



ANAIS do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Ouro Preto SP, 13-18 de junho de 2017 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/34cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

MORAIS, F.. Classificação morfológica das dolinas da região de Lagoa da Confusão – TO. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. *Anais...* Campinas: SBE, 2017. p.283-287. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_283-287.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

A publicação dos Anais do 34º CBE contou com o apoio do Instituto Brasileiro de Mineração. Acompanhe a cooperação SBE-IBRAM em www.cavernas.org.br/sbe-ibram

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br



IBRAM 40 anos
INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
Brazilian Mining Association
Câmara Mineira de Brasil

CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA DAS DOLINAS DA REGIÃO DE LAGOA DA CONFUSÃO – TO

MORPHOLOGICAL CLASSIFICATION OF SINKHOLES OF THE LAGOA DA CONFUSÃO REGION –
TOCANTINS STATE

Fernando MORAIS

Tocantins Espeleogruppo – TEG, Porto Nacional TO.
Universidade Federal do Tocantins – UFT, Porto Nacional TO.

Contatos: morais@uft.edu.br.

Resumo

A região da Planície do Médio Araguaia apresenta uma série de depressões associadas a fragmentos de floresta inundada, regionalmente conhecidos como *ipucas* (água arrebetada em tupi). O presente trabalho visa fazer uma classificação morfológica destas depressões e pôr em evidência sua natureza cárstica. Para tanto foi realizada a cartografia das feições e posterior classificação com uso de imagens e trabalhos de campo. Os resultados apontam que na área estuada ocorrem aproximadamente um milhar de depressões em forma de dolinas, e que em vários casos estas feições contêm pequenas lagoas, que colocam as águas superficiais e subterrâneas em contato direto. Estas feições podem ser vistas como elementos intervenientes na vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação, dado que a área estudada apresenta intenso aproveitamento agrícola.

Palavras-Chave: dolinas; Planície do Médio Araguaia; *ipucas*.

Abstract

The region of the Middle Araguaia Plain presents a series of depressions associated with fragments of flooded forest, regionally known as ipucas (ripped water in the indigenous language). The present work aims to make a morphological classification of these depressions and highlight their karstic nature. For this purpose, cartography of the features and subsequent classification using images and fieldwork were carried out. The results indicate that in the studied area approximately one thousand depressions occur in the form of sinkholes, and that in several cases these features contain small lagoons, which put the superficial and subterranean waters in direct contact. These features can be seen as intervening elements in the vulnerability of the aquifers to the contamination, since the studied area presents intense agricultural use.

Key-words: sinkholes; Middle Araguaia Plain; *Ipucas*.

1. INTRODUÇÃO

Em virtude da concepção de desenvolvimento baseada no crescimento econômico, com exacerbada exploração dos recursos naturais, assumida pela sociedade atual, a pressão ambiental sobre algumas áreas do planeta tem sido desproporcional à sua capacidade de resiliência. Dentre estes ambientes que apresentam menor capacidade de se recuperar de impactos ambientais provocados de maneira repentina e em grande intensidade, as áreas cársticas estão as mais vulneráveis. Para Ardila e Valsero (2016), “[...] entre las muchas singularidades de los paisajes kársticos, el uso y aprovechamiento que se hace de estos medios es el aspecto más relevante y destacado de la relación entre sociedades y el karst”. Tal relação pode se dar da maneira mais sustentável possível à medida que se põem em prática ações efetivas de ordenamento territorial.

Neste viés, assume-se aqui a convicção de Almeida (2002, p. 218), entendendo que “as medidas preventivas, de recuperação ou revitalização do ambiente, não podem ser consideradas como eficientes sem o conhecimento detalhado do funcionamento da dinâmica ambiental [...]”.

Na planície aluvial do médio Araguaia na porção centro-oeste do estado do Tocantins ocorre uma série de feições doliniformes regionalmente conhecidas como *ipucas*. Estas feições constituem depressões pontuais no relevo associadas a fragmentos florestais. Martins (2004) e Nascimento e Morais (2012) atribuem à gênese dessas feições à dissolução dos calcários subjacentes aos sedimentos quaternários da Bacia Sedimentar do Bananal, podendo ser entendidas como dolinas. Assim, o presente estudo visa fazer uma classificação morfológica de dolinas com florestais na região de

Lagoa da Confusão - TO. Secundariamente, busca-se contribuir para o entendimento da dinâmica hidrológica da área em estudo, entendendo-se que as feições estudadas são pontos diretos de contato entre as águas superficiais e subterrâneas, contribuindo para elevação da vulnerabilidade natural dos aquíferos nos pontos de ocorrência dessas feições.

1.1 Área de Estudo

A área de estudo está situada sobre rochas do Grupo Tocantins, que é constituído por um conjunto de metamorfitos, que compõem o Cinturão Araguaia, de idade pré-cambriana. Segundo Brasil (1981) e Martins (2004), são rochas de baixo grau metamórfico, representadas por xistos, filitos, ardósias, metargilitos e metassiltitos, além dos calcários, que ocorrem na forma de lentes descontínuas, com maior abrangência nas proximidades de Lagoa da Confusão e Formoso do Araguaia. O município de Lagoa da Confusão é o maior produtor de arroz irrigado do Estado do Tocantins, com área plantada de aproximadamente 30.000 ha. Produção essa irrigada por águas explotadas dos rios Formoso, Urubu, Javaés e Douradinho. Desde 2008 essa região de Lagoa da Confusão tem sido o recorte espacial para estudos com diferentes abordagens, tais como: evolução geomorfológica regional, espeleologia, vulnerabilidade das águas subterrâneas, e mais recentemente, relações entre neotectônica e o desenvolvimento de feições geomorfológicas.

2. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi adotada uma abordagem metodológica que parte da escala regional para a local, selecionando-se na região de Lagoa da Confusão um polígono contemplando as áreas com ocorrência fragmentos florestais que, a partir da observação de imagens de satélite, da leitura de relatórios geológicos e de trabalhos de campo, mostraram-se tratar nitidamente de dolinas (*sinkholes*).

A maior parte desta área é aproveitada para fins de agricultura, sendo as dolinas evidenciadas pelo contraste da rugosidade da vegetação florestal presente em seu interior com as culturas agrícolas tangenciais, que apresentam menor rugosidade.

A primeira etapa da execução do trabalho consistiu no levantamento bibliográfico acerca das feições doliniformes (*ipucas*) na porção do médio Araguaia, além de informações sobre a

compartimentação geológica e geomorfológica da área de estudo, com leituras e interpretação de mapas temáticos, cartas topográficas, fotografias aéreas e imagens de satélite.

Numa segunda etapa, foi realizada a cartografia (vetorização) das feições. Para tal, utilizou-se do software QGis, versão 2.14.11, onde foi montado um banco de dados com imagens do ano de 2012 do satélite *RapidEye*, com resolução espacial de 5 metros, além de imagens do *GoogleEarth* e *BingMaps*.

Após a vetorização das dolinas, as mesmas foram classificadas morfologicamente, segundo os tipos indicados por Angel et al. (2004), como pode ser visto na figura 1. Foram ainda realizadas campanhas de campo para caracterização de algumas destas dolinas *in loco*.

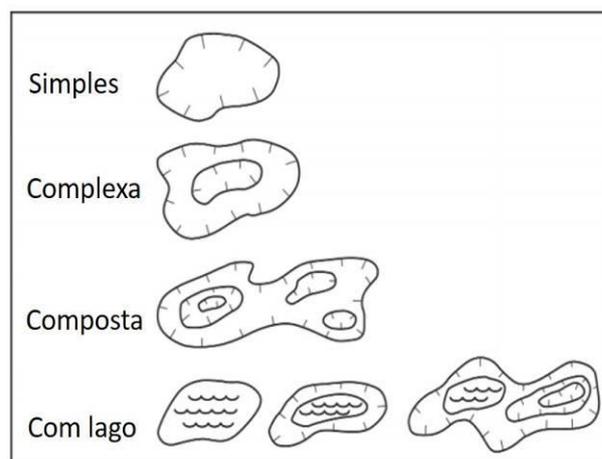


Figura 1: Tipologia de dolinas a partir da análise de sua geometria em planta. Fonte: Angel et al. (2004).

Cabe aqui ressaltar a variada gama de possibilidades de classificações de dolinas encontrada na literatura, principalmente quanto à gênese e morfometria. Contudo, em função da metodologia adotada, foram levadas em consideração apenas as formas (contorno) das feições numa visão aérea (planta), além da presença ou ausência de lagos em seu interior. Ademais, tomou-se o cuidado de desconsiderar como dolina aquelas feições que nitidamente se caracterizam como manchas vegetacionais recortadas e preservadas propositalmente como reserva legal de propriedades rurais. Todas estas características foram evidenciadas a partir da análise em máxima aproximação escalar disponível proporcionada pelas imagens do programa *GoogleEarth* e do site *BingMaps*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As feições estudadas na porção da planície aluvial do médio Araguaia se distribuem para além das áreas com atual aproveitamento agrícola, mas são menos perceptíveis nas áreas de maior densidade e rugosidade vegetal nas imagens de satélite referentes às áreas florestadas. O polígono estabelecido para este estudo possui área de 759,08 km², onde foram mapeadas 921 feições (Figura 2). Excluindo-se as 32 feições classificadas como reserva legal de tecido vegetal, tem-se uma densidade de 1,17 dolina/km².

Ainda que em áreas diferentes, as feições doliniformes desta região já foram alvo de outros estudos empenhados na extração de índices morfométricos das mesmas (MARTINS et al., 2002, NASCIMENTO e MORAIS, 2012). Assim, os resultados aqui apresentados contemplam a forma e a discussão das funções destas dolinas na fisiologia da paisagem.

Como detalhado na tabela 1, foram mapeados 921 fragmentos de florestas, sendo que 58,3% destes fragmentos mostraram depressões simples, ou seja, com um único ponto de destino do escoamento superficial, enquanto que 13,13% das feições mostraram-se semelhantes às formas simples, contudo com uma topografia escalonada, como pode ser visto na figura 1, denotando mais de um estágio

de subsidência em sua formação. Em 12,48% das feições analisadas, pode-se notar mais de um ponto de destino dos fluxos superficiais (sumidouro), caracterizando uma morfologia composta.

Quando observada a presença de lago permanente no interior das dolinas, foi levada em consideração a perenidade dos mesmos, dado que a classificação se deu com imagens da estação seca. Assim, 116 feições (12,59%) apresentaram pequenos lagos em seu interior, constituindo-se em pontos direto de contato dos fluxos superficiais com os subterrâneos. Cabe ressaltar que esta área possui aproveitamento agrícola intensivo, com uso de defensivos que podem colocar em risco a qualidade ambiental dos recursos hídricos subterrâneos.

A partir da análise da distribuição das feições, é possível notar uma maior densidade no quadrante noroeste da área estudada, além da concentração de formas com menores dimensões na porção ao sul do rio Urubu, drenagem no sentido leste-oeste da parte inferior da figura 2. As observações aqui realizadas, juntamente com outros estudos, têm evidenciado cada vez mais a existência de um carste encoberto nesta porção da Planície do Médio Araguaia. A figura 3 apresenta vista oblíqua e em perfil que demonstram os aspectos morfológicos de um desses fragmentos florestais caracterizados como dolina com presença de lago.

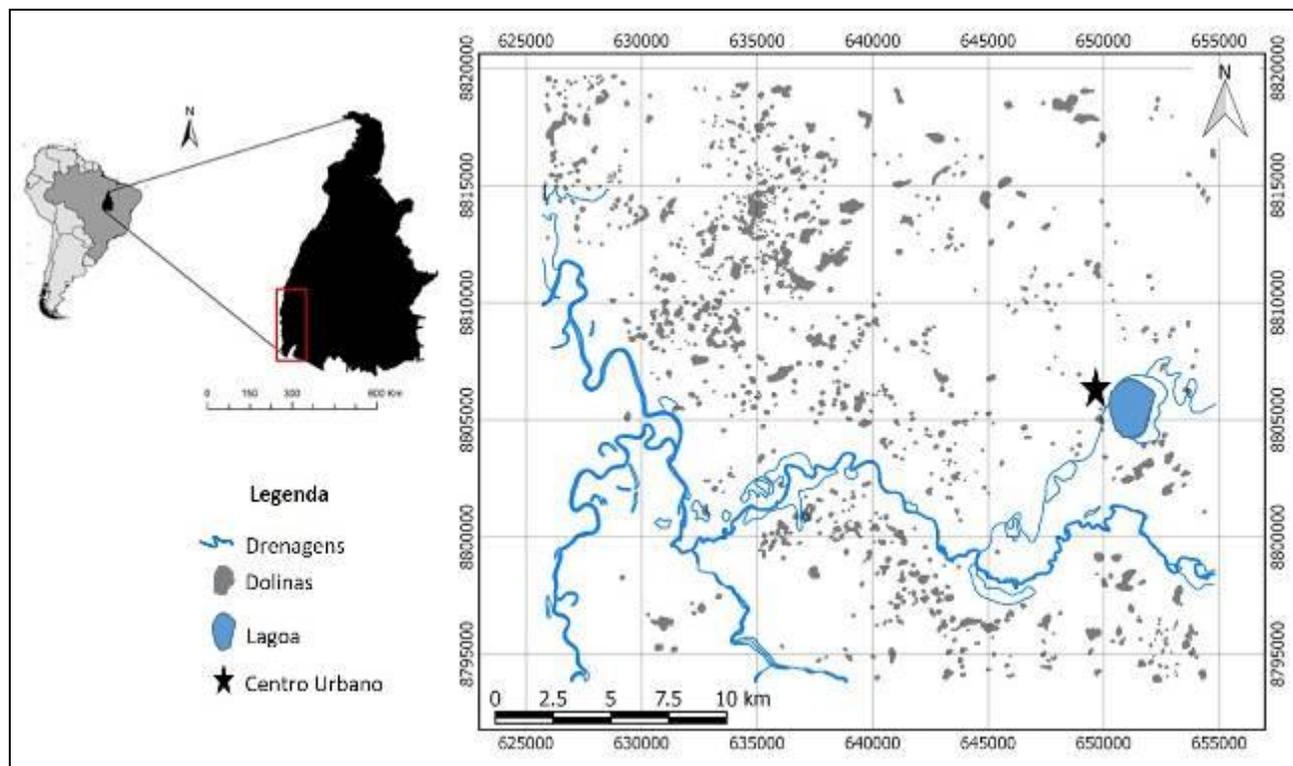


Figura 2: Localização da área de estudo e distribuição espacial das feições classificadas.

Tabela 1: Tipologia das dolinas estudadas.

Tipo	Quantidade	Percentual relativo ao total de feições
Simples	537	58,30%
Complexa	121	13,13%
Composta	115	12,48%
Com Lago	116	12,59%
Total	921*	-----

*Na etapa de detalhamento do trabalho, 32 (3,47%) das 921 feições mapeadas mostraram-se ser reserva legal de vegetação nativa, não sendo classificadas como feições doliniformes.

Por se tratar de uma área ecotonal entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, esta região tem recebido bastante atenção de pesquisas de cunho biológico, mas pouquíssima atenção tem sido dada aos aspectos geomorfológicos como fator de formação destas feições doliniformes. Cabe ressaltar que as ipucas, como são regionalmente conhecidas não são endêmicas do estado do Tocantins, e já foram observadas também no Estado do Mato Grosso, onde levam o nome de “*impucas*” (BARBOSA, 2009).

4. CONCLUSÕES

Os dados levantados, juntamente com as informações sobre a fitossociologia das depressões com fragmentos de floresta inundada podem ajudar na compreensão da relação biogeografia/geomorfologia nesta porção de elevada vulnerabilidade ambiental da Planície do Médio Araguaia. A partir desta classificação entende-se ser

possível contribuir para esclarecer a natureza cárstica destas depressões, principalmente as que apresentam lago em seu interior, dado que as mesmas apresentam águas em tonalidade azulada, e análises preliminares têm mostrado tratar-se de águas carbonatadas.

Por entender que as depressões doliniformes com lagoas aqui estudadas são pontos de recarga direta dos aquíferos, ressalta-se a importância desta classificação para o “Estudo da vulnerabilidade dos recursos hídricos subterrâneos na região de Lagoa da Confusão – Tocantins”, projeto que vem sendo desenvolvido com uma abordagem multidisciplinar, com aplicação de métodos geofísicos e hidrogeológicos, além de análises de isótopos estáveis e hidrogeoquímica das águas, para compreensão da situação ambiental dos recursos hídricos nesta região, e de possíveis cenários futuros frente ao vultoso avanço da agricultura nestas áreas ecotonais da bacia hidrográfica do rio Araguaia.

AGRADECIMENTOS

A presente pesquisa foi desenvolvida com auxílio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Tocantins, através do Programa de Pesquisa em Recursos Hídricos, processo nº 2014.20300.000009. O estudo foi também financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq através do Edital Universal, processo nº 485433/2013-3.



Figura 3: Aspectos de uma dolina com lago em perfil (A) e em vista oblíqua (B).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. G. O ordenamento territorial e a Geografia Física no processo de gestão ambiental. In: SANTOS, Milton; BECKER, Bertha (orgs). **Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial**. Rio de Janeiro: Ed. Lamparina, 2002. p. 211-229.



- ANGEL, J. C.; NELSON, D. O.; PANNO, S. Comparison of a new Gis-based technique and a manual method for determining sinkhole density: An example from Illinois' Sinkhole Plain. **Journal of Cave and Karst Studies**, v. 66, n. 1, p. 9-17, 2004.
- ARDILA, P. A. R.; VALSERO, J. J. D. Karst y sociedad. **Revista de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 24, n. 1, p. 88-95, 2016.
- BARBOSA, D. C. F. **Estrutura e composição florística de dois fragmentos naturais de florestas inundáveis (ipucas) no Parque Estadual do Araguaia - MT.** 2009. 128f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado do Mato Grosso, Cárceres, 2009.
- BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SC. 22. Tocantins: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro: 524 p. 1981.
- MARTINS, A. K. **Ipucas da Planície do Araguaia, Estado do Tocantins: Ambiente físico de ocorrência, solos e uso da terra.** 2004. 134f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- MARTINS, I. C. M.; SOARES, V. P.; SILVA, E.; BRITES, R. S. Diagnóstico Ambiental no contexto da paisagem de fragmentos naturais “*ipucas*” no município de Lagoa da Confusão, Tocantins. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 299-309, 2002.
- NASCIMENTO, P. F. O. MORAIS, F. Análise morfométrica em ipucas em carste encoberto na Depressão do Médio Araguaia, estado do Tocantins. 9º Simpósio Nacional de Geomorfologia – IX SINAGEO, **Anais...** Rio de Janeiro, RJ. 21 a 24 de out. 2012.