

# REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:  
Investigación, desarrollo y práctica.

## CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COMEMORAÇÃO, SITUADO NA BACIA AMAZÔNICA

\* Calina Grazielli Dias Barros<sup>1</sup>  
Ranieli dos Anjos de Souza<sup>1</sup>  
Ana Lúcia Denardin da Rosa<sup>2</sup>

### CHARACTERIZATION OF THE COMEMORAÇÃO RIVER, SITUATED IN THE AMAZÔNICA BASIN

Recibido el 14 de octubre de 2020. Aceptado el 25 de octubre de 2021

#### Abstract

*The morphometric characterization of river basins is an important tool for understanding the processes that occur in the basin. The aim of the study was to characterize the morphometric attributes of the watershed of the Comemoração River. For this purpose, QGIS Desktop 2.18.7 with GRASS 2.7.0 was used, with SRTM images obtained from the TOPODATA project, as well as vector data on the territorial division, rivers and rainfall information from the IBGE and ANA agencies. The results showed that rainfall between 1991 and 2005 in this basin averaged a total annual of 1935 mm.ano-1. The predominant soil type was Neossolo, representing 74% of the total area of the basin. With respect to relief, the basin presented 54% of its area as smooth wavy and an altimetric amplitude of 420 meters. It was also observed, a well branched dendritic drainage pattern, however, with a low drainage density and a low roughness index. In view of the results obtained, it is concluded that the basin is not susceptible to flooding under normal conditions of precipitation and has great ease of infiltration of water into the soil.*

**Keywords:** watershed, morphometric characterization, geotechnology.

<sup>1</sup> Instituto Federal de Rondônia campus Colorado do Oeste, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Rondônia, Brasil.

\* *Autor correspondal:* Instituto Federal de Rondônia campus Colorado do Oeste/ BR 435, km 63 (antiga RO 399, KM 05) – Caixa Postal 51– Zona Rural, Colorado do Oeste, Rondônia. Código Postal 76.993-0000. Brasil. Email: [calina.grazielli@gmail.com](mailto:calina.grazielli@gmail.com)

## Resumo

A caracterização morfométrica de bacias hidrográficas é uma importante ferramenta para o entendimento dos processos que ocorrem na bacia. Diante disso, o estudo teve por objetivo a caracterização dos atributos morfométricos da bacia hidrográfica do rio Comemoração. Para isso, foi utilizado o software QGIS Desktop 2.18.7 with GRASS 2.7.0, com imagens SRTM obtidas do projeto TOPODATA, além de dados vetoriais da divisão territorial, rios e informações pluviométricas oriundas das Agências IBGE e ANA. Os resultados mostraram que a precipitação entre 1991 a 2005, nesta bacia, tiveram média total anual de 1935 mm.ano-1. O tipo de solo predominante na área é o Neossolo, representando 74% da área total da bacia. Com relação ao relevo, a Bacia apresenta 54% de sua área em relevo suave ondulado e uma amplitude altimétrica de 420 metros. Observou-se, também, um padrão de drenagem dendrítico bem ramificado, porém, com uma densidade de drenagem baixa e um índice de rugosidade fraco. Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a Bacia não é suscetível a enchentes em condições normais de precipitação e possui grande facilidade de infiltração de água no solo.

**Palavras chave:** bacia hidrográfica, caracterização morfométrica, geotecnologias.

## Introdução

A utilização de ferramentas de geoprocessamento para estudos hidrológicos é de grande importância para o acompanhamento ambiental das bacias hidrográficas. Os parâmetros hidrológicos obtidos remotamente, servem de suporte para tomadas de decisões no que diz respeito a gestão dos recursos hídricos.

Conforme a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei 9433 de 1997, e de acordo com o Art. 1º a “água é um bem de domínio público, dotado de valor econômico”, cuja gestão deverá ser baseada na Bacia hidrográfica, de “forma descentralizada e contando com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades” (MMA, 1997).

Segundo Tucci (2004), a “Bacia hidrográfica pode ser definida como uma área captação natural da água da precipitação, que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório”. Dessa forma, conhecer as características fisiográficas, geomorfológicas, tipo de cobertura vegetal, das bacias hidrográficas é de suma importância, pois assim é possível entender o seu comportamento hidrológico.

Para que se possa aplicar alguns instrumentos da PNRH como, enquadramento dos corpos d’água, outorga e cobrança pelo uso de recursos hídricos, é relevante a automatização da delimitação das bacias hidrográficas, pois a padronização do traçado das bacias contribui na efetivação adequada da PNRH, o que por sua vez, auxilia no combate aos conflitos originados dos diversos tipos de uso dos recursos hídricos (Santos e Mariano, 2017).

Segundo Venturi (2011), para reconhecer os limites espaciais de uma bacia hidrográfica, é preciso considerar a distribuição espacial do conjunto dos processos envolvidos em todos os seus

subsistemas, assim, a própria bacia hidrográfica estará delimitada. Alguns parâmetros morfométricos como, limites externos, área de drenagem, hierarquia da rede de drenagem, densidade de drenagem, comprimento da bacia, curva hipsométrica, circularidade da bacia, dentre outros, servem para interpretar a resposta da bacia a diferentes eventos, como por exemplo, a suscetibilidade aos processos de inundação.

As delimitações automáticas de bacias hidrográficas podem ser implementadas em ambientes de Sistema de Informação Geográfica (SIG), esses ambientes permitem armazenar, manipular e analisar dados, através de informações espaciais. Alguns dados e elementos básicos para análise morfométrica de bacia hidrográfica, são decorrentes de um Modelo Digital de Elevação (MDE).

Um MDE pode ser gerado por meio da interpolação de valores de altitude, também existem os MDE's oriundos de dados de sensoriamento remoto como o SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), produziu o Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA), que disponibiliza as imagens SRTM com resolução espacial de 30 (trinta) metros.

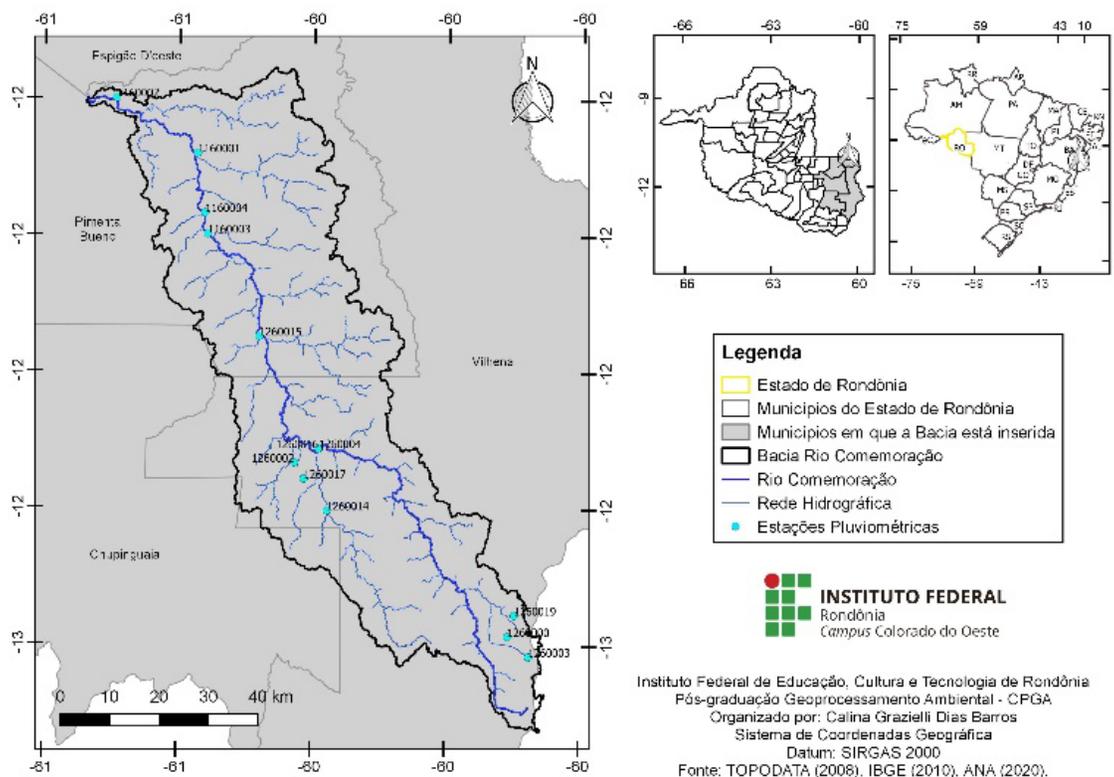
Portanto, o emprego de geotecnologias para a delimitação de bacias hidrográficas, tem se mostrado uma ferramenta eficiente de auxílio à gestão dos recursos hídricos, uma vez que a automação dos processos proporciona uma economia de tempo e melhor precisão, quando comparada com as técnicas manuais.

Desse modo, este trabalho teve como objetivo a caracterização da Bacia hidrográfica do Rio Comemoração, através da delimitação automática de bacias hidrográficas, integrando e processando em ambiente SIG, dados do projeto SRTM (TOPODATA).

### **Materiais e métodos**

A bacia hidrográfica do Rio Comemoração possui uma área de 4358.64 km<sup>2</sup> e está situada nos municípios de Vilhena, Chupinguaia, Pimenta Bueno e Espigão D' oeste (Figura 1). A nascente do rio Comemoração, está situada na área urbana do município de Vilhena. Segundo o Censo 2010, os municípios que fazem parte da Bacia hidrográfica, contabilizam 9.41 % do total da população do estado, sendo Vilhena com 76202 habitantes, Chupinguaia com 8301 habitantes, Pimenta Bueno com 33822 habitantes e Espigão D' oeste com 28729 habitantes (IBGE, 2010).

O clima é do tipo Am, típico da região amazônica, que é caracterizado como clima de monção, conforme a classificação de Köppen-Geiger (1936) e adaptada por Alvares et al., (2013). Esse clima apresenta o mês mais frio sempre com temperatura média superior a 18°C, com precipitação total média de 1935 mm (EMBRAPA, 2020).

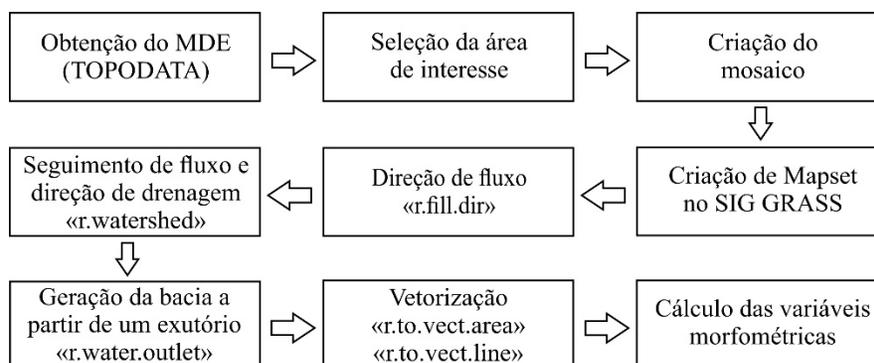


**Figura 1.** Mapa de localização da área de estudo e das estações pluviométricas.

Para a caracterização morfológica da Bacia hidrográfica foi utilizado o software QGIS Desktop 2.18.7 with GRASS 2.7.0, conforme o fluxograma exposto na Figura 2. A base de dados foi organizada através do Sistema de Coordenadas Geográficas e Sistema de Coordenadas Planas, utilizando-se o Datum SIRGAS 2000, sistema adotado pelo Brasil desde 2005. A projeção cartográfica definida foi a Universal Transversa de Mercator (UTM), sendo a área de estudo pertencente ao fuso 20 S.

O Modelo Digital de Elevação (MDE) utilizado foi obtido junto ao banco de dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA), que elaborou os MDEs a partir dos dados SRTM disponibilizados pelo United States Geological Survey (USGS). Os MDEs estão estruturados em folhas articuladas numa escala de 1:250000, com resolução espacial de 30 m (INPE, 2008).

Com o intuito de conhecer o relevo da Bacia foram geradas as curvas de nível, o mapa hipsométrico e a declividade. Para a obtenção das curvas de nível da Bacia hidrográfica rio Comemoração, foi utilizada a ferramenta extração de contornos, com uma equidistância entre as linhas de contorno de 50 metros.



**Figura 2.** Fluxograma para delimitação de Bacia Hidrográfica pelo QGIS Desktop 2.18.7 with GRASS 2.7.0.

Com o intuito de conhecer o relevo da Bacia foram geradas as curvas de nível, o mapa hipsométrico e a declividade. Para a obtenção das curvas de nível da Bacia hidrográfica rio Comemoração, foi utilizada a ferramenta extração de contornos, com uma equidistância entre as linhas de contorno de 50 metros.

Já o mapa hipsométrico, foi obtido a partir da imagem SRTM (altitude), cuja função é representar a elevação de um terreno através de cores, para o estudo foi utilizado o sistema de graduação de cores, em que começam com verde escuro para baixa altitude e, passando por amarelo e vermelho, para grandes elevações.

Para determinar a distribuição das classes de declividade da bacia do rio Comemoração, que é a diferença de nível entre dois pontos de um terreno, expressa em porcentagem, foram utilizadas as seis classes sugeridas pela EMBRAPA (1979), conforme pode ser visto na Tabela 1.

**Tabela 1.** Classificação da declividade segundo a EMBRAPA (1979).

Declividade (%)	Discriminação	Declividade (%)	Discriminação
0 – 3	Relevo plano	20 - 45	Relevo forte ondulado
3 – 8	Relevo suave ondulado	45 - 75	Relevo montanhoso
8 – 20	Relevo ondulado	> 75	Relevo escarpado

Os parâmetros morfométricos escolhidos para a caracterização da Bacia hidrográfica foram divididos em três categorias, geométricos, rede de drenagem e relevo, e para obtenção dos valores foi utilizado a calculadora de campo do Qgis Desktop 2.18.7 with GRASS 2.7.0.

No que diz respeito aos parâmetros geométricos foram utilizados área de drenagem (A), perímetro (P), comprimento do rio principal (L), fator de forma ( $K_f$ ), índice de circularidade ( $I_c$ ), coeficiente de compacidade ( $K_c$ ).

Já para o parâmetro rede de drenagem foram utilizados comprimento total dos cursos d'água ( $L_t$ ), densidade de drenagem ( $D_d$ ), coeficiente de manutenção ( $C_m$ ), ordem dos cursos d'água. O parâmetro relevo foi obtido a partir da altitude mínima ( $H_{\min}$ ), altitude máxima ( $H_{\max}$ ), altitude média ( $H_{\text{méd}}$ ), amplitude altimétricas ( $H_t$ ), relação relevo ( $R_r$ ) e índice de rugosidade ( $I_r$ ). Na Tabela 2 encontra-se as equações e as definições referente aos parâmetros.

Tabela 2. Parâmetros morfométricos utilizados.

(Continua)

Variável	Parâmetro	Equação/Unidade de Medida	Definição
Geométrica	Área (A)	Obtido na calculadora de campo do QGIS / (km <sup>2</sup> )	É a área plana (projeção horizontal) inclusa entre seus divisores topográficos.
	Perímetro (P)	Obtido na calculadora de campo do QGIS / (km)	É a medida de contorno da bacia hidrográfica.
	Comprimento (L)	Obtido na calculadora de campo do QGIS / (km)	É o comprimento do rio principal da bacia hidrográfica.
	Fator forma da bacia ( $K_f$ )	$K_f = \frac{A}{L^2}$	É a relação entre a área da bacia (km <sup>2</sup> ) e o quadrado do seu comprimento axial (L) medido ao longo do curso d'água desde o exutório até a cabeceira mais distante do divisor de água (Villela e Mattos, 1975).
Geométrica	Índice de circularidade ( $I_c$ )	$I_c = 12.57 \frac{A}{P^2}$	Relaciona o perímetro à área da bacia, cujos valores tendem para unidade em bacias de forma circular e diminuem para bacias com forma alongada (Villela e Mattos, 1975).
	Coeficiente de compacidade ( $K_c$ )	$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$	É a relação entre o perímetro da bacia (P em m ou km) e a circunferência de um círculo de área (A em m <sup>2</sup> ou km <sup>2</sup> ) igual à da bacia, é adimensional (Villela e Mattos, 1975).
Rede de drenagem	Comprimento total dos cursos d'água ( $L_t$ )	Obtido na calculadora de campo do QGIS / (km)	É a soma do comprimento de todos os cursos d'água pertencentes a bacia hidrográfica.
	Densidade de drenagem ( $D_d$ )	$D_d = \frac{\sum_{t=1}^n L_t}{L^2}$ (km/km <sup>2</sup> )	Indica a eficiência de drenagem na bacia, quanto maior a densidade de drenagem da bacia, mais rapidamente a água do escoamento superficial, originada da chuva, chegará ao exutório, gerando picos de cheia maiores e em instantes mais cedo.
	Coeficiente de manutenção ( $C_m$ )	$C_m = \frac{1}{D_d} * 1000$ (m/m <sup>2</sup> )	Viabiliza a área mínima necessária para que um metro de canal de escoamento desenvolva-se (Christofolletti, 1980)

**Tabela 3.** Parâmetros morfométricos utilizados. (Conclusão)

Variável	Parâmetro	Equação/Unidade de Medida	Definição
	Ordem dos cursos d'água	Método de Strahler (1952)	Classificação da ordem dos cursos d'água para que possa ser feito o cálculo da densidade de drenagem.
Relevo	Altitude mínima ( $H_{\min}$ )	Extração de contorno	O relevo de uma bacia hidrográfica tem grande influência sobre fatores meteorológicos e hidrológicos. Por um lado, o relevo influencia a precipitação, temperatura e evapotranspiração, que são dependentes da altitude. (Shaidian et al., 2017)
	Altitude máxima ( $H_{\max}$ )	Extração de contorno	
	Amplitude altimétricas ( $H_m$ )	$H_m = H_{\max} - H_{\min}$ (m)	
	Relação de relevo	$R_r = \frac{H_m}{L}$ (m/km)	Relação entre a variação da cota ( $\Delta H$ ) e o comprimento do eixo da bacia (L). (Christofoletti, 1980)
	Índice de rugosidade ( $I_r$ )	$I_r = H_m * D_d$	Relação entre a variação da altitude ( $\Delta H$ ) e a Densidade de drenagem ( $D_d$ ). (Christofoletti, 1980)

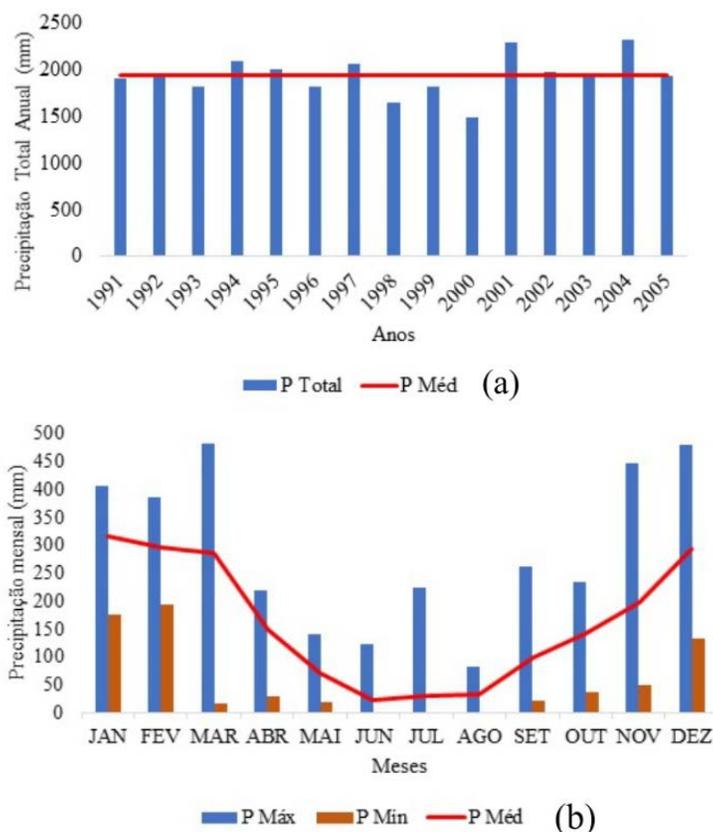
O mapa de tipos de solos da Bacia foi obtido utilizando os dados disponibilizados no sítio eletrônico da Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE (INPE, 2001), AMBDATA: Variáveis Ambientais para Modelagem e Distribuição de Espécies, na Escala 1:5000000.

Com o intuito de analisar o regime chuvas da bacia hidrográfica do rio Comemoração, foi realizado um levantamento de dados pluviométricos no portal HidroWeb, que faz parte do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). A ferramenta HidroWeb é importante para estudos hidrológicos, pois nela estão contidos dados coletados pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN).

Na bacia rio Comemoração foram encontradas 13 estações pluviométricas, dessas, apenas a estação meteorológica 1160002 - Fazenda Flor do Campo, localizada no município de Pimenta Bueno, Latitude -11.75 e Longitude -60.87, apresentou dados para análise pluviométrica da bacia. Dessa forma, foi possível obter uma série de dados de 15 anos, e a partir desses dados foi estabelecido, para o período de 1991 a 2005, as precipitações mensais máxima, mínima e média, bem como os totais anuais.

### Resultados e discussão

Conforme é possível verificar na Figura 3.a, a precipitação média total anual da bacia do rio Comemoração foi de 1935 mm, para o período de 1991 a 2005.



**Figura 3.** (a) Precipitação Total Anual (mm) da bacia hidrográfica Rio Comemoração, no período de 1991 a 2005. (b) Precipitação mensal mínima, máxima e média para bacia hidrográfica Rio Comemoração, compiladas para o período de 1991 a 2005. *Fonte: (ANA, 2020).*

Na Figura 3.b é apresentada a precipitação mensal mínima, máxima e média para bacia hidrográfica do Rio Comemoração, compiladas para o período de 1991 a 2005. Com relação aos meses mais chuvosos entre janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro (Figura 3.b), a Bacia apresenta o pico de chuva em março, com precipitação máxima (Pmáx) de 481 mm. Já nos meses menos chuvosos, de abril a setembro, a precipitação mínima (Pmín) foi de 0 (zero) mm nos meses de junho, julho e agosto.

Ao analisar os meses de junho e julho do ano 1993 (Figura 3.b), observou um total anual elevado para o período de chuva de forma significativa, alcançando valores máximos de 122 e 223 mm, respectivamente. Segundo Bezerra, Dantas e Trindade (2010), Franca (2015) e Silva, Brito e Oliveira (2016), o aumento ou redução das chuvas pode ser explicado pela variabilidade interdecenal e interanual do clima.

A precipitação média mensal, do período mais úmido, de outubro a março, foi de 255 mm, enquanto que no período menos chuvoso a média foi de 67 mm, esses valores indicam que a área de estudo é bastante úmida durante o ano.

Com relação aos tipos de solos (Figura 4.a), foram identificadas quatro classes de solos na bacia do rio Comemoração: Neossolo Quartzarênico, totalizando 74% da área total da Bacia (3216.91 km<sup>2</sup>); Argissolo Vermelho-Amarelo, representando 13% da área (568.36 km<sup>2</sup>); Cambissolo Hápico encontrados em 10% (440.11 km<sup>2</sup>) e Latossolo Vermelho com 3% da área da Bacia (133.25 km<sup>2</sup>), conforme classificação de solos da EMBRAPA (2018).

Segundo Donagemma et al., (2016), os solos do tipo Neossolo Quartzarênico são bastante arenosos, e não apresentam restrições ao uso e manejo, porém devido a sua textura ser arenosa, existe a possibilidade de erosão.

Segundo a EMBRAPA (2018), o tipo Neossolo Quartzarênico, ocorrem em relevo plano ou suave ondulado, como pode ser observado nas Figura 4.a e 4.b da bacia do Rio Comemoração. Conhecer o tipo de solo, a declividade da Bacia e sua altitude, é de grande relevância para gestão de uma bacia hidrográfica.

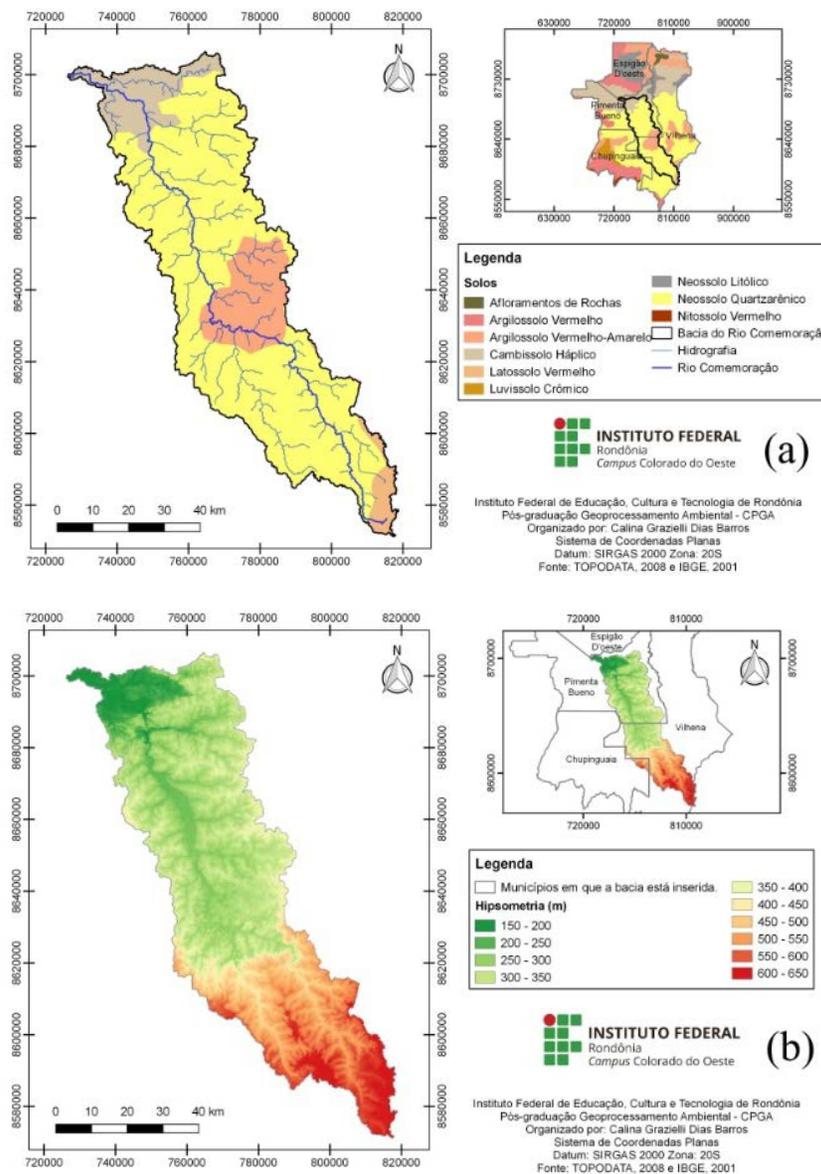
No mapa hipsométrico (Figura 4.b) pode-se verificar as diferentes altitudes do relevo e sua distribuição espacial ao longo da bacia hidrográfica do rio Comemoração. É possível observar na Figura 6, que a Bacia possui uma variação altimétrica que vai de 200 a 620 metros de altitude, com uma amplitude altimétrica de 420 metros de altitude. Também é possível verificar que a nascente do rio principal está localizada na região de maior altitude, situando-se na porção sul da bacia.

O mapa hipsométrico tem fundamental importância, pois segundo Rodrigues, Carleto e Santos (2020), permite a visualização da dinâmica da água na Bacia hidrográfica, possibilitando a observação da variação da altitude, em que o escoamento parte da região de maior altitude para regiões de menores altitudes, e dessa forma em relevo plano ou suave ondulado o processo de infiltração ocorre com maior facilidade.

Na bacia do rio Comemoração, como mostrado na Figura 5, a classe de declividade 3 a 8% é a de maior ocorrência, com cerca de 2.341,91 km<sup>2</sup> ou 54% da área. As classes de 0 a 3%, 8 a 20 %, 20 a 45% e 45 a 75%, ocupando 28%, 17%, 2% e 0,2%, respectivamente, da área da bacia. Não houve ocorrência da classe acima de 75% (escarpado).

A análise do parâmetro hidrológico declividade é muito importante, pois é um dos fatores que influenciam fortemente nos processos erosivos e na infiltração, uma vez que a velocidade de

escoamento é regulada por esse parâmetro (Fonseca e Silva, 2017). O valor da declividade encontrado na bacia, sugere um comportamento de velocidade baixa no escoamento superficial, que por sua vez, possibilita maior infiltração da água no solo, aumentando a recarga dos aquíferos (Figura 5).



**Figura 4.** (a) Tipos de solos da Bacia hidrográfica do Rio Comemoração. (b) Mapa hipsométrico da Bacia do rio Comemoração.

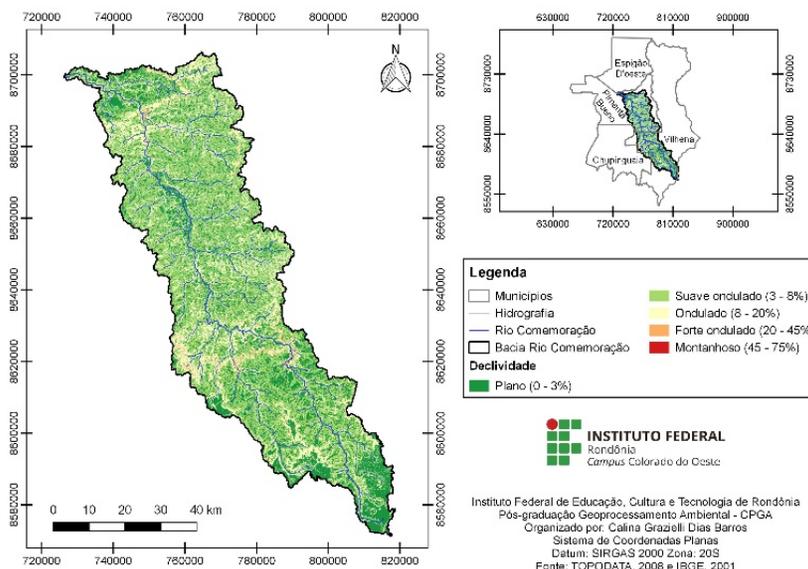


Figura 5. Mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Comemoração.

É importante salientar que uma análise dos dados integrados permitirá estabelecer uma relação entre os processos e a morfologia resultante, a fim de se estabelecer o planejamento ambiental adequado. Assim, os resultados obtidos, da caracterização morfométrica da bacia do rio Comemoração são apresentados na Tabela 3.

Tabela 4. Parâmetros morfométricos utilizados na análise da Bacia do Rio Comemoração. (Continua)

Variável	Parâmetro	Resultado
Geométrica	Área (A)	4358.64 km <sup>2</sup>
	Perímetro (P)	632.34 km
Geométrica	Comprimento do rio principal (L)	241.49 km
	Fator forma da bacia (K <sub>f</sub> )	0.07
	Índice de circularidade (I <sub>c</sub> )	0.14
	Coeficiente de compacidade (K <sub>c</sub> )	2.68
Rede de drenagem	Comprimento total dos cursos d'água (L <sub>t</sub> )	1110.60 km
	Densidade de drenagem (D <sub>d</sub> )	0.25 km/km <sup>2</sup>
	Coeficiente de manutenção (C <sub>m</sub> )	3924.58 m/m <sup>2</sup>
	Ordem dos cursos d'água	4º ordem
Relevo	Altitude mínima (H <sub>min</sub> )	200 m
	Altitude máxima (H <sub>máx</sub> )	620 m
	Amplitude altimétricas (H <sub>m</sub> )	420 m
	Relação de relevo	1.74 m/km
	Índice de rugosidade (I <sub>r</sub> )	105

A bacia hidrográfica do rio Comemoração, possui uma área de drenagem de 4358.64 km<sup>2</sup>, com perímetro de 632.34 km e comprimento do rio principal de 241.49 km (Tabela 3). Conhecer a área da Bacia é de grande relevância para gestão de recursos hídricos, uma vez que a área afeta diretamente o regime das vazões.

Com relação as variáveis geométricas fator de forma ( $K_f$ ), índice de circularidade ( $I_c$ ), coeficiente de compacidade ( $K_c$ ), os valores obtidos foram respectivamente, 0.07; 0.14 e 2.68. Analisando o fator de forma, que expressa a probabilidade de a Bacia ter enchentes, o valor obtido é baixo, ou seja, mais distante de 1 (um), dessa forma, é possível verificar que a bacia do rio Comemoração possui tendência de uma bacia com formato alongado e não de um quadrado, confirmando, que esta é uma Bacia com pouco risco de inundações e cheias instantâneas. Segundo Villela e Mattos (1975), o fator de forma não leva em consideração o tamanho da bacia e sim sua forma.

A tendência alongada da Bacia e sua baixa susceptibilidade a enchentes obtida no  $K_f$ , pode ser comprovada pelo índice de circularidade ( $I_c$ ), para o qual foi encontrado um valor de 0.14, este valor está abaixo de 0.51 indicando uma baixa tendência de sofrer enchentes (Souza et. al., 2017). O coeficiente de compacidade, apresentou um valor alto, superior à 1.50 (Souza et. al., 2017), indicando, que a bacia do rio Comemoração possui formato alongado e apresenta baixa probabilidade à ocorrência de enchentes em condições normais de precipitação.

Quando se tem bacias no formato circular, a probabilidade de ocorrência de enchente é maior, pois terá um grande volume de água concentrado no rio principal (Collischonn e Tassi, 2008) Já em bacias com formato alongado, a probabilidade de enchentes é menor, pois com uma rede de drenagem alongada o volume é distribuído de maneira mais uniforme na bacia, evitando concentrações de escoamento superficial (Tucci, 2004).

Segundo a hierarquização da drenagem proposta por Strahler (1952), o valor encontrado indica que está Bacia é de 4ª ordem (Tabela 3) e o arranjo de seus canais lhe confere um padrão dendrítico, e conforme Winge (2020), esse padrão de drenagem apresenta confluências que lembram galhos (dendron) de uma planta quando vista em mapa (Figura 1).

Com relação a densidade de drenagem, foi encontrada de 0.25 km/km<sup>2</sup>, e conforme Villela e Matos (1975), pode ser classificada como uma densidade de drenagem baixa, pois apresentou valor abaixo dos valores de bacias pouco drenadas (0.5 km/km<sup>2</sup>), o baixo valor encontrado pode ser explicado, devido ao relevo plano e declividade suave ondulado da área, que indica que a Bacia possui baixa capacidade de escoamento (Soares et al., 2016).

O fato da Bacia apresentar baixo valor de  $D_d$ , reduz as chances de enchentes, uma vez que o processo de infiltração é intensificado e a recarga do aquífero é ampliada, isso faz com o que os

picos de vazões sejam reduzidos (Batista et al., 2017). Sendo assim, é preciso atentar para forma do seu processo de uso e ocupação, pois ela precisa ser de forma ordenada para garantir que a água precipitada infiltre abastecendo os aquíferos, o que por sua vez diminui inundação pelo extravasamento dos canais fluviais.

O coeficiente de manutenção ( $C_m$ ), é um parâmetro morfométrico muito significativo no estudo de caracterização de bacias hidrográficas, pois indica a área mínima necessária para existir um metro de canal de escoamento (Schumm, 1956). O valor de  $C_m$  encontrado na bacia do rio Comemoração ( $3924.58 \text{ m/m}^2$ ), é elevado e isso indica que a Bacia não é rica em curso d'água. Devido a Bacia apresentar 54 % de área com declividade suave ondulado, o escoamento superficial tende a seguir fluxos preferenciais concentrando-se e assim a rede de drenagem vai se formando (Queiroz, Crispim e Silva, 2017).

A bacia do rio Comemoração possui amplitude altimétrica ( $H_m$ ) de 420 m, com altitude mínima ( $H_{\text{Min}}$ ) de 200 m, localizado na região do seu exutório e altitude máxima ( $H_{\text{Máx}}$ ) de 620 m, na região da nascente do Rio principal. O índice da relação de relevo ( $R_r$ ), considera a razão entre a amplitude altimétrica e o comprimento do canal principal da Bacia e segundo Magalhães e Rodrigues (2020), o índice  $R_r$  é o resultado da relação de variação altimétrica a cada quilômetro de extensão do curso d'água, ou seja, a cada quilômetro percorrido pelo rio Comemoração, sua altimetria aumentou ou diminuiu  $1.74 \text{ m/km}$ .

Analisando o índice de rugosidade ( $I_r$ ), que é definido pela relação entre a amplitude altimétrica e a densidade de drenagem, o valor obtido foi de 105. Devido ao fato da densidade de drenagem ser baixa ( $0.25 \text{ km/km}^2$ ), e a amplitude altimétricas (420 m) ser alta, a Bacia pode ser classificada como fraca, segundo a classificação de Sousa e Rodrigues (2012), pois apresentou valor entre 0 - 150, sendo caracterizada como relevo plano.

Bacias com altos valores de rugosidade são altamente suscetíveis à erosão, pois apresentam maior declividade, o que por sua vez acentua o escoamento superficial (Dornellas et al., 2020). Na bacia do rio Comemoração, como o  $I_r$  foi fraco, confirmando por mais um índice que existe uma facilidade no processo de infiltração da água no solo.

### **Conclusão**

Através do uso de ferramentas geotecnológicas de acesso livre, é possível determinar e caracterizar com precisão os aspectos da bacia hidrográfica, conseqüentemente auxiliando no planejamento ambiental, através das informações obtidas.

Com relação à caracterização da bacia hidrográfica do rio Comemoração, foi possível observar com os resultados morfométricos, que a Bacia não apresenta suscetibilidade a enchentes em condições normais de precipitação.

Outra importante informação é a oriunda dos resultados da análise do relevo, pois tanto os dados de declividade, hipsometria, quanto os índices de rugosidade, relação de relevo e amplitude altimétrica, mostraram que a Bacia se encontra, em sua grande maioria, em um relevo suave ondulado (54% da sua área total), com uma amplitude altimétrica de 420 metros e com índice de rugosidade fraco, o que indica que a Bacia possui facilidade no processo de infiltração da água no solo.

Além disso, o tipo de solo predominante, Neossolos Quartzarênico, possui textura arenosa, o que combinado com as demais informações obtidas, valida a facilidade da Bacia quanto ao processo de infiltração e por sua vez colabora no processo de recarga dos aquíferos.

Sendo assim, os resultados obtidos das cenas SRTM possibilitaram a análise dos dados morfométricos, que são de grande importância para o planejamento do meio físico e da gestão dos recursos naturais. Dessa forma, por meio deste estudo, pretende-se contribuir na efetiva gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Comemoração.

### Referências bibliográficas

- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G. (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, **22**(6), 711-728.
- ANA, Agência Nacional de Águas (2020) *HIDROWEB*. Acesso em 22 de março de 2020, disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao/>.
- Batista, D. F., Cabral, J. B. P., Rocha, T., Barbosa, G. R. (2017) Caracterização morfométrica da Bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio - GO. *Revista Eletrônica do Curso de Geografia - UFG/REJ: Geoambiente on-line*, (29), Jataí, GO. <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i29.50882>
- Bezerra, R. B.; Dantas, R. T.; Trindade, A. G. (2010) Caracterização temporal da precipitação pluvial do município de Porto Velho/RO no período de 1945 a 2003. *Revista Sociedade e Natureza*, **22** (3), Uberlândia, MG, 609-623. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132010000300015>
- Christofolletti, A. (1980) *Geomorfologia*, 1a ed., Editora Blucher, São Paulo, SP.
- Collischonn, W., Tassi, R. (2008) *Introduzindo hidrologia*, 6 ed., IPH UFRGS, apostila, Porto Alegre, RS, 274 pp.
- Donagemma, G. K. et al. (2016) Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **51**(9), Brasília. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900001>
- Dornellas, P. da C., Xavier, R. A., Seabra, V. da S., Silva, R. M. da. (2020) Análise morfométrica da Bacia do alto rio Paraíba, região semiárida do Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geomorfologia (Online)*, **21**(3), São Paulo, SP, 601-614. <https://doi.org/10.20502/rbg.v21i3.1757>
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1979) *Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos*. Rio de Janeiro. Reunião Técnica de Levantamento de Solos, 10. Sûmu1a. Rio de Janeiro, SNLCS, 83 pp.

- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018) *Solos. Sistema Brasileiro de classificação de solos*, 5a ed., Brasília, DF, 356p.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2020) *Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (CNPq). Espécies Arbóreas Brasileiras*. Acesso em 07 de setembro de 2020, disponível em: <https://www.cnpq.embrapa.br/pesquisa/efb/clima>.
- Fonseca, E. L. da, Silva, E. P. da. (2017) Análise Fisiográfica como subsídio ao estudo da suscetibilidade erosiva em bacias hidrográficas. *Revista ACTA Geográfica*, **11**(25), Boa Vista, 137-158. doi: 10.5654/acta.v11i25.4029
- Franca, R. R. da. (2015) Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. *Revista Geografias Artigos Científicos*, **11**(1), Belo Horizonte, MG.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística (2020) *Censo 2010*. Acesso em 28 de agosto de 2020, disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>.
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, (2001) *AMBDATA: Variáveis Ambientais para Modelagem e Distribuição de Espécies*. Mapa de Solos do Brasil. Rio de Janeiro. Acesso em 19 de março de 2020, disponível em: [http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa\\_solos.php](http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_solos.php).
- INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2008) *Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil*. Variáveis geomorfométricas locais. São José dos Campos. Acesso em 19 de março de 2020, disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>.
- Köppen, W. (1936) *Das geographische System der Klimate*, Köppen, W., R. Geiger (Eds.): *Handbuch der Klimatologie. Gebrüder Bornträger*, Berlin, (1), part C, 1–44.
- Magalhães, C. S., Rodrigues, S. C. (2020) A aplicação de parâmetros morfométricos no estudo do relevo das bacias do Rio Santo Antônio e Ribeirão Grande, Serra da Canastra, Sudoeste de Minas Gerais. *Caderno de Geografia*, **30**(1), 136-153. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2020v30nesp1p136-153>
- MMA, Ministério do Meio Ambiente (1997) Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos Brasil. Acesso em: 20 ago. 2020, disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm).
- Queiroz, P. H. B. de, Crispim, A. B., Silva, J. M. O. (2017) Atributos Morfométricos de um segmento do médio curso da Bacia hidrográfica do rio Pacoti, Ceará-Brasil. *Revista Perspectiva Geográfica-Campus Marechal Cândido Rondon*, **12**(16), 33-41.
- Rodrigues, G. A., Carleto, N., Santos, G. O. (2020) Geração um de mapa hipsométrico da Bacia hidrográfica de Taquaritinga/SP. *Revista Interface Tecnológica*, **17**(1), 492-504. <https://doi.org/10.31510/inf.v17i1.824>
- Santos, I. De O., Mariano, G. (2017) Sistema de informação geográfica e caracterização fisiográfica automática da Bacia hidrográfica do rio Tatuoca. *Revista Brasileira de Geografia Física*, **10**(3), 866-879. <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20170056>
- Schumm S. A. (1956) Evolution of drainage systems and slopes in badlands of Perth Amboy. *Geological Society of America Bulletin*, **67**(5), 597-646. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1956\)67\[597:EODSAS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1956)67[597:EODSAS]2.0.CO;2)
- Shahidian, S. et al. (2017) *Hidrologia Agrícola*, 2a ed., Évora: Libéri.
- Silva, F. P. da, Brito, J. I. B. de, Oliveira, G. B. (2016) Investigação da variabilidade interanual e interdecenal do clima do estado do Amazonas. *Revista Ciência e Natura*, **38**(3), Santa Maria, RS, 1426 – 1439. <https://doi.org/10.5902/2179460X19894>
- Soares, L. S., Lopes, W. G. R., Castro, A. C. L., & Araujo, G. M. C. de. (2016) Análise morfométrica e priorização das bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. *Revista do Departamento de Geografia*, **31**, 82-100. <https://doi.org/10.11606/rdg.v31i0.107715>
- Sousa, F. A.; Rodrigues, S. C. (2012) Aspectos morfométricos como subsídio ao estudo da condutividade hidráulica e suscetibilidade erosiva dos solos. *Revista Mercator*, **11**(25), Fortaleza, CE, 141 - 151. <https://doi.org/10.4215/rm2012.1125.0011>

- Souza, C. F. de; Pertille, C. T.; Corrêa, B. J. S.; Vieira, F. S. (2017) Caracterização morfométrica da Bacia hidrográfica do rio Ivaí - Paraná. *Revista Eletrônica do Curso de Geografia - UFG/REJ: Geoambiente on-line*, (29), Jataí, GO. <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i29.50602>
- Strahler, A.N. (1952). Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. *Trans. Amer. Geophys. Union*, **38**, 913-920.
- Tucci, C. E. M. (2004) *Hidrologia: ciência e aplicação*. 3a ed. Porto Alegre: ABRH, 943 pp.
- Venturi, L. A. B. (2011) *Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula*. Editora Sarandi. São Paulo.
- Villela, S.M.; Mattos, A. (1975) *Hidrologia aplicada*. São Paulo: McGRAWHill do Brasil, 245 pp.
- Winge, M. et. al. (2020). *Glossário Geológico Ilustrado 2001 - 2019*. Acesso em 29 de setembro de 2020, disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>