

**IV-1393 – CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA ORIENTADA À
AVALIAÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE À INUNDAÇÃO DA SUB-BACIA DO
RIBEIRÃO DOS PATOS, BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO,
EM MINAS GERAIS.**

Marcelo Casiuch ⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestrando em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro/Prof.Água. Consultor da TPF Engenharia Ltda.

Abmael de Sousa Lima Júnior ⁽²⁾

Engenheiro Civil pelo Centro Universitário Maurício de Nassau. Mestrando em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco. Engenheiro Civil da TPF Engenharia Ltda.

Carolina Oliveira Santos ⁽³⁾

Engenheira Química pela Faculdade de Ciência e Tecnologia de Montes Claros. Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais pela Universidade Federal de Minas Gerais. Consultora da TPF Engenharia Ltda.

Fábio Luciano Prates ⁽⁴⁾

Engenheiro Químico pela Faculdade de Ciência e Tecnologia de Montes Claros. Engenheiro Civil pela Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho. Especialista em Saneamento e Meio Ambiente pela Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho. Consultor da TPF Engenharia Ltda.

Endereço⁽¹⁾: Rua Barão da Torre, 263, apto. 202 – Ipanema – Rio de Janeiro – RJ – CEP: 22411-001 – Tel: (21) 99241 0838 – e-mail: mcasiuch@gmail.com

RESUMO

A sub-bacia do ribeirão dos Patos está inserida na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Alto São Francisco (SF1), localizada na mesorregião oeste do Estado de Minas Gerais e abrange áreas de cinco municípios, cujas principais atividades econômicas estão ligadas ao turismo e à agropecuária. Este importante interflúvio de Minas Gerais é afluente da margem direita do Rio São Francisco. O objetivo deste trabalho foi avaliar a suscetibilidade às inundações da sub-bacia do ribeirão dos Patos, visando a gestão das áreas de risco, de forma a mitigar os danos econômicos e humanos na bacia. Para tal, foi realizada uma análise morfométrica da área da bacia sob os seguintes aspectos físicos: fator de forma, coeficiente de compactidade e índice de circularidade. O método utilizado para o fator de forma (Kf) foi o de Horton, proposto em 1945, e para o coeficiente de compactidade (Kc) e índice de circularidade (IC), foram utilizados cálculos de Villela e Mattos em 1975 e Miller em 1953, respectivamente. Os resultados obtidos para cada índice, $K_f = 0,44$; $K_c = 1,88$ e $IC = 0,28$, foram posteriormente comparados com os valores de referência estabelecidos para cada método e concluiu-se que é improvável que esta sub-bacia sofra grandes inundações de acordo com a análise realizada, possuindo baixo nível de suscetibilidade a inundações.

PALAVRAS-CHAVE: morfometria, caracterização física, enchentes, recurso hídrico, Pains.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio São Francisco é o principal curso d'água do semiárido, com potencial hídrico de aproveitamento em toda a extensão da bacia hidrográfica, além de relevância histórica e econômica para o país.

De acordo com IPEA (2019, p.29), “os eventos hidrológicos críticos na bacia podem ser caracterizados pelas enchentes – principalmente nos afluentes no alto São Francisco”. Assim, diante da situação atual da bacia hidrográfica do rio São Francisco, dentre os principais desafios atuais está “estabelecer estratégias de prevenção de cheias e proteção de áreas inundáveis” (IPEA, 2019, p. 30).

A sub-bacia do ribeirão dos Patos, pertencente à Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Alto rio São Francisco (SF1), consiste em um importante interflúvio mineiro, pois é afluente da margem direita do Rio São Francisco. Regionalmente, a sub-bacia do ribeirão dos Patos está localizada na mesorregião

oeste do Estado de Minas Gerais, abrangendo cinco municípios, sendo eles: Iguatama, Doresópolis, Piumhi, Pimenta e Pains (CODEVASF, 2022). Na região da sub-bacia em questão existe a predominância da atividade de agropecuária, mas, tem forte ligação com o turismo, frente à abundância de mananciais na área.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022), os dados obtidos da estação meteorológica convencional de Bambuí – MG (83582), mais próxima da sub-bacia do ribeirão dos Patos, considerando um intervalo superior de a 30 anos, no período de janeiro de 1944 a abril de 2018, demonstram a precipitação média anual em torno de 1825 mm e indicam uma variação sazonal importante nas chuvas registradas, na qual nos meses chuvosos, de outubro a março, as precipitações médias variam de 119 a 289 mm, enquanto nos meses de estiagem, de abril a setembro, estas variam de 9,6 a 76 mm.

No que se refere às chuvas intensas na região, Pinto *et al.* (2013) estimaram, através de uma equação de intensidade x duração x frequência (IDF), também para a estação de Bambuí -MG, uma precipitação de 176,19 mm em 24 h para um tempo de recorrência (TR) de 50 anos e de 193,26 mm para um TR de 100 anos.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a suscetibilidade às inundações da sub-bacia do ribeirão dos Patos, visando a gestão das áreas de risco e mitigar os danos econômicos e humanos na bacia hidrográfica. Para tanto, procedeu-se a análise morfométrica da área da sub-bacia sob os seguintes aspectos físicos relacionados a este objetivo: fator de forma, coeficiente de compactidade e índice de circularidade.

METODOLOGIA UTILIZADA

Para a caracterização morfométrica da sub-bacia ribeirão dos Patos, tomou-se por base o diagnóstico realizado para a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF, 2022).

A Figura 1 apresenta o mapa da hidrografia da sub-bacia do ribeirão dos Patos, bacia hidrográfica do rio São Francisco, em Minas Gerais. Dentre os principais cursos d'água da sub-bacia do ribeirão dos Patos estão: córrego do Barreado, córrego do Tamboril, córrego da Vaca, córrego do Inhame, córrego do Pontal, córrego do Filipe, córrego do Cavalo, córrego do Ouro, córrego da Matinha e ribeirão Lambari.

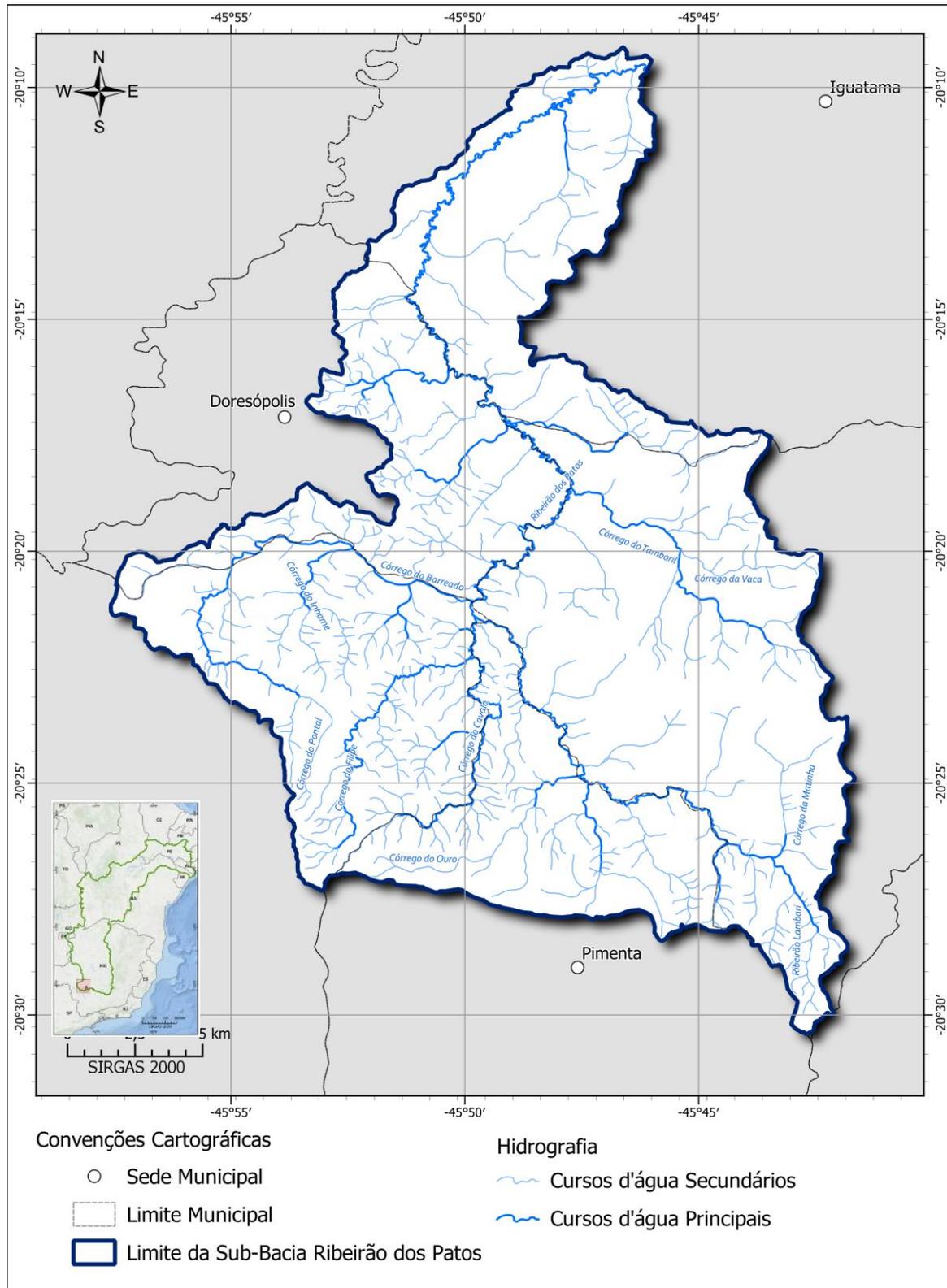


Figura 1: Hidrografia da sub-bacia do ribeirão dos Patos, bacia hidrográfica do rio São Francisco, em Minas Gerais

Fonte: Codevasf (2022)

Inicialmente, calculou-se o perímetro, a área e o comprimento do eixo da sub-bacia, de modo a possibilitar o cálculo dos parâmetros físicos para a caracterização morfométrica.

No cálculo do Fator de Forma (Kf), que consiste na relação entre a área da bacia (A) e o comprimento do eixo da bacia (L), considerou-se a proposta de Horton (1945), conforme apresentado na Equação 1:

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

onde: Kf = Fator de Forma

A = Área da Bacia (km²)

L = Comprimento do Eixo da Bacia (km)

O referido índice dá indícios sobre as tendências de acontecimentos de grandes enchentes na bacia (Figura 2), pois, bacias com fator de forma maior têm maiores chances de sofrer inundações do que bacias de fator de forma menor (Tabela 1).

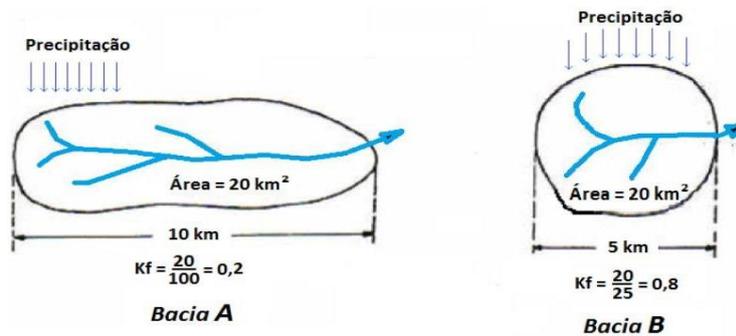


Figura 2: Representação da influência do fator de forma

Fonte: Horton (1945)

Tabela 1: Classificação do Fator de Forma

Valor de Kf	Características da Bacia
$1,00 \geq Kf \geq 0,75$	Bacia com Alta Propensão a Grandes Enchentes
$0,75 > Kf \geq 0,50$	Bacia com Tendência Mediana a Grandes Enchentes
$Kf < 0,50$	Bacia não Sujeita a Grandes Enchentes

Fonte: Horton (1945)

O coeficiente de compactidade (Kc) é a relação entre os perímetros de uma bacia e um círculo de área igual à da bacia (VILLELA E MATTOS, 1975), portanto, calculou-se pela Equação 2.

$$Kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

onde: Kc = Coeficiente de compactidade

P = Perímetro da bacia (km)

A = Área da bacia (km²)

Este coeficiente varia com a forma da bacia independentemente de seu tamanho, de modo que quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compactidade (Tabela 2).

Tabela 2: Classificação do Coeficiente de Compactidade

Valor de Kc	Características da Bacia
$1,00 \leq Kc \leq 1,25$	Bacia com Alta Propensão a Grandes Enchentes
$1,25 < Kc \leq 1,50$	Bacia com Tendência Mediana a Grandes Enchentes
$Kc > 1,50$	Bacia não Sujeita a Grandes Enchentes

Fonte: Villela e Mattos (1975)

O índice de circularidade, proposto por Miller em 1953, consiste na relação entre a área (A) e o perímetro (P) da bacia, calculado pela Equação 3, no qual tende para 1,0 à medida que a bacia hidrográfica se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma se torna alongada.

$$IC = 12,57 \times \frac{A}{P^2} \quad (3)$$

Onde: IC = Índice de Circularidade

A = Área da bacia (km²)

P = Perímetro da bacia (km)

RESULTADOS OBTIDOS

Aplicando a Equação 1 e considerando a área da sub-bacia (A) igual a 512,99 km², o comprimento do eixo da sub-bacia (L) de 34 km, tem-se o fator de forma (Kf) para a sub-bacia hidrográfica do ribeirão dos Patos é de 0,44, conforme se observa na sequência.

$$Kf = \frac{512,99 \text{ km}^2}{(34 \text{ km})^2}$$
$$Kf = 0,44$$

Um coeficiente de compacidade (Kc) igual à 1 corresponde a uma bacia mais próxima da forma de um círculo, no qual a tendência de sofrer cheias será grande quanto mais próximo de 1,0 for Kc. A menor tendência de sofrer cheias ocorre nas bacias alongada, quando mais próxima for o Kc de 0,5 ou 1,5. Se o coeficiente de compacidade calculado for acima de 1,50, isso corresponde a uma bacia mais alongada, não suscetível a grandes enchentes. Para a sub-bacia hidrográfica do Ribeirão dos Patos, ao aplicar a Equação 2 considerando a mesma área e perímetro da sub-bacia igual a 152 km, obteve-se o coeficiente de compacidade calculado de 1,88.

$$Kc = 0,28 \times \frac{152 \text{ km}}{\sqrt{512,99 \text{ km}^2}}$$
$$Kc = 1,88$$

Aplicando a Equação 3 para a sub-bacia do ribeirão dos Patos, calculou-se o índice de circularidade (IC) igual a 0,28, indicando o formato mais alongado da referida sub-bacia, pois quanto mais distante de 1, menor a circularidade da bacia e menor é a sua tendência a gerar enchentes rápidas e acentuadas.

$$IC = 12,57 \times \frac{512,99 \text{ km}^2}{(152 \text{ km})^2}$$
$$IC = 0,28$$

ANÁLISE DE RESULTADOS

Segundo metodologia proposta por Horton (1945), a sub-bacia do ribeirão dos Patos não está sujeita a grandes enchentes, tendo em vista que seu fator de forma igual a 0,44 ficou abaixo de 0,50. Logo, o escoamento direto de uma chuva na referida sub-bacia não se concentra tão rapidamente e é dificilmente atingida integralmente por chuvas intensas, conforme Schwab *et al.* (1966). Entretanto, cabe salientar que a forma é uma das características físicas difíceis de serem expressas em termos quantitativos, pois pode ser influenciada por outras características, como a geologia, e pode atuar sobre os processos hidrológicos ou comportamento hidrológico.

O formato de toda bacia hidrográfica exerce influência no tempo de concentração de água na bacia, que depende, principalmente, da estrutura geológica do terreno. Na sub-bacia do ribeirão dos Patos o coeficiente de compacidade de 1,88, maior que o valor de 1,50, indicando uma bacia mais alongada, não suscetível a grandes enchentes.

O índice de circularidade reforça as características indicadas nos parâmetros de fator de forma e coeficiente de circularidade, pois com valor igual de 0,28 indica uma sub-bacia mais alongada, com baixa circularidade e, assim, pouca possibilidade de gerar enchentes, segundo a classificação proposta por Villela e Mattos (1975).

CONCLUSÕES

Apesar dos índices pluviométricos registrados na região e estimativas de chuvas intensas na região da sub-bacia do ribeirão dos Patos, os aspectos físicos analisados, relacionados às características morfométrias, levam à conclusão de que esta sub-bacia é pouco suscetível a gerar grandes enchentes, rápidas e acentuadas. Tal característica é reforçada pelos resultados coincidentes obtidos através da análise dos três diferentes índices, demonstrando uma homogeneidade dos resultados alcançados nas características físicas da sub-bacia.

Assim, devem ser aproveitadas tais características físicas, que mantêm baixo o nível de suscetibilidade a inundações, para o estabelecimento de políticas públicas voltadas para a conservação ambiental da sub-bacia do ribeirão dos Patos e não deixar que a antropização prejudique o potencial hídrico da região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Execução dos Serviços de Diagnóstico e Elaboração de Projeto Hidroambiental em Áreas da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco no Estado de Minas Gerais. Produto 2 – Diagnóstico – Bacia dos Afluentes do Alto São Francisco – Sub-bacias do Ribeirão dos Patos e do Rio Samburá. Elaborado pela TPF Engenharia, Recife, 2022, 168p.
2. GREGORY, K.J. & D.F. WALLING. Drainage Basin Form and Process – a Geomorphological Approach. John-Wiley & Sons, New York, 1973, 456p.
3. HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological Society of America Bulletin 5, 275–370, 1945.
4. INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de Dados Meteorológico – Bambuí. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acessado em 10 de janeiro de 2023.
5. IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Revitalização da bacia hidrográfica do rio São Francisco: histórico, diagnóstico e desafios. Brasília :IPEA, 2019. 366 p.
6. MORISAWA, M. Streams: their Dynamics and Morphology. McGraw-Hill Book Co., New York, 1968, 174 p.
7. PINTO, D.B.F.; RESENDE, L.H.S.; SILVA, L. G. R.; DORNELAS, M. A. Análise de chuvas intensas e estimativa da equação Intensidade-Duração-Frequência para o município de Bambuí-MG. Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013.
8. SCHWAB, G.O.; A.K. FREVERT; T.W. EDMINSTER, K.K. BARNES. Soil and Water Conservation Engineering. John-Wiley & Sons. New York, 1966, 683 p.
9. VILLELA, S. M., MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975, 245p.