

COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO EXOCARSTE DE NATIVIDADE E CHAPADA DA NATIVIDADE – TO

Péricles Souza Lima

Universidade Federal de Goiás – UFG, Instituto de Estudos Socioambientais
Goiânia, GO, Brasil
periclessouza@discente.ufg.br

Fernando de Moraes

Universidade Federal do Tocantins – UFT, Programa de Pós-Graduação em Geografia
Porto Nacional, TO, Brasil
morais@uft.edu.br

RESUMO

O sudeste do Tocantins caracteriza-se, dentre outros aspectos geográficos, pela presença de um carste bem desenvolvido, o que motivou a realização da compartimentação geomorfológica do relevo cárstico localizado nos municípios de Natividade e Chapada da Natividade. Neste sentido, este artigo objetivou tecer considerações sobre a influência dos fatores endógenos e exógenos na configuração da paisagem, enquanto eram definidas cada porção do relevo. Para tanto, com o auxílio das imagens dos satélites ALOS/Palsar, Sentinel 2A e da carta topográfica (SC.23-Y-C-IV), foram feitos mapas da rede de drenagem local, de altimetria, declividade, assim como a confecção de perfis topográficos e bloco diagrama, para melhor detalhamento do exocarste. *In loco*, o *software* Avenza Maps e os pontos espacializados no *Google Earth Pro* tornaram a navegação rápida e objetiva. A partir de então, dividiu-se a área em três compartimentos: Compartimento dos Planaltos Metassedimentares Não-Carbonáticos (PMNC), Compartimento dos Planaltos Carbonáticos (CPC) e Superfícies com Ocorrência de Dolinas (SCOD). O trabalho resultou ainda na elaboração de um mapa exploratório de fenômenos cársticos em escala de semidetalhe (1:50.000). O trabalho pode contribuir para a elaboração de políticas ambientais e servir de referência às novas pesquisas, auxiliando na produção de conhecimento mais detalhado do carste da região estudada.

Palavras-chave: Compartimentação geomorfológica. Relevo cárstico. Natividade. Chapada da Natividade. Tocantins.

GEOMORPHOLOGICAL COMPARTMENTALIZATION OF THE EXOKARST OF NATIVIDADE AND CHAPADA DA NATIVIDADE – TO

ABSTRACT

The southeast of Tocantins is characterized, among other geographic aspects, by the well-developed karst, which motivated the realization of the geomorphological compartmentalization of the karst relief located in Natividade and Chapada da Natividade municipalities. In this sense, this study aimed to consider the influence of endogenous and exogenous factors in the landscape configuration. At the same time, each portion of the relief was defined. For this purpose, with the aid of images from the ALOS/Palsar, Sentinel 2A satellites and the topographic chart (SC.23-Y-C-IV), maps were made of the local drainage network, altimetry, slope, as well as the elaboration of topographic profiles and diagram block, for better detail of the exokarst. The Avenza Maps software and points on Google Earth Pro made navigation on fieldworks faster and objective. Then, the area was divided into three compartments: Compartment of Non-Carbonatic Metasedimentary Plateaus (PMNC), Carbonate Plateaus Compartment (CPC) and Surfaces with Sinkholes Occurrence (SCOD). The work also resulted in the creation of an exploratory map of karst phenomena on a semi-detail scale (1:50,000). Thus, the work can contribute to the development of environmental policies and serve as reference for new research, assisting in producing detailed knowledge of karst in the studied region.

Keywords: Geomorphological compartmentalization. Karst relief. Natividade. Chapada da Natividade. Tocantins.

INTRODUÇÃO

O relevo cárstico é constituído de compartimentos individualizados, porém não desconexos sistematicamente, que, em conjunto, resultam em uma paisagem singular, dotada de belezas cênicas

e igualmente frágil (FORD e WILLIAMS, 2007). As litologias clássicas propícias à formação de feições cársticas são as constituídas por carbonato de cálcio e de magnésio em quantidades significativas, quais sejam: calcário e o dolomito. Além da capacidade destas rochas terem seus minerais fortemente dissolvidos em contato com a água acidulada, outros fatores são essenciais nesse tipo de modelado. A morfogênese cárstica depende do clima, espessura do pacote litológico, gradiente hidráulico, fatores tectônicos, fissuramento e outros condicionantes (KOHLENER, 1998), que, de forma interligada, juntam-se para compartimentar tal relevo em feições reentrantes e feições remanescentes (CVIJIĆ, 1895).

As morfologias consideradas reentrantes ou negativas são aquelas com caráter depressivo, dolinas, uvalas e *poljes* (KOHLENER, 1998; LINO, 2001). Já as remanescentes ou positivas, em conformidade com os mesmos autores, são os morros residuais, resquícios dos processos dissolutivos, mantendo-se salientes na paisagem. Neste rol, encontram-se os mogotes, as torres cársticas, as verrugas, banquetas, arcos cársticos, os *humes* ou *hum* entre outros. Para mais detalhes sobre as definições e discussões acerca desses termos, sugere-se consulta a Moura (1994), Kranjc (2013) e Travassos; Rodrigues; Timo (2015). De dimensões menores, mas indiscutivelmente importantes no carste, os *lapiás* são pequenas feições de dissolução que se encontram penetradas nos pacotes carbonáticos, possuindo tamanhos variados, resultantes de movimentações diferenciadas das águas meteóricas sobre a litologia exposta, ou mesmo no epicarste inumado. Travassos (2019, p. 85) menciona que o caráter ruiforme do carste deve-se à presença dos *lapiás*.

De acordo com Knez; Slabe; Travassos (2011) existe uma variedade dessas pequenas feições, podendo citar entre elas, os canais de subsolo (*subsoils channel*), os copos de subsolo (*subsoils cup*), as marmitas de subsolo ou *kamenitzas*, de dimensões maiores que os pequenos copos. Abordam também sobre os tubos formados na junção/contato das camadas estratigráficas, sobre os pingos de chuva (*rain pits*) e sobre os canais de paredes (*wall channel*), cada um com processos morfogenéticos característicos. Moura (1994) alude a *lapiás* de caneluras pequenas, de caneluras meândricas, *lapiás* de diáclases alargadas entre outros. Tricart (1956), por sua vez, demonstra a influência da vegetação na formação dessas feições, em que as raízes das árvores contribuem na dissolução da rocha.

Com base no exposto, torna-se relevante realizar a compartimentação do carste de uma região expressiva, no que diz respeito à ocorrência de rochas carbonáticas, e que carece de estudos científicos, importantes para ampliar o conhecimento sobre a evolução do relevo cárstico do sudeste do Tocantins, e para agregar informações no âmbito da Geomorfologia brasileira.

Desse modo, esta pesquisa, realizada nos municípios de Natividade e Chapada da Natividade, no estado do Tocantins, teve como objetivo a compartimentação do relevo cárstico nas proximidades da Serra da Natividade, estabelecendo, de acordo aos critérios emanados das referências (TRICART, 1956; MOURA, 1994; KOHLER, 1998; SALLUN FILHO e KARMANN, 2007; TRAVASSOS, 2010), quais as principais feições que compõem a paisagem em questão. Além disso, visou a contextualizar os fatores que condicionaram as morfologias atuais. Ainda, na tentativa de demonstrar a configuração espacial do exocarste, foi feito um mapa exploratório dos fenômenos cársticos, que poderá contribuir para um melhor ordenamento territorial, auxiliando em planejamento mais condizente com as fragilidades do relevo cárstico.

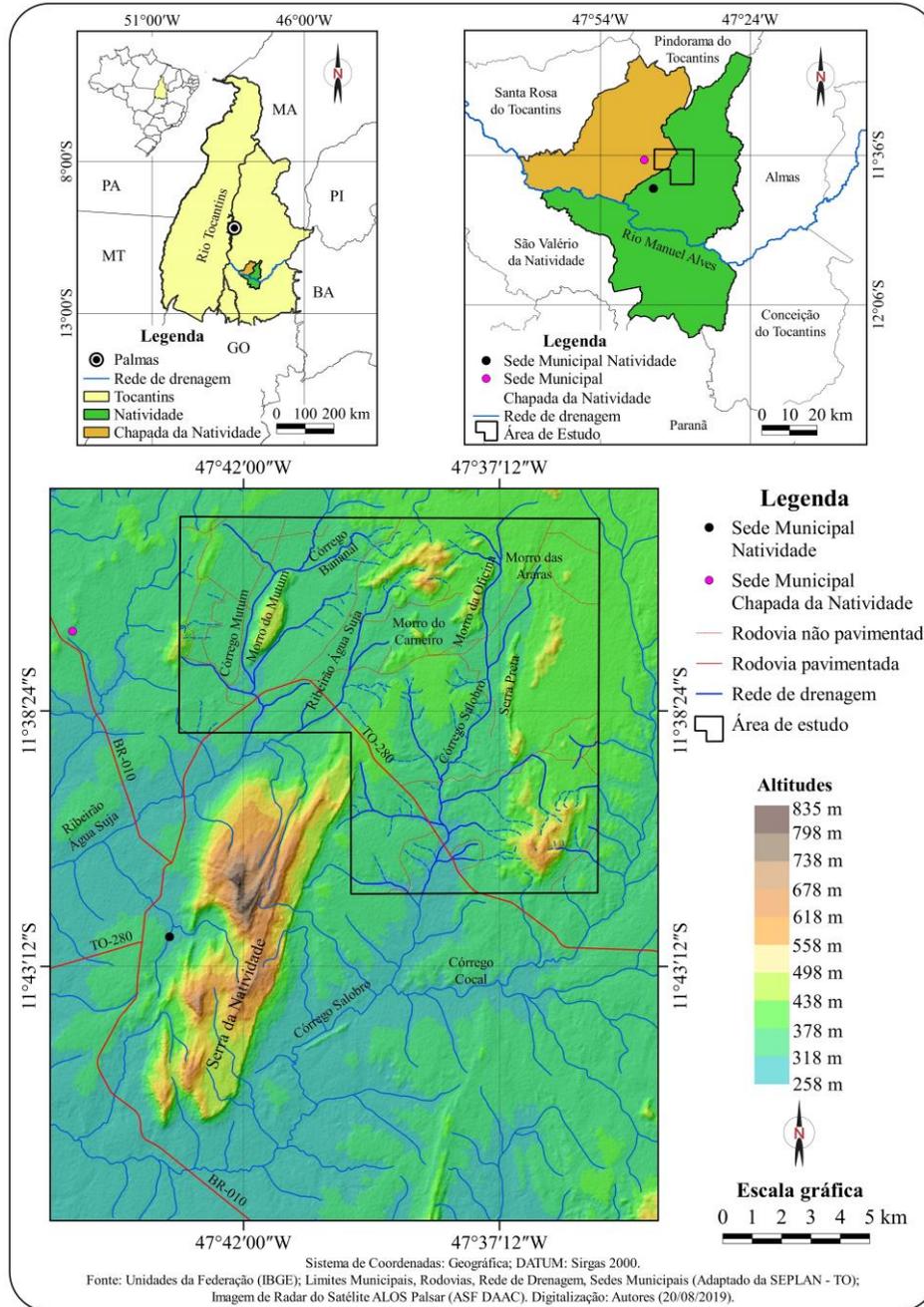
Área de estudo

A área estudada localiza-se a 221 km de Palmas, capital do estado do Tocantins, em um polígono envolvente que abrange parte dos municípios de Natividade e Chapada da Natividade (Figura 1). A partir da capital o acesso a Natividade se dá via BR-010. De Natividade até a área são aproximadamente 5 km, via rodovia TO-280, em direção à cidade de Almas – TO.

O clima local apresenta duas estações bem definidas, uma seca de Abr/Set e uma chuvosa, de Out/Mar. As porções sudeste, centro-leste e nordeste da área caracterizam-se por clima úmido subúmido com pequena deficiência hídrica, e a porção noroeste por clima úmido subúmido com

moderada deficiência hídrica. A amplitude térmica é de 25 °C e a pluviosidade média anual é de 1.550 mm (SEPLAN, 2012).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Elaborado pelos autores.

A respeito da geologia, as rochas metassedimentares, objeto de estudo, fazem parte do Grupo Natividade de idade paleo/mesoproterozóica. Trabalhos mais antigos supunham que os sedimentos haviam sido depositados sobre o chamado Complexo Almas-Cavalcante (GORAYEB et al., 1988; SABOIA, 2009). Contudo, trabalhos recentes situam a deposição sobre o que foi designado Bloco Natividade-Cavalcante (PRAXEDES, 2015; TOSCANI et al., 2021). Tal bloco é formado por dois domínios, o Domínio Cavalcante-Arraias (DCA) e o Domínio Almas-Conceição do Tocantins (DACT), limitados pela Zona de Cisalhamento Cruz das Almas (ZCCA).

Enquanto os metassedimentos que estão a leste da ZCCA alinham-se numa direção N-S (Serra de Santa Clara, Serra do Mato Virgem, Serra da Vaca Brava, Serra do Baeta e Morro da Natical) (SABOIA, 2009), os que se encontram a oeste da ZCCA estão na direção NE-SW, controlados pelo Lineamento Transbrasiliano (LTB), ativado no Neoproterozóico e com reativações no Mesozóico (SABOIA, 2009; GORAYEB, 2011, p. 37; PRAXEDES, 2015).

De maneira geral, a geomorfologia da região é composta por planaltos e platôs dissecados, patamares arrasados, zonas de forte escarpamento nas bordas de serranias e de alguns morros residuais. As áreas agradacionais limitam-se às aluviões do rio Manuel Alves e de seus afluentes, bem como aos detritos coluvionares nas bordas de algumas elevações. Concreções ferruginosas sobrejacentes ao embasamento dominam superfícies aplainadas, e encontram-se em estágio de denudação pelos processos hidrogeomorfológicos, desencadeando erosões remontantes (CPRM, 2016; SABOIA et al., 2020).

Sobreposto a este quadro físico geográfico, há uma vegetação típica de cerrado, com suas variações fitofisionômicas. Existem locais com cerrado de porte alto, outros com cerrado *stricto sensu*, cerrado rupestre com alguns tipos de herbáceas campestres, e também matas de galeria serpenteando uma paisagem alterada. Veredas também se destacam em lugares específicos (SILVA, 1987, p. 8 e 9; SEPLAN, 2012).

METODOLOGIA

Esta pesquisa iniciou-se com o levantamento de bibliografias sobre o carste e com a coleta dos dados cartográficos em sítios específicos, desde órgãos governamentais nacionais às plataformas internacionais. Para tanto, foram utilizadas as informações da carta topográfica Natividade, disponibilizada pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG, 1978), os dados georreferenciados pela Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública (SEPLAN, 2012) para o estado do Tocantins, imagem do satélite Sentinel 2A (USGS, 2019), imagem de radar do satélite ALOS/Palsar (ASF, 2019) (12,5 m) e trabalhos de campo.

A representação da localização da área de estudo foi feita com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da SEPLAN (2012) e do ALOS/Palsar. Os mapas de hipsometria e declividade foram confeccionados com uso do *software* livre QGIS, nas suas versões 2.18.0 (QGIS, 2016) e 3.4.5 (QGIS, 2019). Para adequação da rede de drenagem à escala de análise, realizaram-se vetorização de novos canais e realocação mais precisa dos vetores disponibilizados pela SEPLAN (2012), ambos procedimentos executados com auxílio das imagens Sentinel 2A e ALOS/Palsar. Para elaboração do mapa hipsométrico, foi feito o fatiamento das altitudes, com equidistâncias de 40 m, já para o mapa de declividade adotaram-se as classes de referência sugeridas pela EMBRAPA (1999).

Fez-se um bloco diagrama com o intuito de mostrar a área classificada como *polje* de contato, sendo organizado previamente no QGIS 3.4.5, com um recorte da imagem ALOS/Palsar como camada de entrada, subjacente à imagem do satélite Sentinel 2A, cuja resolução espacial é de 10 m, mais satisfatória ao modelo 3D.

Com o objetivo de fazer a leitura *in situ* da paisagem cárstica e dos impactos a ela associados, além de sustentar a compartimentação geomorfológica prévia, feita em gabinete, foram realizadas várias campanhas de campo. A compartimentação em si seguiu modelos de autores como Tricart (1956), Moura (1994), Kohler (1998), Green et al. (2002), Sallun Filho e Karmann (2007), Travassos (2010), entre outros. No contexto regional optou-se pela taxonomia de Ross (1992).

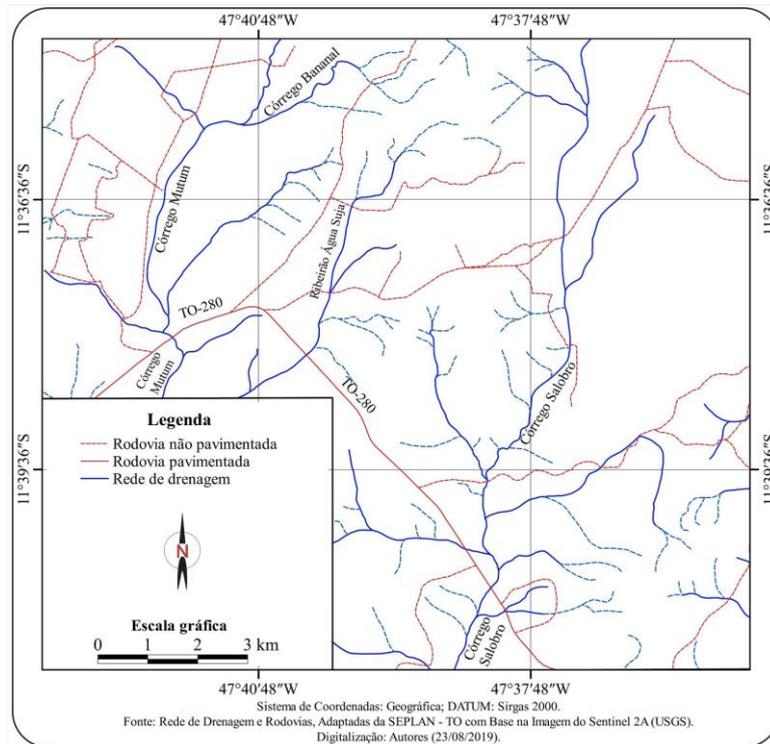
Para o mapa exploratório de fenômenos cársticos, foram utilizadas como “guias”, sobretudo na tentativa de padronização da legenda, pesquisas como as de Paschoal; Conceição; Cunha (2010), Travassos (2010), Ferreira (2015), Alves (2018) entre outras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área estudada possui uma rede de drenagem com os principais corpos lóticos no sentido N-S/NE-SW (Figura 2). Situa-se na porção norte da bacia hidrográfica do rio Manuel Alves, que por sua vez é um importante tributário do rio Tocantins. No contexto local, os principais cursos fluviais que drenam a área cárstica e seu entorno são os córregos Mutum e Bananal, tributários do ribeirão Água Suja, na porção centro-oeste da área, e o córrego Salobro, principal canal fluvial da porção centro-leste da área.

Antes de desaguar no rio Manuel Alves, o ribeirão Água Suja e o córrego Salobro ladeiam os quartzitos da Serra da Natividade, o primeiro a Oeste e o segundo a Leste, recebendo fluxos e materiais detríticos provenientes da serra, via canais intermitentes e efêmeros.

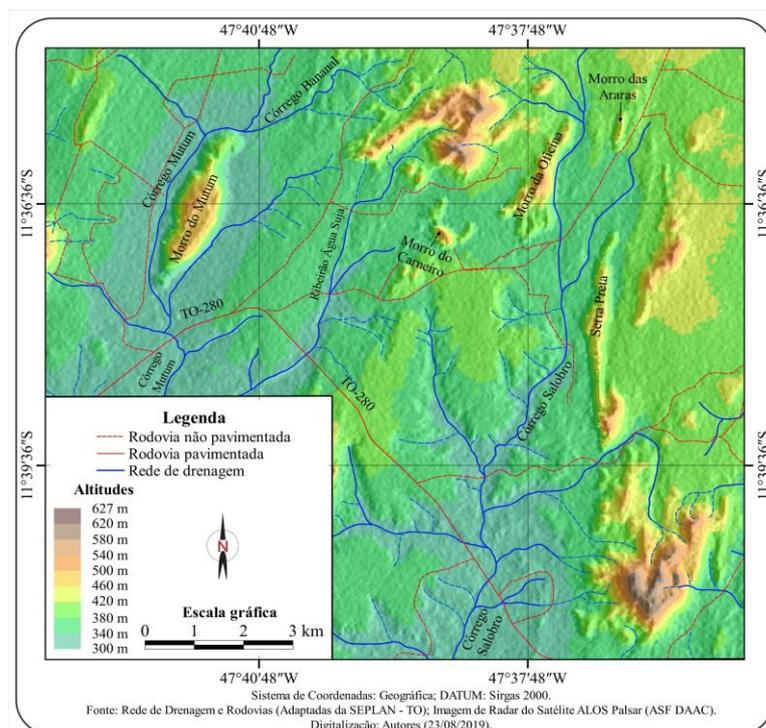
Figura 2 - Mapa hidrográfico da área de estudo.



Elaborado pelos autores.

A amplitude altimétrica na área varia de 300 m a 627 m (Figura 3). As partes baixas dizem respeito às áreas denudadas, onde estão alojadas as calhas fluviais do ribeirão Água Suja e do córrego Salobro. As elevadas, por outro lado, correspondem aos metassiltitos, metapsamitos e metacarbonatos.

Figura 3 - Mapa hipsométrico da área de estudo.

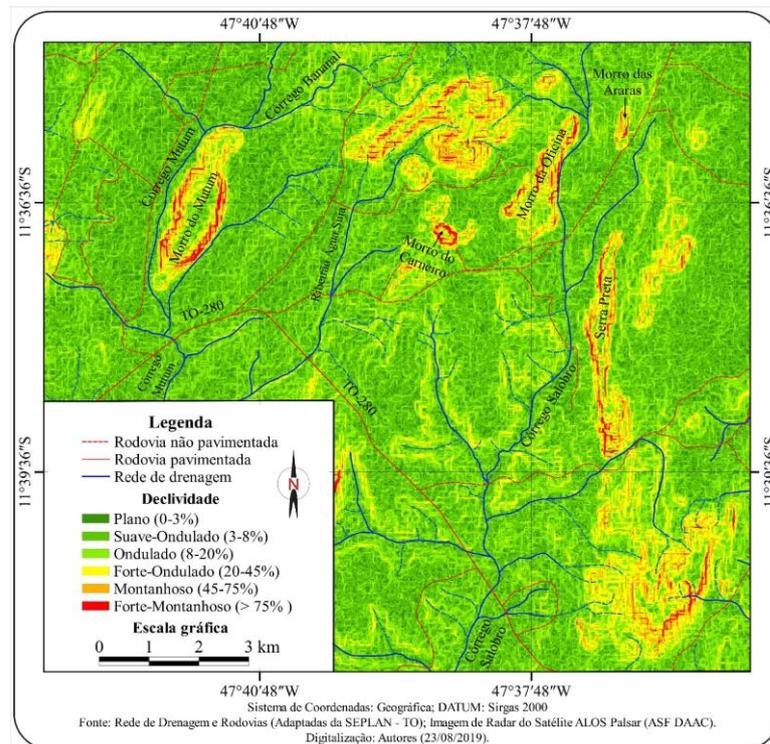


Elaborado pelos autores.

Entre 340 m e 460 m estão os interflúvios dos cursos fluviais, assim como o interior do *polje* de contato e grande parte da porção centro-leste da área. Os pontos mais elevados comportam-se como locais de recarga da paisagem cárstica, haja visto um contínuo padrão topográfico acima de 380 m nas partes N/E-NE.

A respeito das inclinações do relevo, observou-se que os locais com declividades mais acentuadas (Figura 4) correspondem aos metassiltitos, metapsamitos, calcários e dolomitos, que, de acordo com a metodologia utilizada, foram inseridos nas categorias: Forte-Ondulado (20-45%), Montanhoso (45-75%) e Forte-Montanhoso (>75%). Nessas topografias planálticas, os lugares Planos (0-3%) e Suave-Ondulados (3-8%) são apenas nas áreas de cumeeada.

Figura 4 - Mapa de declividade da área de estudo.



Elaborado pelos autores.

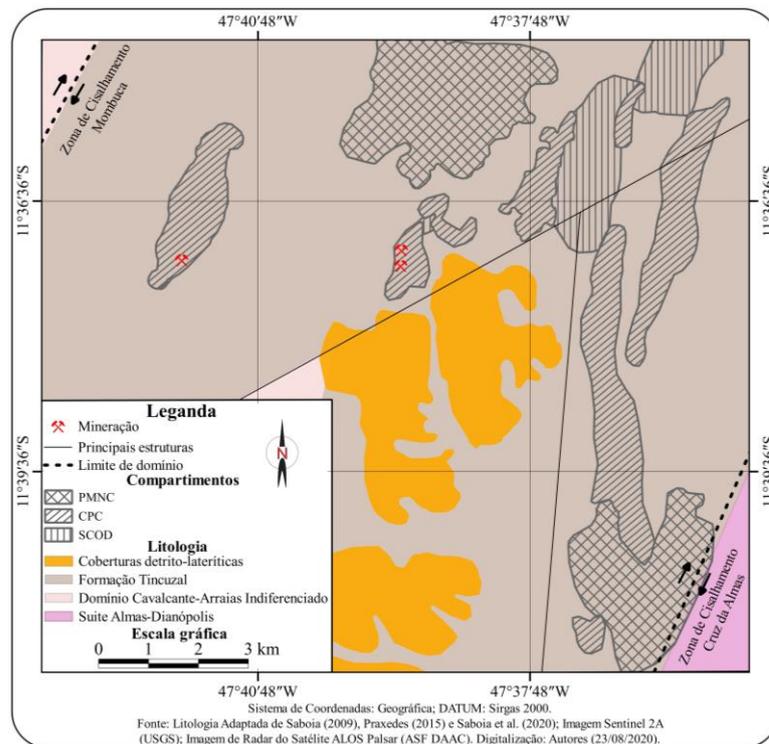
Em lugares esparsos, sobretudo na base dos morros mais altos e nas bordas de superfícies de erosão, próximo às cabeceiras de drenagem, foram constatados terrenos com declividades Forte-Onduladas (20-45%). Ademais, os interflúvios e as áreas intermontanas foram classificadas com as seguintes categorias: Plano (0-3%), Suave-Ondulado (3-8%) e Ondulado (8-20%).

Com base na cartografia e nas observações *in loco*, a área cárstica nas proximidades da Serra da Natividade foi dividida em três compartimentos, a saber (Figura 5): Compartimento dos Planaltos Metassedimentares Não-Carbonáticos (PMNC), Compartimento dos Planaltos Carbonáticos (CPC) e Superfícies com Ocorrência de Dolinas (SCOD).

Posteriormente à compartimentação proposta, compete contextualizá-la na taxonomia do relevo (ROSS, 1992), de forma a elucidar a ação dos fatores morfoestruturais e morfoesculturais na configuração da paisagem.

O 1º Taxon – referente à Unidade Morfoestrutural, corresponde à Bacia Sedimentar Natividade, considerando-se principalmente os trabalhos de Souza et al. (2017) e Toscani et al. (2021). Para estes autores, a Bacia Natividade é controlada por subsidência termo-flexural, relacionada ao reajuste isostático, e foi preenchida na fase post-rift Araí, que evoluiu pelo prosseguimento da tafrogênese Estateriana (DELGADO et al., 2003). A mesma é uma unidade estrutural menor, pertencente à Zona Externa da Faixa de Dobramentos Brasília, fazendo parte da porção nordeste da Província Geológica Tocantins (PRAXEDES, 2015; SOUZA et al., 2017; TOSCANI et al., 2021).

Figura 5 - Domínios geológicos da área de estudo.



Elaborado pelos autores.

Como já referido, os metassedimentos foram acomodados sobre o que atualmente é chamado Bloco Natividade-Cavalcante (PRAXEDES, 2015). De forma mais específica, os metacalcários, metadolomitos e metapsamo-pelitos postos de manifesto neste estudo assentaram-se sobre os paragneisses da Formação Tincuzal, que complementam o DCA. Este domínio pertence à porção oeste do Bloco Natividade-Cavalcante, e tem como limite tectônico a ZCCA, a qual o separa dos ortogneisses da parte oriental, constituída pelo DACT (PRAXEDES, 2015). Assim, os altos topográficos carbonosos e dolomíticos estudados encontram-se no interior de duas estruturas deformacionais, em suma, entre a Zona de Cisalhamento Mombuca (ZCM) e a ZCCA (PRAXEDES, 2015, p. 53).

No tocante à Unidade Morfoescultural, a área situa-se no Patamar de Natividade, que é fortemente condicionado pelas dinâmicas morfoestruturais (BEMERGUY; BORGES; COSTA, 1994). O Patamar de Natividade foi morfologicamente individualizado/arrasado devido aos aspectos paleoclimáticos, com incisão dos canais fluviais em caminhos preferencias, estruturalmente condicionados pelas fraturas no embasamento e nos sedimentos superpostos.

O LTB ativado no final do Proterozóico fez emergir a ZCM, uma falha de rejeito direcional dextral transpressiva, com direção SW-NE (PRAXEDES, 2015). Alojada nos paragneisses do DCA, a ZCM em contato com a ZCCA condicionou falhamentos transcorrentes nos metassedimentos, com forte incidência nas morfologias analisadas. Estas falhas podem ter contribuído para individualizar a Serra da Natividade, dos Morros do Mutum, Carneiro, Oficina e Araras (unidade 3 de SABOIA, 2009), assim como dos metassedimentos não carbonáticos.

A ZCM gerou dobramentos sinclinais e anticlinais, além de famílias de falhas normais e compressivas, com certa invariância escalar (PRAXEDES, 2015, p. 53; PARDO-IGÚZQUIZA, 2019), o que supostamente fez comprimir os sedimentos geradores da Serra da Natividade, formando topografia elevada na parte norte da mesma, com falhas normais conjugadas/truncadas ao sul. Antiformes e siniformes estão presentes na Serra de Belo Horizonte, Serra do Mombuca, e também abarcam os Morros da Oficina, do Carneiro, das Araras e a Serra Preta (SABOIA, 2009; PRAXEDES, 2015). Todo esse quadro deformacional favoreceu a ação dos agentes hidrogeomorfológicos sobre os pacotes rochosos, descrito com mais detalhe no decorrer dos táxons subsequentes.

No tocante aos padrões de formas semelhantes, 3º Táxon de Ross (1992), as elevações topográficas são padronizadas em morros, coincidindo com os topônimos já utilizados.

Sustentado nas informações apresentadas até o momento, tentou-se descrever a seguinte sequência evolutiva. Primeiramente, retoma-se que os metacalcários, metadolomitos e metapsamo-pelitos dos compartimentos CPC e PMNC fazem parte de uma sinforme e uma antifforme de menor amplitude, com caimentos para N e para NE, respectivamente (SABOIA, 2009, p. 33). Praticamente todos os morros carbonáticos do CPC estão sobrepostos diretamente ao embasamento, sendo capeados pelos metapsamitos e metapelitos do PMNC que apresentam até 250 m de espessura (SABOIA, 2009). Os sedimentos do Morro do Mutum também foram depositados diretamente sobre os paragnaisse da Formação Ticunzal, em possíveis grabens, que de igual forma houveram recebido os detritos da principal elevação topográfica a sul deste morro (SILVA, 1987; SABOIA, 2009; GORAYEB, 2011).

Vale ponderar, no entanto, que, de acordo com Toscani et al. (2021), em virtude da configuração dos paleoaltos do embasamento, os quais influenciaram no preenchimento da bacia sedimentar, é possível detectar, em algumas localidades, carbonatos sobrepondo filitos do próprio Grupo Natividade.

Secundariamente, já no âmbito do 4º Táxon de Ross (1992), as elevações em formas de morros que compõem o CPC podem ser divididas em dois subcompartimentos, o primeiro contemplando os morros calcários que, por meio de visualizações de imagens de satélites e trabalho de campo, estiveram ou permanecem em contato com as rochas detríticas do PMNC, e o outro composto pelo Morro do Mutum, individualizado na paisagem e de predominância metadolomítica (SABOIA, 2009).

O Subcompartimento CPC diferencia-se pela ocorrência de três feições, a saber: Morro da Oficina, Morro do Carneiro e *polje* de contato (Figura 6). Apesar de constituir uma depressão cárstica, o *polje* foi inserido neste Subcompartimento por ter uma relação direta com os morros citados.

Com base nas leituras de Saboia (2009), presume-se que esses morros fazem parte do flanco oeste de uma pequena antifforme, com caimento para NE. Considerando-se que a unidade 4 repousa concordantemente sobre as rochas carbonáticas da unidade 3, e que as forças compressivas que dobraram as rochas do Grupo Natividade influenciaram no embasamento, arqueando as rochas sobrepostas, infere-se a denudação dos metapsamo-pelitos anterior à dissolução do pacote carbonático, originando os morros atuais (SILVA, 1987, p. 67; GORAYEB et al., 1988; SABOIA, 2009, p. 33).

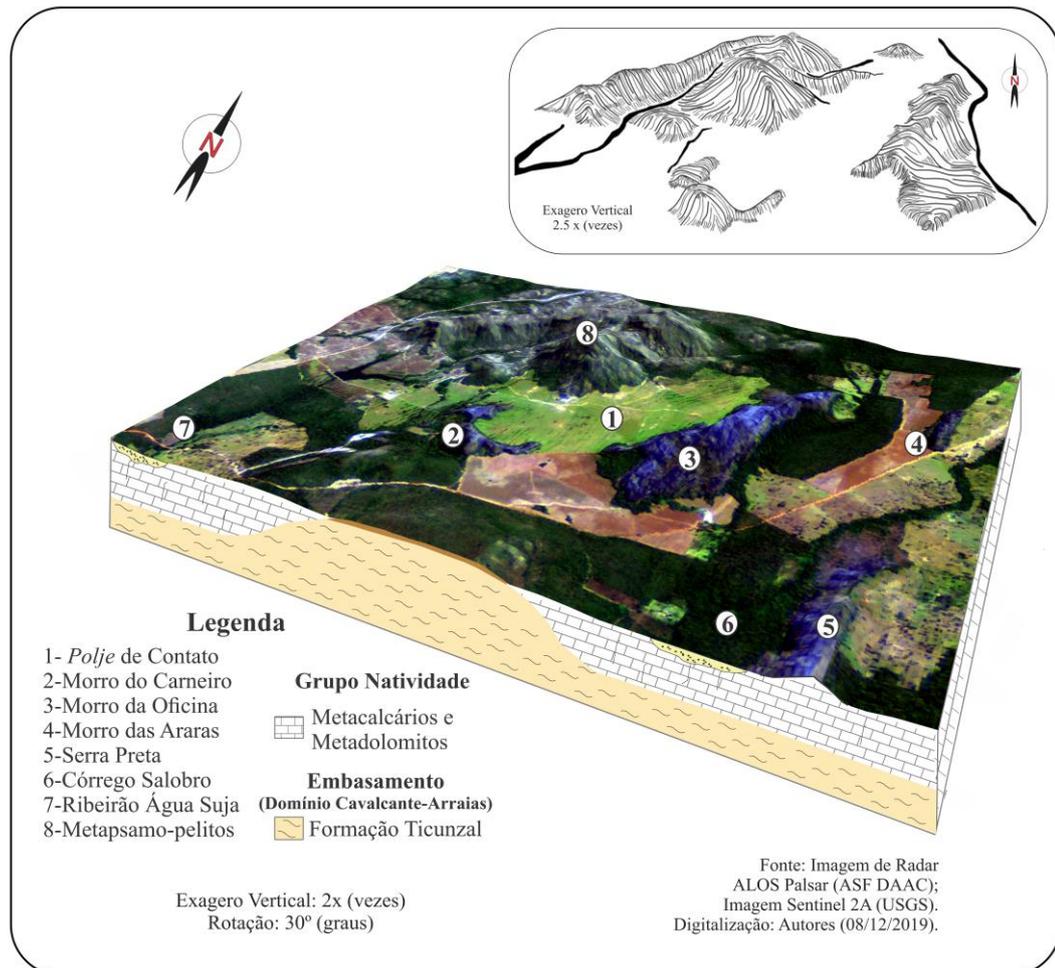
As cotas topográficas representadas pelas rochas detríticas, apesar de constituírem relevos dissecados pela erosão, denunciam a gênese alogênica das águas que corroeram o interior do atual *polje*. A esta interpretação, associa-se o fator gradiente topográfico, que certamente contribuiu para o direcionamento dos fluxos nos sentidos meridional e oriental, concorrendo ainda à instalação de permeabilidade secundária nas rochas carbonáticas.

A partir do momento em que as rochas siliciclásticas foram sofrendo erosão remontante e o carbonato sendo exumado, surgiram campos de *lapiás* em virtude da água acidulada, os quais podem ser atestados pelas estrias de direção NW-SE no topo dos morros. Posteriormente, águas altamente corrosivas, provenientes das rochas cristalinas a NE, concentraram-se em uma fratura no flanco da anticlinal, fazendo com que prevalecesse dissolução na porção oeste do atual Morro da Oficina.

Ao seguir as fraturas ocasionadas pela dobra, e, também, a falha de direção NE-SW, a drenagem intensificou a dissolução na parte sul do *polje*, que em estágio mais avançado foi vazado, tornando-se um *polje* aberto. Diferentemente dos *poljes* clássicos, que possuem córrego meandrante no centro da depressão, nessa feição o córrego localiza-se rente ao morro cárstico. Conforme observado em campo, no período chuvoso o fluxo do mesmo é constante, devendo ser revisitado no período de

seca, pois, como diz Nicod (2003), os *poljes* abertos são drenados por córregos perenes ou intermitentes.

Figura 6 - Bloco diagrama com destaque para o *polje* de contato.

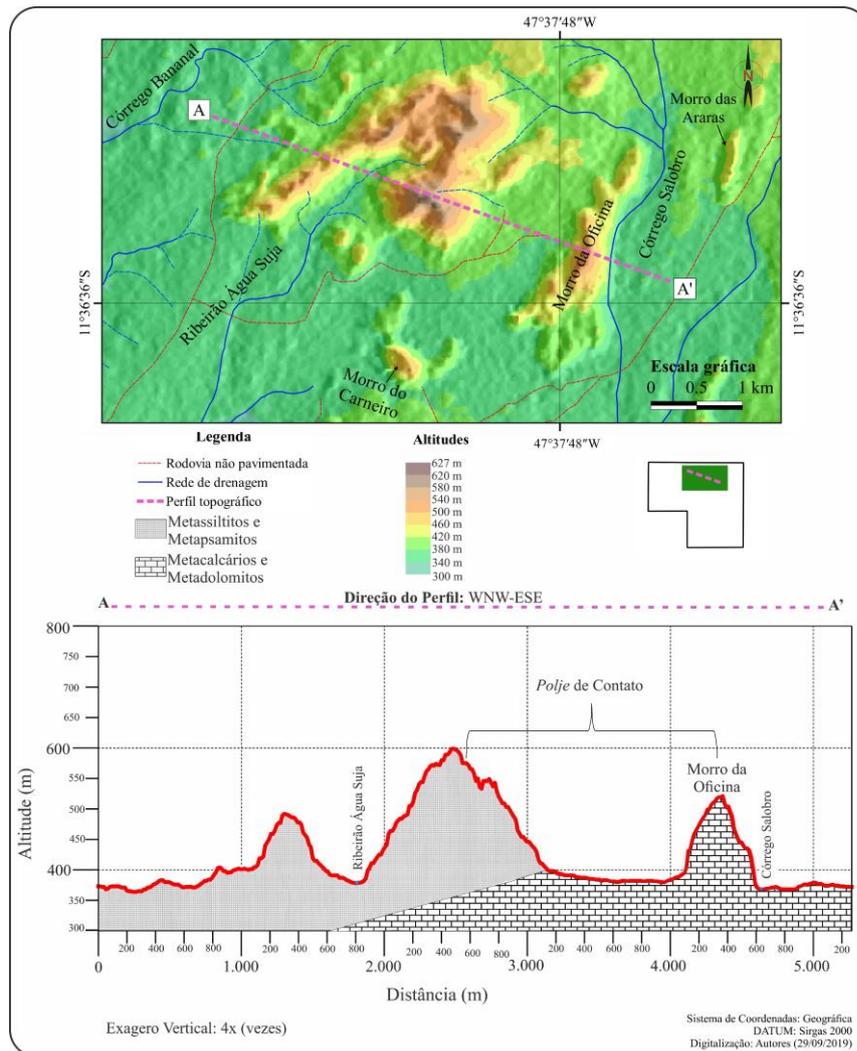


Elaborado pelos autores.

Outra característica importante é a ocorrência de solo no centro do *polje*, corroborando a elevada pluviosidade paleoclimática. Acrescenta-se, também, o alongamento no sentido da falha e o eixo menor acima de 400 m. Veja-se, então, que a presença dos aspectos essenciais para a confirmação de feições desse porte permite sustentar a gênese dessa morfologia (CVIJIĆ, 1895; NICOD, 2003; SAURO, 2012; KRANJC, 2013). Karmann (1994, p. 31) apresenta um modelo explicativo para a gênese de um *polje* de contato, sendo aqui referenciado a título de comparação.

O Morro da Oficina é o maior corpo rochoso desse local, com extensão superior a 2 km, direção NE e algumas cavernas alojadas em seu interior. Ele foi separado do Morro das Araras, uma feição exocárstica positiva. A separação entre os dois maciços pode ter ocorrido em virtude das águas alóctones do alto curso do córrego Salobro terem atingido caminho preferencial, controlado pela falha de direção N-S explicitada no mapa de Saboia (2009), dissolvendo tais pacotes carbonáticos na charneira da anticlinal. O Morro da Oficina pode ter 90 a 100 m de altura na parte sul, rebaixando para nordeste conforme o caimento da dobra. Encontra-se fortemente lapiezado, com diáclases amplas próximas ao topo. A figura 7 apresenta o *polje* de contato, explicitado pelos metapsamo-pelitos e pelo Morro da Oficina, além do contato geológico inferido a partir do perfil topográfico A-A'.

Figura 7 - Perfil topográfico, *polje* de contato.



Elaborado pelos autores.

O Morro do Carneiro (Figura 8) se encontra na porção SW do *polje*, com morfologia em ferradura (*Oxbow*). Um de seus flancos está alinhado para NE, enquanto o outro está para NW. A dissolução do calcário moldou a forma atual do morro, gerando cavernas com fácil acesso em suas partes exteriores, cuja a gênese presumivelmente iniciou no interior do *polje*. Num de seus lados há exfiltração de água, represada com estrutura rochosa revestida em cimento, construída pelos moradores locais. Há resquícios de morros para SW, testemunhando a união deles com aquele do Carneiro. Cortes nas estradas vicinais mostram o epicarste associado a tais topografias reliquias.

Figura 8 - Vista da face leste do Morro do Carneiro.



Fonte - Acervo dos autores.

Em direção à extremidade NW do Morro do Carneiro, há indícios de fluxos contrários ao da nascente que se encontra represada. Ao visitar a área e examinar os materiais cartográficos, imagina-se a possibilidade de uma dolina de contato, ou de ponto de recarga (SAURO, 2003; 2012). A oeste deste morro, margeia ainda uma estreita franja de umidade que deve desaparecer na base dos mogotes anteriormente interligados ao Carneiro. A mata presente neste local está degradada, com desmatamento e escavações para o represamento da água.

Com base em Karmann (1994), é presumível que as atuais cavernas embutidas nos morros da Oficina e do Carneiro correspondam a antigos níveis superiores de sumidouros. Além das cavernas atuais, protocavernas, chamadas de janelas por Moura (1994), denunciam paleoníveis, a mais de 20 m de altura. Estes também podem guardar vestígios arqueológicos e paleontológicos, podendo ser objeto de pesquisas futuras (MOURA, 1994, p. 135 e 138).

Um segundo ponto específico do Subcompartimento CPC, a NE da poligonal de estudo, encontra-se o Morro das Araras, com seus 800 m de comprimento (Figura 9). O mesmo possui lados escarpados, com pontos elevados na parte sul e caimento para norte, afirmando-se na paisagem. Com alinhamento predominantemente N-S, apresenta leve inflexão para NE. No sopé, alguns blocos abatidos e angulosos preservam *lapiás* de diferentes morfologias (caneluras pequenas, *rain pits*).

Na figura 9 é possível visualizar as características da sazonalidade, com realce da vegetação ao redor da dolina e do maciço, dois meses após a primeira visita de campo, que em primeiro momento apresentavam árvores sequiosas, típicas de mata seca.

Figura 9 - Vista panorâmica a oeste do Morro das Araras: (a) 15/09/2019; (b) 23/11/2019.



Fonte - Acervo dos autores.

O Morro das Araras e o espigão a sul, constituídos de calcário calcítico metamorfoseado, foram fraturados por uma falha que se estende por mais de 35 km, iniciando-se a sul da Serra do Grilo, passando a norte da Serra da Natividade para findar em direção à foz do ribeirão Água Suja (SABOIA, 2009). Por influência dessa falha, a cabeceira do córrego Salobro a NE da área de estudo iniciou o processo de esculturação naquela porção.

Após esta fase inicial, é possível que o córrego Salobro tenha sofrido desvio para sul em virtude de uma falha segmentada da ZCCA, alinhada a oeste da serra de mesmo nome, melhor detalhada em Saboia (2009) e responsável pelo entalhamento do alto curso do Salobro, que separa o Morro da Oficina do Morro das Araras, descrito anteriormente. Seguindo tal percurso e margeando a leste da Serra da Natividade, o córrego Salobro aloja-se em outra falha, qual seja a que está a sul dos quartzitos desta topografia altaneira, já não mais na poligonal desta pesquisa. Este curso d'água que domina a parte oriental do terreno cárstico segue a última falha até desaguar no rio Manuel Alves. Esta falha, por sinal, condiciona o rio Manuel Alves, quando este tem seu talvegue voltado para NE, retomando, posteriormente, o entalhamento em direção ao rio Tocantins.

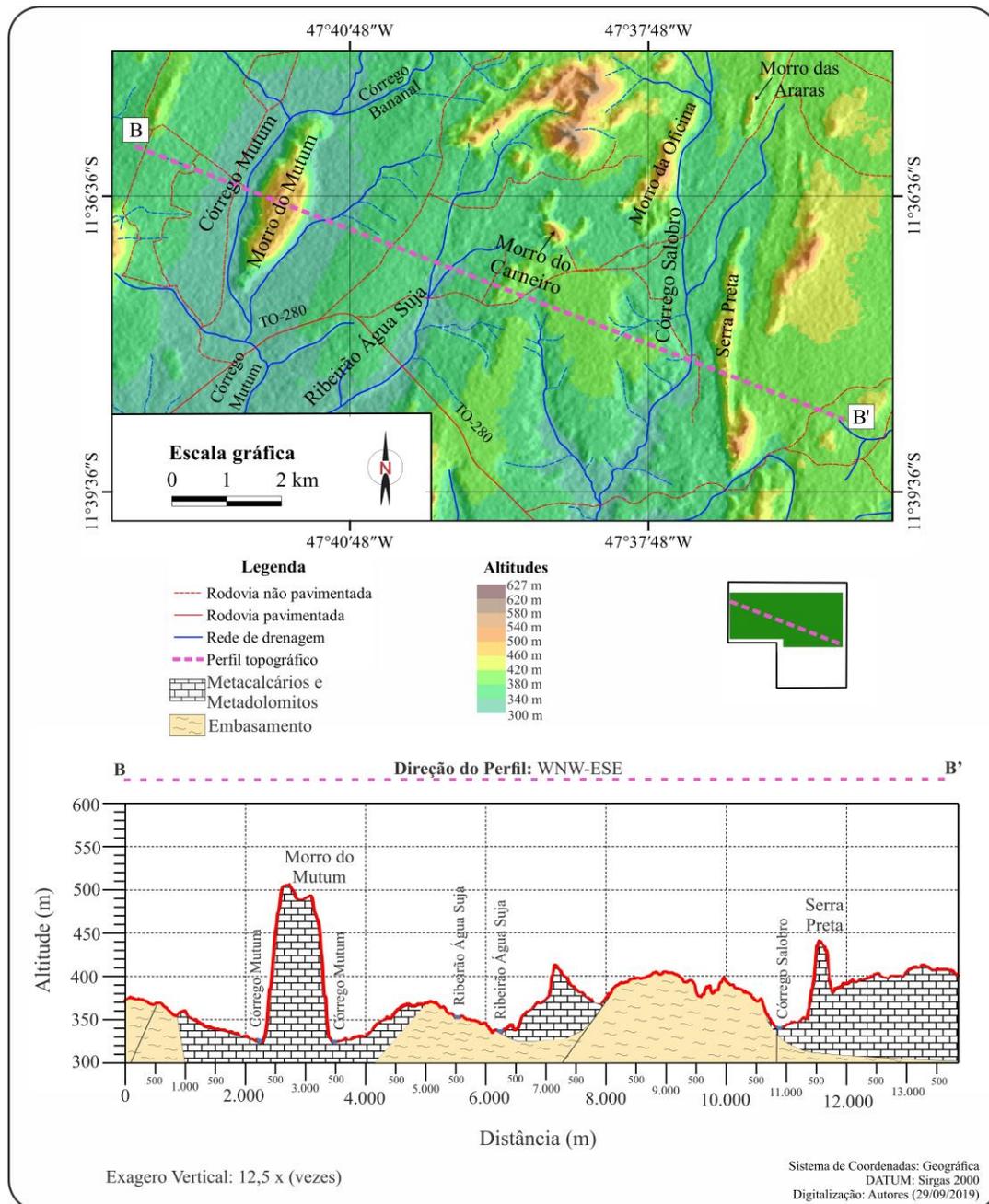
A falha ao norte da Serra da Natividade certamente contribuiu para que o Morro das Araras fosse mais intemperizado em sua extremidade SE, podendo ser visto matizes mais avermelhados a leste que a oeste do mesmo, de coloração gris, cinza puro. Vale recuperar ainda as associações feitas por Silva (1987) a respeito dessa estrutura cisalhante, que, para o autor, alterou os metassedimentos e as rochas do embasamento, gerando superfícies catacladasas (SILVA, 1987, p. 9 e 54), tornando-se as rochas, portanto, mais friáveis à incisão pela água. Um tributário do córrego Cocal, afluente do córrego Salobro, também é controlado por tal falha na porção sul da Serra do Grilo.

As topografias com maiores projeções no CPC são um par de morros a sul do Morro das Araras, cuja parte central sofreu intensa dissolução, gerando duas bifurcações que indicam conexão perto do contato com os metassiltitos, localizados a sudeste da área. A parte ocidental, conhecida como Serra Preta, está visivelmente exumada e possui mais de 4 km de comprimento N-S. Depreende-se que esteja no flanco leste da dobra antiforme, que encerrará a porção oeste de uma sinclinal em direção a um baixo mogote, subjacente às rochas clásticas. A porção oriental possui mais de 5 km de comprimento, direcionado para NE e parcialmente camuflado pela vegetação. Na extremidade deste linhão carbonático existem alguns mogotes de menor estatura, certamente individualizados por influência da falha ao norte da Serra da Natividade, assim como ocorrera com o Morro das Araras, testemunhando, portanto, a união desses em períodos pretéritos. Na parte intermontana dessas duas bifurcações há um *hume*, com vegetação ao lado, mostrando-se desnudo no topo, porém, melhor percebido por ter havido supressão da vegetação para a fixação da pastagem atual.

A terceira e última parte a ser levada em consideração nesse 1º Subcompartimento CPC diz respeito ao baixo mogote a sudeste da área. O mesmo está em contato com os metassiltitos da unidade 4 de Saboia (2009). Sotoposto a estas rochas detríticas, o mogote é um seguimento da Serra Preta, tendo sofrido dissolução a NE por influência de águas alóctones que escoaram em direção ao canal principal do córrego Salobro, já na extremidade sul da área. Também contém *lapiás* do tipo pingos de chuva, e outros (KNEZ; SLABE; TRAVASSOS, 2011), além de duas cavernas cadastradas no site do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV). Apresenta estratos horizontais a sub-horizontais, com basculamento com caimento para NW, indicando a origem das forças deformacionais. A sua parte sul é tomada por uma vereda, que tem passado por processos recorrentes de incêndios florestais.

2º Subcompartimento CPC – A este, tem-se apenas um remanescente topográfico elevado, conhecido como Morro do Mutum (Figuras 10 e 11). O mesmo apresenta cavernas embutidas na sua parte norte, sofrendo alteração na parte sul-oriental por lavra mineral iniciada no final da década de 1980.

Figura 10 - Perfil topográfico (Morro do Mutum/Superfície de Erosão/Serra Preta).



Elaborado pelos autores.

O Morro do Mutum é alinhado para NE, e contém canais fluviais nas duas laterais, cujas nascentes de leste provêm dos metapsamo-pelitos ao norte da área de estudo, tendo como contribuinte o córrego Bananal. Um dos canais que compõem o fluxo do flanco oeste surge nos metapsamo-pelitos que se encontram fora da área definida para este estudo, por outro lado, um braço que entalhou a superfície na parte NW do Morro do Mutum tem a nascente quase em contato com a ZCM. Esta importante zona cisalhante condiciona outros canais fluviais que surgem de pequenas saliências topográficas degradadas. Possivelmente, os mesmos já estiveram interligados ao córrego Mutum, afluente do Água Suja, e, atualmente, encontram-se descaracterizados por atividades antrópicas. O córrego Mutum, por sua vez, desagua no ribeirão Água Suja justamente no limite central da falha que se encontra localizada ao norte da Serra da Natividade.

Figura 11 - Vista da face leste do Morro do Mutum, com lavoura de soja em primeiro plano e lavra de calcário no segundo plano.



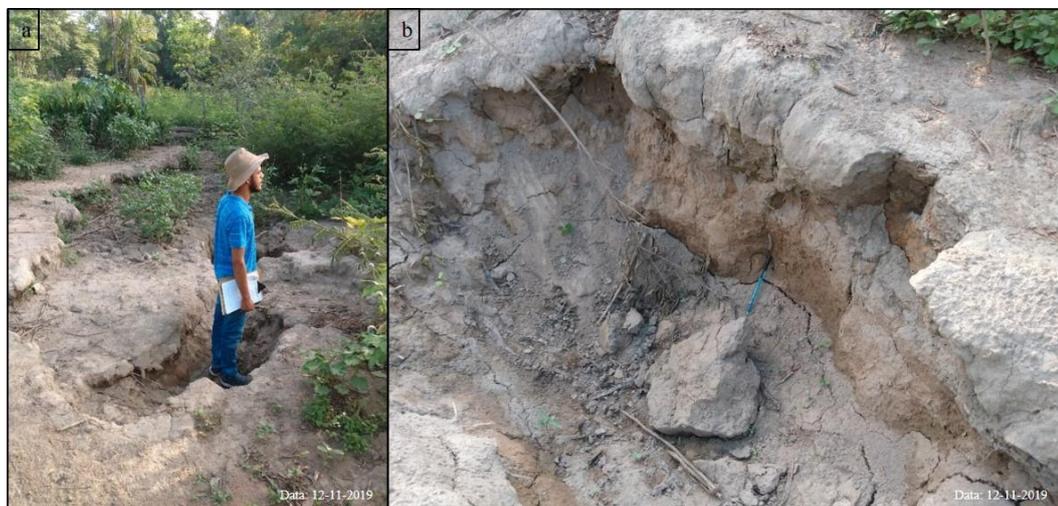
Fonte - Acervo dos autores.

Praticamente todas as nascentes do córrego Mutum são alogênicas. No alto curso, algumas drenagens possuem fluxo constante e carga sedimentológica de granulometria grossa, em contraste com os sedimentos finos do baixo curso. Atualmente os canais estão prejudicados pelo desmatamento e pelos barramentos.

Na extremidade sudeste há uma dolina de contato alagada (SAURO, 2003), utilizada para dessedentação animal. O morro cárstico que interage com essa dolina possui topografia de longe inferior ao do Mutum (340-380 m em face a 500-540 m), porém apresenta-se coligado a este. Nesse morro há uma pequena zona de exfiltração que abastece uma área pantanosa nos períodos de precipitação, cujo limite sul esvazia pela continuação do córrego Mutum.

No interior desse “pântano” são encontrados solos hidromórficos de característica saibrosa fina com coloração acinzentada, suportando uma vegetação hidrófila, com tucunzais. Sumidouros diminutos foram localizados em seu interior, com trincas de tração evidentes, afirmando a acentuada dinâmica da evolução cárstica, na extremidade sul do metadolomito do Compartimento dos Planaltos Carbonáticos (Figura 12).

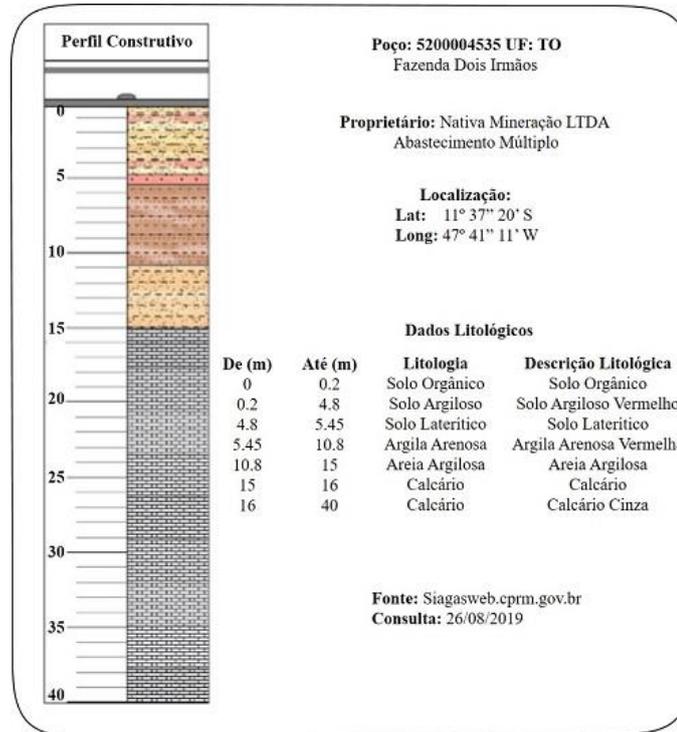
Figura 12 - Vista das feições internas à área pantanosa: (a) sumidouro no interior de depressão escalonada; (b) trincas de tração, evidenciando a evolução cárstica.



Fonte - Fotos de Sandro Sidnei Vargas de Cristo.

Através da plataforma do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS), foi possível obter alguns perfis da margem leste do Morro do Mutum, com destaque para um poço tubular de 40 m, onde o carbonato situa-se a 15 m de profundidade (Figura 13). Deste modo, a delgada camada de solo que capeia o carbonato pode sofrer colapsos de cobertura, como os apresentados subsequentemente no compartimento SCOD.

Figura 13 - Poço tubular com destaque para perfil construtivo.



Fonte - Adaptado de SIAGAS (2009).

Ao dar continuidade à compartimentação, ainda no 4º Taxon, é possível dividir o PMNC em dois subcompartimentos. O primeiro interage diretamente com o *polje*, já o segundo abrange a porção SE da área, sobrepondo o mogote cárstico.

1º Subcompartimento PMNC – Este, enquadra-se entre os locais mais elevados da área. Em uma de suas vertentes emergem nascentes do ribeirão Água Suja, sendo o córrego Mutum e córrego Bananal os principais contribuintes. Na contra-vertente, em direção SE, há uma drenagem, que atualmente encontra-se represada no sopé das rochas detríticas, já no domínio do *polje*. Na extremidade NE, águas provenientes do mesmo abastecem o alto curso do córrego Salobro. Estes morros possuem afloramentos de quartzitos na sua parte oeste, formando algumas colinas com solo pedregoso e vegetação típica de cerrado *stricto sensu*, além da presença de canelas-de-ema (*Vellozia squamata*) quase no limite da área. Alguns fragmentos de rochas analisados apresentam vênulas de quartzo entre meio às zonas de fraturas, feições também denominadas *boxworks*.

2º Subcompartimento PMNC – Classificadas pelos autores estudados como metassiltitos, as rochas detríticas sobrepostas ao seguimento da Serra Preta correspondem ao local mais elevado da área, com cume a 627 m de altitude. Esta elevação topográfica contém quartzitos e apresenta morfologia abaulada, com topos convexos, possivelmente adquirida em decorrência da proximidade com a barreira estrutural, referente à ZCCA (PRAXEDES, 2015). Os processos intempéricos associados às condições paleoclimáticas originaram uma rede de drenagem próxima ao padrão radial, também notado nos metapisamo-pelitos em contato com o *polje*. Tais constatações podem ser observadas de maneira elucidativa nos mapas de hipsometria das figuras 3, 7 e 10. Assim, o descenso das águas

desse ponto cotado abastece a bacia do córrego Salobro a SE da área, bem como a bacia do córrego Cocal, afluente daquele, mas fora dos limites estabelecidos para este estudo.

De maneira a contemplar os tipos de formas de vertentes, ou seja, o 5º Táxon de Ross (1992), pontua-se que as feições exocársticas positivas têm um padrão mais escarpado, com vertentes quase que retilíneas, suavizando-se já próximo ao sopé dos morros. As vertentes do compartimento PMNC possuem maior extensão e topos suavizados, com destaque para aquelas que se sobrepõem ao mogote associado aos carbonatos da Serra Preta, mostrando convexidade mais moderada que as do CPC.

As dolinas do compartimento SCOD enquadram-se no último nível de compartimentação adotado (6º Táxon), referente às formas e processos atuais naturais e antrópicos. Esse compartimento pode ser subdividido em setores específicos, mas que se juntam para formarem as áreas de reabastecimento das redes subterrâneas, do carste da porção nordeste da Serra da Natividade.

Alguns pontos de fuga das águas meteóricas seguem trajetórias com declividades Planas (0-3%) e Suave-Onduladas (3-8%). A este respeito, próximo ao Morro da Oficina há uma dolina de colapso de cobertura, de pequenas dimensões, inferior a 5 metros em todas as extensões. De igual forma, duas dolinas de colapso de cobertura ou de abatimento de solo, semelhantes às estudadas por Heidari et al. (2011) e Travassos (2019, p. 111), desenvolveram-se a oeste do Morro das Araras e atualmente evoluem para formar uma uvala.

Na extremidade NE da área, alinhadas a um braço do alto curso do córrego Salobro localizado a leste do Morro das Araras, foram encontradas três dolinas, uma de colapso de cobertura, maior que as abordadas anteriormente, uma de pequenas dimensões e rasa, com trincas de tração, e uma analisada primeiramente por imagem de satélite. Esta última encontrava-se encoberta pela vegetação, e, na primeira campanha de campo ao local, o acesso foi impossibilitado pela pastagem. Contudo, ao retornar, 5 meses após a primeira visita, havia intensas modificações como retirada da ínfima vegetação que bordejava a depressão, entulhos de terrenos escarificados, e plantio de soja, onde antes era pastagem. Soma-se a essas três uma dolina de subsidência com morfologia em bacia (KÖHLER, 1998; SORIANO e SIMÓN, 1993). A mesma está localizada a NE do Morro das Araras, ao lado de um mogote. Todas essas quatro dolinas tendem a direcionar os fluxos para um dos canais do córrego Salobro.

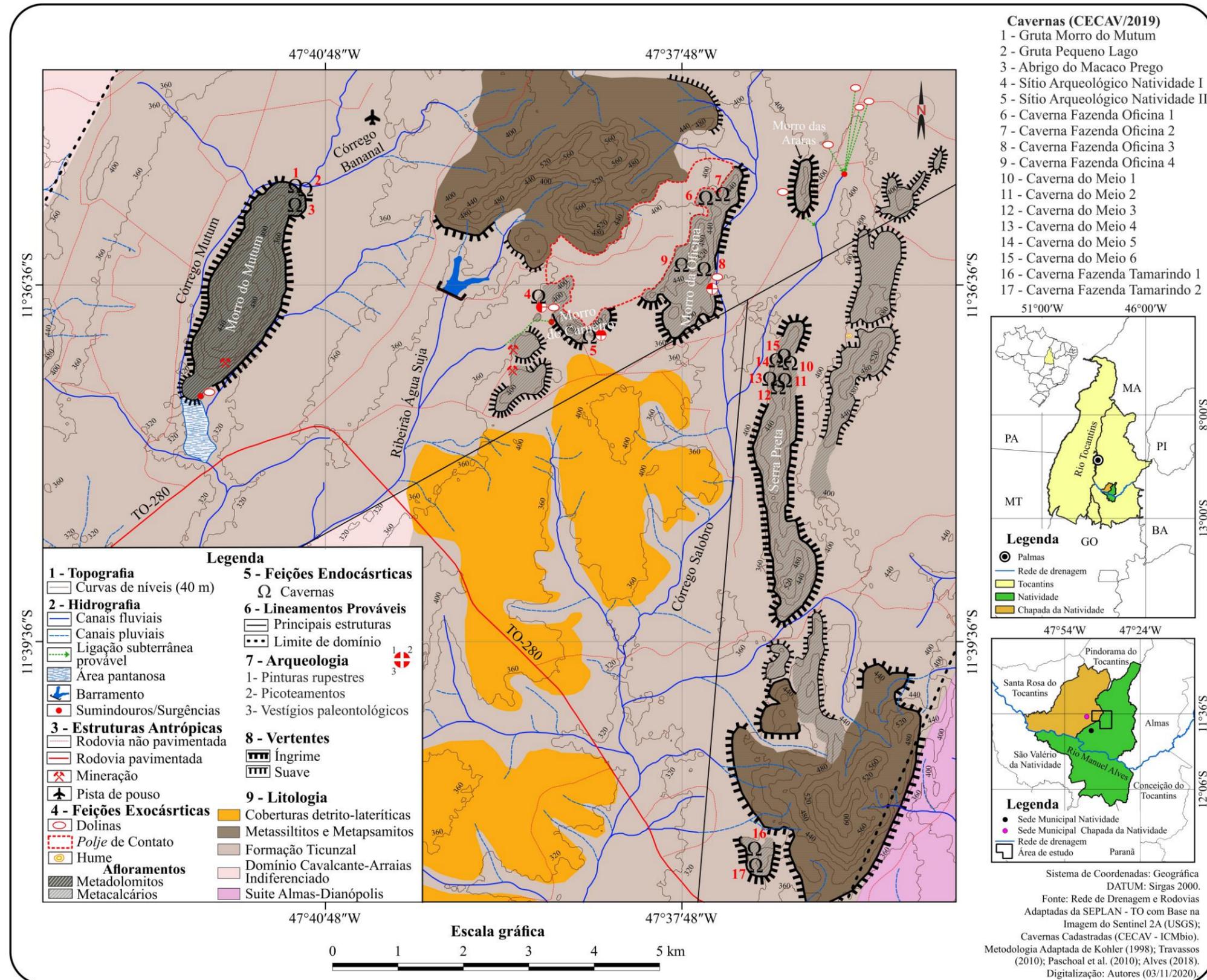
Essas seis dolinas resultaram do fraturamento dos pacotes carbonáticos que estão encobertos por latossolos, aproveitados para atividades agropastoris, com exceção à dolina a oeste do Morro da Oficina, que está localizada sob vegetação densa.

No compartimento SCOD há duas dolinas de contato, uma a NW do Morro do Carneiro e outra a leste do Morro do Mutum, que podem ser interpretadas como pontos de recarga (SAURO, 2003, p. 45). Porém, enquanto a do Morro do Carneiro tem um regime efêmero, a do Morro do Mutum tende a ser intermitente, carecendo, contudo, de novos campos para conclusões mais apropriadas. Ambas as dolinas têm eixo maior na direção NE-SW do embasamento, no entanto, a do Morro do Carneiro abastece o aquífero cárstico no sentido contrário aos fluxos superficiais.

É importante citar também no âmbito desta pesquisa as superfícies enrugadas, moderadamente aplainadas, relacionadas ao embasamento da Formação Ticunzal. Sobre essas superfícies não há formações exocársticas. Por outro lado, na porção central da área encontram-se capeadas por depósitos detrítico-lateríticos que se comportam como divisores de águas do ribeirão Água Suja e do córrego Salobro e que, atualmente, estão sendo retrabalhados por pequenos canais intermitentes e efêmeros. Já a leste do Morro do Mutum, o embasamento está à mostra, com presença de fragmentos de quartzo, bem como metapelitos.

Após as discussões suscitadas acerca dos possíveis fatores da divisão deste relevo, é plausível dizer que a compartimentação geomorfológica emerge como uma tentativa de contribuir com o conhecimento sobre a região. Deste modo, o mapa exploratório dos fenômenos cársticos situa as principais morfologias descritas (Figura 14), servindo para a realização de novas pesquisas e para a organização do território, podendo contribuir, sobretudo, para a elaboração de Políticas Públicas que assegurem as qualidades do carste.

Figura 14 - Mapa exploratório dos fenômenos cársticos de Natividade e Chapada da Natividade – TO.



Elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depreende-se, a partir desta pesquisa, a existência de um carste próximo à Serra da Natividade, desenvolvido sobre metacarbonatos e metadolomitos sobrepostos ao embasamento, e em contato com remanescentes de rochas clásticas metamorfoseadas. Segmentou-se a área em três compartimentos, com destaque para o CPC e o SCOD, que contêm as principais formas cársticas. As feições cársticas identificadas correspondem, portanto, às seguintes morfologias: Morro da Oficina, Morro do Carneiro, Morro das Araras, Morro do Mutum, Serra Preta e *polje* de contato. Dolinas de ponto de recarga e de colapso de cobertura reabastecem o aquífero cárstico, enquanto que as surgências dos córregos do Salobro e do Mutum correspondem às áreas de descarga.

Com a realização da compartimentação geomorfológica, evidenciou-se o controle dos fatores morfoestruturais na configuração da paisagem atual, demonstrando a influência do LTB no direcionamento das principais feições exocársticas. De igual forma, o sistema de falhas associado à ZCM e à ZCCA contribuiu para o entalhamento dos talwegues dos principais cursos fluviais, os quais distribuem-se nos sentidos N-S e NE-SW. Soma-se a isso o poder de dissolução das águas após interação com as rochas detríticas, facilitando a ação morfoescultural nos carbonatos.

Apesar das informações levantadas, pelos limites impostos no decorrer do estudo, a parte oeste do Morro do Mutum necessita de investigações detalhadas, principalmente para se obter novos dados. Ademais, os próximos estudos de geomorfologia cárstica na região de Natividade devem atentar-se para a Serra do Mato Virgem, tendo em vista a presença de carbonatos associados a esta topografia. Por fim, apesar da individualização de feições a que se propõe o exercício de compartimentação, é necessário considerar a paisagem cárstica de Natividade e Chapada da Natividade – TO na esteira da TGS – Teoria Gerais dos Sistemas. Assim, é preciso fazer prognósticos concisos sobre o funcionamento integral, levantando o maior número de informações possíveis, referentes às distintas Zonas Hidrológicas: Superficial, Vadosa, Epifreática e Zona Freática. Logo, acredita-se que esta pesquisa poderá contribuir para tal finalidade.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta pesquisa contou com o apoio financeiro da CAPES, através da concessão da bolsa de demanda social, nível de Mestrado, destinada ao primeiro autor. Agradecemos, ainda, aos Professores Luiz Eduardo Panisset Travassos e Sandro Sidnei Vargas de Cristo, pelas contribuições na versão final, assim como aos Geógrafos Lucas da Silva Ribeiro e Jair Souza, pelo acompanhamento nos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. R. F. **Aspectos da paisagem cárstica do entorno do rio Azuis, Tocantins**: caracterização geomorfológica e contribuições para gestão ambiental. 2018. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional – TO, 2018.
- ASF – Alaska Satellite Facility. **Alos Palsar**: Disponível em: <https://search.asf.alaska.edu/#/>. Acesso em: 19 dez. 2018.
- AVENZA SYSTEMS INC. **Avenza Maps®**. Version 3.14 Build 21 ARCH64. Avenza Systems Inc, 2013. Disponível em: Google Play Store. Acesso em: 15 set. 2019.
- BEMERGUY, R. L.; BORGES, M. S.; COSTA, J. B. Geomorfologia da região de Natividade, Estado do Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., 1994. Balneário Camboriú – SC. **Boletim de Resumos Expandidos**, São Paulo: SBG – Sociedade Brasileira de Geologia, 1994. p. 194-195. Disponível em: <http://www.sbgeo.org.br/home/pages/44>. Acesso em: 06 abr. 2020.
- CECAV – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. **Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE)**. Brasília: ICMBio, 2004. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>. Acesso em: 25 nov. 2019.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geodiversidade do estado do Tocantins**. Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2016. 1 mapa. Escala: 1:1.100.000.
- CVIJIĆ, J. **Carste**: Uma monografia geográfica (1895). Tradução – Luiz Eduardo Panisset Travassos. Belo Horizonte: PUC Minas, 2017. 168 p.

DELGADO, I. M. et al. Geotectônica do Escudo Atlântico. *In*: Bizzi, L. A. et al. (ed.). **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: textos, mapas & SIG**. Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003. p. 227-334.

DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército. **Natividade**. Brasília: Ministério do Exército, 1978. 1 carta topográfica. Escala: 1:100.000.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FERREIRA, Z. A. **Diagnóstico físico-conservacionista do ambiente cárstico da bacia do córrego Cana-Brava, Aurora do Tocantins – TO**. 2015. 164 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2015.

FORD, D.; WILLIAMS, P. **Karst hydrogeology and geomorphology**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2007. 576 p.

GOOGLE. **Google Earth Pro**. Version 7.3.3. Google LLC, 2020.

GORAYEB, P. S. S. et al. O Pré-Cambriano da região de Natividade, GO. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 391-397, 1988.

GORAYEB, P. S. S. Geologia do Estado do Tocantins: aspectos gerais e conhecimento atual. *In*: Fernando de Moraes. (org.). **Contribuições à Geografia Física do Estado do Tocantins**. Goiânia: Kelps, 2011. p. 19-45.

GREEN, J. A. et al. Karst unit mapping using geographic information system technology, Mower County, Minnesota, USA. **Environmental Geology**, v. 42, p. 457-461, 2002.

HEIDARI, M. et al. The formation of cover collapse sinkholes in North of Hamedan, Iran. **Geomorphology**, v. 132, p. 76-86, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Portal de Mapas**: malha de Unidades da Federação 2018. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#atendimento>. Acesso em: 14 jul. 2018.

KARMANN, I. **Evolução e Dinâmica Atual do Sistema Cárstico do Alto Vale do Rio Ribeira de Iguape, Sudeste do Estado de São Paulo**. 1994. 274 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 1994.

KNEZ, M.; SLABE, T.; TRAVASSOS, L. E. P. Karren on laminar calcarenitic rock of Lagoa Santa (Minas Gerais, Brazil). **Acta Carsologica**, Postojna – Eslovênia, v. 40, n. 2, p. 357-367, 2011.

KOHLER, H. C. Geomorfologia cárstica. *In*: GERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

KRANJC, A. Classification of closed depressions in carbonate karst. *In*: SHRODER, J.; FRUMKIN, A. (ed.). **Treatise on geomorphology**. San Diego – CA: Academic Press, 2013. p. 104-111. v. 6, Karst Geomorphology.

LINO, C. F. **Cavernas: o fascinante Brasil subterrâneo**. 2. ed. São Paulo: Gaia, 2001. 288 p.

MOURA, M. T. T. O carste da região de Prudente de Moraes – MG. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 73, p. 125-148, 1994.

NICOD, J. A little contribution to the karst terminology: special or aberrant cases of poljes? **Acta Carsologica**, Postojna – Eslovênia, v. 32, n. 2, p. 29-39, 2003.

PARDO-IGÚZQUIZA, E. Generación de una falla en dirección en el laboratorio como modelo analogico de una falla transformante continental. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, Girona – Espanha, v. 27, n. 1, p. 38-47, 2019.

PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. M. L. Utilização do ArcGis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: Uma aplicação na área do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 8., 2010, Recife – PE. **Anais [...]**, Brasília – DF: UGB – União da Geomorfologia Brasileira, 2010. p. 1-14. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/8/10/75.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

PRAXEDES, I. F. **Lineamento Transbrasiliiano, contribuição aerogeofísica, tectônica e geocronológica no setor nordeste da Faixa Brasília**. 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2015.

- QGIS – Geographic Information System. **Software**. Version 2.18.0. QGIS, 2016. Disponível em: <https://qgis.org/downloads/>. Acesso em: 20 jan. 2017.
- _____. **Software**. Version 3.4.5. QGIS, 2019. Disponível em: <https://qgis.org/downloads/>. Acesso em: 12 jun. 2019.
- ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p.17-29, 1992.
- SABOIA, A. M. et al. **Projeto Sudeste do Tocantins**: Carta Geológica da Folha Dianópolis – SC-23-Y-C. Goiânia: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2020. 1 mapa. Escala 1:250.000.
- SABOIA, A. M. **O Vulcanismo em Monte do Carmo e Litoestratigrafia do Grupo Natividade, Estado de Tocantins**. 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2009.
- SALLUN FILHO, W.; KARMANN, I. Geomorphological map of the Serra da Bodoquena karst, west-central Brazil. **Jornal of Maps**, v.3, n. 1, p. 282-295, 2007.
- SAURO, U. Dolines and Sinkholes: aspects of evolution and problems of classification. **Acta Carsologica**, Postojna – Eslovênia, v. 32, p. 41-52, 2003.
- _____. Closed depressions in karst areas. In: WHITE, W. B.; CULVER, D. C. (ed.). **Encyclopedia of Caves**. 2. ed. AP – Academic Press: Amsterdam – Holanda, 2012. p. 140-155.
- SEPLAN – Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. **Atlas do Tocantins**: subsídios ao planejamento da gestão territorial. 6 ed. rev. e atual. Palmas: DZE – Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico, 2012. Disponível em: http://zoneamento.sefaz.to.gov.br/TO_AtlasTocantins2012_1/Atlas_do_Tocantins_2012.pdf. Acesso em: 07 abr. 2020.
- _____. **Base de dados geográficos do Tocantins**: atualização 2012. Disponível em: <https://www.to.gov.br/seplan/bases-vetoriais/42twu1x8kacl>. Acesso em: 10 jun. 2018.
- SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. **Poços**. Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2009. Disponível em: http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php. Acesso em: 26 ago. 2019.
- SILVA, E. R. P. **Estudo das ocorrências auríferas da área de Natividade – GO**. 1987. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Geofísicas e Geológicas, Universidade Federal do Pará, Belém – PA, 1987.
- SORIANO, M. A.; SIMÓN, J. L. Modelo a escala reduzida del desarrollo de dolinas aluviales. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, Girona – Espanha, v. 1, n. 3, p. 201-203, 1993.
- SOUZA, M. S. F. et al. Evolução tectônica e preenchimento da bacia natividade na região de Almas – TO. In: GOMES, L. C. C. et al. (org.). SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 16., 2017, Salvador – BA. **Anais [...]**. Salvador – UFBA, 2017, p. 361-364.
- TOSCANI, R. et al. Complex depositional environments on a siliciclastic-carbonate platform with shallow-water turbidites: The Natividade Group, central Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 107, p. 1-21, 2021.
- TRAVASSOS, L. E. P. **Considerações sobre o carste da região de Cordisburgo, Minas Gerais, Brasil**. Belo Horizonte: Tradição Planalto, 2010. 105 p.
- _____. **Princípios de Carstologia e Geomorfologia Cárstica**. Brasília: ICMBio, 2019. 242 p.
- TRAVASSOS, L. E. P.; RODRIGUES, B. D.; TIMO, M. B. **Glossário conciso e ilustrado de termos cársticos e espeleológicos**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2015. 65 p.
- TRICART, J. O karst das vizinhanças setentrionais de Belo Horizonte. **Revista Brasileira de Geografia**, n. 4, p. 451-470, 1956.
- USGS – United States Geological Survey, Earth Explorer. **Copernicus Sentinel Data**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 21 ago. 2019.

Recebido em: 12/06/2021

Aceito para publicação em: 23/09/2021