



Características morfométricas de duas microbacias hidrográficas de afluentes do Rio São João em Itaúna, MG, e possíveis correlações com a ocorrência de enchentes.

Felipe Bernardes Silva ¹
Marília Carvalho de Melo²
Antônio de Moraes Lopes Júnior³

Resumo

RESUMO: Os aspectos morfométricos de bacias hidrográficas ajudam na assertividade quanto à gestão dos espaços urbanos, principalmente em relação à prevenção do impacto de enchentes. Neste estudo, objetivou-se relacionar as características morfométricas de dois afluentes do Rio São João, no Município de Itaúna, MG, à ocorrência de enchentes que sazonalmente têm incidência em regiões específicas do Município de Itaúna. Esses aspectos morfométricos foram calculados com a utilização de Sistemas de Informação Geográfica. Foi obtido um Modelo Digital de Elevação (MDE), e ainda a hidrografia detalhada da Bacia do Rio São Francisco no site do IBGE onde o Rio São João é inserido. Foram avaliadas duas microbacias sujeitas a enchentes em suas porções urbanas, a primeira denominada Córrego dos Campos ou Capotos e a segunda denominada Córrego do Sumidouro. Os valores morfométricos das duas microbacias estudadas indicam características de bacias de formas irregulares, pouco sujeitas a enchentes em chuvas com volumes normais. O subdimensionamento do canal de concreto por onde corre o Córrego do Sumidouro foi apontado como uma das causas de recorrências de enchentes, na cota mais baixa da Avenida Jove Soares. A microbacia do Córrego dos Capotos foi sujeita à uma ocupação muito antiga, que não obedeceu aos afastamentos mínimos dos cursos d'água, principalmente no Bairro Santanense que se situa bastante próximo ao seu exutório.

Palavras-chave: Hidrologia, Inundações, Recursos hídricos, Georreferenciamento.

¹Prof. Dr. – Unincor – Universidade Vale do Rio Verde, prof.felipe.silva@unincor.edu.br.

²Prof.^a Dr.^a – Unincor – Universidade Vale do Rio Verde, prof.marilia.melo@unincor.edu.br.

³Aluno do Curso de Mestrado Profissional em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, Unincor – Universidade Vale do Rio Verde, antonio.moraes@aluno.unincor.edu.br.



INTRODUÇÃO

Segundo Botelho e Silva (2004) a divisão territorial em bacias hidrográficas como unidades de planejamento é a mais racional no que diz respeito à gestão de recursos hídricos, uma vez que pode ser entendida como a área delimitada pelos divisores de águas, que realizam o encaminhamento dos volumes de escoamento para as rugosidades naturais do relevo até chegar ao curso d'água principal, cuja vazão efluente converge para o exutório. De acordo com Tonello e Dias (2005), a bacia hidrográfica torna-se a unidade de planejamento mais adequada para gestão dos recursos naturais, uma vez que possui limites relativamente fixos, de modo a evidenciar as intervenções realizadas por força antrópica no que diz respeito ao uso do solo.

Conforme Tonello e Dias (2005), a gestão integrada de bacias hidrográficas proporciona a criação de um conjunto de diretrizes sobre a gestão do meio ambiente, de modo a reunir as áreas jurídica, social, econômica e institucional, tendo em vista atingir um nível máximo de sustentabilidade sobre a utilização dos recursos hídricos e sobre o desenvolvimento econômico-social.

De modo geral, as causas mais comuns das inundações são chuvas de intensidade bem acima da média pluviométrica e de duração curta ou ocasiões de chuvas contínuas. Mas, apesar de naturais, tem-se observado que estes eventos extremos estão se tornando mais frequentes e de proporções maiores, com impactos sociais e econômicos, em função de uma ocupação das áreas definidas como de preservação permanente, ou seja, as planícies inundáveis.

Por outro lado, as enchentes atingem em torno de 1,5 por cento da humanidade segundo a ONU (2012). No Brasil, as cheias vêm atingindo cada vez mais pessoas, cuja causa, segundo Santos et al (2015), seria em razão de um crescimento desordenado e rápido das cidades. De maneira semelhante, Ali et al (2011) considera que no meio rural há uma ocupação também desordenada que não considera a aptidão do solo, o que acarreta uma modificação dos aspectos hidrológicos como a interceptação e infiltração das águas pluviais. Conforme Cardoso et al (2006), isso ocorre em função do fato de que o relacionamento entre os recursos naturais como o solo, a água, a vegetação, são

diligentes e são induzidos por fenômenos naturais e pela ação do homem. De acordo com Lorenzon (2015), de modo geral, seja em área rural ou urbana a ação humana reflete muitas vezes uma atividade desordenada de modo a causar danos ambientais que, por sua vez, fomentam as enchentes.

Objetiva-se com este trabalho avaliar como os aspectos morfométricos caracterizam as bacias em estudo, bem como, apontar possíveis causas das enchentes recorrentes na porção urbana dessas microbacias pertencentes à sub-bacia do Rio São João.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

A área objeto do presente estudo compreende as áreas urbanas e rurais do município de Itaúna delimitada pelas microbacias do Córrego do Sumidouro e do Córrego dos Capotos (IBGE 2010), enfocando principalmente, essas microbacias, por terem seu desenvolvimento dentro da área urbana e por isso, estarem mais sujeitas as ações antrópicas nos seus ciclos hidrológicos. Cerca de 42% da área urbana da sede do Município de Itaúna situa-se nessas duas microbacias hidrográficas e aproximadamente 24% da área das microbacias em foco situam-se em área urbana.

De acordo com IBGE, Itaúna (MG) localiza-se na região Centro-Oeste de Minas Gerais e seu território possui uma área de 495,875 Km². Possui altitude máxima de 1.191 metros (Serra dos Marques) e altitude Mínima de 857 m (Fazenda Córrego do Sítio).

O clima de Itaúna é classificado como Cwa, Tropical de Altitude com verões quentes segundo tipologia de Köppen. A temperatura média anual é de 21,8 °C, com valores máximo e mínimo de 32,2 °C e 13,2 °C respectivamente. O índice médio pluviométrico anual (média do período de 1941 a 1992) é de 1.419 mm e umidade relativa do ar média de 64,15%.

O Rio São João é o rio que atravessa a cidade de Itaúna, sendo afluente do Rio Pará que pertence à Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Os afluentes do Rio São



João são Córrego do Soldado, Ribeirão dos Capotos, Ribeirão Calambau e Ribeirão dos Coelhos.

A sub-bacia do Rio São João tem área de 1500 km², faz parte da sub-bacia do Rio Pará, situada na Bacia do Alto São Francisco. O Rio São João nasce no campo dos Gentios, no município de Itaguara, e abrange 11 municípios mineiros: Itaguara, Itatiaiuçu, Carmo do Cajuru, Itaúna, Mateus Leme, São Gonçalo do Pará, Igaratinga, Conceição do Pará, Pará de Minas, Onça do Pitangui e Pitangui, onde deságua no Rio Pará, na localidade de Velho da Taipa. Possui largura média de 5 metros, profundidade média de 1 metro e sua direção é do Sudeste para o noroeste.

BASES DE DADOS E PROCESSAMENTOS

No levantamento dos aspectos morfométricos das microbacias em estudo foi utilizado o modelo digital de elevação (MDE) construído a partir de imagens de satélite do tipo SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), cujo arquivo foi baixado no banco de dados Topodata de responsabilidade do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Para realização das medições referentes ao comprimento total do curso d'água principal e do comprimento total de todos os cursos d'água da microbacias em estudo, tornou-se necessária a obtenção de informações consolidadas acerca da hidrografia. Foi realizado o download da hidrografia detalhada da bacia hidrográfica do Rio São Francisco do site da ANA – Agência Nacional de Águas.

O aplicativo QGis é um *software* de código aberto tendo sido utilizado para trabalhar os arquivos obtidos, de modo a extrair as características morfométricas das duas microbacias hidrográficas em estudo. O QGis, para esta finalidade, utiliza um grupo de ferramentas denominado GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) que também é um software livre de GIS (Sistemas de Informação Geográfica), de fonte aberta.

Inicialmente foi realizado o processamento do arquivo MDE, que usualmente pode conter falhas ou imprecisões, em um procedimento de adequação hidrológica, por meio do qual são preenchidas células com direção de escoamento indefinida, otimizando-se a drenagem superficial, de modo a constituir um modelo digital de elevação hidrologicamente condicionado, ou MDEHC. O MDEHC torna mais precisas as

determinações das características físicas da bacia em estudo, de modo que fica viável a definição dos limites da bacia hidrográfica de forma automática, ao inserir a informação do ponto do exutório.

No caso das microbacias dos Capotos e do Sumidouro foram identificados os pontos de menor altitude de cada microbacia, ou seja, os exutórios dos cursos d'água ou a intersecção deles com o Rio São João.

Em seguida são medidos os perímetros e as respectivas áreas das duas microbacias, uma vez que a área é um valor necessário em vários cálculos subsequentes. São medidos ainda, o comprimento total do rio principal, o comprimento vetorial entre os pontos extremos da microbacia hidrográfica; o comprimento total dos cursos fluviais (Lt) refere-se à soma de todos os comprimentos em km dos rios que fazem parte da bacia.

Declividade da bacia.

Influencia na velocidade do escoamento superficial, intensificando os picos de enchente. Quanto maior a declividade mais prejudicada fica a infiltração de água no solo. À medida que aumenta o escoamento superficial, intensifica os processos erosivos.

Fator de Forma – KF

De acordo com DE ALMEIDA, Laura Thebit et al , é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia, de modo que, uma bacia estreita e longa significa maior tempo de concentração; menor possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda extensão da bacia. Quanto mais longa for a bacia mais espaçados serão os pontos onde os afluentes atingem o rio principal.

$$K_f = \frac{A}{dv^2}$$



Onde:

F - Fator de forma

A - A área de drenagem em m²

L - O comprimento do eixo da bacia em m

Coefficiente de Compacidade – K_c

Conforme DE ALMEIDA, Laura Thebit et al, é a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de área igual à da bacia. Nesse sentido, quanto maior a irregularidade da bacia, maior o coeficiente de compacidade. O Coeficiente de Compacidade varia de acordo com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho, de modo que, pode ser considerada adimensional.

O coeficiente mínimo é igual a 1, significa que se trata de uma bacia circular. Então, quanto maior o K_c, menor a tendência de enchentes.

$$K_c = \frac{0,28P}{\sqrt{A}}$$

Onde:

K_c - Coeficiente de compacidade

P - Perímetro em metros

A - Área de drenagem em m²

Índice de Circularidade (I_c)

É a relação entre a área da bacia e área de um círculo de perímetro igual ao da bacia, segundo DE ALMEIDA, Laura Thebit et al. Deste modo, quando o valor do índice de circularidade for maior e se aproximar de 1,0 a bacia terá maior suscetibilidade a enchentes, já que esse valor corresponde à forma circular.

$$I_c = \frac{12,57 * A_{bacia}}{p^2}$$

Onde:

IC - Índice de circularidade

A - Área de drenagem em m²

P - Perímetro em m

Declividade do Rio Principal

É obtida através da diferença de nível de elevação dividida pela extensão horizontal do curso d'água e, conseqüentemente, o pico de cheia. Essa superestimativa será tanto maior quanto maior o número de quedas do rio. (CARVALHO; SILVA, 2006)

$$S_1 = \frac{Cota_{maior} - Cota_{menor}}{L}$$

Densidade de Drenagem

É a razão entre o comprimento total dos cursos d'água em uma bacia e a área desta bacia hidrográfica, de acordo com DE ALMEIDA, Laura Thebit et al

Até 0,5 km/km² - Bacias com drenagem pobre

3,5 km/km² - Bacias excepcionalmente bem drenadas

$$D = \frac{Lt}{A}$$

Onde:

Dd - Densidade de drenagem em km/km²

L - Comprimento total dos rios ou canais em km

A - Área da bacia em km²

Índice de sinuosidade

É a razão entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal, segundo DE ALMEIDA, Laura Thebit et al

$$I_s = \frac{L}{Dv}$$



Onde:

Is - Índice de sinuosidade;

L - Comprimento do canal principal em km

Dv - Distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal em km

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos aspectos morfométricos, começamos pelo Fator de Forma que, conforme Castro et al (2015) e, se inferior a 0,50 indica bacia não sujeita a enchentes, de 0,50 à 0,75 indica uma tendência mediana a enchentes, entre 0,75 e 1,00, indica uma bacia sujeita a enchentes. A microbacia do Córrego dos Capotos tem um Kf de 0,271, ou seja, não sujeita a enchentes. Já a microbacia do Córrego do Sumidouro tem um Kf de 0,176, também indicando uma bacia não sujeita a enchentes.

Em relação ao Coeficiente de Compacidade (Kc), um índice entre 1,00 e 1,25 indica alta propensão a grandes enchentes. Índices entre 1,25 e 1,50 indicariam uma tendência mediana a enchentes, e superior a 1,50 uma bacia não sujeita a grandes enchentes. Nesse parâmetro a micro bacia no Córrego dos Capotos teve o índice de 2,321 e a microbacia do Córrego do Sumidouro recebeu o índice 2,166; ou seja, ambas não sujeitas a grandes enchentes.

Quanto ao índice de circularidade (Ic), valores próximos de 1,00 indicam propensão a enchentes. O Ic do Córrego dos Capotos teve um índice de 0,206 e o Córrego do Sumidouro ficou com o índice de 0,21, indicando baixa propensão a enchentes.

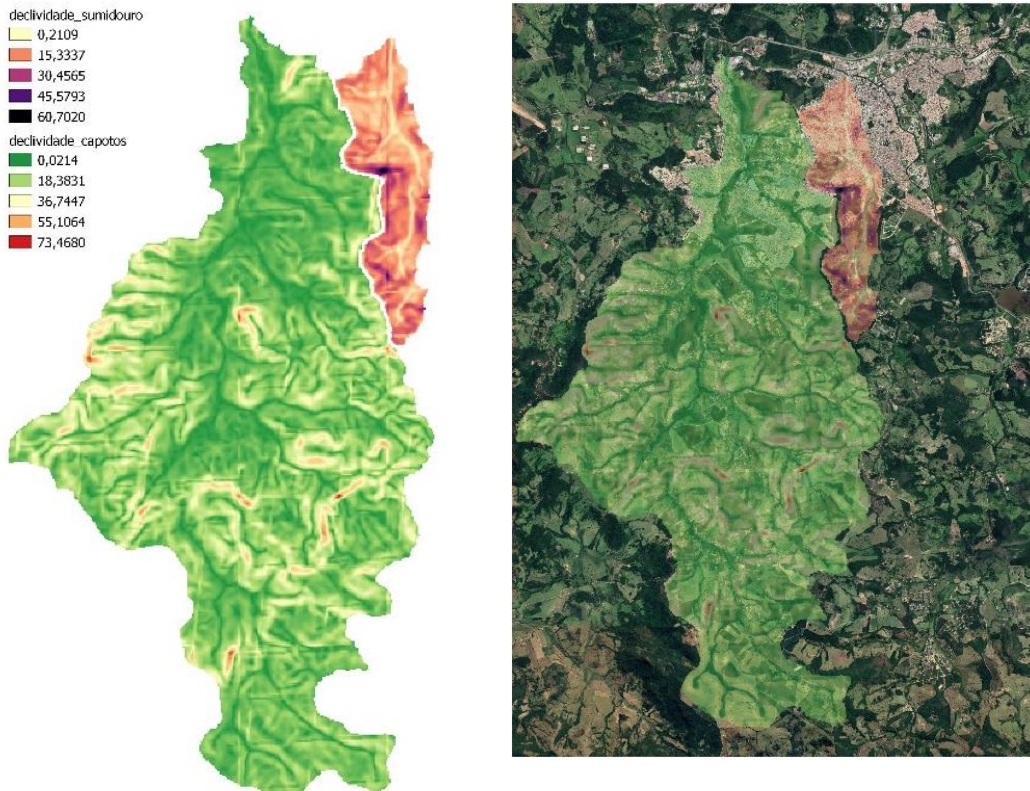
Acerca do parâmetro declividade do rio principal (S1), o Córrego dos Capotos tem uma declividade de 17,9 m/km e o Córrego do Sumidouro 33,6 m/km.

Sobre a densidade de drenagem o Córrego dos Capotos possui 2,607 km/km² e o Córrego do Sumidouro tem uma densidade de drenagem de 2,994 km/km², sendo que bacias até 0,5 km/km² são bacias com drenagem pobre e bacias com drenagem superior a 3,5 km/km² são bacias excepcionalmente bem drenadas.

O índice de sinuosidade do Córrego dos Capotos foi de 1,282 e o índice do Córrego do Sumidouro foi de 1,022. Quanto mais próximo de 1,0 for o valor, significa que menos sinuoso é o curso d'água, os que indica que o Córrego do Sumidouro praticamente não tem sinuosidade, como de fato trata-se de um curso d'água parcialmente retificado.

A projeção da distribuição espacial das classes de declividade nas microbacias dos Córregos dos Capotos e do Sumidouro são observadas na Figura 2, e os valores relacionados a cada parâmetro morfométrico é observável na Tabela 1.

Figura 2: Conjunto de Mapas de Itaúna (Software QGis)



Fonte: Elaborado pelo autor.



Tabela 1: Valores das características morfométricas.

Parâmetros Morfométricos	C. Capotos	C. Sumidouro
Área de drenagem (km ²)	66,034	6,778
Perímetro (km)	63,457	20,142
Kf - Fator de forma	0,271	0,176
Kc - Coeficiente de compacidade	2,321	2,166
Ic - Índice de circularidade	0,206	0,21
Dv - Comprimento axial da bacia (km)	15,620	6,213
L - Comprimento do rio principal (km)	20,022	6,351
Lt - Comprimento total dos cursos de água (km)	172,122	20,290
Dd - Densidade de drenagem (km/km ²)	2,607	2,994
S1 - Declividade do rio principal (m/km)	17,88	33,538
Is - Índice de sinuosidade	1,282	1,022
Altitude máxima (m)	1163	1023
Altitude mínima (m)	805	810

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Tucci e Genz (1995) as enchentes ampliadas pela urbanização, em geral, ocorrem em bacias de pequeno porte, de alguns quilômetros quadrados. A malha urbana, da maioria das cidades, é dividida por diversas pequenas bacias hidrográficas, onde ocorre, em alguns casos, a ocupação do sítio de jusante para montante.

As administrações municipais, geralmente, procuram exigir projetos de microdrenagem para os novos loteamentos, sem que seja mencionada a necessidade de se avaliar o impacto, desse novo sistema, na macrodrenagem. Essa forma de atuar faz com que as soluções de melhoria do sistema de drenagem e remediação de enchentes sejam feitas através de grandes obras que demandam elevados recursos municipais.

Em relação à microbacia do Córrego do Sumidouro é possível afirmar que a ocupação dos bairros Cerqueira Lima e Belveder, principalmente no decorrer da década de 1990, período no qual, além da ocupação dos lotes, houve intensificação da impermeabilização das vias, bem como o prolongamento da Avenida Jove Soares no

sentido à montante do curso d'água, acentuou a ocorrência de enchentes.

O canal de concreto onde o Córrego do Sumidouro corre em seu trecho urbano foi dimensionado na década de 1960, sendo que certamente não previu o nível de ocupação e impermeabilização adquiridos com a crescente urbanização.

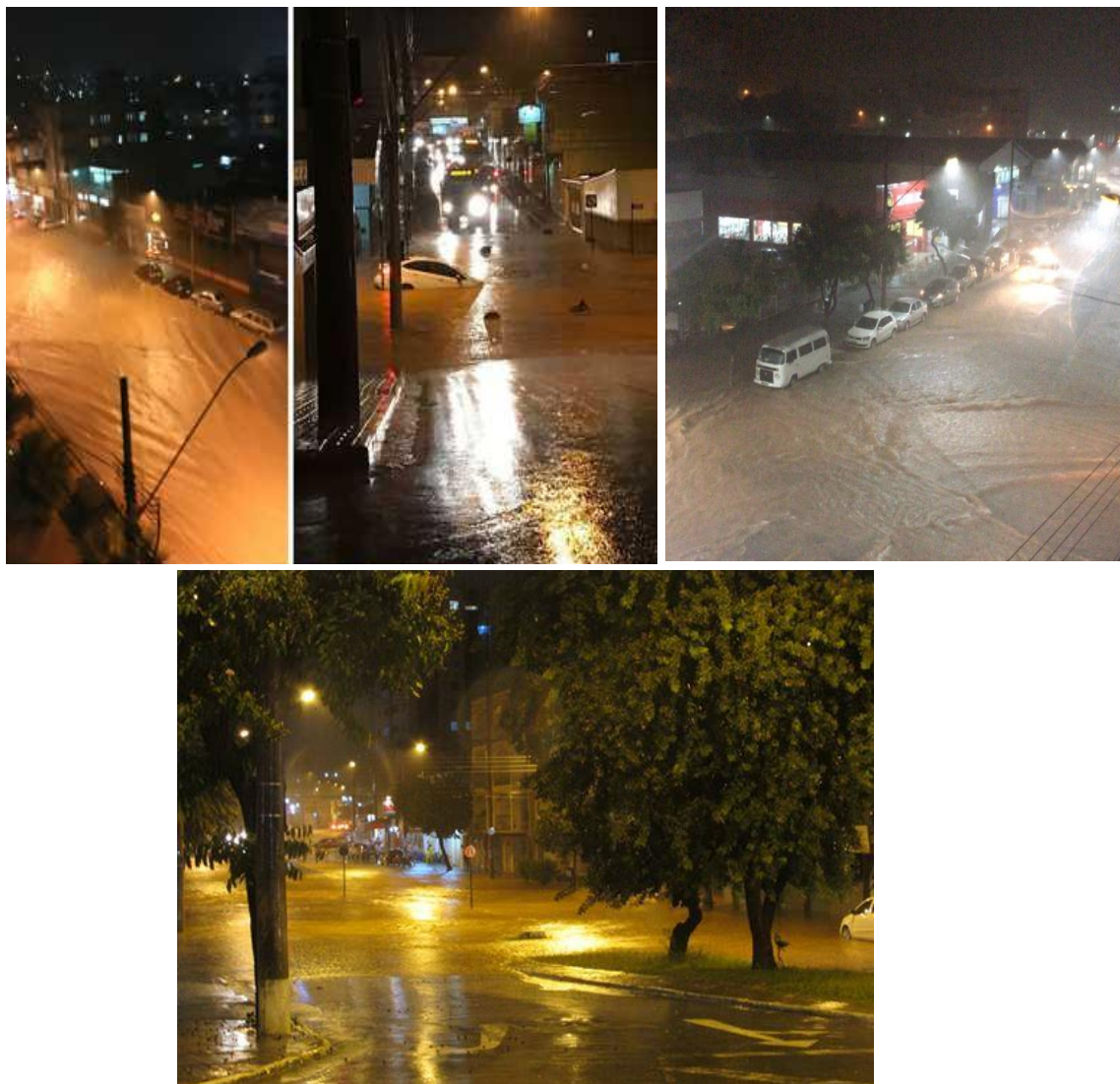
Por outro lado, a microbacia do Córrego dos Capotos foi sujeita à uma ocupação muito antiga, que não obedeceu aos afastamentos mínimos dos cursos d'água, principalmente no Bairro Santanense que se situa bastante próximo ao seu exutório. Nessa microbacia, o Córrego dos Capotos preserva sua sinuosidade, todavia são registradas ocupações não tão antigas que deveriam ter sido evitadas, a exemplo do Bairro JK, que, por ser bastante plano, situa-se praticamente todo na cota de extravasamento do Córrego dos Capotos.

Conforme Tucci e Genz (1995), o processo de controle de enchentes inicia-se pela regulamentação do uso do solo urbano através de um plano diretor que contemple as enchentes. Os dispositivos para controle de cheia urbana podem ser: pavimento poros; armazenamento em telhados; pequenos tanques residenciais; poços subterrâneos; regime urbanístico; índice de ocupação; coeficiente de aproveitamento; índice de impermeabilização.

O Município de Itaúna registra praticamente em todos os verões, ocorrências de enchentes na Avenida Jove Soares. Observa-se nas imagens abaixo, de registros de enchentes que a enchente ocorre sempre no princípio da noite exatamente no momento típico das chuvas do tipo convectivas.



Figura 1: Conjunto de imagens da Avenida Jove Soares durante cheia do Córrego do Sumidouro em Itaúna, MG.



Fonte: Portal de notícias Santana FM disponível em <https://santanafm.com.br/> acesso em 2 de julho de 2021.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores morfométricos das duas microbacias estudadas indicam características de bacias de formas irregulares, pouco sujeitas a enchentes em chuvas com volumes normais.

Através deste trabalho foi possível constatar que as ferramentas SIG (Sistema de Informação Geográfica) possuem um grau de acurácia bastante elevado, todavia, de modo geral podem tornar-se menos precisas quando há elevado grau de antropicidade, especialmente em bacias hidrográficas de até 20 Km².

As causas de enchentes recorrentes nas duas bacias hidrográficas em estudo, estão relacionadas, principalmente a fatores como ao elevado grau de impermeabilização e problemas de micro e macrodrenagem urbana, como é o caso da Avenida Jove Soares, Rua Gioconda Corradi, Rua Delmira Gonçalves, etc.

Isto exposto, torna-se importante mais iniciativas de estudos que considere, por exemplo, um mapeamento de uso e ocupação do solo das duas microbacias, a fim de propor medidas efetivas de mitigação dos efeitos das enchentes, como a construção de células ou bolsões de acumulação, conhecidos como piscinões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALVARENGA-SILVA, C.; MARQUES, C.; MAGALHÃES-JR, A. Caracterização morfométrica da bacia do rio Maquiné–borda leste do quadrilátero ferrífero/MG. **REVISTA GEONORTE**, v. 5, n. 20, p. 217-221, 2014.

CASTRO, Leslie Ivana Serino et al. Sistema de Informação Geográfica na formulação de indicadores ambientais para sustentabilidade dos recursos hídricos. **Irriga**, v. 19, n. 4, p. 655-674, 2014.

DE ALMEIDA, Laura Thebit et al. Aspectos morfométricos relacionados ao estudo de enchentes na bacia do rio Sapucaí, Minas Gerais. **Nativa**, v. 5, n. 3, p. 169-174, 2017.

DE OLIVEIRA SANTOS, Odete Cardoso. Análise do uso do solo e dos recursos hídricos na microbacia do Igarapé Apeú: nordeste do estado do Pará. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 29, n. 2, p. 231-233, 2006.

DE SOUZA, Shislene Rodrigues et al. Caracterização do conflito de uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente do rio Apeú, Nordeste do Pará. **Floresta**, v. 42, n. 4, p. 701-710, 2012.



ELESBON, Abrahão Alexandre Alden et al. Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Braço Norte do Rio São Mateus-Brasil. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 64, p. 281-288, 2011.

LORENZON, Alexandre Simões et al. Influência das características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Benevente nas enchentes no município de Alfredo Chaves-ES. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, p. 195-206, 2015.

MENEZES, João Paulo Cunha et al. Morfometria e evolução do uso do solo e da vazão de máxima em uma micro bacia urbana. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 4, 2014.

NARDINI, Rafael Calore et al. Análise da caracterização morfométrica da microbacia do Ribeirão dos Patos, Bofete (SP). **Geografia (Londrina)**, v. 24, n. 2, p. 25-39, 2015.

PISSARRA, T. C. T.; POLITANO, W.; FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 297-305, 2004.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches; DEL PRETTE, Marcos Estevan. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. **Revista do departamento de geografia**, v. 12, p. 89-121, 1998.

SILVA, Ana Carolina da et al. Dinâmica de uma comunidade arbórea após enchente em fragmentos florestais no sul de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 35, p. 883-893, 2011.

TONELLO, Kelly Cristina et al. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães-MG. **Revista Árvore**, v. 30, p. 849-857, 2006.

VALE, Jones Remo Barbosa; BORDALO, Carlos Alexandre Leão. Caracterização morfométrica e do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Rio Apeú, Amazônia Oriental. **Formação (Online)**, v. 27, n. 51, 2020.

VALENTE, MOACIR AZEVEDO et al. Solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do município de Castanhal, Estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2001.