

GEOMORFOLOGIA E SEU IMPACTO NO PROCESSO DE OCUPAÇÃO HUMANA

Geomorphology and its Impact on the Human Occupation Process

Caroline Juliana Monteiro Añez dos Santos Reys*
Rayssa Aparecida Pinheiro Noveli**
Luciana Escalante Pereira***

Resumo: A morfologia de uma área está entre as primeiras análises a ser realizada para um local ser considerado apto ou não a ocupação. Tendo isso como base foi definido como problemática deste artigo analisar impactos ambientais da ocupação desordenada da área urbana do município de Corumbá-MS levando em consideração a geomorfologia da região. O levantamento de dados foi realizado por meio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento. Com os dados gerados conseguiu-se mapear as feições geomorfológicas do município e classificar a ocupação a nível de microbacias, podendo assim traçar um diagnóstico sobre os principais impactos da antropização em algumas áreas.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Corumbá e organização urbana.

Abstract: The morphology of an area is among the first analyzes to be carried out for a site to be considered suitable for occupation or not. Based on this, the problem of this article was defined as analyzing the environmental impacts of the disorderly occupation of the urban area of the municipality of Corumbá-MS, taking into account the geomorphology of the region. Data collection was carried out using geoprocessing and sensing techniques. With the data generated, it was possible to map the geomorphological features

Introdução

A migração para a cidade pela falta de perspectivas de trabalho no campo ficou conhecida como êxodo rural, que no Brasil teve grandes proporções em meados dos séculos XIX e XX (PAULO, 2010). O crescimento urbano ocorreu de modo acelerado e desordenado na maioria das cidades brasileiras (MORATO *et al.*, 2011), já que as cidades precisavam expandir seus meios urbanos para atender à crescente demanda populacional.

A ideia de crescimento é comumente associada à ideia de desenvolvimento, estando ambas relacionadas à evolução positiva (MARANDOLA, 2013). Essa percepção otimista sobre a ideia de crescimento acabou engendrando algumas problemáticas conforme a expansão urbana ocorria.

* Graduada em Ciências Biológicas. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E-mail: caroline-reeyz@gmail.com.

** Graduada em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E-mail: rayssapinhoenoveli@gmail.com.

*** Graduada em Gestão Ambiental. Doutora em Tecnologias Ambientais. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. E-mail: l.escalante.pereira@gmail.com.

of the municipality and classify the occupation at the level of microbasins, thus being able to draw a diagnosis on the main impacts of anthropization in some areas.

Abstract: Geoprocessing, Corumbá, Urban organization.



Existem alguns aspectos provocados por esse crescimento desordenado que podem ser classificados como impacto negativo tanto a saúde humana quanto para saúde ambiental, sendo eles, a ocupação de áreas inadequadas; destruição de recursos de valor ecológico; poluição do meio ambiente; e habitações em condições precárias de vida (VILLASCHI, 2003). Com a superlotação dos centros urbanos e a diminuição da oferta de trabalho, muitos indivíduos passaram a se instalar nas periferias das cidades (PAULO, 2010) ocupando áreas consideradas de risco e com condições mínimas.

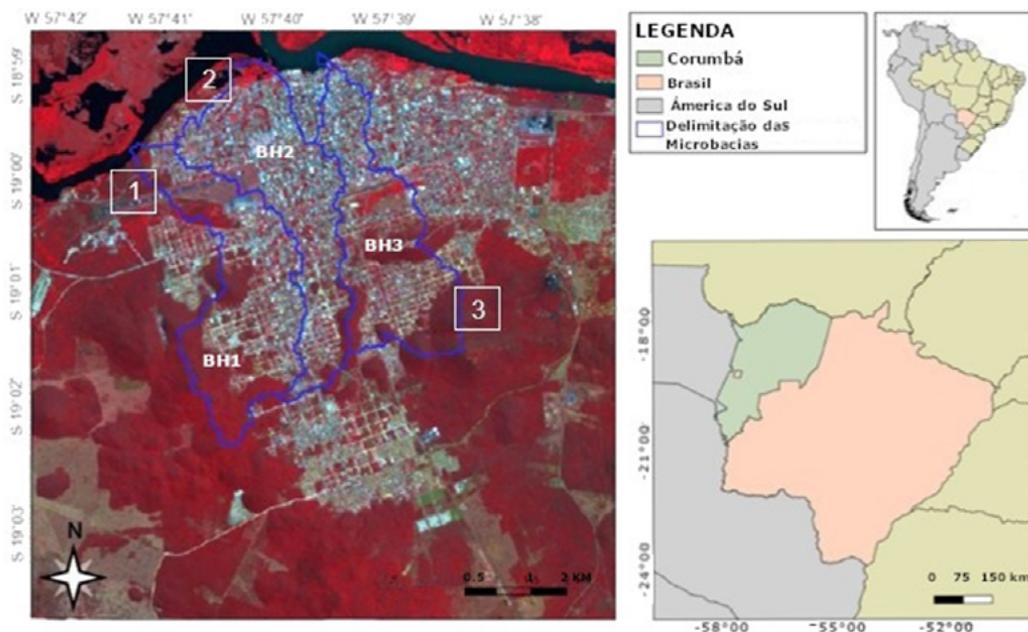
Para se considerar uma área como de risco e com condições mínimas, pode se levantar diferentes componentes, como econômicos, sociais, culturais e naturais que podem contribuir para a classificação do local, mas, um componente de cunho natural pode ser considerado preponderante nessa classificação: o contexto geomorfológico local.

A geomorfologia está entre as primeiras análises a ser realizada para uma área ser considerada apta ou não a ocupação. Um exemplo disso é que as áreas de vulnerabilidade natural de um ambiente normalmente estão associadas à geomorfologia e também à geologia local. Considerando isso, este trabalho buscou analisar os impactos ambientais da ocupação desordenada da área urbana da cidade de Corumbá-MS associados ao contexto geomorfológico do município.

Área de estudo

A cidade de Corumbá, localizada no Estado de Mato Grosso do Sul (figura 1), representa uma cidade de médio porte, com aproximadamente 112.669 habitantes (IBGE, 2021), e, em níveis urbanos, enfrenta problemas similares a muitas cidades brasileiras, podendo-se citar, a exemplo, os casos corriqueiros de alagamento em diferentes bairros.

Figura 1: Localização do município de Corumbá e da área urbana. Microbacias urbanas analisadas. Imagem de Satélite Sentinel-2, composição falsa-cor RGB-842.

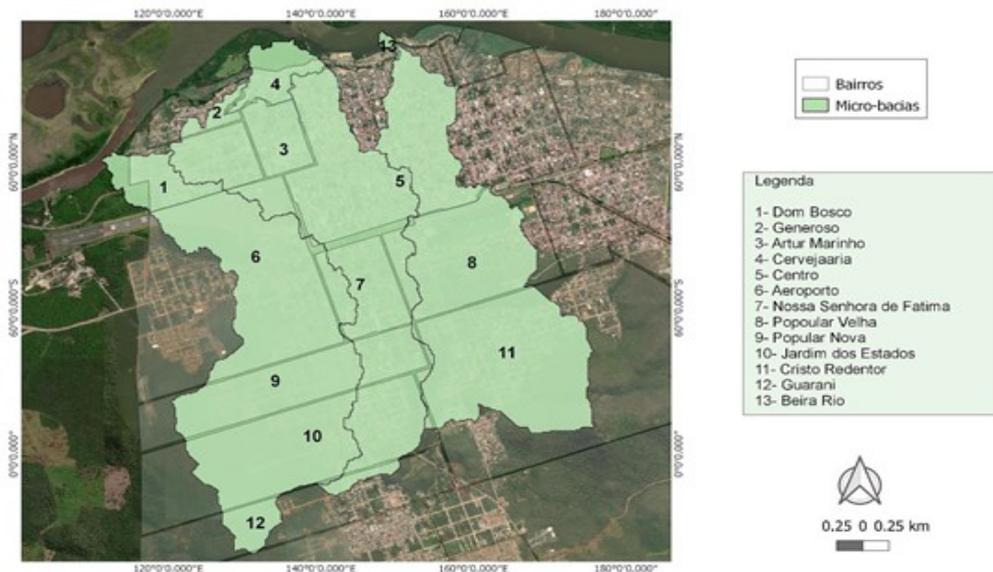


Organização: os autores

Considerando isto, para uma melhor análise da área de estudo, a pesquisa foi conduzida a nível de microbacias urbanas, as microbacias selecionadas foram definidas por critério de extensão, pois, possuem ao longo de sua área 13 bairros (Figura 2). Alguns desses bairros são considerados os mais populosos da cidade, o bairro Centro está em primeiro lugar nessa lista, contendo cerca de 18.433 habitantes no ano de 2010 (GAERTNER, 2017).

A cidade se localiza em um relevo de formas erosivas, contando com, por exemplo, áreas de inselbergs. Os inselbergs correspondem às elevações colinosas da Formação Bocaina, remanescentes de processos de pediplanação e pedimentação, estes ocupam a região sul da cidade, possuindo altitudes que varia dos 150 a 453 m e declividades superiores a 30% (PEREIRA; PEREIRA, 2012).

Figura 2: espacialização dos bairros alocados nas delimitações das microbacias urbanas.



Organização: os autores

No cenário geomorfológico, de acordo com Silva (1986) o município de Corumbá tem a maior parte do seu território inserido dentro do Pantanal brasileiro - maior planície inundável do mundo. O Pantanal tem uma cota média abaixo dos 100 m de altitude e representa um relevo de acumulação. Entretanto, a área urbana de Corumbá representa uma exceção a isto, estando localizada a uma cota acima dos 100 m do nível do mar.

Metodologia e coleta de dados

As imagens a serem processadas no SIG, foram coletadas gratuitamente na Agência Espacial Europeia, através da página *Corpenicus Open Access Hub* (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>). As cenas utilizadas neste trabalho são referentes ao dia 26 de fev. de 2011.

Por se tratar de uma área urbana, optou-se pelo uso de imagens do satélite Sentinel-2, já que o mesmo fornece resolução espectral de 10 m, o que gera como produto final um quadrante com maior resolução espacial, permitindo assim um maior detalhamento dos alvos a serem mapeados, o que favorece estudos em áreas urbanas. O satélite opera em orbital heliossíncrona com 98.5623° de inclinação,

possui como instrumento o sensor MSI (MultiSpectral Instrument), que fornece uma resolução radiométrica quantificada em 12 bits por pixel, tendo a capacidade de imagiar uma faixa de 290 Km.

Para delimitação e extração das bacias hidrográficas foi utilizado o Modelo Digital de elevação (MDE) Alos, com resolução de 12m, sensor *PALSAR*. O *PALSAR* é um sensor de abertura sintética que opera na Banda L, e possui um alto detalhamento do terreno (EMBRAPA, sd). As cenas utilizadas para mapeamento foram coletadas gratuitamente no site *ASF.Alask- NASA*.

O início dos processamentos correu no sistema de Informações Geográficas (SIG) *SPRING 5.5*, software nacional de licença gratuita criado pelo Instituto Nacional de Pesquisas e Estatísticas (INPE). No *SPRING* a imagem passou pela técnica de segmentação e classificação, sendo realizado o processamento de classificação supervisionada que é um processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos (SPRING, 2006).

Para a classificação foram selecionadas quatro classes gerais: vegetação arbórea, vegetação rasteira, área construída e água. Na classe área construída foi considerada toda forma de impermeabilização artificial do solo e edificação: asfalto, estacionamentos, prédios, telhados, entre outros. Na classe vegetação rasteira foi considerada toda forma de gramínea, se apresentando na maior parte em: campos de futebol; e superfície de solo exposto com mistura espectral de vegetação, onde se encaixa, por exemplo, terrenos baldios.

Após o processo de classificação, iniciou-se a extração de bacias hidrográficas no software *TerraHidro*, versão 4.2, uma plataforma brasileira também produzido e disponibilizado pelo INPE. O arquivo vetorial gerado pelo SIG foi importado para o *SPRING* e plotado sobre no modelo de classificação já finalizado.

Optou-se pela etapa de classificação primeiro ao processo de delimitação em virtude de minimizar os efeitos da subjetividade do processo de classificação. Dessa forma, manteve-se os mesmos critérios de avaliação em todas as microbacias hidrográficas, considerando que, foi gerada uma só classificação que posteriormente foi delimitada e separada a nível de microbacia

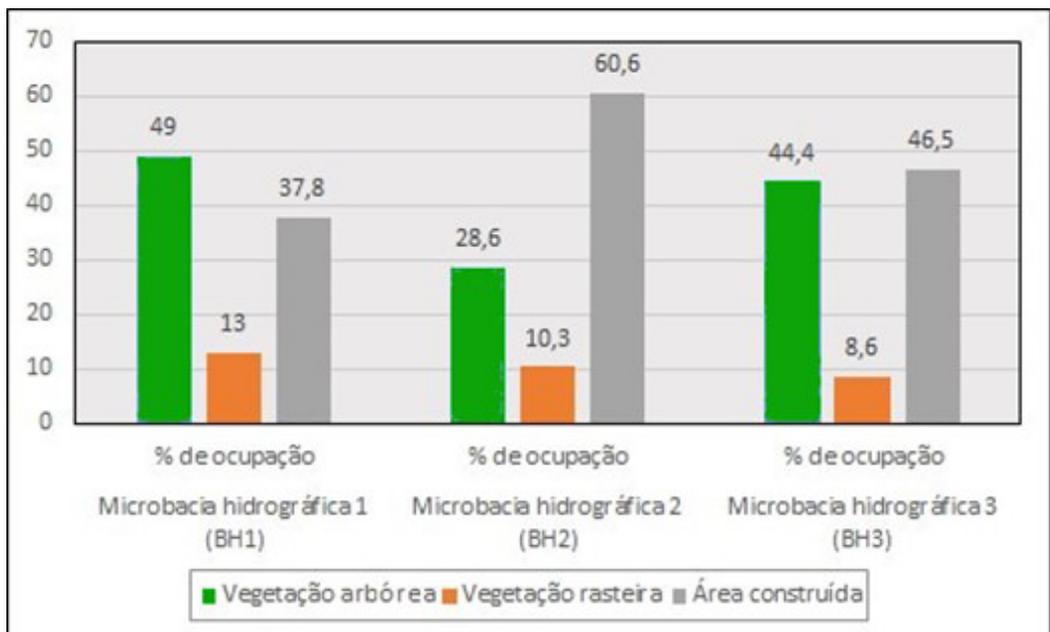
Como a análise da área de estudo foi dividida a nível de microbacia, os dados do contexto geomorfológico da cidade também foram empregados em contexto de microbacias. Para a aquisição de informações da geomorfologia local foram utilizadas informações do Projeto *RadamBrasil* e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (ARAÚJO, 1980).

Resultados e Discussões

Para que se atingisse os objetivos propostos neste trabalho, foram processados dados de classificação referente a área total de aproximadamente 13.562,238 km² em relação às áreas das microbacias BH1 (4.797,525 km²), BH2 (4.555,394 km²) e BH3 (4.209,319 km²). Através do processo de classificação foram mensurados os níveis de antropização das bacias, já que a partir deste processamento foram coletados dados de cobertura e uso do solo, no qual verificou-se que a microbacia hidrográfica 2 (Bh-2) é a mais antropizada, com cerca de 60% de sua área sendo ocupada por edificações humanas. Pelo fato de a classe água apresentar-se com valor irrisório (<1%), ela não foi representada no gráfico (Figura 3).

A microbacia-3 (Bh-3) apresentou uma distribuição quase igualitária entre área de vegetação arbórea e área construída, com uma diferença de apenas 2,1% entre as duas coberturas, dentre as BH's analisadas a 3 foi a única que demonstrou esse comportamento de equivalência entre as classes.

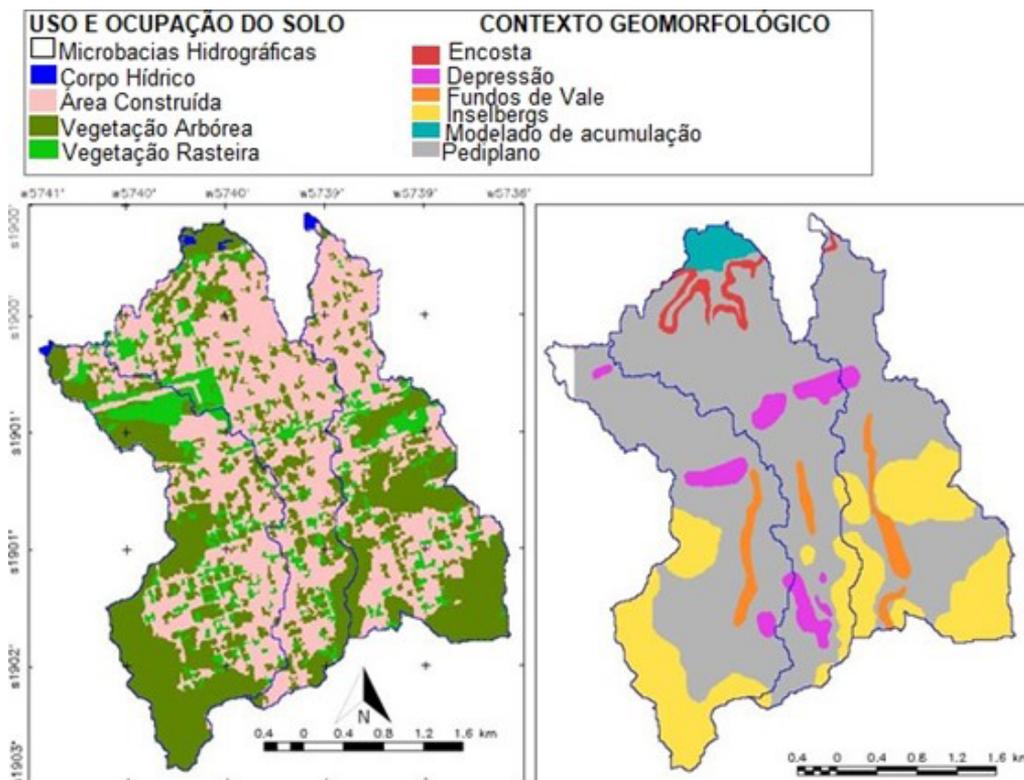
Figura 3: Taxa de área ocupada pelas classes temáticas em cada microbacia.



Organização: os autores

Já a microbacia-1 (Bh-1) possui um cenário ímpar para uma microbacia hidrográfica urbana, isso porque, a maior parte da microbacia é recoberta por vegetação arbórea. Situação vislumbrada em grande parte em função das características de relevo local. De forma genérica, pode-se pontuar algumas estruturas mais específicas do contexto geomorfológico local (figura 4).

Figura 4: Contexto de uso e ocupação do solo e geomorfologia das microbacias hidrográficas urbanas da cidade de Corumbá. Pela comparação dos dois cenários é possível perceber que a presença de inselbergs no relevo local é o que assegura a presença de grande parte da vegetação arbórea da cidade.



Organização: os autores

Considerando o contexto geomorfológico e uso do solo, é possível perceber que a área de vegetação arbórea da microbacia-1 concentra-se na maior parte na porção sul e sudoeste, região ocupada por inselberg, o que ainda, restringe um pouco a ocupação e expansão populacional nessa região, conservando a vegetação arbórea.

Na microbacia-3 o mesmo é observado. Em quantitativos de área recoberta por vegetação arbórea, a Bh-3 possui 4,9% a menos de área em comparação a Bh-1, enquanto a porcentagem da Bh-2 em relação a essa classe fica abaixo de 20,5% quando comparada com a maior. Observando a classificação geomorfológica do município pode-se constatar que esse comportamento da Bh-1 e Bh-3 estão relacionados diretamente com a morfologia do terreno.

As áreas de vegetação arbórea da microbacia-2, que corresponde a 28% da bacia, estão conservadas justamente nas regiões onde são mais impróprias para

construção, como as regiões do modelado de acumulação, encostas e os inselbergs. Entretanto, apesar de restringir, as características geomorfológicas não inibem a ocupação de áreas inadequadas.

Esse processo de ocupação do perímetro das BH's ocasiona mudanças consideráveis, já que a uma impermeabilização em toda área construída da bacia o que gera retardo no processo de infiltração da água no solo. Ressaltando ainda que ao longo do período chuvoso essa mudança se torna uma problemática social, haja vista que durante esse período a um aumento no volume da água escoando pela superfície, e por consequência sobrecarregando a rede de drenagem gerando inundações urbanas em alguns pontos das bacias (figura 5).

O curso da água tende a ser direcionado pela gravidade, ou seja, das áreas mais altas para as áreas mais aplainadas. A impermeabilização da área para construção do supermercado, gerou uma sobrecarga para a rede de drenagem da região. A área de infiltração da água durante o período de chuva foi reduzida consideravelmente, ocasionando deste modo as inundações constantes do local.

Figura 5: Esboça a localização de uma área de constante alagamento, a comparação entre as imagens deixa clara a relação do relevo com os eventos constantes de inundação na área



Fonte: Figura 5c) adquirida por recursos virtuais.

Os alagamentos na área urbana do município são recorrentes no período de chuva. Mesmo que as áreas mais próximas ao deságue das bacias sejam afetadas pela massa de água, já que correspondem a uma parcela mais aplainada, os bairros localizados a sul/sudoeste no município, em relação ao Rio Paraguai, sofrem consideráveis perdas por consequência das enxurradas. Cenas como as ilustradas na figura 6 são corriqueiras nas regiões dos bairros Cristo Redentor, Popular Velha e Aeroporto, todos situados na parte alta da cidade.

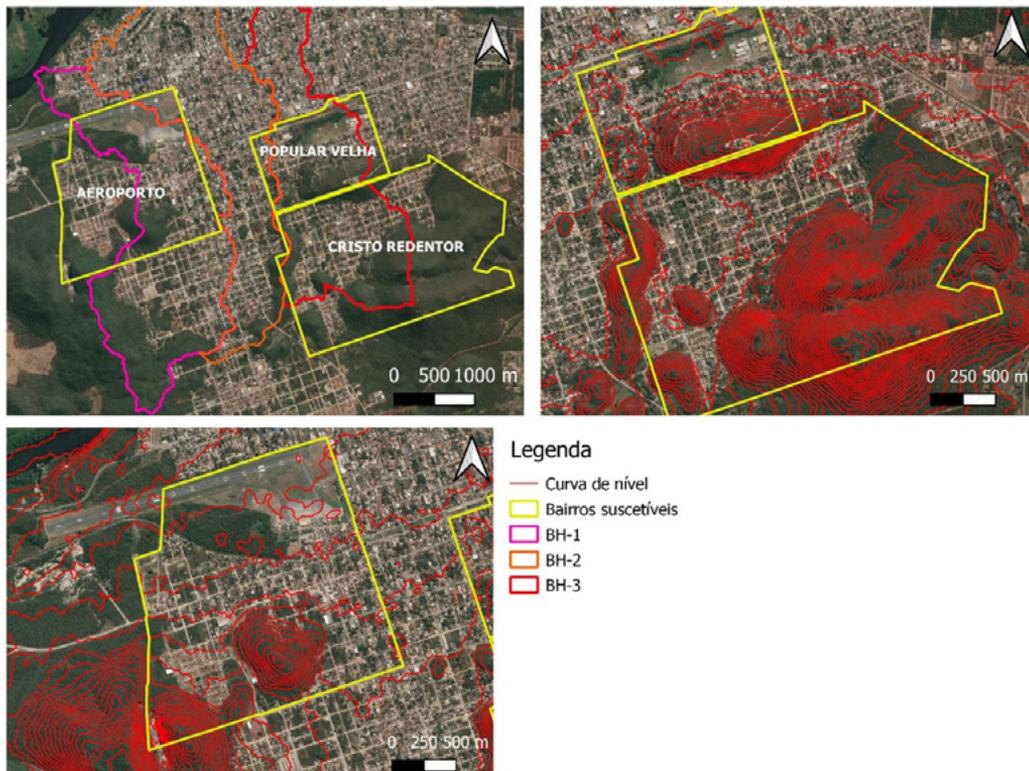
Figura 6: imagens obtidas pelo site de notícias online Correio de Corumbá que deixa claro a situação em que os moradores que residem nas áreas de enxurrada e alagamento passam durante as chuvas.



Fonte: adquirida por do jornal eletrônico correio de Corumbá

Os três bairros encontram-se em áreas circundadas por morrarias (figura 7), os vales e encostas onde se instalam essas moradias durante as chuvas se tornam áreas de escape da massa de águas. Dependendo do volume e da força do escoamento, as enxurradas geram danos econômicos e sociais consideráveis para os moradores e para o município.

Figura 7: Localização dos bairros dentro do perímetro urbano do município de Corumbá e contorno da variação altimétrica do relevo, podendo observar as áreas de escape da água.



Organização: os autores

Para compreender mais a fundo a caracterização das bacias e observar as especificidades de cada uma de forma individual, foram tabulados alguns dados morfométricos demonstrados na Tabela 1. A análise dos dados morfométricos é definida por Siqueira (2012) como um levantamento de dados que classificam as redes de drenagem. O autor ainda destaca que essa geração de dados pode auxiliar os estudos relacionados as condições das microbacias, viabilizando a avaliação do comportamento das BH's, tornando deste modo o estudo morfométrico parte primordial para o gerenciamento de microbacias hidrográficas, já que é a partir do detalhamento dos dados que pode-se delinear potenciais riscos de cada microbacia e ainda avaliar os impactos ambientais nelas gerados, principalmente pelas atividades antrópicas.

TABELA 1 - Dados morfométricos das microbacias hidrográficas

	Microbacia hidrográfica 1	Microbacia hidrográfica 2	Microbacia hidrográfica 3
Cota Máxima (m)	396	243	467
Cota Mínima (m)	97	98	98
Cota Máxima do Canal (m)	196	191	190
Cota Mínima do Canal (m)	97	98	98
Comprimento do Canal (km)	5.2	5.8	6.0
Área Total da Bacia (m²)	4.797,525	4.555,394	4.209,319

Organização: os autores

As microbacias analisadas não possuem grandes diferenças em termos numéricos, pela análise dos dados é possível perceber que a maior diferença é em relação a variação no relevo. Enquanto a microbacia-2 é a que tem a menor altitude, a microbacia 3 é a que conta com os maiores níveis de altitude, atingindo os 467m. Por ser a microbacia-2 que possui os inselbergs de menor elevação e com uma maior área da bacia ocupada por pediplano, é compreensível o valor de área construída que a bacia apresenta, ademais, a região central da cidade, área densamente edificada, encontra-se nesta bacia.

Em uma análise mais pontual, mesmo as microbacias não apresentando grandes diferenças em termos morfométricos, o processo de ocupação das microbacias faz com que a resposta a eventos naturais seja sentida de maneiras diferentes.

Considerações finais

Entre as três microbacias analisadas, duas ainda possuem boa parte de cobertura vegetal, conservação essa mantida pela presença de inselbergs no relevo da cidade. Apenas a microbacia-2 possui mais de 50% da sua área antropizada, fato esse que pode ser utilizado para concluirmos que a geomorfologia do município influenciou e influencia na ocupação das construções humanas.

Observou-se também que a principal dificuldade é lidar com populações já inseridas em locais inadequados, onde não houve e nem há planejamento para ocupação do espaço físico, essa dificuldade pode girar em torno do apego e do sentimento de pertencimento ao lugar, o que torna a discussão árdua muitas vezes.

O poder público municipal mesmo com seu programa de habitação e remoção dos moradores destas áreas, ainda não conseguem sanar a ocupação destes locais, a população continua construindo moradias, ocasionando impactos ambientais e perdas econômicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela bolsa de iniciação científica de Caroline Juliana Monteiro Añez dos Santos Reys e Rayssa Aparecida Pinheiro Noveli. Apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC –Brasil.

Referências

- ARAÚJO, H. J. T. de; MONTALVÃO, R. M. G. Geologia da Folha SF.21-Y-B, sudoeste do Estado de Mato Grosso do Sul: Operação 578/80 – DIGEO/BAGOI. Goiânia. **Projeto RADAMBRASIL**, 15 p. (Relatório Interno RADAMBRASIL, 362G), 1980.
- BOMBEIROS atendem mais de 50 solicitações de alagamentos durante tempestade dessa madrugada em Corumbá. **Correio de Corumbá**. Corumbá-MS. 13 de jan. 2021. Disponível em: <http://www.correiodecorumba.com.br/?s=noticia&id=39131>. Acesso em: 10 fev. 2022
- CAMERA, G. *et al.* SPRING: Integrating remote sensing and GIS through object-oriented data modeling. **Computers and Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. ALOS - Advanced Land Observing Satellite. **EMBRAPA- satélites de monitoramento**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/alos#:~:text=O%20PALSAR%2D%20%C3%A9%20um,o%20desligamento%20do%20primeiro%20sat%C3%A9lite>. Acesso em: 02 jan. 2019.
- GAETNER, L. Conheça quais são os bairros de Corumbá e alguns dados curiosos como origem dos nomes. **Diário Corumbaense**, Corumbá-MS, 07 nov. 2017. Disponível em: <https://diarionline.com.br/?s=noticia&id=98032>.
- IBGE, 2021. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **IBGE**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms/corumba.html>.
- MARANDOLA, J. R. *et al.* Crescimento urbano e áreas de risco no litoral norte de São Paulo. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 35-56, 2013.
- MORATO, R. G.; KAWAKUBO, F. S.; HAYAKAWA, E. R.; MACHADO, R. P. P. Análise da expansão urbana por meio de composições coloridas multitemporais. **Mercator**, v. 10, n. 22, p. 221-213, 2011.
- PEREIRA, L. E.; PEREIRA, J. G. Identificação e análise das áreas de vulnerabilidade ambiental da cidade de Corumbá (MS). **Revista Geografia**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 085-101, 2013.
- PAULO, R. F. O desenvolvimento industrial e o crescimento populacional como fatores geradores do impacto ambiental. **Revista Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 7, n. 13/14, p. 173-189, 2010.
- PISSARA, T. C. T.; RODRIGUES, F. M.; POLITANO, W; GALBIATTI, J. A. Morfometria de microbacias do Córrego Rico, afluente do Rio Mogi-Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 34, n.4, p. 669-676, jul./ago. 2010.

SIQUEIRA, H. *et al.* Análise morfométrica e definição do potencial de uso do solo da microbacia do Rio Veríssimo, Veríssimo-MG. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012.

SILVA, T. C. Contribuição da Geomorfologia para o Conhecimento e Valorização do Pantanal. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO ECONÓMICOS DO PANTANAL, 1., 1986, Brasília. **Anais [...]**. Brasília-DF: EMBRAPA, 1986.

VILLASCHI, J. Novas modalidades de urbanização e sua inserção regional: o condomínio Alphaville Lagoa dos Ingleses, Nova Lima-MG. In: CASTRIOTA, L. B. (Org.). **Urbanização brasileira: redescobertas**. Belo Horizonte: C/ Arte, 2003. p. 159-174

WALDE, D. H. G. *et al.* New aspects of Neoproterozoic-Cambrian transition in the Corumbá region (state of Mato Grosso do Sul, Brazil). **Annales de Paléontologie**, v. 101, n. 3, p. 213-224, jul./set. 2015.