

## CARACTERIZAÇÃO DE DEPRESSÕES FECHADAS NO VÃO DO PARANÃ, A OESTE DA SERRA GERAL DE GOIÁS

## CHARACTERIZATION OF CLOSED DEPRESSIONS IN THE VÃO DO PARANÃ, WEST OF SERRA GERAL DE GOIÁS

Fernanda Cristina Rodrigues de Souza \*  
André Augusto Rodrigues Salgado \*  
Thaís Aparecida Silva \*  
Luis Felipe Soares Cherm \*

### Resumo:

Este trabalho apresenta as características das dolinas, uvalas e outras depressões fechadas presentes no Vão do Paranã, que está situado a oeste da Serra Geral de Goiás, próximo aos limites territoriais dos Estados de Minas Gerais, Goiás e Bahia. Os procedimentos metodológicos utilizados incluem revisão bibliográfica, interpretação de imagens de satélite Sentinel 2, identificação e vetorização das depressões fechadas, caracterização morfológica e trabalho de campo. Os resultados demonstram que as dolinas e uvalas estão concentradas, predominantemente, na depressão do rio Paranã, enquanto as cavidades naturais subterrâneas estão localizadas principalmente nas escarpas da Serra Geral de Goiás. Verifica-se a ocorrência de padrão aleatório de dolinas e uvalas arredondadas, elípticas e irregulares. As dolinas e uvalas com menores áreas e perímetros estão localizadas principalmente no extremo sul da área de estudo e também ao norte, entre Iaciara e Nova Roma. Os maiores índices de área e volume estão nas feições situadas na porção central da depressão do Paranã. As geoformas estudadas desenvolvem-se diretamente em: i) coberturas detrito lateríticas ferruginosas, onde ocorrem calcários do subgrupo Paraopeba como litologia subjacente; ii) calcários do subgrupo Paraopeba indiviso e da Formação Sete Lagoas. Ratifica-se que os resultados obtidos estão expressos em mapas, figuras e modelo de relevo, assim como sinalizam que todas essas feições originaram-se a partir de processos de dissolução.

### Abstract:

This paper presents the characteristics of the dolines, uvalas and other closed depressions present in Vão do Paranã, located to the west of Serra Geral de Goiás, next to Minas Gerais, Goiás and Bahia. The methodology includes bibliographic review, interpretation of Sentinel 2 satellite images, identification of closed depressions, morphological characterization and fieldwork. The results show that the dolines and uvalas are predominantly concentrated in the Paranã river depression, while the caves are located mainly in the cliffs of Serra Geral de Goiás. There is a random pattern of rounded, elliptic and irregular dolines and uvalas. The dolinas and uvalas with smaller areas and perimeters are located mainly in the southern and also to the north of the area, between Iaciara and Nova Roma. The largest area and volume are in the features located in the central portion of the Paranã depression. The studied geoforms are developed directly in: i) laterites, where limestones of the Paraopeba Subgroup with underlying lithology; ii) limestones of the Paraopeba Subgroup and the Sete Lagoas Formation. The obtained results are in maps and pictures, and indicate that all these features originated by dissolution processes.

\* Possui graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES e mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. É doutoranda em Geografia na Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.  
\* Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2000), mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2002), doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais pela Universidade Federal de Ouro Preto (2006).  
\* Possui graduação em geografia bacharelado pela Universidade Federal de Alfenas (2014).  
\* Graduação em Geografia - Bacharelado pela Universidade Federal de Minas Gerais (2006), mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais pela Universidade Federal de Minas Gerais (2008) e doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais pela Universidade Federal de Ouro Preto (2012). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal de Goiás

### Palavras-chave:

dolinas, relevo Cárstico, geomorfologia, paranã

### Keywords:

dolines, karst, geomorphology, paranã

## INTRODUÇÃO

As dolinas são depressões em forma de bacia (CVIJIC, 1895), particulares do ambiente exocárstico (PILÓ, 1998) e ocorrem com frequência nessa superfície. Elas podem estar associadas ou não a canais de cavernas, canais de drenagens subterrâneos e sistemas de falhas. Destaca-se que para a formação dessas depressões fechadas é importante que exista água infiltrada nas fraturas em um período relativamente curto de tempo (CVIJIC, 1895), fato que causa a subsidência (JENNINGS, 1985), dissolução ou colapso da rocha (CVIJIC, 1895, JENNINGS, 1985). Segundo Williams (2004), a maioria das dolinas possui origem poligenética, ou seja, surgem a partir de mais de um processo de formação. As uvalas, por sua vez, correspondem às depressões originadas a partir da coalescência de dolinas (WHITE, 1988). Do ponto de vista morfodinâmico essas depressões fechadas se constituem em unidades hidrográficas elementares. Inicialmente as águas superficiais convergem para pontos de absorção localizados no fundo dessas geoformas e, em seguida, as encaminham para o meio subsuperficial (no contato com o solo) e subterrâneo (PILÓ, 1998).

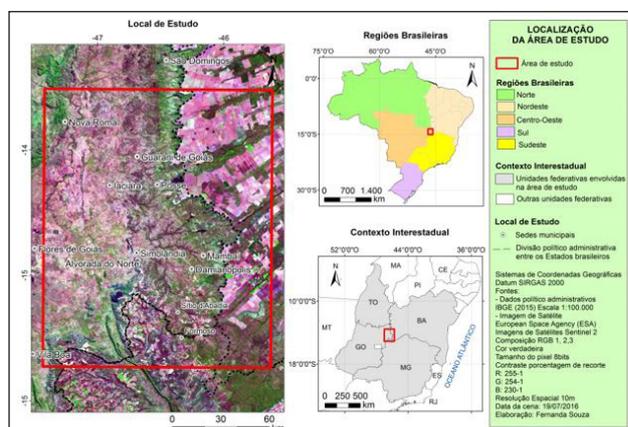
Devido à representatividade das dolinas e uvalas para o ambiente exocárstico, torna-se importante caracterizá-las e compreendê-las para a interpretação da morfogênese de ambientes cársticos. O Vão do Paraná, localizado na porção oriental do Estado de Goiás é um desses ambientes e poucos são os trabalhos (BRAUN, 1970) que destacam a ocorrência de depressões fechadas nessa região. Assim, realiza-se o desenvolvimento desse estudo, que tem como objetivo caracterizar as dolinas, uvalas e outras depressões fechadas que ali ocorrem e assim colaborar para uma maior compreensão da morfogênese regional.

Destaca-se que a caracterização destas geoformas cársticas contribui para a compreensão de aspectos hidrológicos regionais, assim como para a interpretação do processo de ocupação espacial, uma vez que algumas dessas feições são utilizadas para dessedentação animal (especialmente no período de estiagem), assim como para o uso e ocupação de subsistência. Enfatiza-se que o conhecimento das características dessas feições amplia o embasamento teórico e prático necessários para a elaboração e implementação dos planos de conservação regionais públicos ou particulares. Afinal, elas influenciam diretamente no ordenamento territorial e uso sustentável do espaço geográfico.

## 1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está inserida em um território que engloba partes das regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Ela localiza-se em um contexto que envolve as fronteiras das unidades federativas de Goiás, Bahia e Minas Gerais (Figura 1). O contexto geológico é marcado por rochas do Grupo Bambuí, que ocorrem depositadas sobre o embasamento e as megassequências do Grupo Paranoá. Além dessas, as unidades geológicas da Bacia Sanfranciscana que afloram nessa área são rochas dos grupos Santa Fé, Urucuia, Areado (pontualmente) e os Depósitos Terciários e Quaternários (SOUZA *et al.*, 2004).

Figura 1- Localização da área de estudo



Segundo a classificação de Köppen-Geiger, os tipos climáticos registrados na área de estudo são Cwa (tropical de altitude) e Aw (clima quente e úmido megatérmico). O clima tropical de altitude possui índices pluviométricos médios de 1500 mm anuais e temperaturas médias de 21°C (ANA, 2009; INMET, 2009). O clima quente e úmido megatérmico possui índice pluviométrico médio de 1700 mm anuais e temperaturas médias entre 24 e 26°C (ANA, 2009). As condições climáticas da região influenciam nos processos de dissolução da rocha, formação e ampliação das depressões doliniformes.

A Serra Geral de Goiás é o divisor hidrográfico regional entre as bacias dos rios São Francisco (a leste) e Tocantins-Araguaia (a oeste). Registra-se que as drenagens da bacia do rio São Francisco na área de estudo possuem baixos gradientes hidráulicos e correm sobre a topografia plana. O alto curso dessas drenagens se organiza em compartimentos de fundos de vales com seção transversal plana. Nesses locais, em geral há concentração de águas pluviais e subsuperficiais, o que formam

zonas alagadas (BRASIL, 1982). Por sua vez, a porção pertencente à Bacia Hidrográfica do Tocantins-Araguaia é drenada por um dos seus afluentes (o rio Paran). O rio Paran e seus afluentes dissecam vales profundos e marcados por níveis de base locais de vários tipos. De forma geral, o divisor entre as bacias do rio São Francisco e Tocantins/Araguaia  uma escarpa na forma de degrau, onde o piso superior da escarpa drena em direção ao rio São Francisco e o piso inferior constitui o Vo do rio Paran (Figura 02).

Figura 2- Características paisagísticas do relevo na área de estudo



Foto: Os autores (Agosto/ 2017)

Os solos desenvolvidos nas áreas de planícies e terraços são predominantemente Neossolos Flúvicos, Planossolos, Cambissolos e Argissolos. Nas áreas associadas principalmente a veredas e a algumas drenagens observa-se a ocorrência de Gleissolos (BRASIL, 1982, essas classes de solos estão atualizadas conforme a classificao de solos vigente e as normas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2006). O relevo  predominantemente plano, com declividade de 0 a 10% e entre 0 e 3. Os patamares da Serra Geral de Goiás são as áreas que apresentam as maiores declividades locais, que variam de 10 a 75%.

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006) a área de estudo  compartimentada nas seguintes unidades geomorfológicas: i) Planície do Rio São Francisco; ii) Chapadas do Rio São Francisco; iii) Planalto Central Brasileiro; iv) Vo do Paran; v) Patamares dos Rios São Francisco e Tocantins. Segundo esse mapeamento destacam-se no polígono de estudo: 1) a área do Vo do Paran, a oeste da Serra Geral de Goiás, onde há feições exocrsticas; 2) os patamares do rio São Tocantins, onde estão localizadas majoritariamente as cavidades na área de estudo; e 3) as chapadas do São Francisco, situadas no setor leste da área pesquisada e localmente denominada Serra Geral de Goiás (Figura 2).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento dessa pesquisa incluíram: i) revisão bibliográfica e cartográfica; ii) sensoriamento remoto; iii) vetorizao de depressões fechadas; iv) trabalho de

campo para reconhecimento das feições catalogadas, e v) caracterizao das dolinas e uvalas.

A identificao e vetorizao das depressões fechadas ocorreu com o uso de imagens de satélite Sentinel 2, banda azul, nas faixas KD, KE, KF, LD, LE, LF, MD, ME e MF, com resoluo espacial de 10m. Essas imagens estão disponíveis no site da *European Space Agency* (ESA, 2016) e foram utilizadas aquelas imageadas em 19/07/2016. Posteriormente, realizou-se a caracterizao das depressões fechadas conforme a área e perímetro. A delimitao das imagens de satélite levou em considerao elementos de reflectância, como tons de cinza, textura, estrutura, padrão, morfologia, entre outras características próprias de depressões doliniformes e áreas temporária ou permanentemente alagadas. A vetorizao dessas depressões foi realizada no software ArcGIS. Em seguida, realizou-se o cálculo automatizado das feições vetorizadas através da utilizao de ferramentas do ArcGIS. O trabalho de campo para reconhecimento das feições catalogadas ocorreu na estao seca. Nessa ocasião, percorreram-se áreas que envolveram de forma representativa os domínios espaciais de ocorrência das depressões fechadas.

Após o trabalho de campo foram selecionadas feições que se classificam morfologicamente em sensoriamento remoto e campo como dolinas e uvalas. Apenas as feições que atendiam a ambas as condies foram selecionadas. Isso ocorreu porque a validao em campo demonstra que algumas feições possuem características semelhantes  dolinas em sensoriamento remoto, mas em campo não podem ser categorizadas por essa classificao. Portanto, trata-se de feições que requerem estudos mais aprofundados para analisar suas especificidades. Posteriormente, realizou-se a caracterizao das feições classificadas como dolinas e uvalas via sensoriamento remoto e trabalho de campo. Essa caracterizao ocorreu conforme o contexto litológico e geomorfológico local. Por fim, se discutiu os resultados obtidos com as principais referências nacionais e internacionais sobre esse assunto.

## 3. RESULTADOS

A interpretao de imagens de satélite evidencia a ocorrência de várias depressões fechadas com resoluo espacial igual ou superior a 10m. Entre o grupo dessas feições geomorfológicas existentes, 500 geofomas foram vetorizadas. Essa quantidade de feições foi selecionada aleatoriamente. Apesar disso, considera-se este valor como representativo em termos de área de ocorrência dessas feições. Nota-se que as geofomas identificadas

por sensoriamento remoto estão localizadas na porção oeste da área de estudo, na depressão do rio Paraná ou Vão do Paraná (Figura 3).

Em geral, as depressões fechadas são predominantemente pequenas em termos de área e perímetro. Mas, registra-se que a área dessas feições varia de 0,001 a 2,639km<sup>2</sup>, sendo que as maiores geoformas em termos de área e perímetro localizam-se na porção central da área de estudo. Nos extremos norte e sul da área de estudo estão localizadas as feições com menores áreas e perímetros (Figura 4).

Durante os trabalhos de campo confirmou-se que as depressões fechadas ocorrem predominantemente no Vão do Paraná, todavia há poucas ocorrências dessas geoformas nos patamares da Serra Geral de Goiás. Nesses patamares registra-se que as depressões são mais rasas e menores que aquelas localizadas na depressão; por isso não podem ser visualizadas com a resolução espacial do sensor remoto. Enfatiza-se que as depressões na área central do Vão do Paraná são em geral grandes, suaves e com pequenos pontos de infiltração. Já as geoformas situadas na porção norte da área de estudo são pequenas, suaves, mais profundas e se configuram morfologicamente por sensoriamento remoto e campo como dolinas e uvalas.

As dolinas e uvalas se desenvolvem em áreas com calcários do Grupo Bambuí (subgrupo Paraopeba indiviso e Formação Sete Lagoas) e coberturas detrito lateríticas ferruginosas (Figura 5). Essas feições ocorrem em áreas de relevo plano, cujas declividades variam de 0 a 10%, o que equivale a 0 e 3°. Enfatiza-se que as coberturas detrito lateríticas ferruginosas exercem um papel importante na dinâmica das dolinas e uvalas. Isto ocorre em razão de que, localmente em campo, pode-se observar que as dolinas desenvolvidas diretamente em calcá-

rios do Grupo Bambuí apresentam morfologia suave. Já as dolinas inseridas em áreas com coberturas lateríticas e calcário subjacente são marcadas pela ocorrência de afloramentos de laterita com até 1,5m de altura. Nesse caso, em geral, elas possuem um lado suave e outro encaixado na cobertura laterítica, sendo, portanto, irregular. Porém, a ocorrência dessas coberturas também está associada à dinâmica própria das dolinas e uvalas. Afinal, as dolinas são unidades hidrológicas com flutuações do nível freático ao longo do ano (Figura 6). Assim, a presença de ferro associada a ciclos de umedecimento e secagem, típicos das áreas de dolinas e uvalas, favorecem a ocorrência de coberturas detrito lateríticas ferruginosas, conforme já foi descrito no Quadrilátero Ferrífero

Figura 4- Área e perímetro das depressões fechadas

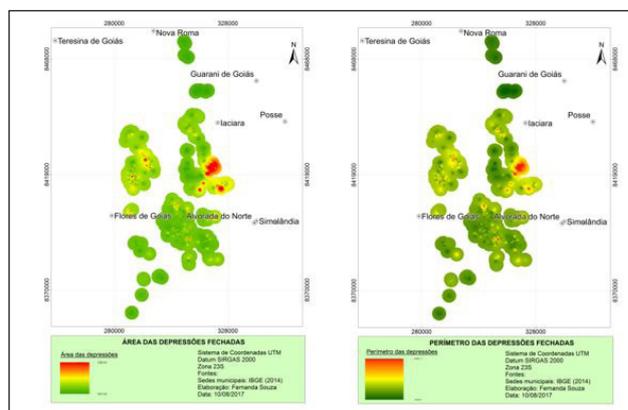
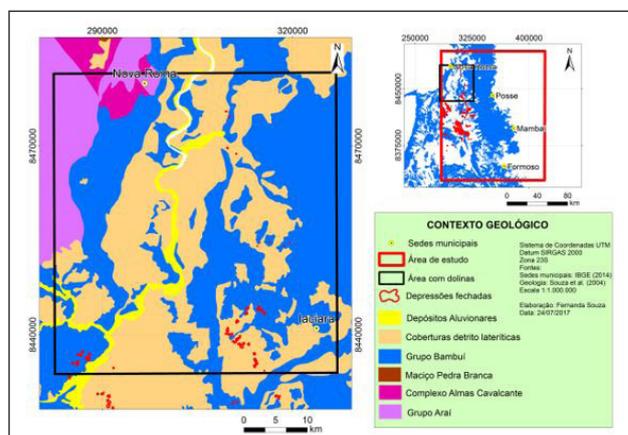
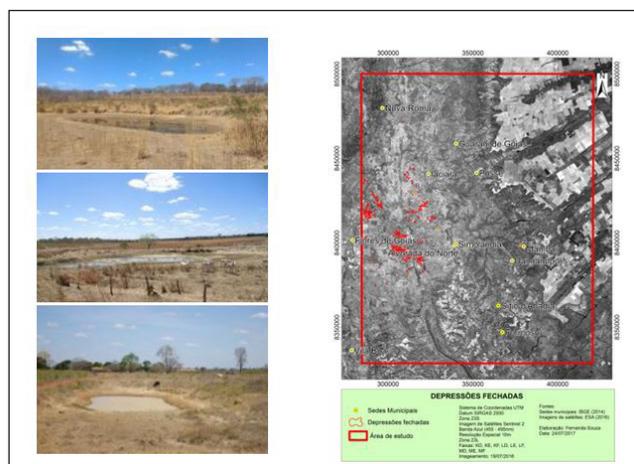


Figura 5- Contexto geológico de ocorrência das dolinas e uvalas na porção norte da área de estudo



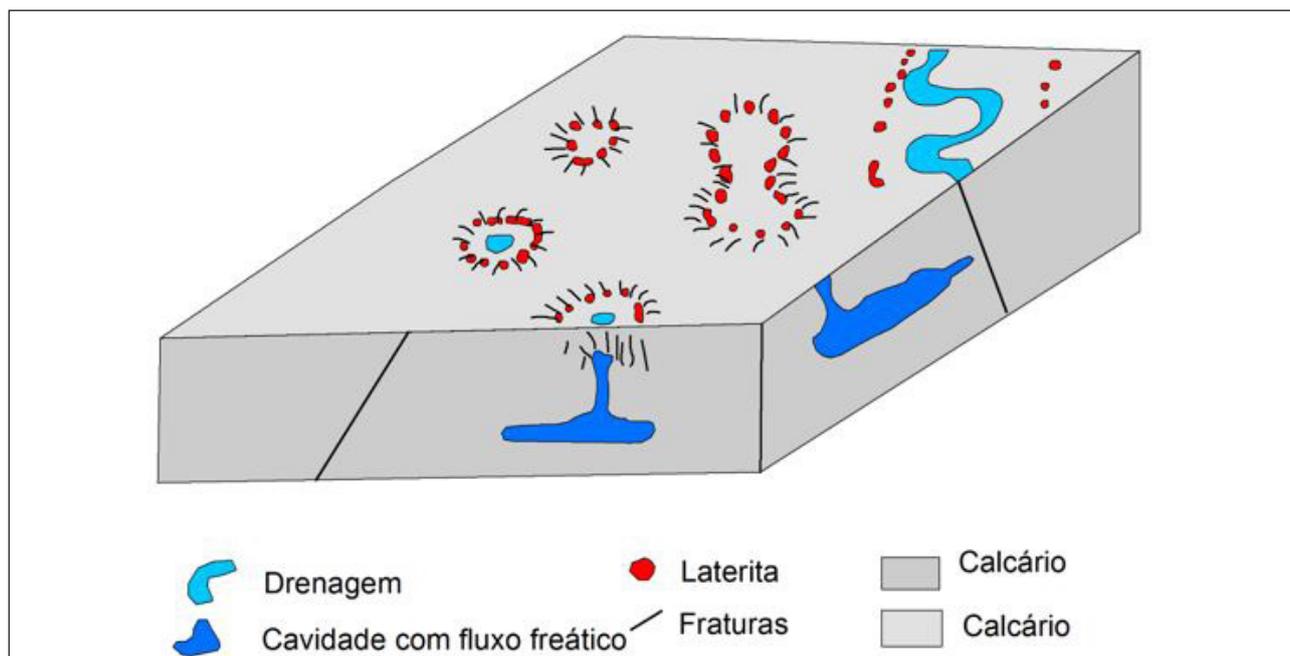
rios do Grupo Bambuí apresentam morfologia suave. Já as dolinas inseridas em áreas com coberturas lateríticas e calcário subjacente são marcadas pela ocorrência de afloramentos de laterita com até 1,5m de altura. Nesse caso, em geral, elas possuem um lado suave e outro encaixado na cobertura laterítica, sendo, portanto, irregular. Porém, a ocorrência dessas coberturas também está associada à dinâmica própria das dolinas e uvalas. Afinal, as dolinas são unidades hidrológicas com flutuações do nível freático ao longo do ano (Figura 6). Assim, a presença de ferro associada a ciclos de umedecimento e secagem, típicos das áreas de dolinas e uvalas, favorecem a ocorrência de coberturas detrito lateríticas ferruginosas, conforme já foi descrito no Quadrilátero Ferrífero

Em termos da compartimentação geomorfológica e localização das dolinas, na área de estudo há cinco unidades geomorfológicas: a) chapadas; b) patamares da Serra Geral de Goiás; c) patamares do Planalto Central; d) Serra dos Veadeiros; e) depressão do Paraná. As chapadas são moldadas sobre os arenitos; os patamares da Serra Geral de Goiás se desenvolvem em rochas calcárias e areníticas. Os patamares do Planalto Central são



Fotos: Thaís Silva e Fernanda Souza

Figura 6- Relação entre hidrologia, lateritas, dolinas e uvalas



Croqui: Luis Felipe Soares Cherm  
 Elaborado em: 29/10/2017

Figura 7- Contexto geomorfológico de inserção das dolinas e uvalas



Foto: Os autores (Agosto/ 2017)

elaborados sobre as coberturas ferruginosas com concreções e a Serra dos Veadeiros ocorre sobre os quartzitos com em média 800m de altitude. Já a depressão do Paraná é moldada em rochas carbonáticas e coberturas ferruginosas. As dolinas ocorrem predominantemente na depressão do Paraná. As cavernas, por sua vez, que se desenvolvem principalmente nos patamares da Serra Geral de Goiás e ocorrem, em menor quantidade, também na depressão do Paraná e na Serra dos Veadeiros (Figuras 7 e 8).

#### 4. DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir de interpretação de imagens de satélite e trabalhos de campo demonstram que a área de estudo não se caracteriza como carste poligonal, conforme a classificação de Williams (1972) e White (1988). O carste poligonal refere-se àquele em que as dolinas e uvalas ocupam inclusive os espaços disponíveis nas vertentes. Essa denominação está associada ao padrão morfológico planimétrico em que os divisores de drenagem formam uma rede de polígonos irregulares

Figura 8- Compartimentação geomorfológica e inserção das cavernas, dolinas e uvalas na porção norte da área de estudo

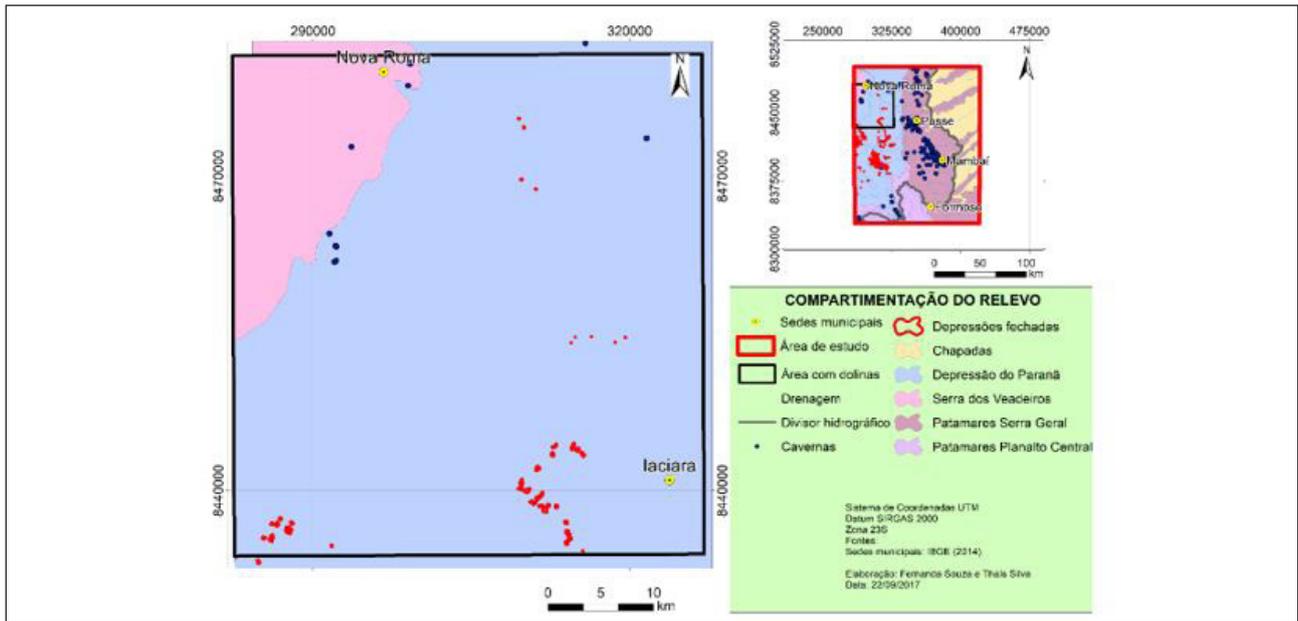
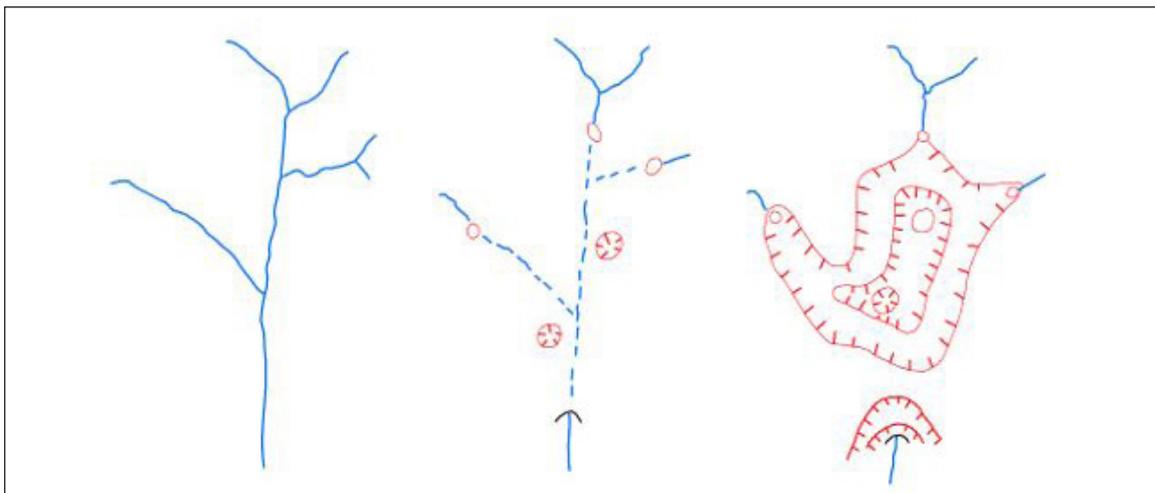


Figura 9- Processo de formação de valley sinks



Fonte: Modificado de White (1988)

(as dolinas e uvalas) (WHITE, 1988). Esse tipo de carste foi estudado primeiramente por Williams (1972).

As dimensões morfométricas das depressões fechadas estão diretamente relacionadas à eficiência do processo de retroalimentação hidrológica e ao desenvolvimento de rotas de drenagem subterrânea. Afinal, com a ampliação das áreas de captação das águas pluviais, reforça-se o fluxo de água ao longo da zona de infiltração. Assim, aumenta-se a dissolução e o aprofundamento dessas depressões e de sua área de captação (WHITE, 1988).

As dolinas e uvalas da área de estudo assemelham-se às classificadas por White (1988) como *valley*

*sinks*. Elas apresentam a formação de vales fluviais em depressões fechadas. A fase inicial de formação dessas feições é caracterizada pela presença de uma drenagem superficial com um nível freático raso. Posteriormente, alguns sumidouros ou pontos de absorção se instalam na calha da drenagem, o que aprofunda o nível freático. Em seguida, há o desenvolvimento de dolinas próximas da drenagem, assim como a drenagem superficial passa a apresentar pontos presentes e ausentes, ou seja, ela torna-se superficial e subsuperficial. Por fim, ocorre o desenvolvimento e ampliação das dolinas, assim como, formação de uvalas (Figura 9).

Braun (1970) foi pioneiro ao destacar a ocor-

rência de depressões fechadas no Vão do Paraná. Esse autor as associou a lagoas de origem aluvial. Segundo ele, se tratam de meandros abandonados que aos poucos tomam forma circular pelo contínuo assoreamento. O autor acrescenta ainda que algumas dessas lagoas estão coalescentes, o que deixa transparecer que são antigos meandros fluviais. Todavia, as observações realizadas ao longo desse trabalho demonstram que essas depressões estão associadas ao processo de dissolução.

Conforme apontam Pôssas e Cherem (2016) há diferenças morfológicas entre as áreas norte e sul do exocarste na região Noroeste de Goiás. Segundo esses autores a exumação do carste é mais intensa na porção norte, onde estão expostos maciços e cavernas. Na porção sul, os canais fluviais atravessam canions e as feições exocars-ticas se resumem a algumas verrugas. No presente trabalho pode-se indicar que essas diferenças estão associadas às características evolutivas do carste na área de estudo. Além disso, observa-se que há diferenças no relevo cárstico no sentido leste – oeste. Em termos gerais, salvo algumas exceções, predominam as ocorrências de dolinas, uvalas e outras depressões fechadas no Vão do Paraná e cavidades naturais subterrâneas nos patamares da Serra Geral de Goiás.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desse trabalho permite concluir que as depressões fechadas localizadas no centro da área de estudo são grandes, largas e apresentam morfologia suave alongada, semicircular ou irregular. Elas podem ser bem visualizadas em imagens de satélites, mas em campo apresentam apenas pequenos pontos de infiltração. Já as depressões situadas no setor norte são pequenas, apresentam morfologia suave, semicircular e irregular. Elas podem ser classificadas como dolinas e uvalas através de técnicas de sensoriamento remoto e trabalhos de campo.

Ressalta-se que as depressões fechadas ocorrem em áreas com calcários do Grupo Bambuí (Neoproterozoico) e coberturas detrítico lateríticas ferruginosas (Cenozoico), associadas a calcários subjacentes. Assim, em termos gerais, nas áreas com calcários as depressões fechadas são mais suaves, e nas áreas com coberturas lateríticas observa-se a ocorrência de afloramentos dessa rocha com até 1,5m de altura. As lateritas são interessantes, porque controlam a morfologia de algumas depressões e também estão associadas ao próprio desenvolvimento das dolinas e uvalas. Afinal, as dolinas são unidades hidrológicas intrínsecas no ambiente cárstico e a presença de ferro, associada à flutuação do nível hidrológico, per-

mite a formação dessas crostas ferruginosas.

Conclui-se que as depressões fechadas ocorrem predominantemente, mas não exclusivamente, nas áreas de baixa declividade, situadas no Vão do Paraná. Além disso, as diferenças morfológicas das depressões fechadas, ao longo do eixo longitudinal norte-sul da área de estudo, estão associadas a diferentes estágios evolutivos dessas feições. Recomenda-se considerar a ocorrência e distribuição espacial dessas feições no processo de ordenamento territorial e planejamento ambiental. Assim, as áreas próximas às dolinas e uvalas devem ter suas condições naturais preservadas, incluindo a água, vegetação, rocha, solo e relevo local, a fim de garantir a preservação das condições hidrológicas locais. Acrescenta-se que, este estudo é preliminar e faz parte de um projeto maior que visa a análise e compreensão do relevo cárstico na bacia hidrográfica do Tocantins/ Araguaia.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de estudo de doutorado e aos avaliadores pelas contribuições.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia**: relatório síntese. Brasília: ANA; SPR, 2009. 256p.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.23 – Brasília**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. v. 29. Rio de Janeiro: MME/ SG, 1982. 660p.

BRAUN, O. P. G. Contribuição à Geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia**. p.3-39. 1970.

CVIJIC, J. **Carste**: uma monografia geográfica. 1895. Belo Horizonte: PUCMG. 2017. Tradução de Luiz Eduardo Pannisset Travassos. Revisão de João Henrique Rettore Tottaro.

EUROPEAN SPACE AGENCY – ESA. **Imagens de Satélites Sentinel 2**. Resolução Espacial de 10m. Cenas de 19/07/2016. Dados disponíveis em: < <http://sentinel-s2-l1c.s3-website.eu-central-1.amazonaws.com/> > Acesso em: 10/10/2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa de Unidades do Relevo do Brasil**. Escala 1:5.000.000. 2º ed. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão/ IBGE: Rio de Janeiro. 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Normais Climáticas do Brasil 1961 - 1990**. Brasília: INMET. 2009. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/> > Acesso em: 08/10/ 2016.

JENNINGS, J. N. **Karst Geomorphology**. Oxford: Basil Blackwel. 1985.

PEREIRA, M. C.; STÁVALE, Y. O.; SALGADO, A. A. R. Estudo da gênese das cavidades e depressões em minério de ferro - Quadrilátero Ferrífero/MG: serras do Rola Moça e do Gandarela. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v.13. n.3, p. 245-253, 2012.

PILÓ, L. B. **Morfologia Cárstica e Materiais Constituintes: dinâmica e evolução da Depressão Poligonal Macacos – Baú – Carste de Lagoa Santa, MG**. 1998. 283p. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual de São Paulo: São Paulo.

PÔSSAS, I. B.; CHEREM, L. F. S. Diferenças Morfológicas do Exocarste da Borda Noroeste do Grupo Bambuí e suas Relações com a Morfodinâmica Regional do Vão do Paraná (GO): resultados preliminares. X SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA – SINAGEO. 2016. Maringá (PN). **Anais...** Maringá (PN): UBG. 2016.

SOUZA, J. D.; KOSIN, M.; HEINECK, C. A.; LACERDA FILHO, J. V.; TEIXEIRA, L. R.; VALENTE, C. R.; GUIMARÃES, J. T.; BENTO, R. V.; BORGES, V. P.; SANTOS, R. A.; LEITE, C. A.; NEVES, J. P.; OLIVEIRA, I. W. B.; CARVALHO, L. M.; PEREIRA, L. H. M.; PAES, V. J. C. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Folha SD.23 Brasília. Escala 1:1.000.000. In: SCHOBBE-NHAUS, C.; GONÇALVES, J. H.; SANTOS, J. O. S.; ABRAM, M. B.; LEÃO NETO, R.; MATOS, G. M. M.; VIDOTTI, R. M.; RAMOS, M. A. B.; JESUS, J. D. A. (eds). COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS – CPRM. **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo**. Programa Geologia do Brasil. Brasília: CPRM. 2004.

WHITE, W. B. **Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains**. Oxford: Oxford University Press, 1988. 464p.

WILLIAMS, P. W. Morphometric Analysis of Polygonal Karst in New Guinea. **Geological Society of America Bulletin**. n.3, p.761-796, 1972.

WILLIAMS, P. Dolines. In: GUNN, J. **Encyclopedia of Caves and Karst Science**. New York: Taylor and Francis Group, 2004. p. 628-641.

---

### Correspondência dos autores:

*Fernanda Cristina Rodrigues de Souza\**  
e-mail: fernanda.geo.souza@gmail.com

*André Augusto Rodrigues Salgado\**  
e-mail: aarsalgadoufmg@gmail.com

*Thaís Aparecida Silva\**  
e-mail: silvata91@gmail.com

*Luis Felipe Soares Cherem\**  
e-mail: luis.cherem@gmail.com

---

Artigo recebido em: 07/11/2017

Revisado pelos autores em: 16/02/2018

Aceito para publicação em: 30/04/2018