

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

PEDRO VICTOR MENDES DOS REIS

**CARACTERIZAÇÃO E PROVENIÊNCIA DE LITOCLASTOS SILICOSOS
ASSOCIADOS A DEPÓSITOS DE CASCALHEIRA DA SERRA DO CORPO SECO,
ITUIUTABA, MINAS GERAIS**

MONTE CARMELO

2023

PEDRO VICTOR MENDES DOS REIS

**CARACTERIZAÇÃO E PROVENIÊNCIA DE LITOCLASTOS SILICOSOS
ASSOCIADOS A DEPÓSITOS DE CASCALHEIRA DA SERRA DO CORPO SECO,
ITUIUTABA, MINAS GERAIS**

Projeto apresentado ao curso de Geologia, *Campus* Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Luciano
Alessandretti

MONTE CARMELO

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Pedro Victor Mendes Dos Reis

**CARACTERIZAÇÃO E GÊNESE DE LITOCLASTOS SILICOSOS ASSOCIADOS A
DEPÓSITOS DE CASCALHEIRA DA SERRA DO CORPO SECO, ITUIUTABA,
MINAS GERAIS**

Monte Carmelo, 17/08/2023

Banca Examinadora

Orientador: Prof. Dr. Luciano Alessandretti

Profa. Dr. Liliane Ibrahim

Prof. Dr. Alan Silveira

MONTE CARMELO

2023

*Dedico este projeto de pesquisa à minha mãe, Mari Lucia Amorim Mendes (in memoriam),
minha maior incentivadora.*

*Dedico também ao meu companheiro de turma e república Marcelo Amin Breda (in memoriam),
que marcou de forma intensa sua passagem pela vida.*

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho se deu devido ao esforço de diversas pessoas, sendo elas familiares, professores e amigos. Sem elas, jamais seria possível concluir esta etapa.

Dedico esse trabalho em principal a minha mãe Mari Lucia Amorim de Andrade e ao meu avô, Olto Mariano dos Reis, esses que sempre foram minha principal inspiração para a vida e os estudos. Gostaria que ambos estivessem em vida para prestigiarem junto a mim nesta importante conquista.

A todos os meus familiares, principalmente aos meus padrinhos, Katia Amorim de Andrade e Antonio Carlos Andrade, meu irmão Thales Mendes dos Reis e minha Tia Maria Suzana Amorim Mendes que sempre me deram total apoio e suporte para realizar todos os meus sonhos.

Ao meu orientador Dr. Luciano Alessandretti, que desde sua chegada no curso de Geologia, me incentivou e motivou no meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Ao professor Dr. Ariovaldo Antonio Giaretta da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), *campus* Ituiutaba, que fez o primeiro contato com a professora Fernanda Quaglio, reportando a ocorrência dos seixos silicosos na Serra do Corpo Seco.

Agradeço ao Instituto de Geografia (IG-UFU) e todos os professores e funcionários do Curso de Geologia, que me forneceram toda base e estrutura necessária para realização deste trabalho, agradeço com profunda admiração pelo vosso profissionalismo.

Aos professores do Instituto Geociências (IGC-USP) Dr. Thomas Rich Fairchild e Dr. Paulo César Boggiani e a professora Dra. Fernanda Quaglio do Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas (Unifesp), que forneceram informações sobre os estudos sobre as cascalheiras do Rio Paraná, assim como forneceram total apoio nas análises laboratoriais nas Instalações da Universidade de São Paulo (USP) e suporte nas atividades de campo em Ituiutaba/MG. Assim como, gostaria de agradecer todos os funcionários do IGC-USP, principalmente aos funcionários dos laboratórios de Laminação, Sedimentologia e Microscopia.

Aos meus companheiros (as) e agregados (as) da República Quartel Geologia (QG) e do Grupo Alto Paranaíba de Espeleologia (GAPE), que desde o primeiro dia em Monte Carmelo/MG me deram total apoio. Gostaria de agradecer todo o companheirismo, aventuras e viagens de cunho científico e recreativo durante a minha graduação.

Por último e não menos importante, gostaria de agradecer ao meu colega de turma Vithor Di Donato, que sempre me ajudou bastante durante a graduação.

RESUMO

A Serra do Corpo Seco, localizada cerca de seis km a SSW de Ituiutaba, oeste de Minas Gerais, é uma macroforma de relevo do tipo mesa inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Tijuco. A serra é majoritariamente constituída por arenitos e conglomerados da Formação Marília, (Grupo Bauru), Cretáceo Superior da Bacia do Paraná. Próximo ao topo, ocorre depósito de cascalheira (terraço) constituído por litoclastos silicosos com dimensões entre grânulo e seixo imersos em matriz areno-pelítica. As características sedimentológicas da cascalheira sugerem a atuação de mecanismos de transporte e acumulação de sedimentos de alta energia e alta viscosidade tais como fluxos de detritos. As feições macro- e microscópicas dos seixos fossilíferos, portadores de estromatólitos, oncólitos e oólitos, são fortemente indicativas de que a origem primária de tais litoclastos são as formações Irati e Teresina do Grupo Passa Dois da Bacia do Paraná. Porém, as paleocabeceiras e paleodrenagens da Bacia do Rio Tijuco provavelmente escavaram e erodiram as formações supracitadas, já que sua faixa de afloramentos durante o Quaternário estende-se do Rio Grande do Sul a São Paulo na borda leste da Bacia do Paraná. Este trabalho propõe que os litoclastos foram inicialmente erodidos do Grupo Passa Dois e depositados no Grupo Bauru durante o soerguimento do Arco do Alto Paranaíba no Cretáceo Superior. Durante o Plio-Pleistoceno, o soerguimento da Plataforma Sul-Americana foi acompanhado de processos erosivos e deposicionais do denominado ciclo “Velhas”. Nesse contexto, terraços e cascalheiras, como a presente na Serra do Corpo Seco, foram depositados nas margens dos grandes rios e seus afluentes.

Palavras-chave: Serra do Corpo Seco; Litoclastos silicosos; Soerguimento do Alto Paranaíba; Quaternário; Superfície de Aplainamento.

ABSTRACT

The Corpo Seco hill, located about six kilometers SSW of Ituiutaba in western Minas Gerais, is a tabular relief macroform inserted in the Tijuco River basin. The mountain is mainly composed of sandstones and conglomerates from the Marília Formation (Bauru Group), Upper Cretaceous of the Paraná Basin. Near the summit is a gravel deposit (terrace) composed of siliceous lithoclasts with dimensions between granular and pebbly, immersed in a pelitic sand matrix. The sedimentological characteristics of the gravel suggest the action of mechanisms of transport and accumulation of sediments with high energy and high viscosity, such as debris flows. The macro- and microscopic characteristics of the fossil pebbles containing stromatolites, oncoliths, and oolites strongly suggest that the primary origin of these lithoclasts is the Irati and Teresina formations of the Passa Dois Group of the Paraná Basin. However, it is unlikely that the paleoheadwaters and paleodrainage system of the Rio Tijuco basin eroded the above formations, since their outcrop area during the Quaternary extends from Rio Grande do Sul to São Paulo on the eastern margin of the Paraná basin. In this work, it is proposed that the lithoclasts were first eroded from the Passa Dois Group and deposited in the Bauru Group during the uplift of the Alto Paranaíba Arch in the Late Cretaceous. During the Plio-Pleistocene, the uplift of the South American platform was accompanied by erosional and depositional processes of the so-called "Velhas" cycle. In this context, terraces, and gravels, such as those in the Serra do Corpo Seco, were deposited on the banks of the great rivers and their tributaries. **Keywords:** Corpo Seco Range; Siliceous lithoclasts; Quaternary; Uplift Alto Paranaíba; Planing Surface.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.	13
Figura 2 – Mapa geológico Grupo Bauru na região do Triângulo Mineiro. Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000. GO: Goiás; MG: Minas Gerais; SP: São Paulo.	14
Figura 3 – Etapas das análises sedimentológicas. A) Pesagem da fração granulométrica seixo. B) Separação granulométrica e lavagem. C) Secagem em estufa. D) Litoclastos silicosos. E) Pesagem da fração grânulo.	17
Figura 4 – Classificação simplificada adotada para as principais variedades de seixos observados nas cascalheiras associadas aos rios Paraná e Araguaia e seus afluentes segundo Boggiani (1987). Os grupos foram distinguidos com base em feições macroscópicas (litologia, coloração, estruturas primárias e textura). As classes são mostradas em vermelho com transparência.	19
Figura 5 – Visada para SE da Serra do Corpo Seco com destaque para seu relevo tabuliforme.	20
Figura 6 – Mapeamento dos compartimentos geomorfológicos, feições hídricas e do relevo da Serra do Corpo Seco. Retirado de Miyazaki e Oliveira (2020).	21
Figura 7 – Média das alturas pluviométricas mensais na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (MG).	23
Figura 8 – (A) Visão geral da cascalheira presente no topo da Serra do Corpo Seco. (B) Detalhe em corte da cascalheira, com dimensão de 7m x 60cm, constituída por litoclastos de diferentes composições sustentados por matriz areno-pelítica. C) Matriz da cascalheira sustentada por matriz areno-pelítica, granulometria até seixo (64 mm de diâmetro) com desorganização interna, baixo grau de seleção granulométrica e imaturidade textural e mineralógica (D) Enfoque para presença de clastos imbricados.	24
Figura 9 – Classificação das amostras coletadas na Serra do Corpo Seco de conforme a proposta de Boggiani (1987).	26
Figura 10 – Gráfico de rosca com contagem de seixos por classes, para um total de 447 seixos analisados	27
Figura 11 – Gráfico de distribuição das classes de seixos mais abundantes. Total de seixos = 423. Porcentagem por classes: Silicosos maciços (47,75%); Bandados claro/escuro (15,13%); Arenito silicificado (14,18%); Concreções (9,93%); Oncólitos/ oólitos (8,04%); Acamanento gradacional (4,97%).	28

- Figura 12** – Fotomicrografias da lâmina FQ-05 (grainstone oolítico). A) Oóides esféricos a subesféricos, com núcleo composto por quartzo criptocristalino, preenchidos por quartzo microscristalino e circundados por cutículas de óxido de ferro vistos a (A) em luz polarizada e (B) luz natural, com nicóis cruzados ressaltando diminuição no número de contatos côncavo-convexos entre os oóides. D) Oóides subesféricos a alongados, preenchidos por lamelas de calcedônia intercaladas com lamelas de microquartzo de forma concêntrica. A barra de escala possui 0,4mm.....29
- Figura 13** – Fotomicrografias da lâmina FQ-04 de amostra de oóide-graistone. A) Fragmentos esqueletais preservados em sílica. Os núcleos são compostos por micro-quartzo e os espaços interoólitos por megaquartzo. B) Núcleos dos oólitos compostos por microquartzo. Em torno do núcleo é possível observar as lamelas concêntricas. As bordas dos oólitos possuem franja de calcedônia e os espaços interoólitos são preenchidos por mega-quartzo. A barra de escala possui 0,2 mm. 30
- Figura 14** – Comparação de classificação dos seixos do grupo “Seixos de Silexito (chert)” segundo Boggiani (1987) (em vermelho) e seixos da cascalheira da Serra do Corpo Seco. 31
- Figura 15** – Comparativo entre os seixos com estromatólitos silicificados coletados na cascalheira da Serra do Corpo Seco (A a C) e por Boggiani (1987) (D e E) coletadas na Formação Estrada nova na região do Alto Araguaia - MT. A) Seixo de estromatólito em Chevron. B) Seixo de estromatólito lateralmente contínuo. C) Seção de corte de um seixo de estromatólito lateralmente contínuo. D) Corte transversal de estromatólitos ligados lateralmente. E) Seixo de estromatólito lateralmente contínuo.....32
- Figura 16** – Comparativo entre os seixos de oncólitos e oólitos coletados na cascalheira da Serra do Corpo Seco (A e B) por Boggiani (1987) (C e D). A) Pequenos oólitos/oncólitos de cor escura. B) Oólitos/oncólitos de cores escuras. C) Corte em seção de seixo de oólito/oncólito silicificado. D) Seixo de oólito/oncólito de cores claras e negras silicificado. 33
- Figura 17** – Comparativo entre os seixos de brechas intraformacionais etados na cascalheira da Serra do Corpo Seco (A) Boggiani, coletados na região de Barra do Garças-MT (1987) (B). A) Seixo de brecha intraformacional com coloração avermelhada. B) Corte em seção de clasto De brecha intraformacional onde os clastos consistem em “tabletes” envolvidos por laminações ondulada fina de origem microbiana (oncólitos). Material coletado na região do Barra do Garças (MT). 34

Figura 18 – Seixos de brechas coletados na cascalheira da Serra do Corpo Seco. A) Seixo de brecha com formato achatado. B) Seixo de brecha com formato oval.....	34
Figura 19 – Comparação de classificação dos seixos do grupo Seixos derivados de sequências vulcânicas, com base em Boggiani (1987).	35
Figura 20 - Comparação de classificação dos Seixos do grupo seixos derivados de estratos terrígenos, com base em Boggiani (1987).	35
Figura 21 – Transporte dos seixos silicosos ao longo do paleo-Rio Tijuco durante o Quaternário. GO: Goiás; MG: Minas Gerais; SP: São Paulo.	36
Figura 22 – Área de afloramentos dos grupos Passa Dois e Bauru na Bacia do Paraná e altos estruturais em suas bordas. Pontos com localização de coletas amostras Boggiani (1987) e amostras coletadas para o viés deste trabalho. Altos Estruturais: I) Antéclise de Rondonópolis. II) Província Alcalina de Goiás III) Soerguimento do Alto Paranaíba. IV) Alinhamento do Rio Moji-Guaçu. V) Alinhamento de São Carlos-Leme. VI) Alinhamento de Ibitinga – Botucatu. VII) Alinhamento do Paranapanema e VIII) Alinhamento do Rio Piquiri. Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000. MT: Mato Grosso; GO: Goiás; MG: Minas Gerais; SP: São Paulo; PR: Paraná; MS: Mato Grosso do Sul.....	39
Figura 23 – Mapa geológico simplificado da Bacia do Rio Tijuco.....	40
Figura 24 – Evolução regional paleogeográfica da região do Triângulo Mineiro-Alto Paranaíba e preenchimento sedimentar das bacias Bauru e Sanfranciscana entre o Cretáceo Superior e Cenozoico. (A) Alçamento das bordas N e NE com progradação do sistema aluvial dominados por rios entrelaçados sobre porções distais (B e C) Bacia Bauru (esquerda) e Sanfranciscana (direita) (B) Fase principal de soerguimento do Alto Paranaíba durante o Cretáceo Superior e deposição do Grupo Bauru. Notar que o Grupo Passa Dois ocorre em subsuperfície. (C) Desenvolvimento da atual superfície do relevo e incisão das formas geomorfológicas de mesetas e extensas chapadas, incluindo a Serra do Corpo Seco.....	42

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	OBJETIVOS.....	14
3.	METODOLOGIA.....	15
3.1	Levantamento bibliográfico.....	15
3.2	Geoprocessamento.....	15
3.3	Trabalhos de campo.....	16
3.4	Análise sedimentológica.....	16
3.5	Sistema de classificação de litoclastos das cascalheiras.....	18
	3.5 Análises petrográficas.....	19
4.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
4.1	Caracterização geológica e geomorfológica da região de estudo.....	19
4.2	Clima e relevo.....	22
5.	RESULTADOS	23
5.1	Análise sedimentológica da cascalheira da Serra do Corpo Seco	23
5.2	Análise composicional dos litoclastos da cascalheira da Serra do Corpo Seco	25
5.3	Petrografia microscópica dos litoclastos silicosos fossilíferos da cascalheira da Serra do Corpo Seco	28
5.4	Comparação macroscópica dos litoclastos da cascalheira da Serra do Corpo Seco com litoclastos de cascalheiras dos rios Paraná e Araguaia e seus afluentes.....	30
6.	DISCUSSÃO.....	36
6.1	Processo deposicional da cascalheira da Serra do Corpo Seco	36
6.2	Proveniência sedimentar com base em litoclastos silicosos.....	37
6.2.1	Litoclastos silicosos da cascalheira da Serra do Corpo Seco e suas possíveis áreas-fonte.....	38
6.2.1.1	<i>Seixos de silexitos (chert)</i>	38
6.2.1.2	<i>Seixos derivados de sequências vulcânicas e Seixos derivados de estratos terrígenos</i>	42
6.3	Significado geomorfológico da Serra do Corpo Seco	43
7	CONCLUSÕES	44
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

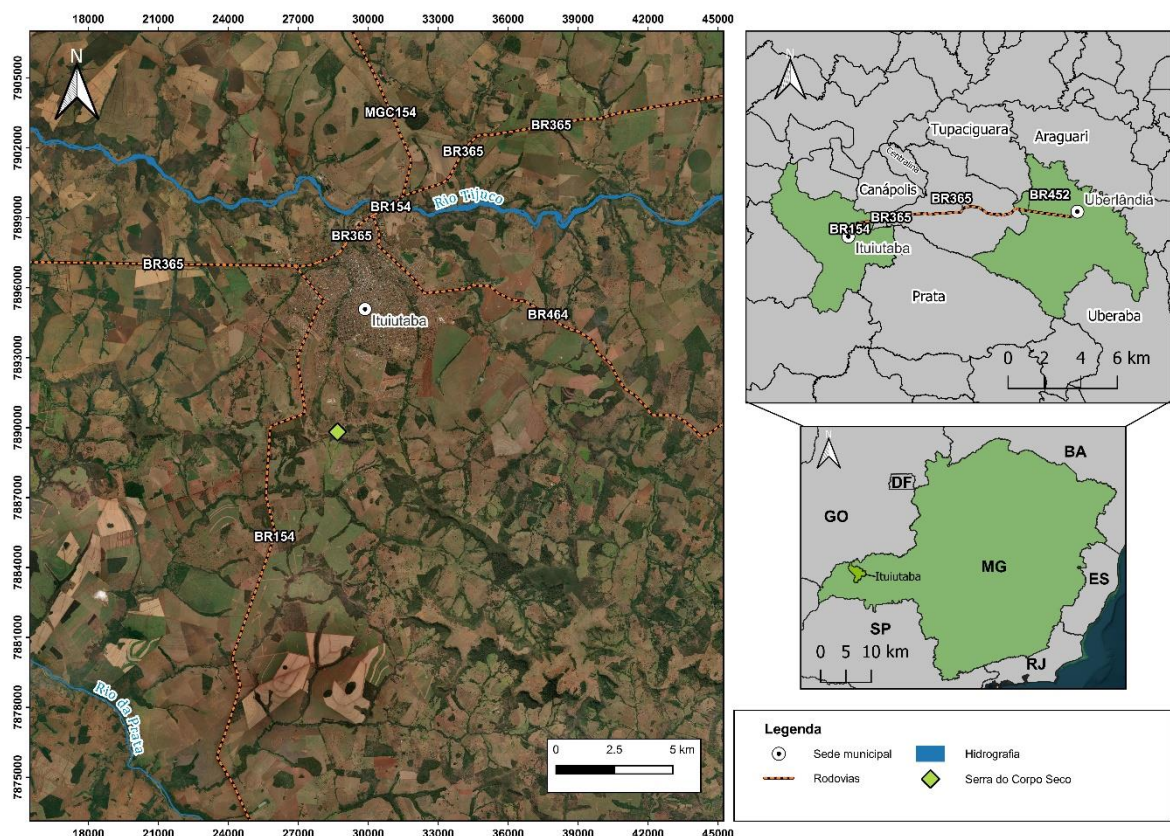
A Serra do Corpo Seco é uma unidade morfoescultural constituída por um relevo residual do tipo tabuliforme (Miyazaki e Oliveira, 2020) na qual está localizada a cerca de seis quilômetros ao sul do município de Ituiutaba, macrorregião do Triângulo Mineiro, Minas Gerais (Fig. 1). O eixo maior da serra possui 1,4 km de comprimento e é alongado segundo a direção WNW-ESSE. O eixo menor ocorre segundo a direção NE-SW e possui 900 metros de comprimento. A serra ocupa uma área de aproximadamente 0,65 km². Sua base e topo estão, respectivamente, a 631 e 699 metros de altitude com relação ao nível do mar. Sob o ponto de vista das macrounidades geomorfológicas do Brasil, está inserida nos denominados Planaltos em Bacias Sedimentares, que são quase que inteiramente circundados por depressões periféricas ou marginais (ROSS, 1985). A Serra do Corpo Seco faz parte dos Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná, desenvolvidos em terrenos sedimentares devonianos a cretáceos e rochas vulcânicas juro-cretáceas principalmente na região sul da bacia (ROSS, 1985). O relevo tabuliforme da Serra do Corpo Seco é formado principalmente por conglomerados e arenitos conglomeráticos da Formação Marília (Cretáceo Superior), Supersequência Bauru da Bacia do Paraná (MILANI *et al.*, 2007).

A história do desenvolvimento morfocronológico dos planaltos se dá a partir do Cretáceo tardio e mais significativamente durante o Cenozoico, desde o Paleoceno ao Quaternário (ROSS, 1985). Nesse sentido, a compartimentação do relevo brasileiro atual está diretamente relacionada com o soerguimento da Plataforma Sul-Americana e os processos erosivos atuantes em sua superfície (AB'SABER, 1982).

Depósitos de cascalhos (ou cascalheiras) são registros cenozoicos comuns em território brasileiro. De acordo com sua morfologia e posição, esses depósitos são classificados em: (i) terraços altos (terraços de topo de morro); (ii) terraços e depósitos de meia encosta; (iii) terraços baixos; (iv) depósitos de várzeas de inundação e (v) depósitos de leito de rio (GUIDICINI, 1973 *apud* BOGGIANI; COIMBRA; FAIRCHILD, 1991). Com base na observação e descrição de dezenas de depósitos de cascalhos a montante de Três Lagoas, no Mato Grosso do Sul, Guidicini (1973) separou composicionalmente dois tipos de cascalheiras, que designou “geração quartzítica” e “geração calcedônica”. A primeira ocorre em terraços de topo de morro e linhas de seixos e constitui depósitos poucos expressivos e formados por seixos de quartzito com tamanhos entre 2 e 4 cm. A segunda constitui depósitos expressivos, formados por principalmente por clastos de sílica micro/criptocristalina e amorfa (GUIDICINI, 1973). Para

Fúlfaro *et al.* (1983) *apud* Boggiani 1991, ambas gerações estão relacionadas a eventos de entalhamento dos afluentes do Rio Paraná. O processo de dissecação do relevo teria inicialmente ocorrido sobre rochas do embasamento cristalino, dando origem a “geração quartzítica”. Posteriormente, a erosão afetou rochas de unidades da Bacia do Paraná, formando a “geração calcedônica”.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

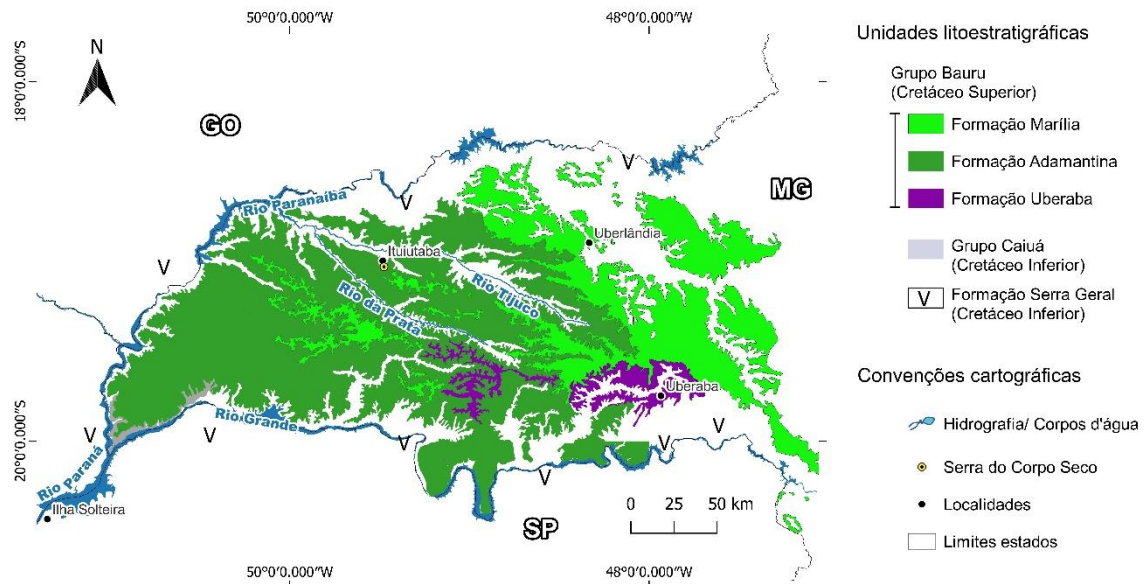


Fonte: IBGE (2015); Google Satélite.

No topo da Serra do Corpo Seco, que se encontra inserida no contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Tijucu, situada no contexto geológico das rochas do Grupo Bauru (Fig. 2), ocorre típico depósito cascalhoso na forma de terraço. Tais níveis de terraços são considerados “planícies aluvionares suspensas”, que são retrabalhadas por rios e seus afluentes, através de rápidas fases erosivas e deposição fluvial (AB’SABER, 1982). Ainda, os níveis de terraços podem ser considerados como testemunhos das variações climáticas e hidrológicas ocorridas nas últimas épocas do Quaternário (AB’SABER, 1982). Esse é o caso do Bacia do Rio Tijucu,

cujo relevo atual vem sendo esculpido por processos morfoclimáticos desde o início do Cenozoico (SANTOS; BACCARO, 2004).

Figura 2 – Mapa geológico Grupo Bauru na região do Triângulo Mineiro. Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000. GO: Goiás; MG: Minas Gerais; SP: São Paulo.



Fonte: Mapa geológico integrado, escala 1:1.000.000.000, CPRM (2014); IBGE (2015);

Com base no exposto acima, o presente trabalho de conclusão de curso apresenta uma abordagem sedimentológica detalhada da cascalheira do topo da Serra do Corpo Seco para assim caracterizar seu processo deposicional. Através da identificação e contagem modal de litoclastos hospedados na cascalheira, foi possível inferir a localização geográfica e composição litológica das áreas-fonte. Por meio de análise da literatura referente aos processos morfoclimáticos vigentes durante o Quaternário, foi concebido um modelo morfogenético e evolutivo dos depósitos cascalhosos da Serra do Corpo Seco.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho de conclusão de curso foi a caracterização, identificação da gênese e proveniência sedimentar dos depósitos de cascalheiras presentes no topo Serra do Corpo Seco. Os objetivos específicos do trabalho foram os seguintes:

- Descrição detalhada da cascalheira envolvendo seus atributos sedimentológicos, estratigráficos e composicionais;

- Descrição macroscópica dos litoclastos hospedados nas cascalheiras com o intuito da identificação das possíveis áreas-fonte;
- Classificação dos litoclastos conforme a metodologia proposta por Boggiani (1987);
- Descrição microscópica dos litoclastos fossilíferos e identificar taxonomicamente seus fósseis;
- Discussão da hipótese de Boggiani (1985) sobre a origem dos materiais e apontar possíveis eventos e agentes geológicos que contribuíram para a dispersão dos seixos.

3. METODOLOGIA

3.1 Levantamento bibliográfico

A pesquisa bibliográfica compreendeu o levantamento da literatura referente aos temas de interesse do projeto e a leitura e análise crítica dela. Nesse sentido, foram consultadas dissertações, teses e artigos científicos publicados até o fechamento deste projeto. Foi dada ênfase especial aos estudos focados na compartimentação do relevo brasileiro atual e nos processos erosivos e deposicionais atuantes na Plataforma Sul-Americana desde o final do Mesozoico.

3.2 Geoprocessamento

A etapa de geoprocessamento envolveu os seguintes passos:

- *Download* de arquivos formato *shapefile* de limites territoriais, bacias hidrográficas, rodovias, etc.;
- *Download* das cartas topográficas SE – 22-Z-D-II, SE - 22-Z-BVI- MI, SE - 22-Z-D-II, SE - 23-Y-CIV, SE - 22-Z-D-VI, SE - 23-Z-D-I, SE - 22-Z-B-IV (escala de 1:100.000) e imagens SRTM a partir do sítio eletrônico TOPODATA – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>);
- Delimitação dos limites da bacia do Rio Tijuco. A delimitação foi elaborada conectando os pontos mais elevados das curvas de nível com auxílio da interpretação dos padrões de drenagem.

- Confecção de base cartográfica no *software* de geoprocessamento QGis 3.26.0 (https://qgis.org/pt_BR/site/) com auxílio de imagens de satélite disponibilizadas pela empresa *Google*.
- Elaboração dos modelos de declividade, rugosidade, relevo sombreado e tridimensional da Serra do Corpo Seco utilizando imagens SRTM no *software* de geoprocessamento QGis 3.26.0.

3.3 Trabalhos de campo

A etapa de trabalho de campo foi realizada na Serra do Corpo Seco, visando coletar amostras e realizar descrições de campo no depósito de cascalheira presente no topo da serra.

Neste contexto as descrições priorizaram a identificação de características diagnósticas, como geometria do depósito, estruturas, organização interna, mineralogia e textura dos grãos e litoclastos. Nessa etapa foi utilizada a nomenclatura de fácies proposta por Miall (1996), na qual são utilizadas siglas compostas por uma a três letras, sendo a primeira maiúscula, referente à litologia do depósito, e as demais relacionadas às estruturas sedimentares presentes.

Foram coletados 447 litoclastos de tamanho seixo (4-64 mm) presentes nas cascalheiras para posteriores descrições macro- e microscópicas. A coleta foi realizada de forma indiscriminada, sem controle composicional dos litoclastos, com o intuito de evitar desvios na análise estatística modal.

3.4 Análise sedimentológica

Em campo, as amostras de litoclastos da cascalheira foram coletadas de forma indiscriminada em uma trincheira no topo da Serra do Corpo Seco. A análise sedimentológica foi dividida em sete fases (Fig. 3): (1) pesagem inicial (Fig. 3-A), (2) separação granulométrica (Fig. 3-B), (3) lavagem (Fig. 3-B), (4) secagem (Fig. 3-C), (5) pesagem final (Fig. 4-E), (6) classificação/separação (Fig.3-D), e (7) contagem de clastos por classes (Fig. 3-D).

Figura 3 – Etapas das análises sedimentológicas. A) Pesagem da fração granulométrica seixo. B) Separação granulométrica e lavagem. C) Secagem em estufa. D) Litoclastos silicosos. E) Pesagem da fração grânulo.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Na etapa de pesagem (1), foi aferido peso total bruto de 8,659, g de amostras. Posteriormente foram usadas duas peneiras granulométricas: a primeira peneira com malha de 5 *mesh* e abertura de 4,00mm, para separar a fração seixos ($>4,0 \leq 64,0$ mm) e a segunda peneira com malha 10 *mesh* e abertura de 2,00mm, para separação dos grânulos ($>2,0 \leq 4,0$ mm). A separação granulométrica (2) foi realizada juntamente com a etapa de lavagem (3) das amostras. A etapa de lavagem consistiu basicamente no uso de água corrente sob as peneiras

granulométricas. Após a lavagem, o material foi colocado em béqueres e armazenados em estufa por 24 horas. Após a secagem, o material foi pesado (5) novamente, para se obter o peso total do material separado para análise. A fração grânulo teve um total de 236,8 g e a fração seixo 8.422,8 g.

O material foi separado e classificado em grupos (6), totalizando 03 grupos e 12 classes de amostras. Posteriormente foi realizada a contagem de clastos das classes pré-determinadas. As classes foram determinadas com base em litologia, forma, cor, estruturas, fósseis, etc.

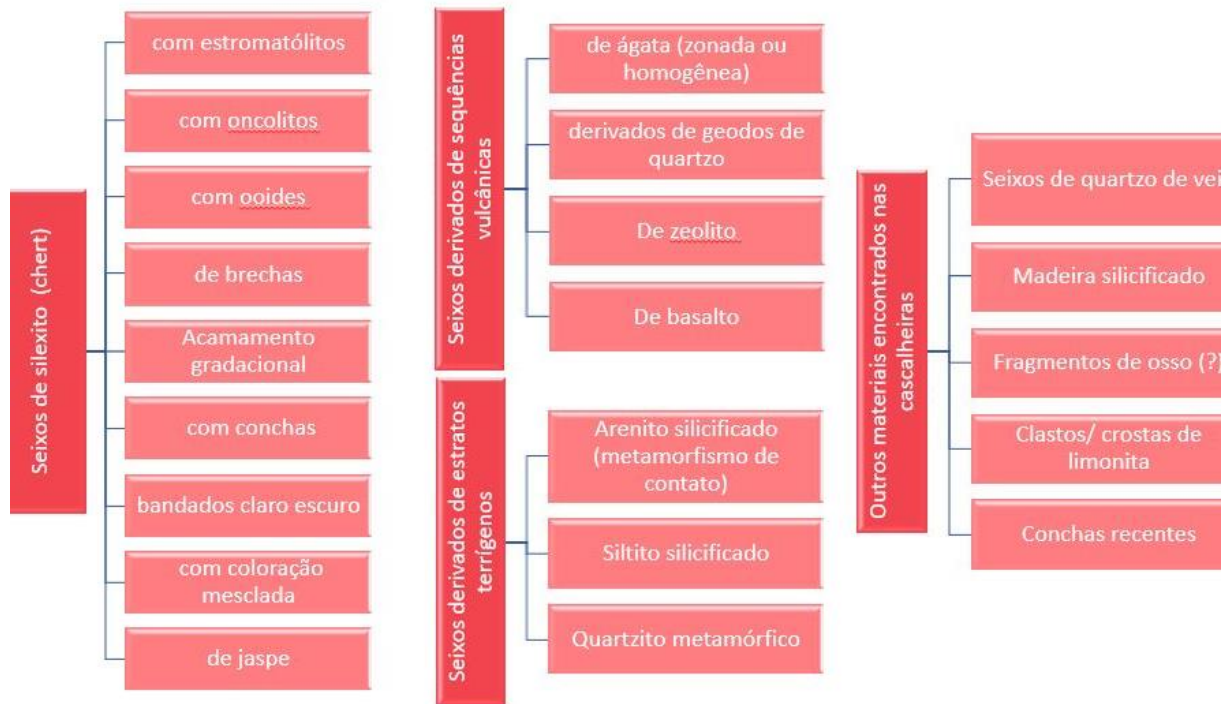
Os grupos foram subdivididos entre seixos de silexito (*chert*), seixos derivados de rochas vulcânicas; seixos derivados de rochas terrígenas e outros materiais indiferenciados encontrados nas cascalheiras. As 12 classes para o viés deste estudo foram agrupadas em um único universo e foram analisadas em conjunto para determinar a porcentagem de predominância de determinadas classes.

3.5 Sistema de classificação de litoclastos das cascalheiras

A classificação dos litoclastos deste trabalho seguiu a proposta adotada no projeto “Seixos silicosos das cascalheiras do Rio Paraná: nomenclatura, paleontologia, proveniência e correlação”, realizado pelo então estudante de Geologia Paulo César Boggiani (hoje Prof. Dr. do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo) sob orientação do Prof. Dr. Thomas Rich Fairchild (Processo FAPESP 83/1697-8). No projeto, os litoclastos foram subdivididos com base em feições macroscópicas, tais como litologia, cor, tamanho, estruturas primárias e textura. Os litoclastos foram separados em 4 grupos, e posteriormente os grupos foram separados em 21 classes (Fig. 4). Os grupos foram divididos em “*Seixos de Silexito (chert)*”, “*Seixos derivados de sequências vulcânicas*”, “*Seixos derivados de estratos terrígenos*” e “*Outros materiais encontrados nas cascalheiras*”. Todos os grupos possuem diferentes classes e sub-classes, apresentadas na Figura 4.

Os resultados aqui obtidos são apresentados abaixo conforme a proposta sugerida no projeto citado acima. Quando necessário, novos grupos e classes foram adicionados à classificação. Também foi realizada uma comparação detalhada entre os litoclastos das cascalheiras e leito ativo do Rio Paraná com aqueles presentes na cascalheira da Serra do Corpo Seco. Adicionalmente, 15 amostras do projeto coordenado pelo Prof. Dr. Thomas R. Fairchild foram gentilmente cedidas para comparações petrográficas com as amostras de seixos coletadas na Serra do Corpo Seco.

Figura 4 – Classificação simplificada adotada para as principais variedades de seixos observados nas cascalheiras associadas aos rios Paraná e Araguaia e seus afluentes segundo Boggiani (1987). Os grupos foram distinguidos com base em feições macroscópicas (litologia, coloração, estruturas primárias e textura). As classes são mostradas em vermelho com transparência.



Fonte: Adaptado de Boggiani (1987).

3.5 Análises petrográficas

Após a classificação dos litoclastos, foram separadas cinco amostras portadoras de conteúdo fóssilífero para a elaboração de seções delgadas. As lâminas foram produzidas por meio de seção extremamente fina (0,03 mm) das amostras de rochas coletadas, fatiadas por uma serra diamantada e então montadas em lâminas de vidro e polidas com pó abrasivo de carvão de silício. As descrições petrográficas seguiram as propostas contidas em Dias-Brito (2017), Fairchild *et al.* (2015), e Sgarbi *et al.* (2012).

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Caracterização geológica e geomorfológica da região de estudo

As rochas que fazem parte da Serra do Corpo Seco estão inseridas na unidade geotectônica Bacia Bauru. Essa bacia é do tipo intracratônica e seus depósitos datam do Cretáceo Inferior ao Cretáceo Superior (BATEZELLI; LADEIRA, 2016). A origem e evolução

da bacia está diretamente relacionada aos processos de separação de Gondwana, abertura do Oceano Atlântico e vulcanismo básico juro-cretáceo da Formação Serra Geral (MILANI *et al.*, 2007). Localmente afloram conglomerados e arenitos conglomeráticos com grãos angulosos e pobremente selecionados da Formação Marília (FELMER; FERREIRA; QUINTÃO, 2017) (Fig. 2) unidade é interpretada como tendo sido depositada por um sistema de leques aluviais dominados por rios entrelaçados (BATEZELLI, 2003) ou por um sistema fluvial distributivo em clima árido a semiárido (DAL'BÓ *et al.*, 2018).

A Serra do Corpo Seco localiza-se na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, que por sua vez está inserida no Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central e Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná (AB'SABER; 1971; ROSS, 1985), compondo a sub-unidade Planalto Setentrional da Bacia do Paraná (RADAM BRASIL, 1983). Esta grande área representa a segunda maior bacia da região hidrográfica do Paraná, alcançando 222.767 km², abrangendo parte dos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal (ANA, 2008).

Com base na identificação e delimitação de compartimentos geomorfológicos envolvendo topos, vertentes, fundos de vale e cabeceiras de drenagem em anfiteatro e hídrica, Miyazaki e Oliveira (2020) propuseram seis compartimentos distintos para a Serra do Corpo Seco. O compartimento mais elevado da serra é formado por *topos estreitos de relevos tabuliformes*, cujas principais características são os topos planos, estreitos e alongados com várias ramificações que formam um espigão divisor de águas (Fig. 5). Suas vertentes são íngremes e o relevo é sustentado pela presença de rochas sedimentares com variáveis graus de resistência litológica. As cotas altimétricas variam entre 660 e 690 metros.

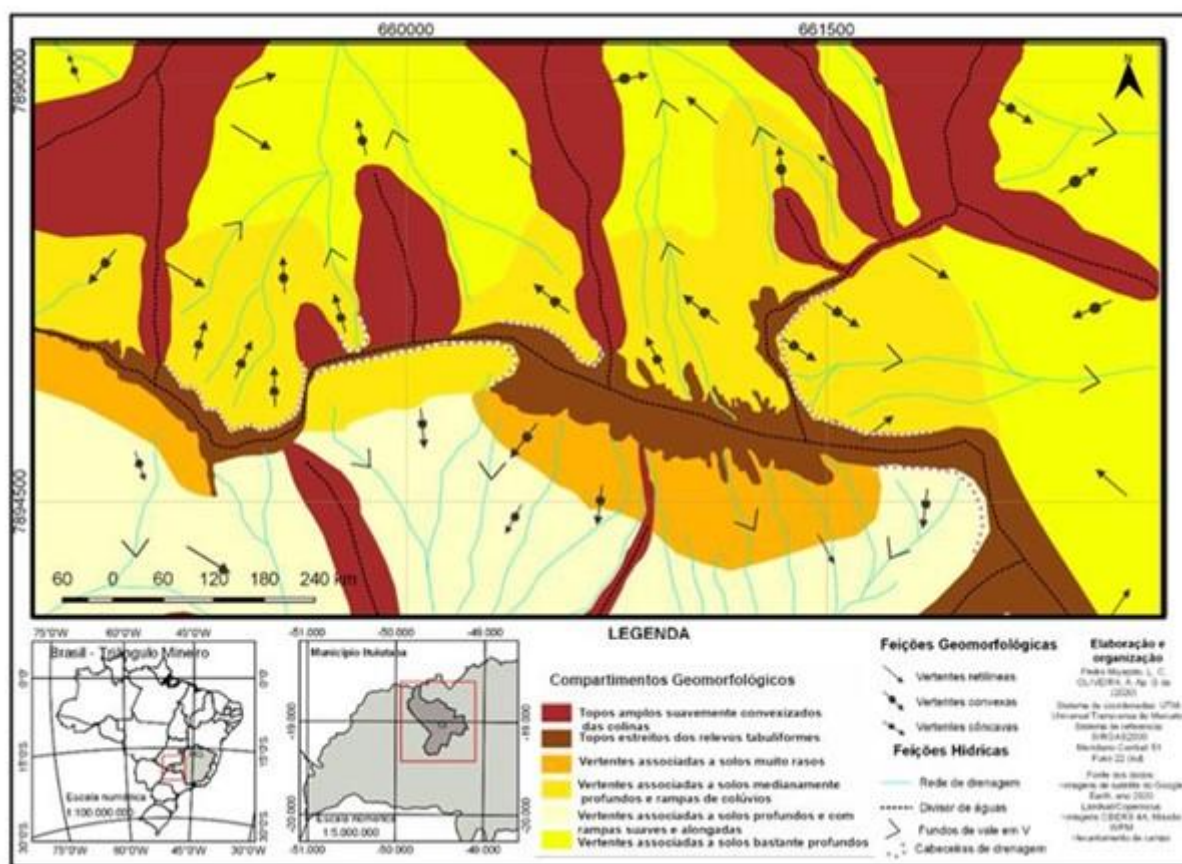
Figura 5 – Visada para SE da Serra do Corpo Seco com destaque para seu relevo tabuliforme.



Fonte: O autor (2023).

No extremo norte e leste da serra, ocorrem vertentes associadas a solos bastante profundos e vinculadas a relevos de colinas (Fig. 6), com topos amplos e suavemente convexos, cujos planos inclinados são longos e as declividades são suaves (3 a 8%). Esse compartimento possui espessos mantos de alteração intempérica. No extremo sul da serra, predominam as vertentes associadas aos solos profundos e com rampas suaves e alongadas, que se encontram conectadas aos relevos residuais do tipo tabuliforme, onde estão ligadas aos sopés das vertentes litológicas (MIYAZAKI; OLIVEIRA, 2020).

Figura 6 – Mapeamento dos compartimentos geomorfológicos, feições hídricas e do relevo da Serra do Corpo Seco. Retirado de Miyazaki e Oliveira (2020).



Retirado de: Miyazaki e Oliveira (2020).

Ross *et al.* (2019) apontam que os processos da tectônica, por meio da epirogênese meso-cenozoica, afetou o centro-leste do continente Sul-Americano e desencadeou, em conjunto com as atividades climáticas, os processos morfogenéticos denudacionais, estabelecendo a compartimentação do relevo, representada pelas macroformas também denominadas de Morfoestruturas. Essas macroformas associam-se também às megaestruturas

dos Crátons, Cinturões Orogenéticos e Bacias Sedimentares herdadas do Gondwana, produzidas pelas fases erosivas pré e pós-Cretáceo. Na porção oeste do continente, com a ocorrência da orogenia e no centro-leste a epirogenia e consequentes arqueamentos e falhamentos, desenvolveram-se desníveis de antigas superfícies de erosão, acompanhadas de processos erosivos e deposicionais mais recentes datados do Terciário e do Quaternário (ROSS *et al.*, 2019)

Neste contexto, o atual relevo da Bacia do Rio Tijuco vem sendo esculpido desde o Terciário, fortemente influenciado por processos morfoclimáticos (SANTOS; BACCARO, 2004). Ao longo do Terciário e Quaternário, todo o território brasileiro passou por alterações climáticas que propiciaram o desenvolvimento de extensas pediplanações, laterização e dissecação, levando o relevo a obter as formas atuais (BACCARO, 1991).

Barbosa *et al.* (1970) caracterizam na região do Triângulo Mineiro duas superfícies, provavelmente do Terciário: a “Superfície de Araxá”, entre 800 e 1000 m, determinada pelo topo dos interflúvios, e correspondente à Superfície Sul-Americana de KING (1956); e a Superfície “Velhas”, mais rebaixada, entre 600 e 700 metros, correlativa à, de KING (1956).

A região do Triângulo Mineiro apresenta formas de relevos típicos da Bacia do Paraná dentro da Superfície “Sul-Americana” ou “Araxá” e “Velhas”. Levando em conta a geologia, as formas e o nível de dissecação do relevo, são distinguidas quatro grandes unidades geomorfológicas, (BACCARO 1991) sendo elas: *Área de Relevo Intensamente Dissecado*; *Área com Relevo Mediamente Dissecado*; *Área de Relevo Residual*; *Áreas Elevadas de Cimeira entre 950 e 1050, Com topos Planos, Amplos e Largos*.

4.2 Clima e relevo

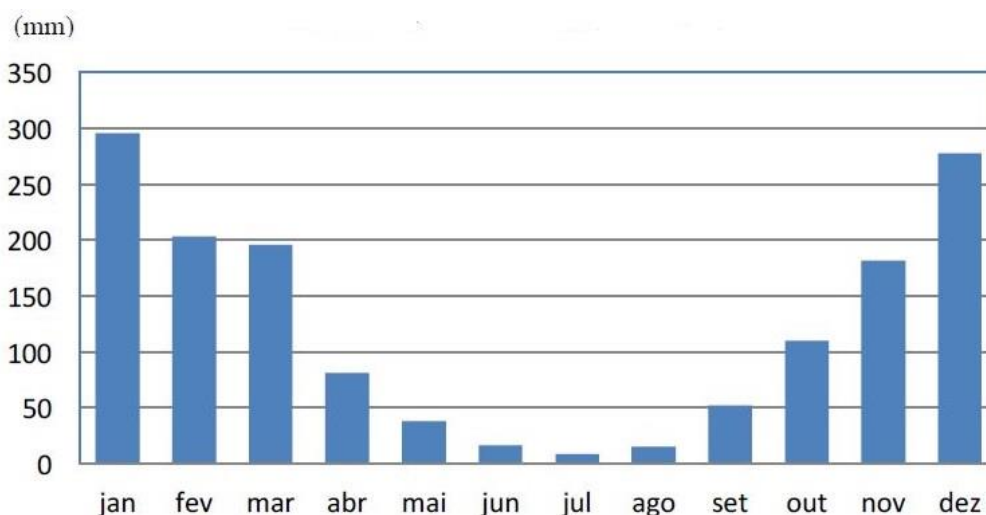
Toda a região do Triângulo Mineiro está inserida no Domínio Morfoclimático dos Cerrados penetrados por florestas de galerias que desenvolvem corredores ao longo dos cursos d'água, com estação chuvosa (primavera/verão) e período de estiagem (outono/inverno) bem definidos (AB'SABER, 1971).

O clima tropical da região, característico da região central do Brasil, apresenta uma estação seca e uma estação chuvosa bem marcante, sendo essa sazonalidade climática, elemento influente e determinante da paisagem dos cerrados (ASSUNÇÃO, 2013).

A precipitação média anual é de 1.550 milímetros e a temperatura média anual é de 22 °C (ROSA *et al.*, 1991). Um panorama do clima da região, é definido por uma estação chuvosa

entre outubro e março e a estação seca de abril a setembro. O ano inicia com precipitações médias mensais elevadas, em torno de 300 mm, que se reduzem progressivamente, atingindo o mínimo em julho, com menos de 10 mm em média, voltando novamente a subir, chegando a uma média de mais de 250 mm em dezembro (SANTOS E FERREIRA 2016) (Fig. 7).

Figura 7 – Média das alturas pluviométricas mensais na Mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (MG).



Fonte: ANA (2014). Retirado de: (SANTOS E FERREIRA 2016).

5. RESULTADOS

5.1 Análise sedimentológica da cascalheira da Serra do Corpo Seco

O depósito de cascalheira, alvo de estudo deste trabalho, está localizado no topo da Serra do Corpo Seco, possui sete metros de comprimento e 60 centímetros de espessura. O depósito corresponde a um cascalho lamoso arenoso (*sensu* Folk, 1959) maciço sustentado por matriz (Fig. 8). O arcabouço é formado majoritariamente por litoclastos com dimensões entre grânulo e bloco com formas subangulosas a subarredondas e com baixa esfericidade. Os litoclastos abrangem majoritariamente seixos silicificados de arenitos, siltitos, brechas, quartzitos, estromatólitos e oncólitos/oólitos. A matriz possui granulação areno-siltosa e coloração avermelhada. Lateralmente ocorrem raras lentes de areias levemente cascalhosas (*sensu* Folk, 1959).

Figura 8 – (A) Visão geral da cascalheira presente no topo da Serra do Corpo Seco. (B) Detalhe em corte da cascalheira, com dimensão de 7m x 60cm, constituída por litoclastos de diferentes composições sustentados por matriz areno-pelítica. C) Matriz da cascalheira sustentada por matriz areno-pelítica, granulometria até seixo (64 mm de diâmetro) com desorganização interna, baixo grau de seleção granulométrica e imaturidade textural e mineralógica (D) Enfoque para presença de clastos imbricados.



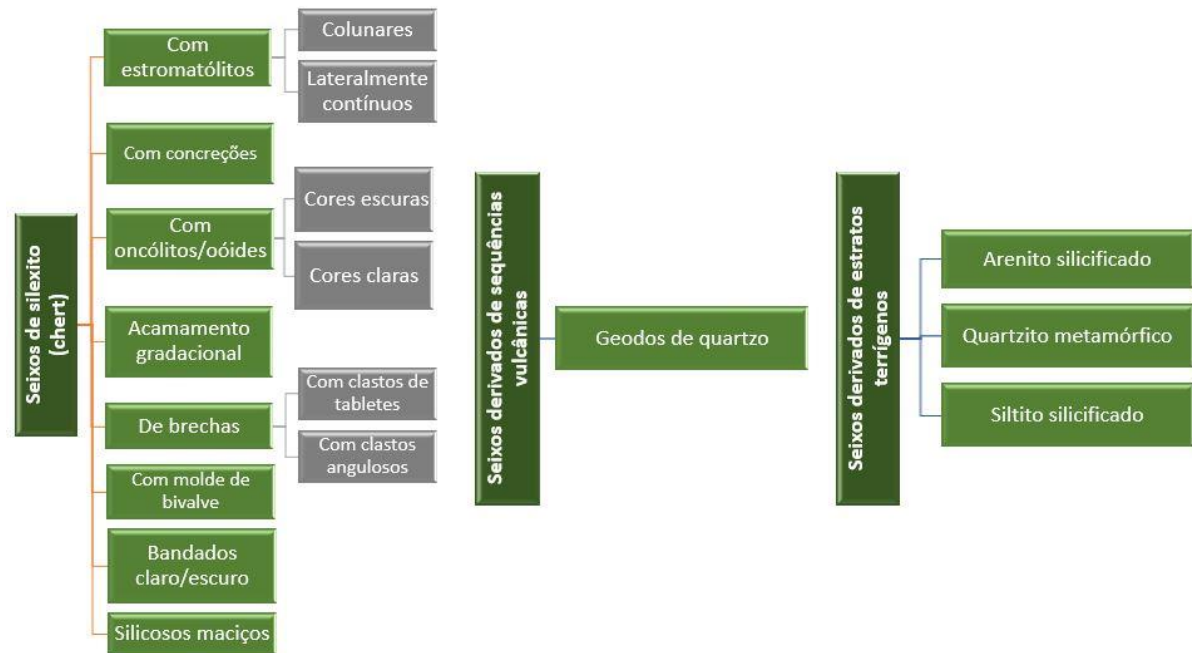
Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Os depósitos de cascalho associados à calha do Rio Paraná, são organizados quanto a sua gênese, idade e associação faciológica, sendo divididos em dois grupos. Sendo eles depósitos fluviais e depósitos coluviais e aluviais, classificados por Fúlfaro (1974) e Boggiani (1985). Localmente, na Serra do Corpo Seco, encontramos a geração quartzítica e de ágata, com base na classificação proposta pelos autores citados acima.

5.2 Análise composicional dos litoclastos da cascalheira da Serra do Corpo Seco

Os litoclastos amostrados na cascalheira possuem diferentes composições e seus tamanhos variam entre grânulo e bloco. Com base na proposta de classificação sugerida por Boggiani (1987) e adotada neste trabalho, as amostras de litoclastos da cascalheira da Serra do Corpo Seco podem ser divididas em três grupos (retângulos em verde-escuro), 12 classes (retângulos em verde-claro) e 06 subclasses (retângulos em cinza) (Fig. 9). O primeiro grupo, *Seixos de silexito (chert)*, é o que apresenta a maior diversificação de classes, a saber: *com estromatólitos*, *com oólitos/oncólitos*, *com acamamento gradacional*, *de brechas*, *com moldes de bivalves*, *bandados claro/escuro* e *silicosos maciços*. A classe *com estromatólitos* é subdividida nas subclasses *colunares* e *lateralmente contínuos*. A classe *com oólitos/oncólitos* se subdivide nas subclasses *cores escuras* e *cores claras*. A classe *de brechas* é subdividida nas subclasses *com clastos de tabletes* e *com clastos angulosos*. O segundo grupo, *Seixos derivados de sequências vulcânicas*, é representado somente pela classe *geodos de quartzo*. O terceiro e último grupo, *Seixos derivados de estratos terrígenos*, é dividido nas classes *arenito silicificado*, *quartzito metamórfico* e *siltito silicificado*.

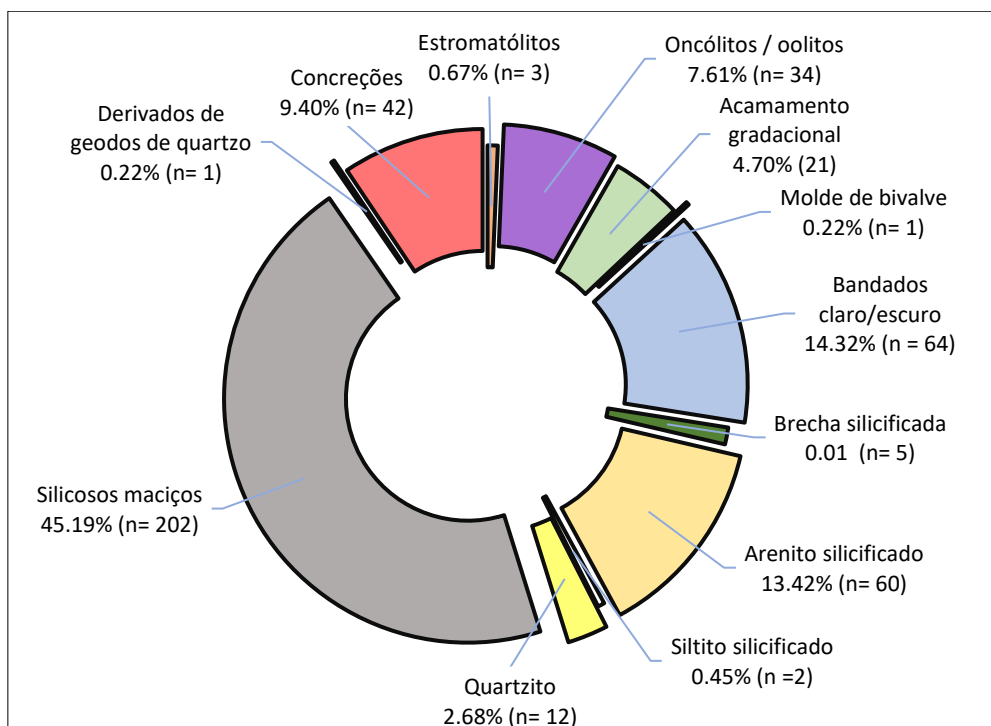
Figura 9 – Classificação das amostras coletadas na Serra do Corpo Seco de conforme a proposta de Boggiani (1987).



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Com base na discriminação em classes de 447 litoclastos de tamanho seixo da cascalheira do topo da Serra do Corpo Seco, foram obtidos os resultados apresentados em forma de gráfico (Fig.10).

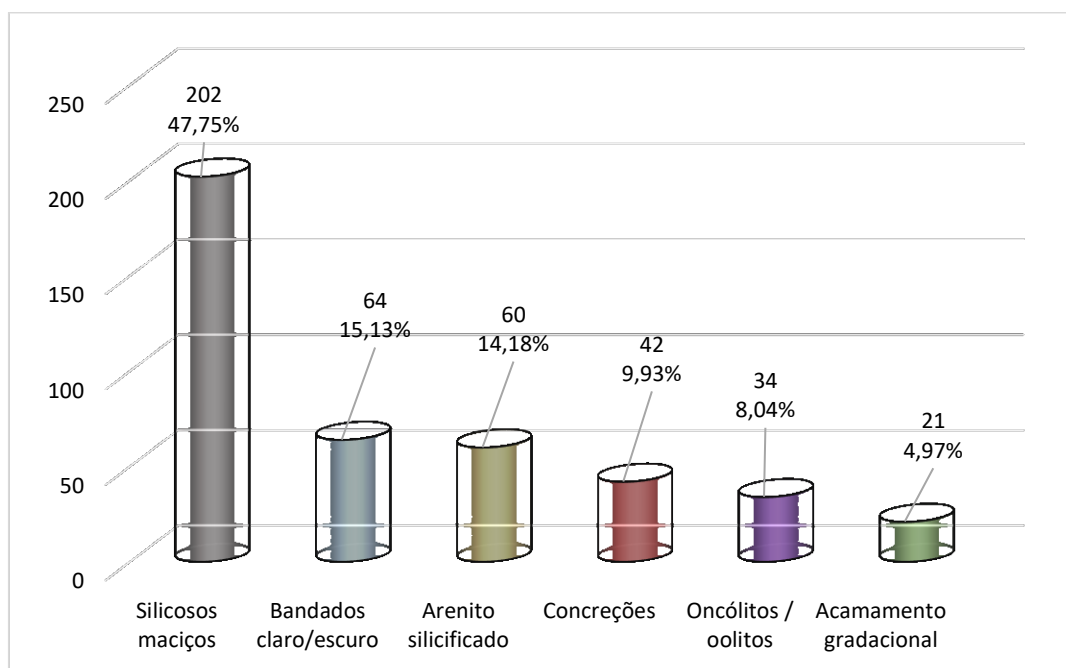
Figura 10 – Gráfico de rosca com contagem de seixos por classes, para um total de 447 seixos analisados



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Entre as 12 classes contabilizadas na contagem, 6 classes representam o total de 95,48% de amostras contadas (Fig. 11). As classes com maiores frequências são: *silicosos maciços* (47,75%), *bandados*, *arenito silicificado*, *concreções*, *oncólitos/oólitos* e *acamamento gradacional*. As 5 classes com menores porcentagens foram: *quartzito*, *siltito silicificado*, *molde de conchas*, *estromatólitos*, *geodo de quartzo* e *brecha silicificada*.

Figura 11 – Gráfico de distribuição das classes de seixos mais abundantes. Total de seixos = 423. Porcentagem por classes: *Silicosos maciços* (47,75%); *Bandados claro/escuro* (15,13%); *Arenito silicificado* (14,18%); *Concreções* (9,93%); *Oncólitos/ oólitos* (8,04%); *Acamamento gradacional* (4,97%).



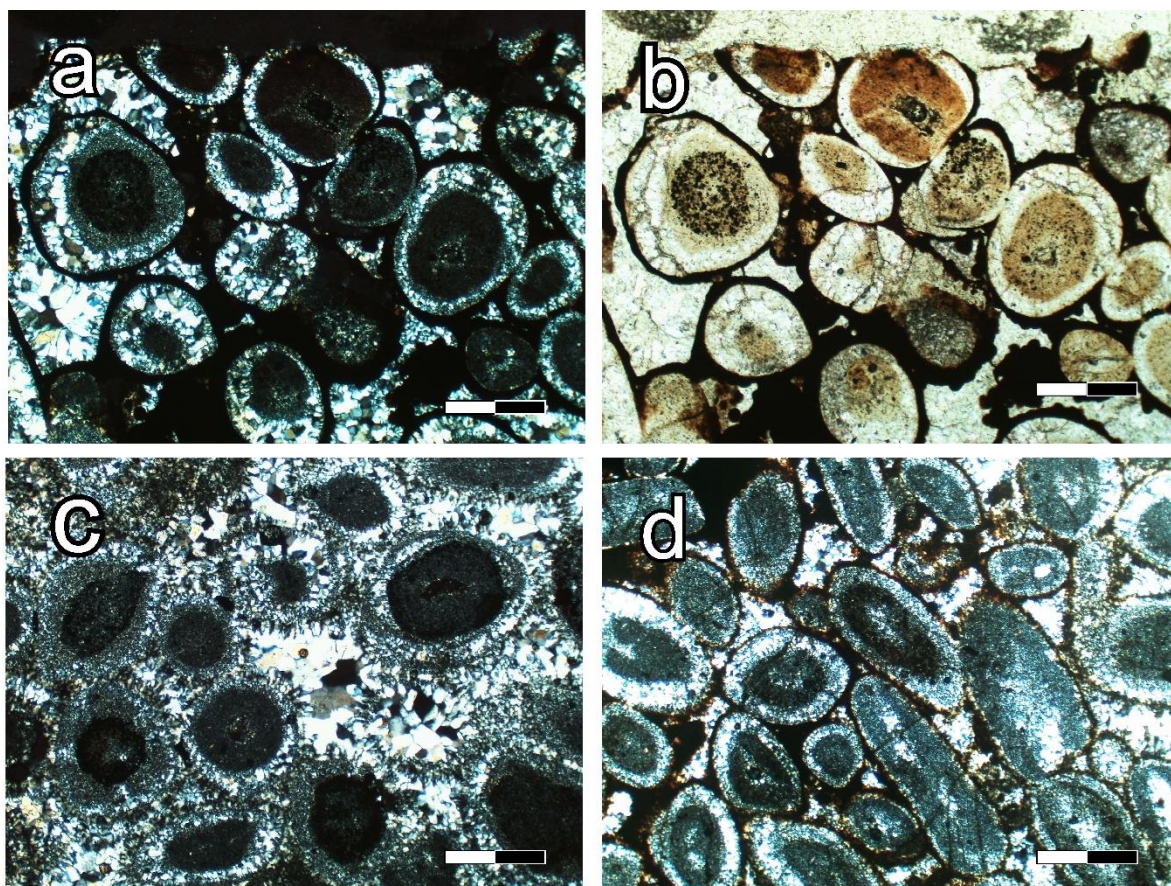
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

5.3 Petrografia microscópica dos litoclastos silicosos fossilíferos da cascalheira da Serra do Corpo Seco

Foram descritas duas seções delgadas de litoclastos silicosos fossilíferos. Dentre elas, a lâmina FQ-05 é formada principalmente por oóides esféricos a subesféricos, com diâmetros entre 0,2 e 0,6 mm e o tamanho dos núcleos variam entre 0,05 e 0,3 mm (Fig. 12). Os núcleos são compostos por grãos de quartzo microcristalino (“chert”) e os espaços entre as lamelas e espaço interoólitos são preenchidos por cristais de megaquartzo (Fig. 12-A). Ocorrem também oóides com formato alongado (Fig. 12-D), com eixos maiores entre 0,25 e 0,75 mm. Os oóides são bem a muito bem selecionados e o grau de empacotamento possui ampla variação ao longo da seção delgada. Em algumas porções da lâmina os oóides apresentam majoritariamente contatos côncavo-convexos (Fig. 12 -A e D). Em outras porções, verifica-se diminuição no número de contatos côncavo-convexos para pontual (Fig. 12-C). Na porção intermediária da lâmina ocorre abundante presença de cimento silicoso preenchendo o espaço interoóides (Fig. 12-C). Na porção com maior grau de empacotamento, os oóides possuem cutículas de óxido de ferro (hematita) circundando poros (“pore-lining coating”) (Fig. 12- B). Toda a seção da lâmina é substituída por diferentes tipos de quartzo (microquartzo, megaquartzo e calcedônia). Essa amostra de litoclastos corresponde a um ooesparito (FOLK, 1962)

ou grainstone oolítico (DURHAM, 1962).

Figura 12 – Fotomicrografias da lâmina FQ-05 (grainstone oolítico). A) Oóides esféricos a subesféricos, com núcleo composto por quartzo criptocristalino, preenchidos por quartzo microcristalino e circundados por cutículas de óxido de ferro vistos a (A) em luz polarizada e (B) luz natural, com nicóis cruzados ressaltando diminuição no número de contatos côncavo-convexos entre os oóides. D) Oóides subesféricos a alongados, preenchidos por lamelas de calcedônia intercaladas com lamelas de microquartzo de forma concêntrica. A barra de escala possui 0,4mm.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

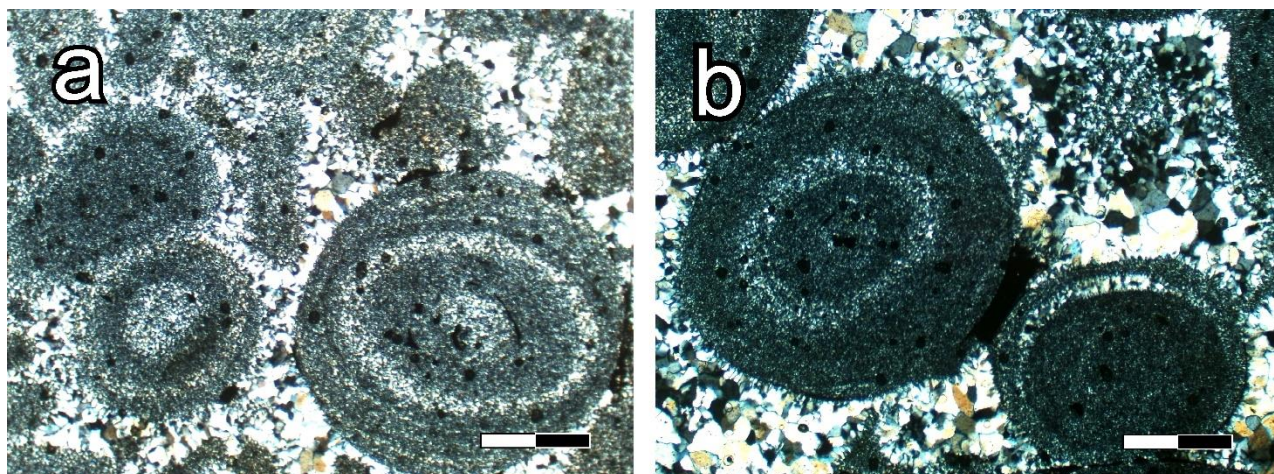
A lâmina FQ-04 é majoritariamente formada por oóides de formas subesféricas a alongadas e com diâmetros entre 0,2 e 0,6 mm (Fig. 13). O núcleo dos oóides é formado por quartzo criptocristalino e suas bordas predominantemente por microquartzo e, em menor proporção, por megaquartzo. O espaço intersticial também possui composição silicosa, formada por microquartzo e, em algumas porções, por megaquartzo, possivelmente devido áreas com maior espaçamento entre lamelas.

A Figura 13 corresponde a um grainstone, segundo a classificação de Durham (1962). É possível verificar que a composição original dos oóides, substituída O reconhecimento das estruturas é possível, pois os oóides e fragmentos esqueléticos estão substituídos por sílica (Fig.

-A e B). Desta forma é possível observar as lamelas concêntricas que foram substituídas e preservaram as formas originais (Fig. 13-A e B).

Figura 13 – Fotomicrografias da lâmina FQ-04 de amostra de oóide-graistone. A) Fragmentos esqueléticos preservados em sílica. Os núcleos são compostos por micro-quartzo e os espaços interoólitos por megaquartzo.

B) Núcleos dos oólitos compostos por microquartzo. Em torno do núcleo é possível observar as lamelas concêntricas. As bordas dos oólitos possuem franja de calcedônia e os espaços interoólitos são preenchidos por mega-quartzo. A barra de escala possui 0,2 mm.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

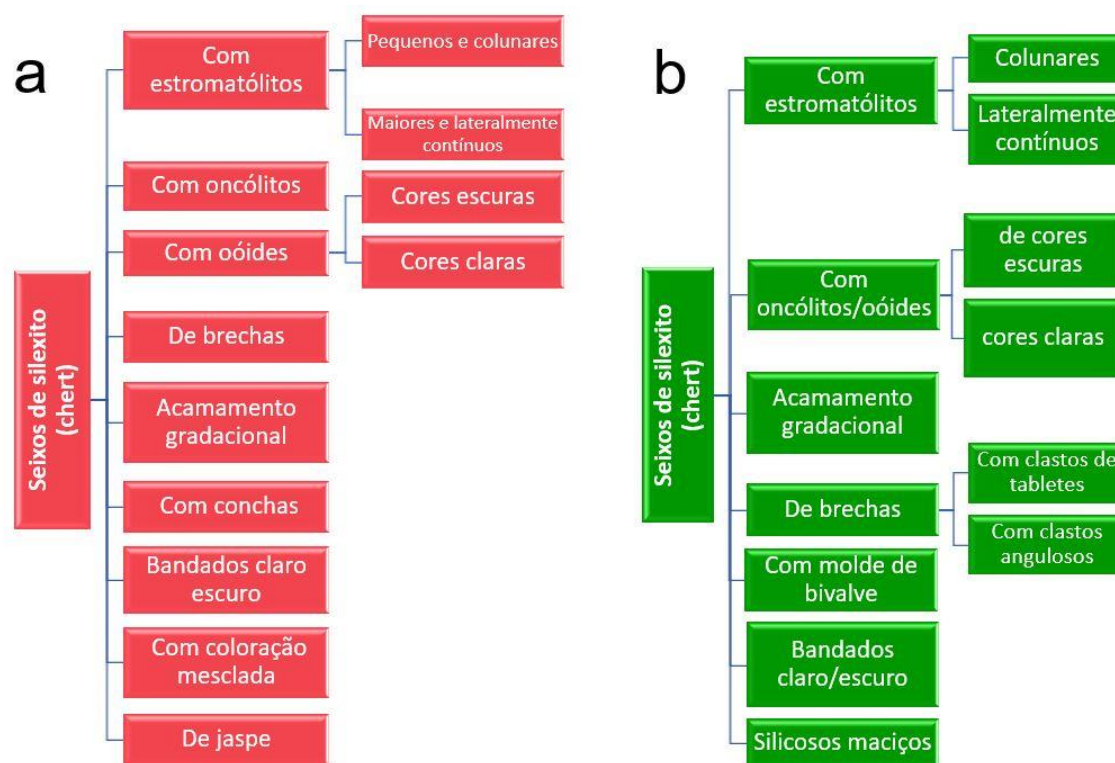
5.4 Comparação macroscópica dos litoclastos da cascalheira da Serra do Corpo Seco com litoclastos de cascalheiras dos rios Paraná e Araguaia e seus afluentes

As amostras de litoclastos coletados na cascalheira do topo da Serra do Corpo Seco foram confrontados macroscopicamente com àqueles amostrados pelo projeto “Seixos silicosos das cascalheiras do Rio Paraná: nomenclatura, paleontologia, proveniência e correlação”. As amostras estudadas por Boggiani (1987) foram coletadas em terraços e leitos ativos dos rios Paraná e Araguaia. Grande parte do material coletado foi obtido de sedimentos dragados do leito do rio Paraná, em depósitos da Companhia Energética de São Paulo (CESP), e nas enseadeiras para construção da barragem de Porto Primavera, São Paulo.

Na classificação, o grupo “Seixos de Silexito (*chert*)” (Fig. 14) apresenta a maior variação de classes e grande semelhança quando comparado com as amostras de estudos prévios. Na classificação de Boggiani (1987) (Fig.14 -A), foram propostas 9 classes, sendo que, os seixos estromatolíticos compreendem pequenos seixos de estromatólitos colunares e seixos de estromatólitos maiores, lateralmente contínuos. Este trabalho encontrou 7 classes

(Fig. 14 -B), duas a menos do que os resultados de Boggiani (1987), sendo que os grupos Seixos de oólitos e oncólitos foram agrupados em uma única classe para facilitar a classificação.

Figura 14 – Comparação de classificação dos seixos do grupo “*Seixos de Silexito (chert)*” segundo Boggiani (1987) (em vermelho) e seixos da cascalheira da Serra do Corpo Seco.



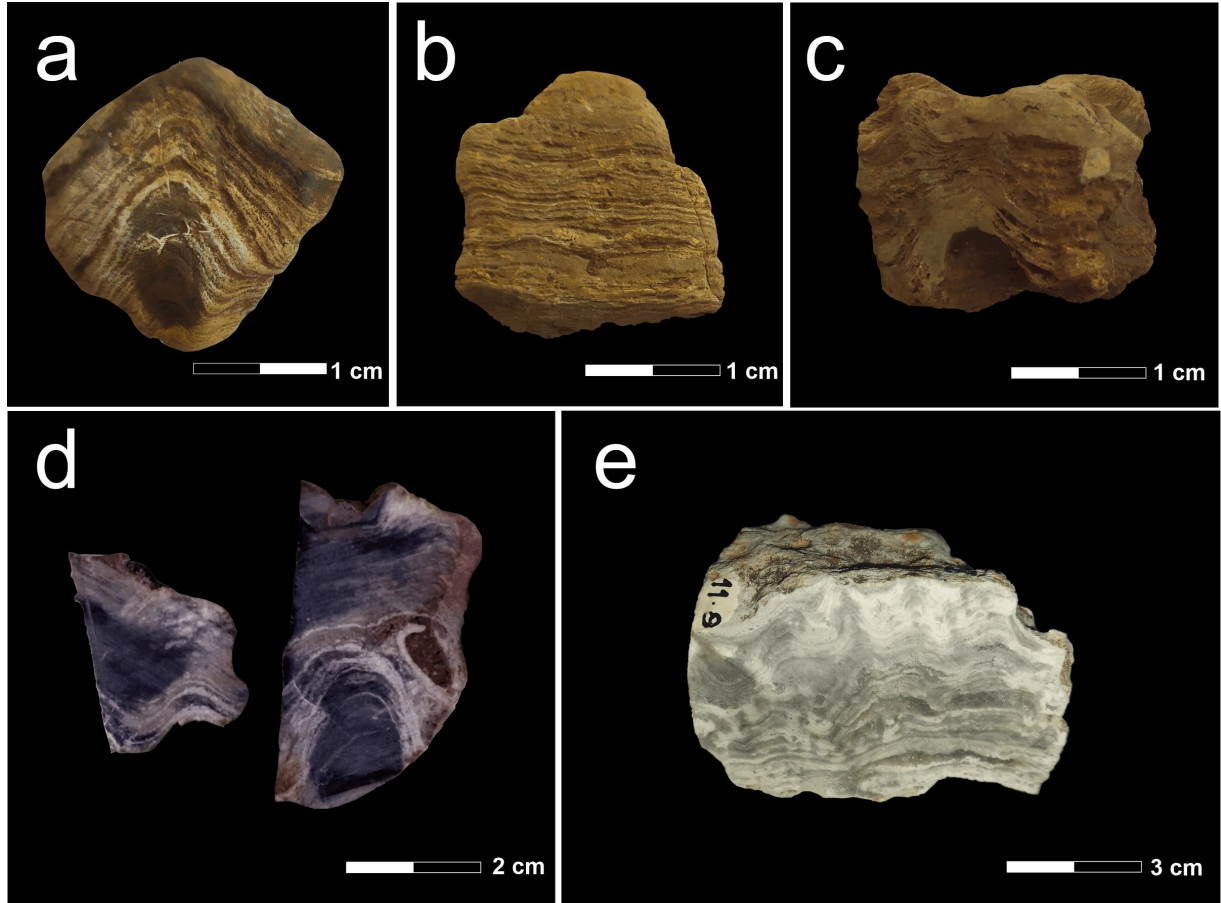
Fonte: A- Boggiani (1987). B- Elaborado pelo autor (2023).

Quando comparados à classificação de Boggiani (1987), o grupo de seixos *de silexito (chert)* apresentou excelente semelhança, principalmente em relação ao conteúdo fossilífero de seixos *com estromatólitos* (Fig. 15), *oólitos/oncólitos* (Fig. 16) e *de brechas* (Fig. 17).

A classe de brecha neste trabalho apresentou maior diversidade, quanto ao tipo *de brecha* reportado por Boggiani (1987). As amostras deste trabalho apresentam duas variedades de brecha: sendo elas: *seixos com “tabletes”* (Fig. 18 -A), *brechado com formato achatado* (Fig. 18 -A) e *seixo brechado com formato oval*. (Fig. 18 -B). Já os seixos *de brechas* coletados por Boggiani (1987) são *brechas intraformacionais* (Fig. 17 -B). na qual BOGGIANI; COIMBRA; FAIRCHILD, 1991 descrevem que alguns desses clastos *de brechas* consistem em “tabletes” envolvidos por laminações ondulada fina, são de origem microbiana (oncólitos).

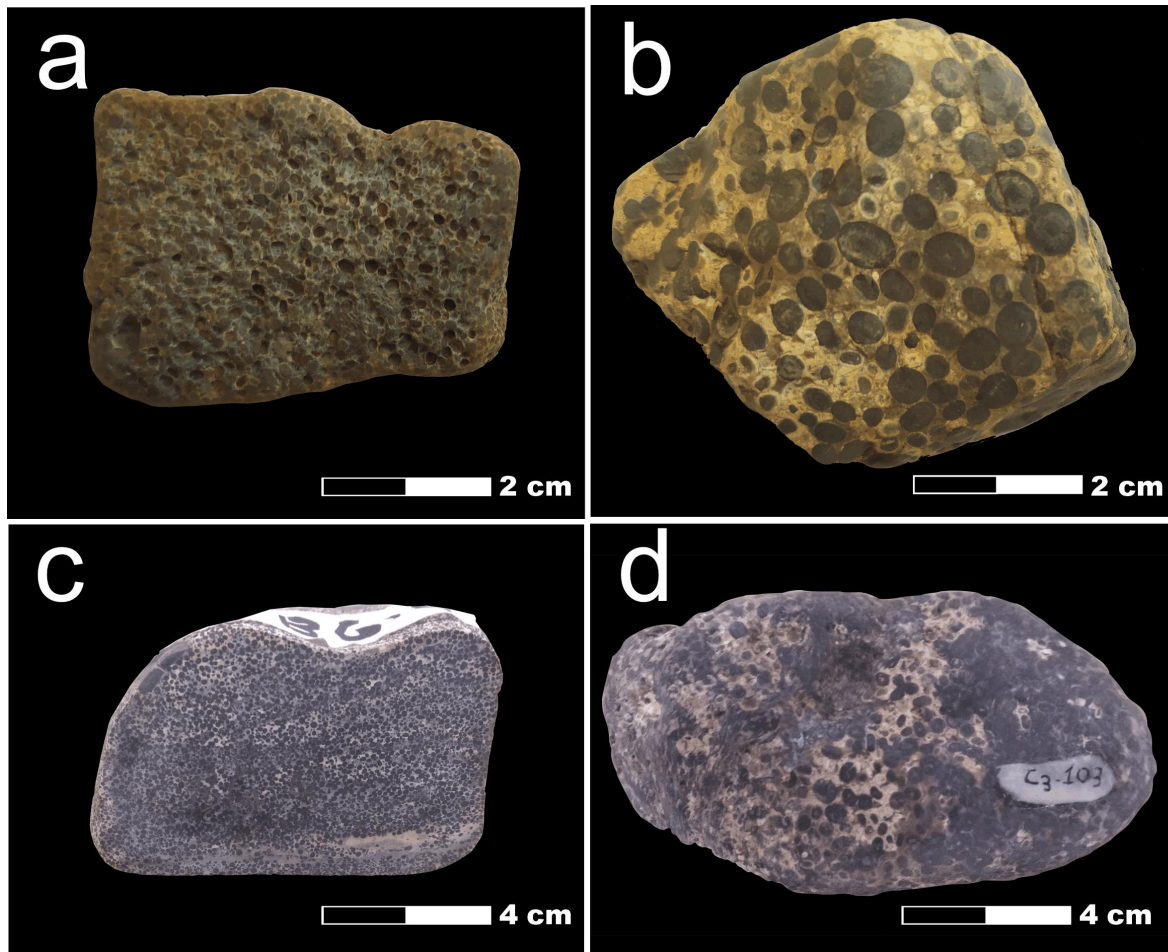
As classes de seixos de *coloração mesclada* e seixos *de jaspe* não foram encontradas na Serra do Corpo Seco.

Figura 15 – Comparativo entre os seixos *com estromatólitos* silicificados coletados na cascalheira da Serra do Corpo Seco (A a C) e por Boggiani (1987) (D e E) coletadas na Formação Estrada nova na região do Alto Araguaia - MT. A) Seixo de estromatólito em Chevron. B) Seixo de estromatólito lateralmente contínuo. C) Seção de corte de um seixo de estromatólito lateralmente contínuo. D) Corte transversal de estromatólitos ligados lateralmente. E) Seixo de estromatólito lateralmente contínuo.



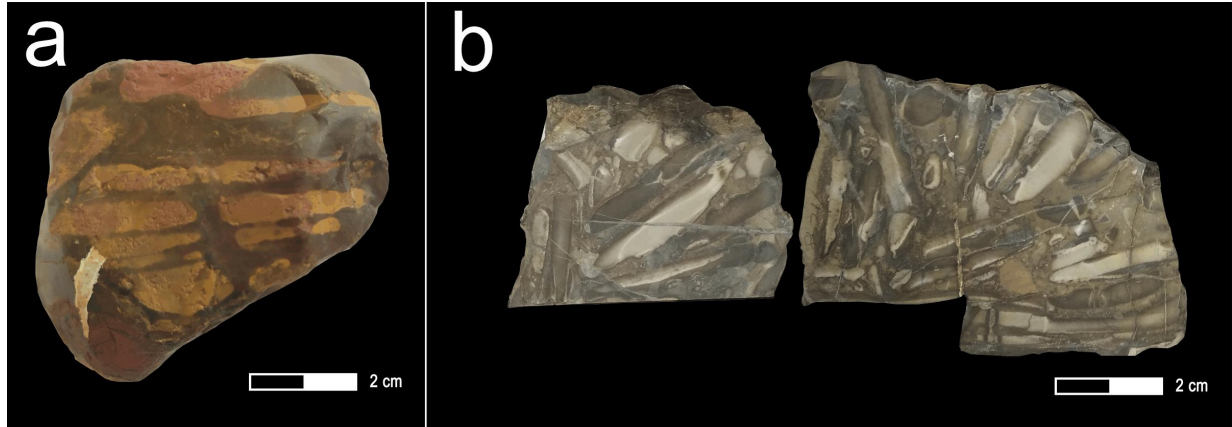
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 16 – Comparativo entre os seixos de oncólitos e oólitos coletados na cascalheira da Serra do Corpo Seco (A e B) por Boggiani (1987) (C e D). A) Pequenos oólitos/oncólitos de cor escura. B) Oólitos/oncólitos de cores escuras. C) Corte em seção de seixo de oólito/oncólito silicificado. D) Seixo de oólito/oncólito de cores claras e negras silicificado.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Figura 17 – Comparativo entre os seixos *de brechas* intraformacionais etados na cascalheira da Serra do Corpo Seco (A) Boggiani, coletados na região de Barra do Garças-MT (1987) (B). A) Seixo *de brecha* intraformacional com coloração avermelhada. B) Corte em seção de clasto *De brecha intraformacional* onde os clastos consistem em “tabletes” envolvidos por laminações ondulada fina de origem microbiana (oncólitos). Material coletado na região do Barra do Garças (MT).



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

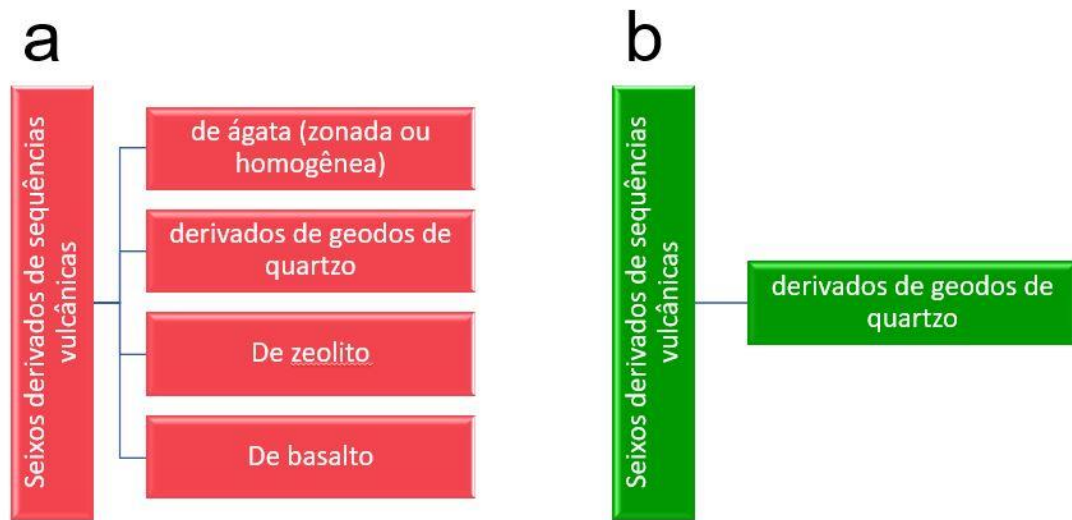
Figura 18 – Seixos *de brechas* coletados na cascalheira da Serra do Corpo Seco. A) Seixo *de brecha* com formato achatado. B) Seixo *de brecha* com formato oval.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A classe seixos *derivados de rochas vulcânicas* (Fig. 19) teve menor abundância, quando comparadas. Este grupo, na classificação de Boggiani (1987) (Fig. 19 -A) é composto por 4 classes, sendo elas: *seixos de ágata* (zonada ou homogênea), *derivados de geodos de quartzo*, *de zeólito* e *de basalto*. Já as amostras coletadas na Serra do Corpo Seco possuem somente seixos da classe *derivados de geodos de quartzo*. (Fig. 19 -B).

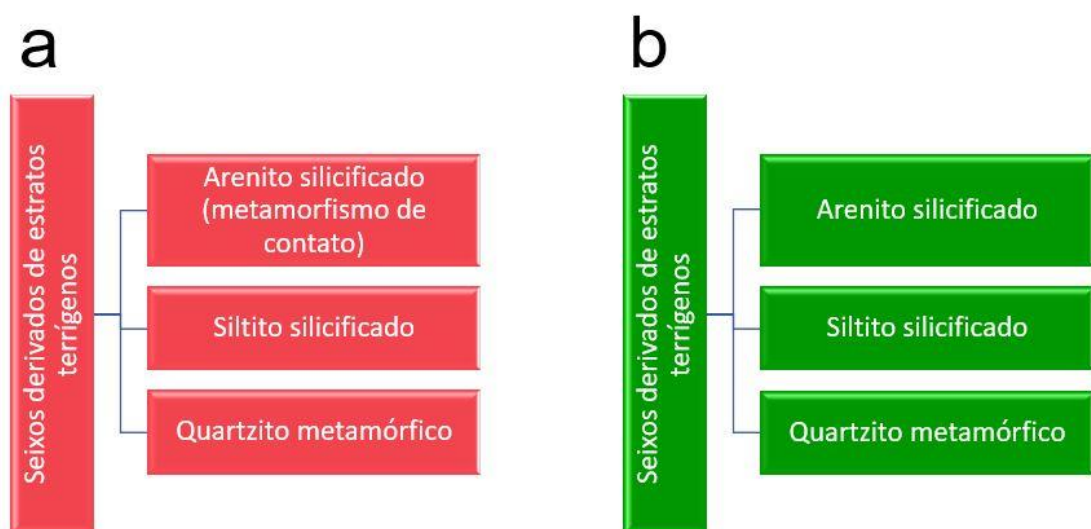
Figura 19 – Comparação de classificação dos seixos do grupo *Seixos derivados de sequências vulcânicas*, com base em Boggiani (1987).



Fonte: A- Boggiani (1987). B- Elaborado pelo autor (2023).

O grupo *Seixos derivados de estratos terrígenos* (Fig. 20) teve excelente correlação com base na classificação adotada por Boggiani (1987) (Fig 20 -A) e por este trabalho (Fig. 20 -B). O grupo é composto por três classes: *arenito silicificado*, *siltito silicificado* e *quartzito*.

Figura 20 - Comparação de classificação dos *Seixos do grupo seixos derivados de estratos terrígenos*, com base em Boggiani (1987).



Fonte: A - Boggiani (1987). B - Elaborado pelo autor (2023).

6. DISCUSSÃO

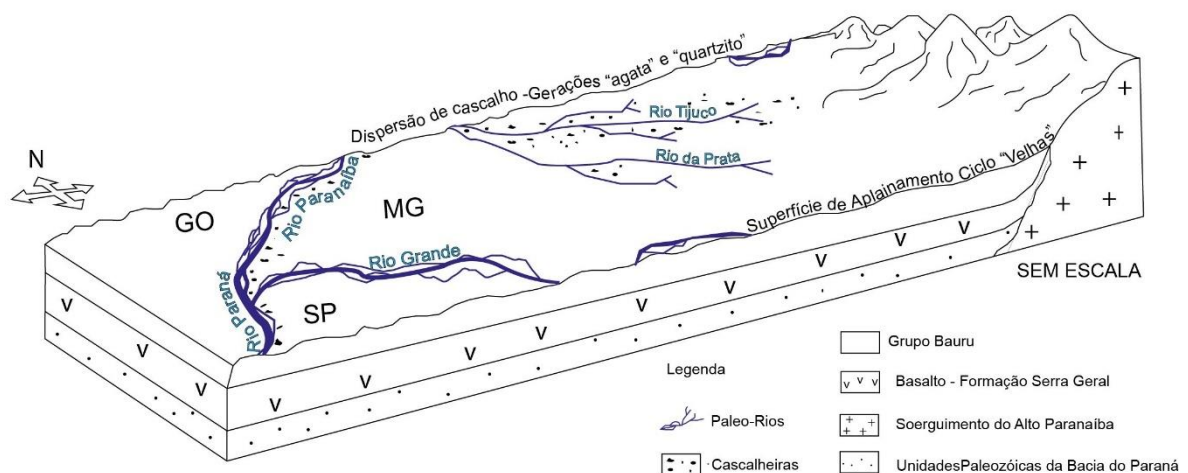
6.1 Processo deposicional da cascalheira da Serra do Corpo Seco

As características da cascalheira maciça do topo da Serra do Corpo Seco, sugerem a atuação de mecanismos de transporte e acumulação de sedimentos de alta energia e alta viscosidade (MIALL, 1985). A arcabouço da cascalheira é sustentada por matriz areno-pelítica, granulometria até seixo (64 mm de diâmetro) com desorganização interna, baixo grau de seleção granulométrica e imaturidade textural e mineralógica.

A alta viscosidade do fluxo pode ser inferida devido ao baixíssimo grau de seleção da cascalheira, na qual fragmentos de tamanho grânulo a calhau flutuam em meio a matriz fina e da ausência de estratificação interna. A alta energia é aqui interpretada como fluxos produzidos por descargas relâmpago, gerando depósitos de fluxos de detritos, possivelmente em um sistema de rios entrelaçados (Fig. 21)

A presença de seixos imbricados neste depósito sugere processos originados em barras longitudinais de canais entrelaçados de alta energia (MIALL, 1987, 1985). A deposição da cascalheira da Serra do Corpo Seco, ocorreu possivelmente em decorrência de fluxos de detritos, onde teve forte influência aos processos de erosão fluvial, que ocasionaram a gênese de um depósito com a presença das gerações ágata e quartzito.

Figura 21 – Transporte dos seixos silicosos ao longo do paleo-Rio Tijuco durante o Quaternário. GO: Goiás; MG: Minas Gerais; SP: São Paulo.



Fonte: Adaptado de Stevaux (1993), Hasui & Haralyi (1991), Batezelli (2010).

6.2 Proveniência sedimentar com base em litoclastos silicosos

Estudos de proveniência sedimentar permitem a identificação da composição mineralógica e litológica das áreas-fonte, inferir sua localização geográfica, clima e relevo, assim como deduzir as rotas de distribuição dos sedimentos e estimar a distância e tempo de transporte (MORTON; HALSSWORTH, 1994; REMUS *et al.*, 2008). Para a cascalheira da Serra do Corpo Seco, cujos litoclastos são majoritariamente formados por diferentes fases minerais de sílica, destacam-se aqueles com conteúdo fossilífero composto por oólitos, oncólitos, estromatólitos, moldes de bivalves. Desse modo, a proveniência da cascalheira foi realizada com base na comparação morfológica de seus litoclastos silicosos fossilíferos (tamanho seixo) com unidades paleozoicas e proterozoicas portadoras de fósseis similares.

Cascalheiras quaternárias têm sido amplamente estudadas ao longo do vale do Rio Paraná e seus afluentes, como os rios Aporé e Claro na região centro-oeste e os rios Grande e Paranaíba na região sudeste. Estas cascalheiras são portadoras de grande diversidade de clastos silicosos como sílex, quartzo, arenito silicificado e ágata de basalto (BOGGIANI; COIMBRA; FAIRCHILD, 1991). No vale do Rio Araguaia, Kloosterman (1982) inferiu que clastos de sílex com dimensões de até 30 cm portadores de estruturas estromatolíticas colunares e bulbosas presentes em cascalheiras seriam provenientes de formações permianas da Bacia do Paraná expostas na Serra do Caiapó no sudoeste de Goiás (Fig. 22). Clastos silicosos das cascalheiras de terraços dos rios Paraná e Araguaia e no leito ativo do rio Paraná entre Ilha Solteira (SP) e ao Rio Paranapanema, e das cabeceiras do Rio Araguaia, na região de Barra do Garças (MT), foram também interpretados como provenientes a partir do Grupo Passa Dois da Bacia do Paraná, na região da Serra do Caiapó (divisor de águas dos rios Paraná e Araguaia) (BOGGIANI; COIMBRA; FAIRCHILD, 1991).

Boggiani, Coimbra e Fairchild (1991) constataram também que o Grupo Bauru constitui fonte indireta dos clastos de sílex com estruturas estromatolíticas e oólitos, já que arenitos e conglomerados da Formação Adamantina são hospedeiros de tais litoclastos. Conglomerados do Grupo Bauru a oeste de Uberaba, com clastos de quartzo, sílex, jaspe e sílex oolítico, também podem ter contribuído com material clástico para as cascalheiras (BOGGIANI; COIMBRA; FAIRCHILD, 1991). Neste contexto, as unidades do Grupo Passa Dois, são as unidades fontes primárias para dispersão dos litoclastos silicosos portadores de conteúdo fossilífero, presentes ao longo da calha do Rio Paraná e seus afluentes da margem direita. (Fig. 22).

6.2.1 Litoclastos silicosos da cascalheira da Serra do Corpo Seco e suas possíveis áreas-fonte

Dados de composição litológica de cascalheiras e terraços em afluentes da margem esquerda do Rio Paraná ainda não foram reportados. Nesse sentido, a cascalheira da Serra do Corpo Seco proporciona uma excelente oportunidade para o estudo da dispersão de sedimentos siliciclásticos durante a evolução quaternária da Plataforma Sul-Americana.

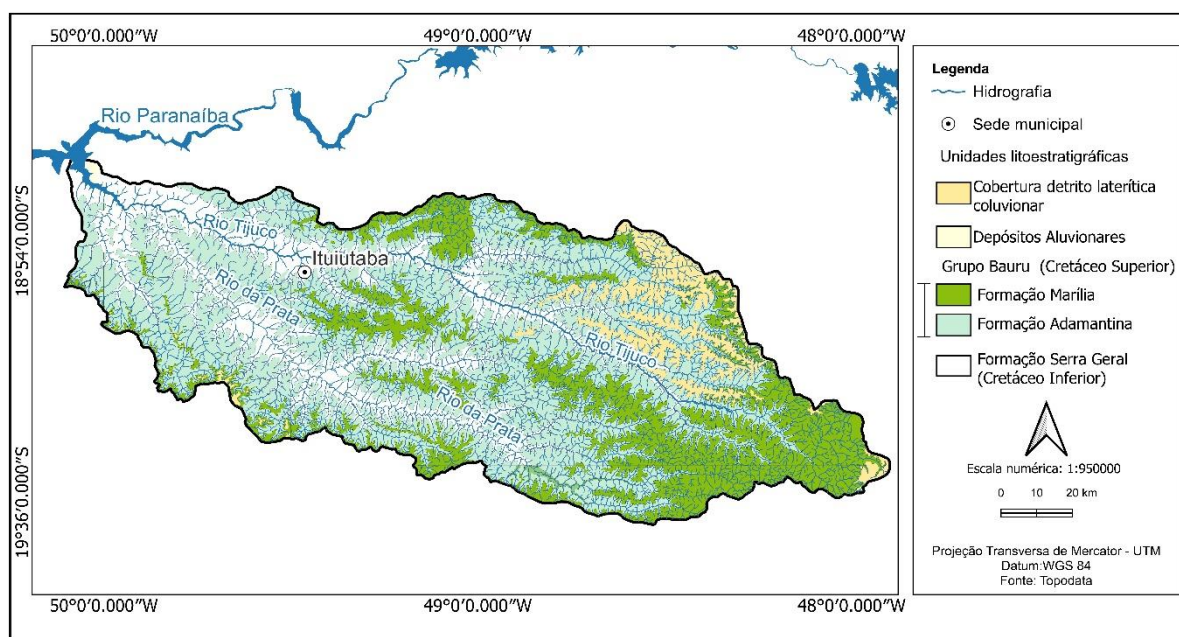
Para o estudo de proveniência da cascalheira em estudo, foi dado enfoque especial aos litoclastos portadores de fósseis, representados pelas classes *Seixos com estromatólitos* e *Seixos com oncólitos/oólitos* (Figs. 15 e 16), dado que tais clastos portadores de fósseis característicos são indicadores precisos do sinal da proveniência. Secundariamente, e com base na evolução geológica da região do Triângulo Mineiro-Alto Paranaíba entre o Cretáceo Superior e o Cenozoico, os demais litoclastos foram tentativamente relacionados as suas possíveis rochas-fonte.

6.2.1.1 Seixos de silexitos (chert)

Com base em comparações morfológicas, as classes *Seixos com estromatólitos* e *Seixos com oncólitos/oólitos* são atribuídas às formações Irati e Teresina (Grupo Passa Dois, Permiano da Bacia do Paraná). Porém, devido à faixa de afloramentos do Grupo Passa Dois na borda leste da Bacia do Paraná alcançar somente os arredores da cidade de Cajuru (SP), e distar cerca de 310 km sentido SE da Bacia do Rio Tijuco e suas cabeceiras modernas (Fig. 22), descarta-se aqui a possibilidade de que tais classes possuam proveniência direta a partir de unidades permianas do referido grupo. De fato, as cabeceiras modernas dos rios da Prata e Tijuco, e muito provavelmente também suas paleo-cabeceiras e paleo-drenagens de primeira, segunda e terceira ordens durante a modelagem do relevo ao longo do Cenozoico, estão/estiveram localizadas em regiões onde afloram rochas das formações Serra Geral, Uberaba, Adamantina e Marília (Figs. 22 e 23). Porém, nenhuma das formações supracitadas é originalmente portadora de material fossilífero como estromatólitos e oncólitos/oólitos. Tal qual, nenhuma evidência segura foi encontrada de que os clastos fossilíferos teriam se originado diretamente a partir de exposições do Grupo Passa Dois em Goiás e Mato Grosso (borda N/NE da Bacia do Paraná). Portanto, torna-se necessária a avaliação de outras unidades litoestratigráficas como possíveis áreas-fonte dos litoclastos silicosos.

Para as cascalheiras dos rios Paraná e Araguaia, Boggiani, Coimbra e Fairchild (1991), sugeriram que o Grupo Bauru (Cretáceo Superior) constitui fonte indireta de clastos de sílex com estruturas estromatolíticas e oolíticas. Esses autores constataram a presença de clastos de estromatólitos lateralmente ligados na Formação Adamantina. Conglomerados do Grupo Bauru descritos por Pires (1982) a oeste de Uberaba, provavelmente pertencentes à unidade litoestratigráfica homônima, e portadores de clastos de quartzo, sílex, jaspe e sílex oolítico, também podem ter contribuído para o fornecimento de material para as cascalheiras (BOGGIANI; COIMBRA; FAIRCHILD, 1991). Tal constatação pode ser elucidada com base no contexto paleogeográfico da região do Triângulo Mineiro-Alto Paranaíba entre o Cretáceo Superior e o Cenozoico (CAMPOS; DARDENNE, 1997) (Fig. 24).

Figura 23 – Mapa geológico simplificado da Bacia do Rio Tijuco.



Fonte: Projeto Triângulo Mineiro, CODEMIG, escala 1:100.000.

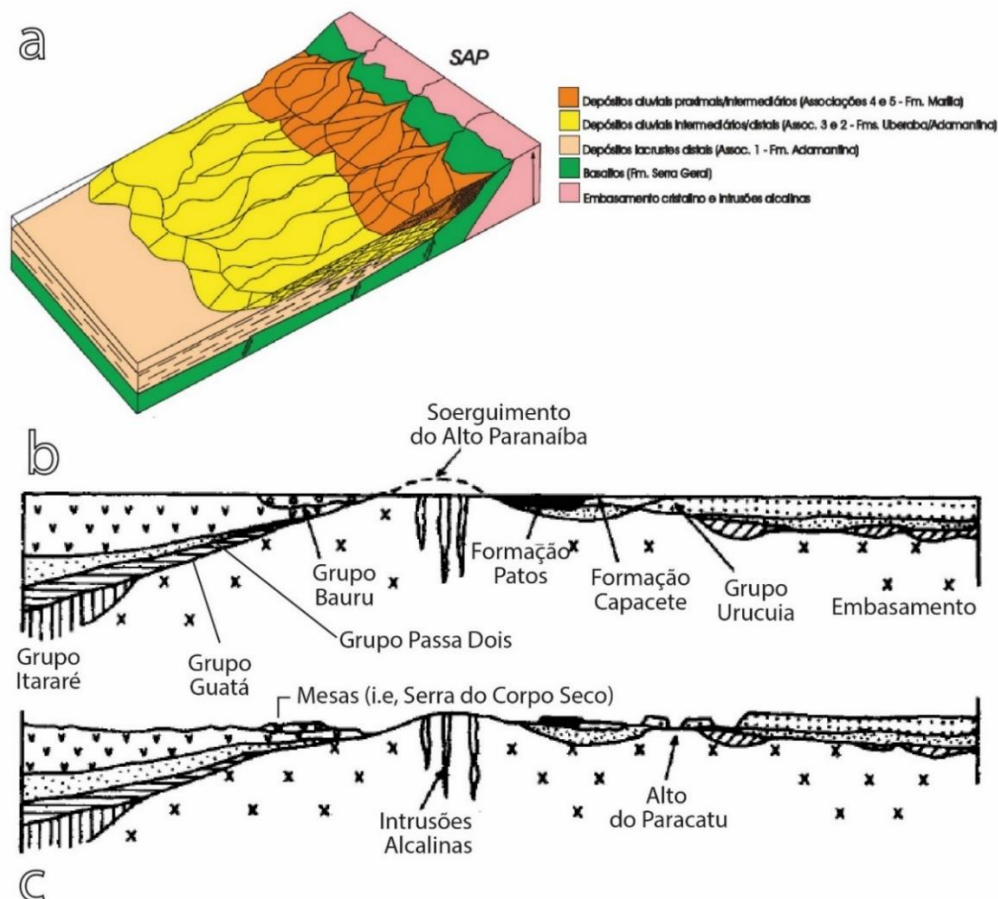
Outra forma de vincular a fonte dos litoclastos as unidades do Grupo Passa Dois, é a ocorrência de moldes de conchas de dois grupos do Permiano *Guiratingia mendesi* e *Runnegariella fragilis* identificados por Simões *et al.*, (2019) na Serra do Corpo Seco. Já Boggiani (1987) reportou um litoclasto oolítico com um molde preservado de costela de *mesosaurus*, coletado próximo à cidade de Mineiros/GO. A presença desses fósseis citados acima nesses depósitos, diminui a possibilidade dos estromatólitos e oólitos serem de unidades

proximais a área de estudo, como o Grupo Paranoá, Grupo Vazante e Grupo Bambuí, uma vez que essas unidades não ocorrem esses fósseis citados.

Durante o Cretáceo Superior, a região influenciada pelo soerguimento do Alto Paranaíba foi a principal área-fonte para os depósitos aluviais e lacustres das formações Marília, Uberaba e Adamantina (Fig. 24 -A). Tal processo de tectônica positiva foi responsável pela exumação de rochas ígneas e metamórficas proterozoicas da Faixa de Dobramentos Brasília, arenitos juro cretáceos da Formação Botucatu, basaltos cretáceos da Formação Serra Geral e o Grupo Passa Dois da Bacia do Paraná (BATEZELLI, 2003; CAMPOS; DARDENNE, 1997) (Fig. A e B). Dessa forma, fósseis de estromatólitos e rochas oolíticas-oncolíticas silicificadas das formações Irati e Teresina foram transportados na forma de litoclastos para a Bacia Bauru e preservados nas formações Marília, Uberaba e Adamantina durante o Cretáceo Superior. Posteriormente, os litoclastos silicosos presentes no registro sedimentar do Grupo Bauru foram erodidos, transportados e depositados em eventos cenozoicos responsáveis pela desnudação continental, desenvolvimento da atual superfície do relevo e formação de mesetas e chapadas (Fig. 24 -C), incluindo a Serra do Corpo Seco.

Desse modo, verifica-se que os litoclastos hospedados na cascalheira da Serra do Corpo Seco passaram por dois ciclos de erosão, transporte e deposição. Os clastos foram inicialmente erodidos a partir do Grupo Passa Dois e depositados no Grupo Bauru durante o Cretáceo Superior. Durante o Cenozoico, foram erodidos do Grupo Bauru e depositados em cascalheiras e terraços fluviais (Figs. 21 e 24-C).

Figura 24 – Evolução regional paleogeográfica da região do Triângulo Mineiro-Alto Paranaíba e preenchimento sedimentar das bacias Bauru e Sanfranciscana entre o Cretáceo Superior e Cenozoico. (A) Alçamento das bordas N e NE com progradação do sistema aluvial dominados por rios entrelaçados sobre porções distais (B e C) Bacia Bauru (esquerda) e Sanfranciscana (direita) (B) Fase principal de soerguimento do Alto Paranaíba durante o Cretáceo Superior e deposição do Grupo Bauru. Notar que o Grupo Passa Dois ocorre em subsuperfície. (C) Desenvolvimento da atual superfície do relevo e incisão das formas geomorfológicas de mesetas e extensas chapadas, incluindo a Serra do Corpo Seco.



Fonte: (A) Retirado de Batezelli (2003). (B) e (C) Modificado de Campos e Dardenne (1997).

6.2.1.2 Seixos derivados de sequências vulcânicas e Seixos derivados de estratos terrígenos

A partir do contexto paleogeográfico da região do Triângulo Mineiro-Alto Paranaíba durante o Cretáceo Superior, verifica-se que as formações Botucatu e Serra Geral (Juro-Cretáceo da Bacia do Paraná) serviram como área-fonte para as formações Marília, Uberaba e Adamantina (Fig. 24A-B) (CAMPOS; DARDENNE, 1997; BATEZELLI, 2003). Para o caso do Grupo dos *Seixos derivados de sequências vulcânicas* presentes na cascalheira da Serra do Corpo Seco, interpreta-se aqui que o Grupo Bauru tenha atuado como fonte direta para dispersão e deposição de geodos de quartzo durante o Cenozoico.

Os clastos de arenito silicificado são também interpretados como provenientes do Grupo Bauru, uma vez que a Formação Botucatu não ocorre na Bacia Hidrográfica do Rio Tijuco. Desconsidera-se que os *Seixos derivados de sequências vulcânicas* tenham sido erodidos e transportados diretamente a partir de afloramentos da Formação Serra Geral durante a formação da cascalheira, uma vez que somente atualmente as drenagens da Bacia do Rio Tijuco estão esculpindo os basaltos da Formação Serra Geral. Neste contexto, nota-se que no depósito de cascalheira da Serra do Corpo Seco, tem baixa ocorrência de seixos basaltos. Essa ausência é explicada por Boggiani (1987), onde os seixos oriundos de ágata, são advindos das rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, assim, esses são mais abundantes nos leitos dos rios do que nos terraços, podendo indicar, que o entalhamento da drenagem nos basaltos ocorreu em uma fase posterior à da formação dos Terraços.

A Faixa de Dobramentos Brasília possui abundante volume de quartzitos, que foram erodidos e transportados para a Bacia Bauru durante o soerguimento do Alto Paranaíba (Fig. 24 -A). Posteriormente, durante o Cenozoico, as unidades do Grupo Bauru foram erodidas, dando origem aos clastos da classe *quartzito metamórfico* que, eventualmente, foram depositadas na cascalheira da Serra do Corpo Seco.

6.3 Significado geomorfológico da Serra do Corpo Seco

A evolução do relevo brasileiro ao longo do Cenozoico foi amplamente influenciada por fases de soerguimento do bloco continental alternadas com fases de erosão através da regressão de escarpas e pedimentação (KING, 1956; BRAUN, 1971; ROSS, 2013). O intervalo entre o final do Mesozoico (Cretáceo Superior) e o Paleoceno (Cenozoico Inferior) foi caracterizado pelo soerguimento da Plataforma Brasileira (Sul-Americana) e consequente reativação de falhas herdadas do embasamento, basculamento de blocos e a elevação de serras (BRAUN, 1971; ROSS, 2016). Tem-se início o ciclo “Sul-Americano”, caracterizado principalmente por processos desnudacionais, com intensa atividade erosiva responsável por suprir as bacias costeiras marinhas (BRAUN, 1971).

Após, entre o Eoceno e o Plioceno, instalou-se uma fase de pediplanação, marcada por extenso aplainamento no Brasil. É nesse intervalo que ocorre intensa erosão e desgaste dos sedimentos do Grupo Bauru, nivelamento de rochas com durezas distintas e exumação dos complexos alcalinos na região do Triângulo Mineiro-Alto Paranaíba (BRAUN, 1971). Esse intervalo também marca o final do ciclo “Sul-Americano” e o desenvolvimento de extensos remanescentes da superfície de erosão em todo planalto brasileiro (chapadões do norte de São

Paulo, do oeste de Minas Gerais, de Goiás, sul do Maranhão e Piauí, da Bahia etc.), incluindo a Serra do Corpo Seco em Ituiutaba.

Durante o final do Neógeno (Plioceno) e início do Quaternário (Pleistoceno Inferior) tem início o ciclo “Velhas”, caracterizado pelo soerguimento do continente e início do processo de compartimentação da Superfície Sul-Americana (BRAUN, 1971). Processos tectônicos na porção oeste da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná levaram ao soerguimento da Serra de Maracaju no centro-oeste de Mato Grosso do Sul, que constitui o divisor de águas das bacias dos rios Paraguai e Paraná (RUIZ, 1963). Na porção oriental da bacia, o soerguimento da Serra do Mar foi responsável por compartimentar as bacias hidrográficas do Paraná e do Atlântico Sudeste. É nesse mesmo período que ocorre escavação e extenso aluvionamento nas planícies aluviais dos grandes rios, incluindo o São Francisco, Paraná-Paraguai, Araguaia, Paracatu (BRAUN, 1971) e, provavelmente, o Rio Tijucu.

Entre aproximadamente 2.0 Ma (Gelasiano) e 1.6 Ma (Calabriano), o território brasileiro foi dominado por curtos ciclos erosivos regionais. O predomínio dos processos deposicionais se deu na região costeira e nas margens dos grandes rios na forma de terraços e cascalheiras (BRAUN, 1971; STEVAUX, 1993; ROSS, 2016). Nesse período desenvolveram-se pequenos remanescentes de pediplanos em diversas áreas do Brasil. A cascalheira do Serra do Corpo pode ser considerada o registro da sedimentação associada ao final do ciclo “Velhas”.

7 CONCLUSÕES

A Serra do Corpo Seco é uma paleoforma do tipo mesa que registra em seus depósitos cascalhosos de topo parte da evolução geomorfológica da região do Triângulo Mineiro-Alto Paranaíba durante o Cenozoico. As características sedimentológicas da cascalheira sugerem a atuação de mecanismos de transporte e acumulação de sedimentos de alta energia e alta viscosidade, tais como fluxos de detritos, possivelmente durante períodos quentes e úmidos. Com base em análises petrográficas foram definidos três grupos principais de litoclastos silicosos: *Seixos de silxito*, *Seixos derivados de sequências vulcânicas* e *Seixos derivados de estratos terrígenos*. Dentre os litoclastos analisados, verificou-se que os mais propícios para o entendimento da proveniência sedimentar da cascalheira foram aqueles das classes *Seixos com estromatólitos* e *Seixos com oncólitos/oólitos*. Isso porque, a comparação morfológica dos estromatólitos, oncólitos e oólitos preservados nos litoclastos, com os mesmos tipos de fósseis em possíveis unidades candidatas a áreas-fonte, sugere que as formações Irati e Teresina (Grupo Passa Dois, Permiano do Bacia do Paraná) como fontes primárias dos seixos silicosos.

A forma de dispersão dos litoclastos silicosos encontrados na cascalheira da Serra do Corpo Seco teve seu primeiro ciclo sedimentar com a influência do soerguimento do Alto Paranaíba na região do Triângulo Mineiro-Alto Paranaíba, que durante o Cretáceo Superior foi a principal área-fonte provedora de detritos para o Grupo Bauru. Dessa forma, as unidades do Grupo Bauru teriam recebido sedimentos provenientes de unidades pretéritas da Bacia do Paraná, tais como os grupos Passa Dois e São Bento (formações Botucatu e Serra Geral). Durante o Cenozoico, o território brasileiro presenciou importantes processos de soerguimento, desnudação, pediplanação e aplainamento. Nesse contexto, a cascalheira da Serra do Corpo Seco formou-se durante o Ciclo “Velhas”, associada com o soerguimento da Plataforma Sul-Americana e desenvolvimento de terraços e cascalheiras nas margens dos grandes rios e seus afluentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A., N.: Contribuição à Geomorfologia das áreas do Cerrado. In: **Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo. Edusp. 1971.

AB'SABER, A., N.: Domínios morfoclimáticos atuais e quaternários na região dos cerrados. **Paleoclimas**, n. 10, p. 1-31. 1982.

ANA. Agência Nacional das Águas. 2008.

ANA. Agência Nacional das Águas. HIDROWEB – Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em <<http://hidroweb.ana.gov.br/>> Acesso em: 15 jun. 2014.

ASSUNÇÃO, W. L.: Metodologia para a definição da duração das estações seca e chuvosa na região dos cerrados do Brasil Central - Primeira aproximação. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 14, 2013, Lima. Anais: **Unión Geográfica Internacional**, p. 01-14. 2013.

BACCARO, C. A. D.: Unidades Geomorfológicas do Triângulo Mineiro: Estudo Preliminar. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia (MG), v.3, n.o 5 e 6, p. 37-42. 1991.

BARBOSA, O., BRAUN, O.P.G., DYLER, R.C., CUNHA, C.A.B.R.: Geologia da região do Triângulo Mineiro. Bol. DGM/DNPM 136, 1-140. 1970.

BATEZELLI, A.: Análise da sedimentação Cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes. Dissertação – **Instituto de Geociências e Ciências Exatas**, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2003.

BATEZELLI, A.: Arcabouço tectono-estratigráfico e evolução das Bacias Caiuá e Bauru no Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geociências**. 40(2): 265-285. 2010.

BATEZELLI, A.; LADEIRA, F. S. B.: Stratigraphic framework and evolution of the Cretaceous continental sequences of the Bauru, Sanfranciscana, and Parecis basins, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 65, p. 1-24. 2016.

BOGGIANI P. C.: (Não publicado) Seixos silicosos das cascalheiras do Rio Paraná: nomenclatura, paleontologia, proveniência e correlação. Relatório de Iniciação Científica, referente ao Processo FAPESP 83/1697-8, sob orientação do Prof. Dr. Thomas Fairchild, **Instituto de Geociências**, Universidade de São Paulo. 1987.

BOGGIANI P. C.; COIMBRA AM, FAIRCHILD TR. Proveniência dos clastos silicosos das cascalheiras dos rios Paraná e Araguaia. Anais. São Paulo: **Sociedade Brasileira de Geologia (SBG)**. Núcleos de São Paulo e Rio de Janeiro, p. 1-7. 1991.

BOGGIANI, P. C.; COIMBRA, A.M.; FAIRCHILD, T.R. Seixos silicosos das cascalheiras dos rios Paraná e Araguaia: nomenclatura e proveniências. In: **Simpósio Regional de Geologia**, 5, São Paulo. Boletim de Resumos. São Paulo, SBG, p.11. 1985.

BRAUN, O. P. G.: Contribuição à geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 32, n. 3, p. 3-39. 1971.

CAMPOS J. E. G. & DARDENNE M. A.: Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. **Revista Brasileira de Geociências**. 27(3): 283-294. 1997.

CODEMIG - Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais.: **Projeto Triângulo Mineiro** - Mapa Geológico 1:100.000. 2017. Disponível em: <http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/>.

DAL'BÓ, P. F., SOARES, M., V., T.: Spatial variations in distributive fluvial system architecture of the Upper Cretaceous Marília Formation, SE Brazil. **Geological Society, London**, Special Publications, v. 488, n. 1, p. 97-118. 2018.

DIAS-BRITO, D.: Guia petrográfico dos carbonatos do Brasil. Rio Claro, UNESP-IGCE **UNESPetro**, 225P. 2017.

DURHAM, R. J.: Classification of carbonate rocks according to the depositional texture. In: Ham, W.E (editor) Classification of carbonate rocks. Tucson. Oklahoma. **AAPG Memoir** 1: 108-121. 1962.

FAIRCHILD T. R.: Atlas Microbialitos do Brasil do Pré-Cambriano ao Recente. Segunda Edição. Rio Claro, **UNESPetro**. 2015.

FELMER, M., FERREIRA, V., G.; QUINTÃO, D., A.: Projeto Triângulo Mineiro – Folha ITUIUTABA – ITUMBIARA SE.22-Z-B-IV - SE.22-Z-B-I. Belo Horizonte: **CODEMIG/UFMG**. 2017.

FOLK, R., L.: Practical petrographic classification of limestones. **AAPG bulletin**, v. 43, n. 1, p. 1-38, 1959.

FOLK, R. L.: Spectral subdivision of limestone types. **AAPG Special Volumes**, 1962.

FÚLFARO, V. J.: Depósitos de cascalho da bacia hidrográfica do rio Paraná. **Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo**, relatório interno s/n, 20 pp. 1974.

FÚLFARO, V. J.; ANGELI, N; BARCELOS, J. H.: Os depósitos de cascalhos na bacia hidrográfica do Alto Paraná. In: **Simpósio Regional de Geologia**., 4, São Paulo, 1983. Atas. São Paulo, SBG, p.267-273. 1983.

GUIDICINI, G.: Terraços fluviais no interior da Bacia do Alto Paraná. **Seminário de pós graduação para curso "Sedimentação"** dado pelo Prof. Dr. Kenitiro Suguio (IGC -USP), 23 p. 1973.

HASUI Y., HARALYI N. L. E.: Aspectos lito-estruturais e geofísicos do soerguimento do Alto Paranaíba. **Geociências**, 10:57-77. 1991.

KING, C. L. A.: Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 18, n.o 2, p. 147 – 256. 1956.

KLOOSTERMAN, J. B.: Estromatólitos permianos no Brasil Central. Anais da **Academia Brasileira de Ciências**, Resumo das Comunicações 54(4):753-754. 1982.

MIALL, A. D.: Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. **Earth-Science Reviews**, v. 22, n. 4, p. 261-308, 1985.

MIALL, A. D.: Recent developments in the study of fluvial facies models. 1987.

MIALL, A.D.: The Geology of Fluvial Deposits, Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology. – **Springer-Verlag**, New York, 668 p. 1996.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A. E.; FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. B. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, 2007.

MIYAZAKI, L. C. P.; DE OLIVEIRA GOMES, A. A. G.: Anáglifo, fotointerpretação e imagens do Google Earth como alternativa para elaboração do mapeamento geomorfológico da Serra do Corpo Seco-Ituiutaba-MG (Brasil). Physis Terrae **Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, 2(2), 43-65. 2020.

MORTON, A.; C.; HALLSWORTH, C.: Identifying provenance-specific features of detrital heavy mineral assemblages in sandstones. **Sedimentary Geology**, v. 90, n. 3-4, p. 241-256, 1994.

PIRES, F. R. M.: Grupo Bauru - Controvérsias. Anais da **Academia Brasileira de Ciências** 54(2) :369-394. 1982.

RADAM BRASIL: Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro (RJ), **Folha SE-22. Goiânia**, v.31, 1983.

REMUS, M. V. D.; SOUZA R. S. S.; CUPERTINO, J. A.; DE ROS, L., F., DANI, N.; VIGNOL-LELARGE, M., L.: Proveniência sedimentar: métodos e técnicas analíticas aplicadas. **Brazilian Journal of Geology**, v. 38, n. 2, p. 166-185, 2008.

RICCOMINI, C.: Considerações sobre a posição estratigráfica e tectonismo deformador da Formação Itaqueri na porção centro-leste do Estado de São Paulo. **Revista do Instituto Geológico (Descontinuada)**, v. 18, n. 1-2, p. 41-48, 1997.

ROSA, R., LIMA S., C., ASSUNÇÃO, W., L.: Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). **Soc Nat** 3: 91-108. 1991.

ROSS, J. L. S.: Relevo brasileiro: uma nova proposta de classificação. **Revista do Departamento de Geografia**, 4, 25-39, 1985.

ROSS, J. L. S.: O Relevo Brasileiro nas Macroestruturas Antigas. [S.l.], n. 2, p. 8-27, ISSN 2317-8825. 2013.

ROSS, J. L. S.: O relevo brasileiro no contexto da América do Sul. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 61, n. 1, p. 21-58, 2016.

ROSS, J. L. S.; FIERZ M., S., M.; NEPOMUCENO, P., L., M.; Melo M., A.: Macroformas do relevo da América do Sul. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 38, p. 58-69, 2019.

RUIZ, M.D.: Geologia aplicada a Barragem de Jupia (sistema Urubupunqaj. In: CONG. PANAMERICANO DE MECANICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, 2. **Guia de Excursão**. 34 p. 1963.

SANTOS, J. G., FERREIRA, V., O.: Variabilidade pluviométrica na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba-MG. **Geo Textos**, vol. 12, n. 1, P.33 233-265. 2016.

SANTOS, L.; BACCARO, C. A. D.: Caracterização geomorfológica da bacia do Rio Tijuco. **Caminhos de Geografia**, v. 1, n. 11, p. 1-21, 2004.

SGARBI, G. N.: Petrografia Macroscópica das Rochas Ígneas, Sedimentares e Metamórficas. Segunda Edição. Belo Horizonte, **Editora UFMG**, 632p, 2012.

SIMÕES, M. G.: Shell-rich pebbly resistates: recognizing the fossils and interpreting the source rocks. In: ANAIS DO XXVL CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 2019, Uberlândia. Anais eletrônicos. **Campinas, Galoá**, 2019.

STEVAUX, J. C.: O rio Paraná: geomorfogênese, sedimentação e evolução quaternária do seu curso superior (região de Porto Rico, PR). Tese de Doutorado. **Universidade de São Paulo**. 1993.