

CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E ESTRUTURAL DOS DERRAMES VULCÂNICOS DA VOLTA GRANDE DO ALTO RIO URUGUAI, SUL DO BRASIL

Vitor Hugo Rosa BIFFI¹

Marcos César Pereira SANTOS²

Nelson Vicente Lovatto GASPARETTO³

RESUMO

A Volta Grande do alto rio Uruguai corresponde a uma importante área para a compreensão das ocupações humanas pré-coloniais no contexto do sul do Brasil. Nessa área, são escavados sítios arqueológicos no âmbito do projeto POPARU onde foi identificada e descrita a cultura material (materiais líticos e cerâmicos) presente nas ocupações dos últimos 12.000 anos AP. Na indústria lítica, as matérias-primas ainda são uma questão em aberto e, inicialmente, hipóteses foram levantadas que se trata de matérias primas obtidas em contexto local. Neste trabalho, foram investigados e caracterizados os derrames vulcânicos da área, visando reconhecer a litologia local e eventuais fontes de matéria-prima. Foram identificadas as seguintes litofácies: fácies com estruturas de segregação (Bv), fácies vulcânicas afaníticas com vesículas esparsas (Bam, Bvc), fácies vulcânicas afaníticas a hipocristalino colunares (Bac), fácies Autobrechas Basálticas (Br) e Depósitos Vulcanoclásticos Máficos (DVM), se destacam os DVM por constituírem uma ampla variabilidade de feições de interação vulcano-sedimentares que podem ter sido utilizadas como fonte de matéria prima, embora sejam relativamente distintas daquelas encontradas nas coleções líticas dos sítios arqueológicos da VGUR.

Palavras-chave: Arqueologia. Matéria Prima. Serra Geral.

¹ Doutorando em Geografia na Universidade Estadual de Maringá (UEM).

² Muséum national d'Histoire naturelle, Musée de l'Homme, Department de Préhistoire, Paris, France.

³ Professor voluntário no Programa de Pós-Graduação em Geografia (PGE) da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

PETROGRAPHIC AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF THE LAVA FLOWS AT VOLTA GRANDE IN THE UPPER URUGUAY RIVER, SOUTHERN OF BRAZIL

ABSTRACT

The Volta Grande in the Upper Uruguai River is an important area for understanding precolonial human occupations in the context of southern Brazil. In this area, archaeological sites are excavated by the POPARU project, where the material culture (lithic and ceramic materials) present in the occupations of the last 12,000 years BP was identified and described. In the lithic industry, raw materials are still an open question and, initially, hypotheses were raised that they are raw materials obtained in a local context. In this work, the lava flows were investigated and characterized, in order to recognize the local lithology and eventual sources of raw materials. The following lithofacies were identified: facies with segregation structures (Bv), aphanitic volcanic facies with sparse vesicles (Bam, Bvc), columnar aphanitic to hypocrySTALLINE volcanic facies (Bac), Basaltic Autobreccia facies (Br) and Mafic Volcanoclastic Deposits (MVD). The MVD stand out for constituting a wide variability of volcano-sedimentary interaction features that may have been used as a source of raw material, although they are relatively different from those found in the lithic collections of the archaeological sites of the VGUR.

Keywords: Archaeology. Raw materials. Serra Geral.

1 INTRODUÇÃO

A Volta Grande do alto rio Uruguai (VGUR) vem sendo alvo desde 2013 de pesquisas no âmbito do projeto “Povoamentos Pré-históricas do Alto Rio Uruguai” (Projeto POPARU), cujo objetivo principal é a compreensão da dinâmica das ocupações humanas pré-coloniais no contexto das terras de baixa altitude da América do Sul. A cultura material identificada nos sítios arqueológicos da VGUR é constituída principalmente de material lítico lascado, além de uma ampla variabilidade tipológica de cerâmicas da tradição cultural Tupi-Guarani (CARBONERA et al., 2018; LOURDEAU et al., 2016, 2020; SANTOS et al., 2021).

Com relação às peças líticas, essas são compostas de lascas, lâminas, núcleos e instrumentos unifaciais e bifaciais produzidos principalmente em rochas vulcano-sedimentares, além de minerais como quartzo e calcedônia. No caso da indústria lítica laminar (≈ 10.500 a 9.500 anos cal. AP), a coleção é constituída principalmente sobre arenito silicificado muito fino. Um segundo grupo de matérias-primas identificadas são aquelas produzidas sobre rochas de coloração marrom e esverdeado. Em ambos os casos, a presença de córtex sobre a face superior de parte da coleção sugere que a matéria-prima foi coletada sob a forma de seixos de origem fluvial, enquanto outras exibem superfícies naturais presentes na face dorsal que mostram que elas provêm de blocos que não passaram por transporte e provavelmente adquiridos no contexto primário (HOELTZ; LOURDEAU; VIANA, 2015; LOURDEAU et al., 2016).

Além da problemática arqueológica, a missão franco-brasileira oriunda do projeto POPARU integra pesquisas de caráter interdisciplinar e vem abordando uma série de estudos de caráter geológico, geomorfológico e paleo-ambientais, visando compreender o contexto da paisagem das ocupações humanas no vale do rio Uruguai. Nesse cenário, a questão litológica ainda é uma problemática em aberto, uma vez que 1) Não se sabe qual tipologia litológica que ocorrem na VGUR e 2) a variabilidade litológica das indústrias líticas é muito ampla e de difícil classificação macroscópica.

Em escala regional, a bacia do rio Uruguai está situada na Província Magmática Paranái-Etendeka (PMPE), constituída por uma variabilidade de rochas vulcânicas básicas e intermediárias (basaltos, basaltos-andesíticos e andesitos) e rochas de natureza ácida, como riolitos, riodacitos e dacitos (NARDY et al., 2002, 2011; NARDY; MACHADO; OLIVEIRA, 2008). Na região de Iraí – Frederico Westphalen (RS), Gomes (1996) definiu dois tipos de derrames para rochas que

compõem o Grupo Serra Geral: Derrames Tipo I e Derrames Tipo II.

Os Derrames Tipo I possuem menor espessura (15 a 35 m), exibindo um nível vesicular basal (50 cm), sobreposto por um nível maciço pouco fraturado (10 a 25 m) e um nível com fraturas horizontais (2 a 4 m), além de um nível superior (topo) com vesículas/amígdalas milimétricas (1 a 2 m). Já os Derrames Tipo II são mais espessos (30 a 50 m), exibindo um nível vesicular basal ocasionalmente com vesículas do tipo *pipe* (40 a 100 cm), sobreposto por um nível maciço constituído por três setores: 1) nível colunado, apresentando fraturas verticais e ortogonais com prismas regulares de 0,5 a $\frac{1}{3}$ do derrame, 2) nível com entablamento irregular, contendo de 25 a 30 m de espessura e 3) nível com disjunção colunar (espessura média de 10 m). O topo é constituído por um nível vesicular com espessura que atinge até 10 m (GOMES, 1996).

Localmente, foi determinada a ocorrência de basaltos e basaltos andesíticos, além de feições de interação vulcano-sedimentares (FIV's) (DIAS; PARISI, 2007). Do ponto de vista petrográfico, as FIV's constituem-se de uma ampla variabilidade litológica, incluindo peperitos, arenitos, siltitos, lamitos, pelitos e brechas, em sua maioria silicificados. As FIV's além de servirem como níveis de horizonte guia para cartografia geológica constituem parte das tipologias de matérias primas dos materiais líticos descritos nos sítios da VGUR (SANTOS et al., 2021).

Portanto, a variabilidade litológica encontrada em contexto primário (afloramentos) ou secundário (depósitos sedimentares) na VGUR ainda é uma questão em aberto. Embora seja reconhecida a existência de uma ampla variabilidade de matérias-primas descritas nos sítios arqueológicos locais, seus aspectos petrográficos e petrológicos não são integralmente compreendidos. Nesse sentido, esse artigo teve como objetivo identificar e classificar os derrames da VGUR, visando detalhar em termos petrográficos parte das litologias que ocorrem na área e que eventualmente serviram como matéria-prima das indústrias líticas locais.

2 ÁREA DE ESTUDO

A Volta Grande do alto rio Uruguai (VGUR) corresponde a um meandro estrutural, cujo leito do canal encontra-se encaixado no substrato rochoso, com cerca de 20 km de extensão (Figura 1). Engloba os municípios de Palmitos, São Carlos, Águas de Chapecó (SC) e Alpestre (RS). Trata-se de um Trecho de Vazão Reduzida em decorrência do barramento da Usina Hidrelétrica Foz do

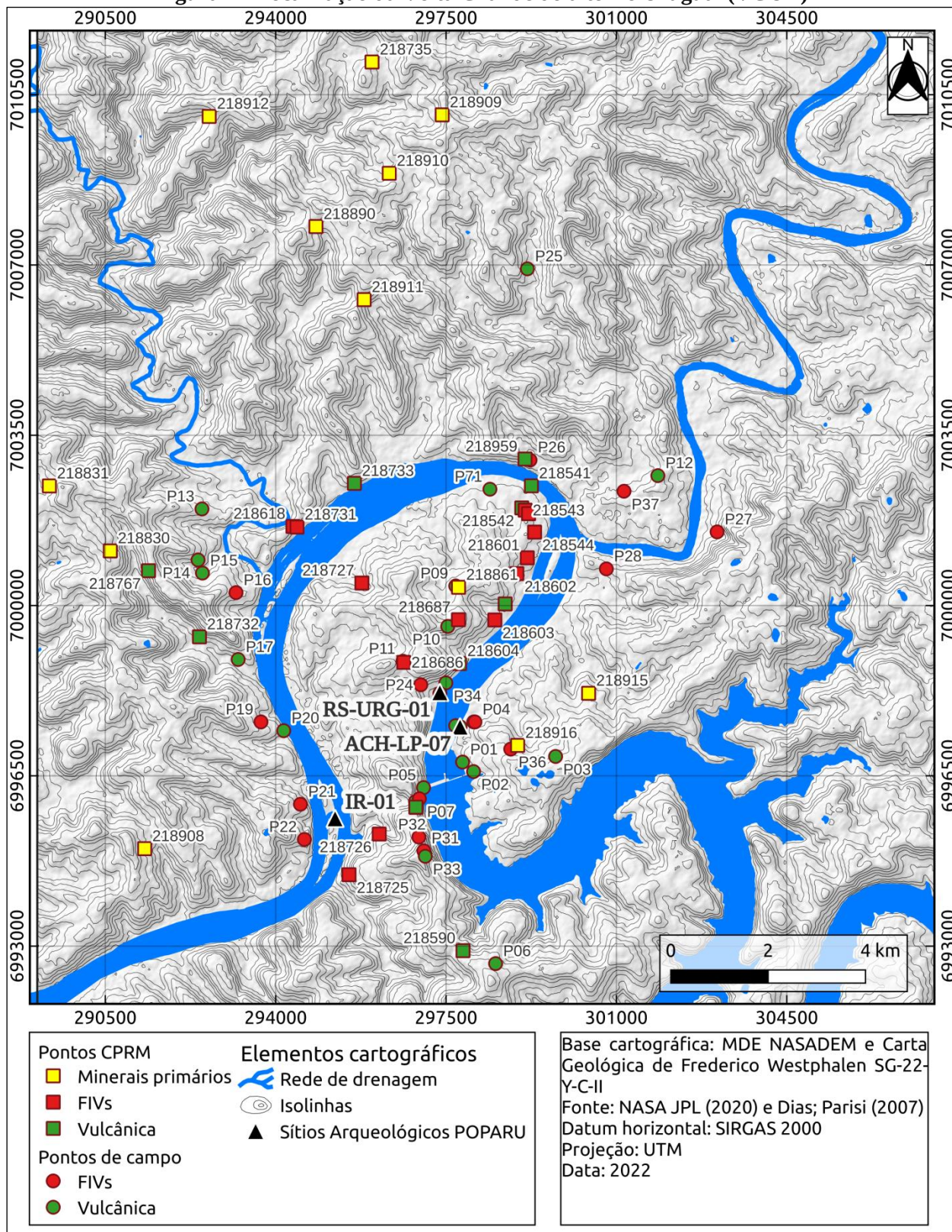
Chapecó e que vem sendo alvo dos estudos do Projeto POPARU (LOURDEAU et al., 2016). Com relação às unidades litológicas identificadas em escala regional, o substrato é constituído por rochas ígneas e FIV's que constituem PMPE, que, em conjunto com a Formação Botucatu, integram a Supersequência Gondwana III (MILANI et al., 2007).

A VGUR está inserida no Planalto Dissecado do Rio Uruguai, caracterizado por apresentar relevo muito dissecado com vales profundos e encostas íngremes organizadas em patamares mantidos pelas rochas do Grupo Serra Geral. As formas de relevo exibem interflúvios estreitos de topo plano ou levemente convexo, rompido por encostas de forte inclinação, que por vezes são interrompidas por rupturas de declive que configuram patamares estruturais. As principais formações superficiais encontradas na área são as ordens dos Latossolos e Nitossolos nas áreas de relevo plano, seguidos por Neossolos e Cambissolos nas áreas mais dissecadas, além de antrossolos e depósitos de colúvio e alúvio nos patamares inferiores (SANTOS et al., 2021).

A VGUR está situada na Zona Subtropical Úmida, cujos aspectos meteorológicos caracterizam o clima como Cfa. A precipitação anual varia entre 1700 e 1900 mm, com 110 a 140 dias de chuva/ano. As chuvas são bem distribuídas (nove a doze dias ao mês). A temperatura média anual varia entre 20 a 23 °C, enquanto a temperatura média do mês mais frio oscila entre 14-17 °C e a temperatura média do mês mais quente variam entre 23-29 °C (ROSSATO, 2011). Os sistemas atmosféricos atuantes no ano padrão (2000) foram a Massa Tropical Continental (5-6%), Massa Tropical Atlântica (25 a 28%) e Massa Polar Atlântica (44 a 45%) (ROSSATO, 2020).

A vegetação da VGUR é caracterizada pela presença da Floresta Estacional Decidual. Os gêneros predominantes são de origem afro-amazônica, tais como: *Peltophorum*, *Anadenanthera* e *Apuleia*. Os estratos superiores (formado de macro e mesofanerófitos) predominantemente caducifólios apresentam 50% ou mais de decidualidade foliar do estrato emergente. É relacional ao clima subtropical sem período seco com inverno frio (temperaturas médias mensais menores ou iguais a 15 °C), que determina repouso fisiológico e queda parcial da folhagem. Quando os estratos das megacrofanerófitas perdem parcial ou totalmente as folhas, aparecem as densas copas verdes do segundo estrato (LEITE; SOHN, 2018).

Figura 1 - Localização da Volta Grande do alto rio Uruguai (VGUR)



Elaboração dos autores.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Em razão da problemática levantada acerca dos aspectos geológicos da VGUR, foi utilizada a abordagem de fácies e arquitetura de fácies que já vem sendo aplicadas na PMPE (BARRETO et al., 2014; FAMELLI; LIMA; CARMO, 2021; LICHT; ARIOLI, 2020; MORAES et al., 2020; ROSSETTI et al., 2014; ROSSETTI et al., 2018; WAICHEL et al., 2012). A análise de fácies e associação de fácies permite estabelecer a morfologia das lavas (e.g. *compound pahoehoe*, *simple pahoehoe*, *pounded pahoehoe*, *rubblly pahoehoe* e lavas a'a'), além de mapear níveis inter-derrames (Feições de interações vulcano-sedimentares e leitos sedimentares inter-lavas).

Em campo, foram realizadas prospecções visando à identificação e caracterização dos afloramentos e após a identificação das exposições, foram realizados os seguintes procedimentos: 1) Georreferenciamento e aquisição da cota altimétrica (topo e base dos derrames), 2) Descrição das litologias e estruturas dos derrames, 3) Classificação das litofácies e das morfologias dos derrames, 4) Associação entre derrames e 5) Mensuração de estruturas. Para o georreferenciamento e aquisição da cota dos derrames, foi utilizado o DGPS *ashtech Surveying ProMark 220* e corrigidos no *software GNSS solutions* com base no marco geodésico local. A espessura dos derrames foi determinada em campo com apoio de trena a laser a partir do método de triangulação.

Os critérios estratigráficos, incluindo terminologia de aspectos de campo, tipos de derrame, produtos eruptivos, feições de superfície, além de parâmetros texturais, estruturais e relações de contato utilizados nesse trabalho foram baseados naqueles já utilizados para descrição dos derrames do Grupo Serra Geral (BARRETO et al., 2014; LICHT; ARIOLI, 2020; MORAES et al., 2020; ROSSETTI et al., 2014; WAICHEL; LIMA; SOMMER, 2006; ROSSETTI et al., 2018). O código de fácies, bem como seu critério descritivo e interpretação são apresentados na Tabela 1.

A análise macroscópica foi estabelecida seguindo os critérios estruturais, texturais e composição mineralógica (MENEZES, 2013), enquanto a classificação foi realizada seguindo critérios qualificadores (tamanho do grão e índice de cor) para rochas ígneas (GILL, 2014) e sedimentares (TUCKER, 2013). A textura foi definida com apoio de lupa estereoscópica, enquanto a coloração foi estabelecida conforme a carta de cores de *munsell* para rochas.

Dezessete lâminas delgadas foram confeccionadas para descrições petrográficas em escala

microscópica, visando à identificação mineralógica e caracterização textural, além da classificação das rochas da área de estudo. Os critérios descritivos seguiram a nomenclatura tanto para rochas ígneas quanto sedimentares (FOLK, 1980; MACKENZIE; DONALDSON; GUILFORD, 1982; TUCKER, 2013; MACKENZIE; ADAMS; BRODIE, 2017).

Tabela 1 – Código e descrição de litofácies dos derrames vulcânicos básicos

Código da fácies	Descrição	Interpretação
Bv	Basalto vesicular	Metade superior do núcleo do fluxo de lava
Bam	Basalto afanítico maciço	Núcleo de derrame
Bvc	Basalto com vesículas cilíndricas ou proto-cilíndricas	Núcleo de derrame
Br	Basalto colunar afanítico e hipocristalino	O resfriamento e a cristalização lentos levam à contração da lava solidificada e à formação de colunas grandes e regulares.
Br	Autobrecha basáltica	Fluxo escoriáceo em topo de rubblyflow (rubblypahoehoe)
DVM	Depósito Vulcanoclástico Máfico	Interação entre lava e sedimentos inconsolidados.

Fonte: BARRETO et al. (2014), LICHT; ARIOLI (2020); MORAES et al. (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em campo, foram levantados trinta e sete pontos de controle, incluindo cortes de estrada, afloramentos em leitos de estradas vicinais ou encostas exumadas e leitos de canais de baixa ordem (Figura 1). Além dos pontos de controle prospectados, foram explorados aqueles levantados pela CPRM para complementar a análise estratigráfica, totalizando setenta e sete pontos de controle.

4.1 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS E LITOLOGIAS ASSOCIADAS

Com relação às fácies e litologias associadas, foram reconhecidas cinco litofácies: 1) Litofácies com estruturas de segregação (Bv), 2) Litofácies vulcânicas afaníticas com vesículas esparsas (Bam, Bvc), 3) Litofácies vulcânicas afaníticas a hipocristalino colunares (Bac), 4) Litofácies Autobrechas Basálticas (Br) e 5) Depósitos Vulcanoclásticos Máficos (DVM). No caso das FIV's, esse conjunto litológico foi agrupado em apenas uma litofácies (DVM), mesmo quando

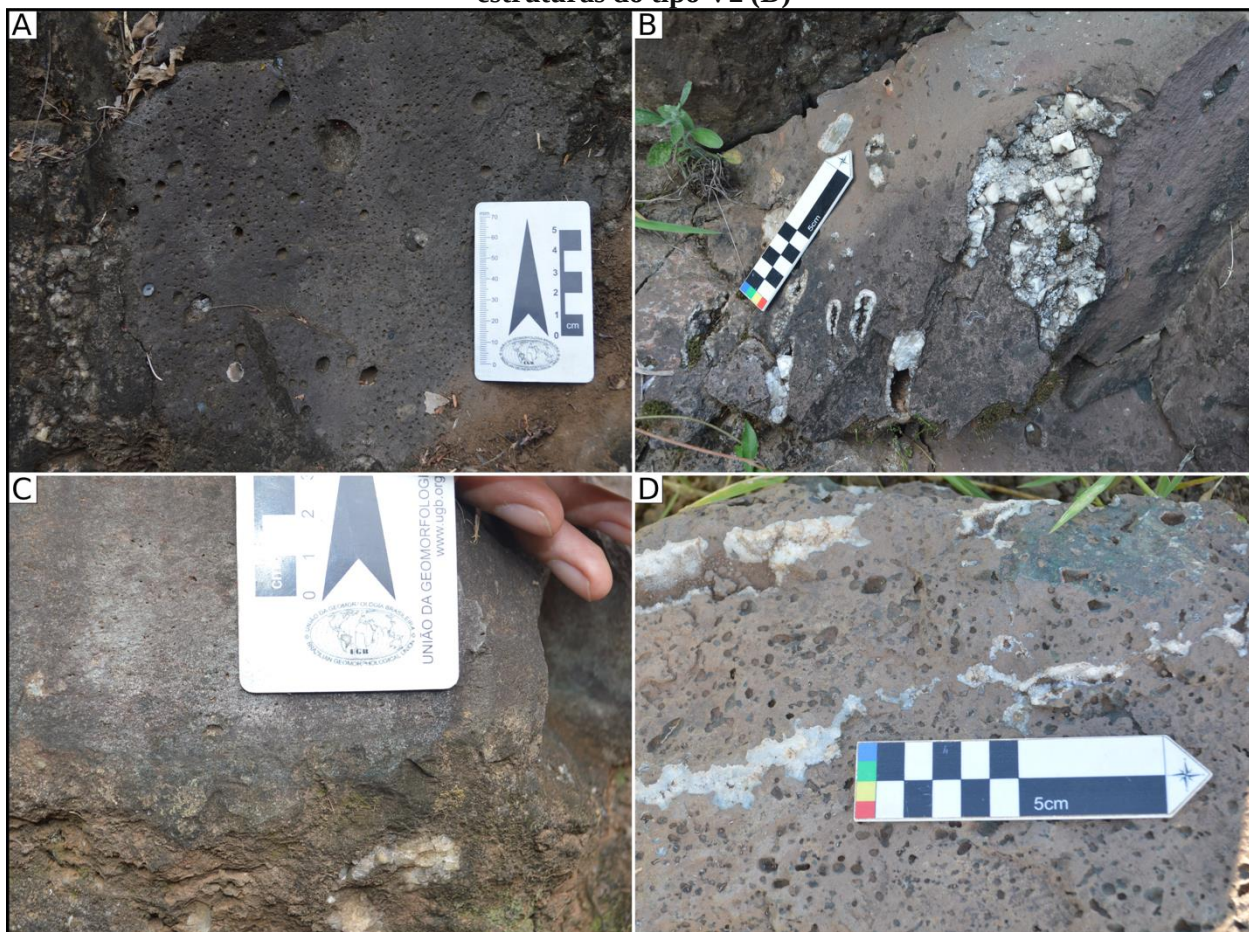
apresentava uma variabilidade litológica inédita, uma vez que raramente apresentaram continuidade lateral, sendo possível estabelecer sua relação estratigráfica para agrupar em fácies.

4.1.1 Litofácies com estruturas de segregação (Bv)

Os níveis com estruturas de segregação foram agrupados em apenas uma litofácies (Bv), uma vez que grande partes dos pontos de controle não apresentam continuidade lateral significativa que permitam diferenciar grupos de fácies. Nos afloramentos descritos, os níveis apresentam até 1 m de espessura quando no topo dos derrames a poucos centímetros quando na base dos derrames. A matriz apresenta coloração 5YR 4/1 (cinza acastanhado) e amígdalas com argilominerais com cores que variam de azul a verde-claro. Ocasionalmente, as vesículas são preenchidas por quartzo cristalinos ou leitosos e ocasionalmente minerais carbonáticos. No geral, as fácies Bv são pouco fraturadas e muito intemperizadas, o que dificulta sua caracterização.

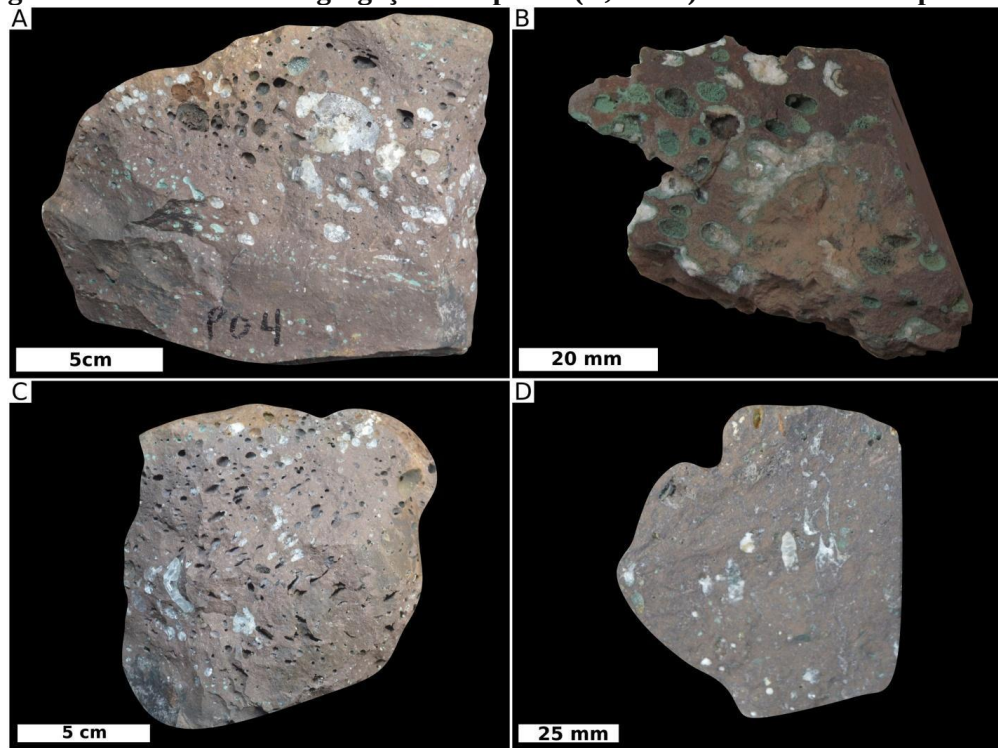
No geral, as estruturas de segregação podem ser agrupadas como vesículas do tipo V1 (Figura 2A e C) a V2 (Figura 2B) e ocasionalmente S1. As estruturas do tipo V1 constituem vesículas de 1 a 10 mm com formatos esféricos e alongados, parcialmente ou completamente preenchidos por materiais de segregação e minerais secundários. Ocorrem em qualquer posição dos derrames, embora em termos estratigráficos ocorram preferencialmente na porção inferior ou superior. A origem das estruturas do tipo V1 está relacionada ao aumento da pressão confinante aplicada ao fluido e retração do gás durante o resfriamento (BARRETO; DE LIMA; GOLDBERG, 2017). Já as vesículas V2 correspondem a bolhas alongadas verticais (tubos) ligeiramente inclinadas, com tamanhos que variam de 2 a 10 cm. Essas estruturas são originadas em bolhas de gás ascendentes formadas perpendicularmente na frente de solidificação do magma (BARRETO; DE LIMA; GOLDBERG, 2017).

Figura 2 - Estruturas de segregação dos derrames da VGA. Estruturas do tipo V1 (A, B e C) e estruturas do tipo V2 (D)



Elaboração dos autores.

Em afloramentos secundários, foram encontradas litologias com estruturas de segregação preenchidas por minerais secundários com coloração esverdeados a azulados, além de estruturas *sheet* preenchidas alternadas a vesículas do tipo V1. Tais estruturas se formam em frente de resfriamento progredindo para baixo na lava e acompanham a inflação em lavas *pahoehoe* (Figura 3A, B e C). Estruturas do tipo V2 (Figura 3D) encontradas em afloramentos secundários são associadas à base de derrames *pahoehoe* (BARRETO et al., 2014; BARRETO; DE LIMA; GOLDBERG, 2017).

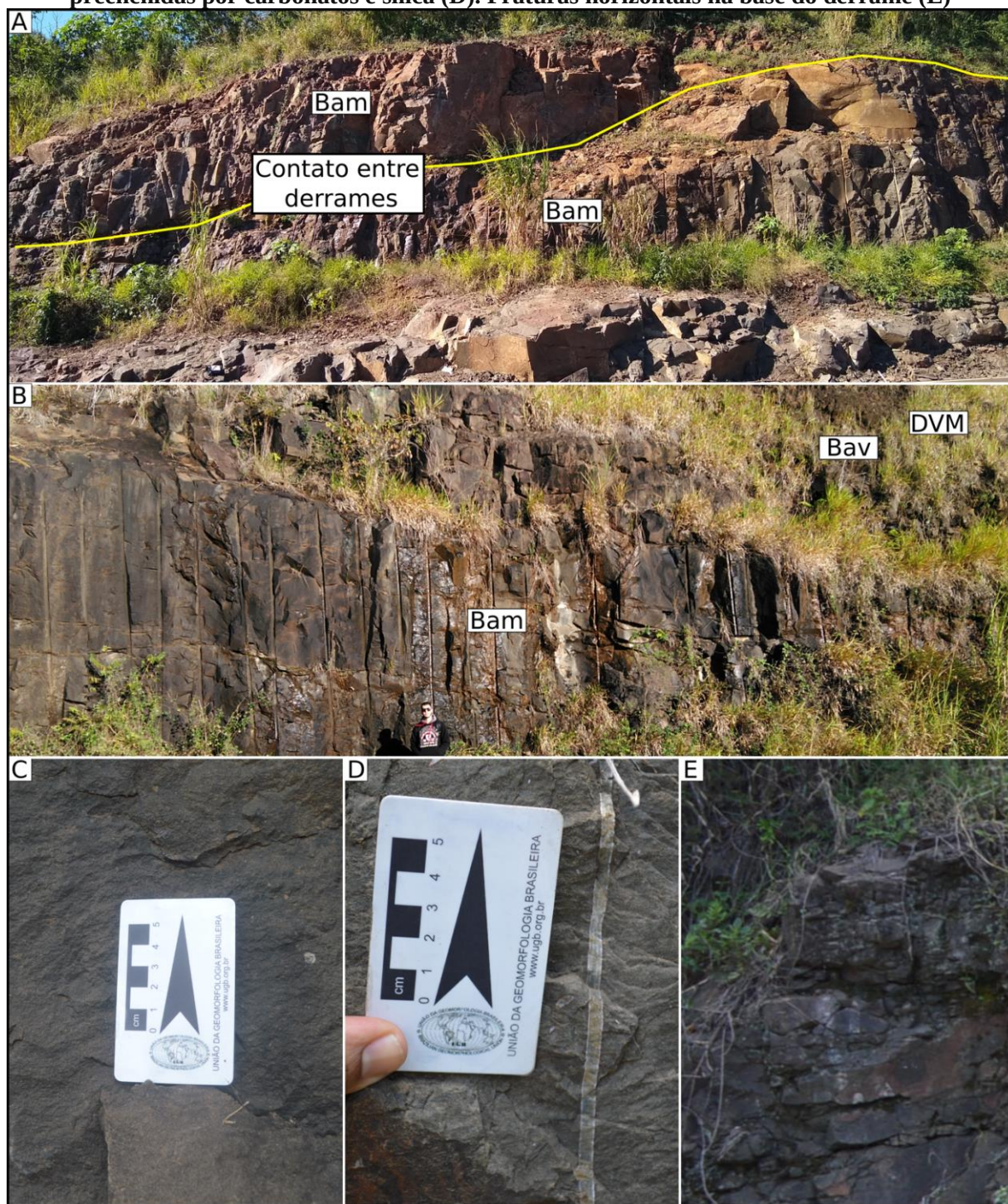
Figura 3 - Estruturas de segregação do tipo V1 (A, B e C) e estruturas do tipo V2 (D)

Elaboração dos autores.

4.1.2 Litofácies vulcânicas afaníticas com vesículas esparsas (Bam, Bvc)

As fácies vulcânicas afaníticas constituem os núcleos dos derrames e apresentam basaltos maciços (Figura 4A e B) com raras estruturas de segregação (vesículas e amígdalas esparsas) e veios preenchidos com sílica e carbonato (Figura 4C, D). São pouco fraturadas, apresentando estruturas horizontais na base e no topo (Figura 3B, E) e vertical no núcleo (Figura 4B). Nos afloramentos descritos, apresentam espessura de até ~30 metros e extensão lateral > 300 m. As rochas exibem tons que variam N4 (Cinza escuro médio) a 5YR 4/1 (cinza acastanhado). A textura predominante é do tipo afanítica afanofírica com cristais de granulação fina. No geral, as fácies Bam e Bvc são pouco intemperizadas nos afloramentos descritos. Entretanto, indícios de alteração hidrotermal são frequentes, sobretudo pela oxidação na superfície dos derrames e pelo preenchimento de material de sílica e carbonatos nas fraturas e vesículas dos derrames.

Figura 4 - Litofácies vulcânicas afaníticas com vesículas esparsas (Bam) em áreas de contato de derrame. Basalto maciço, com fraturas horizontais (A e B). Vesículas esparsas (C). Fraturas preenchidas por carbonatos e sílica (D). Fraturas horizontais na base do derrame (E)



Elaboração dos autores.

4.1.3 Litofácies vulcânicas afaníticas a hipocristalinas colunares (Bac)

As fácies vulcânicas afaníticas a hipocristalinas constituem níveis com entablatura e/ou disjunção colunar (Figura. 5) que ocorrem no núcleo dos derrames. As disjunções colunares apresentam orientação vertical, com superfícies planas de 15 cm a 2 m. Ocasionalmente, após o nível com disjunção colunar, ocorre entablatura do tipo roseta. Nos afloramentos descritos as fácies Bac apresentam espessura de até ~10 metros e extensão > 200 m. Em termos petrográficos, trata-se de rochas vulcânicas que exibem N4 (Medium Dark Gray). A textura predominante é do tipo afanítica afanofírica com cristais de granulação fina.

Figura 5 - Litofácies vulcânicas afaníticas hipocristalina colunares (Bac)

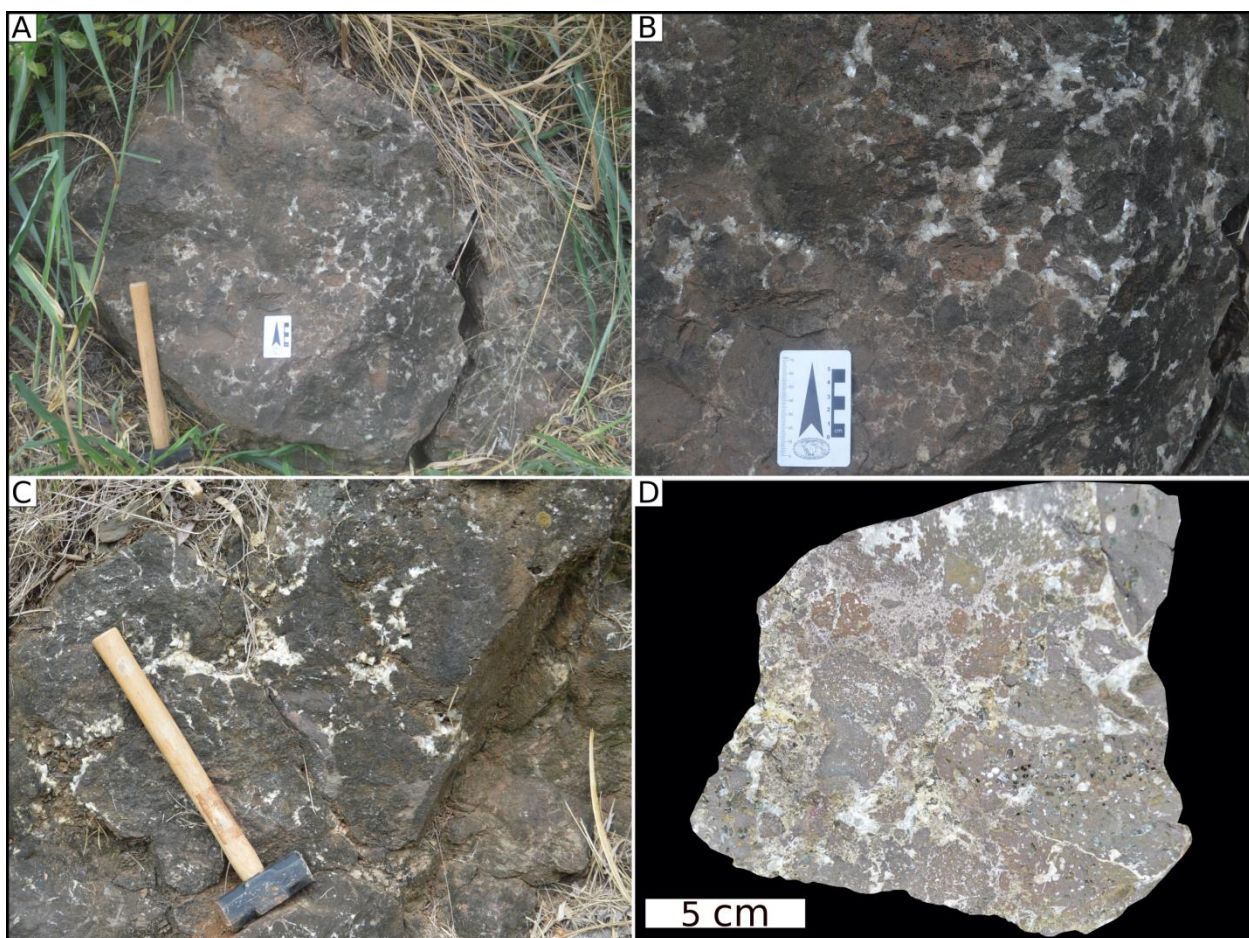


Elaborado dos autores.

4.1.4 Litofácies Autobrecha basáltica (Br)

A fácies autobrecha basáltica constitui o nível superior dos derrames e apresentam espessura média de 1 m. Ocorre sobrejacente aos níveis inter-derrames (Fácies DVM), embora não tenha sido identificada em todos os afloramentos descritos. No geral, as autobrechas apresentam um arcabouço constituído por clastos de basalto vítreo e/ou vesicular (Figura 6A, B). A geometria dos clastos variam de arredondados a subangulares ou blocos poliédricos a tabulares (Figura 6 D). As fraturas e poros são cimentados por carbonatos e óxidos de silício (Figura 6B, C, D).

Figura 6 - Autobrechas com minerais de sílica e carbonatos preenchendo a porosidade entre clastos



Elaboração dos autores.

4.1.5 Litofácies Depósito Vulcanoclástico Máfico (DVM)

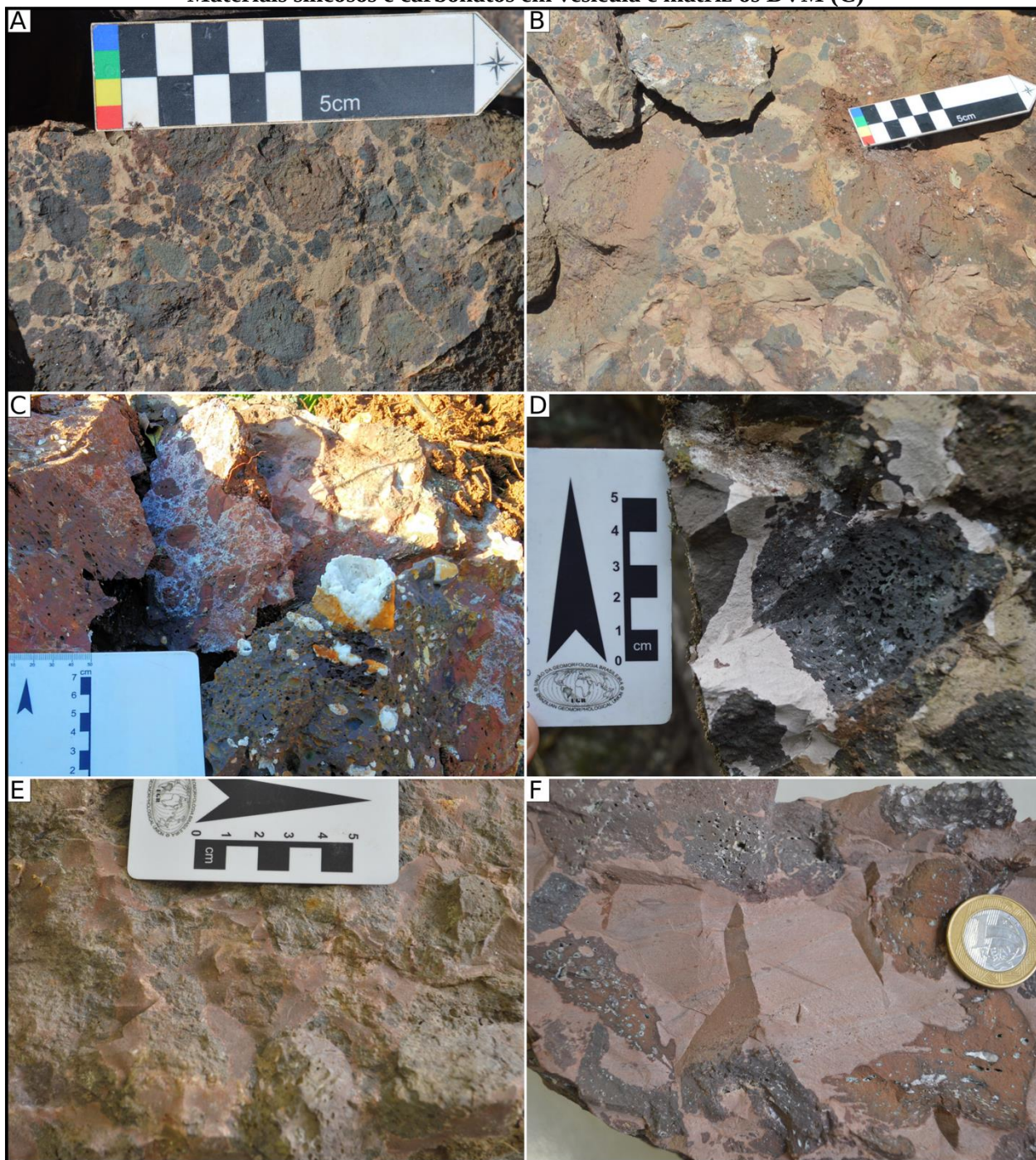
A fácies Depósito Vulcanoclástico Máfico (fácies DVM) é constituída por uma ampla variabilidade litológica. No geral, são de difícil delimitação em campo por ocorrerem como lentes descontínuas lateralmente. Nos afloramentos descritos, apresentam espessura de até 3 m e comprimento lateral de até 275 m e ocorrem preferencialmente no topo dos derrames. Com relação às características macroscópicas, os depósitos apresentam estrutura caótica, pobremente selecionada, predominantemente matriz-suportada (peperito disperso), embora ocasionalmente ocorra clasto-suportado (peperito de empacotamento fechado) com gradação normal ou inversa.

As litologias que constituem as DVM são polimíticas, tendo arcabouço constituído por grãos de tamanho superior a areia grossa, enquanto a matriz apresenta grãos inferior a areia fina. As morfologias predominantes para os clastos do arcabouço são poliédricas a tabulares, com superfícies curvilineares a planares (Figura 7A), denotando peperitos em blocos. Outras morfologias de clastos foram identificadas, entre as quais: 1) irregular/angular, 2) blocos fragmentados que se encaixam, 3) irregular amebóide, 4) finos, 5) margens fluidais 6) sub-planar e 7) globulares (Figura 7B, C e D), características que denotam peperitos fluidais. A composição dos clastos variam de basalto afanítico (litoclastos) a basalto vítreo com estruturas de segregação (vitroclastos), com tamanho que variam de 0,1 a 100 mm.

Os materiais vulcanoclásticos apresentam matriz fina, com coloração 5R 6/6 e textura areno-siltico-argilosa, ocasionalmente apresentando lentes arenosas. Em escala macroscópica, a matriz é maciça, raramente estratificada ou orientada (Figura 7F). Em alguns casos, as estratificações da matriz são degradadas por clastos adjacentes à estrutura sedimentar. Em outros casos, a presença de materiais arenosos no interior de fraturas e vesículas dos clastos denotam que a matriz estava inconsolidada e provavelmente úmida durante a interação vulcano-sedimentar (SKILLING; WHITE; MCPHIE, 2002).

Em determinados peperitos, os clastos apresentam contatos discordantes em relação à estratificação da matriz, embora não apresente uma orientação preferencial clara. Essa associação constitui ao depósito a característica granulométrica de tuffo-brecha a brecha, com “textura tipo peperito” ou pseudopeperitos. Em alguns casos, o contato entre os grãos ocorre preenchido por material silicoso maciço, leitoso ou vítreo, sendo raramente carbonático (Figura 7C).

**Figura 7 - Depósitos vulcanoclásticos máficos, com clastos arredondados (A) e angulares (B).
Materiais silicosos e carbonatos em vesícula e matriz os DVM (C)**



Elaboração dos autores.

Arenitos friáveis a cimentados ocorrem ocasionalmente com cores avermelhadas (5R 6/6). No geral, os arenitos apresentam elevado estágio de alteração. Associados aos DVM, ocorrem veios de injectitos areia-argila-siltosa, tanto em basalto maciço quanto vesicular, com coloração 5R 6/6.

São centimétricos e ocorrem preenchendo fraturas de mais de uma litofácies, sugerindo que são sin-deposicionais e pós-deposicionais.

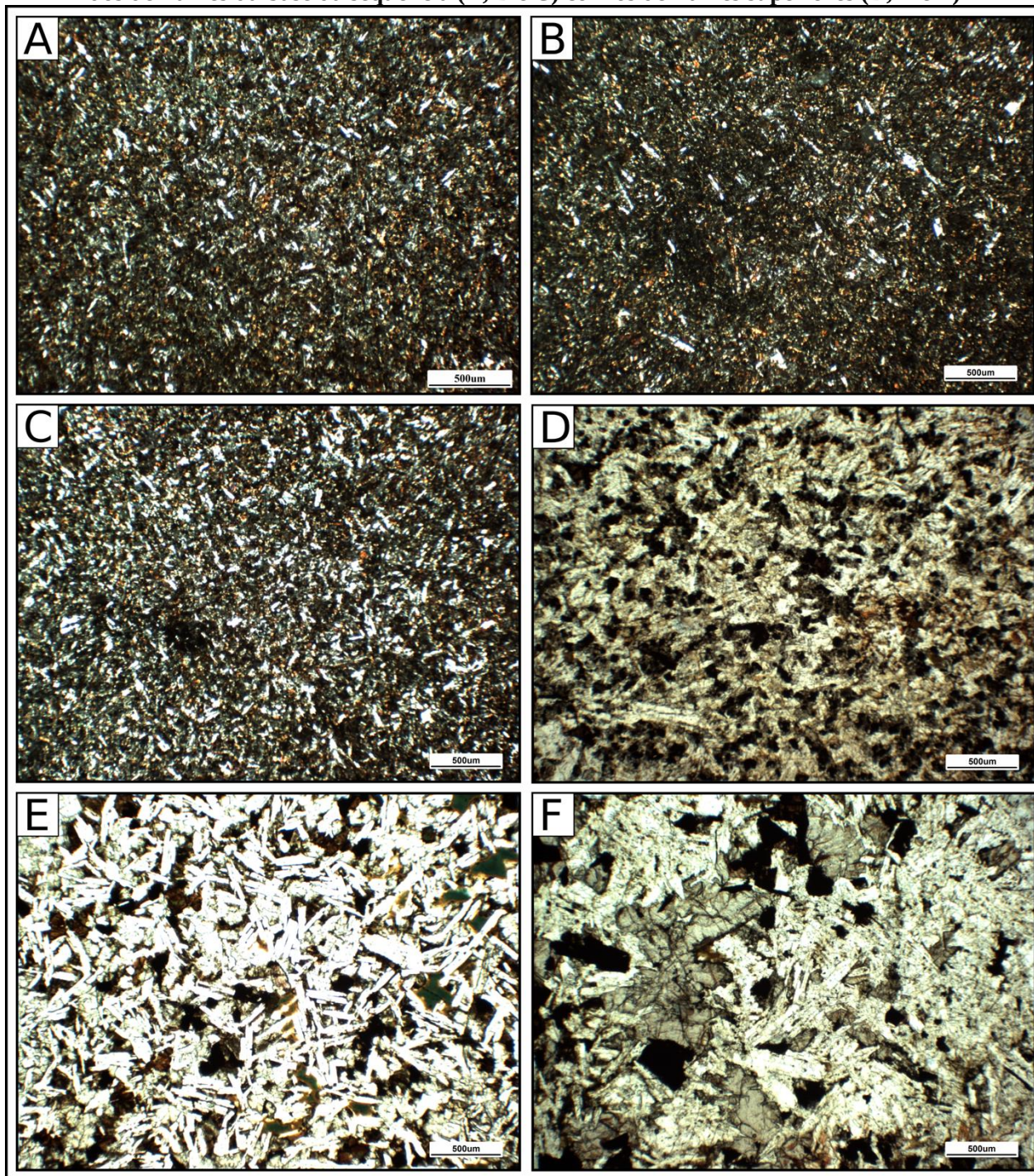
4.2 MINERALOGIA E PETROGRAFIA DAS LITOLOGIAS VULCÂNICAS E VULCANO-SEDIMENTARES

De maneira geral, as rochas vulcânicas exibem características petrográficas similares, com sutis variações observadas na textura e porosidade. As rochas vulcânicas variam de basaltos holocristalinos com textura afírica (Figura 8A, B, C) a afanítica (Figura 8D, E), ocasionalmente glameroporfirítica (Figura 8F). O arranjo dos cristais é inequigranular subofítico a intersticial, ocasionalmente fenocristais de plagioclásio e piroxênio. Secundariamente, ocorrem texturas cavitárias (vesicular/amidalóide) e diktitaxítica.

A mineralogia modal é constituída por 40~60% de Plagioclásios ricos em cálcio, geralmente anortita e bytownita e ocasionalmente labradorita. Fenocristais de plagioclásios exibem zonação, possivelmente contendo núcleo cálcico e borda sódica. Os Piroxênios (15~35%) ocorrem tanto como microfenocristais quanto na matriz, sendo neste último caso de difícil distinção. Quanto à composição dos piroxênios, predominam cristais com extinção oblíquos (clinopiroxênios), possivelmente diopsídio, augita e/ou pigeonita. Ocasionalmente, são encontrados piroxênios com extinção paralela (ortopiroxênios), possivelmente enstatita. Minerais opacos variam de 5 a 15%, podendo apresentar bordas alteradas para óxidos de Fe e Ti. Olivina é o principal mineral traço (<5%) e encontra-se alterada para indiggsita. Argilominerais como a celadonita ocorrem como pseudomorfo do piroxênio ou preenchendo cavidades.

Em relação aos peperitos, em seções delgadas exibem matriz constituída por sedimentos silicicláticos (quartzo, feldspato, opacos e piroxênios) e vidro vulcânico, com tamanhos que variam de silte a areia (bimodal), estando dispostos de forma aleatória no fundo matricial, sem orientação ou gradação. O arcabouço é constituído por clastos juvenis de basalto vesicular e amigdaloidal, tamanho grânulo a seixo (Figura 9A). Os clastos estão dispostos aleatoriamente na matriz (clasto-matriz suportada), sem contato entre os grãos (empacotamento aberto). São subangulares a muito angulares e subarredondados. Tanto em lâmina delgada quanto em escala macroscópica, os clastos apresentam margens fluidais, embora também ocorram clastos com margens irregulares e *quenched rims*.

Figura 8 - Micrografias em seções delgadas das rochas vulcânicas da VGUR. Note variação textural dos derrames da base da sequência (A, B e C) com os derrames superiores (D, E e F)



Elaboração dos autores.

Em relação à mineralogia dos peperitos, os clastos juvenis são hipohialinos a microcristalino inequigranular. A textura é intersticial, com cristais de plagioclásio (25%), opacos (4%) e piroxênios (1% - acessório) envolvidos em matriz vítrea (70%).

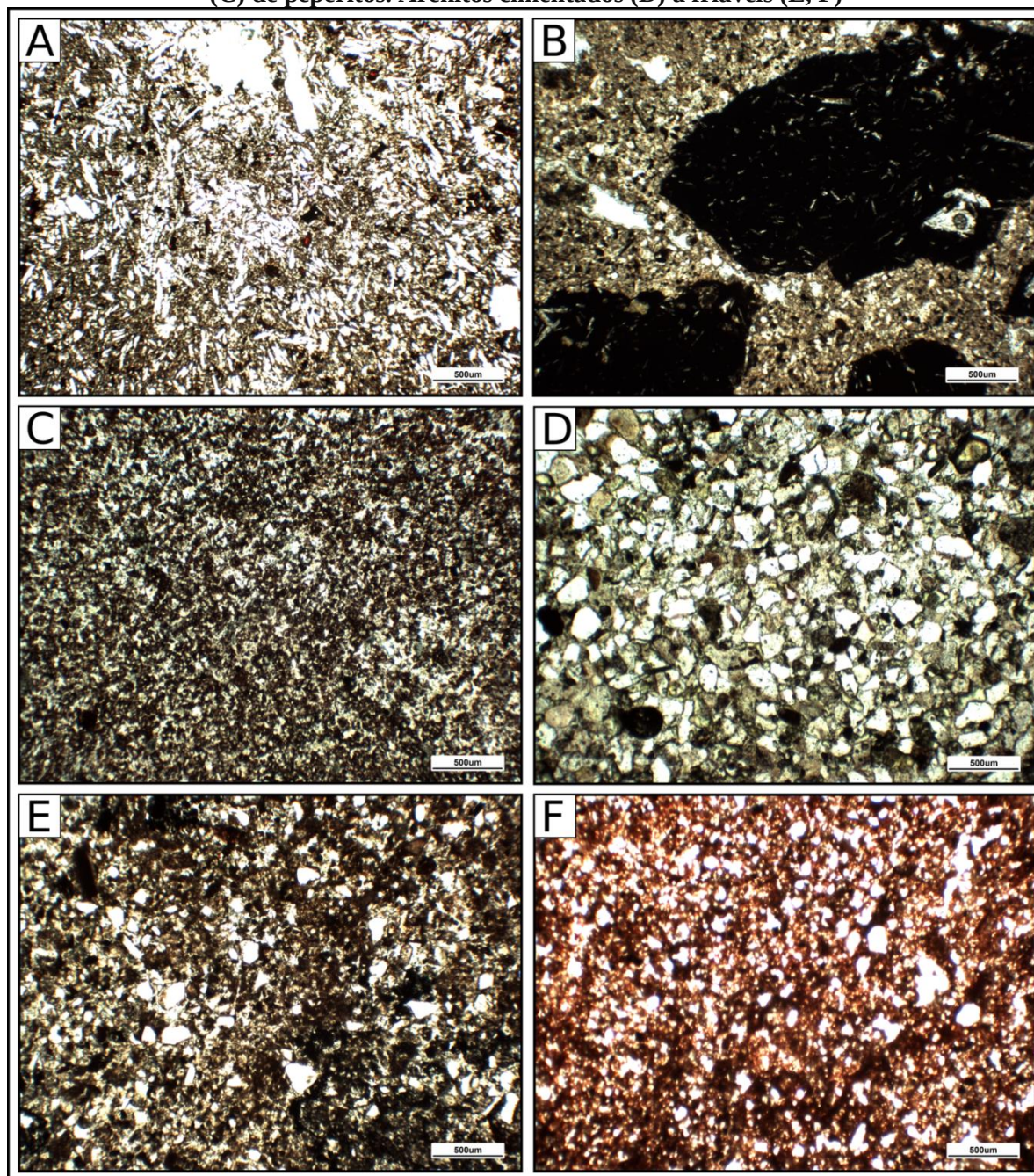
A textura secundária é cavitária com vesículas e amígdalas preenchidas por carbonatos ou zeólitas. Os plagioclásios variam de labradorita a bytownita. Os opacos são cúbicos, aciculares a tabulares. Os piroxênios não foram descritos em decorrência do tamanho reduzido. Óxidos são amorfos e ocorrem entre os cristais de plagioclásio ou nas bordas das vesículas. As amígdalas dos clastos juvenis são preenchidas por materiais carbonáticos amorfos ou cristalizadas como calcita. A calcita é subédrica a anédrica, relevo baixo a médio, hábito fibroso a acicular com macla e clivagem indiferenciada em razão de serem microcristalinas. Veios de quartzo/calcita e injeção da matriz siliciclástica preenchem as fraturas dos clastos de basalto.

Nos arenitos e pelitos, identificou-se tanto cimento carbonático quanto de óxidos de Fe, seja preenchendo poros, seja em fraturas dos grãos do arcabouço. O cimento carbonático totaliza de 25% a 30% do cimento, sendo predominantemente como amorfo e secundariamente cristalizado como calcita. O cimento de Fe totaliza de 25% a 30% e exibe coloração que varia de vermelho-claro a vermelho-escuro (hematita). Ocasionalmente o cimento ocorre como lentes, sugerindo processo de argilização.

Em lâmina delgada, a matriz dos DVM varia de lama a areia fina (Figura 7C). Nas microfácies lamíticas, a matriz é composta principalmente por argilominerais filossilicatados e óxidos. Em menor parte, são encontrados grãos de minerais primários (quartzo, feldspatos e opacos) intrusivos na matriz. Os minerais grãos de quartzo são esféricos bem arredondados alisados a esférico subangular alisado (maiores) e subesférico angular alisado (menores). Feldspatos são esféricos bem arredondados e alisados a esférico subangular alisado raramente alongado/subalongado angular/subangular alisado, enquanto os opacos são alongados angulares alisados.

Nas bandas arenosas, os grãos são clásticos e estão dispostos de forma aleatória, não apresentando orientação. Localmente, é possível visualizar microlaminações onde se observa maior cimentação por óxidos de ferro. O arcabouço é constituído por minerais primários (polimineralítico), sendo grãos de feldspato, quartzo e opacos. O contato entre os grãos é pontual a planar com orientação caótica e empacotamento aberto, sem indicativo de contato suturado ou côncavo/convexo. Localmente se reconhece grãos fragmentados, principalmente de quartzo e nódulos. Os feldspatos predominantes são calco - sódicos, (labradorita-bytonita), embora se reconheçam também feldspatos potássicos (microclínio).

Figura 9 - Litologias vulcânicas e FIV'S da VGUR. Basalto Vesicular (A). Arcabouço (B) e matriz (C) de peperitos. Arenitos cimentados (D) a friáveis (E, F)



Elaboração dos autores.

Os grãos de quartzo são os minerais predominantes no arcabouço, com tamanhos que variam 0,02 a 0,5 mm. São subalongados a esféricos bem arredondados a subangulares alisados. Apresentam fraturas e sinais de alteração química entre as fraturas. São bem selecionados, sem orientação preferencial ou laminação. Opacos ocorrem de forma subordinada em tamanho modal

de 0,05 mm. São alongados a subalongados, bem arredondados a subangulares alisados. Possivelmente se trata de ilmenita e/ou magnetita. Nódulos e fragmentos de nódulos também ocorrem como mineral acessório, possivelmente constituído por ferro e manganês.

Nos arenitos friáveis, a matriz ocorre sob a forma de argilominerais e óxidos, principalmente em lentes como pseudomatriz, como produto da alteração dos minerais primários, principalmente quartzo e feldspatos (Figura 9D, E, F). O cimento é constituído por filossilicatos e óxidos, embora também se reconheça cimento carbonático (possivelmente calcita). O cimento ocorre como cutículas circundando poros ou como crescimento nos grãos de quartzo e feldspato. Entretanto, o cimento predominante é do tipo microcristalino e ocorre na pseudomatriz e preenchendo poros (poiquilotópico). Localmente, encontra-se cimento do tipo vermicular, possivelmente constituído de microcristais de calcita.

5 DISCUSSÕES E INFERÊNCIAS

5.1 ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES E MORFOLOGIA DOS DERRAMES

Com base nas litofácies caracterizadas, os derrames da Volta Grande foram interpretados em associação de fácies e morfologia dos derrames. Os derrames tipo I apresentam as fácies Bav, Bam, Bvc e DVM, enquanto os derrames tipo II apresentam as litofácies Bav, Bam, Bvc, Bac e ocasionalmente DVM. Apenas um derrame foi identificado como tipo II, entre as cotas 325 e 350 m de altitude. Essa associação compreende derrame do tipo *pahoehoe* simples que, embora classicamente interpretados como produtos de erupções rápidas e com taxa de efusões elevadas (MACDONALD, 1953; WALKER, 1971; AUBELE; CRUMPLER; ELSTON, 1988), na PMPE os fluxos foram estabelecidos em condições não turbulentas com baixas taxas de efusão, gerando lavas do tipo *pahoehoe* inflados (WAICHEL et al., 2012; BARRETO et al., 2014; ROSSETTI et al., 2014; BARRETO; DE LIMA; GOLDBERG, 2017).

A presença de topo escoriáceo (Autobrechas e FIV's) com clastos vítreos identificados em peperitos nos derrames tipo I indica que os lóbulos dos derrames *pahoehoe* foram rompidos pela ação de forças externas em vez de pressões de fluxo internas como ocorrem nos fluxos 'a'ã (WAICHEL et al., 2012). Portanto, esses derrames apresentariam taxas de efusão mais altas que

fluxos *pahoehoe*, porém inferior a fluxos 'a'ã. Nesses casos, trata-se de lavas transacionais do tipo *Rubblly*. Além da sucessão faciológica desses derrames (Bav, Bam, Bac e DVM), a textura microcristalina glomeroporfirítica e diktitaxítica em lâmina delgada e a presença de estruturas de segregação e vesículas na porção central dos derrames caracterizam como lavas alto conteúdo de voláteis nos magmas do tipo *rubblly pahoehoe*, conforme já descritos para outras áreas da PIP (ROSSETTI et al., 2018; LICHT; ARIOLI, 2020;).

A formação de lavas *rubblly pahoehoe* pode ser entendida como produto de lobos *pahoehoe inflados*, seguidos por ruptura da crosta superior em razão do crescimento dos lobos. Tensões de tração nas crostas superiores dos fluxos relacionadas à inflação dos lobos e ao acúmulo de voláteis levaram à fuga dos voláteis e a fratura, ao passo que aumentos na taxa de efusão e/ou aumento da viscosidade poderiam ter levado à formação de autobrechas (DURAI SWAMI; DOLE; BONDRE, 2003; GUILBAUD et al., 2005; DURAI SWAMI; BONDRE; MANAGAVE, 2008).

Nos casos estudados, as autobrechas e DVM ocorrem com uma ampla quantidade de vesículas, sobretudo nos peperitos, embora predominem vesículas do tipo V1 e V3, com poucas ou nenhuma vesículas do tipo C e proto-C, *pods* ou *sheets*, típicos de derrames *pahoehoe* simples do setor meridional da PIP (BARRETO; DE LIMA; GOLDBERG, 2017). Portanto, os derrames do tipo I teriam sido originados em fluxos *rubblly*, enquanto os derrames tipo II corresponderiam a derrames do tipo *pahoehoe* simples.

5.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS FONTES DE MATÉRIA PRIMA DOS SÍTIOS DA VGUR

As coleções líticas dos sítios escavados no vale do rio Uruguai e seus afluentes apresentam uma ampla variabilidade de matérias-primas. Essa variabilidade litológica é intrínseca à própria geologia local e regional. A PMPE apresenta uma ampla variabilidade de litologias associadas ao Vulcanismo Serra Geral, além de feições de interação lava - sedimento. No caso da bacia do Uruguai, ainda ocorrem litologias associadas ao Distrito Alcalino de Lages, o que aumenta a variabilidade litológica disponível em afloramentos primários ou secundários. Além disso, os eventos alcalinos e hidrotermais, reconhecidos em diversos setores do sul da PMPE (eg.: HARTMANN et al., 2012; PINTO; HARTMANN; WILDNER, 2011) promoveram a silicificação de rochas paleozóicas da bacia do Paraná. Esses processos geológicos são locais, como no caso do magmatismo alcalino de Lages, mas também regionais, como no caso dos eventos hidrotermais e

interação lava sedimento em ambiente úmido e subúmido no oeste do Paraná e na região de Ametista do sul (RS). Assim, esses fenômenos são importantes condicionantes para a origem e variabilidade litológica da bacia do alto Uruguai, além de estarem associados aos locais de aquisição de matéria-prima para as indústrias líticas das ocupações pré-coloniais do alto rio Uruguai.

Em relação às peças líticas escavadas nos sítios na VGUR, os materiais identificados são produzidos sobre quartzo, calcedônia, arenitos e siltitos, basaltos, andesitos e riolitos, além de uma variedade ampla de litologias produtos de interação vulcano-sedimentares (HOELTZ; LOURDEAU; VIANA, 2015; LOURDEAU et al., 2016, 2017; SANTOS et al., 2021). Em escala microscópica, são reconhecidas rochas alcalinas como Tefrito Fonolítico e riolitos (Gerdrón, 2022). As rochas alcalinas como fonólito ocorrem no Distrito Alcalino de Lages (SCHEIBE, 1986; TRAVERSA et al., 1994), enquanto riolitos ocorrem nos Planaltos de São Joaquim e Santa Barbara (BESSER; VASCONCELLOS; NARDY, 2018) e nos Planaltos de Palmas (CHMYZ; VASCONCELLOS; LICHT, 2020), situados nas cabeceiras do rio Uruguai, além de áreas próximas a Machadinho (RS) e Anita Garibaldi (SC), nos vales dos tributários do rio Uruguai (NARDY et al., 2002; NARDY; MACHADO; OLIVEIRA, 2008), mas não foram identificados na Volta Grande. Entretanto, essas litologias podem ter sido adquiridas em afloramentos secundários (depósitos fluviais) no canal do rio Uruguai ou do rio Chapecó

De fato, a análise da composição litológica das matérias-primas em afloramentos secundários na VGUR foi realizada em uma barra de seixo próximo a Palmitos. Em amostragens de 1 m², verificou-se que 81 a 92% (média de 85,7%) das litologias constituem-se de rochas vulcânicas (incluindo as variabilidades ácidas e básicas) e 19 – 8% (média de 13,8%) de rochas metassedimentares. Calcedônia, quartzo e sílex não translúcidos são raros, em especial para seixos maiores que 6 cm (CARBONERA; LOPONTE, 2021). Portanto, embora a disponibilidade de rochas com maior aptidão ao lascamento, como aquelas encontradas em afloramentos secundários (depósitos de seixos fluviais) sejam menores em relação às rochas com menor qualidade ao lascamento (basaltos presentes nos afloramentos ao longo das encostas desnudadas), tais litologias podem ser potencialmente encontradas em afloramentos secundários.

As litologias verificadas nos afloramentos primários descritos na Volta Grande indicam que as rochas sedimentares ou vulcano-sedimentares são constituídas principalmente por grãos de quartzo e feldspatos, podendo conter cimento tanto carbonático como silicoso. Essas rochas

apresentam boa aptidão ao lascamento (INIZAN et al., 2017) e podem ter sido utilizadas como matéria-prima pelos grupos que habitavam o vale do rio Uruguai. Embora as rochas sedimentares e vulcano-sedimentares silicificadas mostrem fraturas do tipo conchoidal, mais apta ao lascamento, o basalto, que exibe fratura irregular, também é uma matéria-prima ocasionalmente utilizada nas indústrias líticas, embora pouco frequente. Entretanto, do ponto de vista qualitativo e quantitativo, os instrumentos produzidos em rochas metassedimentares e materiais criptocristalinos ricos em sílica, são predominantes sobre aqueles em basalto devido à melhor qualidade ao lascamento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A VGUR constitui uma importante área para a compreensão das ocupações humanas pré-coloniais no contexto dos sítios arqueológicos a céu aberto das terras baixas do sul do Brasil. Nesse local, ocorrem sítios arqueológicos com níveis líticos e lito-cerâmicos, cuja indústria tecnológica mostra-se complexa e, em alguns casos, inédita para o Brasil. As matérias primas dos materiais líticos são variadas e envolvem desde litologias vulcânicas ácidas, intermediárias e básicas da PMPE, quanto as FIV's associadas ao Vulcanismo Serra Geral ou a eventos hidrotermais pós-deposicionais. A análise dos materiais arqueológicos indica que os objetos líticos foram produzidos sobre matérias-primas locais, disponíveis na forma de seixos fluviais ou de blocos provenientes de afloramentos primários.

No geral, os derrames mapeados na VGUR são muito semelhantes aos descritos por Gomes (1996), porém com sutis diferenças, sobretudo na ocorrência de depósitos minerais em estruturas cavitárias (geodos de ametista), que não foram identificados na Volta Grande. Em termos petrográficos (grau de cristalinidade, textura, estrutura etc.) e mineralógicos (assembleia mineralógica e proporção), os derrames descritos na Volta Grande também se assemelham a aqueles descritos para a literatura local. Por outro lado, as FIV'S identificadas neste trabalho são limitadas como fontes de matéria prima, uma vez que as litofácies são restritas espacialmente e raramente encontradas nas coleções líticas dos sítios descritos na VGUR. Portanto, a hipótese de aquisição de matérias primas em contexto secundário parece ser coerente e fundamental na escolha de matérias primas para as indústrias líticas.

Os derrames identificados neste trabalho são morfologicamente semelhantes aos tipos *rubbllye* e *simple pahoehoe*. Em apenas um derrame foi verificada a ocorrência de fácies com estruturas do tipo disjunção colunar e entablatura. As FIV's, previamente identificados em mapeamentos regionais, foram mais bem detalhadas em termos petrográficos para a VGUR. A gênese desses materiais, sobretudo dos peperitos, foi associada a momentos de calmaria dos derrames vulcânicos que permitiram a formação de ambientes lacustres e a sedimentação de materiais siliciclásticos. A retomada dos derrames provocaria a interação de lava-sedimento em ambiente úmido, com variação nas litologias de acordo com o ambiente (proximal ou distal). Essas litologias poderiam constituir as fontes de matéria prima para os grupos humanos caçadores e coletores que ocuparam a VGUR.

7 REFERÊNCIAS

AUBELE, J. C.; CRUMPLER, L. S.; ELSTON, W. E. Vesicle zonation and vertical structure of basalt flows. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 35, n. 4, p. 349–374, 1988.

BARRETO, C. J. S.; LIMA, E. F. de; SCHERER, C. M.; ROSSETTI, L. de M. M. Lithofacies analysis of basic lava flows of the Paraná igneous province in the south hinge of Torres Syncline, Southern Brazil. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 285, p. 81–99, 2014.

BARRETO, C. J. S.; DE LIMA, E. F.; GOLDBERG, K. Primary vesicles, vesicle-rich segregation structures and recognition of primary and secondary porosities in lava flows from the Paraná igneous province, southern Brazil. **Bulletin of Volcanology**, v. 79, n. 4, p. 31, 2017.

BESSER, M. L.; VASCONCELLOS, E. M. G.; NARDY, A. J. R. Morphology and stratigraphy of Serra Geral silicic lava flows in the northern segment of the Torres Trough, Paraná Igneous Province. **Brazilian Journal of Geology**, v. 48, n. 2, p. 201–219, 2018.

CARBONERA, M.; SILVA, S. F. S. M. da.; LOURDEAU, A.; HERBERTS, A. L.; KUCZKOVSKI, F.; HATTÉ, C.; FONTUGNE, M.; ONGHERO, A. L.; BRIZOLA, J. P.; SANTOS, M. C. P. Uma deposição funerária Guarani no alto rio Uruguai, Santa Catarina: escavação e obtenção de dados dos perfis funerário e biológico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 13, p. 625–644, 2018.

CARBONERA, M.; LOPONTE, D. Raw materials and functional designs of Fishtail projectile points from southern Brazil. **Journal of Lithic Studies**, v. 8, n. 1, p. 48, 2021.

CHMYZ, L.; VASCONCELLOS, E. M. G.; LICHT, O. A. B. Facies architecture and volcanological aspects of silicic rocks from the Palmas plateau, Brazil. **Brazilian Journal of Geology**, v. 50, 2020.

COSTA, R. C. R. da; BUSS, M. D.; ROSA, R. de O. Geomorfologia. In: **Levantamento de Recursos Naturais**, Volume 35. Folha SG.22 Curitiba, parte da folha SG.21 Asunción e folha SG.23 Iguape: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE; Diretoria de Geociências, 2018. v. 35p. 351–442.

DURAI SWAMI, R. A.; BONDRE, N. R.; MANAGAVE, S. Morphology of rubbly *pahoehoe* (simple) flows from the Deccan Volcanic Province: Implications for style of emplacement. **Journal of Volcanology and Geothermal Research, Volcanic Flows and Falls**. v. 177, n. 4, p. 822–836, 2008.

FAMELLI, N.; LIMA, E. F.; CARMO, I. de O. Lithostratigraphy of the Serra Geral Formation in the northern portion of the Paraná-Etendeka Igneous Province: A tool for tracking Early Cretaceous paleoenvironmental changes. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 410, p. 107152, 1 fev. 2021.

FOLK, R. L. **Petrology of Sedimentary Rocks**. Hemphill Publishing Company, 1980.

GILL, R. **Rochas e Processos Ígneos: Um Guia Prático**. [s.l.] Bookman Editora, 2014.

GOMES, M. E. B. **Mecanismos de resfriamento, estruturação e processos pós-magmáticos em basaltos da Bacia do Paraná**: região de Frederico Westphalen (RS) - Brasil. Tese de Doutorado Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

GUILBAUD, M-N.; SELF, S.; THORDARSON, T.; BLAKE, S. Morphology, surface structures, and emplacement of lavas produced by Laki, A.D. 1783–1784. **In**: MANGA, M.; VENTURA, G. (Eds.). USA: Geological Society of America, 2005. p. 81–102.

HARTMANN, L. A.; ARENA, K. R.; DUARTE, S. K. Geological relationships of basalts, andesites and sand injectites at the base of the Paraná volcanic province, Torres, Brazil. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 237–238, p. 97–111, set. 2012.

HOELTZ, S. E.; LOURDEAU, A.; VIANA, S. A. Um Novo Conceito de Lascamento no Sul do Brasil: debitagem laminar na foz do rio Chapecó (SC/RS). **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 25, p. 3–19, 20 dez. 2015.

INIZAN, M.-L.; REDURON-BALLINGER, M.; ROCHE, H.; TIXIER, J. **Tecnologia da Pedra Lascada**. Belo Horizonte: Museu de História Natural e Jardim Botânico – UFMG, 2017.

LEITE, P. F.; SOHN, S. Vegetação: As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos - Estudo Fitogeográfico. In: **Folha SG.22 Curitiba, parte da folha SG. 21 Asunción e folha SG. 23 Iguapé: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. p. 653–761.

LICHT, O. A. B.; ARIOLI. A photographic atlas of the architecture, flow geometry and morphology, and facies of Serra Geral Group (Paraná Igneous Province) in the State of Paraná, Brazil. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 76, n. 1, p. 1–69, 2020.

LOURDEAU, A.; CARBONERA, M.; SANTOS, M. C. P.; HOELTZ, S.; FONTUGNE, M.; HATTÉ, C.; SILVA, S. F. S. M. da; ROSINA, P.; LUCAS, L. de O. e.; COSTA, A. da.; FOUCHER, C.; RAMALHO, J. B.; KUCZKOVSKI, F.; CAMPOS, J. B.; VIANA, S. A.; HERBERTS, A. L. Pré-história na foz do rio Chapecó. **Revista Cadernos do Ceom**, v. 29, n. 45, p. 220, 2016.

LOURDEAU, A.; CARBONERA, M.; HOELTZ, S.; SANTOS, M. P.; LUCAS, L.; COSTA, A. da; VIANA, S. Debitagem laminar no Sul do Brasil: Habemusnucleos! **Journal of Lithic Studies**, v. 4, n. 3, p. 127–143, 2017.

MACDONALD, G. A. *Pahoehoe*, aa, and block lava. **American Journal of Science**, v. 251, n. 3, p. 169–191, 1953.

MACKENZIE, W. S.; ADAMS, A. E.; BRODIE, K. H. **Rocks and Minerals in Thin Section: A Colour Atlas**. CRC Press, 2017.

MACKENZIE, W. S.; DONALDSON, C. H.; GUILFORD, C. **Atlas of Igneous Rocks and Their Textures**. Longman, 1982.

MENEZES, S. de O. **Rochas**: manual fácil de estudo e classificação. Oficina de Textos, 2013.

MILANI, E. J. (coord.); RANGEL, H. D.; BUENO, G. V.; STICA, J. M.; WINTER, W. R.; CAIXETA, J. M.; PESSOA NETO, O. da C. Bacias sedimentares brasileiras: cartas estratigráficas. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, v. 15, n. 2, p. 183-205, 2007.

MORAES, L. C. de; SEER, H. J.; JANASI, V. de A.; VALENTE NETO, F. de C. Lithostratigraphy and volcanic facies architecture of the Paraná Continental Magmatic Province in its NE edge with the Alto Paranaíba Arch, Minas Gerais State, Brazil. **Brazilian Journal of Geology**, v. 50, n. 3, p. e20200003, 2020.

NARDY, A. J. R.; OLIVEIRA, M. A. F. de; BETANCOURT, R. H. S.; VERDURGO, D. R. H.; MACHADO, F. B. Geologia e estratigrafia da Formação Serra Geral. **Geociências**, v. 21, n. 1, p. 15–32, 2002.

NARDY, A.; MACHADO, F.; OLIVEIRA, M. As rochas vulcânicas mesozóicas ácidas da Bacia do Paraná: litoestratigrafia e considerações geoquímico-estratigráficas. **Brazilian Journal of Geology**, v. 38, p. 178–195, 2008.

PINTO, V. M.; HARTMANN, L. A.; WILDNER, W. Epigenetic hydrothermal origin of native copper and supergene enrichment in the Vista Alegre district, Paraná basaltic province, southernmost Brazil. **International Geology Review**, v. 53, n. 10, p. 1163–1179, 2011.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul**: variabilidade, tendências e tipologia. Tese de Doutorado-Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

ROSSATO, M. S. Os climas do Rio Grande do Sul: uma proposta de classificação climática. **Revista Entre-Lugar**, v. 11, n. 22, p. 57–85, 2020.

ROSSETTI, L.; LIMA, E. F.; WAICHEL, B. L.; HOLE, M. J.; SIMÕES, M. S.; SCHERER, C. M. S. Lithostratigraphy and volcanology of the Serra Geral Group, Paraná-Etendeka Igneous Province in Southern Brazil: Towards a formal stratigraphical framework. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, Edição Especial: The Paraná-Etendeka igneous province and related magmatism. v. 355, p. 98–114, 2018.

ROSSETTI, L. M.; LIMA, E. F.; WAICHEL, B. L.; SCHERER, C. M.; BARRETO, C. J. Stratigraphical framework of basaltic lavas in Torres Syncline main valley, southern Parana-

Etendeka Volcanic Province. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 56, p. 409–421, 2014.

SANTOS, M. C. P.; CARBONERA, M.; ROSINA, P.; SCHUSTER, A. J.; PAVEI, D. D.; HATTÉ, C.; SOUZA, A. S. de; CAMPOS, J.; LOURDEAU, A. Holocene settlement, stratigraphy and chronology at the site of Uruguai 1-sector 1, Foz do Chapecó archaeological area, South Brazil. **Journal of Archaeological Science: Reports**, v. 39, p. 103113, 1 out. 2021.

SCHEIBE, L. F. **Geologia e Petrologia do Distrito Alcalino de Lages, SC**. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, 1986.

SKILLING, I. P.; WHITE, J. D. L.; MCPHIE, J. Peperite: a review of magma–sediment mingling. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 114, n. 1, p. 1–17, 2002.

TRAVERSA, G.; SCHELBE, L. F.; BARBIERI, M.; BECCALUVA, L.; COLTORTI, M.; CONTE, A. M.; GARBARINO, C.; GOMES, C. B.; MACCIOTTA, G.; MORBIDELLI, L.; RONCA, S. Petrology and mineral chemistry of the alkaline District of Lages, SC, Brazil. **Geochimica Brasiliensis**, v. 8, n. 2, 1994.

TUCKER, M. E. **Sedimentary Petrology**: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks. John Wiley & Sons, 2013.

WAICHEL, B. L.; LIMA, E. F. de.; VIANA, A. R.; SHERER, C. M.; BUENO, G. V.; DUTRA, G. Stratigraphy and volcanic facies architecture of the Torres Syncline, Southern Brazil, and its role in understanding the Paraná–Etendeka Continental Flood Basalt Province. **Journal of Volcanology and Geothermal Research**, v. 215–216, p. 74–82, 2012.

WAICHEL, B. L.; LIMA, E. F. D.; SOMMER, C. A. Tipos de Derrame e Reconhecimento de Estruturas nos Basaltos da Formação Serra Geral: Terminologia e Aspectos de Campo. **Pesquisas em Geociências**, v. 33, n. 2, p. 123–133, 29 jun. 2006.

WALKER, G. P. L. Compound and simple lava flows and flood basalts. **Bulletin Volcanologique**, v. 35, n. 3, p. 579–590, 1971.

Data de recebimento: 01 de novembro de 2022.

Data de aceite: 17 de novembro de 2022.