

## ANÁLISE HIPSOMÉTRICA E MORFOESTRUTURAL DO DOMÍNIO VAZA-BARRIS, SERGIPE

**Luana Pereira Lima**

Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil  
[luana.pl.lua@gmail.com](mailto:luana.pl.lua@gmail.com)

**Hélio Mário de Araújo**

Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Geografia, São Cristóvão, SE, Brasil  
[heliomarioaraujo@yahoo.com.br](mailto:heliomarioaraujo@yahoo.com.br)

### RESUMO

Estudos de parâmetros morfométricos e morfoestruturais são essenciais para o entendimento da paisagem geomorfológica. Avaliam quantitativamente a dinâmica fisiográfica e a atuação da rede de drenagem nos modelados. O Domínio Vaza-Barris é uma unidade geotectônica inserida na Faixa de Dobramentos Sergipana e abrange os estados de Sergipe e Bahia. Inserem-se na unidade quatro bacias hidrográficas: Rio Sergipe, Rio Vaza-Barris, Rio Piauí e Rio Real. Essa pesquisa analisa os índices morfométricos de hipsometria e morfoestrutura aplicados nas áreas das quatro bacias hidrográficas, avaliando quantitativamente o comportamento da drenagem no processo evolutivo da paisagem morfológica e o controle litológico/estrutural na definição e arranjo espacial da drenagem. A metodologia consistiu na compilação dos dados existentes e na aquisição de novos dados através do processamento de imagens de satélite e Modelo Digital de Elevação, no tratamento e interpretação para a elucidação dos fatos. Os índices morfométricos revelaram a intensidade da atuação da rede de drenagem em consonância com a litostutura. Conclui-se que as singularidades estruturais, litológicas, tectônicas e fisiográficas interferiram na atuação da rede de drenagem sobre a esculturação do relevo do Domínio Vaza-Barris.

**Palavras-chave:** Controle estrutural. Morfometria. Rede de drenagem.

### HYPSONOMETRIC AND MORPHOSTRUCTURAL ANALYSIS OF THE VAZA-BARRIS DOMAIN, SERGIPE, BRAZIL

### ABSTRACT

Studies of morphometric and morphostructural parameters are essential for understanding the geomorphological landscape. Quantitatively evaluate the physiographic dynamics and the performance of the drainage network in the modeled. The Vaza-Barris Domain is a geotectonic unit inserted in the Sergipana Folding Range and covers the states of Sergipe and Bahia (Brazil). Four hydrographic basins are included in the unit: Rio Sergipe, Vaza-Barris River, Piauí River and Rio Real. This research analyzes the morphometric indices of hypnometry and morphostructure applied in the areas of the four hydrographic basins, quantitatively evaluating the drainage behavior in the evolutionary process of the morphological landscape and the lithological/structural control in the spatial definition and arrangement of drainage. The methodology consisted of compiling existing data and acquisition of new data through the processing of satellite images and Model Digital Elevation, in the treatment and interpretation for the elucidation of the facts. Digital Elevation, in the treatment and interpretation for the elucidation of the facts. It is concluded that the structural, lithological, tectonic and physiographic singularities interfered in the performance of the drainage network on the carving of the relief of the Vaza-Barris Domain.

**Keywords:** Structural control. Morphometry. Drainage Network.

### INTRODUÇÃO

Parâmetros morfométricos e morfoestruturais são essenciais para o entendimento da paisagem geomorfológica, sua evolução e dinâmica, pois fornecem o reconhecimento de elementos geomórficos típicos de traços tectônicos que interferem no desenvolvimento da drenagem e afetam os ciclos erosivos, especialmente em áreas que passaram por processos erosivos e tectônicos bem marcados.

As morfoestruturas refletem aspectos estruturais e são desenvolvidas sob controle da estrutura geológica subjacente, que se processa sob controle tectônico passivo, ou seja, não estão necessariamente relacionadas à tectônica ativa (ARAÚJO e MENDONÇA, 2003).

Segundo Mattos et al. (1982), a morfoestrutura é identificada a partir da análise de informações de relevo e drenagem, caracterizada por zonas anômalas dentro de um padrão geral de distribuição dos elementos de relevo e drenagem. Os canais fluviais são de grande importância para as análises tectônicas, por serem elementos sensíveis a modificações crustais, respondendo aos processos deformativos (ARAÚJO e MENDONÇA, 2003; AMARAL, 2018).

Os estudos relacionados com as drenagens fluviais podem levar à compreensão e à elucidação de numerosas questões geomorfológicas, pois os cursos de água constituem processo morfogenético dos mais ativos na escultura da paisagem. A drenagem é um dos elementos mais sensíveis a modificações do relevo, sobretudo àquelas relacionadas a manifestações tectônicas e/ou mudanças climáticas que reflete em sua resposta morfológica/morfométrica e no ajuste a um estágio de quase-equilíbrio (CHRISTOFOLETTI, 1980; SANTOS; LADEIRA; BATEZELLI, 2019).

A ação do clima e da tectônica implica formação e modificação de feições geomorfológicas através de diversos mecanismos que resultam em assinaturas geomórficas resultantes do trabalho dos rios e podem representar importantes indicadores diagnósticos da origem e natureza dos processos atuantes na formação e evolução de ambientes, modernos e do passado, em domínios de interior continental (SANTOS; LADEIRA; BATEZELLI, 2019).

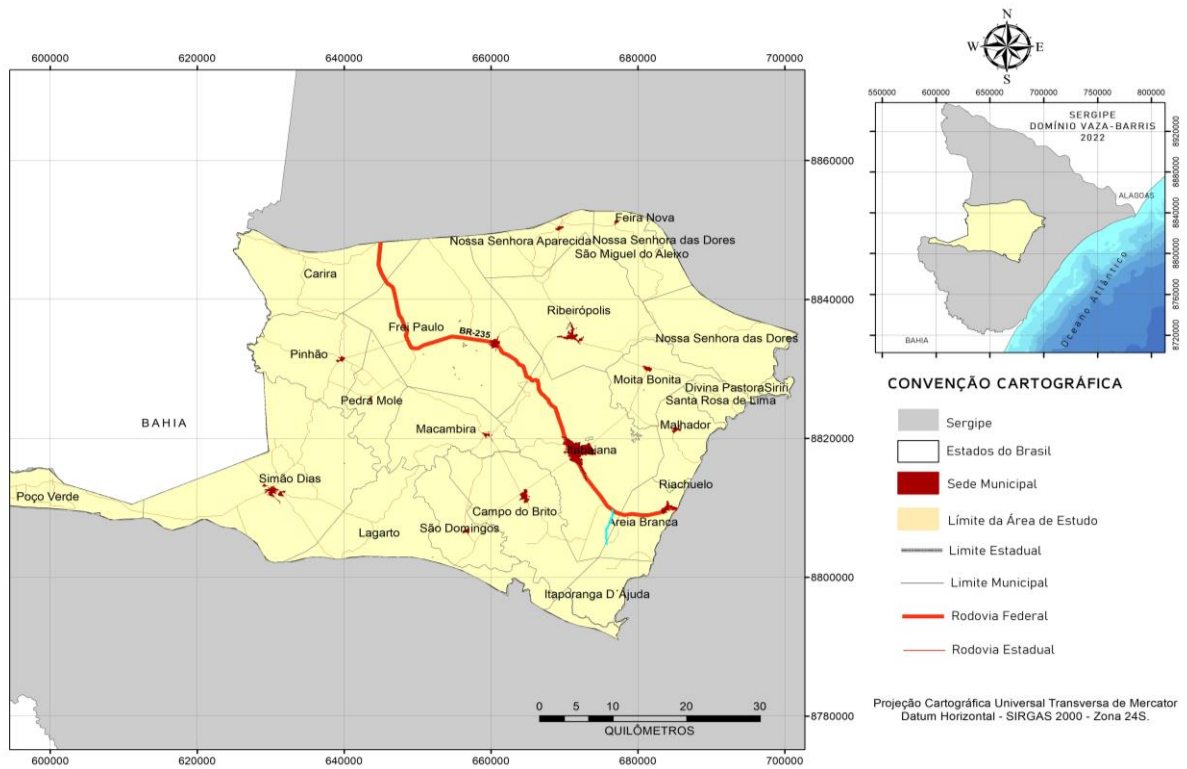
O Domínio Vaza-Barris é uma unidade geotectônica inserida na Faixa de Dobramentos Sergipana e abrange os estados de Sergipe e Bahia, sendo considerada na pesquisa a área de maior abrangência dessa unidade, situada no estado de Sergipe, Nordeste do Brasil.

A pesquisa visou analisar os índices morfométricos de hipsometria e morfoestrutura aplicados nas áreas das quatro bacias hidrográficas inseridas no Domínio, avaliando quantitativamente o comportamento da drenagem no processo evolutivo da paisagem morfológica e o controle litológico/estrutural na definição e arranjo espacial da drenagem.

### **Área de estudo**

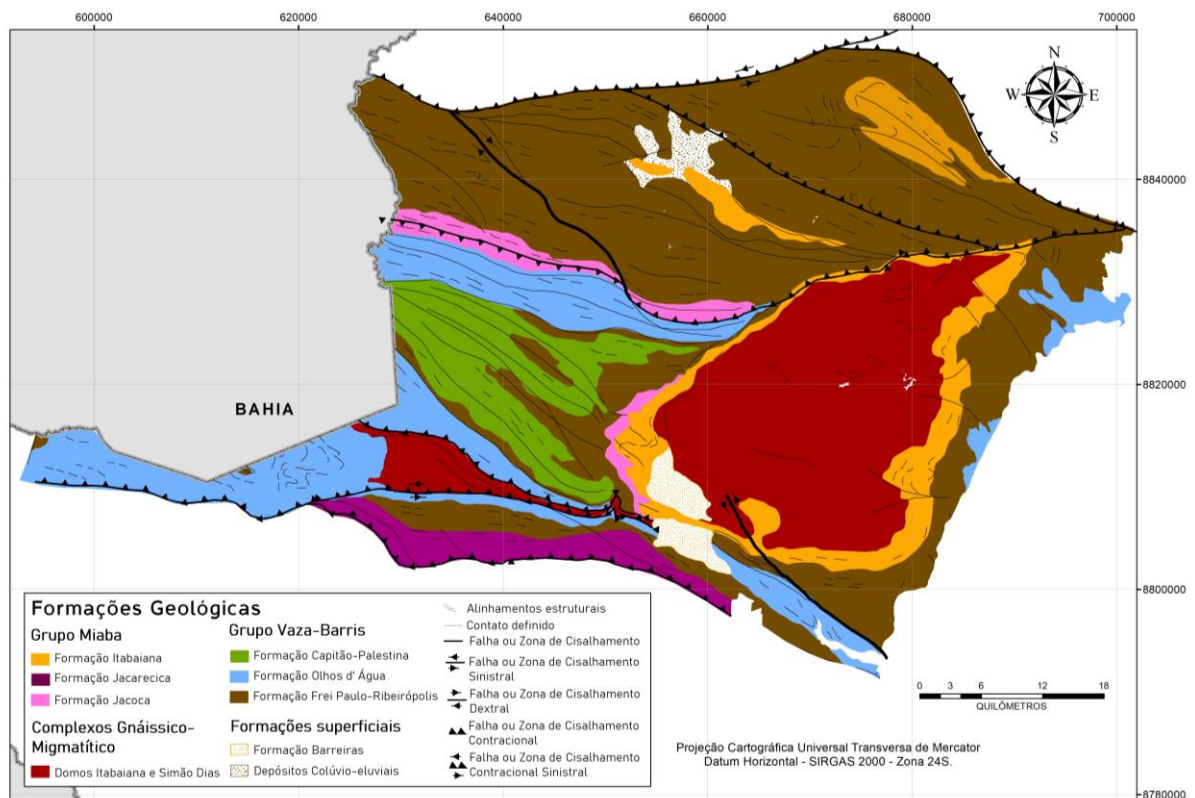
O Domínio Vaza-Barris localiza-se na parte central do estado de Sergipe, prolongando-se para oeste, além do limite estadual, e para leste, até a Bacia Sedimentar de Sergipe (Figura 1). Limita-se por falhas que sofreram várias reativações desde a sua formação. Está constituído de metassedimentos de baixo grau metamórfico em estruturas de dobramentos antiformais e sinformais de grande porte. Divide-se em dois grupos: Miaba e Vaza-Barris, subdivididos em formações e com ambientes de gênese distintos (Figura 2).

Figura 1 – Domínio Vaza-Barris (SE): mapa de localização geográfica, 2022



Fontes – SERGIPE, 2014; CPRM, 2020. Organização – os autores, 2022.

Figura 2 – Domínio Vaza-Barris (SE): Formações geológicas, 2021

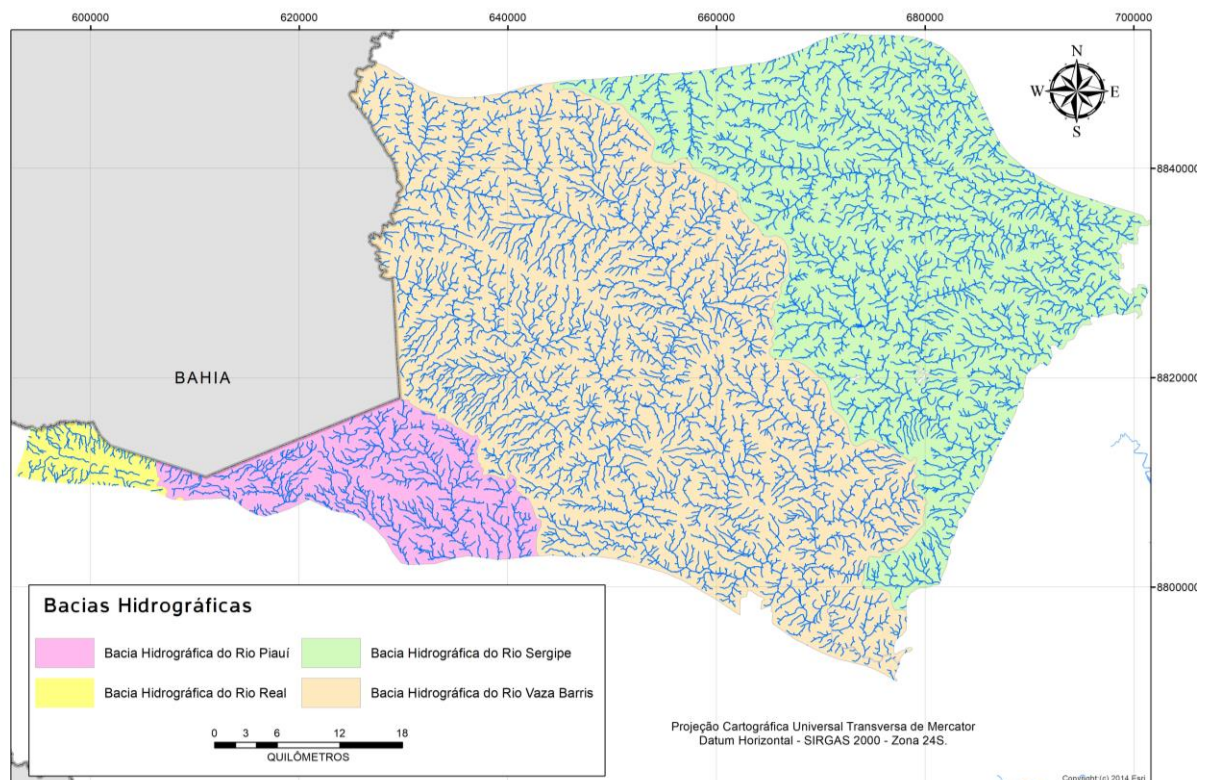


Fontes – SERGIPE, 2014; CPRM, 2020. Organização – os autores, 2022.

Os terrenos do Embasamento Gnáissico com a presença de rochas gnaisses, migmatitos e granitoides integram o Complexo Gnáissico-Migmatítico do qual fazem parte os Domos de Itabaiana e Simão Dias, situados no contexto geológico da Faixa de Dobramento Sergipana. Possuem núcleo constituído de gnaiss, rocha de baixa resistência, que bordejam rocha metassedimentar (quartzito), de maior resistência que, por erosão da parte central dos domos, formam escarpas topográficas mais elevadas em torno da superfície aplanada. Os domos apresentam morfologia atual típica de um relevo dissecado sob condições climáticas pretéritas e atuais.

O Domínio Vaza-Barris abrange área de quatro bacias hidrográficas: Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe, Bacia Hidrográfica do Rio Vaza-Barris, Bacia Hidrográfica do Rio Piauí e Bacia Hidrográfica do Rio Real (Figura 3).

Figura 3 – Domínio Vaza-Barris (SE): Bacias Hidrográficas, 2021



Fontes – SERGIPE, 2014; CPRM, 2020. Organização – os autores, 2022.

A partir dos aportes teórico-conceituais e metodológicos, a pesquisa visou analisar os índices morfométricos de hipsometria e morfoestrutura aplicados nas áreas das quatro bacias hidrográficas inseridas no Domínio Vaza-Barris, avaliando quantitativamente o comportamento da drenagem sobre a geomorfologia e o controle litológico e estrutural sobre a drenagem. Em termos gerais, a pesquisa consistiu na compilação dos dados existentes e na aquisição de novos dados, no tratamento e interpretação dos dados necessários a elucidação dos fatos, na sistematização dos resultados, e na síntese conclusiva.

## METODOLOGIA

Ancorada nos princípios da abordagem sistêmica, adotou-se a proposta metodológica de Libault (1971) que define os quatro níveis da pesquisa geográfica (Compilatório, Correlativo, Semântico e Normativo) e direciona as etapas em uma sequência compreensível para a apresentação dos resultados, consistindo na compilação dos dados existentes e na aquisição de novos atributos no tratamento e interpretação indispensáveis a elucidação dos fatos.

### **Índices hipsométricos e morfoestruturais**

Para a análise morfométrica de hipsometria e morfoestrutura da área do Domínio Vaza-Barris utilizaram-se os seguintes parâmetros: hipsometria, curva e integral hipsométrica, isobase, fator de assimetria, anomalias na drenagem, lineamentos estruturais, direção de lineamentos e cursos d'água.

Esses parâmetros foram escolhidos tendo em vista a necessidade de entender como a rede de drenagem influenciou a morfologia e como foi influenciada pela estrutura. Esses parâmetros têm respostas direcionadas para a análise preterida.

#### **Curva e integral hipsométrica**

O cálculo da integral hipsométrica pode ser feito através da Equação 1:

$$Hi = (Hm\u00e9dia - Hmin) / (Hmax - Hmin) \quad (1)$$

Onde: Hm\u00e9dia representa a altitude m\u00e9dia da bacia, e Hmin e Hmax a menor e a maior altitude, respectivamente.

Valores elevados (maiores que 0,5 / 50%) em geral apresentam curvas convexas e/ou com concavidade para cima; valores intermedi\u00e1rios (entre 0,4 e 0,5 / 40% e 50%) tendem a ser mais c\u00f4ncavo-convexos ou retil\u00edneos; valores menores que 0,4 / 40% tendem a ter formas c\u00f4ncavas (SANTOS; LADEIRA; BATEZELLI, 2019).

Uma integral de 60% indica que a eros\u00e3o removeu 40% do volume de massa (SCHUMM, 1956). Quando se atinge a maturidade, as curvas tendem a estabilizar entre integrais de 40 e 60%, que marcam o ponto inicial do est\u00e1gio de equil\u00edbrio de desenvolvimento (STRAHLER, 1952). Valores elevados de integrais (entre 100 e 60%) indicam topografia relativamente jovem sob controle tect\u00f4nico mais recente, enquanto valores de integrais baixos (< 40%) remetem a avan\u00e7ado e longo processo de denuda\u00e7\u00e3o ou paisagens mais antigas, raramente sob influ\u00eancia de deforma\u00e7\u00e3o recente (SANTOS; LADEIRA; BATEZELLI, 2019).

#### **Fator de assimetria**

Bacias hidrogr\u00e1ficas sob basculamento apresentam forte distin\u00e7\u00e3o na extens\u00e3o dos tribut\u00e1rios de um lado e do outro do eixo do rio principal, em fun\u00e7\u00e3o da mudan\u00e7a lateral do canal rumo \u00e0 por\u00e7\u00e3o mais abatida (SANTOS; LADEIRA; BATEZELLI, 2019).

Valores de assimetria da bacia de drenagem (AF) iguais ou pr\u00f3ximos a 50 revelam pouca ou nenhuma atividade tect\u00f4nica; valores acima de 50 indicam um prov\u00e1vel basculamento da margem direita do canal, enquanto valores abaixo de 50 s\u00e3o indicativos de um prov\u00e1vel basculamento da margem esquerda. O fator de assimetria calcula-se a partir da Equa\u00e7\u00e3o 2 (SANTOS; LADEIRA; BATEZELLI, 2019):

$$AF = 100 * Ar / At. \quad (2)$$

Onde: Ar corresponde a \u00e1rea da margem direita do curso d'\u00e1gua principal (olhando para jusante) e At a \u00e1rea total da bacia.

#### **Mapeamentos**

Para sistematiza\u00e7\u00e3o e espacializa\u00e7\u00e3o dos resultados morfom\u00e9tricos, utilizou-se os seguintes softwares: ArcGis 10.3.1 ESRI\u2122 e *Global Mapper 23* da *Blue Marble Geographics*\u2122. Al\u00e9m dos softwares, utilizou-se GPS, Microsoft Excel, para tabula\u00e7\u00e3o dos dados e Corel Draw 19 para finaliza\u00e7\u00e3o do designer de mapas e gr\u00e1ficos.

Na elabora\u00e7\u00e3o do cartograma de bacias hidrogr\u00e1ficas utilizou-se a base cartogr\u00e1fica da Secretaria de Recursos H\u00eddricos de Sergipe. Al\u00e9m dessa base cartogr\u00e1fica adicionou-se a rede de drenagem, extra\u00edda de forma autom\u00e1tica do Modelo Digital de Eleva\u00e7\u00e3o ALOS PALSAR.

Para a elabora\u00e7\u00e3o do mapa de hipsometria e sombreamento utilizou-se um MDE obtido atrav\u00e9s de imagens do ALOS PALSAR. Seguindo a rotina: *Arctoolbox > Spatial Analyst Tools > Surface > Hillshade*. O mapa hipsom\u00e9trico, usado como subs\u00eddio \u00e0 interpreta\u00e7\u00e3o geomorfol\u00f3gica foi constru\u00eddo com cinco intervalos para melhor visualizar as diferen\u00e7as altim\u00e9tricas.

A constru\u00e7\u00e3o das rosetas demandou a extra\u00e7\u00e3o dos lineamentos presentes no Dom\u00ednio Vaza-Barris. Para a extra\u00e7\u00e3o utilizou-se imagem do Aster GDEM v2 *Worldwide Elevations Data*. no software Geomatic. Foram extra\u00eddos lineamentos com azimutes de 0\u00b0 - 180\u00b0; 45\u00b0; 90\u00b0 e 315\u00b0. Ap\u00f3s a extra\u00e7\u00e3o dos lineamentos, utilizou-se o software QGis 3.22, menu vetor, op\u00e7\u00e3o *Line Directon Histogram*.

O mapeamento de isobases do Domínio Vaza-Barris realizou-se através da espacialização das confluências de 2ª e 3ª ordens identificadas em meio digital com a ajuda do ArcGis 10.3.1.

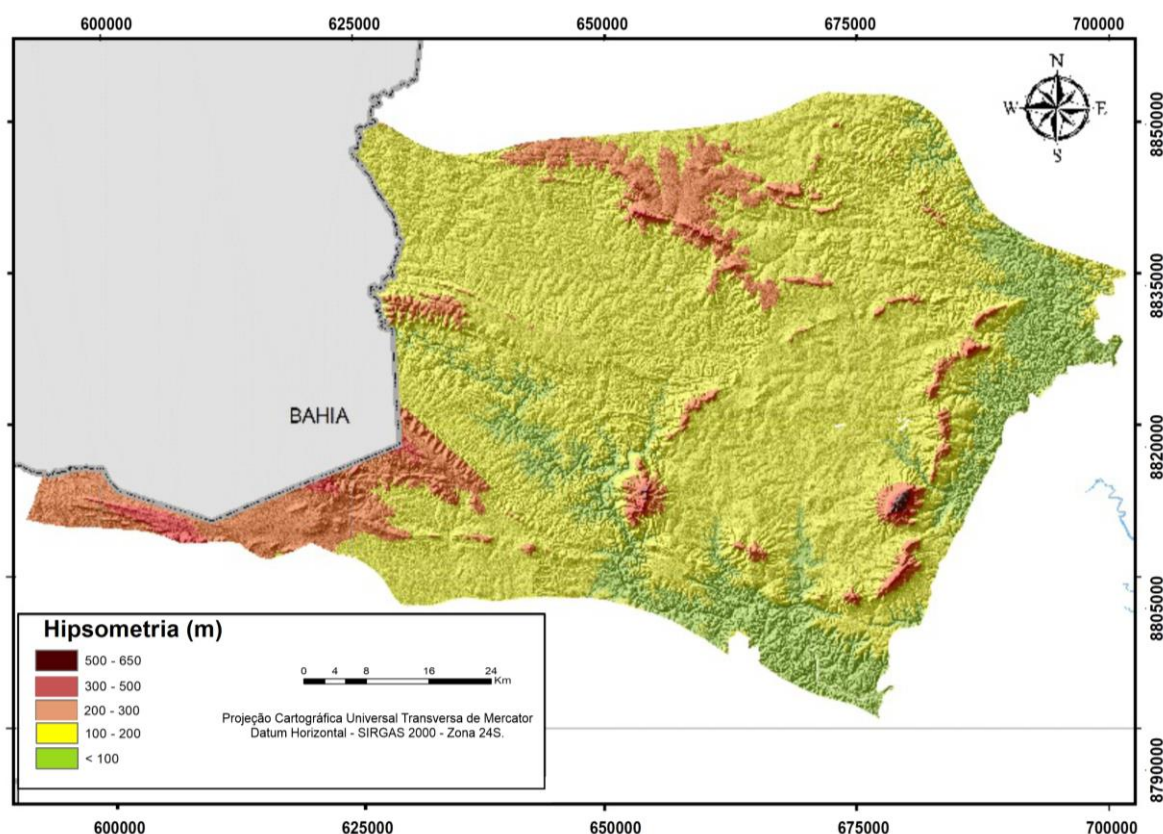
Primeiro, marcou-se todas as confluências de segunda e terceira ordens conforme a hierarquização fluvial de Strahler (1952). Começando sempre de montante em direção a jusante da bacia. Após marcadas todas as confluências, estes pontos foram convertidos em arquivo shapefile. Procedeu-se à classificação de cada confluência conforme a cota altimétrica com base na leitura da curva de nível mais próxima ao ponto de confluência.

Feita a espacialização das confluências de 2ª e 3ª ordens realizou-se a interpolação das cotas altimétricas de todas as confluências por meio do método de estatística espacial *Regularized Spline with Tension-RST*. *Spline* é uma curva definida matematicamente por dois ou mais pontos de controle. Esse interpolador foi escolhido por não gerar pontos muito distantes dos pontos de controle. As isolinhas foram traçadas a partir das confluências de segunda e terceira ordem, antes da interpolação da superfície ao nível de base a partir da elevação dos pontos de interseção.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados hipsométricos do Domínio Vaza-Barris foram classificados em cinco intervalos, variando de 3 a 675m (Figura 4).

Figura 4 – Domínio Vaza-Barris (SE): hipsometria, 2022



Fontes – SERGIPE, 2014; CPRM, 2020. Organização – os autores, 2022.

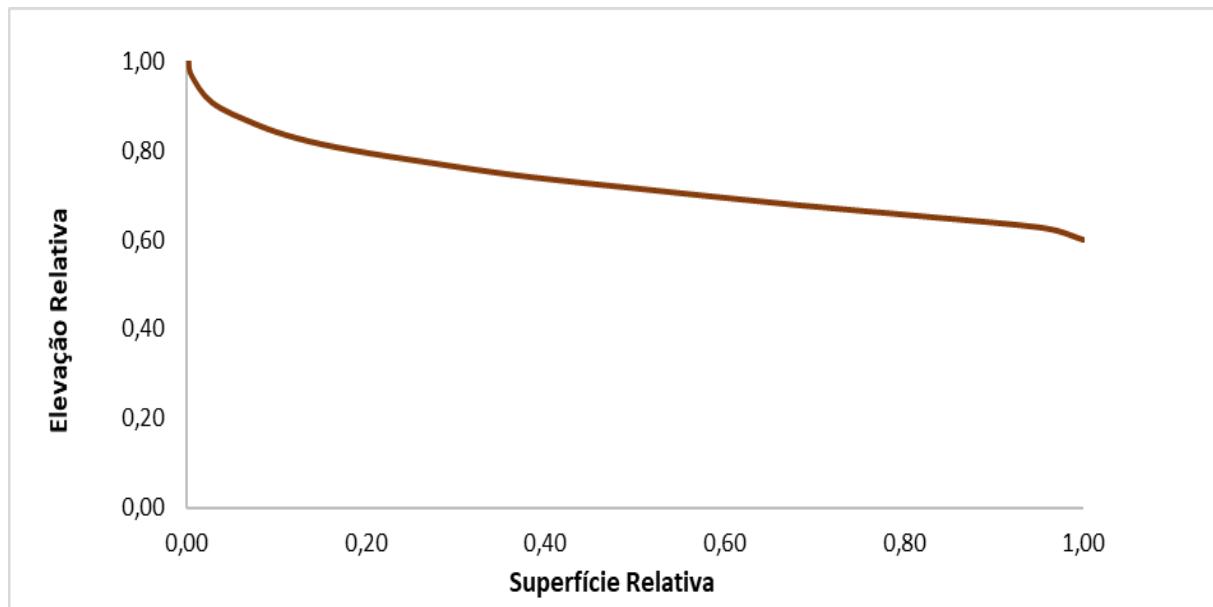
As maiores altitudes concentram-se nas bordas do Domo de Itabaiana, em litologias mais resistentes com variação de 300 a 650m, no topo da Serra de Itabaiana. Na porção noroeste observa-se um patamar com altitudes variando de 200 a 500m em litologias de quartzito nas escarpas, formando um anfiteatro erosivo e na base depósitos colúviais e material eluvial.

Nas bordas do Domo de Simão Dias, e em sua porção a sudoeste, no município de Poço Verde, as altitudes variam de 200 a 500m, na Formação Olhos d'Água. Essa variação altimétrica também se

encontra em uma faixa que limita o anticlinório, próximo a cidade de Pinhão, na porção oeste do Domínio Vaza-Barris. Essas são áreas com litologia que resistiram a erosão diferencial. Com variação de 3 a 150m estão as áreas mais rebaixadas pela dissecação, nos vales dos principais canais.

O índice da integral hipsométrica foi aplicado nas áreas das 4 bacias hidrográficas inseridas no Domínio Vaza-Barris. A Bacia Hidrográfica do Rio Real apresentou índice hipsométrico de 0,46, e sua curva exibe um perfil retilíneo (Figura 5). Encontra-se estruturada sobre os metacalcários da formação Olhos d'Água.

Figura 5 – Bacia do Rio Real (SE): integral hipsométrica, 2022

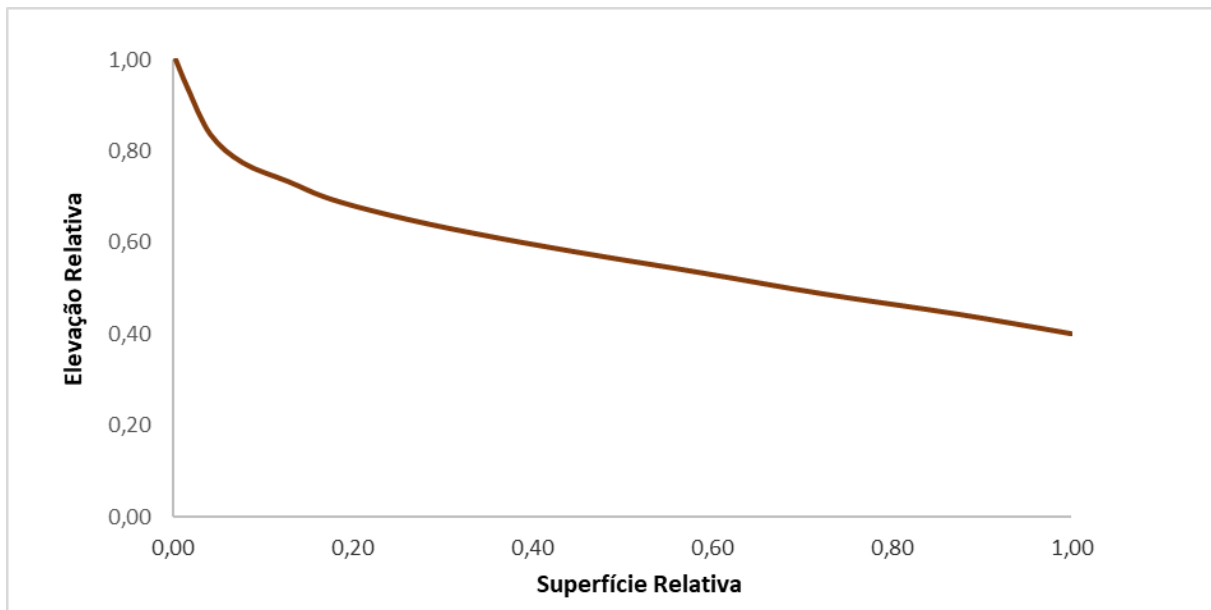


Elaboração – os autores.

A elevação dessa área oscila de 300 a 511m, a curva apresenta uma distribuição equilibrada de área por elevação, salvo as maiores e menores elevações desse intervalo, onde é possível observar um pequeno declínio na curva. O resultado do índice para essa área permite inferir uma paisagem na fase de maturidade.

A Bacia Hidrográfica do rio Piauí, localizada a sudoeste da área, entre as bacias dos rios Real e Vaza-Barris, apresentou índice hipsométrico de 0,46. A sua curva exibe uma concavidade inicial seguida de um suave declínio em perfil retilíneo (Figura 6).

Figura 6 – Bacia do Rio Piauí (SE): integral hipsométrica, 2022

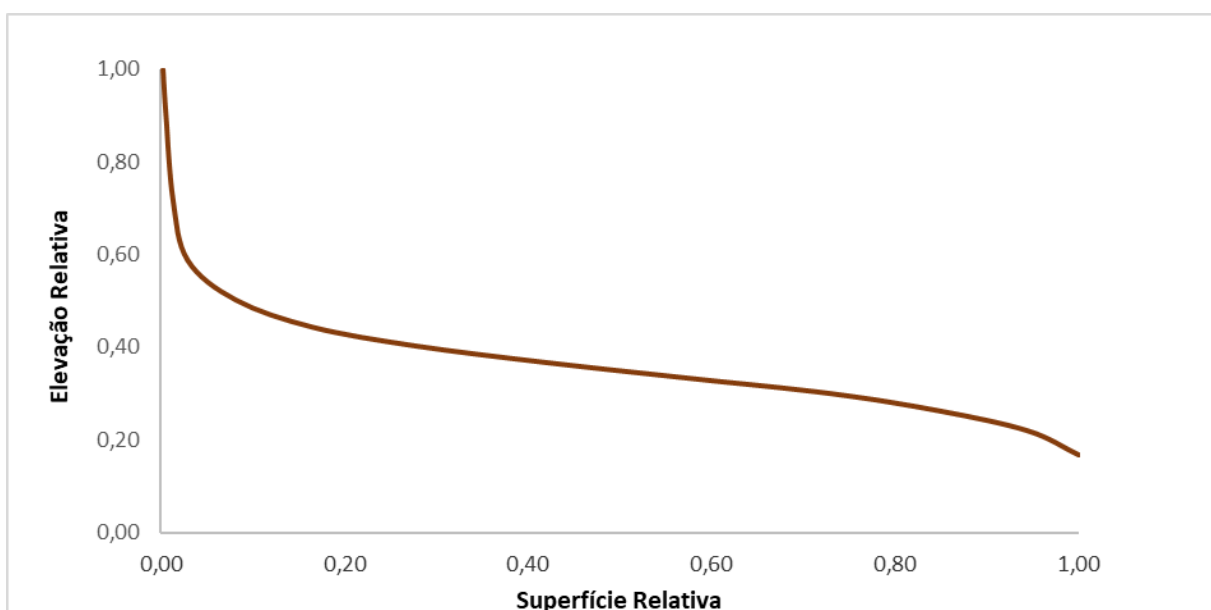


Elaboração – os autores.

Encontra-se estruturada sobre os metacalcários da formação Olhos d'Água, o embasamento gnáissico do domo de Simão Dias, os filitos e metagrauvas da formação Jacarecica e os metassiltitos e metarenitos da formação Frei Paulo-Ribeirópolis. A elevação dessa área oscila de 200 a 526m, a curva apresenta uma distribuição equilibrada de área por elevação, com exceção das maiores elevações desse intervalo, que possui uma superfície relativa menor. O resultado do índice para essa área permite inferir uma paisagem em fase de maturidade.

A Bacia Hidrográfica do rio Sergipe, localizada a norte, nordeste e sudeste da área, apresentou índice hipsométrico de 0,39. A sua curva exhibe uma acentuada concavidade inicial seguida de um suave declínio em perfil retilíneo e uma mudança de padrão para côncava no final (Figura 7).

Figura 7 – Bacia do Rio Sergipe (SE): integral hipsométrica, 2022



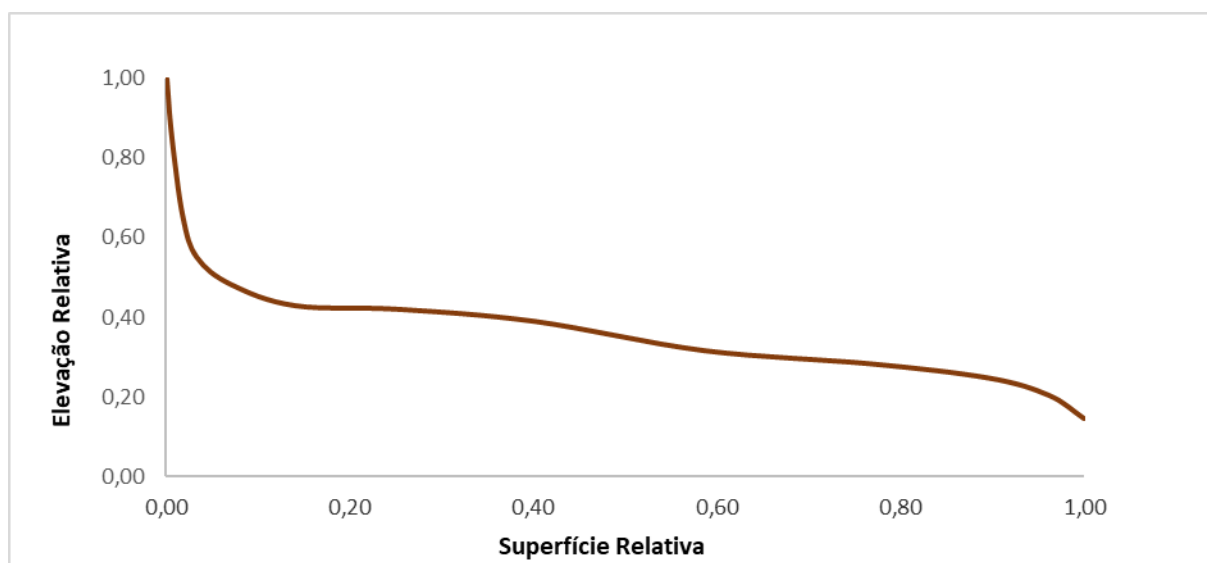
Elaboração – os autores.



Encontra-se estruturada sobre o embasamento gnáissico do domo de Itabaiana, os metassiltitos e metarenitos da formação Frei Paulo-Ribeirópolis, os quartzitos da formação Itabaiana e pontualmente os metacalcários da formação Olhos d'Água. A elevação dessa área oscila de 90 a 650m, a curva apresenta uma distribuição equilibrada de área por elevação no intervalo entre 142 e 261m representado pelo padrão retilíneo. As maiores elevações e as menores possuem uma superfície relativa baixa, representadas pelas concavidades no início e fim do perfil. O resultado do índice para essa área permite inferir uma paisagem em fase de maturidade avançada.

A Bacia Hidrográfica do rio Vaza-barris, localizada a noroeste e sudoeste da área, entre as bacias dos rios Piauí e Sergipe, apresentou índice hipsométrico de 0,39. A sua curva exibe uma acentuada concavidade inicial seguida de um suave declínio em perfil quase retilíneo e uma mudança de padrão para côncava no final (Figura 8).

Figura 8 – Bacia do Rio Vaza-Barris (SE): integral hipsométrica, 2022



Elaboração – os autores.

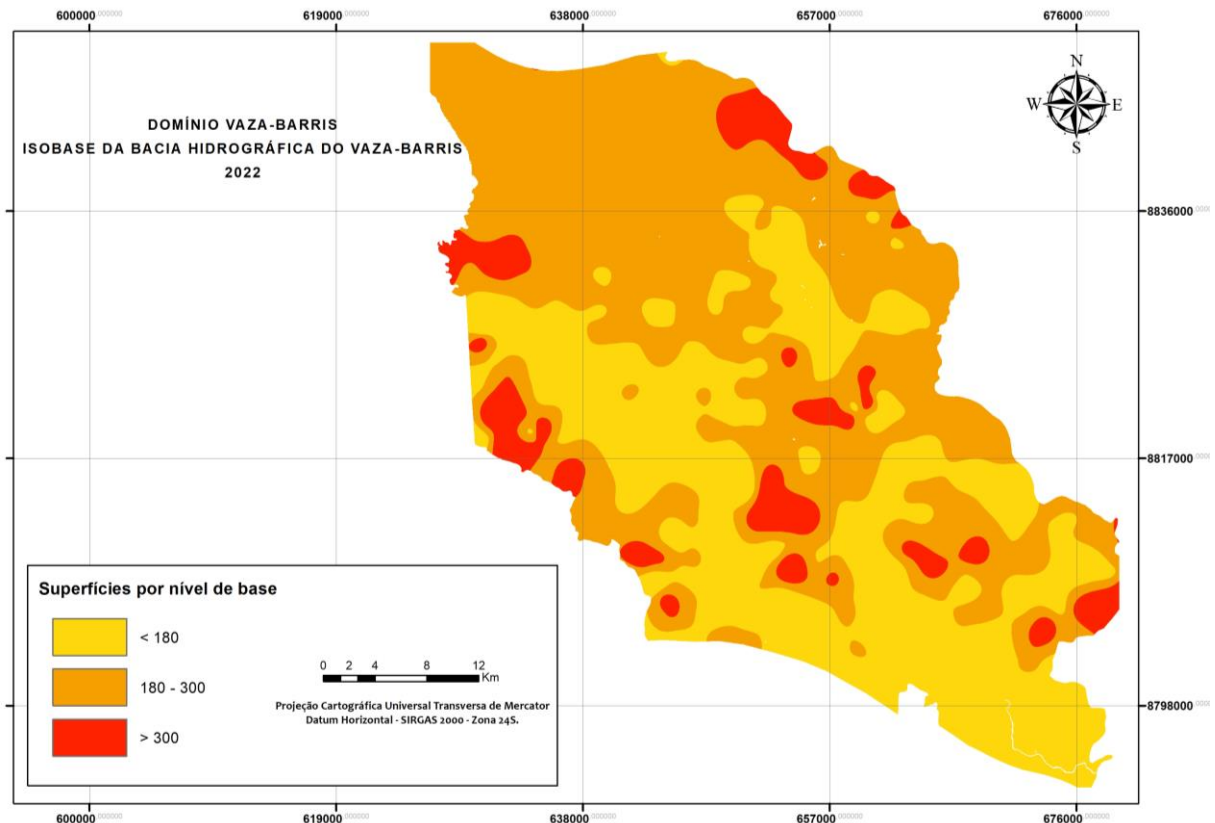
Encontra-se estruturada sobre todas as litologias presentes no Domínio Vaza-Barris. A elevação dessa área oscila de 72 a 646 m, a curva apresenta uma distribuição equilibrada de área por elevação no intervalo entre 132 e 277 m representado pelo padrão quase retilíneo. As maiores elevações e as menores possuem uma superfície relativa baixa, representadas pelas concavidades no início e fim do perfil. O resultado do índice para essa área permite inferir uma paisagem em fase de maturidade avançada.

As áreas das quatro bacias hidrográficas inseridas no Domínio Vaza-Barris apresentaram índices 0,46 e 0,39, ambos sugerem paisagens em fase madura, nas quais mais de 50% do volume de massa sofreram erosão. As variáveis de análise hipsométrica devem ter correlação direta com as taxas de denudação, a integral hipsométrica deve ser inversamente proporcional à erosão de uma dada área (VARGAS e SORDI, 2016). As variações litológicas podem interferir na análise hipsométrica, as maiores elevações das bacias dos rios Sergipe e Vaza-Barris estão relacionadas aos quartzitos da formação Itabaiana, mais resistentes do que as demais litologias encontradas na área de estudo.

Para análise de isobase foram considerados os níveis de base relativos aos canais de segunda e terceira ordem.

As superfícies de nível de base na bacia do rio Vaza-Barris apresentam três domínios: superfícies mais preservadas, acima de 300m; zona de transição, entre 180 e 300m; superfícies rebaixadas, abaixo de 180m. Existe um controle estrutural na compartimentação desses níveis. As superfícies mais preservadas seguem os *trends* NW-SE das zonas de cisalhamento que soergueram e bascularam a área no sentido NE-SW. Na porção sudeste, as superfícies preservadas estão relacionadas a litologia mais resistente, quartzitos da formação Itabaiana (Figura 9).

Figura 9 – Bacia do Rio Vaza-Barris (SE): mapa de isobase, 2022



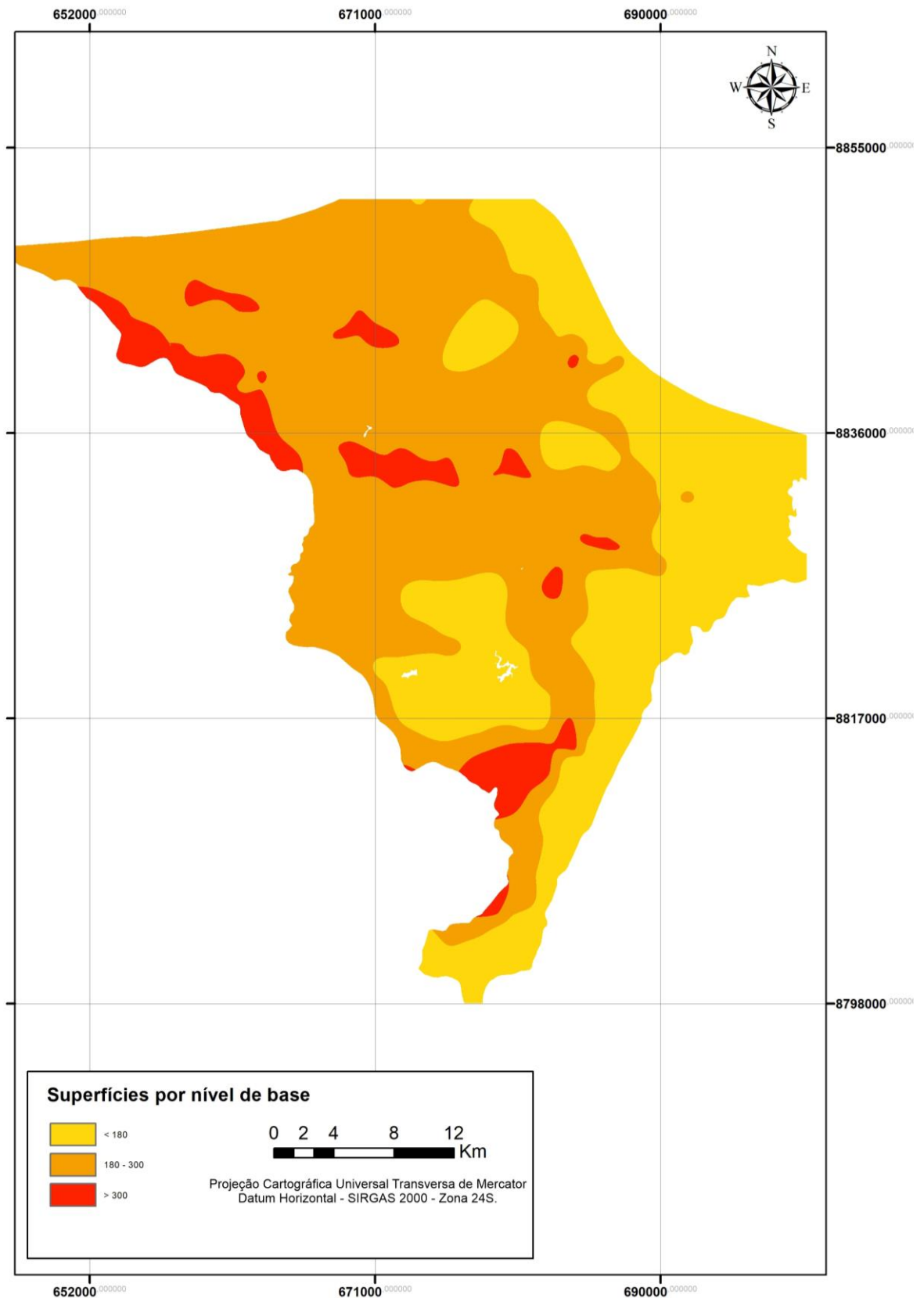
Fontes – SERGIPE, 2014; CPRM, 2020. Organização – os autores, 2022.

A zona intermediária representa mudança de nível de base, uma passagem das superfícies preservadas para as superfícies mais rebaixadas da topografia. A passagem se encontra marcada por *kinck points*, reforçando ainda mais seu caráter de transição. Os perfis longitudinais dos rios Traíras e Salgado (analisados anteriormente), com parte de suas extensões posicionadas nessa zona, demonstraram uniformidade topográfica até as rupturas quando há a mudança para as superfícies mais rebaixadas.

Próximas aos níveis de base regionais atuais, estão as superfícies mais rebaixadas, posicionadas entre as zonas de cisalhamento, onde ocorreu maior compressão, resultando em uma maior concentração de lineamentos e fraturas. Como consequência tem-se a dissecação mais pronunciada. Essas superfícies têm maior ocorrência no anticlinório de Pinhão e ao sul do Domo de Itabaiana, acompanhando o canal principal da bacia.

Semelhante ao encontrado na área da bacia do rio Vaza-Barris, as superfícies de nível de base na bacia do rio Sergipe apresentam-se em mais preservadas, acima de 300m; zona de transição, entre 180 e 300 m; mais rebaixadas, abaixo de 180m (Figura 10). As superfícies mais preservadas estão relacionadas às litologias mais resistentes da formação Itabaiana, à sudeste da área, bordejando o Domo de Itabaiana, à noroeste, sustentando depósitos sedimentares Cenozoicos. À noroeste, essas superfícies seguem as zonas de cisalhamento nos sentidos NW-SE e NE-SW.

Figura 10 – Bacia do Rio Sergipe (SE): mapa de isobase, 2022



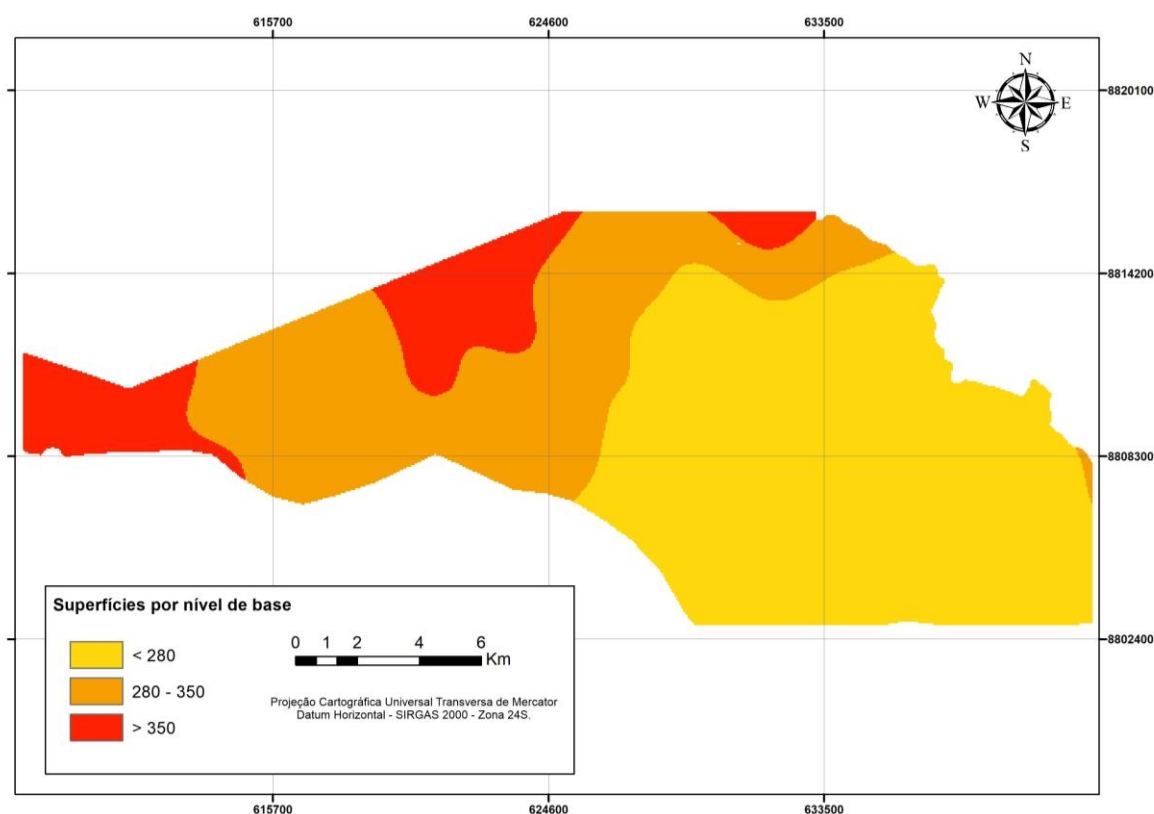
Fontes – SERGIPE, 2014; CPRM, 2020. Organização – os autores, 2022.

Adjacente às superfícies em cotas mais altas, a zona intermediária tem transição para as superfícies mais rebaixadas marcadas por rupturas. O rio Jacoca tem a maior parte de sua extensão na zona intermediária e o seu perfil longitudinal apresentou declínio suave da topografia até chegar às superfícies mais rebaixadas quando há a ruptura de nível de base.

Bordejando toda a extensão da área da bacia nos sentidos nordeste, leste e sudeste, têm-se as superfícies mais rebaixadas, com intensa dissecação devido à concentração de lineamentos estruturais oriundos de maior compressão das zonas de cisalhamento e do trabalho erosivo dos canais principais da bacia.

As superfícies de nível de base na bacia do rio Piauí apresentam-se mais preservadas, acima de 350m; zona de transição, entre 280 e 350m; superfícies rebaixadas, abaixo de 250m, com mínimo de aproximadamente 177m (Figura 11). A compartimentação das superfícies tem controle estrutural. Segue o *trend* NW-SE das falhas posicionadas a sul, nordeste e sudeste da área. As superfícies mais preservadas estão relacionadas a litologia mais resistente da formação Olhos d'água e a possíveis soerguimentos derivados da atuação das zonas de cisalhamento.

Figura 11 – Bacia do Rio Piauí (SE): mapa de isobase, 2022.



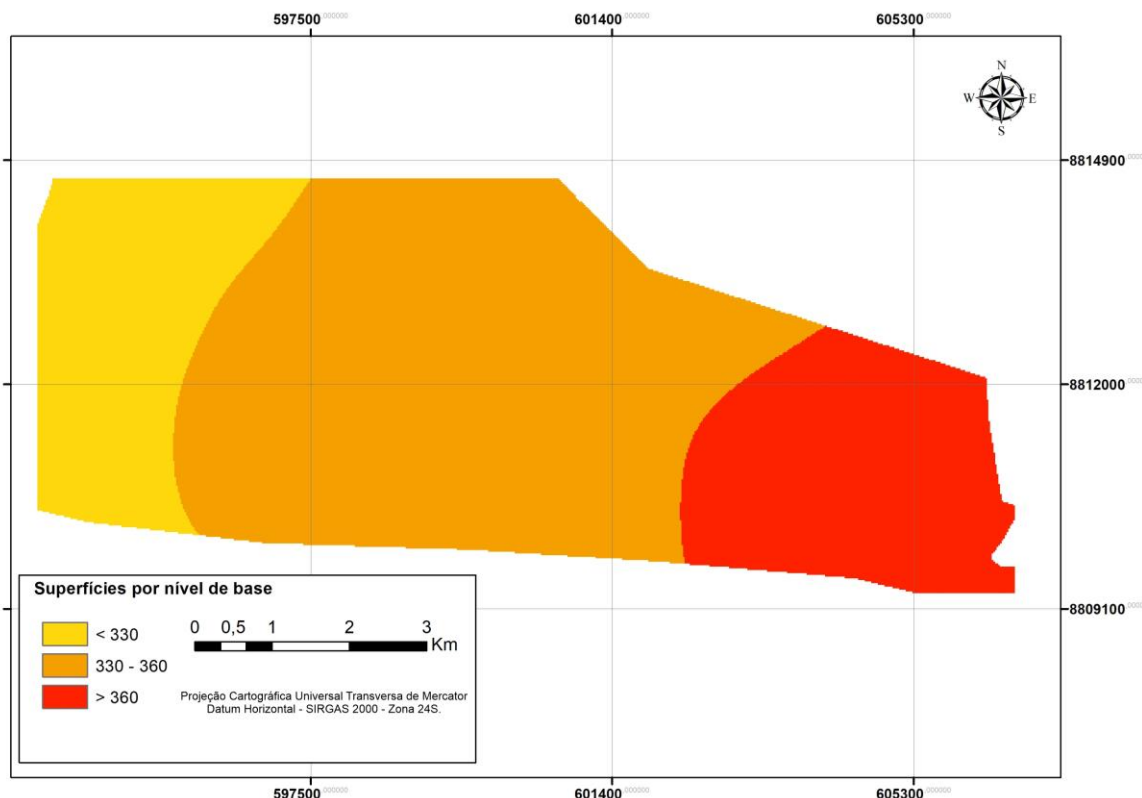
Fontes – SERGIPE, 2014; CPRM, 2020. Organização – os autores, 2022.

A zona de transição está marcada por rupturas suaves no contato com as superfícies mais rebaixadas. O perfil longitudinal do rio Caimã, com início na zona intermediária, tem declínio suave da topografia e duas suaves rupturas na mudança dos níveis de base. As superfícies mais rebaixadas estão posicionadas no Domo de Simão Dias e adjacências, onde a atuação das zonas de cisalhamento fora mais intensa.

As superfícies de nível de base na bacia do rio Real estão representadas em três domínios: mais preservadas, acima de 360m; zona de transição, entre 330 e 360m; e superfícies mais rebaixadas, abaixo de 330m, com mínimo de aproximadamente 291m (Figura 12). As diferenças altimétricas são menores e toda a área está acima do nível de base regional. Estão escalonadas no sentido NW-SE, seguindo o *trend* da zona de cisalhamento posicionada a sul da bacia. As mais preservadas estão no

limite com a bacia do rio Piauí, configurando o divisor de águas, a zona de transição e as superfícies mais rebaixadas estão na porção noroeste, onde a compressão foi mais acentuada.

Figura 12 – Bacia do Rio Real (SE): mapa de isobase, 2022



Fontes – SERGIPE, 2014; CPRM, 2020. Organização – os autores, 2022.

As mudanças no nível de base desencadeiam mudanças processuais na morfogênese que levam a destruição e/ou formação de novas topografias e/ou superfícies geomorfológicas (ZAMBOT, 2019). As superfícies encontradas nas áreas das bacias inseridas no Domínio Vaza-Barris representam fases erosivas similares, em função do trabalho da rede de drenagem relacionado ao condicionamento tectônico, estrutural e litológico da área.

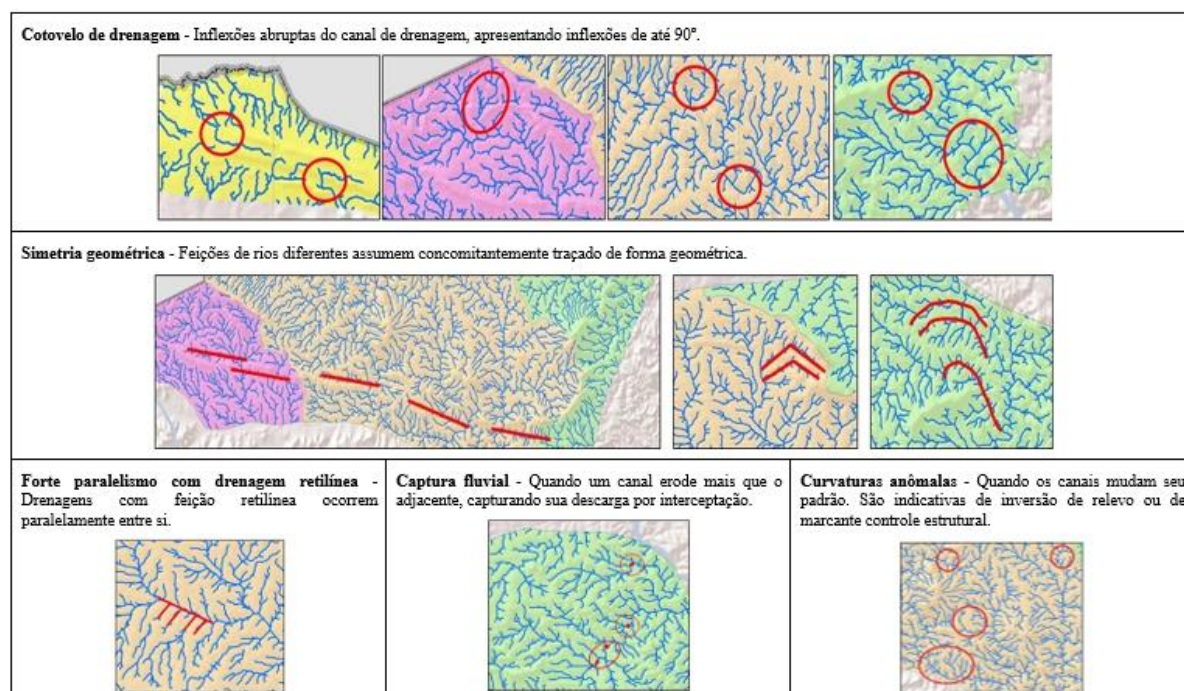
O predomínio de áreas aplainadas no domínio Vaza-Barris denota um longo período de estabilidade tectônica e modestas variações de nível de base. Salienta-se, no entanto, que um lento processo epirogenético soergueu a plataforma brasileira no estado de Sergipe em, pelo menos 200m durante o Cenozoico. Por conseguinte, houve um recente encaixamento de toda a rede de drenagem em ajuste ao nível de base geral. O rio Vaza-Barris, nesse contexto, aprofundou seu vale encaixado em antigas zonas de cisalhamentos, em meio a terrenos aplainados (UHLEIN, CAXITO e SANGLARD, 2013).

As superfícies de base calculadas para as áreas das bacias hidrográficas no Domínio Vaza-Barris refletem o ajuste da rede drenagem em relação aos distintos níveis de base regionais, condicionando a dissecação e a erosão remontante.

### **Caracterização morfoestrutural**

Diversos trabalhos desenvolvidos por Howard (1967), Summerfield (1991), Bishop (1995), Lima (2002), Bezerra (2003), Schumm et al. (2000), Bricalli (2018) listaram as anomalias de drenagem associadas a estrutura. Na Figura 13 estão as principais anomalias encontradas nas drenagens das bacias hidrográficas inseridas no Domínio Vaza-Barris.

Figura 13 – Domínio Vaza-Barris (SE): anomalias de drenagem, 2022



Fonte – Bricalli, 2016. Elaboração – os autores, 2022.

A ocorrência dessas anomalias na rede de drenagem da área atesta um desvio em relação ao padrão. Quanto às anomalias relacionadas a desvios de direção, os cotovelos estão presentes nas áreas das quatro bacias inseridas no Domínio Vaza-Barris. Ocorrem, principalmente, em um padrão dendrítico, inesperadamente. Indica falhamento rápido e contrário ao escoamento da drenagem (PENTEADO, 1974), e reflete a adaptação de segmentos dos rios às falhas, ocasionando desvio do curso em ângulos retos. As curvas anômalas ocorrem, principalmente, nas bacias dos rios Vaza-Barris e Sergipe, e seguem o desenho da estrutura que condiciona o desvio.

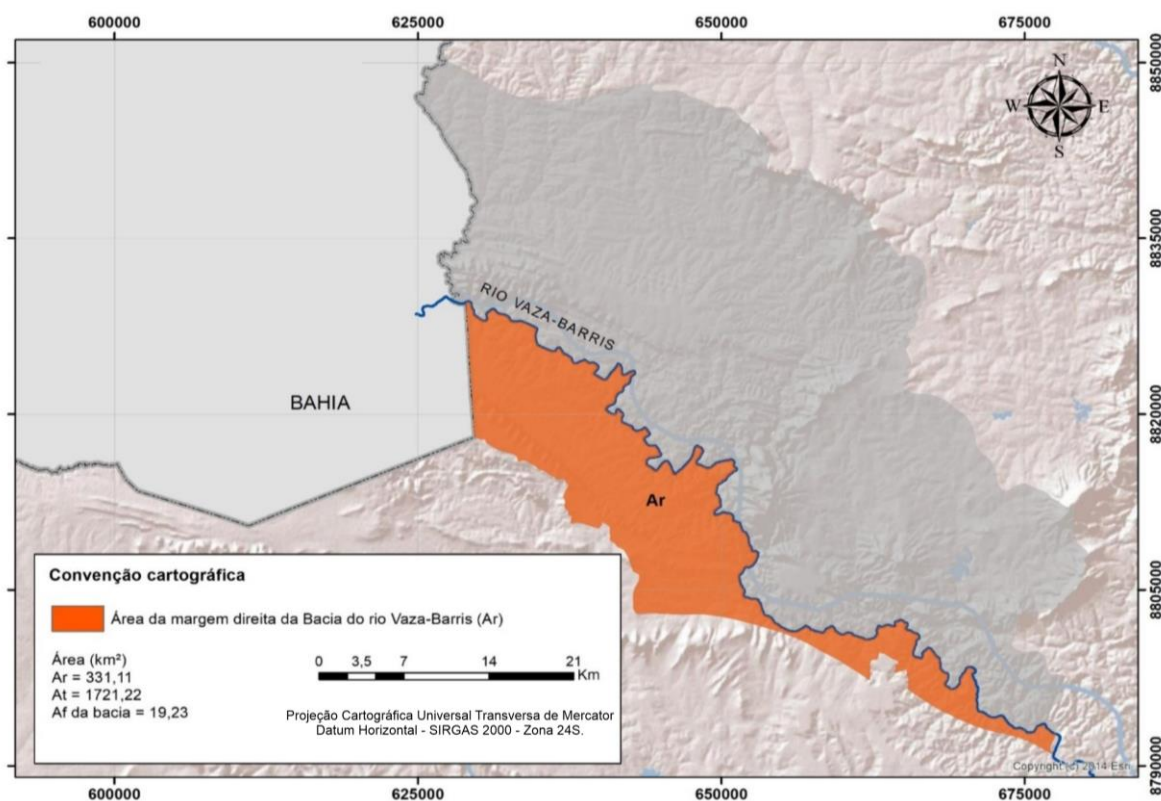
As simetrias geométricas repetem-se em zonas de falhas de cisalhamento e/ou contracionais, em alinhamentos estruturais derivados das deformações dúctil e rúptil ocorridas no domínio, e em áreas de contato litológico com pronunciamento de rochas mais resistentes. Por exemplo, a simetria retilínea representada na Figura 13 refere-se a falha do rio Jacaré.

Os fortes paralelismos ocorrem principalmente nas drenagens da bacia do rio Vaza-Barris. São ocasionados por lineamentos paralelos próximo à zona de cisalhamento que corta a porção noroeste da bacia, no sentido NW-SE. As capturas de drenagem ocorrem nas quatro bacias, tanto em canais de ordens iniciais como em canais de hierarquia mais avançada, resultado que pode indicar um processo não recente e se referir ao aplanamento com predomínio de erosão lateral.

Portanto, as anomalias de drenagem atestam um controle tectônico e estrutural sobre a drenagem das bacias hidrográficas inseridas no Domínio Vaza-Barris.

Para análise de assimetria utilizou-se a área da bacia hidrográfica do Rio Vaza-Barris inserida no domínio. Foi escolhida por ser a única com o rio principal percorrendo toda a extensão na área do domínio. O fator de assimetria corresponde a razão entre a área do lado direito ( $A_r$ ), olhando para a jusante, e a área total ( $A_t$ ). Em condições de estabilidade tectônica, a assimetria deve ser equivalente a 50, à medida que os valores de assimetria se distanciam de 50 para menos ou mais indicam basculamento e migração do rio para o lado direito ou esquerdo do rio principal (SANTOS; LADEIRA; BATEZELLI, 2019). O resultado para a área da bacia do rio Vaza-Barris inserida no domínio foi de 19,23 (Figura 14).

Figura 14 – Bacia hidrográfica do Rio Vaza-Barris (SE): assimetria da área da bacia, 2022



Fontes – SERGIPE, 2014; CPRM, 2020. Organização – os autores, 2022.

A assimetria e a migração dos canais podem oscilar na extensão total da bacia hidrográfica. O resultado para a área do domínio indica basculamento para o lado direito do canal principal, na direção NE-SW.

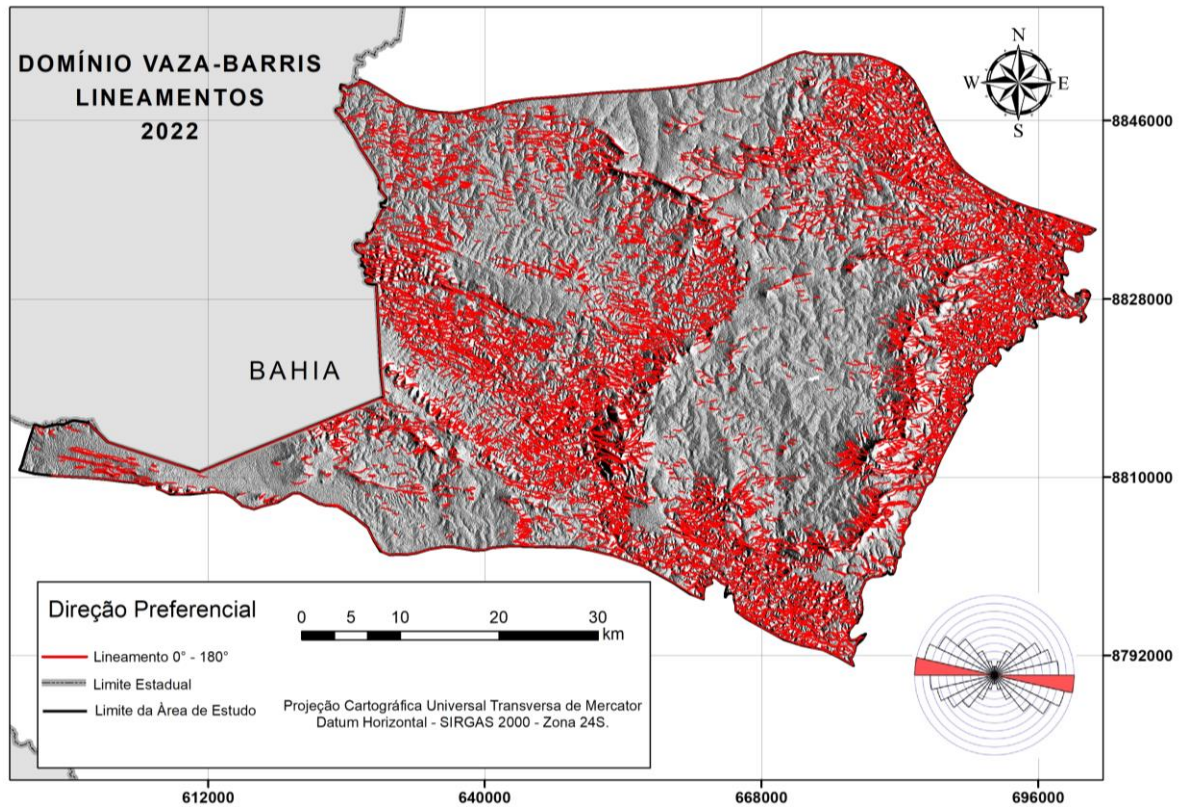
A ocorrência de lineamentos mostrou-se elevada em grande parte da área do Domínio Vaza-barris (Figura 15). Os lineamentos estão associados a feições positivas (cristas de relevos residuais) e negativas (falhas e fraturas onde as drenagens encaixam seus leitos). As maiores densidades de lineamentos ocorrem (i) em toda a faixa leste da área; (ii) ao longo das serras residuais ao redor dos domos de Itabaiana e Simão Dias; (iii) no Anticlinório de Pinhão; (iv) associado as falhas ou zonas de cisalhamento.

O mapeamento dos lineamentos estruturais permitiu identificar os direcionamentos preferenciais, considerando o azimute de iluminação  $0^{\circ}$  e  $180^{\circ}$  que apresentou direção predominante WNW-ESE. Foram identificados 7.061 lineamentos.

Os lineamentos estão concentrados próximos as principais zonas de cisalhamentos da faixa de dobramentos. A concentração de lineamentos diminui nas áreas das formações superficiais (depósitos coluviais, material eluvial e Formação Barreiras), nas porções NW e SW; no extremo sudoeste do domínio, na formação Olhos d'água em Simão Dias e Poço Verde; e no centro do Domo de Itabaiana, coberto por material oriundo da erosão da formação Itabaiana que borda a estrutura dômica.

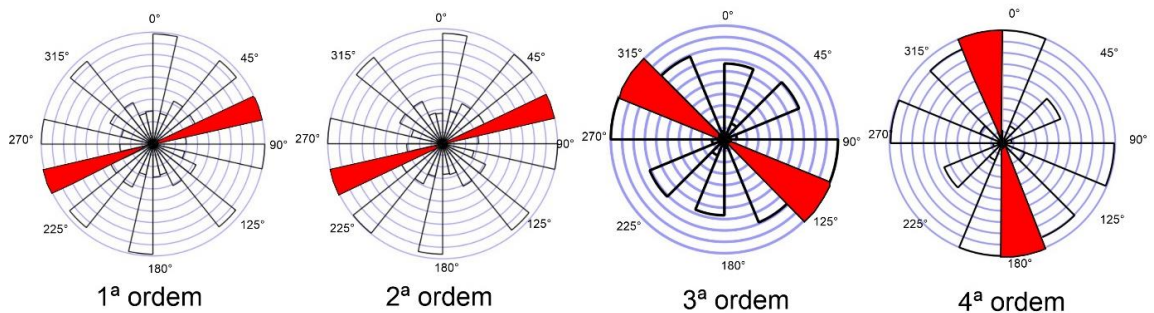
A análise dos direcionamentos de canais fluviais foi realizada para as bacias hidrográficas dos rios Sergipe e Vaza-Barris pela predominância de suas áreas no domínio e pela concentração de lineamentos estruturais. Os canais mais jovens (primeira e segunda ordem) demonstram inúmeras direções representativas, sem uma predominância isolada, com destaque para a direção ENE-WSW (Figuras 16 e 17).

Figura 15 – Domínio Vaza-Barris (SE): lineamentos estruturais, 2022



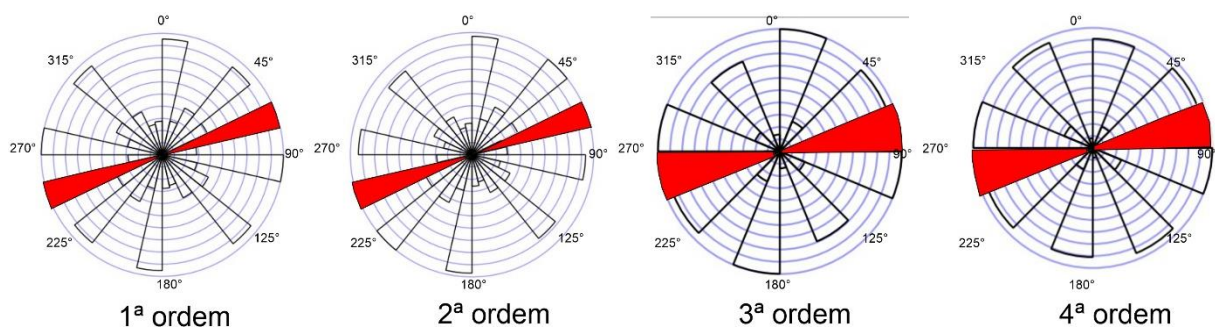
Fontes – SERGIPE, 2014; CPRM, 2020. Organização – os autores, 2022.

Figura 16 – Bacia hidrográfica do Rio Sergipe (SE): direções dos canais, 2022



Fonte: CPRM, 2020. Elaboração: os autores, 2022.

Figura 17 – Bacia hidrográfica do Rio Vaza-Barris (SE): direções dos canais, 2022



Fonte – CPRM, 2020. Elaboração – os autores, 2022.



Para os canais de terceira e quarta ordem da bacia do rio Sergipe, predominam as direções NW-SE e NNW-SSE, respectivamente, concordando com a direção das falhas nas porções norte e sul da bacia. Na bacia do Rio Vaza-Barris predominam as direções NE-SW, para os canais de terceira ordem, e ENE-WSW para a quarta ordem, concordando com a direção das falhas situadas a norte e noroeste da bacia, com os contatos litológicos e com a direção de basculamento.

A direção dos lineamentos mapeados coincide com a direção dos grandes lineamentos identificados por Santos et. al. (1998) possibilitando inferir um condicionamento estrutural para a área do Domínio Vaza-Barris. A concordância das direções dos canais e dos lineamentos estruturais acontece nos rios de maiores ordens, atestando um fraco controle estrutural nos canais mais recentes, que não seguem uma direção predominante.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os índices selecionados para as análises morfométricas foram direcionados à interpretação do papel da rede de drenagem na denudação e da influência da estrutura em sua atuação no Domínio Vaza-Barris. A hipsometria apresenta patamares mais elevados a noroeste e sudoeste sustentados por litologias mais resistentes; área escavada no anticlinório de Pinhão truncada pelos relevos residuais; área com cotas mais baixas seguindo os cursos dos principais rios, Sergipe e Vaza-Barris.

As curvas de nível e integrais hipsométricas apontam áreas em fase de maturidade, onde a erosão desgastou mais de 50%, sobretudo nas áreas das bacias dos rios Sergipe e Vaza-Barris atestando o que está representado no mapa hipsométrico.

Os mapas de isobase apontam, a partir da interseção entre drenagem e hipsometria, superfícies mais preservadas em maiores cotas altimétricas e níveis de base mais rebaixados, a partir da interferência dos lineamentos estruturais e da atuação mais intensa da rede de drenagem pós soerguimento ocorrido em escala regional durante o Cenozoico.

Os resultados dos índices morfométricos foram imprescindíveis para a interpretação e compartimentação da geomorfologia do Domínio Vaza-Barris. A rede de drenagem sinaliza processos morfodinâmicos atuantes e guardam características de processos passados.

As anomalias de drenagem no Domínio Vaza-Barris refletem mudanças nas estruturas, apresentando desenhos incomuns. As estruturas que condicionam as anomalias identificadas estão relacionadas às variações na litologia e as estruturas das zonas de cisalhamentos que deformaram a faixa de dobramentos no evento brasileiro, e que atualmente se encontram exumadas controlando a morfologia.

O basculamento na área da bacia do rio Vaza-Barris no sentido NE-SW condiciona as direções dos seus canais de drenagem. Já, os canais da bacia do rio Sergipe, de primeira e segunda ordens, não seguem um direcionamento preferencial, típico de padrão dendrítico; as ordens posteriores, mais antigas, seguem a direção das falhas de cisalhamento, assim como os lineamentos estruturais.

Os índices morfométricos extraídos revelaram a intensidade da atuação da rede de drenagem em consonância com a estrutura, culminando na denudação e na diferenciação dos modelados do relevo. Após análise dos resultados pôde-se concluir que as singularidades estruturais, litológicas, tectônicas e fisiográficas interferiram na atuação da rede de drenagem sobre a esculturação do relevo do Domínio Vaza-Barris.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, D. G. P. **Análise do comportamento e desempenho hídrico das depressões cársticas da região da APA Carste Lagoa Santa (MG)**. 2018. 141f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

ARAÚJO, H, M.; MENDONÇA, S, M, O. Feições morfológicas resultantes da geotectônica regional em Sergipe: Domos de Itabaiana e Simão Dias. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 9.; Congresso do Quaternário de Países de Línguas Ibéricas, 2.; Congresso sobre Planejamento e Gestão da Zona Costeira dos Países de Expressão Portuguesa, 2., 2003, Recife. **Anais...** São Paulo, 2003.

- BEZERRA, P. E. L. **Compartimentação morfotectônica do interflúvio Solimões-Negro**. 2003. 335f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2003.
- BISHOP, P. Drainage rearrangement by RIVER capture, beheading and diversion. **Progress in Physical Geography**, v. 19, n. 4, p. 449-473, 1995. <https://doi.org/10.1177/030913339501900402>
- BRICALLI, L. L. Procedimentos Metodológicos e Técnicas em Geomorfologia Tectônica. **Revista Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 75–110, 2016. <https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2016.5239>
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.
- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Base geológica do Brasil**. [Rio de Janeiro], 2020.
- HOWARD, A. D. Drainage Analysis in Geologic Interpretation: A Summation. **Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists**, 51, p. 2246-3428, 1967. <https://doi.org/10.1306/5D25C26D-16C1-11D7-8645000102C1865D>
- LIBAULT, A. **Os quatro Níveis da Pesquisa Geográfica**. Métodos em Questão. São Paulo, 1971.
- LIMA, M. I. C. **Análise de drenagem e seu significado geológico geomorfológico**. Belém: Universidade Federal do Pará, 2006. 222f. Apostila.
- MATTOS J.T. et al. **Análise morfoestrutural com uso de imagens MSS-Landsat e radar para pesquisa de hidrocarbonetos no estado de São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 1982 (Relatório do INPE-1445-RTR/015).167p.
- PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. 1 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1974.
- SANTOS, M.; LADEIRA, F. S. B.; BATEZELLI, A. Indicadores Geomórficos Aplicados à Investigação de Deformação Tectônica: uma revisão. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 2, p. 287-316, abr./jun. 2019.
- SANTOS, R. A. et. al. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe**. Brasília: CPRM: Codise, 1998. <https://doi.org/10.20502/rbg.v20i2.1564>
- SCHUMM, S. A. Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey. **Geological Society of America Bulletin**, 67, 597-646, 1956. [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)
- SCHUMM, S. A.; DUMONT, J. F.; HOLBROOK, J. M. **Active tectonics and alluvial Rivers**. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- SERGIPE (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. **Atlas Digital de Sergipe**. 2014.
- STRAHLER, A. N. **Hypsometric (Area-altitude) analysis of erosional topography**. Bull. G.S.A., v. 63, p. 1117-1142, 1952. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[1117:HAAOET\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2)
- SUMMERFIELD, M. A. **Global Geomorphology**. New York, John Wiley & Sons, 537p. 1991.
- UHLEIN, A.; CAXITO, F. A.; SANGLARD, J. C. D. Estratigrafia e evolução sedimentar de diamictitos e carbonatos neoproterozóicos no Domínio Vaza-Barris, faixa de dobramentos sergipana, Nordeste do Brasil. **Revista Geonomos**, v. 19, p. 1-9, 2013. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v19i1.57>
- VARGAS, K. B.; SORDI, M. V. Integral hipsométrica aplicada a bacias hidrográficas em áreas de borda planáltica no centro norte paranaense. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 11., 2016, Maringá. **Anais...** Maringá, PR, 2016. <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/1/1-390-115.html>
- ZAMBOT, N. **Identificação de superfícies geomorfológicas através do método de isobase no planalto basáltico da média-baixa bacia do rio da Várzea-RS**. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Curso de Geografia – Licenciatura da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Chapecó, 2019.

Recebido em: 16/06/2022

Aceito para publicação em: 21/11/2022