



AVALIAÇÃO DE POSSÍVEIS CONTROLES ESTRUTURAIS EM SUB-BACIAS UTILIZANDO ÍNDICES MORFOMÉTRICOS: ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO MEIO, PE-AL

Jonas Herisson Santos de Melo
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil
jonas.melo@ufpe.br

Oswaldo Girão
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil
osvaldo.girao@ufpe.br

Kallyne Teixeira Santos
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil
kallyneteixeirasantos@gmail.com

José Danilo da Conceição Santos
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil
jose.danilo@ufpe.br

Kleython de Araújo Monteiro
Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Brasil
kleython.monteiro@igdema.ufal.br

RESUMO – A identificação do controle estrutural é essencial para compreender fatores que moldam a paisagem, especialmente nas bacias hidrográficas, que desempenham um papel fundamental na modelagem da paisagem natural através de suas dinâmicas. O uso de índices morfométricos desempenha um papel crucial na detecção de possíveis controles estruturais. A relação de bifurcação, por exemplo, permite avaliar o impacto de perturbações estruturais na drenagem e pode ser associada a outros índices, como a curva e a integral hipsométrica, que medem o equilíbrio da bacia hidrográfica. Valores entre 0,60 e 0,35 nessa curva indicam relevo senil, ligado a estágios de equilíbrio. Além disso, o índice de assimetria de bacia hidrográfica revela basculamentos associados à migração lateral de canais fluviais. Esses índices foram aplicados à BHRPM e a sub-bacias para identificar possíveis controles estruturais, levantando hipóteses sobre a presença destes controles e estabelecendo relações com o substrato rochoso e a presença de estruturas geológicas.

Palavras-chave: Índices morfométricos, geomorfologia estrutural, morfometria.

EVALUATION OF POTENTIAL STRUCTURAL CONTROLS IN SUB-BASINS USING MORPHOMETRIC INDICES: CASE STUDY OF THE PARAÍBA DO MEIO RIVER WATERSHED, PE-AL

ABSTRACT – The identification of structural control is essential for understanding the factors that shape the landscape, especially in hydrographic basins, which play a fundamental role in shaping the natural landscape through their dynamics. The use of morphometric indices plays a crucial role in detecting possible structural controls. The bifurcation ratio, for example, allows us to assess the impact

of structural disturbances on drainage and can be associated with other indices, such as the hypsometric curve and integral, which measure the equilibrium of the hydrographic basin. Values between 0.60 and 0.35 on this curve indicate senile relief, associated with equilibrium stages. Additionally, the hydrographic basin asymmetry index reveals tilting associated with lateral migration of river channels. These indices were applied to BHRPM and sub-basins to identify potential structural controls, generating hypotheses about the presence of these controls, and establishing relationships with the rock substrate and the presence of geological structures.

Keywords: Morphometric indices, structural geomorphology, morphometry.

INTRODUÇÃO

Redes de drenagem possuem dinâmicas importantes para compreensão dos diversos processos que ocorrem na paisagem, tendo em vista que são um dos principais elementos modeladores do relevo continental. Contudo, as redes de drenagem podem interagir com elementos geológicos, sejam estruturas ou litologias, que exercem diversos graus de controle sobre os canais fluviais. Analisar tais elementos e as dinâmicas entre eles são imprescindíveis para entender o desenvolvimento dos processos que dão origem a configuração atual de paisagens e, por conseguinte, também entender as dinâmicas processuais que atuaram e atuam nas configurações de bacias hidrográficas. Nesta perspectiva, a aplicação de índices morfométricos são de grande importância para a quantificação e interpretação de processos.

Os índices morfométricos em geomorfologia tem como um dos principais objetivos medir e dimensionar as formas de relevo através dos processos que atuaram e atuam. Tais índices, e consequentemente as suas análises, tiveram relevância ao final do século XIX na Europa, pois auxiliaram na compreensão das dinâmicas da paisagem. Esta fase inicial dos estudos morfométricos acabou sendo suplantada pela expansão das novas concepções geomorfológicas advindas do continente americano e por outras tendências geomorfológicas já existentes na Alemanha (CHRISTOFOLETTI, 1974).

Cooke e Doornkamp (1992) destacam que cabe à morfometria a mensuração e análise matemática da configuração da superfície terrestre, considerando a forma e dimensões da paisagem no relativo aos elementos geomorfológicos. No caso de uma bacia hidrográfica, a hierarquização de canais fluviais é o primeiro passo para a realização da análise morfométrica, considerando as possibilidades de análise real, linear e hipsométrica, como apontam Guerra e Cunha (1996).

Os critérios de hierarquia dos canais de água foram propostos, inicialmente, por Horton (1945) e modificado por Strahler (1952). Além da hierarquização de canais, estes autores, foram responsáveis pelo desenvolvimento de outros procedimentos de análise, como a curva e integral hipsométrica e a relação de bifurcação, em que as primeiras estão relacionadas com a área e altitude de bacias hidrográficas, podendo ser relacionada com os diversos “momentos” do ciclo de erosão, paleosuperfície e grau de dissecação, e a segunda com a ramificação de canais fluviais de uma determinada ordem e sua quantificação, podendo indicar características do relevo e também a presença de distúrbios estruturais sobre uma bacia hidrográfica (HORTON, 1945; STRAHLER, 1964).

Outro elemento que se destaca na análise de bacias hidrográficas é o fator de assimetria de bacia, que visa identificar o sentido dominante de migração lateral de um rio, onde tal dinâmica pode estar vinculada a uma causa externa ou dinâmica interna (HARE e GARDNER, 1984; COX, 1994).

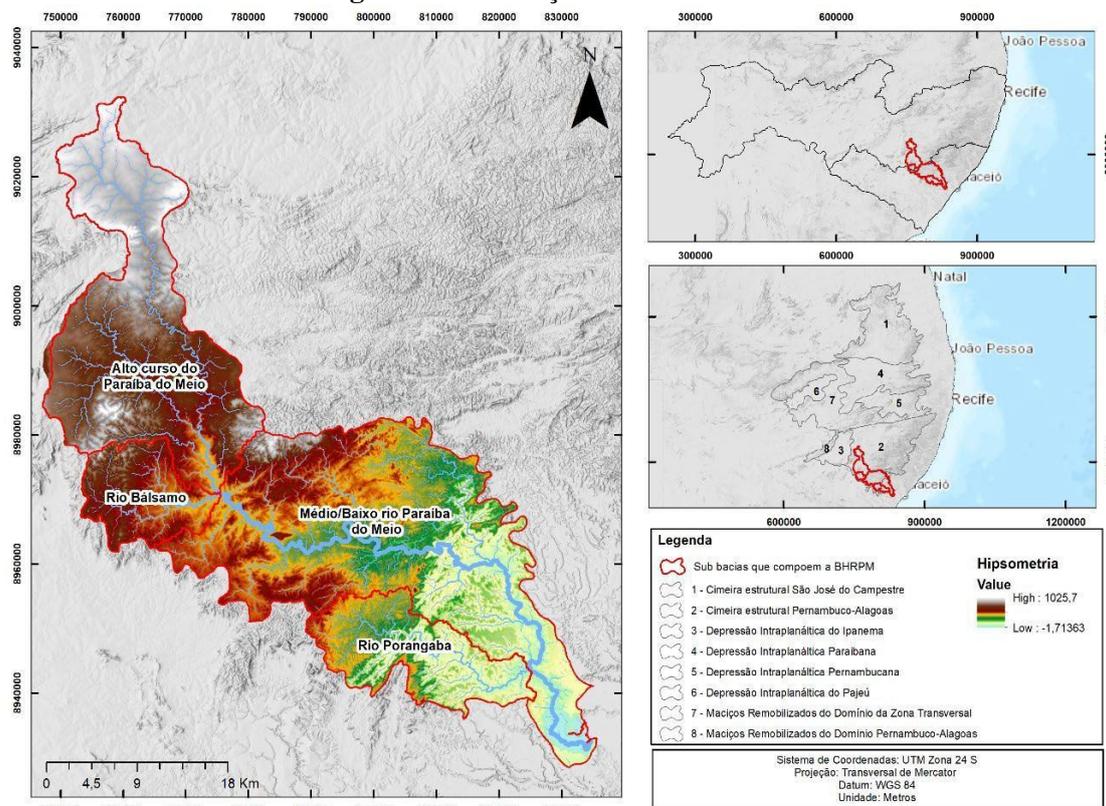
No presente estudo, os índices morfométricos supracitados, foram utilizados buscando analisar a Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Meio (BHRPM), bem como quatro sub-bacias que estão contidas nesta, sendo elas: o Alto curso do rio Paraíba do Meio, rio Balsamo, rio Porangaba e Baixo curso do rio Paraíba do Meio.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Meio (BHRPM) possui uma área total de 3.127,83 km² e está compreendida nos Estados de Pernambuco e Alagoas, tendo um perímetro de 478 km. Neste sentido, 37,6% da bacia hidrográfica correspondente a 1.175,33 km² que se localizam no Estado de Pernambuco, e a maior parte da bacia se encontra no território alagoano, com uma área correspondente a 1.952,5 km² (62,4%, do total).

Possui em seu perímetro oito municípios Pernambucanos (Bom Conselho, Brejão, Terezinha, Paratama, Caetés, Garanhuns, Saloá e Lagoa do Ouro) e oito alagoanos (Quebrangulo, Paulo Jacinto, Viçosa, Palmeira dos índios, Cajueiro, Capela, Atalaia e Pilar), desaguando no Complexo Lagunar Mundaú-Manguaba, no município Pilar, em Alagoas.

Figura 1. Localização da área de estudo



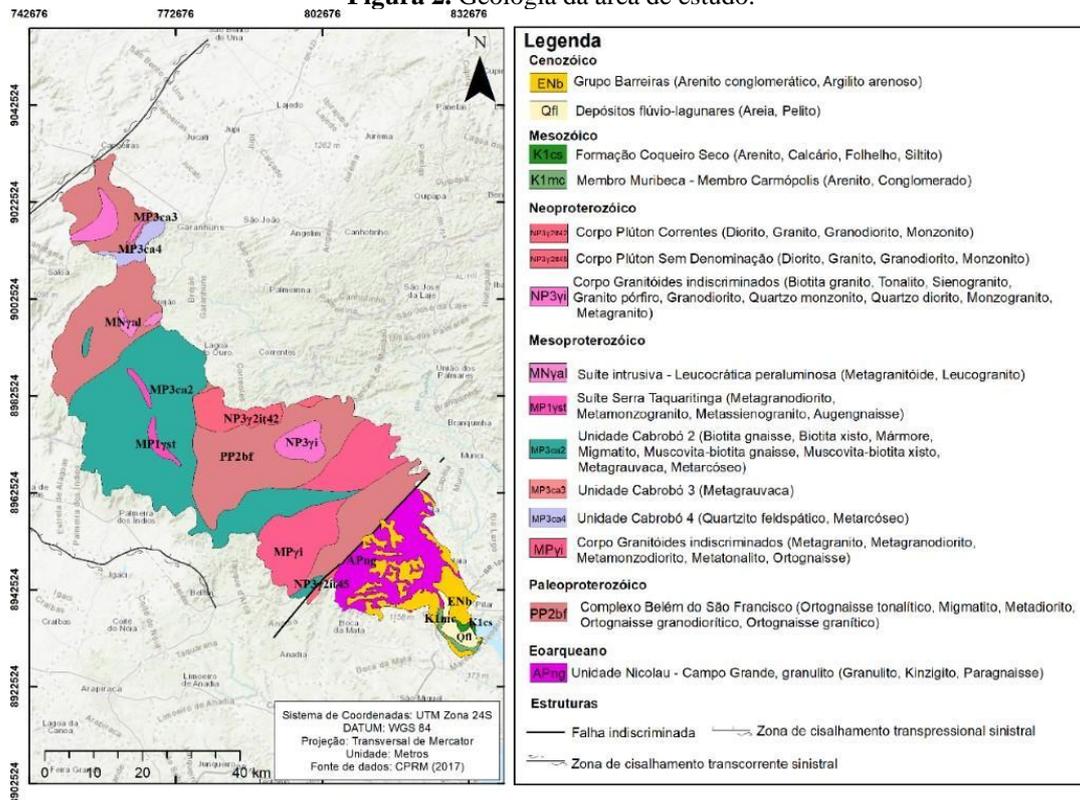
Org. Autor (2023)

Em seu contexto geomorfológico, a BHRPM está inserida parcialmente no Planalto da Borborema, de maneira mais específica, no compartimento da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, possuindo características de topografia mais homogênea em relação aos setores vizinhos, onde predomina uma topografia marcada por cimeiras planas, nas imediações dos municípios de São Caetano e Garanhuns, em Pernambuco, com elevação variando entre 600 a 700 metros. Sua ocorrência resulta da combinação de fatores, como a homogeneidade litológica do Maciço Pernambuco-Alagoas (Complexo Gnáissico-Migmatítico), seu afastamento do Domínio da Zona Transversal (um dos eixos principais do arqueamento regional) e finalmente sua própria posição interiorana, na cimeira do bloco, a montante das áreas escarpadas sujeitas à intensa dissecação vertical (CORRÊA et al., 2010).

Em seu arcabouço litológico, a BHRPM se desenvolve em rochas que datam do Eoarqueano ao Cenozóico, ocorrendo uma maior “ocupação” territorial de grupos de rochas que datam do Mesoproterozóico, como as que constituem as unidades Cabrobó 2, 3 e 4, que se desenvolvem em rochas ígneas-metamórficas e metamórficas (CPRM, 2017). Ressalta-se que os materiais que datam de períodos mais recentes encontram-se no baixo curso da BHRPM, onde localizam-se os depósitos flúvio-lagunares e a Formação Barreiras.

Com relação a presença de falhas, se destaca a presença de uma falha incriminada (CRPM, 2017), que pode ser observada no baixo curso da BHRPM, que separa de maneira clara, o corpo pluton sem denominação (NP3γ2it42) da unidade Nicolau-Campo Grande, de acordo com as informações oferecidas pelo Serviço Geológico tal falha é oriunda do Planalto da Borborema, contudo não se tem informações se está relacionada com o evento brasileiro.

Figura 2. Geologia da área de estudo.



Org. Autores (2023)

Hierarquização de canais fluviais

A hierarquização da rede de drenagem é compreendida como a classificação de rios ou canais. Através da aplicação da mesma torna-se possível estabelecer parâmetros que podem ser utilizados em diversas possibilidades analíticas, entre elas as análises morfométricas, de maneira a tornar objetiva a aplicação de outros índices. De acordo com Christofletti (1974) a hierarquia de rede de drenagem consiste no processo de estabelecer a classificação de determinado curso d’água (ou área que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra.

Em 1975 Horton, propôs um sistema de classificação de canais fluviais no qual os canais sem afluentes são considerados de 1ª ordem e geram canais de ordem imediatamente maior, 2ª ordem, ao confluírem com canais de ordem igual a sua, e assim sucessivamente. Ressalta-se

que, cada canal de determinada ordem maior que 1 pode receber canais de ordem inferior sem alterar sua tipologia.

Para além destes critérios indiciais, o sistema hortoniano conta com uma peculiaridade no que diz respeito ao canal principal, o qual deve ser formado por uma ordem constante desde a nascente até sua desembocadura, exigindo assim mensurações repetidas à medida que surgem confluências com ordem iguais no curso principal, para determinar qual dos segmentos é o canal principal e qual é o afluente.

Embora as determinações de Horton tenham sido pioneiras e seguidas por diversos pesquisadores (CHRISTOFOLETTI, 1974), outras proposições ganharam destaque nos estudos geomorfológicos como a classificação de Strahler (1952). Tal destaque se deve pela otimização da determinação do ordenamento do canal principal.

Um dos pontos principais da proposta de classificação de Strahler (1952), em comparação a de Horton, é que no sistema apresentando, o canal principal não necessita manter de forma constante o número de ordem da nascente até a última confluência, mantendo ainda as regras no que se refere à determinação dos canais de 1ª ordem e geração de canais de ordem superior.

De maneira geral, a confluência de dois canais de ordem igual dá início a um segmento de ordem maior, o qual recebe afluentes de qualquer ordem inferior à sua e que, ao confluir com segmento de ordem igual, gera um novo segmento de ordem imediatamente superior.

Relação de bifurcação

Horton (1945) considerou a Relação de bifurcação (Rb) como um índice de relevos e dissecções; Strahler (1957) demonstrou que o presente índice mostra apenas uma pequena variação para diferentes regiões com diferentes ambientes, exceto onde um controle geológico domina. Valores mais baixos de Rb são característicos de bacias hidrográficas estruturalmente menos perturbadas sem qualquer distorção no padrão de drenagem como apontado por Nag (1998).

A relação de bifurcação (Rb), é um parâmetro proposto por Horton (1945) que é definida como a relação entre o número de canais de ramificações pertencentes a uma determinada ordem hierárquica e o número de ramificações pertencentes a uma ordem hierárquica superior seguinte. Esta relação é expressa por:

$$Rb = Nu / Nu+1$$

Nu = Número total de canais de determinada ordem;

Nu+1 = Número total de canais de ordem imediatamente superior.

Para Horton (1945) a variação dos valores da relação de bifurcação poderia indicar bacias de drenagem com relevo plano ou ondulado, quando apresentando valores entre 2 e 3; já valores acima de 3 indicariam bacias de drenagem com relevo montanhoso ou altamente dissecado. O termo relação de bifurcação (Rb) é utilizado para expressar a razão entre o número de fluxos de qualquer ordem dada para o número de canais de ordem imediatamente superior.

Strahler (1964) aponta que os menores valores da relação de bifurcação são características das bacias que sofreram menos distúrbios estruturais e o padrão de drenagem não foi distorcido por causa de distúrbios estruturais. A relação de bifurcação também pode ser um indicativo da forma de uma bacia hidrográfica, onde uma bacia alongada é relacionada a valores de Rb elevados, enquanto uma bacia com características circulares é relacionada a valores baixos.

Dentro da perspectiva de Strahler (1964) é possível afirmar que valores elevados de bifurcação estão relacionados com bacias alongadas e que possuem padrão de drenagem distorcido por distúrbios (controles) estruturais.

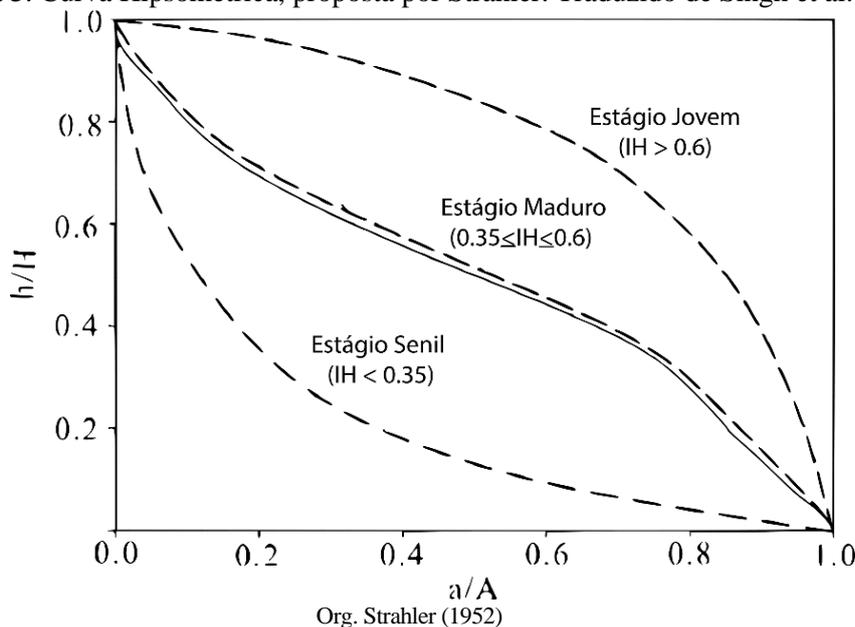
Curva e integral hipsométrica

De acordo com Strahler (1952), a aplicação da metodologia, que relaciona a área de uma bacia hidrográfica e altitude da mesma, permite a identificação da existência de ciclos de erosão, paleosuperfícies e também o grau de dissecação. Atualmente, a presente metodologia foi adaptada ao uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), facilitando a aplicação do modelo.

Ainda de acordo com Strahler (1952), quando ocorrem valores elevados de integral (acima de 0,6) de integral hipsométrica (IH), isto apontaria para um relevo em estágio próximo à juventude, como grande quantidade de área com altitudes elevadas. Já os valores entre 0,6 e 0,35 são característicos de relevos em estágio de dissecação madura. Superfícies com estágio erosivo avanço, apresentando paisagens desgastadas e rebaixadas, pertencentes a valores de integral hipsometria (IH) menores ou iguais de 0,35.

Grohmann e Ricomini (2012), observam que as curvas suaves em forma de “S” passando pelo centro do diagrama caracterizam paisagens maduras (em equilíbrio) e curvas que possuem concavidade para cima e baixos valores de integral representam paisagens antigas e dissecadas, já curvas que possuem concavidade para baixo e altos valores de integral são típicas de paisagens jovens e pouco dissecadas.

Figura 3. Curva Hipsométrica, proposta por Strahler. Traduzido de Singh et al. (2008).



Fator de Assimetria de Bacia Hidrográfica (FABH)

O FABH é um índice que avalia o sentido dominante da migração de um rio. Hare e Gardner (1984) apontam que a assimetria de uma bacia está relacionada com a migração preferencial de um determinado canal fluvial. Cox (1994) destaca que a dinâmica lateral de um rio pode estar vinculada a sua dinâmica interna, sob a perspectiva do sistema fluvial, ou possuindo uma causa externa, como um provável processo tectônico.

Para calcular o FABH foi utilizada a proposta metodológica de Hare e Gardner (1984), representada pela seguinte equação:

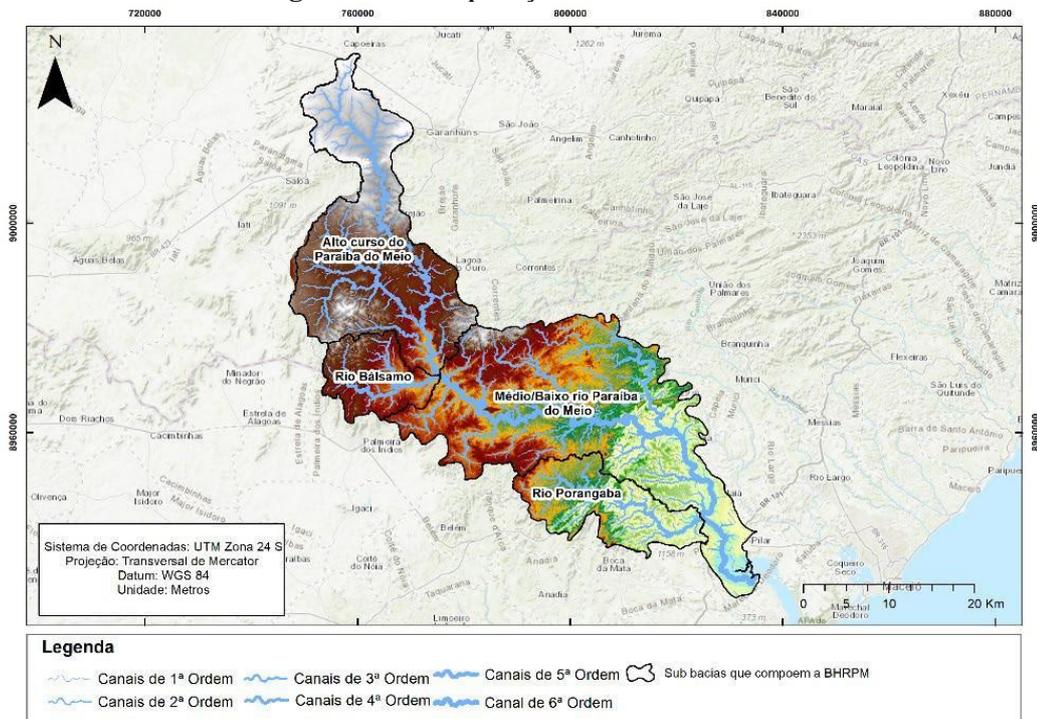
$$FABH = 100 (Ar/At)$$

Onde se multiplica por 100 a razão da área à direita do rio principal (Ar) pela área total da bacia (At). O índice pode variar de 0 a 100, onde 50 equivale a uma bacia simétrica (com o canal principal correndo no centro da bacia), valores maiores que 50 indicam um basculamento do canal para a direita e números inferiores a 50 sugerem um basculamento do canal para a esquerda da bacia.

RESULTADOS

Através da aplicação dos índices supracitados, foi possível observar de maneira inicial, através da hierarquização de canais fluviais, a presença de canais até 6º ordem, na BHRPM. Já em relação às sub-bacias, foram hierarquizados canais de 4ª ordem (rios Porangaba e Bálamo) e 5ª ordem (alto curso e baixo curso do rio Paraíba do Meio) (Figura 4).

Figura 4. Hierarquização de canais fluviais.



Org. Autores (2023)

Através da obtenção dados advindos da hierarquização de canais fluviais, foi possível realizar a quantificação do número de canais de cada ordem, para a viabilização da aplicação da Relação de Bifurcação (Rb) A partir dos cálculos foram encontrados os valores de Rb para cada ordem de canal fluvial e o Rb médio, que corresponde aos canais de toda a bacia hidrográfica, em que o valor alcançado para a BHRPM, foi de 4,02.

Tabela 1. Relação de Bifurcação BHRM.

| BACIA | ORDEM DE CANAIS | Nº DE CANAIS | RB | RB MÉDIO |
|------------------------|------------------------|---------------------|-----------|-----------------|
| | 1 | 821 | 4,51 | |
| | 2 | 182 | 4,33 | |
| PARAÍBA DO MEIO | 3 | 42 | 5,25 | 4,02 |
| | 4 | 8 | 4 | |
| | 5 | 2 | 2 | |
| | 6 | 1 | | |

Fonte: Os autores (2023)

Já os valores alcançados para as sub-bacias foram: 4,31 para o Alto curso da BHRPM; 3,53 para a bacia hidrográfica do rio Balsamo; 4,56 para a bacia hidrográfica do rio Porangaba e 4,36 para o Baixo curso da BHRPM.

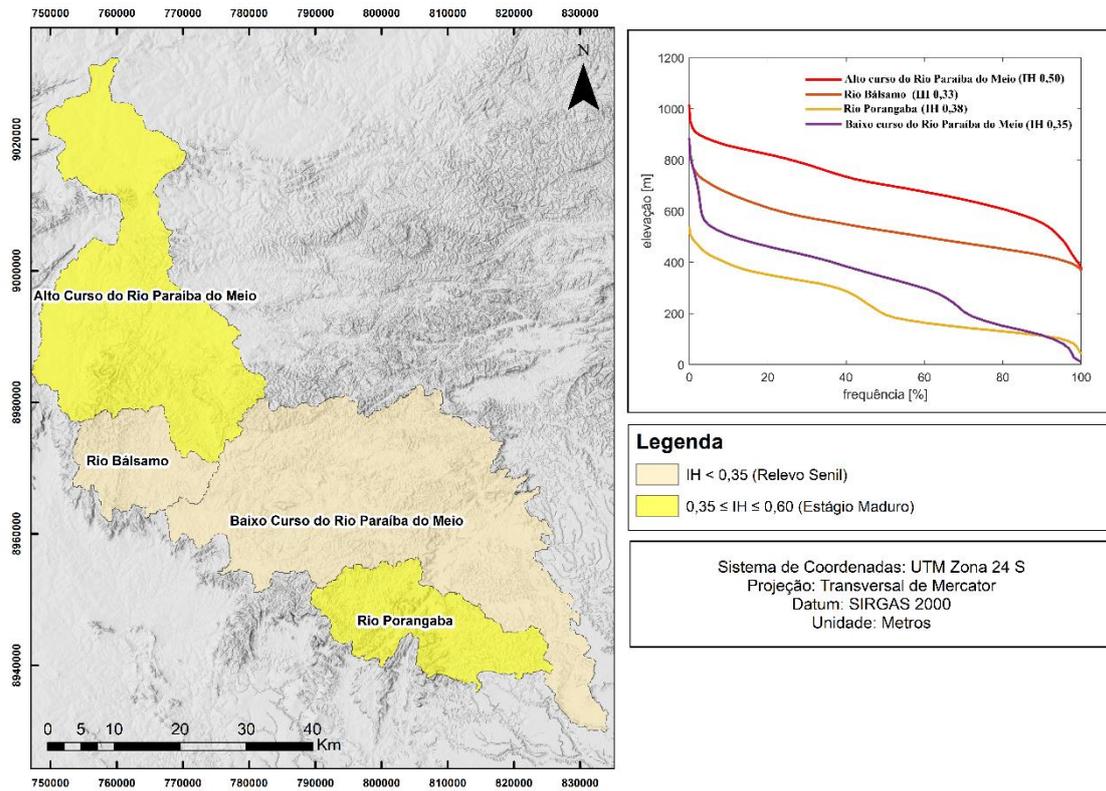
Tabela 2. Relação de Bifurcação sub bacias da BHRPM

| BACIA | ORDEM DE CANAIS | Nº DE CANAIS | RB | RB MÉDIO |
|---|------------------------|---------------------|-----------|-----------------|
| <i>Alto Curso do Rio Paraíba do Meio</i> | 1 | 247 | 4,05 | 4,31 |
| | 2 | 61 | 4,69 | |
| | 3 | 13 | 6,5 | |
| | 4 | 2 | 2 | |
| | 5 | 1 | | |
| <i>Rio Balsamo</i> | 1 | 69 | 4,6 | 3,53 |
| | 2 | 15 | 5 | |
| | 3 | 3 | 3 | |
| | 4 | 1 | | |
| <i>Rio Porangaba</i> | 1 | 94 | 4,48 | 4,56 |
| | 2 | 21 | 4,2 | |
| | 3 | 5 | 5 | |
| | 4 | 1 | | |
| <i>Baixo Curso do Rio Paraíba do Meio</i> | 1 | 351 | 4,88 | 4,36 |
| | 2 | 72 | 3,79 | |
| | 3 | 19 | 4,75 | |
| | 4 | 4 | 4 | |
| | 5 | 1 | | |

Fonte: Os autores (2023)

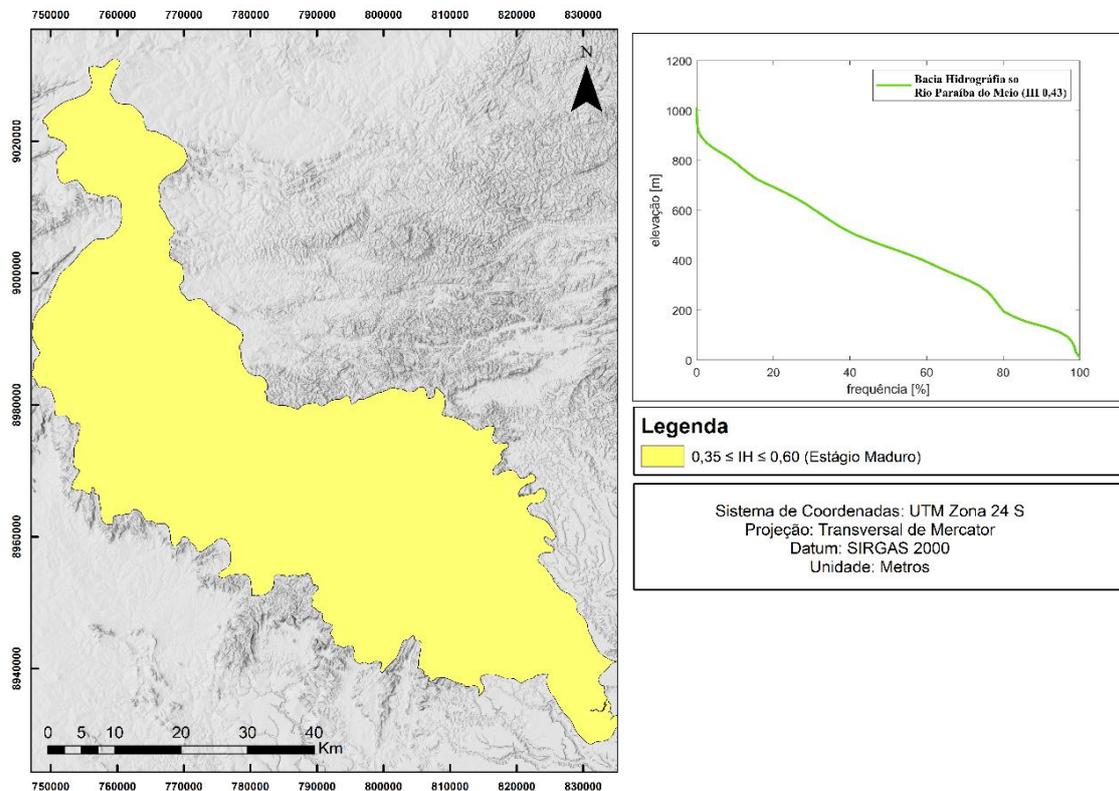
As curvas e seus valores de integral hipsométrica, foram confeccionadas a partir do pacote Topotoolbox para o software MATLAB 2020b, tanto para a BHRPM em seu contexto geral, como para as sub-bacias analisadas. Os valores alcançados para as sub bacias foram os seguintes: 0,50 para o Alto curso do Rio Paraíba do Meio; 0,33 para o Rio Balsamo; 0,38 para o Rio Porangaba e 0,35 para o Baixo curso do Rio Paraíba do Meio (Figura 5). Para a BHRPM em seu contexto geral o valor alcançado foi de 0,43 (Figura 6).

Figura 5. Curvas e integrais hipsométricas das sub bacias.



Org. Autores (2023)

Figura 6. Curvas e integrais hipsométricas da BHRPM.



Org. Autores (2023)

Com a aplicação Fator de Assimetria de Bacia Hidrográfica (FABH), o resultado alcançando com relação a BHRPM em seu contexto geral foi de 36,9 (< 50), com relação as sub bacias os valores alcançados foram: 29,9 (< 50) para o Alto curso do Rio Paraíba do Meio; 52,1 (> 50) para o Rio Bálamo 49,8 (valor muito próximo a 50, foi arredondado para 50 para análise) e 58,4 (> 50) para o Baixo curso do Rio Paraíba do Meio (tabela 3 e 4).

Tabela 3. Fator de Assimetria de Bacia hidrográfica para BHRPM

| BACIA | AR | AT | FABH |
|--------------|------------|-------------|---------|
| BHRPM | 1164,30541 | 3147,171342 | 36,9953 |

Fonte: Os autores (2023)

Tabela 4. Fator de Assimetria de Bacia hidrográfica para as sub bacias da BHRPM.

| SUB BACIAS - BHRPM | AR | AT | FABH |
|--|---------|----------|--------|
| RIO PARAÍBA DO MEIO | 300,194 | 1002,437 | 29,946 |
| RIO BÁLSAMO | 127,228 | 243,88 | 52,169 |
| RIO PORANGABA | 184,867 | 370,505 | 49,896 |
| BAIXO CURSO/RIO PARAÍBA DO MEIO | 805,388 | 1377,318 | 58,475 |

Fonte: Os autores (2023)

DISCUSSÃO

Em análise dos resultados alcançados através da aplicação da Relação de Bifurcação (R_b) foi possível observar que dentro dos valores estabelecidos por Horton (1945) e suas interpretações em conjunto com as interpretações de Strahler (1964), com valores que são superiores a 3 tanto para a BHRPM em seu contexto geral, quanto para as sub bacias que a compõem (Tabelas 1 e 2), desta forma os objetos de estudo são compreendidos com bacias de drenagem com relevo de características montanhosa ou altamente dissecada, levando em consideração a localização possuindo parte de seu território inserido do Planalto da Borborema, especificamente na cimeira estrutural Pernambuco-Alagoas, é possível levantar a hipótese que a bacia e o seu conjunto de sub bacias tem o relevo que contém características de ambos os relevos, onde parte seu território encontra-se em um relevo montanhoso, terrenos escalonados pertencentes a Borborema, enquanto a outra parte encontra-se em um setor que passou por mais maiores processos de dissecção, tendo em vista que se localiza após um setor escarpado que define o limite da Cimeira estrutural.

Para além das características do relevo, ressalta-se ainda que os valores elevados da Relação de bifurcação refletem bacias que possuem características que refletem distúrbios estruturais e possuem forma alongada, a BHRPM, tem sua forma alongada, com destaque para seu alto curso que parece sofrer com processos de redução de sua área, através do avanço das cabaceiras as bacias vizinhas, em sua grande maioria suas sub bacias também possuem forma alongada, com a única disparidade apresentada pela bacia do rio Bálamo que possuem características de uma bacia circular e dentre todas possui um menor valor de R_b .

Com relação às formas e valores das curvas hipsométricas e suas respectivas integrais, em seu contexto geral a BHRPM e para além, a grande maioria das sub bacias possuem valores entre o intervalo de uma bacia em estágio maduro (figura x) com os valores menores ou iguais a 0,6 á menores ou iguais a 0,35. As formas de suas curvas corroboram os seus valores, mesmo não estando uma forma de “S” contidas no centro do diagrama.

Dentro deste aspecto é importante ressaltar a homogeneidade do substrato rochoso, onde em sua grande maioria, salvo setores localizados a jusante constituído por rochas sedimentares, tal característica pode influenciar nas características observadas com as curvas e integrais hipsométricas.

Os valores observados com a aplicação do fator de assimetria de bacia hidrográfica, em seu contexto geral a BHRPM possui um valor inferior a 50, indicando um basculamento em direção a esquerda, com relação às sub-bacias seu alto curso também apresenta valor inferior a 50 assim como em seu contexto geral, valores superiores a 50 encontram-se inseridos nas bacias dos rios Bálamo e Baixo curso do Rio Paraíba do Meio, indicando basculamento para a direita, a bacia do rio Bálamo é a única que apresenta valor semelhante a 50, indicando que não ocorreu basculamento.

Dentro deste contexto é interessante destacar que a bacia não contempla a presença de falhas ou zonas de cisalhamento que influem os processos de migração lateral de canais das bacias, tais processos podem ser influenciados por fatores ligados às diferenças de resistência do substrato rochoso presentes na bacia mesmo apresentando características que podem retratar homogeneidade, onde um os flancos do vale do canal pode possuir maior resistência, fazendo com o que os canais tendem a mover-se lateralmente na direção oposta, além do mais é importante salientar que nessa hipótese também deve-se observar os diferentes níveis de dinâmicas que ocorrem nos setores de alto, médio e baixo curso, podem até mesmo influenciar o grau de migração lateral do canal.

Acerca disto pode-se destacar a sub bacia do rio Porangaba que está totalmente inserida no baixo curso, e é onde de acordo com o FABH não ocorre processo de migração lateral do canal, apresentando um estágio de assimetria na sub bacia, já as demais sub bacias encontram se em terrenos de maior altitude de maneira integral ou em parte se sua área, influenciando as dinâmicas pertencentes ao canal, podendo assim atribuir as diferenças de relevo como um outro fator que podem influenciar nesse quesito).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação dos índices utilizados no presente estudo, mostram uma correlação positiva apresentando controles estruturais sobre a drenagem, mesmo não tendo a presença de estruturas geológicas – ou ainda não mapeadas - que possam ser influência desse controle estrutural, sobretudo quando os valores alcançados com a aplicação da Relação de bifurcação, tanto para as sub bacias analisadas, quanto para a bacia em seu contexto geral, os valores ainda podem ser relacionados com a forma alongada da maioria das bacias, ocorrendo a única disparidade observada na bacia do rio Bálamo, que possui um menor valor entre as bacias analisadas e também possui uma forma não alongada.

Os valores apresentados pelas integrais hipsométricas apresentam em uma maioria um contexto de bacias em estágio maduro, onde estariam mais próximas ao estágio de equilíbrio, estágio esse podendo ser relacionado com o possível controle estrutural sobre a drenagem que “impede” o avanço para o estágio senil.

Com relação aos processos de migração lateral de canal e basculamento que podem estar associados com o FABH, é possível observar uma variabilidade com resultados que apresentam os três possíveis resultados que podem ser alcançados, assim, não há uma direção preferencial de migração lateral de canal ou basculamento único para todas as sub bacias, ou que todas as sub bacias sigam o trend apresentado pela bacia em seu contexto geral.

Desta maneira, através dos resultados alcançados, é possível levantar a hipótese que há um possível controle estrutural sobre a BHRPM e as bacias de menor ordem que a compõem, contudo, tal controle não é influenciado por estruturas geológicas levando em consideração a

baixa presença das mesmas na área da bacia, de maneira a ser uma relação direção com a resistência do substrato rochoso, e a competência da rede de drenagem.

REFERÊNCIAS

- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. Ed. Edgard Blucher, Ltda e EDUSP. 1974.
- CORREA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C. MONTEIRO, K. A. CAVALCANTI, L. C. S. LIRA, D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. Revista do Instituto Geológico, São Paulo. 2010.
- COX, R.T. Analysis of drainage basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississippi Embayment. Geol. Soc. Am. Bull, v. 106, p. 571-581, 1994.
- COOKE, R.U. and Doornkamp, J.C. Geomorphology in Environmental Management. 2nd Edition, Oxford University Press, Oxford. (1992).
- CRICKMAY, C.H. A preliminary inquiry into the formulation and applicability of the geological principle of uniformity. Calgary, Evelyn de Mille Books, 53p, 1959.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – Geologia. Folhas Aracaju e Recife. Brasília: CPRM, 2009. Escala 1:1.000.000.
- DAVIS, W.M. The geographical cycle. Geographical Journal, v.14, p.481-504, 1889. GROHMANN, C. H.; RICCOMINI, C. Análise digital de terreno e evolução de longo-termo de relevo do centro-leste brasileiro. Revista do Instituto de Geociências –USP. Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v. 12, n. 2, p. 12-150, 2012.
- HACK, J. Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. Amer. Journal of Science, v. 1, n. 4, p. 80-97, 1960.
- HARE, P.W; GARDNER, T.W. Geomorphic Indicators of Vertical Neotectonism along Converging Plate Margins, Nicoya Peninsula Costa Rica. In: Morisawa, M. and Hack, J.T. Tectonic Geomorphology. Proceedings of the 15th Annual Binghamton Geomorphology Symposium. 15 ed. Boston, Allen and Unwin, 1985. P. 123-134.
- MATLAB M. The language of technical computing. The MathWorks, Inc, 2020. Disponível em: <http://www.mathworks.com>.
- SILVA, T.M; SANTOS, B.P. Sistemas de drenagem e evolução da paisagem. Revista Geográfica Acadêmica v.4, n.1, p. 5-19, 2010.
- HORTON, R. E., Erosional Development Of Streams And Their Drainage Basins; Hydrophysical Approach To Quantitative Morphology. Geological Society of America Bulletin 1945;56, no. 3;275-370 doi: 10.1130/0016-7606 (1945).
- STRAHLER, A. (1964) Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks. In: Chow, V., Ed., Handbook of Applied Hydrology, McGraw Hill, New York, 439-476.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology: Am. Geophys. Union Trans., v. 38, no. 6, p. 913-920, 1957.