

**Avaliação Morfométrica da Bacia do Rio Santana em
Itapuranga, Goiás (Brasil)**

Josimar dos Reis de Souza

Professor Doutor, CEFET-MG, Brasil
josimarsouza@cefetmg.br

Hamanda Santos Sousa

Mestranda em Geografia, UEG, Campus Itapuranga, Brasil.
Hamanda_souza@ueg.br

Laís Naiara Gonçalves dos Reis

Professora Doutora, UEG, Brasil.
geografalais2013@gmail.com

RESUMO

Tendo em vista a importância dos estudos morfométricos para o planejamento e gestão de bacias hidrográficas, o presente estudo teve como objetivo fazer a avaliação morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Santana, localizada no município de Itapuranga, Goiás. A área de estudo foi escolhida devido a bacia ser de extrema importância para a região, visto que é responsável pela irrigação de extensas áreas de cultivo. Fato que levou a realização desse estudo, no sentido de poder contribuir com o planejamento e gestão da bacia hidrográfica. A metodologia foi composta por oito etapas, utilizando o software ArcGis 9.2. Os resultados apresentaram a hierarquização dos canais de drenagem da bacia do rio Santana em quatro ordens. O mapeamento da declividade em conjunto com o mapeamento da hipsometria mostraram áreas de declives acentuados e interflúvios que aparecem como topos aplainados, com considerável elevação. Os fundos de vale se encontram na elevação de 540 a 570 metros. O desnivelamento da bacia hidrográfica foi de 360 metros, 540 metros no ponto mais baixo e 900 do ponto mais elevado. A bacia do rio Santana pode ser fragmentada em três unidades de paisagens distintas: colinas, planícies aluvionares e áreas de topo. Assim, esse estudo evidenciou características de base do meio físico que podem possibilitar e embasar estudos voltados para o planejamento e gestão da referida bacia, auxiliando na diminuição e mitigação dos impactos socioeconômicos nos mananciais hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento. Bacia hidrográfica. Morfometria.

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica se destaca na Política Nacional de Recursos Hídricos, sendo uma conformidade dos estudo de gestão, como a unidade adequada de planejamento (BRASIL, 1997). A bacia hidrográfica é compreendida como a porção de área que é drenada por um curso de água de forma em que todas as vazões de seus afluentes sejam descarregados em uma única saída (PANACHUKI, 2003).

Com o desenvolvimento tecnológico do Geoprocessamento, dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e de Modelos Digitais de Elevação (MDE), houve contribuições significativas para a realização de estudos em bacias hidrográficas, pois aumentaram a desenvoltura de obtenção e a confiança nos resultados (COELHO, 2014). A partir disso, tornou-se possível o aperfeiçoamento do levantamento morfométrico. Esse levantamento consiste em caracterizar uma determinada área (bacia hidrográfica), por meio de índices e mapas, atribuindo significado à paisagem. Os dados obtidos auxiliam na análise do meio físico em diferentes aspectos. Dentre eles, é possível citar: hierarquia de drenagem, forma da bacia, hipsometria da região, entre outros. Tais análises têm se apresentado como importantes aliadas do planejamento e gestão de bacias hidrográficas, pois (re)conhecer os aspectos físicos possibilitam identificar, gerenciar e prever processos que afetam e/ou possam afetar dinâmicas físicas e socioeconômicas existentes.

Assim, tendo como base a importância dos estudos morfométricos para o planejamento e gestão de bacias hidrográficas, o presente estudo teve como objetivo fazer a avaliação morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Santana, localizada no município de Itapuranga, Goiás. Essa bacia é de extrema importância para a região, visto que é responsável pela irrigação de extensas áreas de cultivo. Fato que levou a realização desse estudo, no sentido de poder contribuir com o planejamento e gestão da bacia hidrográfica.

2 MÉTRICAS DA PAISAGEM APLICADAS AOS ESTUDOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

No início do Século XXI, ocorreram importantes crises hídricas, que ameaçaram a

humanidade e a sobrevivência de toda a biosfera. Tem-se que tais crises criam obstáculos para o desenvolvimento, como: o aumento de doenças de veiculação hídrica e escassez de água, que produzem efeitos sociais e econômicos, gerando desigualdade entre as regiões e os países. Sabe-se água é um recurso estratégico para toda a população. Os recursos hídricos “[...] são essenciais e influenciam os processos que operam na superfície da Terra, entre os quais se incluem o desenvolvimento e a manutenção da vida.” (WADT, 2011, p. 19).

Com o rápido crescimento das áreas urbanas e das atividades agrossilvopastoris, há grandes impactos ambientais, inclusive no ciclo hidrológico, alterando a disponibilidade e qualidade do recurso hídrico, gerando efeitos de formas diretas e indiretas na sociedade. A alteração da drenagem e modificações do meio ocasionam problemas, como: deslizamentos e enchentes que são causados pelo desequilíbrio hidrológico, onde a componente de escoamento se torna mais intensa do que a de infiltração (WADT, 2011). Nesse sentido, reconhecer os aspectos de determinada bacia hidrográfica se tornou essencial no gerenciamento dos recursos hídricos, no qual destaca-se a avaliação morfométrica.

Os parâmetros morfométricos o papel de caracterizar determinada bacia hidrográfica. Levantar parâmetros morfométricos permite identificar áreas que apresentam maior vulnerabilidade ambiental, ou seja, aquelas que são mais suscetíveis à ocorrência de processos relativos à erosão do solo e às inundações, por exemplo, e isso permite orientar o uso mais racional e menos impactante a ser desenvolvido (LEITE; ROSA, 2007). As análises morfométricas podem identificar processos geomorfológicos, rede hidrográfica, perímetro, hierarquia fluvial, extensão, entre outros.

As análises morfométricas revelam os processos geomorfológicos que consistem indicadores físicos da bacia. Essas análises morfométricas de bacias são diferenciadas em análises linear, real, hipsométrica e análise topológica. Isto, quer dizer que as métricas são modelos matemáticos da superfície da bacia hidrográfica. Por exemplo, a hipsometria é a junção de todos os pontos do terreno de mesma altitude em relação ao nível do mar, formando isolinhas das cotas altimétricas.

A rede hidrográfica assume toda drenagem de uma bacia que a coloca sobre amostra em arranjos de canais fluviais refletindo em uma estrutura geológica e na evolução morfogenética de uma determinada região. A área de uma bacia pode ser apontada como uma área de drenagem correspondente a área de contribuição em conjuntos de áreas fluviais. Essa área pode ser um elemento básico para calcular características físicas, em projeções horizontais as quais são incluídas em divisores topográficos.

O perímetro (P) de uma bacia hidrográfica é a delimitação dos divisores de águas. Esses divisores são responsáveis por dividir as precipitações entre bacias distintas. Em muitos casos, esses divisores surgem de uma limitação intermunicipal e interestadual, as quais podem ser marcadas como referência aéreas e cartas planialtimétricas. Já a hierarquia fluvial é um processo que estabelece e classifica um determinado curso d’água, ou de áreas drenadas, pertencentes a uma bacia hidrográfica. Isso é executado para facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos das bacias hidrográficas.

A medição da extensão de um rio pode ser feita por curvímetro ou por técnicas de geoprocessamento. O rio principal é aquele que drena uma maior área no interior de uma bacia hidrográfica, pode ser chamado de coletor de todos seus afluentes. A densidade de uma

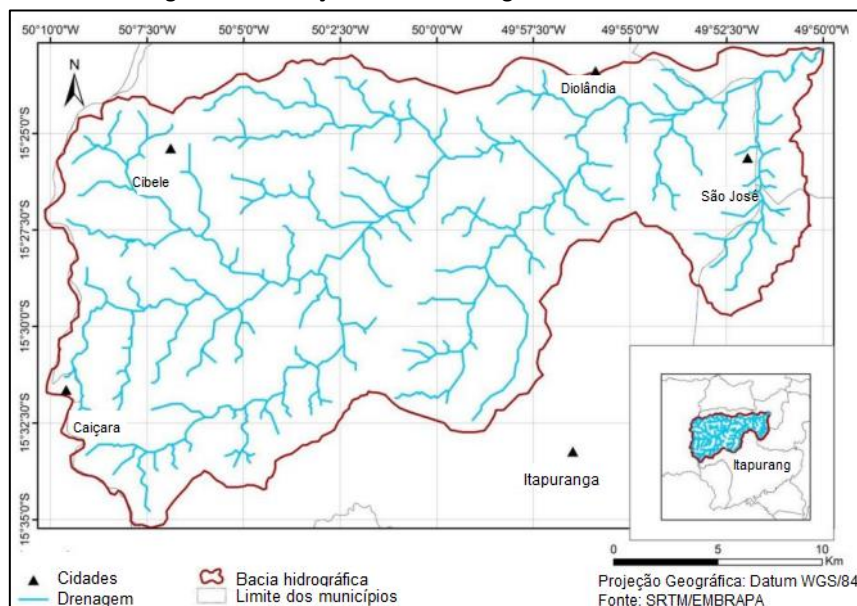
drenagem informa o comprimento de canais fluviais estando disponível para drenar cada unidade de cada área de bacias e informa se há disponibilidade de escoamentos hídricos superficiais (SANTOS, 2004). A densidade de drenagem é importante para retratar o relevo e a capacidade de remoção de sedimentos. Apesar de não retratar de forma direta as encostas e os processos erosivos, estima-se e que sua suscetibilidade é relacionada, quanto maior a densidade de drenagem mais desenvolvida será as redes de canais, portanto, maior saída de sedimentos da bacia.

De modo geral, as bacias hidrográficas de grandes rios têm um formato apresentado em forma de um leque ou de uma fruta pera. Já as de menores extensões, variam muito o seu formato, isso ocorre porque depende de vários fatores principalmente das estruturas geológicas de cada terreno. O processo de infiltração em muitos casos estabelece um balanço de água em zona de raízes sendo responsável pelo fenômeno de erosão em certo momento das precipitações pluviais. A análise da infiltração da água no solo pode ser feita por métodos simples para representar as condições em que se encontram o solo. A precipitação e o escoamento atingem o desprendimento de partículas diferenciadas que são influentes das erosões. O escoamento superficial inicia-se quando a uma grande proporção de precipitação que se torna maior a infiltração da água no solo, ou quando a capacidade do acúmulo de água pela superfície estiver sido ultrapassada.

3 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO SANTANA

A Bacia Hidrográfica do Rio Santana (figura 1) se encontra localizada no município de Itapuranga, Microrregião de Ceres, na porção norte do estado de Goiás (Brasil). Se trata de importante manancial que abastece quatro distritos – Caiçara, Cibeles, Diolândia, São José. Ademais, é utilizada para captação de água para a irrigação de extensas áreas de agricultura.

Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Santana



Fonte: Reis, 2017.

A área da Bacia Hidrográfica do Rio Santana é composta pelo arcabouço geológico paleo-mesoheoproterozoico. A região se encontra na faixa de dobramento Brasília. A estrutura geológica do Brasil Central é, em grande parte, herdada da orogênese Brasileira, que estabeleceu uma rede de faixas de dobramentos separadas por crátons. As faixas correspondem a bacias sedimentares mesoproterozóicas e neoproterozóicas que experimentaram processos tectônicos de inversão, enquanto os crátons são áreas estáveis, não afetadas pelos processos orogenéticos brasileiros. A Faixa Brasília compreende um cinturão de dobramentos de idade neoproterozóica que ocorre na borda ocidental do Cráton do São Francisco, cobrindo partes dos Estados de Tocantins, Goiás e Minas Gerais. (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002).

Na bacia do rio Santana é possível encontrar uma mistura de rochas metamórficas (quartzito) com as sedimentares (xistos-areníticos). Os solos encontram e apresentam abundância de minerais primários (quartzos), provenientes do grupo serra da mesa/dourada. A serra da mesa é apresentada por prosseguimentos marinhos mesclados por sedimentos aplicados em plataforma marinha. “[...] O grupo serra da mesa apresenta metamorfismo na fácies anfibolito e dobramento apertado a assimétrico[...]” (MARQUES, 2009, p. 2).

A bacia hidrográfica está inserida no domínio morfoclimático dos Cerrados, caracterizado pela ocorrência de formações savânicas, florestais e campestres (COUTINHO, 2006). De acordo com Ab’Saber (2003), caracteriza-se como um mosaico de vários tipos de formações vegetais, clima, topografia e uma grande diversidade de solos.

O clima é o tropical de savana, com inverno seco (Aw), com forte influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), caracterizado pela grande quantidade de umidade transportada do oceano, para o interior dessa região - de leste a oeste - a partir do litoral. Outros eventos que influenciam diretamente o clima da região é a ocorrência da chamada Zona de Convergência Intertropical (convecções amazônicas), originadas na porção Norte do país, e a Alta da Bolívia, originada do Oeste, formando uma faixa contínua de nebulosidade no sentido noroeste-sudeste, que se abrange desde a região da Amazônica até o Atlântico Sul onde compõem-se grandes bloqueios, ocorrendo períodos duradouros com altos índices pluviométricos (SILVA *et al.*, 2008).

4 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos foram realizados conforme as oito etapas mencionadas a seguir:

i) Extração da drenagem utilizando SRTM: Todos os procedimentos foram realizados com o *software ArcGis 9.2*. Foi adicionada a imagem SRTM, em seguida transformada para o formato GRID. Em seguida o próximo passo foi abrir o *ArcToolbox* e prosseguir o caminho *Spatial Analyst Tools > Hydrology > Fill*. O passo seguinte foi gerar um *raster* com a direção do fluxo. No *Arc Toolbox* seguiu-se o destino *Spatial Analyst Tools > Hydrology > Flow Direction > Flow Accumulation*. Depois foi aplicado o *Input Flow direction raster*. Depois, adicionou-se a imagem gerada do processamento do *Flow direction > Conditional*. Foi utilizada para *Expression* a fórmula *value > 100*.

ii) Transformação da drenagem do formato *raster* para *shapefile*: O passo seguinte foi gerar o *shapefile* das drenagens. No *ArcToolbox* colocou-se *Spatial Analyst Tools > Hydrology >*

Stream to Feature. Em *Input stream raster* colocou-se o arquivo com o que foi gerado na etapa anterior. Em *Input Flow direction raster* inseriu-se o arquivo de direção de volume. Em *Output polyline features* nomeou-se o *shapefile* gerado.

iii) Delimitação da bacia hidrográfica utilizando a SRTM: O próximo passo para determinar a bacia é a partir de uma coleta ou ponto. Para isso criou-se um *shapefile* de ponto e adicionou-se ao ArcGis, colocou-se em edição do *shapefile* (de ponto) e escolha o local para determinação da bacia. Após seguiu os passos *Spatial Analyst Tools > Hydrology > Watershed*.

iv) Extração das curvas de níveis, declividade e hipsometria: As curvas de nível foram extraídas a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE). Para isso criou-se a grade triangular, foi realizada a interpolação de 5 em 5 metros para a área de estudo.

v) Índice de compacidade da bacia hidrográfica: O coeficiente de compacidade (K_c) é a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área que a bacia. Foi utilizando a seguinte equação: $c = 0,8 P/\sqrt{A}$. O K_c é sempre um valor > 1 . Quanto menor o K_c (mais próximo da unidade), mais circular é a bacia, menor o T_c e maior a tendência de haver picos de enchente.

vi) Índice de forma da bacia hidrográfica: Para obtenção do índice de forma da bacia utilizou-se a seguinte equação: $F_f = A/L^2$, onde: F_f é o fator forma; A é a área da bacia em km^2 ; e L é o comprimento axial da bacia em km.

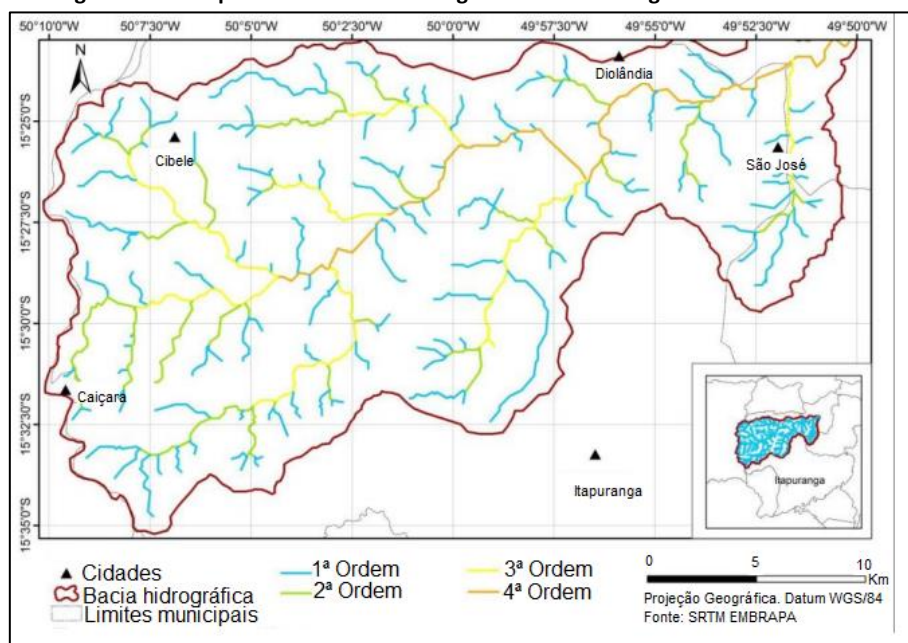
vii) Hierarquia dos canais de drenagem: Foi utilizado o método de STRAHLER (1952).

viii) Realização de campo, em agosto de 2020, para identificar na paisagem as análises realizadas, principalmente as unidades de paisagem existentes.

5 MORFOMETRIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTANA

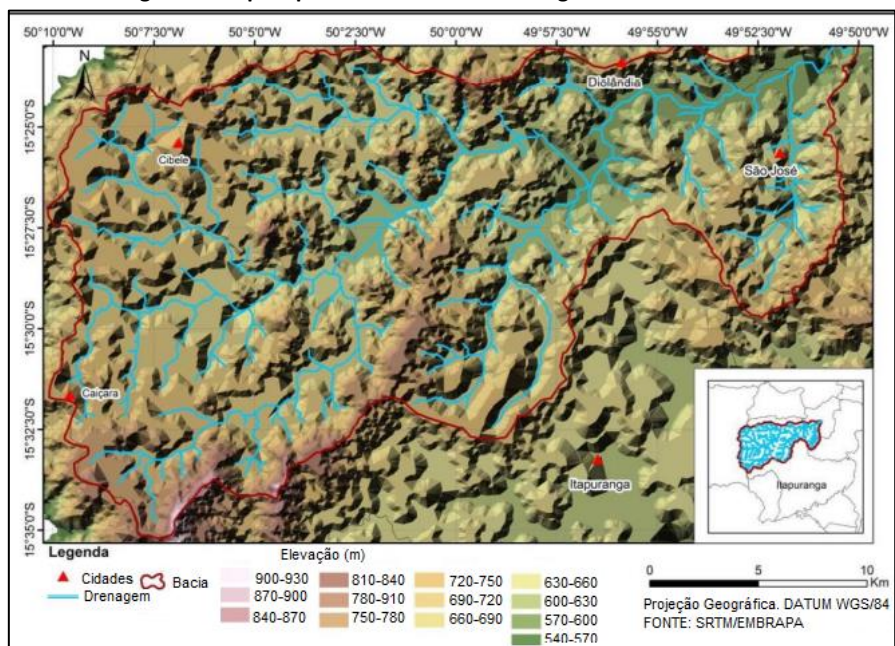
A partir da análise da hierarquização dos canais de drenagem da Bacia Hidrográfica do rio Santana identificou-se canais de ordem inferior (1° e 2° ordem) e canais superiores (3° e 4° ordem), sendo que a bacia apresentou hierarquia máxima nível 4° ordem (figura 2). O padrão de drenagem da bacia mostrou a relação entre a disponibilidade de sedimentos e de dissecação do relevo, sendo consequência da hipsometria e da declividade da área (figuras 3 e 4, respectivamente).

Figura 2: Hierarquia dos canais de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Santana



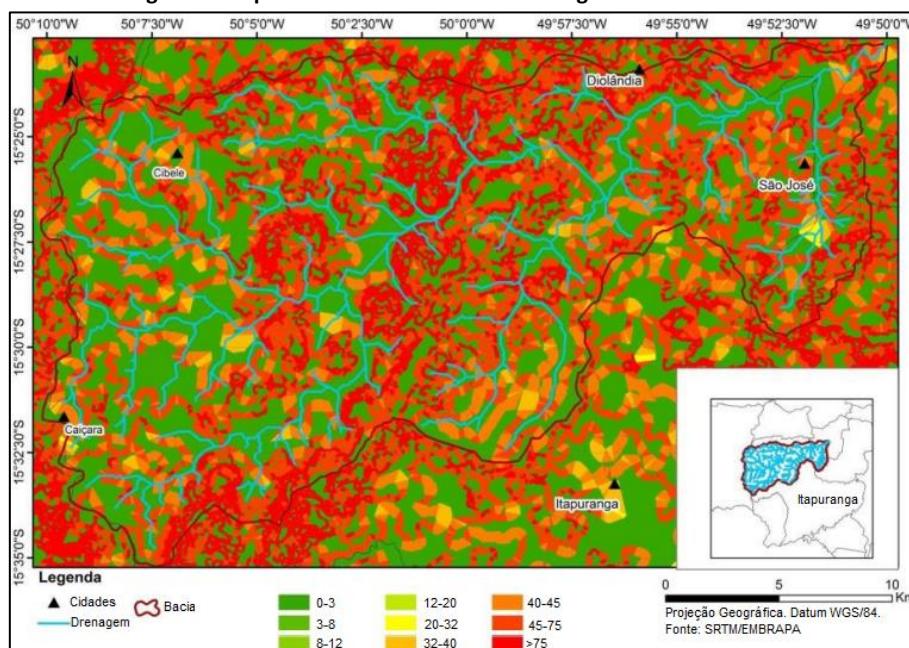
Fonte: Reis, 2017.

Figura 3: Mapa hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Rio Santana



Fonte: Reis, 2017.

Figura 4: Mapa de declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Santana



Fonte: Reis, 2017.

O mapeamento da hipsometria em conjunto com o mapeamento da declividade mostraram áreas de declives acentuados. Os interflúvios aparecem como topos aplainados, com considerável elevação. Os fundos de vale se encontram na elevação de 540 a 570 metros. A diferença de elevação na bacia foi igual a 360 metros - 540 do ponto mais baixo e 900 do ponto mais elevado.

As tabelas 1 e 2 mostram as métricas obtidas da bacia do rio Santana.

Tabela 1: Métricas da Bacia Hidrográfica do Rio Santana

Dados Obtidos	Resultados na bacia
Perímetro	89,2 km
Área de drenagem	118,98 km ²
Eixo da bacia	40,3 km
Comprimento do canal principal	48,8 km
Fator de forma	2,291
Índice de compacidade	0,002
Número de canais	148
Número de nascentes	111
Ordem da bacia	4 ^a

Fonte: Autores, 2017.

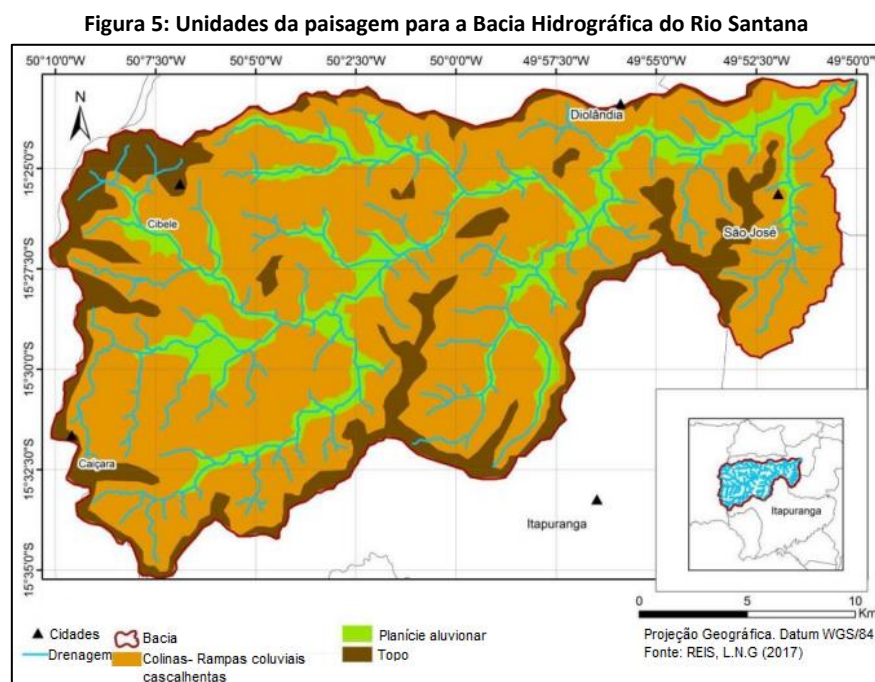
Tabela 2: Métricas dos canais de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Santana

Ordem dos canais	Número de canais	Extensão (em Km)
1 ^a	111	102,6
2 ^a	29	52,7
3 ^a	7	32,1
4 ^a	1	17,6

Fonte: Autores, 2017.

O Fator de Forma da bacia apresentou um valor de 2,29, ou seja, que é explicado pela característica de alongamento da drenagem. Os valores próximos a 1,0 mostram a circularidade da bacia. Este índice revelou que a bacia apresenta pouco risco de inundação repentina no período das cheias. A densidade de drenagem da bacia do rio Santana apresentou valor próximo de 0,58, indicando que a área apresenta boa drenagem por km², indicando também, intenso processo de dissecação e uma boa capacidade de infiltração dos solos da área de estudo. Já em relação ao número e extensão dos canais temos que a maior parte é composta por canais de primeira ordem, o que implica em dizer que a rede de drenagem é formada por 111 nascentes que formam um sistema dendrítico de drenagem.

A Figura 5 mostra uma proposta de segmentação da bacia do rio Santana em Unidades da Paisagem.



Fonte: Reis, 2017.

As áreas de topo do relevo na bacia do rio Santana, apresenta o relevo com baixa declividade (relevo mais plano), com o uso predominante de pastagem, com alguns remanescentes de Cerrado, como pode ser visto na figura 6.

Figura 6: Áreas de topo, com predomínios de pastagens na Bacia Hidrográfica do Rio Santana



Fonte: Sousa, 2018.

Em campo foi possível observar também a baixa variação na declividade em contraste com o encaixamento da drenagem, o entalhamento de canais, chamados de ravinas que formaram os afluentes, nascentes de afluentes do rio Santana. Nesta unidade da paisagem observou-se também o manejo de solos preparados para a cultura, conforme figura 7.

Figura 7: Preparo do solo para plantação de safrinha de milho na Bacia Hidrográfica do Rio Santana



Fonte: Sousa, 2018.

Na unidade da paisagem onde o relevo é suavemente ondulado, observou-se as cabeceiras das drenagens. Também foi possível observar as áreas brejosas, ou seja, presença de solos Gleis e formação de veredas (figura 8).

Figura 8: Vertentes côncavas, com rampas suaves, relevo suavemente ondulado na Bacia do Rio Santana



Fonte: Sousa, 2018.

Onde a declividade é maior, as áreas têm sido utilizadas para a pastagem. No campo, observou-se a presença de Taboa (*Typha domingensis*), espécie exótica a região. Na unidade de paisagens de planície aluvionar formadas pelo rio Santana, observou-se áreas de sedimentação.

6 CONSIDERAÇÕES

Por ser a Bacia Hidrográfica do rio Santana importante para o município de Itapuranga, conforme apontado no decorrer do texto, este estudo evidenciou características de base do meio físico que podem possibilitar e embasar estudos voltados para o planejamento e gestão da referida bacia. Assim, estudos como esse podem auxiliar na diminuição e mitigação dos impactos socioeconômicos nos mananciais hídricos.

A Análise morfométrica da bacia do rio Santana demonstrou que a mesma pode ser compartimentada em três unidades distintas da paisagem com processos e dinâmicos distintos. Entretanto, devido a falta de uma base cartográfica mais detalhada, faz-se necessário de novos estudos com esse foco, para que as inferências das métricas da paisagem possam assumir valores mais próximos da realidade.

Destarte, defende-se que as técnicas dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e de Modelos Digitais de Elevação (MDE) foram de grande contribuição para a elaboração para estudos primários da base do meio físico para a Bacia Hidrográfica do Rio Santana. A partir disso, foi possível realizar as métricas da paisagem, por meio do mapeamento morfométrico. Tal análise pode ser replicada em outras bacias, contribuindo assim com o planejamento e gestão dos recursos hídricos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Cotias: Ateliê Editorial, 2003. 158 p.

ARAÚJO, L. E. Bacias hidrográficas e impactos ambientais. **Revista Tecnológica**, v. 1, v. 13, n. 2, 2009. p. 109-115. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/855>: Acesso em: ago. 2021.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**. Brasília, 1997. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/Institucional/Legislacao/leis/lei9433.pdf> . Acesso em: mai. 2021.

COELHO, V. H. R. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 18, n. 1, 2014. p. 64-72. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141543662014000100009. Acesso em: ago. 2021.

COUTINHO, L. M. O conceito de Bioma. **Acta Botânica Brasilica**. São Paulo, v. 20, n. 1, 2006, p. 13-26. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Bioma_ConceitoID-M40xWuUZ01.pdf. Acesso em: set. 2019.

LEITE, E. F. ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio formiga, Tocantins. **OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 4, n. 12, 2012. p. 90-106. Disponível em: <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/4edicao/n12/05.pdf>. Acesso em: ago. 2021.

MARQUES, G. C. **Geologias dos grupos Araí e Serra da mesa e seu embasamento no sul do Tocantins**. 122 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/6860>. Acesso em: ago. 2021.

PANACHUKI, E. **Infiltração de água no solo e erosão hídrica, sob chuva simulada, em sistema de integração agricultura-pecuária**. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2003.

SANTOS. R. F. **Planejamento ambiental**. São Paulo. Oficina de textos, 2004. 260 p.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002. 293 p.

SILVA, F. A. S.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A.; Caracterização Climática do Bioma Cerrado. IN: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA, 2008. p. 69-88.

STRAHLER, A. N. Dimensional analysis applied to fluvial eroded landforms. **Geological Society of America Bulletin**, v. 69, 1958. p. 279-300.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2004. 943 p.

WADT, P. G. S. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco: EMBRAPA, 2003. 29 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/498802/1/doc90.pdf>. Acesso em: ago. 2021.