

IX-034 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA DO IGARAPÉ SAPUCAJUBA (BELÉM-PA)

Ian Rocha de Almeida⁽¹⁾

Engenheiro sanitaria e ambiental pela Universidade Federal do Pará. Mestrando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Giovanni Chaves Penner⁽²⁾

Engenheiro sanitaria pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo. Professor Adjunto da Universidade Federal do Pará.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Bento Gonçalves, 9500 - Agronomia – Porto Alegre (RS) - CEP: 91501-970- Brasil - Tel: (51) 982236074 - e-mail: ian.almeida@ufrgs.br

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Igarapé Sapucajuba localiza-se no setor da Saúde da Universidade Federal do Pará, na cidade de Belém-PA. A nascente do Igarapé Sapucajuba possui grande interferência antrópica através da presença de moradias irregulares ao longo da Avenida Perimetral, no bairro da Terra Firme, e mesmo localizada em uma cidade com auto grau de urbanização, a bacia hidrográfica possui em sua extensão um grande quantitativo de áreas verdes. O presente trabalho buscou delimitar a Bacia do Sapucajuba com o auxílio da Base Digital do Terreno, pertencente à prefeitura de Belém, além de outros softwares como Arcgis 10.1 e Google Earth. Buscou-se também caracterizar morfometricamente a bacia, através da determinação dos seus fatores de forma, conformação, e índice de compacidade, além de determinar o coeficiente de escoamento superficial da Bacia do Sapucajuba. Feito isso, buscou-se fazer uma análise quanto a tendência natural a enchentes na bacia em estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia do Igarapé Sapucajuba, enchente urbanas, análise morfométrica de bacia hidrográfica.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica possui grande importância como unidade de planejamento visto que sua área de contribuição tem influência sobre a quantidade de água produzida como deflúvio e a forma e o relevo (CALIL et al, 2012). As iterações na área de abrangência de uma bacia hidrográfica afetam a qualidade dos recursos hídricos locais também, podendo atingir o ecossistema local e a jusante.

O estudo de bacias hidrográficas, no que diz respeito a zonas urbanas, possui grande importância na gestão e no gerenciamento dessas regiões, visto que a delimitação da bacia nessas localidades auxilia no estudo do comportamento dessas áreas em situações de chuvas intensas, por exemplo, onde pode-se determinar a tendência a alagamentos na bacia e fundamentar estudos e projetos que visem a combater as enchentes urbanas locais.

O levantamento de dados acerca das características físicas de uma bacia hidrográfica tem como objetivo informar sobre os mais diversos fatores que determinam a natureza da descarga de um rio, bem como a análise da tendência de um determinado comportamento desta bacia hidrográfica dadas as suas condições naturais (PORTO et al, 1999).

O fator de forma (F_r), o índice de compacidade (K_c) e o índice de conformação (F_c) são parâmetros que informam sobre a formas geométrica da bacia e permitem analisar a tendência a enchentes em uma bacia hidrográfica após um fenômeno de precipitação de maneira prática (SILVA et al, 2010).

Outro indicativo da tendência a alagamentos em uma bacia hidrográfica é o coeficiente de escoamento superficial que usualmente é determinado em função da ocupação do solo: quanto maior a quantidade de áreas verdes, menor é o coeficiente de escoamento, devido a maior infiltração da água precipitada no solo, da

interceptação, dentre outros; quanto mais urbanizada for uma região, maior é o coeficiente de escoamento superficial, visto que a interceptação é insignificante, assim como a infiltração no solo, fazendo com que o tempo de concentração seja menor e o volume de água escoado seja maior do que em condições naturais, fazendo com que a bacia hidrográfica possua maior tendência a alagamentos, essencialmente em localidades de cota mais baixa (TUCCI, 2000).

O presente artigo trata-se de um estudo preliminar para a implantação de uma Bacia Escola na Universidade Federal do Pará. As Bacias Escolas possuem papel primordial no aperfeiçoamento de disciplinas acadêmicas tais como Hidrologia, a exemplo, assim como auxilia no estudo de fenômenos físicos que ocorrem em bacias hidrográficas, por meio de estudos hidrometeorológicos, balanço hídrico, dentre outros (LISBOA et al, 2000)

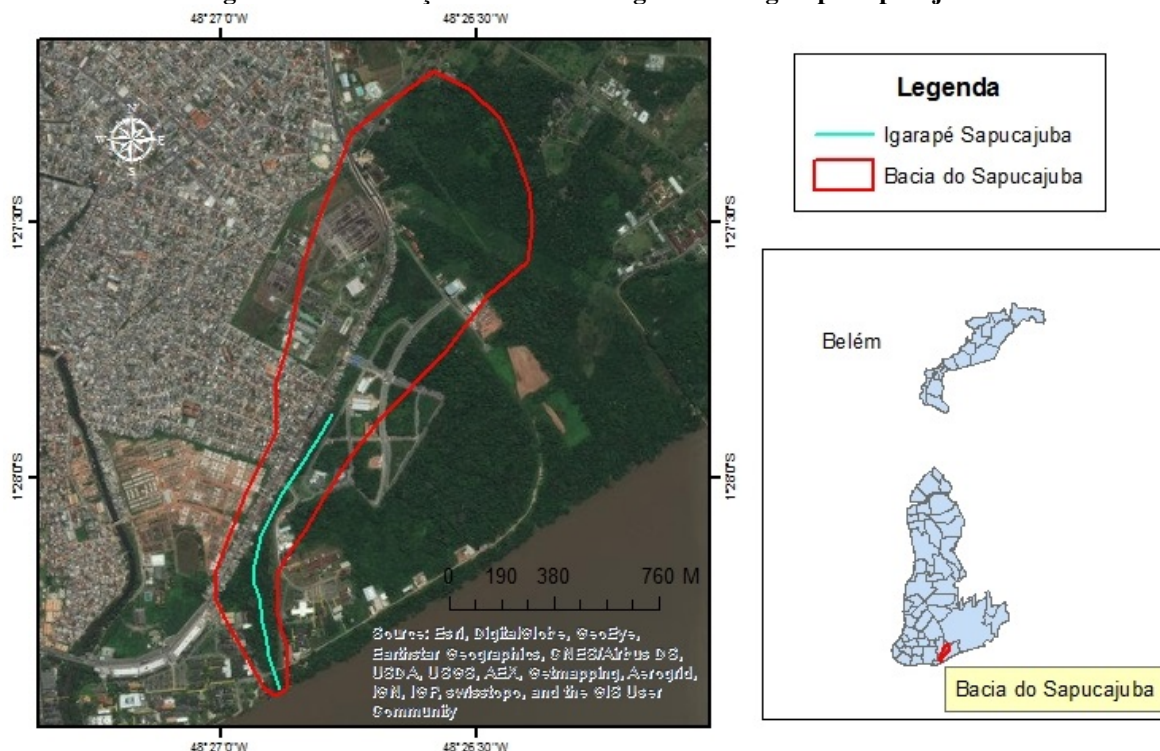
Pelo exposto, o presente trabalho identificou e caracterizou a Bacia Hidrográfica do Igarapé Sapucajuba, localizado na Universidade Federal do Pará (UFPA), identificando a sua área, perímetro, fator de forma (F_f), o índice de compacidade (K_c), o índice de conformação (F_c) e o coeficiente de escoamento superficial, além de fazer uma análise da tendência a enchentes na bacia, fundamentada pelos parâmetros analisados.

MATERIAIS E MÉTODOS

• IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia hidrográfica do Igarapé Sapucajuba encontra-se inserida no setor da Saúde da Universidade Federal do Pará, sul da cidade de Belém-PA, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Localização da Bacia hidrográfica do Igarapé Sapucajuba.



O setor da Saúde da UFPA possui uma pequena quantidade de prédios e conseqüentemente a menor circulação de pessoas, dentro do campus da UFPA, apresentando uma grande extensão de área verde (natural) também. O Igarapé Sapucajuba possui extensão de aproximadamente 1,08 km, e a sua nascente é diretamente impactada pela presença de moradias irregulares localizadas ao longo da Avenida Perimetral (Belém-PA), recebendo os efluentes domésticos dessas residências, bem como as águas pluviais providas das galerias de drenagem da avenida conforme é mostrado na Figura 2. A sua foz desagua no Rio Guamá (Imagem 3), e há a conservação da mata ciliar na maior porção do Igarapé Sapucajuba, como é mostrado na Figura 4, onde é ilustrada uma parte da região central do Igarapé.

Figura 2 – Nascente do Igarapé Sapucajuba.



Figura 3 –Foz do Igarapé Sapucajuba ao fundo, no encontro com o Rio Guamá.



Figura 4 – Trecho central do Igarapé Sapucajuba, com boa preservação da mata ciliar.



- **DETERMINAÇÃO DA ÁREA E DO PERÍMETRO DA BACIA**

A determinação da área e do perímetro da bacia hidrográfica seguiu os chamados limites topográficos do terreno, com a utilização da base digital do terreno pertencente à Prefeitura Municipal de Belém e auxílio dos *softwares* Google Earth e Arcgis 10.1.

- **DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS**

A determinação do fator de forma (F_f), o índice de compacidade (K_c), o índice de conformação (F_c) e o coeficiente de escoamento superficial (C) foi feita a partir das Equações (1), (2), (3) e (4) a seguir, segundo Porto et al (1999) e Thompson (2006). A determinação de cada parâmetro foi feita com o auxílio da base digital do terreno da cidade de Belém, usando os *softwares* Google Earth e Arcgis10.1.

$$F_f = B/L \quad \text{Equação (1)}$$

Onde F_f é o Fator de Forma; B é a largura média da bacia, em metros e; L é o comprimento da bacia, em metros.

$$K_c = 0,28 \times P/A^{1/2} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde K_c é o índice de compacidade; P é o Perímetro da bacia, em metros e; A é a área da bacia, em metros quadrados.

$$F_c = A/L^2 \quad \text{Equação (3)}$$

Onde F_c é o índice de conformação; A é a área da bacia, em metros quadrados e; L é o comprimento axial da bacia, em metros.

$$C = 1/A \cdot \sum C_i \cdot A_i \quad \text{Equação (4)}$$

Onde C é o coeficiente de escoamento superficial; A é a área total da bacia; C_i é o coeficiente de determinada zona, no caso considerou-se área verde e área urbanizada; e A_i é a área correspondente às zonas de estudo. Para o presente estudo, adotou-se coeficientes de escoamento superficial de 0,8 para áreas verdes e 0,2 para áreas urbanizadas, de acordo com Thompson (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o suporte da base digital do terreno, pôde-se delimitar a bacia hidrográfica do Igarapé Sapucajuba através dos divisores topográficos, como é mostrado na Figura 1 apresentada. A área quantificada foi de 986.640 m², e o perímetro encontrado foi de 5.335 m.

Através da aplicação da metodologia apresentada, obteve-se a caracterização física da bacia, conforme indicado na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Caracterização física da Bacia Hidrográfica do Igarapé Sapucajuba.

Bacia	Comprimento do Exultório (m)	Comprimento da Bacia (m)	Largura Média da Bacia (m)	Área Verde (m ²)	Área Urbanizada (m ²)	F _f	K _c	F _c	C
Sapucajuba	1.082	2.355	363	630,389	356,251	0,15	1,5	0,84	0,6

Segundo Porto et al (1999), quanto mais próximos de uma unidade forem o fator de forma, e os índices de compacidade e conformação, maior a tendência natural a enchentes em uma determinada bacia hidrográfica, pois a bacia apresenta uma formatação mais simétrica, onde, em qualquer ponto do território da bacia que a água caia, ela escoará para o mesmo ponto ao mesmo tempo, caracterizando a tendência natural da bacia hidrográfica a enchentes.

Nota-se visualmente que a bacia do Igarapé Sapucajuba possui um formato alongado, e isso influencia diretamente no Fator de Forma da bacia, visto que o seu comprimento é bem maior do que a largura média. Isso ilustra um formato mais irregular da bacia hidrográfica, reduzindo a tendência natural a enchentes.

O índice de compacidade relaciona a forma da bacia com a de um círculo, que comporta uma determinada área com o menor perímetro, cujo índice é igual a 1. Quanto mais semelhante ao formato de um círculo for a bacia hidrográfica, maior a tendência a enchentes. Observou-se que o K_c da bacia do Igarapé Sapucajuba foi aproximadamente 1,5. Tal característica comprova mais uma vez o formato menos simétrico da bacia, caracterizando uma tendência menor a alagamentos.

O índice de conformação relaciona o formato da bacia hidrográfica com o de um quadrado (F_c = 1), onde neste caso o escoamento da água é direcionado para o mesmo ponto, caracterizando a tendência natural a enchentes. A Bacia hidrográfica do Sapucajuba apresentou F_c de 0,84. Mais uma vez comprovou-se que, através da sua forma, a bacia do Sapucajuba possui baixa tendência a alagamentos.

No que diz respeito ao coeficiente de escoamento superficial, quanto mais próximo de 1 o resultado, maior é o volume de água precipitada que escoar superficialmente, visto que nesse caso, 100% da água que cai na bacia escoar. Analisando visualmente a Figura 1 (mapa da bacia), nota-se a maciça presença de área verde, e analisando o seu quantitativo através do Google Earth, nota-se que as áreas verdes representam 64% da área total da bacia, contra 36% de área urbanizada.

O valor obtido pelo coeficiente de escoamento superficial aponta que apesar de a Bacia do Sapucajuba estar inserida na zona urbana da cidade de Belém, esta possui um reduzido coeficiente de escoamento, em comparação com o grande quantitativo de área urbanizada que integra a cidade de Belém. Nesse parâmetro, pode-se concluir que a bacia possui uma baixa tendência a alagamentos, no atual cenário de uso e ocupação do solo.

Em suma, analisando os parâmetros abordados, observa-se que a Bacia Hidrográfica do Sapucajuba apresenta baixa tendência a alagamentos, mesmo que a nascente do curso d'água principal, o Igarapé Sapucajuba, possua grande interferência antrópica. Tal particularidade da Bacia do Sapucajuba é devido ao seu formato (alongado), que favorece a menor tendência natural a enchentes, bem como a maciça presença de área verde (área preservada), visto que nesse caso há grande infiltração no solo da água que precipita no terreno,

diminuindo o volume que escoar superficialmente e o tempo desse escoamento, reduzindo então os picos de vazão na bacia.

É importante salientar que a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica informa sobre a tendência natural a enchentes, considerando somente o seu formato, e nesse estudo houve a complementação da análise através do cálculo do coeficiente de escoamento superficial. Para uma caracterização mais sucinta sobre a tendência a alagamentos em uma bacia, é necessário analisar conjuntamente os parâmetros estudados com outros fatores, como a declividade média da bacia, o estudo da influência de tábuas de maré na região e o índice pluviométrico local, por exemplo, pois tais fatores podem potencializar a tendência natural a enchentes em uma bacia hidrográfica.

CONCLUSÕES

O estudo de uma bacia hidrográfica é de fundamental importância como informação preliminar no gerenciamento do uso das áreas urbanas com o intuito de compreender os fenômenos físicos que ali ocorrem, principalmente tratando-se de uma área onde há a preocupação com alagamentos, a exemplo. A delimitação e caracterização da bacia hidrográfica é uma ferramenta de grande eficiência na gestão das águas urbanas.

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é uma ferramenta importante e eficiente para a sua análise da tendência natural a enchentes, principalmente no que tange ao gerenciamento dessa bacia, em questões de uso e ocupação do solo.

Mesmo a caracterização morfométrica sendo uma ferramenta de grande confiabilidade na caracterização de uma bacia hidrográfica, é necessária uma análise combinada dessa caracterização com outros estudos, como a análise do coeficiente de escoamento superficial do terreno e a declividade do mesmo, fatores que podem potencializar ou atenuar a tendência natural a alagamentos em uma bacia hidrográfica.

Nota-se que mesmo inserida na área urbana do município de Belém-PA, a Bacia do Sapucajuba possui baixa tendência a enchentes devido às suas características físicas e a preservação de áreas naturais, que contribuem para o menor escoamento superficial do volume que precipita no terreno.

Eventuais alagamentos acontecidos na bacia do Igarapé Sapucajuba dentro da área da Saúde da UFPA podem ser influenciados pela elevação das marés do rio Guamá e falta de manutenção no sistema de microdrenagem. Neste caso, tais fatores podem ser considerados em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CALIL, P. M., OLIVEIRA, L. F. C., KLIEMANN, H. J.; OLIVEIRA, V. A. Caracterização geomorfométrica e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goías. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 4, p.433-442, Jan. 2011.
2. LISBOA, H. de M., NUNES, F. C., NOVELLO, J. M. - Bacia escola do Campus da UFSC - implantação de ensino prático nas aulas de Hidrologia. In: VI Encontro - educação em engenharia, 2000, Florianópolis. Livro de resumos. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000. p.48 – 48.
3. PORTO, R. L. L., FILHO, K. Z., SILVA, R. M. Bacias hidrográficas. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. PHD 307 – Hidrologia aplicada. São Paulo, 1999.
4. SILVA, L., LIMA, E. R.V., ALMEIDA, H. A., FILHO, J. F. C. Caracterização geomorfométrica e mapeamento dos conflitos de uso na Bacia de drenagem do Açude Soledade. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 03, p. 112-122, Abr. 2010.
5. THOMPSON, D. B. The rational method. Civil Engineering Department. Texas Tech University. Disponível em: < <http://drdbthompson.net/writings/rational.pdf>>. Acesso em 18/12/2016.
6. TUCCI, C. E. M. Coeficiente de escoamento e vazão máxima em Bacias urbanas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. V. 5, n. 1, p. 61-68. 2000.