (~)	BSA-02 (!)	BSA-03 (!)	BSA-04 (!)	BSA-22 (!)	BSA-23 (!)	BSA-24 (!)	BSA-26 (!)	BSA-31 (!)	BSA-32 (!)	BSA-33 (!)	BSA-34 (!)	BSA-35 (!)	BSA-36 (!)	BSA-37 (!)	BSA-38 (!)	BSA-41 (!)	BSA-42 (!)
SiO ₂	74.2	66.5	61.3	66.2	76.9	76	70.9	73	78.2	76.4	77.5	76.5	68	67.7	76.4	68.1	67.3	69.6	69	69.4	58.9	58.5
TiO ₂	0.3	0.56	0.89	0.78	0.21	0.34	0.53	0.3	0.25	0.29	0.31	0.19	0.52	0.51	0.19	0.5	0.53	0.48	0.49	0.53	1.01	0.72
Al ₂ O ₃	12.7	14.85	15.55	14.1	11.5	12.8	13.3	12.4	11	11.8	12.3	11.9	15.1	14.5	11.9	14.6	14.7	14.1	13.7	14.8	17	15.3
Fe ₂ O ₃	2.3	4.38	7.08	5	1.93	2.42	3.81	3.17	1.9	1.58	1.83	1.65	3.76	3.92	2.23	3.82	3.96	3.72	3.73	4.06	9.09	8.05
MnO	0.08	0.09	0.08	0.11	0.06	0.02	0.1	0.08	0.04	0.03	0.04	0.02	0.09	0.09	0.02	0.08	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.14
MgO	0.52	0.79	2.45	0.97	0.11	0.34	0.43	0.21	0.17	0.22	0.17	0.13	0.93	0.93	0.29	1.58	0.98	1.58	0.89	0.96	3.06	3.67
CaO	0.81	2.33	3.39	1.91	0.32	0.16	1.25	0.55	0.05	0.1	0.05	0.04	2.24	2.17	0.26	0.98	2.1	0.97	1.85	2.24	2.9	6.18
Na ₂ O	2.29	4.34	3.44	3.95	3.4	2.72	3.67	3.61	0.58	0.13	1.33	3.08	4.27	4.13	2.9	4.2	4.29	2.21	3.99	4.07	2.73	3.19
K ₂ O	5.53	4.28	2.92	4.89	5.04	5.7	5.22	5.37	7.84	7.98	6.91	5.24	4.38	4.37	5.43	4.84	4.42	6.44	4.37	4.34	4.5	2.78
P ₂ O ₅	0.02	0.08	0.27	0.32	0.01	0.05	0.11	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.2	0.19	0.01	0.21	0.22	0.21	0.19	0.23	0.28	0.24
LOI	1.82	0.79	2.16	1.88	0.39	1.3	0.54	0.84	0.92	1.43	1.25	0.71	0.78	0.6	0.72	1.42	0.86	2.64	0.78	0.54	1.69	1.06
TOTAL	100.57	98.99	99.66	100.32	99.91	100.5	99.3	98.7	100.1	98.6	100.5	98.7	99.6	98.6	99.6	98.9	98.6	99.4	98.3	100.7	99.6	98.7

(+) Dados obtidos neste trabalho; (*) Santos et al. (2019); (#) Duarte et al. (2019); (~) Trevisan et al. (2021); (!) Saar et al. (2021); (-) Alves et al. (2019)

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder (continuação).

Amostra	BSA-43 (!)	BSA-62 (!)	BSA-65 (!)	BSA-66 (!)	BSA-67 (!)	BSA-68 (!)	BSA-69 (!)	BSA-71 (!)	BSA-73 (!)	BSA-74 (!)	BSA-75 (!)	BSA-77 (!)	BSA-78 (!)	BSA-80 (!)	BSA-82 (!)	BSA-83 (!)	BSA-87 (!)	BSA-88 (!)	BSA-91 (!)	BSA-38 (!)	FS-77A (-)	FS-77D (-)
SiO ₂	58.6	72.5	69.5	74.5	62.1	74.9	70.2	74.2	72.1	75.7	71.6	70.9	71.3	70.2	65.6	70	67.7	71.1	70	69.4	62,40	64,40
TiO ₂	0.93	0.37	0.49	0.36	0.95	0.26	0.48	0.32	0.62	0.27	0.55	0.53	0.52	0.42	0.85	0.69	0.83	0.69	0.75	0.53	62,40	64,40
Al ₂ O ₃	16.2	13.2	14.3	12.8	16.1	13.2	14.9	12.6	16.2	11.9	13.3	13.5	13.9	14.5	14.8	13.5	14.3	13	15.6	14.8	16,00	16,30
Fe ₂ O ₃	7.52	3.18	3.79	2.85	6.44	2.2	3.57	2.06	3.97	2.45	4.07	4.03	3.78	3.27	5.45	3.18	5.67	3.19	4.03	4.06	5,79	4,66
MnO	0.13	0.09	0.08	0.11	0.14	0.06	0.08	0.08	0.02	0.06	0.12	0.08	0.1	0.08	0.12	0.1	0.12	0.11	0.02	0.09	0,11	0,11
MgO	2.98	0.47	0.81	0.35	1.65	0.22	0.83	0.13	1.07	0.21	0.5	0.91	0.51	0.44	1.18	0.67	1.21	0.62	0.83	0.96	1,44	1,93
CaO	6.32	1.31	1.98	0.75	3.78	0.63	2.03	0.04	0.03	0.32	1.26	0.52	1.19	1.62	1.92	2.85	3.09	3.27	0.03	2.24	3,34	3,37
Na ₂ O	3.39	3.79	3.85	2.74	4.53	3.91	3.96	3.7	0.03	2.85	3.76	2.65	3.67	4.59	4.07	2.17	2.19	2.39	0.12	4.07	5,13	4,23
K ₂ O	3.39	4.7	4.22	4.77	4.11	4.68	4.47	5.51	5.53	6.03	5.13	5.94	5.22	4.36	5.42	5.32	4.42	4.8	7.61	4.34	2,77	3,34
P ₂ O ₅	0.37	0.1	0.19	0.06	0.39	0.04	0.15	0.01	0.05	0.02	0.11	0.1	0.1	0.08	0.32	0.11	0.29	0.11	0.13	0.23	0,35	0,17
LOI	1.2	0.72	0.67	2.99	0.68	0.48	0.53	0.48	3.23	0.54	0.47	1.48	0.83	2.08	1.81	3.47	4.03	3.6	2.46	0.54	0,95	1,28
TOTAL	99.8	99.8	99.2	99.3	100.2	100.2	100.6	98.6	99.7	99.9	100.4	99.2	100.4	99.6	99.7	98.6	99.9	99.2	99.2	100.7	99,13	100,26

(+) Dados obtidos neste trabalho; (*) Santos et al. (2019); (#) Duarte et al. (2019); (~) Trevisan et al. (2021); (!) Saar et al. (2021); (-) Alves et al. (2019)

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder (continuação).

Amostra	CA-R- 201B (-)	CA-R- 189A (-)	CA- 12A (-)	GR- 213 (-)	FS- 307 (-)	GR- 215 (-)	CA-R- 212 (-)	CA-R- 168 (-)	FS- 304 (-)	FS- 162 (-)	FS- 170 (-)	FS- 157 (-)	CA-87 (-)	FS- 297 (-)	FS- 305 (-)	CA-82 (-)	FS-57 (-)	FS- 242 (-)	GG- 136 (-)	GG- 169 (-)	FS- 275 (-)	GG- 173 (-)
SiO ₂	67,40	67,50	68,60	68,70	69,30	71,10	71,20	71,40	71,40	72,30	72,40	72,50	72,70	73,10	73,20	73,20	74,00	74,20	74,40	74,80	75,00	75,30
TiO ₂	67,40	67,50	68,60	68,70	69,30	0,38	0,61	0,29	0,34	0,52	0,54	0,52	0,59	0,29	0,29	0,51	0,40	0,28	0,36	0,25	0,08	0,24
Al ₂ O ₃	15,50	14,90	14,20	14,20	14,10	13,10	13,60	14,10	14,40	13,70	14,00	13,20	13,40	13,80	14,20	12,90	13,70	13,80	13,40	12,90	12,10	11,60
Fe ₂ O ₃	3,37	4,27	4,29	3,67	4,05	3,19	3,60	2,53	2,53	2,51	2,77	2,87	3,58	2,18	2,29	2,57	2,39	2,04	2,69	1,82	1,53	1,89
MnO	0,07	0,10	0,09	0,09	0,14	0,08	0,09	0,08	0,10	0,08	0,08	0,08	0,11	0,04	0,05	0,12	0,06	0,07	0,06	0,05	0,03	0,08
MgO	0,57	1,11	0,60	0,84	1,00	0,60	0,41	0,32	0,38	0,28	0,37	0,29	0,43	0,38	0,32	0,39	0,24	0,31	0,49	0,21	0,48	0,14
CaO	1,77	2,19	1,78	1,73	1,71	1,32	0,55	0,85	0,90	0,34	0,12	0,38	0,97	0,18	0,67	1,03	0,10	0,88	0,58	0,04	0,05	0,06
Na ₂ O	4,26	4,27	2,02	3,90	3,41	3,60	3,82	3,89	4,54	3,14	3,27	3,29	3,72	2,82	4,24	3,89	3,72	4,09	3,97	1,48	1,08	3,78
K ₂ O	4,31	3,98	5,58	4,47	5,41	4,83	5,41	5,37	5,01	4,92	5,92	6,36	5,38	6,15	4,95	4,30	5,82	4,81	4,75	6,44	7,67	5,15
P ₂ O ₅	0,12	0,19	0,15	0,17	0,22	0,13	0,14	0,04	0,06	0,09	0,10	0,12	0,16	0,05	0,04	0,11	0,06	0,04	0,10	0,01	<0,01	0,02
LOI	0,49	0,33	2,51	0,30	0,79	0,06	0,35	0,43	0,28	1,13	1,04	0,48	0,37	0,76	0,72	1,35	0,46	0,36	0,61	1,27	0,66	0,10
TOTAL	98,34	99,36	100,56	98,54	100,74	98,39	99,78	99,30	99,94	99,01	100,61	100,09	101,41	99,75	100,97	100,37	100,95	100,88	101,41	99,27	98,68	98,36

(+) Dados obtidos neste trabalho; (*) Santos et al. (2019); (#) Duarte et al. (2019); (~) Trevisan et al. (2021); (!) Saar et al. (2021); (-) Alves et al. (2019)

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder (continuação).

Amostra	CA-R-162 (-)	CA-44 (-)	CA-73 (-)	FS-276 (-)	CA-74 (-)	GR-242 (-)	FS-62 (-)	CA-43A (-)	CA-R-142 (-)	CA-R-193A (-)	FS-303 (-)	CA-119 (-)	GR-232 (-)	GR-221 (-)	GR-243 (-)	GG-175 (-)	CA-R-225 (-)
SiO ₂	75,90	76,10	76,10	76,60	76,90	76,90	77,00	77,00	77,00	77,00	77,20	77,30	77,50	77,80	77,90	77,90	79,30
TiO ₂	0,20	0,26	0,21	0,14	0,23	0,26	0,26	0,26	0,24	0,22	0,26	0,13	0,26	0,25	0,23	0,21	0,13
Al ₂ O ₃	12,20	11,50	11,70	12,20	11,80	11,80	11,80	11,50	12,20	12,90	11,80	12,10	11,70	11,60	11,70	11,30	11,90
Fe ₂ O ₃	1,79	1,82	2,28	1,71	2,37	1,67	1,70	2,18	1,73	1,59	2,14	1,58	1,14	1,76	1,61	1,89	1,41
MnO	0,02	0,04	0,07	0,03	0,07	0,05	0,02	0,04	0,08	0,04	0,07	0,03	0,03	0,06	0,05	0,08	0,05
MgO	0,13	0,24	0,10	0,48	0,13	0,13	0,12	0,11	0,10	<0,1	0,18	0,10	0,52	0,12	0,11	0,13	<0,1
CaO	0,12	0,05	0,55	0,15	0,44	0,06	0,03	0,03	0,14	0,04	0,29	0,34	0,03	0,20	0,07	0,16	0,07
Na ₂ O	3,06	0,27	3,14	2,54	3,47	2,70	2,63	1,07	2,59	1,96	3,52	3,54	0,72	3,07	3,08	3,57	2,13
K ₂ O	5,39	9,13	5,27	5,52	5,14	5,38	5,93	8,06	5,69	5,70	5,18	4,96	7,99	5,42	5,19	5,04	4,37
P ₂ O ₅	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	<0,01	<0,01
LOI	0,25	0,30	0,50	0,59	0,26	0,46	0,27	0,14	0,45	1,41	0,04	0,22	0,49	0,28	0,22	0,10	0,85
TOTAL	99,08	99,73	99,97	99,96	100,85	99,42	99,78	100,41	100,22	100,86	100,69	100,31	100,40	100,57	100,17	100,38	100,21

(+) Dados obtidos neste trabalho; (*) Santos et al. (2019); (#) Duarte et al. (2019); (~) Trevisan et al. (2021); (!) Saar et al. (2021); (-) Alves et al. (2019)

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder (continuação).

Amostra	AGU - 13 (+)	AGU - 15 (+)	AGU - 18 (+)	AGU - 23 (+)	AGU - 24 (+)	AGU - 32 (+)	AGU - 34 (+)	AGU - 41 (+)	AGU - 43 (+)	AGU - 48 (+)	AGU - 09 (+)	AGU - 16 (+)	AGU - 19 (+)	AGU - 20 (+)	AGU - 26 (+)	AGU - 27 (+)	AGU - 36 (+)	AGU - 37 (+)	AGU - 38 (+)	AGU - 54 (+)	DFR 33A (*)	DFR 33 (*)
Ga	15.5	17.9	21	17.6	17.5	14.3	22.1	19.4	12.4	19.5	17.8	22.2	22.1	23	17.9	18.4	21.3	22.1	22	25.4	20.00	20.60
Hf	8.5	7.5	10.7	7.6	6.8	9.3	9.7	7.1	11	11.1	10.1	11.1	10.7	9.6	11.8	8.8	10.7	10.3	11.6	19.1	6.70	6.90
Nb	18.2	24.3	29.1	25.6	23.4	14.8	11.6	14.3	21.7	21.6	15.2	22.6	24.9	23.4	25	26.6	22.6	22.1	23.1	47.2	17.60	17.90
Rb	166.5	207	250	240	228	171	190.5	187	122	165	147	197	220	208	201	195	193	197	195	161	159.50	160.00
Sr	15.7	8.2	24.4	6.5	12.9	35.5	52.1	53.1	5.5	18.5	317	70.4	42.4	44.2	18.9	20.3	70.7	83.8	61.4	112.5	351.00	393.00
Ta	1.5	1.9	2.1	1.9	1.5	1.2	1	1.4	1.5	1.6	1.3	1.7	1.9	1.9	2.1	2	1.6	1.7	1.7	3.2	1.40	1.50
Th	18.2	23.8	29.3	26.2	23.4	17.05	14.95	14.65	25.4	23.7	17.95	21.3	23.7	22.4	23.9	26.2	21.6	20.6	21.5	41.9	25.10	24.00
U	3.16	4.86	7.19	5.55	6.13	3.42	3.55	1.94	4.52	4.54	4.92	5.15	5.8	4.41	5.57	5.16	5.03	5.09	4.83	11.55	6.62	6.22
V	<5	12	7	7	13	13	12	15	17	10	47	7	<5	<5	<5	7	7	8	9	11	41	46
Zr	326	246	391	232	216	402	485	268	384	411	429	421	378	348	430	309	427	384	442	744	233	252
Y	34	45.3	74.7	43	86	34.2	37.8	29.1	49.2	49.9	30.5	46.9	65.1	52	194	90.2	49.2	49.8	45.9	62.2	33.30	35.20
Ba	540	339	667	436	405	1430	2590	1250	231	185.5	1330	389	219	254	236	388	396	432	440	674	944	1025
La	123	60.8	214	77.3	243	107.5	188	78.1	62.3	70.4	67.3	88.1	109.5	94.3	359	323	94.3	93.6	85.9	131	60.00	62.90
Ce	211	165	182	155	181.5	93.5	255	120	140.5	139	106	165.5	184.5	195	203	192	174	169.5	174	264	119.50	121.00
Pr	20.6	13.1	45.5	17.2	53.5	21.5	38.4	13.65	16.15	16.1	13.6	17.95	22.6	19.5	53.7	50	19.8	20	18.25	30.9	12.60	13.30
Nd	69.1	44.6	156.5	52.6	173.5	77.5	139	46.3	56	57.9	49.6	65.8	78.7	68.2	189	174.5	69.3	69.9	64.9	104	45.60	47.50
Sm	10.05	7.94	23.2	8.79	26.4	10.8	17.65	7.4	10.9	10.45	8.6	11.05	12.65	11.45	28.9	22.2	11.1	11.65	10.5	17.35	7.05	7.84
Eu	1.08	0.6	2.04	0.63	1.78	2.53	4.26	1.13	0.73	0.81	1.35	0.81	0.72	0.65	1.59	1.89	0.83	0.8	0.81	2.43	1.09	1.25
Gd	6.92	7.36	16.5	7.05	17.65	8.4	11.15	5.47	9.64	9.3	6.24	8.39	10.3	8.96	28.1	17.95	9.01	8.88	8.49	13.3	6.11	6.08
Tb	1.01	1.16	2.28	1.19	2.19	1.1	1.43	0.87	1.53	1.41	0.92	1.31	1.74	1.41	3.68	2.36	1.4	1.41	1.28	1.94	0.87	0.90
Dy	5.81	7.23	12.3	6.75	12.15	6.25	7.08	5	8.7	8.32	5.13	8.1	10	8.34	19.95	13	8.38	7.92	8.03	11.1	4.91	5.16
Ho	1.17	1.51	2.4	1.29	2.27	1.22	1.37	0.97	1.64	1.8	1.01	1.64	2.15	1.76	4.41	2.61	1.7	1.8	1.6	2.1	1.04	1.12
Er	3.19	4.5	7.3	4.1	6.59	3.54	3.5	2.88	4.82	5.44	3.02	4.87	6.62	5.4	13	7.45	5.09	5.22	4.98	6.36	3.44	3.48
Tm	0.55	0.68	1.06	0.69	1.03	0.46	0.5	0.43	0.79	0.81	0.48	0.8	0.97	0.81	1.8	1.1	0.82	0.8	0.76	1.05	0.53	0.57
Yb	3.46	4.93	7.49	4.3	6.13	3.29	3.39	3.31	5.08	5.57	3.3	5.43	6.78	5.73	10.8	7.14	5.51	5.53	5.32	6.33	3.54	3.62
Lu	0.54	0.69	1.05	0.66	0.96	0.48	0.51	0.46	0.79	0.78	0.51	0.8	0.95	0.86	1.69	1.08	0.77	0.78	0.78	1.04	0.56	0.58

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder (continuação).

Amostra	DFR 50 (*)	FM 06 A (*)	FM08 A (*)	FM 04A (*)	DFR 31 (*)	FM 11A (*)	DFR 41 (*)	DFR 32 (*)	FM 21A (*)	DFR 58 (*)	DFR 57 (*)	GN 018A (*)	GN 030A (*)	GN 009A (*)	GN 019A (*)	GN 008A (*)	GN 016A (*)	EV 06A (*)	GN 034A (*)	GN 021A (*)	GN 035A (*)	TD-R- 178 (#)
Ga	20.20	21.50	21.40	20.60	20.50	21.40	17.50	19.90	22.50	21.80	22.40	24.10	22.10	22.50	19.90	23.40	21.70	19.90	20.90	21.70	19.50	17.10
Hf	9.60	8.70	8.90	8.40	8.10	9.10	5.70	6.70	6.90	10.20	10.90	12.30	10.90	11.50	11.80	9.80	11.90	11.40	9.80	10.10	9.30	13.94
Nb	14.80	16.30	15.50	23.10	16.10	15.80	14.20	18.10	35.60	28.20	24.80	19.90	17.30	18.00	18.30	23.60	18.40	22.10	25.30	24.30	22.70	14.71
Rb	124.50	139.50	137.50	131.50	169.00	137.50	178.00	175.00	285.00	225.00	232.00	269.00	152,50 0	151.00	157.50	209.00	171.50	240.00	221.00	201.00	206.00	124.30
Sr	155.00	232.00	175.00	220.00	76.40	204.00	233.00	74.80	14.30	198.50	170.00	43.70	49.70	74.00	27.70	51.60	33.40	7.80	12.30	11.90	8.20	262.30
Ta	1.10	1.20	1.10	1.50	1.10	1.10	1.20	1.30	2.40	1.80	1.60	1.50	1.20	1.40	1.40	1.70	1.30	1.60	1.80	1.80	1.70	0.78
Th	16.45	16.30	16.45	16.00	17.50	16.20	17.05	20.20	42.80	35.00	35.30	25.90	21.60	21.20	23.50	25.80	25.50	28.50	28.70	29.60	29.50	12.60
U	4.10	3.12	3.97	3.08	3.51	3.45	3.76	4.72	5.09	8.27	8.23	6.69	4.37	4.65	11.80	4.47	3.48	3.09	5.09	4.47	3.84	3.43
V	15	12	15	17	18	9	37	14	< 5	33	29	18	22	24	14	12	12	8	8	<5	9	-
Zr	371	347	359	325	319	340	199	225	150	150	443	547	458	470	486	328	510	404	330	322	307	715.50
Y	39.10	39.40	40.00	39.10	51.20	38.60	31.80	96.50	59.20	59.20	23.70	55.60	47.70	50.80	47.40	71.40	49.20	52.30	53.70	66.40	63.60	-
Ba	911	814	905	913	1880	829	936	405	33.30	33.30	494	683	1295	772	790	414	602	59.30	63.70	60.60	82.40	1783
La	87.50	81.90	82.40	82.30	78.40	79.10	52.30	72.10	137.00	137.00	102.00	130.00	92.50	99.60	106.50	100.50	116.00	75.90	85.00	116.00	91.80	85.10
Ce	172.00	160.50	160.50	163.00	138.00	156.00	104.00	128.00	136.00	136.00	178.50	236.00	184.00	193.00	204.00	191.00	216.00	142.50	122.00	110.00	136.00	148.80
Pr	19.00	17.85	18.15	18.00	15.90	17.50	11.90	14.95	26.60	26.60	19.55	26.00	19.65	20.90	21.90	21.70	23.70	17.30	19.50	23.00	21.30	15.40
Nd	70.20	67.50	65.90	67.20	60.60	65.10	42.80	60.40	80.10	80.10	66.20	97.20	70.80	76.90	82.00	77.60	86.80	61.20	70.90	84.00	76.60	70.50
Sm	10.65	10.60	10.65	10.50	9.62	10.70	7.31	11.85	11.40	11.40	9.13	14.15	11.15	12.00	12.05	13.30	13.05	10.07	12.75	14.10	13.60	11.50
Eu	1.80	1.62	1.76	1.80	1.86	1.48	1.09	1.28	0.93	0.93	1.26	2.35	2.07	2.03	2.15	0.89	1.99	0.62	0.73	0.82	0.81	2.86
Gd	8.72	8.19	8.25	8.59	8.87	8.66	6.01	13.00	7.78	7.78	6.00	11.65	9.34	9.87	9.86	11.90	9.69	9.19	10.40	12.05	11.60	11.16
Tb	1.13	1.23	1.21	1.16	1.18	1.13	0.88	2.12	1.12	1.12	0.82	1.59	1.29	1.43	1.36	1.87	1.40	1.36	1.42	1.59	1.65	1.66
Dy	6.82	6.37	6.57	6.34	7.46	6.48	5.00	12.95	7.03	7.03	4.21	8.82	7.76	8.32	7.58	10.80	8.18	8.15	8.36	9.64	9.42	9.94
Ho	1.29	1.27	1.40	1.29	1.53	1.31	1.02	2.99	1.63	1.63	0.76	1.89	1.64	1.74	1.60	2.29	1.62	1.74	1.69	1.98	2.03	2.12
Er	3.76	3.92	4.17	3.86	4.41	3.78	3.30	9.33	5.73	5.73	2.28	5.63	5.04	4.94	4.69	7.23	4.70	5.23	5.45	5.83	6.19	6.10
Tm	0.60	0.57	0.53	0.58	0.65	0.56	0.51	1.26	1.01	1.01	0.34	0.82	0.70	0.70	0.74	1.09	0.77	0.90	0.82	0.90	0.90	0.9
Yb	3.67	3.54	3.76	3.43	3.86	3.32	3.35	7.1	7.35	7.35	2.12	5.57	4.69	5.04	4.83	7.20	4.79	5.53	5.36	5.68	6.30	5.80
Lu	0.58	0.50	0.58	0.52	0.59	0.53	0.51	1.09	1.19	1.19	0.31	0.85	0.69	0.72	0.75	1.04	0.76	0.84	0.79	0.85	0.90	0.85

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder (continuação).

Amostra	MC-155A (#)	MC-162 (#)	TD-R-008 (#)	TD-R-235 (#)	MC-153 (#)	MC-156A (#)	FD-R-001 (#)	FD-R-029 (#)	TD-R-115 (#)	TD-R-123 (#)	TD-R-128 (#)	TD-R-195 (#)	TD-R-198 (#)	TD-R-208 (#)	MC-154C (#)	TD-001 (#)	TD-182 (#)	TD-216A (#)	TD-225 (#)	TD-157 (#)	COL-05(2) (~)	COL-55(2) (~)
Ga	18.50	18.80	16.90	16.40	17.90	17.20	16.50	16.90	14.80	15.00	15.70	13.80	15.20	15.70	18.40	21.80	21.60	17.10	19.50	17.90	18.3	15.6
Hf	6.97	5.77	5.29	5.00	5.92	6.86	9.37	7.29	6.82	6.22	5.43	4.74	10.66	5.65	1.69	4.83	2.63	5.67	5.59	2.00	8.8	5.8
Nb	13.44	11.53	10.97	10.85	11.67	15.08	16.24	15.34	16.36	18.19	10.85	14.01	15.95	12.05	2.31	10.34	15.23	9.85	7.43	8.48	23.3	10.8
Rb	102.00	145.00	124.00	140.50	154.00	150.00	180.20	105.50	145.30	150.60	160.10	131.70	121.30	137.10	114.00	96.70	161.90	46.10	30.60	29.10	191.5	10.8
Sr	449.00	249.00	566.90	455.10	404.00	181.00	142.40	120.00	75.50	70.50	160.00	32.60	223.50	428.80	812.00	963.60	881.80	659.60	1131.00	767.40	38.1	370
Ta	1.00	0.83	0.98	0.64	-	0.94	1.23	1.00	1.27	1.83	0.95	0.74	0.96	1.09	0.14	1.06	0.98	0.51	0.23	0.26	1.6	0.7
Th	12.40	9.70	11.20	13.90	11.50	12.40	15.20	11.00	16.60	14.60	11.90	12.50	14.60	16.00	1.40	8.40	7.60	9.80	6.50	0.4	25.7	8.38
U	3.32	2.59	3.07	3.73	3.18	2.47	3.83	2.60	5.45	3.72	4.06	4.19	3.58	3.38	0.39	1.75	4.07	2.23	1.02	0.19	6.18	1.66
V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	47
Zr	247.00	193.00	174400	188.60	225.00	227.00	301.20	289.40	182.60	180.90	173.60	170.50	445.90	175.20	292.00	178.90	99.90	223.40	226.50	95.30	325	242
Y	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	206	23.3
Ba	1188	1160	1252	942	1232	1432	1438	354	302	400	743	178	1904	887	488.00	703.00	651.00	854.00	1202.00	465.00	561	1800
La	53.00	49.30	38.20	40.80	46.70	45.30	74.40	43.80	54.20	59.60	42.20	46.80	91.60	37.40	15.30	32.60	169.60	44.50	42.50	21.40	186	37.9
Ce	115.50	93.70	73.10	87.60	89.80	94.10	133.10	90.30	105.20	100.60	85.10	77.90	149.00	80.40	31.60	64.00	64.00	103.60	99.60	36.40	222	73.4
Pr	13.31	12.22	8.42	9.97	10.16	11.06	17.86	9.87	12.32	12.33	9.94	8.04	14.82	8.99	4.51	7.32	25.85	13.10	13.20	4.28	37.6	8.42
Nd	48.00	46.10	37.00	35.90	41.30	39.20	70.30	34.60	43.70	43.80	34.50	34.10	65.00	32.60	17.90	30.20	107.60	53.50	56.70	21.80	136.5	32.6
Sm	9.50	8.30	6.80	6.30	7.10	7.40	13.50	6.40	7.90	7.70	6.60	6.30	10.30	5.60	4.00	4.40	16.60	10.20	10.70	4.30	21.7	5.51
Eu	1.62	1.52	1.45	1.29	0.31	1.04	2.71	0.54	0.49	0.64	0.97	0.48	2.15	1.24	1.13	1.25	1.92	2.18	2.81	1.54	2.45	1.94
Gd	7.55	6.85	6.51	4.88	5.97	5.79	11.97	4.86	5.88	7.63	4.69	5.77	9.03	4.59	3.37	4.47	13.62	8.00	9.15	3.86	22.1	4.9
Tb	1.15	1.03	0.71	0.73	0.37	0.84	1.78	0.82	0.93	1.10	0.71	0.99	1.34	0.66	0.46	0.48	1.97	1.03	1.16	0.55	3.07	0.68
Dy	7.27	6.50	3.92	4.04	5.57	5.59	10.21	5.21	5.90	7.21	4.61	6.50	8.01	3.59	3.04	2.15	10.95	5.36	6.15	3.14	17.75	4.45
Ho	1.48	1.26	0.73	0.79	0.6	0.95	2.14	1.08	1.25	1.79	0.97	1.42	1.64	0.72	0.62	0.36	2.02	1.01	1.14	0.62	3.79	0.82
Er	3.87	3.38	2.03	2.32	2.59	2.61	6.09	3.54	3.96	5.84	2.99	4.35	5.03	2.07	1.45	0.92	5.78	2.77	3.29	1.61	12.05	2.46
Tm	0.65	0.56	0.2	0.37	0.14	0.44	0.82	0.52	0.56	0.83	0.42	0.68	0.73	0.31	0.26	0.08	0.76	0.39	0.44	0.2	1.55	0.4
Yb	3.90	3.50	2.20	2.40	2.70	2.70	5.70	4.10	4.30	5.10	3.00	4.50	4.80	2.10	1.40	1.30	5.20	2.50	2.80	1.40	8.3	2.25
Lu	0.69	0.6	0.27	0.39	-	0.42	0.87	0.62	0.71	0.77	0.44	0.67	0.69	0.37	0.25	0.42	0.71	0.41	0.45	0.19	1.51	0.35

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder (continuação).

Amostra	COL-14A (~)	COL-16A (~)	COL-29A (~)	BSA-02 (!)	BSA-03 (!)	BSA-04 (!)	BSA-22 (!)	BSA-23 (!)	BSA-24 (!)	BSA-26 (!)	BSA-31 (!)	BSA-32 (!)	BSA-33 (!)	BSA-34 (!)	BSA-35 (!)	BSA-36 (!)	BSA-37 (!)	BSA-38 (!)	BSA-41 (!)	BSA-42 (!)	BSA-43 (!)	BSA-62 (!)
Ga	19.2	23.1	19.6	17.2	20.1	20.2	16.1	19.3	20.3	18.1	18.1	18.1	21.2	19.3	18.2	15.4	18.1	18.1	22.4	17.2	20.2	20.1
Hf	5.3	10.1	10.1	5.98	9.35	8.57	6.46	7.91	7.39	5.94	5.24	5.43	9.37	5.78	5.45	5.03	4.94	6.03	5.29	3.54	4.66	6.95
Nb	11	17	24.2	13.2	11.1	14.1	12.1	17.3	13.2	13.1	10.1	11.1	20.1	12.2	11.1	10.3	9.1	12.1	9.2	5.1	9.1	15.1
Rb	123	121.5	218	171.2	156	188	222	200	220	139	142	138	222	153	145	181	155	144	171	93	85	204
Sr	475	289	44.3	29.4	170.9	81.7	8.1	10.1	10.1	14.1	400.1	415.5	7.1	225.2	375.3	221.9	342.7	403.2	377.4	599.4	816.8	175.3
Ta	0.8	1	1.5	1.22	1.11	1.31	1.31	1.52	1.11	1.31	1.01	1.01	2.01	1.01	1.01	0.92	1.01	1.11	0.61	0.51	0.61	1.41
Th	9.34	14.8	23.6	20.1	18.2	19.9	25.3	27.5	23.8	19.9	18.4	17.8	27.1	19.4	18.5	16.7	21.2	18.7	9.8	8.6	9	26.9
U	3.36	3.66	5.8	4.66	4.42	5.04	4.84	3.35	3.04	4.94	5.24	4.63	8.96	5.58	5.35	3.9	5.95	5.83	2.64	2.12	2.02	6.45
V	138	37	<5	11.1	19.1	7.1	5	6.1	10.1	7.1	46.4	42.3	5	46.7	47.4	38	41.3	51.3	185.1	164.8	151.8	25.2
Zr	208	418	348	314.1	489.7	396.4	257.4	273	340.2	192.4	208.6	218.3	337.4	218.1	220.9	195.2	216.7	226.2	197.3	154.7	183.2	277
Y	23.2	41.7	65.2	75	45.2	50.4	57.5	49.7	67.8	40.3	32.3	28.2	66.5	31.5	32.3	27.7	31.2	27.1	21.4	21.2	21.3	38.3
Ba	633	1720	251	540	793	399	68	67	56	196	1175	1222	88	1341	1121	5882	1081	1180	860	856	1333	839
La	39.8	72.6	103.5	160.1	88.3	85.6	116.1	47.5	102.3	14.1	51.3	46.9	102.7	52.7	54.7	41.1	52	45.5	43.3	35.3	40.6	72.9
Ce	85.6	143	185.5	247.2	170	165	133	235	149	64	99	93	178	103	106	80	101	92	90	70	84	141
Pr	10.45	16.6	21.8	38.7	18.6	18.4	23.4	12.6	21.1	4.9	11.2	10.7	21.4	11.6	12	9.1	10.9	10.3	11.1	8.1	10.3	15.1
Nd	40	60.3	76.4	140.8	67	63.4	80.6	42.7	74.8	16.2	39.2	36.8	73.3	41	42	32.2	37.6	34.9	42.5	29.8	39.1	52.5
Sm	7.37	10	13.25	21.5	11.1	10.4	13.7	8.6	13.2	4.5	6.7	6.2	13.1	6.9	7.3	5.3	6.8	6.1	7.4	6	7	8.5
Eu	1.88	2.23	0.75	2.59	1.32	0.9	0.82	0.58	0.87	0.32	1.27	1.29	0.44	1.28	1.28	0.93	1.06	1.18	1.9	1.25	1.81	1.19
Gd	5.83	8.68	10.6	17.02	8.45	8.77	9.79	6.6	11.75	4.13	4.94	4.83	11.18	4.97	5.14	4.21	5.44	4.62	5.49	4.55	5.26	6.14
Tb	0.78	1.3	1.67	2.03	1.41	1.31	1.61	1.22	1.52	0.81	0.81	0.7	1.71	0.81	0.81	0.62	0.91	0.7	0.71	0.71	0.71	1.01
Dy	4.3	7.73	10.8	9.73	8.24	7.67	9.39	7.91	9.01	5.54	4.64	4.33	10.48	4.67	4.84	4.01	4.84	4.22	4.07	4.04	4.15	6.04
Ho	0.82	1.57	2.22	1.82	1.71	1.61	1.92	1.62	1.72	1.21	0.91	0.91	2.22	1.01	1.01	0.82	1.01	0.9	0.81	0.81	0.81	1.21
Er	2.45	4.15	6.94	5.37	4.83	4.84	5.65	5.18	5.67	3.93	2.82	2.82	6.45	2.84	3.03	2.57	3.02	2.61	2.24	2.22	2.13	3.63
Tm	0.34	0.68	0.97	0.76	0.73	0.73	0.89	0.81	0.81	0.63	0.44	0.42	1	0.45	0.46	0.39	0.49	0.39	0.31	0.33	0.31	0.56
Yb	1.97	4.14	6.26	5.07	4.93	4.94	5.75	5.48	5.27	4.33	3.02	2.72	6.55	3.15	3.23	2.67	3.43	2.82	2.03	2.22	2.02	3.93
Lu	0.33	0.66	0.97	0.72	0.75	0.72	0.82	0.81	0.76	0.73	0.45	0.44	1.04	0.49	0.49	0.42	0.52	0.45	0.31	0.33	0.31	0.64

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder (continuação).

Amostra	BSA-65 (!)	BSA-66 (!)	BSA-67 (!)	BSA-68 (!)	BSA-69 (!)	BSA-71 (!)	BSA-73 (!)	BSA-74 (!)	BSA-75 (!)	BSA-77 (!)	BSA-78 (!)	BSA-80 (!)	BSA-82 (!)	BSA-83 (!)	BSA-87 (!)	BSA-88 (!)	BSA-91 (!)	FS-77A (-)	FS-77A (-)	FS-77A (-)	FS-77A (-)	FS-77A (-)
Ga	19.1	21.7	21.1	18.1	20.1	23.1	23.8	21.1	21.1	21.3	22.2	18.4	21.4	16.6	20.8	16.6	21.5	20,40	19,90	18,50	18,40	18,90
Hf	5.54	8.87	7.05	4.52	5.43	8.54	7.65	8.24	10.05	10.46	10.69	5.41	7.84	6.63	8.02	7.16	8.51	6,42	2,93	6,68	5,87	8,12
Nb	13.1	12.4	13.1	13.1	12.1	16.1	12.4	15.1	14.1	15.2	15.1	9.2	13.2	11.4	12.5	13.5	15.4	11,55	3,39	10,82	12,89	14,91
Rb	165	178	103	187	168	191	334	201	167	188	164	121	136	137	141	131	205	59,50	84,60	114,1 0	115,5 0	147,0 0
Sr	372.5	126.8	384.6	94.5	398.1	7	31	48.3	172.8	33.5	174.4	186.9	149.7	78.8	175.1	79.9	69.7	603,5 0	459,0 0	273,5 0	390,0 0	76,20
Ta	1.21	1.03	0.91	1.11	1.11	1.61	0.93	1.51	1.11	1.22	1.21	0.82	0.92	0.93	0.94	1.04	1.13	0,69	0,38	1,00	0,84	0,81
Th	18.5	17.4	12.3	17.3	18.6	26.7	14	22.4	16.4	17.2	16.5	13.9	14.3	11.3	14.3	11.7	13.5	8,10	2,30	13,50	15,60	12,00
U	3.83	3.2	3.02	4.02	5.23	5.53	4.65	5.83	3.52	3.76	3.53	3.17	3.36	3.63	3.54	4.05	2.05	2,21	0,90	3,85	4,38	3,15
V	38.3	16.5	69.5	11.1	39.2	7	15.5	6	21.1	19.3	17.1	16.3	38.7	19.7	34.4	20.8	12.3	62,00	62,00	29,00	37,00	11,00
Zr	222.5	367.1	334.3	178.9	216.1	361.8	339	373	482.3	487.3	501.1	250.2	402.3	327.5	388.7	335.2	411.2	264,9 0	119,1 0	261,8 0	219,9 0	341,9 0
Y	28.2	48.5	49.3	34.2	32.2	57.3	42.4	59.3	45.2	47.7	45.4	28.6	43.8	42.5	41.7	43.6	110.7	22,58	8,79	25,66	27,31	34,83
Ba	1121	522	1445	621	1281	43	408	326	846	615	870	1740	1389	2662	1121	2312	2572	1105, 00	572,0 0	1751, 00	1091, 00	1923, 00
La	45.5	72.6	80.8	48.4	54.5	105.5	92.7	105.6	87.3	86	87	64.9	73.3	54.3	76	55	108.7	53,50	17,90	51,50	47,30	58,90
Ce	89	148	161	99	108	160	147	174	171	160	170	118	145	109	149	110	164	106,0 0	37,60	102,8 0	92,80	124,9 0
Pr	9.9	16.4	18.2	10.8	11.8	24.6	19.3	21.9	19.3	18.5	19.1	13.4	16.2	12.5	16.7	12.8	27.5	12,36	4,48	11,57	10,25	14,65
Nd	34.8	56.8	68.8	37.4	41.5	86.2	66.4	75.3	70	68.2	68.5	48.5	60.3	47.6	62.5	49.2	107.7	48,60	17,80	44,00	38,10	51,40
Sm	6.3	10.4	12	6.6	7.2	15.6	10.9	12.3	12.1	11.8	11.8	8.2	10.3	8.9	10.6	9.4	19.3	8,50	3,30	7,60	7,10	9,60
Eu	1.25	1.24	2.4	0.86	1.34	0.92	2.02	0.86	1.56	1.46	1.57	1.69	2.17	2.35	2.25	2.52	4.68	1,97	1,02	1,76	1,24	2,32
Gd	4.93	8.35	9.77	5.12	5.63	10.85	7.96	9.55	9.04	9.44	8.77	5.82	8.15	8.08	7.92	8.51	17.74	6,63	2,79	6,37	5,83	8,36
Tb	0.81	1.34	1.31	0.8	0.8	1.61	1.24	1.41	1.41	1.42	1.31	0.82	1.22	1.14	1.15	1.35	2.77	0,90	0,33	0,86	0,82	1,18
Dy	4.63	8.04	7.85	4.92	5.13	9.35	7.13	9.05	7.94	8.63	8.07	4.8	7.44	6.74	6.77	7.47	16.2	4,84	1,83	4,63	4,91	6,83
Ho	0.91	1.55	1.51	1	1.01	1.81	1.34	1.81	1.61	1.73	1.61	0.92	1.53	1.24	1.35	1.35	3.18	0,89	0,34	0,94	0,94	1,38
Er	2.62	4.85	4.53	3.22	3.02	5.43	3.82	5.53	4.62	4.87	4.84	2.66	4.28	3.84	4.17	4.05	9.33	2,50	0,93	2,57	2,84	4,07
Tm	0.4	0.76	0.65	0.5	0.46	0.82	0.59	0.83	0.69	0.71	0.69	0.41	0.63	0.56	0.59	0.58	1.27	0,36	0,13	0,40	0,44	0,57
Yb	2.72	4.95	4.43	3.42	3.12	5.63	4.24	5.63	4.62	4.87	4.64	2.86	4.28	3.84	4.17	3.84	8.2	2,30	0,90	2,70	3,00	4,00
Lu	0.47	0.8	0.69	0.55	0.51	0.91	0.66	0.86	0.74	0.81	0.75	0.46	0.68	0.58	0.66	0.59	1.24	0,32	0,11	0,41	0,44	0,59

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder (continuação).

Amostra	GR-213 (-)	FS-307 (-)	GR-215 (-)	CA-R-212 (-)	CA-R-168 (-)	FS-304 (-)	FS-162 (-)	FS-170 (-)	FS-157 (-)	CA-87 (-)	FS-297 (-)	FS-305 (-)	CA-82 (-)	FS-57 (-)	FS-242 (-)	GG-136 (-)	GG-169 (-)	FS-275 (-)	GG-173 (-)	CA-R-162 (-)	CA-44 (-)	CA-73 (-)
Ga	17,40	18,00	16,60	19,60	17,90	17,50	20,30	21,10	15,00	16,70	19,70	17,20	16,60	22,70	15,60	19,00	18,10	20,00	22,00	16,30	18,00	18,70
Hf	6,55	9,23	6,61	9,40	8,02	8,68	12,65	12,65	10,18	8,20	7,89	7,65	8,22	10,13	5,60	7,59	9,33	6,00	11,79	6,30	7,86	8,72
Nb	15,72	9,96	17,70	14,61	13,37	9,42	17,24	17,67	14,36	12,51	14,66	9,35	14,52	17,97	9,93	17,86	18,17	27,92	21,79	16,11	19,63	18,67
Rb	158,20	136,40	192,10	156,80	138,30	115,80	145,10	168,60	145,00	123,40	174,40	114,30	114,80	158,10	149,20	179,90	186,90	342,50	187,70	181,00	229,40	181,40
Sr	327,90	127,50	207,00	76,10	165,00	132,00	42,20	37,10	32,40	50,90	100,50	155,60	23,30	21,50	185,70	145,30	19,60	0,80	8,40	35,00	8,30	28,00
Ta	1,11	0,49	1,33	1,00	0,80	0,74	1,11	1,12	0,86	0,43	0,49	0,51	0,57	0,33	0,77	1,16	1,12	1,67	1,31	1,27	0,54	0,40
Th	23,60	16,40	28,40	18,70	13,90	14,20	21,40	20,30	17,00	16,60	15,10	15,20	15,40	12,60	19,60	21,40	16,40	45,20	16,90	20,40	23,10	19,50
U	6,45	3,84	7,45	4,25	3,43	2,89	4,09	4,56	3,85	3,74	2,63	3,23	3,70	2,03	4,39	4,64	2,90	8,12	3,69	4,36	3,93	4,56
V	33,00	37,00	23,00	16,00	7,00	10,00	9,00	9,00	9,00	20,00	20,00	7,00	10,00	6,00	12,00	13,00	2,00	1,00	2,00	4,00	3,00	1,00
Zr	207,90	371,70	203,50	387,90	315,10	341,10	481,10	491,20	393,00	330,10	282,60	291,40	343,90	415,20	178,40	228,40	305,20	111,10	374,70	195,60	253,70	311,90
Y	36,10	35,63	29,15	74,67	31,10	39,27	42,01	51,56	37,03	34,83	32,67	32,59	32,57	170,79	24,01	40,35	67,42	29,70	35,80	28,15	44,74	43,64
Ba	1178,00	811,00	861,00	916,00	801,00	829,00	475,00	660,00	562,00	621,00	763,00	814,00	476,00	434,00	1609,00	914,00	378,00	78,00	71,00	250,00	76,00	218,00
La	55,90	71,90	51,00	136,60	67,80	87,70	95,50	129,00	109,00	73,90	72,70	75,60	87,10	166,10	48,90	69,80	96,60	110,60	43,00	25,50	51,30	71,00
Ce	98,00	137,10	95,40	131,30	133,00	160,80	199,40	202,20	170,40	141,70	144,00	138,20	159,70	120,40	87,80	135,80	173,80	73,70	78,30	70,30	118,20	142,20
Pr	12,54	15,29	10,67	31,33	14,61	18,73	20,92	27,65	21,36	15,58	16,97	15,84	17,74	64,14	10,10	14,57	27,12	13,24	9,99	6,58	12,40	15,44
Nd	46,00	55,10	37,80	118,80	53,50	70,60	75,50	101,00	76,60	58,50	62,70	59,70	64,60	265,30	35,60	50,20	94,60	32,80	37,30	21,10	45,70	55,40
Sm	8,00	9,10	6,30	20,00	9,20	11,90	12,40	16,30	12,20	9,40	11,00	9,80	10,10	49,40	6,30	8,90	17,80	3,80	7,90	4,40	9,10	9,50
Eu	1,29	1,65	0,89	3,75	1,48	1,92	2,12	2,54	2,00	1,69	1,60	1,62	1,71	7,48	0,99	1,29	1,68	0,25	0,85	0,44	0,61	0,61
Gd	6,27	7,28	4,78	16,94	7,50	9,26	9,62	11,54	8,55	8,38	8,27	7,12	8,47	41,39	4,47	6,66	13,11	2,65	6,61	4,20	8,29	7,89
Tb	0,90	1,11	0,72	2,38	1,03	1,27	1,44	1,71	1,24	1,23	1,17	1,02	1,11	5,99	0,62	1,08	2,19	0,39	1,24	0,70	1,31	1,26
Dy	5,77	6,30	4,63	13,56	5,90	7,30	8,62	10,06	7,00	6,78	6,74	6,62	6,04	34,79	3,78	6,76	12,93	2,67	7,77	4,77	8,05	7,96
Ho	1,16	1,39	0,94	2,70	1,15	1,54	1,73	2,04	1,42	1,34	1,25	1,28	1,19	6,36	0,80	1,46	2,59	0,70	1,64	0,99	1,69	1,64
Er	3,54	4,05	2,99	7,58	3,33	4,32	5,02	5,91	4,06	4,03	3,81	3,51	3,79	17,83	2,23	4,73	7,79	2,61	5,03	3,14	5,00	5,15
Tm	0,54	0,54	0,49	1,12	0,50	0,60	0,76	0,87	0,63	0,61	0,51	0,54	0,54	2,46	0,33	0,74	1,13	0,52	0,79	0,51	0,72	0,74
Yb	3,60	4,10	3,40	7,40	3,30	3,80	4,90	5,70	4,00	3,70	3,50	3,70	3,80	15,80	2,40	4,70	7,10	4,40	5,30	3,40	5,00	5,20
Lu	0,48	0,60	0,51	1,05	0,49	0,51	0,73	0,85	0,64	0,57	0,53	0,53	0,58	2,13	0,31	0,75	1,08	0,72	0,81	0,51	0,69	0,76

Anexo D: Dados geoquímicos de rocha total de rochas da SLIP Colíder (continuação).

Amostra	FS- 276 (-)	CA- 74 (-)	GR- 242 (-)	FS-62 (-)	CA- 43A (-)	CA-R- 142 (-)	CA-R- 193A (-)	FS- 303 (-)	CA- 119 (-)	GR- 232 (-)	GR- 221 (-)	GR- 243 (-)	GG- 175 (-)	CA-R- 225 (-)
Ga	19,00	19,70	17,40	20,30	17,50	20,10	20,30	19,50	15,40	17,10	18,30	18,70	22,30	18,40
Hf	5,91	9,51	9,50	8,84	7,95	9,14	8,73	8,90	3,89	9,49	10,00	9,37	11,66	5,80
Nb	22,60	20,70	22,54	26,93	20,74	28,54	25,82	20,75	16,86	21,10	21,83	25,12	24,15	28,68
Rb	222,8 0	194,7 0	185,8 0	249,30	219,00	246,90	220,70	196,00	221,50	232,70	189,70	199,50	208,60	252,20
Sr	24,80	38,20	4,80	12,20	8,70	18,30	15,50	12,70	13,70	8,10	9,00	3,20	4,30	10,80
Ta	1,39	0,90	1,47	0,74	0,53	1,87	1,66	0,92	0,39	1,29	1,37	1,57	1,58	1,80
Th	29,20	21,30	23,10	25,30	21,70	25,10	25,50	27,10	21,80	20,80	22,50	25,60	18,60	33,70
U	6,39	5,68	4,92	5,16	4,51	5,21	4,95	6,65	6,79	3,19	4,62	5,97	3,89	4,59
V	6,00	2,00	3,00	1,00	2,00	4,00	2,00	2,00	<1	3,00	3,00	2,00	2,00	1,00
Zr	137,8 0	326,5 0	262,9 0	285,00	266,30	257,30	241,20	286,90	117,90	277,30	282,30	253,60	356,60	127,40
Y	35,00	47,12	140,9 1	54,80	44,04	105,51	46,80	48,28	31,05	55,65	78,47	56,15	82,63	83,83
Ba	143,0 0	183,0 0	104,0 0	65,00	44,00	48,00	66,00	53,00	22,00	173,00	126,00	89,00	24,00	29,00
La	52,90	78,10	137,3 0	104,10	49,70	64,50	15,70	62,00	35,10	21,80	36,90	33,30	58,80	205,90
Ce	78,30	152,8 0	77,00	89,50	98,80	74,70	27,20	119,50	72,80	61,00	86,80	82,70	103,20	152,20
Pr	8,50	17,10	43,90	26,47	12,40	17,19	5,85	14,51	7,83	7,78	11,69	9,98	15,50	41,50
Nd	24,20	60,80	159,1 0	95,00	44,90	62,30	19,90	51,80	26,80	29,60	45,50	36,50	56,40	136,80
Sm	3,60	10,40	38,00	18,00	9,20	14,50	6,10	10,10	5,20	7,10	11,10	9,20	12,90	23,20
Eu	0,21	0,57	2,19	1,00	0,61	0,64	0,48	0,63	0,11	0,54	0,72	0,49	1,04	2,33
Gd	3,01	8,92	29,60	12,85	8,09	14,11	5,64	8,27	4,86	6,48	10,58	7,91	11,66	17,61
Tb	0,58	1,35	4,93	1,82	1,29	2,48	1,15	1,36	0,82	1,40	2,05	1,53	2,05	2,37
Dy	4,03	8,65	28,40	10,52	8,07	16,65	8,35	8,56	5,10	10,08	13,30	10,38	12,90	13,02
Ho	0,95	1,76	4,89	2,00	1,64	3,45	1,85	1,78	1,12	2,13	2,82	2,18	2,63	2,64
Er	3,28	5,42	12,96	6,06	4,91	10,57	5,89	5,17	3,50	6,44	8,37	6,59	8,20	8,34
Tm	0,56	0,83	1,84	0,90	0,74	1,53	0,92	0,77	0,56	0,95	1,16	0,97	1,22	1,29
Yb	4,30	5,50	11,60	6,10	4,90	10,00	6,60	5,30	3,80	5,90	7,50	6,50	7,60	9,20
Lu	0,64	0,80	1,46	0,87	0,69	1,38	0,95	0,78	0,55	0,83	1,01	0,90	1,10	1,36

Anexo E - Dados geocronológicos (U-Pb em zircão) rochas do Grupo Colíder na área de estudo

AGU-16 e 37: Riolito maciço porfirítico

AGU-24 e 32: Lapilli tufo soldado

Anexo E - Dados geocronológicos (U-Pb em zircão) rochas do Grupo Colíder na área de estudo

Amostra	Spot	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	²⁰⁶ Pb*	Razões Isotópicas					Idades (Ma)				% Discordância
						²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2s	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2s	Rho	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2s	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2s	
AGU-16	Spot101	263	282	1.07	0.07	4.8	0.1	0.3065	0.0064	0.58	1724	32	1782	18	96
	Spot102	143	189	1.33	0.15	4.16	0.1	0.2687	0.0067	0.50	1528	34	1661	20	84
	Spot103	189	193	1.02	0.10	4.49	0.11	0.292	0.007	0.52	1652	34	1722	20	93
	Spot104	204	182	0.89	0.09	4.92	0.1	0.3239	0.0064	0.45	1805	31	1805	17	101
	Spot106	311	205	0.66	0.06	4.944	0.096	0.3263	0.0065	0.57	1819	31	1801	17	104
	Spot107	251	290	1.16	0.08	4.272	0.095	0.2773	0.0062	0.50	1581	31	1681	18	89
	Spot108	114	135	1.18	0.17	4.82	0.11	0.3144	0.0069	0.37	1757	34	1781	20	98
	Spot109	197	451	2.29	0.13	3.76	0.1	0.2377	0.0059	0.45	1371	31	1584	21	75
	Spot111	178	151	0.85	0.11	4.56	0.11	0.2975	0.0075	0.47	1671	37	1738	20	94
	Spot112	218	416	1.91	0.12	3.672	0.089	0.2306	0.0057	0.54	1335	30	1567	19	73
	Spot113	199	177	0.89	0.10	4.651	0.093	0.297	0.0059	0.45	1675	29	1755	17	94
	Spot114	260	298	1.15	0.09	4.18	0.1	0.2616	0.0066	0.60	1489	34	1667	20	81

AGU-I6	Spot115	223	201	0.90	0.10	4.346	0.096	0.2856	0.0064	0.49	1615	32	1701	19	93
	Spot116	231	177	0.77	0.09	4.75	0.11	0.3096	0.0072	0.53	1732	35	1772	19	99
	Spot119	236	154	0.65	0.09	4.717	0.093	0.3038	0.0059	0.53	1702	29	1766	16	96
	Spot120	127	349	2.76	0.29	2.951	0.092	0.1714	0.0052	0.40	1016	29	1383	23	73
	Spot121	105	72	0.69	0.19	4.88	0.12	0.318	0.0071	0.31	1774	35	1791	22	100
	Spot122	229	375	1.64	0.11	4.141	0.09	0.2586	0.0055	0.51	1479	28	1656	18	81
	Spot124	183	176	0.96	0.12	4.46	0.11	0.2849	0.0063	0.50	1617	31	1714	20	91
	Spot125	196	368	1.88	0.18	2.927	0.074	0.1798	0.0042	0.48	1064	23	1378	19	77
	Spot126	195	162	0.83	0.11	4.563	0.098	0.2918	0.0062	0.51	1644	31	1732	18	93
	Spot127	316	340	1.08	0.07	4.87	0.1	0.3215	0.0068	0.54	1791	33	1796	17	104
	Spot128	242	203	0.84	0.09	4.72	0.093	0.3092	0.0061	0.48	1738	30	1761	17	99
	Spot129	390	425	1.09	0.05	4.85	0.12	0.3207	0.0092	0.54	1793	44	1793	22	103
	Spot130	335	384	1.15	0.06	5.04	0.13	0.3265	0.0085	0.60	1811	41	1822	22	102
	Spot131	371	329	0.89	0.06	4.82	0.1	0.3156	0.007	0.54	1770	34	1784	17	103
	Spot133	213	194	0.91	0.10	4.62	0.11	0.3113	0.0064	0.56	1748	31	1747	19	104
	Spot135	549	573	1.04	0.04	4.68	0.1	0.3079	0.007	0.57	1732	34	1755	18	100

Amostra	Spot	U (ppm)	Th (ppm)	Th/U	²⁰⁶ Pb *	Razões Isotópicas					Idades (Ma)				% Discordância
						²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2s	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2s	Rho	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2s	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2s	
AGU-24	Spot57	151	126	0.83	0.07	4.847	0.088	0.3204	0.0056	0.51	1793	28	1790	16	99
	Spot58	188	138	0.73	0.06	5	0.086	0.3269	0.0057	0.52	1818	27	1819	15	99
	Spot59	98	75	0.76	0.11	5.09	0.1	0.3292	0.0062	0.46	1834	30	1834	16	99
	Spot61	218	171	0.78	0.05	5.045	0.081	0.3268	0.0054	0.49	1823	27	1823	13	99
	Spot62	106	62	0.58	0.11	4.922	0.088	0.3229	0.0056	0.44	1802	27	1808	15	99
	Spot63	109	88	0.80	0.11	4.926	0.094	0.3218	0.0062	0.42	1794	30	1801	16	98
	Spot64	101	72	0.71	0.12	5.02	0.1	0.3286	0.0064	0.49	1830	31	1814	18	100
	Spot65	123	94	0.76	0.09	5.12	0.12	0.3266	0.0078	0.50	1815	38	1842	21	95
	Spot66	128	102	0.79	0.10	4.949	0.099	0.3275	0.0057	0.48	1822	28	1805	17	101
	Spot67	196	118	0.60	0.07	4.902	0.082	0.3232	0.0054	0.43	1806	26	1796	14	100
	Spot68	121	102	0.84	0.11	4.929	0.096	0.325	0.0065	0.38	1810	32	1801	16	100
	Spot69	132	104	0.79	0.10	5.06	0.11	0.3257	0.0059	0.51	1809	29	1808	17	99
	Spot70	134	98	0.73	0.10	4.93	0.12	0.3188	0.0073	0.45	1777	35	1809	21	95

AGU-24	Spot71	95	55	0.59	0.14	4.97	0.1	0.3242	0.0067	0.45	1807	32	1810	17	99
	Spot72	123	84	0.68	0.11	4.98	0.11	0.329	0.0063	0.46	1830	30	1815	18	103
	Spot73	78	45	0.58	0.18	4.9	0.12	0.3223	0.0075	0.33	1801	36	1779	21	98
	Spot74	238	180	0.75	0.06	5.14	0.1	0.3272	0.0072	0.50	1818	35	1842	17	97
	Spot77	70	43	0.61	0.20	5.06	0.13	0.3302	0.0073	0.39	1840	35	1813	21	99
	Spot78	89	72	0.80	0.16	4.94	0.13	0.3257	0.0082	0.39	1809	39	1813	22	100
	Spot79	92	63	0.68	0.16	4.95	0.13	0.3288	0.0078	0.41	1826	38	1794	22	101
	Spot80	90	52	0.58	0.16	4.92	0.16	0.324	0.011	0.47	1798	51	1798	27	99
	Spot81	94	68	0.72	0.15	5.01	0.12	0.3231	0.0077	0.41	1806	37	1807	21	99
	Spot82	199	114	0.57	0.08	5.025	0.088	0.3285	0.0057	0.41	1829	27	1823	15	102
	Spot83	159	129	0.81	0.09	4.95	0.11	0.3267	0.0067	0.45	1817	33	1806	18	102
	Spot84	197	136	0.69	0.08	4.775	0.099	0.3169	0.0064	0.42	1769	31	1773	17	99
	Spot85	167	115	0.69	0.09	4.88	0.1	0.3185	0.0064	0.46	1780	31	1792	17	99
	Spot86	208	181	0.87	0.08	4.761	0.091	0.3164	0.0058	0.46	1773	28	1774	16	100
	Spot87	147	94	0.64	0.11	5.12	0.12	0.3253	0.0071	0.49	1807	34	1825	19	97

AGU-24	Spot88	115	79	0.69	0.15	4.86	0.11	0.3132	0.0062	0.38	1756	30	1787	18	96
	Spot89	292	160	0.55	0.06	4.796	0.081	0.3183	0.0053	0.51	1784	26	1784	14	101
	Spot93	196	91	0.46	0.09	4.889	0.097	0.3218	0.0062	0.43	1794	30	1799	17	100
	Spot94	193	107	0.56	0.09	5.01	0.11	0.326	0.0068	0.55	1813	33	1814	18	102
	Spot95	159	122	0.77	0.11	5.05	0.11	0.3293	0.0071	0.52	1830	35	1825	18	101
	Spot96	110	105	0.95	0.15	4.99	0.11	0.328	0.0076	0.43	1822	36	1817	19	102
	Spot98	285	150	0.52	0.06	4.807	0.093	0.3192	0.0062	0.56	1780	30	1782	16	101
	Spot99	160	123	0.77	0.11	4.68	0.12	0.3144	0.0072	0.43	1760	35	1756	21	101