



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

Northeast Geosciences Journal

v. 10, nº 2 (2024)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2024v10n2ID33497>



Remodelamento espacial por mapeamento geológico sistemático do *stock* Itambé da Suíte Granítica Estrela do Sul, porção Meridional da Faixa Brasília

Spatial remodeling through systematic geological mapping of the Itambé stock of the Estrela do Sul Granitic Suite, Southern Brasília Belt

Douglas Correa Ferraz¹; Larissa Marques Barbosa de Araujo²; Juliana Abreu Crosara Petronzio³; Antônio Misson Godoy⁴; Crislayne Aparecida Luna⁵

¹ Universidade Estadual Paulista, Programa de Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente, Rio Claro/SP, Brasil. Email: douglas.ferraz@unesp.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1164-2230>

² Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia/Campus Santa Mônica, Uberlândia/MG, Brasil: larissa.araujo@ufu.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5227-0034>

³ Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia/Campus Monte Carmelo, Monte Carmelo/MG, Brasil. Email: julianapetronzio@ufu.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0405-1169>

⁴ Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas/Departamento de Geologia, Rio Claro/SP, Brasil. Email: antonio.godoy@unesp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7827-2327>

⁵ Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia/Campus Monte Carmelo, Monte Carmelo/MG, Brasil. Email: crislayneluna@ufu.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6869-6533>

Resumo: O Granito Itambé constitui um dos sete *stocks* pertencentes à Suíte Granítica Estrela do Sul em Minas Gerais, ocorrendo nas proximidades da cidade homônima. Esse magmatismo de idade neoproterozoica ocorre intrudido na sequência metassedimentar do Grupo Araxá na porção meridional da Faixa Brasília. Este trabalho surgiu da urgente necessidade de atualizar os mapas geológicos da área, pois em uma análise preliminar, que incluiu o tratamento de imagens de satélite, mapas existentes e fotointerpretação, revelou inconsistências relacionadas ao mapa geológico regional justificadas pela ampla escala do mapa, apresentando dimensões, extensões e formatos distintos do observado em escala de detalhe. Foi possível atualizar as dimensões e extensões do granito Itambé, pela utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, utilizando imagens de satélite multiespectral Sentinel-2A e modelo digital de elevação do terreno, aliadas ao mapeamento geológico sistemático, realizando assim uma atualização das informações do Granito Itambé. O processo resultou na redefinição espacial do *stock* granítico, agora delimitado por uma área aproximada de 6,2 km², visando assim um melhor conhecimento da geologia local e regional.

Palavras-chave: Stock Itambé; Suíte Granítica Estrela do Sul; Faixa Brasília Meridional.

Abstract: The Itambé Granite constitutes one of the seven stocks belonging to the Estrela do Sul Granitic Suite in Minas Gerais, occurring near the city of the same name. This Neoproterozoic magmatism is intruded into the metasedimentary sequence of the Araxá Group in the southern portion of the Brasília Belt. This work arose from the urgent need to update the geological maps of the area, as a preliminary analysis, which included satellite image processing, existing maps, and photointerpretation, revealed inconsistencies related to the regional geological map. These inconsistencies were justified by the broad scale of the map, presenting dimensions, extents, and shapes different from those observed in detail. It was possible to update the dimensions and extents of the Itambé Granite by using remote sensing and geoprocessing techniques, utilizing Sentinel-2A multispectral satellite images and a digital elevation model, combined with systematic geological mapping, thereby updating the information on the Itambé Granite. The process resulted in the spatial redefinition of the granitic stock, now delineated by an approximate area of 6.2 km², aiming for a better understanding of local and regional geology.

Keywords: Stock Itambé; Estrela do Sul Granite Suite; Southern Brasília Belt.

Recebido: 04/08/2023; Aceito: 04/06/2024; Publicado: 10/07/2024.

1. Introdução

A região do Alto Paranaíba apresenta uma variedade de rochas magmáticas de idades distintas, localizadas na porção meridional da Faixa Brasília em Minas Gerais. Entre elas destaca-se um magmatismo de idade neoproterozoica, representado principalmente pela Suíte Granítica Estrela do Sul localizada no município homônimo e em sua região adjacente. A Suíte Granítica Estrela do Sul é constituída por sete corpos na forma de *stock*, inseridas nas rochas metassedimentares do Grupo Araxá, no Complexo Monte Carmelo e no Ortognaisse Goiandira. Um destes corpos é o *Stock* Itambé, situado a sudoeste do município de Estrela do Sul e objeto deste trabalho.

Os granitos dessa suíte foram inicialmente conhecidos e descritos através dos primeiros estudos sobre o Grupo Araxá, onde autores como Barbosa et al. (1970), observaram rochas graníticas perto da cidade de Estrela do Sul analisando sua intrusão nos xistos finos. Brod et al. (1991), descreveu corpos granitoides, no município de Abadia dos Dourados, MG, como corpos intrusivos petrograficamente similares aos descritos no município Araxá, MG.

Pimentel et al. (1999), tenta compreender as intrusões graníticas para analisar a evolução da Faixa Brasília com a finalidade de reconstruir a história tectônica do cinturão orogênico. Seer (1999), observou a evolução estrutural do Grupo Araxá reportando a presença de variedades de rochas magmáticas classificadas como leucogranitos a duas micas, peraluminosos, com assinatura geoquímica colisional, contendo xenólitos das rochas encaixantes. Posteriormente, Seer et al. (2005), analisou corpos graníticos que ocorrem no município de Araxá, MG (granito Quebra Anzol, Pirapetinga, Serra Velha e Tamanduá), mostrando que tais rochas apresentam-se como corpos tabulares e concordantes os quais constituem dois tipos petrográficos, um como biotita granitos e outro como biotita-muscovita granitos, apresentando assinaturas mineralógicas similares às de granitos do tipo colisionais.

Os trabalhos mais atuais como Seer e Moraes (2013), Chaves e Dias (2017) e Santos (2019), caracterizam de modo geral estes pequenos corpos graníticos, com deformação provavelmente pós-colisionais, observada mais intensamente nas partes externas do corpo (bordas). Os autores também descrevem características observadas petrograficamente nesses corpos como coloração acinzentada, textura fanerítica e inequigranular, com uma mineralogia composta por quartzo, feldspato (ortoclásio e microclínio), plagioclásio (oligoclásio), biotita, muscovita e minerais opacos, por vezes apresentando minerais acessórios como monazita, apatita, granada e turmalina.

Apesar da existência de informações geológicas de caráter regional sobre esse importante magmatismo neoproterozoico, embora insuficientes, acabam fornecendo informações abrangentes sobre as unidades individuais que formam esta suíte granítica, faltando estudos em escala de detalhe, mostrando as reais dimensões dos *stocks* com abrangência espaciais precisas, que possibilitem a visualização e forma de seus contatos geológicos, bem como uma caracterização petrográfica detalhada para a compreensão do magmatismo no contexto geotectônico regional.

Diante da necessidade dessa escassez de atualização dos dados geológicos, realizou-se o mapeamento sistemático com coleta de dados geológicos em campo, com o objetivo de apresentar a forma por meio desta integração dos dados obtidos em campo e as análises em laboratório, possibilitando assim, a delimitação do *Stock* Itambé, colaborando para a confecção do mapa geológico e faciológico como produtos finais da pesquisa.

Este trabalho compõe um dos resultados da pesquisa, e apresenta a redefinição espacial, aproximando da realidade dimensional do *Stock* Itambé além de elaborar o mapa geológico final em uma escala mais representativa. Isso permite análises e observações distintas da Suíte Granítica Estrela do Sul, com uma cobertura mais ampla do que a fornecida por mapas geológicos anteriores.

A área de estudo localiza-se no município de Estrela do Sul, pertencente à mesorregião do Alto Paranaíba (Minas Gerais), a cerca de 40,3 km do município de Monte Carmelo, onde se encontra o curso de Graduação em Geologia da Universidade Federal de Uberlândia – UFU. O acesso ocorre através da rodovia MG-190 até o entroncamento com a MG-223, seguindo por esta última cerca de 29,5 km em direção a Estrela do Sul. O restante do caminho é feito por estradas vicinais da região, conforme mostrado na figura 1. A área de estudo abrange aproximadamente 63 km², com as coordenadas delimitadoras: 18°45'19''S / 47°44'28''W e 18°50'48''S / 47°40'50''W.

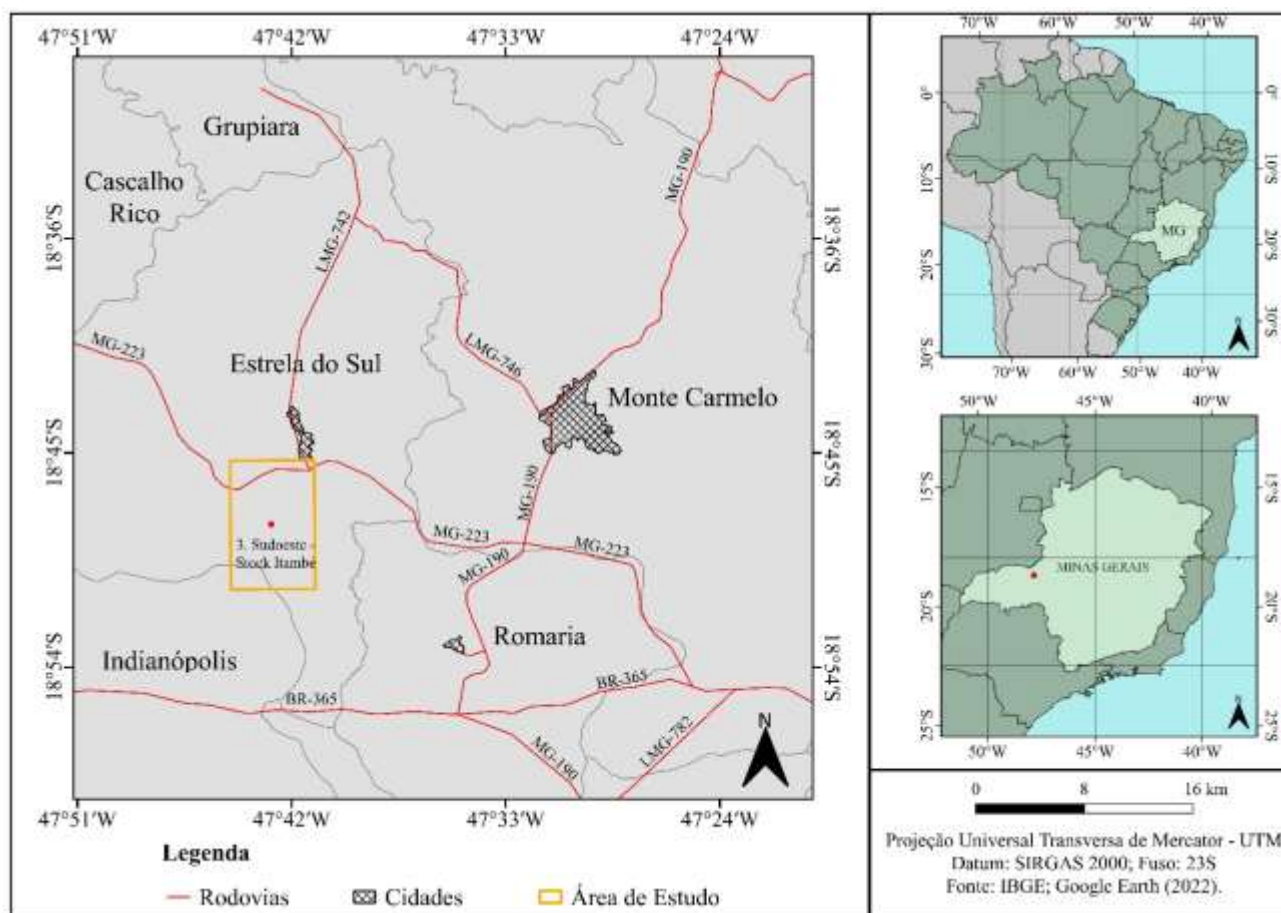


Figura 1 – Mapa de localização da área de pesquisa do Granito Itambé.
Fonte: Ferraz (2023).

2. Metodologia

Com o intuito de viabilizar a aplicação dos métodos e técnicas, foi proposto cinco etapas distintas, para a aplicação desta pesquisa. A primeira etapa envolveu levantamentos, revisões bibliográficas e organização de um banco de dados bibliográficos, a fim de facilitar a verificação dos estudos já existentes, sejam em formato de monografias, dissertações, teses, artigos e consultas a sites de instituições como o IBGE, universidades federais, instituições privadas, além de portais especializados em publicações e relatórios técnicos.

Adicionalmente efetuou-se o levantamento de mapas regionais, que incluiu mapas geológicos e temáticos produzidos pela CODEMIG (Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais), com o objetivo de compreender o contexto geológico regional, tectônico e características da suíte (Figura 2). Devido ao aumento da área de exposição e da caracterização do *stock* como uma unidade dentro da Suíte Granítica Estrela do Sul, o estudo denominou esse de *Stock Itambé*, recebendo essa nome em homenagem a fazenda situada na área de estudo que data de 1850.

A segunda etapa, referiu-se à construção de um banco de dados a partir de dados disponibilizados gratuitamente, para a construção de um mapa temático de localização da área. Adicionalmente, com base nos dados obtidos em campo, realizou-se uma alimentação do banco de dados com informações geológicas, a fim de re-delimitar o corpo granítico. Para assegurar uma delimitação precisa e alinhada com a realidade observada na escala 1:25.000, foram integrados ao banco de dados arquivos em formato raster, obtidos pelo satélite multiespectral Sentinel-2A para composição cor verdadeira com as bandas 04 (Red), 03 (Green) e 02 (Blue), e pelo modelo digital de elevação do terreno (ALOS PALSAR). Para o Hillshade foi utilizado os dados padrão do Software Qgis, que atendeu às necessidades da análise da pesquisa, como fator z de 1, azimute de insolação de 315,00°, e altitude de 45°.

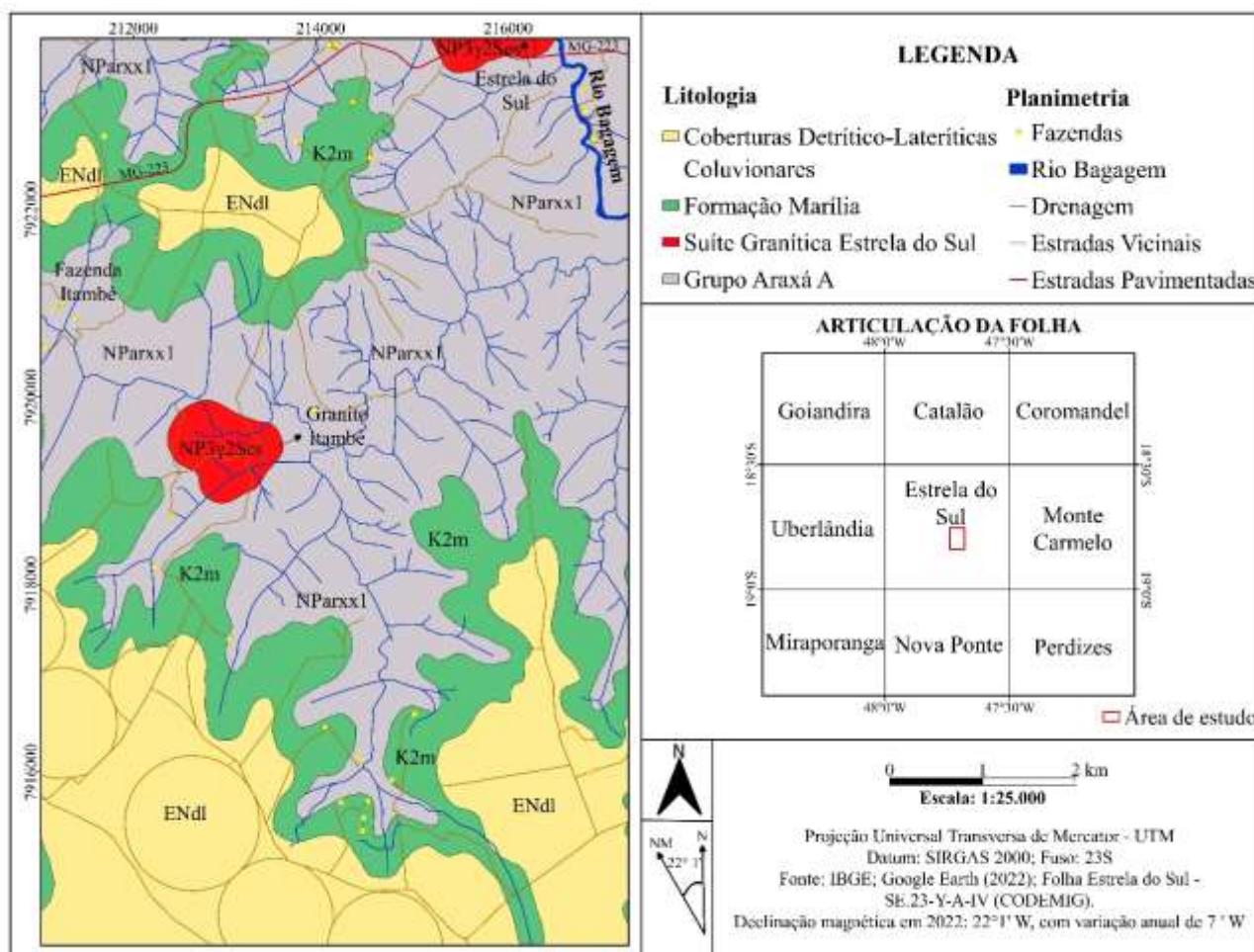


Figura 2 – Contexto geológico região de Estrela do Sul, MG.
Fonte: Adaptado de Chaves e Dias (2017) - CODEMIG.

Utilizando modelos topográficos como o relevo sombreado (*hillshade*), e o modelo tridimensional, juntamente com a composição RGB do satélite Sentinel-2A e o Modelo Digital de Elevação (DEM), foram extraídas informações geológicas como litologias, estruturas de falhas e sistemas de fraturamento, além de características do relevo, como drenagens e interpretações do relevo local. A interpretação integrada dessas informações, foi possível separar e delimitar o corpo intrusivo no caso o *Stock Itambé*, e as demais unidades litológicas encaixantes, culminando na elaboração de um mapa geológico preliminar da área.

A terceira etapa foi caracterizada pela fase de aquisição de dados em campo, que consistiu em sete dias de trabalhos a campo, realizados de outubro de 2022 a fevereiro de 2023. Por intermédio dos trabalhos de campo - caminhamento, realizou-se a coleta de coordenadas geográficas, o que possibilitou e validou informações como as litologias, faciologias e dados estruturais.

As análises cartográficas seguiram um padrão de escala de detalhe (1:25.000), possibilitando a integração de dados pós campo ao banco de dados, atualizando e validando as informações presentes. Durante essa etapa, também foi realizado a coleta de amostras representativas do corpo intrusivo para a confecção de lâminas, obtenção de dados litológicos para posterior descrição petrográfica, análise de estruturas e texturas, estabelecendo assim os limites e divisões das faciologias internas do *Stock Itambé*, pertencente à Suíte Estrela do Sul.

A última etapa consistiu na análise, integração e interpretação dos dados. Através dos resultados adquiridos com as imagens confeccionadas no software QGIS 3.22, junto com os trabalhos de campo sendo possível redefinir o corpo intrusivo e suas estruturas.

3. Contexto Geológico Regional

A área de estudo está inserida ao sul da Província Tocantins na porção meridional da Faixa Brasília, na região do Alto Paranaíba, em Minas Gerais. Nela, destacam-se tipos litológicos pertencentes principalmente ao Grupo Araxá tais como mica xisto, quartzitos e por lentes de anfíbolitos, e a Suíte Granítica Estrela do Sul, ambas de idade neoproterozoica. Em alguns locais, as porções mais altas são parcialmente recobertas por arenitos da Formação Marília, pertencente ao Grupo Bauru.

Almeida et al. (1977) descreveram inicialmente a Província Tocantins como um sistema orogênico de direção norte-sul que se desenvolveu durante o evento Brasiliano/Pan Africano. Pimentel (2016) sugere que a Província Tocantins é resultado da colisão de três grandes blocos continentais, o cráton Amazônico, o São Francisco/Congo e, por fim, o Paranapanema, este último atualmente coberto por rochas fanerozoicas da Bacia do Paraná. Essa província é compartimentada nas Faixas Paraguai e Araguaia, que margeiam o Cráton Amazônico, e a Faixa Brasília, que margeia o Cráton São Francisco (ALMEIDA et al., 1977; ALMEIDA et al., 1981; VALERIANO et al., 2004).

Os granitos que compõem a Suíte Granítica Estrela do Sul, são conhecidos e descritos desde os primeiros estudos sobre o Grupo Araxá. Barbosa et al. (1970) foram os primeiros a observarem a presença das rochas graníticas perto da cidade de Estrela do Sul, analisando sua intrusão nos xistos finos. Já Brod et al. (1991) descreve corpos granitóides, na região de Abadia dos Dourados, MG, como petrograficamente similares aos descritos na região de Araxá, MG. Pimentel et al. (2001) tentam compreender as intrusões graníticas para analisar a evolução da Faixa Brasília, com a finalidade de reconstruir a história tectônica do cinturão. Seer (1999) estudando a evolução estrutural do Grupo Araxá reportou a presença rochas magmáticas classificadas como leucogranitos a duas micas, peraluminosos, com assinatura geoquímica colisional, contendo xenólitos das rochas encaixantes.

Em Seer et al. (2005) também na região de Araxá, MG, foram estudados corpos graníticos denominados como Quebra Anzol, Pirapetinga, Serra Velha e Tamanduá. Esses são classificados como leucogranitos e apresentam-se na forma de corpos tabulares e concordantes, formados por dois tipos petrográficos distintos, um composto de um lado biotita granitos, peralcalinos, e de outro biotita-muscovita granitos, peraluminosos. Ambos possuem assinaturas mineralógicas similares às de granitos do tipo colisionais.

Os estudos geocronológicos iniciaram com a quantificação da atividade colisional, que está bem caracterizada e teve seu pico de metamorfismo entre 640 e 637 Ma (SEER et al., 2010). Datações U/Pb em cristais de zircões determinam a idade de cristalização em $632 \pm 3,2$ Ma. Dados obtidos através de química isotópica de Sm/Nd mostram idade modelo TDM 1,68 Ga e valores negativos de ϵNd (-7,224), sugerindo que o magma é resultante do retrabalhamento de crosta mesoproterozoica com possível contribuição da fusão parcial dos sedimentos do Grupo Araxá (SEER et al., 2005; SEER; MORAES, 2013).

De acordo com Seer e Moraes (2013), as rochas graníticas intrusivas no Grupo Araxá representam, ao todo, quatorze (14) intrusões distribuídas entre as cidades de Araxá, MG, e Catalão, GO. Essas intrusões compõem três episódios magmáticos, separados por idades distintas, e constituem as principais ocorrências na região.

O primeiro episódio ocorreu por volta de 833 Ma, responsável por gerar o Granito Quebra Anzol. Este apresenta corpo alongado e deformado, situado na parte frontal da Nappe Araxá. Está associado a um volume significativo de anfíbolitos, o que indica uma provável fonte mantélica com pouca contaminação crustal. No entanto, o granito foi afetado por alteração hidrotermal pós-magmática e milonitização.

O segundo episódio, com idade de 790 Ma, é representado pelo Complexo Monte Carmelo, cuja sua origem está associada a um ambiente pré-colisional de arco magmático.

O último episódio magmático, com idade 642 a 630 Ma, engloba os granitos Serra Velha, Tamanduá, Pirapetinga, Galheirinho, Perdizes, Estrela do Sul e Cascalho Rico. Essas rochas, compostas por muscovita e granada, podendo ter ou não turmalina, de caráter peraluminosos. Tais características sugerem um possível processo de geração em ambiente colisional. Na figura 3 de Seer e Moraes (2013), representada a seguir, podemos observar os corpos graníticos que são resultados dos episódios magmáticos.

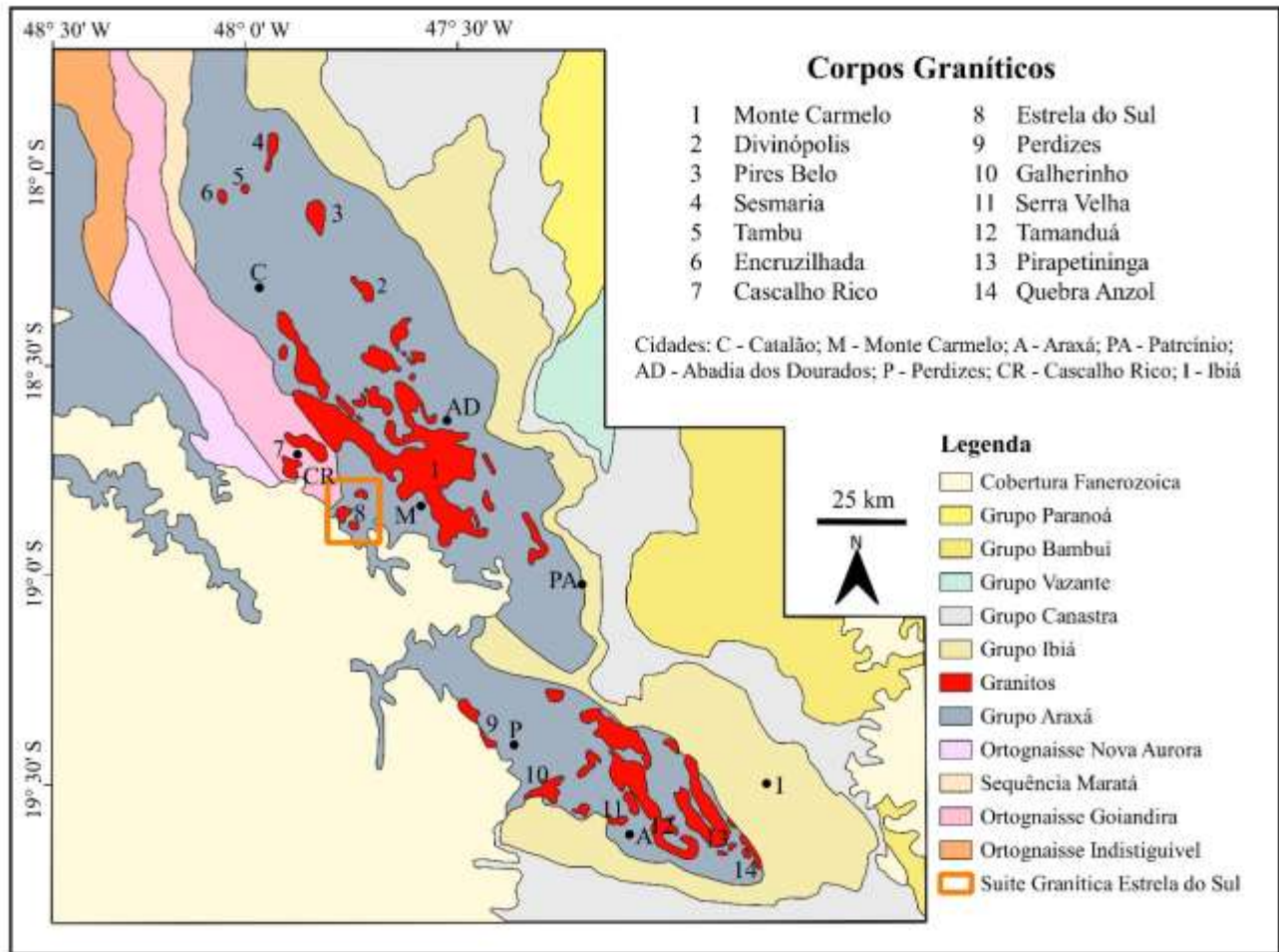


Figura 3 – Corpos Graníticos no Grupo Araxá, Sudeste da Faixa Brasília. Destaque para o corpo 8 representando a Suite Granítica Estrela do Sul – MG.

Fonte: Modificado de Seer e Moraes (2013).

4. Resultados

4.1 Geologia Local

A geologia local representa a etapa de aquisição de dados de campo através do levantamento sistemático. Tais levantamentos foram distribuídos em sete campanhas de campo e resultaram no mapeamento do *Stock* Itambé, sendo possível identificar uma variedade litológica definidas pelas rochas das unidades do Grupo Araxá, da Suite Granítica Estrela do Sul e da Formação Botucatu.

4.2 Grupo Araxá

A unidade litológica mais abrangente na área é o Grupo Araxá, o qual constitui a principal encaixante dos diversos magmatismos intrusivos ao longo da porção meridional da Faixa Brasília. Essa unidade metassedimentar apresenta uma diversidade de xistos. Na área de estudo, identificou-se majoritariamente o biotita-muscovita xisto com granada e localmente podem ocorrer faixas de sericita xisto e lentes de anfibolito de granulação fina.

A unidade principal do Araxá representada pelos biotita-muscovitas xistos aflora sob a forma de blocos, matacões foliados e em cortes de estradas (Figura 4 A e B), em altitudes que variam de 790 até 915 m, exibindo uma foliação bem

definida com orientação preferencial das biotitas e muscovita arranjadas paralelamente, apresentando uma textura lepidoblástica em uma faixa de direção NW-SE. Observou-se variação na coloração dos xistos, mais acinzentada (Figura 4 D) para os sericita xistos e rosada para os biotita-muscovita xistos com granada (Figura 4 B e C).

A mineralogia principal, considerando o xisto mais frequente na área, é composta por quartzo, biotita, muscovita e granada, apesar do leve grau de intemperismo da amostra coletada. O contato entre esta unidade e o granito é abrupta, com uma inclinação acentuada dos xistos nas proximidades dos granitos. As transformações sofridas por essa litologia refletem-se no perfil pedológico da área, o qual apresenta um estágio avançado de desenvolvimento, com solos micáceos e coloração amarelo-avermelhada. Por outro lado, nas áreas com afloramentos graníticos, os solos pouco evoluídos, com textura areno-quartzoso e cor esbranquiçada.

Na área de estudo, os anfibolitos foram observados na porção norte na forma de lentes intercaladas com os mica xistos. Na porção sudoeste, pontualmente foi possível identificar diques máficos (Figura 5 A e B), ambos apresentam coloração preta, granulação de fina a muito fina, pouco intemperizado, em formato de blocos em altitudes que variam de 910 a 916 metros.

Nos afloramentos de biotita-muscovita xisto com granada observou-se uma variação da xistosidade, apresentando direção NE e NW, com mergulhos para nordeste e sudoeste. Na porção leste, a xistosidade exibe direção NW e mergulhos para NE (61/65; 45/60; 51/60; 45/50 e 50/60). Na região oeste, ocorre uma foliação de direção NE e mergulho SE (93/55; 90/50). Já na porção centro-sul, as direções da foliação variam entre NE e NW, assim como os mergulhos, que variam para SE e NE (170/60; 80/55; 73/60).

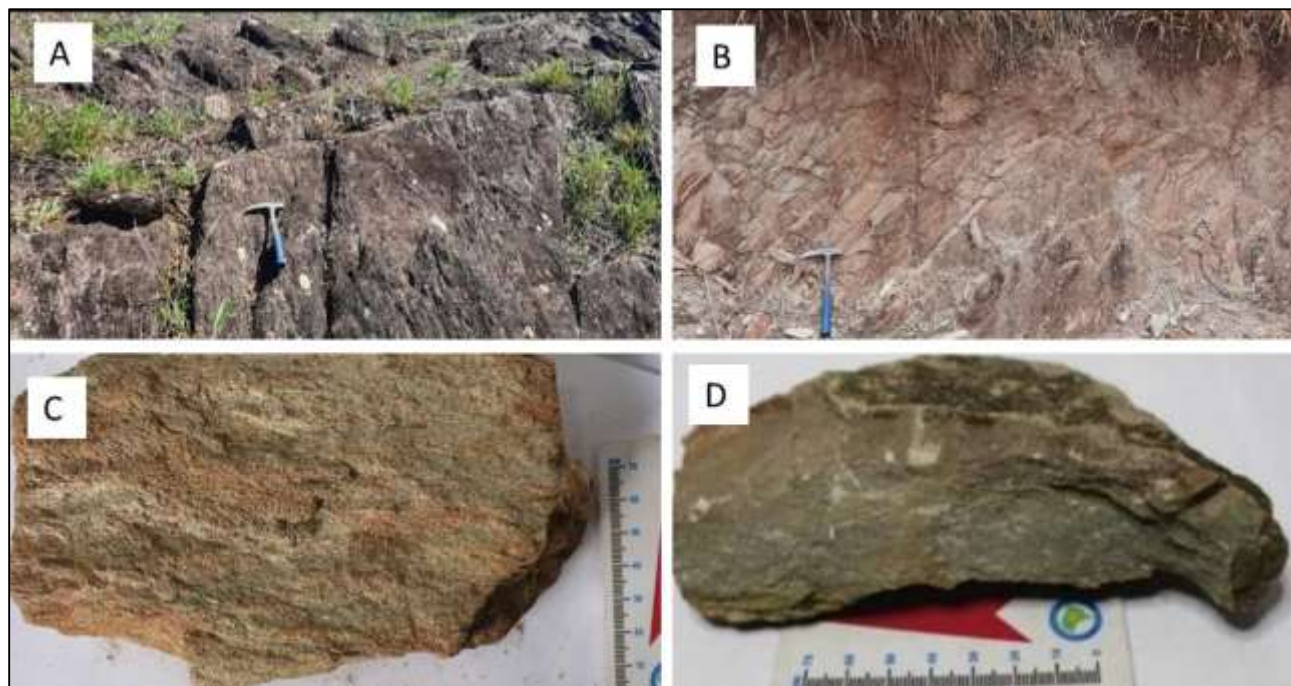


Figura 4 – (A) Blocos de biotita-muscovita xisto aflorantes, situados ao norte do corpo granítico. (B) Afloramento muscovita xisto, estrada vicinal. (C) Amostra biotita-muscovita xisto com granada intemperizado, granulação fina a média, coloração rosada.

Fonte: Ferraz (2023).

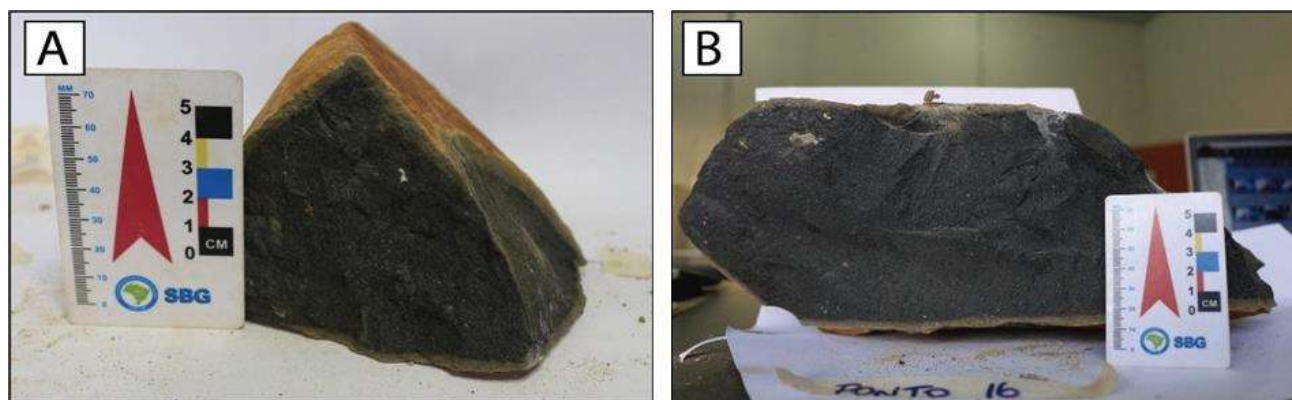


Figura 5 – Amostra dos diques Máficos com textura muito fina.

Fonte: Ferraz (2023).

Na porção centro-oeste do granito, observou-se a ocorrência de xenólitos/enclaves de xisto micáceo, os quais não foram observados em outras partes da área de estudo, conforme indica a Figura 6. O biotita-quartzo xisto aflora em forma de blocos extremamente rígidos, em uma região de intenso intemperismo em altitudes que variam de 840 a 850 m. Sua mineralogia é constituída basicamente de quartzo e biotita, com granulação fina, apresentando uma orientação preferencial dos minerais, que confere uma textura lepidoblástica. Apresenta um bandamento composicional paralelo ao plano de foliação, com alternância de bandas félsicas e máficas (Figura 6 A e B).

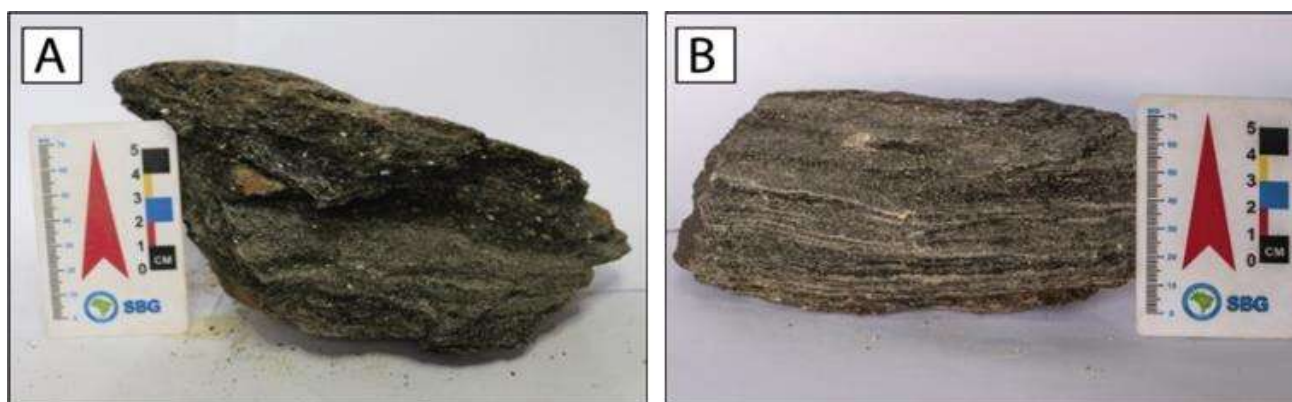


Figura 6 – A e B Amostra de biotita-quartzo xisto com granulação fina, apresentando um bandamento composicional.

Fonte: Ferraz (2023).

4.3 Suíte Granítica Estrela do Sul

O *Stock Itambé*, da Suíte Granítica Estrela do Sul, que inicialmente descrito na literatura como um corpo de abrangência espacial menor, está localizado a sudoeste da cidade homônima. Ele ocupa uma área de 6,2 km², aflorando em forma de blocos (Figura 7 A e B) e matacões (Figura 7 C) em altitudes que variam de 800 e 950 m. As litologias que constituem o Granito Itambé apresentam cinco fácies diferenciadas denominadas de fácies turmalina-biotita monzogranito, fácies biotita monzogranito, fácies biotita-muscovita monzogranito cinza a rosada, fácies muscovita monzogranito, fácies muscovita-biotita monzogranito. Estas apresentam uma estrutura predominantemente maciça, no entanto, em algumas porções localizadas, esses litotipos se mostram afetados por uma zona de falha regional, onde, em certos locais, podem apresentar foliação milonítica.

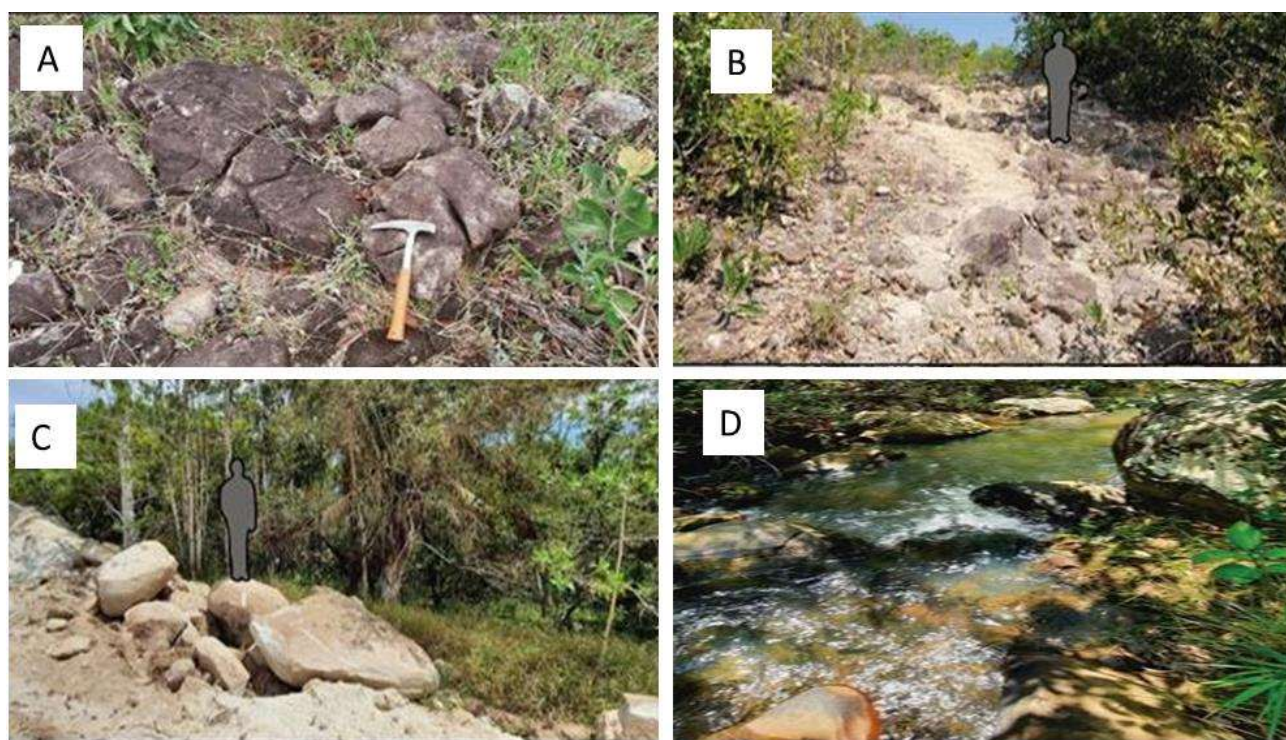


Figura 7 – (A) Blocos na porção oeste do granito. (B) Área localizada na porção central do granito, com alto grau de intemperismo nas rochas aflorantes. (C) Blocos com esfoliação esférica, situado na porção norte do granito. (D) Granito aflorando nas drenagens da porção central do Stock Itambé.

Fonte: Ferraz (2023).

Analisando amostras do *Stock Itambé* foi possível observar uma variação em relação à sua granulação. Foram observadas fácies com características mais fina ou até mesmo mais grossa, em geral equigranulares e isotrópicas. No entanto, podem localmente como já citado, apresentar feições inequigranulares e outras anisotrópicas, constituindo uma intrusão concordante com a encaixante. A coloração observada nessa unidade varia do cinza claro ao cinza escuro e ao rosado.

Na porção oeste do granito, foi observada uma zona de falha que apresenta uma drenagem encaixada, dividindo os xistos do Grupo Araxá dos granitos estudados. Essa zona de falha estende-se para a porção central do corpo, descrevendo uma leve curvatura até a porção sul, onde também se encontra uma drenagem encaixada, dividindo novamente o Grupo Araxá da Suíte Granítica Estrela do Sul. Sua mineralogia principal é composta por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, biotita e muscovita, podendo apresentar como minerais acessórios granada, turmalina, epidoto, apatita, rutilo, zircão, argilominerais e minerais opacos.

4.4 Formação Botucatu

A Formação Botucatu é observada nas porções mais altas da área de estudo, em cotas de 890 a 920 m, situadas na média e alta vertente, sob a forma de blocos ou matacões (Figura 8 A e B), apresentando um arenito bem silicificado/vitrificado (Figura 8 B e C), granulometria fina a média, coloração rosada, bem selecionado, composto em sua maioria por grãos de quartzo, bem arredondado e alta esfericidade.

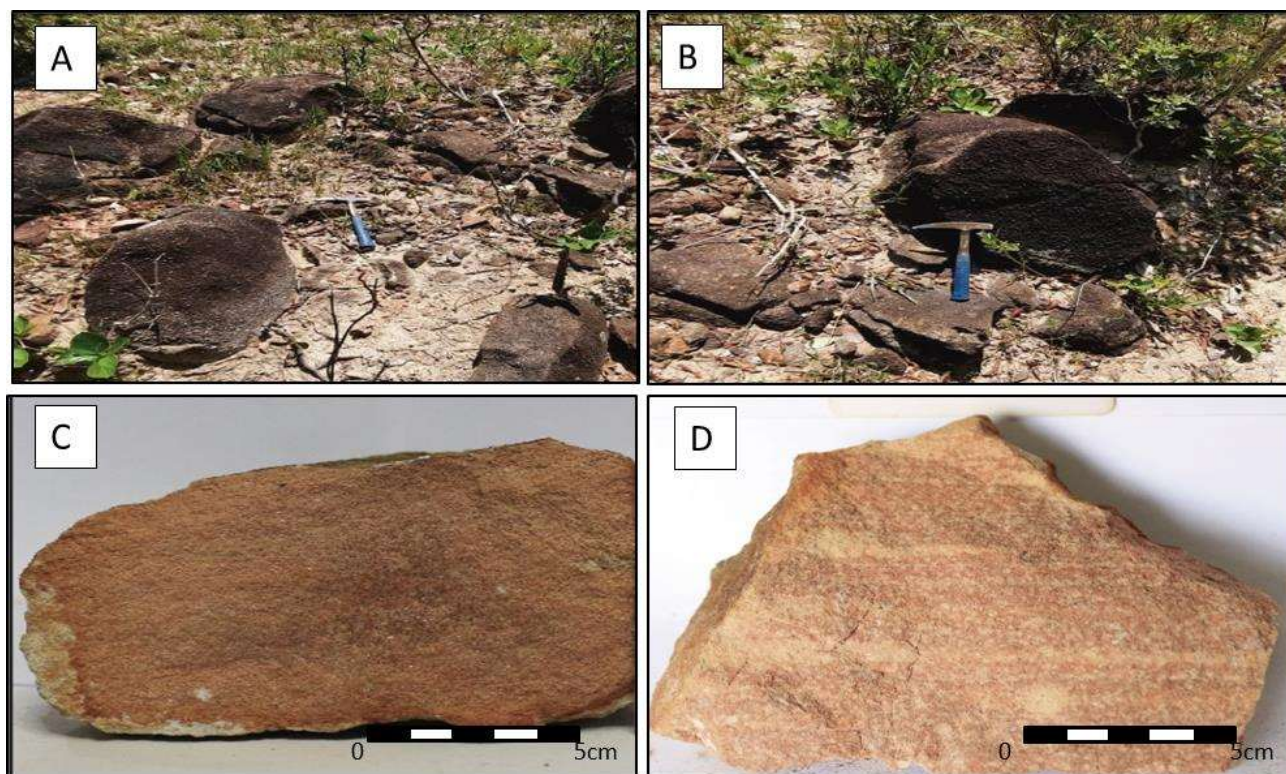


Figura 8 – (A e B) Blocos de arenitos, ocorrendo em cotas de 900 m. (C e D) Amostras de arenito da Formação Botucatu apresentando coloração rosada.

Fonte: Ferraz (2023).

4.5 Dados do geoprocessamento da Suíte Granítica Estrela do Sul

Por meio do mapeamento sistemático da área de estudo, realizaram-se 220 pontos de análises. Com essa coleta de informações, foi possível especializar em um mapa de pontos, de forma a proporcionar um norteamento nas identificações das variedades litológicas, definidas pelas rochas das unidades do Grupo Araxá, Suíte Granítica Estrela do Sul e Formação Botucatu.

O *Stock* Itambé apresenta um aumento significativo em termos de volume e dimensões, o que resultou na divisão de seis fácies distintas, conforme ilustrado na figura 9. Estas são denominadas: Fácies turmalina-biotita monzogranito; Fácies biotita monzogranito; Fácies biotita-muscovita monzogranito cinza; Fácies biotita-muscovita monzogranito rosada; Fácies muscovita monzogranito; Fácies muscovita-biotita monzogranito. Destaca-se o formato "ameboide" do *stock*, validado a partir do geoprocessamento das informações que permitiram a definição da zona de falha assim como a medição das estruturas nos afloramentos. As zonas de falhas favorecem mudanças na litologia devido aos processos erosivos e modificadores.

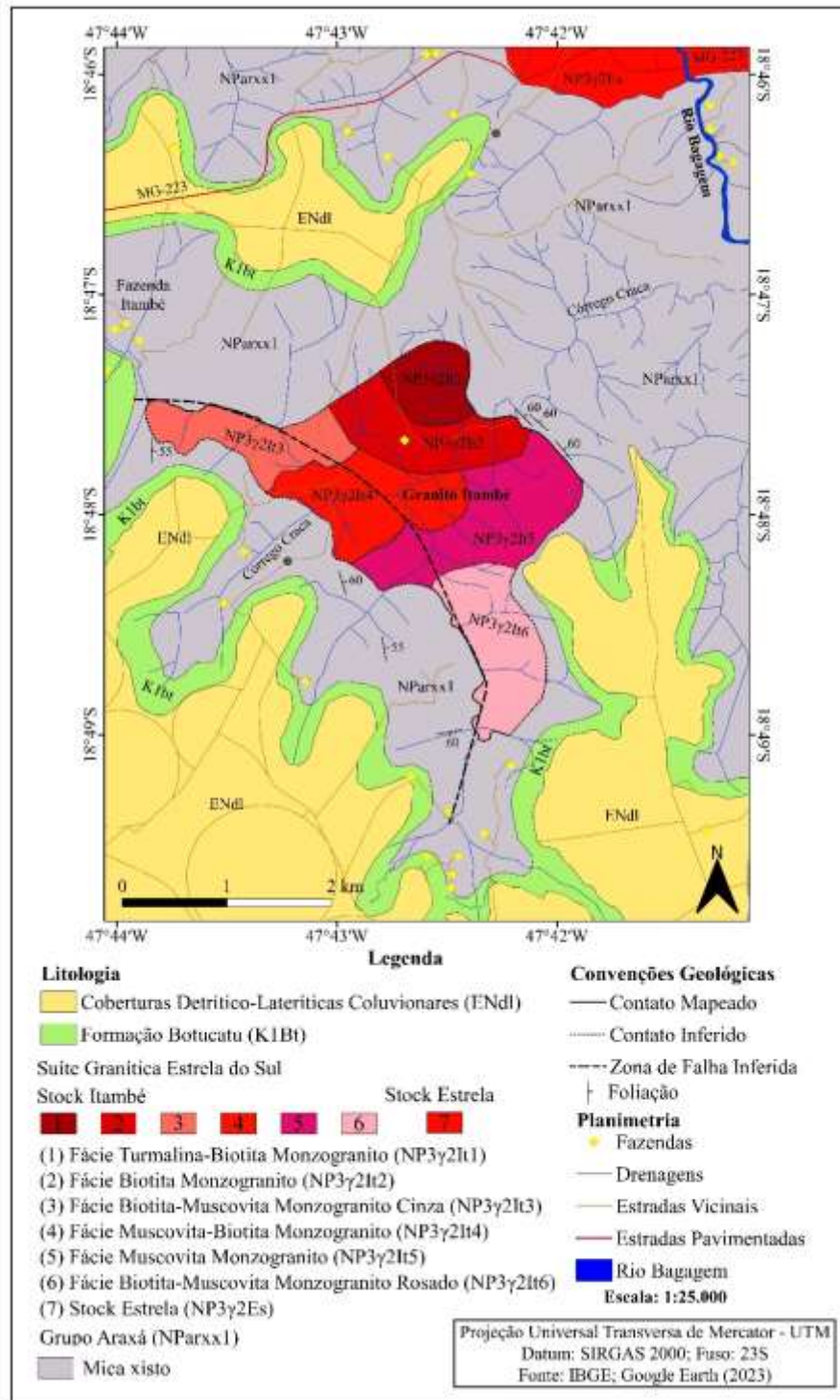


Figura 9 – Mapa final do Granito Itambé.

Fonte: Ferraz (2023).

As variações nas fácies do *Stock Itambé* ocorrem de acordo com as características relativas às composições, estruturas mineralógicas e texturas que ocorrem ao longo dos diferentes níveis topográficos, com uma variação de 816 a 950 metros.

Essa fácies está distribuída desde os afloramentos presentes em drenagens e depressões até locais com intensa movimentação tectônica, como zonas de cisalhamento, e se estendem por relevos que variam de morros suaves a acidentados.

A fácies turmalina-biotita monzogranito (Figura 10 A) ocorre na porção norte do Granito Itambé, em uma área de 0,56 km². Exibindo rochas maciças, faneríticas, isotrópicas, holocristalina, com textura média e coloração cinza claro, formando um relevo levemente ondulado, por ser uma fácies granítica com mineralogia mais resistente, conseguiu resistir aos processos erosivos, mantendo altitudes de até 950 metros.

A fácies biotita monzogranito (Figura 10 B) está situada na região centro-norte, em uma área de 0,98 km², e exhibe rochas maciças de textura média e coloração cinza escuro. Essa fácies é caracterizada por ser fanerítica, anisotrópica e holocristalina, apresentando uma orientação dos minerais como biotita e muscovita. Seu relevo é irregular enrugado com porção mais elevada onde o material apresenta-se mais maciço e preservado e outra porção mais acidentada com sistema de drenagem encaixado. Nesses locais, observam-se produtos de erosão e intemperismo, com a formação de argilominerais como caulinita e illita associados oxi-hidróxido de Fe (goethita) e hidróxido de Al (gibbsita). Juntos, formam um horizonte de alteração do granito, com restos de veios de quartzo conjugados comumente desmantelado associado a blocos e matacões com esfoliação esferoidal além de lateritas oriundas da alteração intemperica. Suas cotas variam de 875 a 896 m.

A fácies biotita-muscovita monzogranito cinza (Figura 10 C) afloram na porção oeste do Granito Itambé, ocupando uma área de 0,87 km², com coloração cinza claro, estrutura maciça, textura isotrópica, fanerítica, holocristalina e granulometria média a grossa. Foram observadas concentrações de muscovita espalhadas pelo solo, facilitadas pela decomposição destes materiais devida sua menor competência. Essas rochas se destacam em relevo suave com depressões instalada onde as drenagens aparecem em cotas de 853 a 875 m.

A fácies biotita-muscovita monzogranito rosada (Figura 10 D) é caracterizada por rochas maciças e anisotrópicas, que exibem orientação dos minerais. Sendo fanerítica e holocristalina, possui textura que varia de fina a média e coloração predominantemente rosada, com porções mais intemperizadas apresentando tonalidade cinza claro. Essa fácies representa a segunda maior extensão do Granito Itambé, ocorrendo na porção sul em uma área de 1,11 km². Nessa região, observa-se uma maior concentração de drenagem e o relevo mais acidentado resultado dos processos erosivos intensificados pela presença de minerais com planos de clivagem, como biotita e muscovita, tornando-o mais suscetível aos processos de modificação de relevo, suas cotas estão em 853 a 875 m.

A fácies muscovita monzogranito (Figura 10 E) situada na região centro-leste da intrusão, representa a maior fácies do Granito Itambé ocorrendo em uma área de 1,5 km². O relevo é baixo e irregular cortado por drenagens de diferentes direções, os blocos e matacões são abundantes com esfoliação esferoidal e muita alteração pela própria ação da água das drenagens, evidenciada pela distribuição de minerais de muscovita pelo solo arenoso. Essa porção apresenta rochas maciças, isotrópicas, faneríticas e holocristalinas, exibindo coloração cinza escuro e textura média a grossa. Suas cotas variam entre as mais baixas variando pouco de 816 a 853 m.

A fácies muscovita-biotita monzogranito (Figura 10 F) apresenta rochas com feições maciças, isotrópicas, faneríticas e holocristalinas, exibindo textura fina a média e coloração cinza clara a cinza escura. Essa fácies está situada na porção centro-oeste do Granito Itambé, ocorrendo em uma área de 1,17 km² em uma região formada por relevo baixo, irregular, dividido entre drenagem e zona de cisalhamento, onde é possível observar material de alteração proveniente do granito de cor branca a amarelada constituindo fino solo arenoso, constituído por argilominerais e minerais de muscovita e biotita distribuídas por sua superfície. Na região mais central dessa fácies foram observados os enclaves de biotita-quartzo xistos. As cotas desta fácies variam entre 875 a 853 m.

A região onde se encontra o *Stock* Itambé pode localmente mostrar variações mineralógicas e texturais que influenciam diretamente na competência da rocha permitindo que o material seja mais preservado ou se altere moldando as formas do relevo. Afonso e Silva (2014), sugerem que diferentes tipos de rochas, sob condições idênticas de regime climático, sofrem intemperismo em graus diferentes. Isso depende muito do tipo de composição mineralógica da rocha. Certas rochas possuem grande teor de minerais solúveis, ficando mais suscetíveis ao intemperismo químico. Sendo assim na região é possível notar a relação entre a geologia da área e o relevo, podendo sugerir que rochas mais coesas, apresentam maior organização cristalográfica possuindo constituição dada por minerais de maior resistência, o que resulta em relevo mais preservado e, portanto mantém um grau menor de erosão, fato este, que colaboram com a preservação dos altos topográficos, por outro lado sua menor resistência tem como uma das variáveis o fato das rochas serem menos coesas talvez por sua constituição mineralógica mais frágil, resultando em um relevo irregular, ondulado, moldado pela instalação de zonas erosivas ou por drenagens encaixadas o que acentuam a irregularidade do relevo.

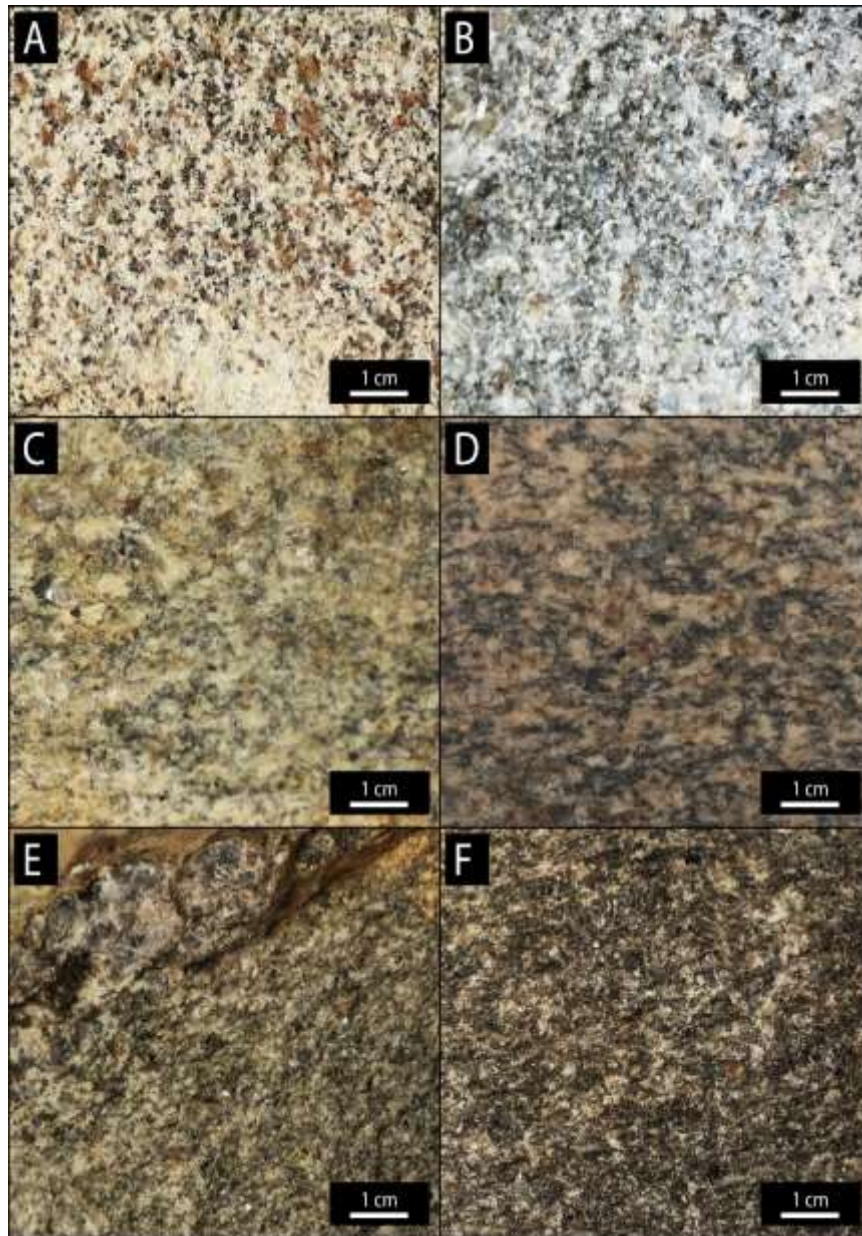


Figura 10 – Fotografias apresentando os aspectos macroscópicos das diferentes fácies do Granito Itambé. (A) Turmalina-biotita monzogranito, (B) Biotita monzogranito, (C) Biotita-muscovita monzogranito cinza, (D) Biotita-muscovita monzogranito rosado, (E) Muscovita monzogranito e (F) Muscovita-biotita monzogranito. Fonte: Ferraz et al. (2023).

O modelo topográfico figura 11 apresenta uma zona de falha inferida na direção NW, situada na porção sudoeste do corpo, possivelmente sendo a responsável pelo formato alongado do mesmo nas extremidades sul e oeste. Nestes locais, observa-se o contato entre o granito e o Grupo Araxá, principalmente nas regiões onde a drenagem encontra-se mais entalhada. Na porção central do granito, a zona de falha pode ser observada nas seções delgadas, as quais apresentam microfaturas por vezes preenchidas por muscovita ou biotita secundárias, recristalização e extinção ondulante do quartzo.

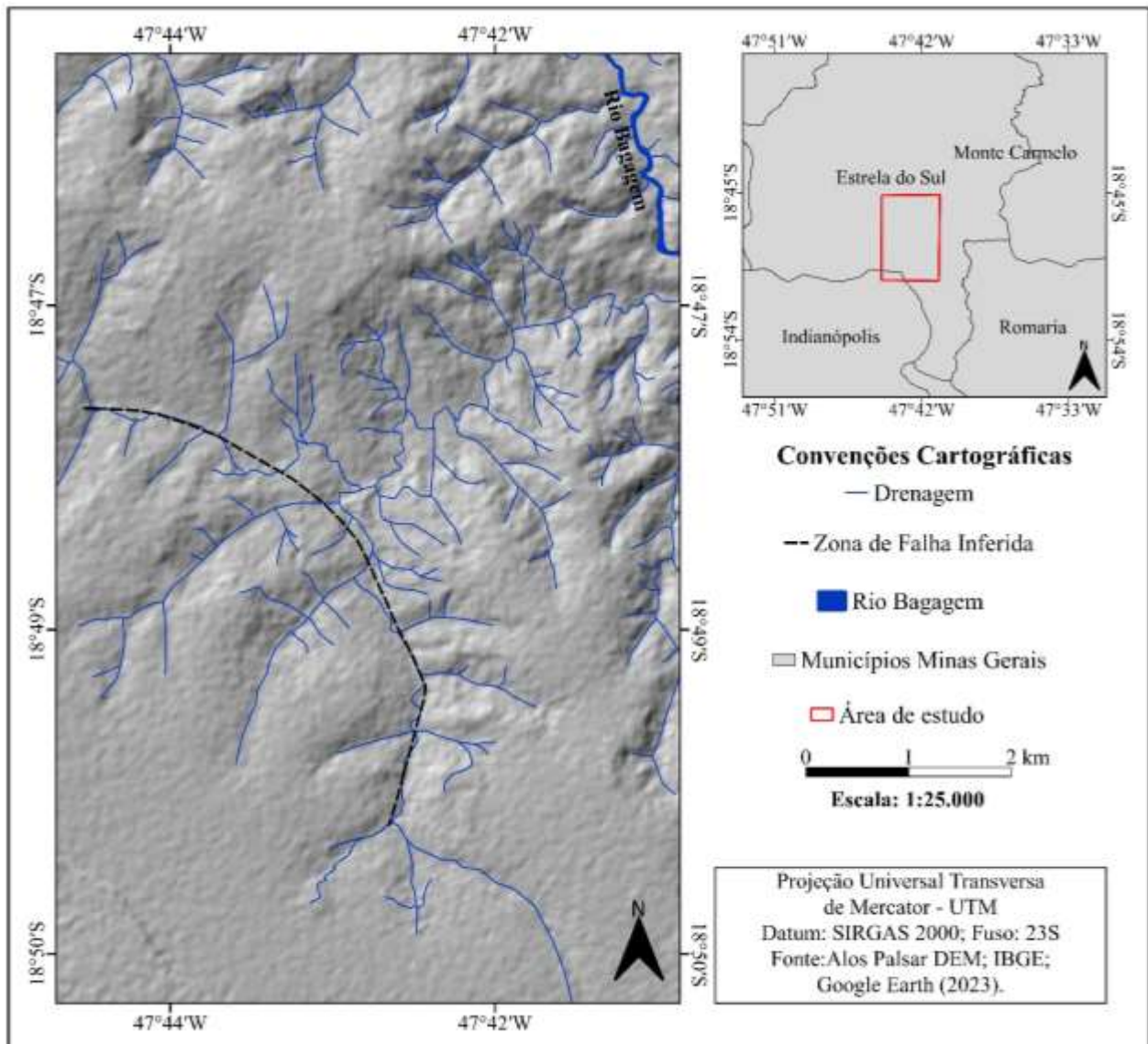


Figura 11 – Modelamento topográfico hillshade do Granito Itambé.
 Fonte: Ferraz (2023).

O modelo tridimensional do terreno permite análises referentes à dinâmica que compõe a paisagem presente no *Stock* Itambé, bem como ao seu redor. Com o intuito de facilitar o entendimento sobre a localização e seu formato, foi realizado o mapeamento tridimensional comparativo (Figura 12 A e B), o qual demonstra a visualização em 3D do mapa hipsométrico com informações altimétricas e a visualização em 3D da composição RGB (432) cor natural.

Na figura 12A, pode-se observar que a região apresenta um relevo aplainado, com altitudes aproximadas de 918 m, enquanto os encaixes de vale têm altitudes que variam em aproximadamente 816 m. Observações semelhantes podem ser feitas por meio da Figura 12B, com a delimitação do granito, mostrando que a intrusão ocorre desde as porções mais baixas até as mais altas da vertente, apresentando um aspecto mais rugoso no terreno, local onde foi possível observar a exposição do granito em campo.

As interpretações sobre o comportamento da paisagem ao redor do corpo indicam uma área que predomina a agricultura com poucas áreas destinadas à pastagem. Esse comportamento é justificado pela presença dos minerais ricos em elementos químicos que conferem uma maior fertilidade ao solo, favorecendo assim o cultivo. Pode-se observar também que o corpo

está posicionado em uma microbacia do Rio Bagagem, o que pode influenciar o comportamento do corpo granítico devido às intempéries na região.

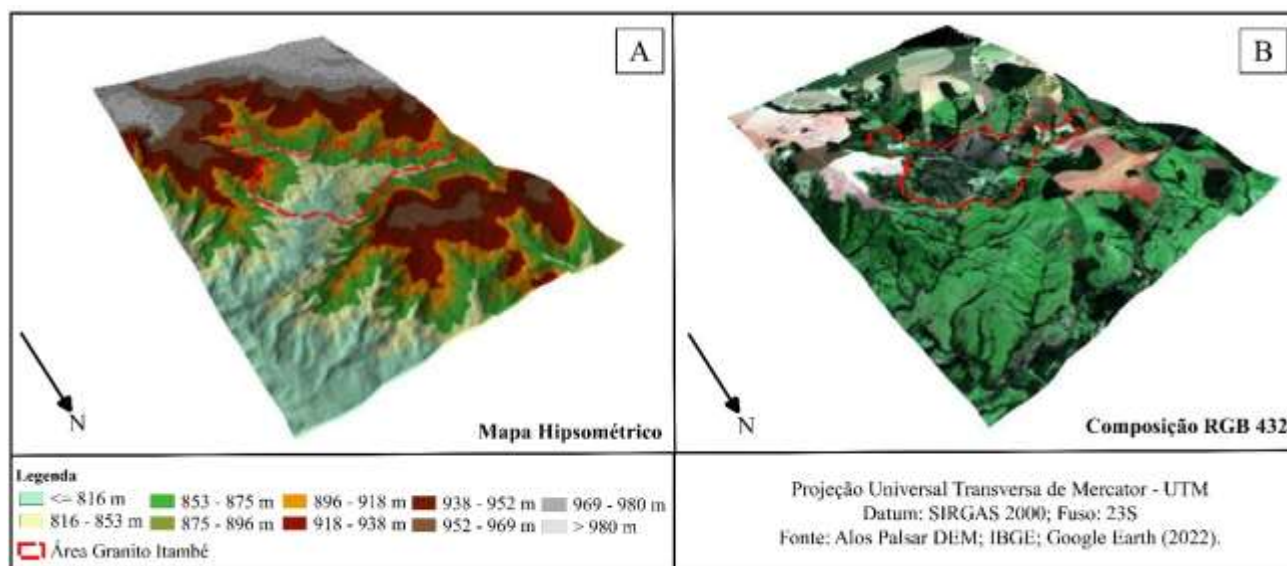


Figura 12 – Mapa 3D do Granito Itambé. Modelamento tridimensional (A) – Mapa Hipsométrico e (B) Composição cor natural (RGB – 432).
Fonte: Ferraz (2023).

5. Considerações finais

O presente trabalho é de fundamental relevância por além de atualizar os dados geológicos de uma região ainda com reduzidos trabalhos em escala de detalhe de cunho geológico permitiu apresentar a real forma e abrangência espacial da Suíte Granítica Estrela do Sul. A partir da delimitação e do mapeamento sistemático da área, foi possível individualizar e delimitar o corpo intrusivo denominado *Stock* Itambé aflorante sob a forma de um *stock* granítico. Até então, a área mensurada era de 0,8 km²; porém, após o detalhamento, verificou-se sua ampliação espacial ocupando cerca de 6,2 km², permitindo a confecção do novo mapa geológico.

As seis fácies denominadas fácies turmalina-biotita monzogranito, fácies biotita monzogranito, biotita-muscovita monzogranito cinza, biotita-muscovita monzogranito rosado, fácies muscovita monzogranito e muscovita-biotita monzogranito, possuem variedades estruturais, mineralógicas e texturais específicas, o que confere graus de competência variados ao granito, distribuídas em cotas topográficas que variam de 816 a 950 m.

Petrograficamente possui mineralogia composta por quartzo, microclínio e plagioclásio e pelos minerais biotita e muscovita, definindo assim um granito do tipo S a duas micas, onde uma zona de falha encontra-se atuante com direção NW, bem marcada na área conforme apresentado no modelo tridimensional do terreno (hillshade), geologicamente nestas porções, as falhas favorecem mudanças na litologia que se refletem no relevo, devido aos processos erosivos e modificadores, gerando minerais secundários.

Através do mapeamento sistemático e da descrição petrográfica foi possível a análise do biotita-quartzo xisto, considerado, neste trabalho como um xenólito nas rochas da Suíte Estrela do Sul. Essa suíte pertence a uma região mais basal do Grupo Araxá e é parcialmente assimilada, que ascendeu junto com as rochas da intrusão granítica, descrito pela primeira vez na região na região de Monte Carmelo, MG.

Portanto, com o novo mapa geológico do Granito Itambé, foi possível concluir que, a escala de mapeamento escolhida foi apropriada, pois possibilitou uma gama de detalhes inéditos acerca da Suíte Granítica Estrela do Sul. Apresentando à comunidade científica novas informações sobre sua abrangência real, com sua mineralogia variada, presença de zona de cisalhamento e como essas estruturas geológicas influenciam o corpo. Futuros trabalhos poderão dar continuidade na área aprofundando na temática econômica (verificar a existência de minerais ou elementos químicos de valor agregado para exploração), além da química mineral e datações U/Pb, Sm/Nd em monazita e zircão para conhecer as idades

geocronológicas de origem, evolução e alojamento do corpo, de forma a contar o histórico geológico e evolutivo desta importante suíte magmática. Destaca-se que propostas de remodelamento em uma escala de maior detalhe são de extrema importância, pois permitem um conhecimento e entendimento detalhado sobre a dinâmica geológico - geográfica da região.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do laboratório de geologia e mineralogia e o laboratório de microscopia e petrografia do curso de Geologia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Referências

- AFONSO A., SILVA T. M. Geomorfologia Geral. Rio de Janeiro, Brasil. Ed. CEDERJ. 2014. 290p.
- ALMEIDA, F. F. M.; HANSUI, Y.; BRITOS NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Províncias Estruturais Brasileiras. In: 8º Simpósio de Geologia do Nordeste, Campina Grande, *Anais*, p 363-391. 1977.
- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITOS NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth-Science Reviews*, v. 17, n. 1-2, p. 1-29. 1981.
- BARBOSA, O.; BRAUN, O. P. G.; DYER, R. C.; CUNHA, C. A. B. R. Geologia da região do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro: DNPM/DFPM, *Boletim*, v. 136, 140 p. 1970.
- BROD, J. A.; LEONARDOS, O. H.; MENESES, P. R.; ALBURQUERQUE, M. A. C.; ALMEIDA, R.; ARAÚJO, R. N. G.; BLANCO, S. B.; CARDOSO, F. B. F.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; JUNQUEIRA, F. F.; RIEHL JUNIOR, W.; SOUZA, J. C. F.; TALLARICO, F. H. T.; THOMSEM, F. P. R.; BERBET, M. L. C.; CERQUEIRA, M. R. S.; CHAGAS, M. A.; DIAS, R. R.; LIMA, C. V.; NAKAMURA, E. T.; PORTO, S. G.; ROMÃO, P. A.; SANTOS, P. C. V. Tectono-estratigrafia da Faixa Brasília na região do Alto Paranaíba. In: 3º Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, Cuiabá, *Anais*, p.155-168. 1991.
- CHAVES, M. S. C.; DIAS, C. H. Carta Geológica Folha SE.23-Y-A-IV – Estrela do Sul escala 1:100.000. 2017. Disponível em: http://www.portalgeologia.com.br/wp-content/uploads/2015/09/EstreladoSul_geologia.pdf. Acesso em: 03 jun. 2022.
- FERRAZ, D. C. *Petrografia, faciologia e litogeoquímica do Stock Itambé da Suíte Granítica Estrela do Sul – MG, porção meridional da Faixa Brasília*. Monte Carmelo, 2023. 137f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia). Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo-MG, 2023.
- FERRAZ, D. C.; ARAUJO, L. M. B.; GODOY, A. M.; PETRONZIO, J. A. C.; VELOSO, H. Y. O.; VIEIRA, O. A. R. P. Stock Itambé: Um exemplo de “granito tipo-S” da Suíte Granítica Estrela do Sul, intrusivo na porção meridional da Faixa Brasília, *Revista Geociências*, v. 42, n. 2, p. 175 - 197, 2023.
- PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; BOTELHO, N. F. Granites and the geodynamic history of the neoproterozoic Brasília belt, Central Brazil: a review. *Lithos*, v. 46, n. 3, p. 463-483, 1999.
- PIMENTEL, M. M.; DARDENNE, M. A.; FUCK, R. A.; VIANA, M. G.; JUNGES, S. L.; FISCHER, D. P.; SEER, H. J.; DANTAS, E. L. Nd isotopes and the provenance of detrital sediments of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil. *Journal Of South American Earth Sciences*, v. 14, n. 6, p. 571-585, 2001.
- PIMENTEL, M. M. The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil: a geochronological and isotopic approach. *Brazilian Journal Of Geology*, v. 46, n. 1, p. 67-82, 2016.
- SANTOS, B. L. DOS. *Petrologia e geologia estrutural da faixa Brasília na região de Estrela do Sul-MG: Implicações tectônicas*. Rio Claro, 2019. 138f. Dissertação (Mestrado em Geologia). Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2019.

-
- SEER, H. J. *Evolução Tectônica dos Grupos Araxá, Ibiá e Canastra na sinforma de Araxá, Araxá, Minas Gerais*. Brasília, 1999. 267f. Tese (Doutorado em Geologia), Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 1999.
- SEER, H. J.; BROD, J. A.; FUCK, R. A.; PIMENTEL, M. M.; BOAVENTURA, G. R.; DARDENNE, M. A. Grupo Araxá em sua área tipo: um fragmento de crosta oceânica neoproterozoico na faixa de dobramentos Brasília. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 31, n. 3, p. 385-396, 2001.
- SEER, H. J.; BROD, J. A.; VALERIANO, C. M.; FUCK, R. A. Leucogranitos intrusivos no Grupo Araxá: registro de um evento magmático durante colisão Neoproterozoica na porção meridional da Faixa Brasília. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 35, n. 1, p. 33-42. 2005.
- SEER, H. J.; MORAES, L. C.; JUNGES, S. L. Novos dados U-Pb e Sm-Nd de rochas granitóides do Grupo Araxá, Faixa Brasília Meridional, entre a região de Araxá e Monte Carmelo, MG. In: SBG, 45° Congresso Brasileiro de Geologia. Belém, *Anais*, 2010.
- SEER, H. J.; MORAES, L. M. Within plate, arc, and collisional Neoproterozoic granitic magmatism in the Araxá Group, Southern Brasília belt, Minas Gerais, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, v. 43, n. 2, p. 333-354, 2013.
- TOLEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, S. M. B. de; MELFI, A. J. Da rocha ao Solo – Intemperismo e pedogênese. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T.R.; TOLEDO, M.C.M.; TAIOLI, F. *Decifrando a Terra*. 2ª ed. São Paulo: IBEP Editora Nacional-Conrad, 2009. p. 128-239.
- VALERIANO, C. M.; DARDENNE, M. A.; FONSECA, M. A.; SIMÕES, L. S. A.; SEER, H. J. A evolução tectônica da Faixa Brasília. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. (org.). *Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Beca, 2004. p. 533-575.