

MAPEAMENTO HIDROGRÁFICO DE DETALHE E ANÁLISE MORFOMÉTRICA COMPARATIVA DAS BACIAS DOS RIOS TIJUÍPE E TIJUIPINHO, LITORAL SUL DA BAHIA

Pedro Enrico Salamim Fonseca Spanghero

Graduando em Geografia – Universidade Estadual de Santa Cruz / UESC
geo.pedros@gmail.com

Paulo Fernando Meliani

Prof. Dr. do Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais / UESC
paulomeliani@hotmail.com

Júlio Santos Mendes

Graduado em Geografia – Universidade Estadual de Santa Cruz / UESC
julio.geo@live.com

RESUMO

Este artigo teve como objetivo elaborar um mapeamento hidrográfico de detalhe e análise morfométrica comparativa das bacias dos rios Tijuípe e Tijuipinho, situadas no litoral sul da Bahia. Para tal, foram realizadas análises por meio de fotointerpretação, sensoriamento remoto e pesquisas de campo, nos quais restituímos as redes hidrográficas e delimitamos os divisores de água das bacias, processando estas informações em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), que utilizamos na edição dos mapas e na leitura digital dos dados lineares, de superfície e altimétricos. No geral, constatou-se que a área da bacia do Tijuípe é de 74,66 km², enquanto que a área do Tijuipinho é de 41,27 km² e possuem densidade de drenagem de 3,74 km de canais/km² para a bacia do Tijuípe e 2,67 km de canais/km² para a bacia do Tijuipinho. Constatou-se que as bacias estudadas possuem formas relativamente alongadas, influenciadas pelos lineamentos estruturais da região que determinaram a formação de dois vales paralelos, o do Tijuípe e do Tijuipinho, na direção SO-NE. Conclui-se que a abordagem apresentada tenha o potencial de orientar a demarcação de importantes mananciais e de áreas de recarga dos aquíferos, bem como a delimitação de áreas sujeitas a desequilíbrios morfodinâmicos.

Palavras-chave: Hidrografia; Morfometria; Base cartográfica.

DETAILED HYDROGRAPHIC MAPPING AND COMPARATIVE MORPHOMETRIC ANALYSIS OF TIJUÍPE AND TIJUIPINHO WATERSHEDS, BAHIA SOUTHERN COAST

ABSTRACT

This study aimed to develop a detailed hydrographic mapping and comparative morphometric analysis of the basins of Tijuípe and Tijuipinho rivers, located in the south of Bahia. To this end, analyzes were performed by means of photo interpretation, remote sensing and field surveys, in which we restore the river networks and outline the divisors of water basins, processing this information in a Geographic Information System (GIS), which we use in editing maps and digital reading of linear data and surface altimetry. Overall, it was found that the area of the Tijuípe basin is 74.66 km², while the area of Tijuipinho is 41.27 km², and have drainage density of 3.74 km of waterways / km² for Tijuípe basin, and 2.67 km of waterways / km² for the basin Tijuipinho. It was found that the watersheds studied have relatively elongated shapes, influenced by structural lineaments of the region that led to the formation of two parallel valleys, the Tijuípe and Tijuipinho, toward SO-NE. We conclude that the presented approach has the potential to guide the demarcation of important water sources and aquifer recharge areas, and the delimitation of areas subject to morphodynamic imbalances.

Keywords: Hydrography. Morphometry. Basemap

Recebido em 01/10/2014

Aprovado para publicação em 19/01/2015

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista ambiental, uma bacia hidrográfica é relevante por ser compreendida como um sistema natural, constituído por uma área de captação e drenagem das águas precipitadas e por uma rede de canais articulados de escoamento superficial concentrado. Definida como uma superfície contornada por divisores topográficos, onde as águas precipitadas e as emersas de nascentes escoam superficialmente para e por uma rede hidrográfica comum, a bacia possui um curso d'água principal que apresenta desembocadura identificável. A partir da localização da foz do rio principal, é possível identificar a rede hidrográfica e os interflúvios mais elevados que circundam os cursos d'água da bacia, chamados em conjunto de "divisor de águas". Esta identificação se faz, comumente, por meio da interpretação de cartas topográficas e de fotografias aéreas verticais, sempre com o controle de pesquisas de campo e com o auxílio de geoprocessamento e de outros produtos de sensoriamento remoto, como imagens de satélite e de radar.

A restituição da estrutura fluvial da rede hidrográfica, e dos interflúvios que compõem o divisor de águas, subsidiam uma primeira análise morfométrica detalhada da bacia, elaborada a partir das medidas lineares, poligonais e altimétricas obtidas nas cartas topográficas, fotos aéreas e imagens orbitais. Analisar bacias hidrográficas possui relevância histórica para a Geomorfologia, "pois os cursos de água constituem processo morfogenético dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre" (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 102). Desde 1945, com os pioneiros estudos de *Horton*, que procurava estabelecer leis de organização das redes de canais fluviais, as bacias hidrográficas constituíram-se na unidade fundamental de estudo da Geomorfologia (OLIVEIRA, 1999, p. 87). Na superfície de uma bacia hidrográfica é possível reconhecer a dinâmica atual e a geomorfogênese do relevo, por meio do escoamento superficial e da morfologia dos modelados fluviais. Em meio de análises morfométricas, por exemplo, é possível identificar características físicas concernentes ao comportamento da drenagem na bacia, inclusive em situações provocadas por eventos pluviométricos extremos, como inundações ou o incremento de processos erosivos.

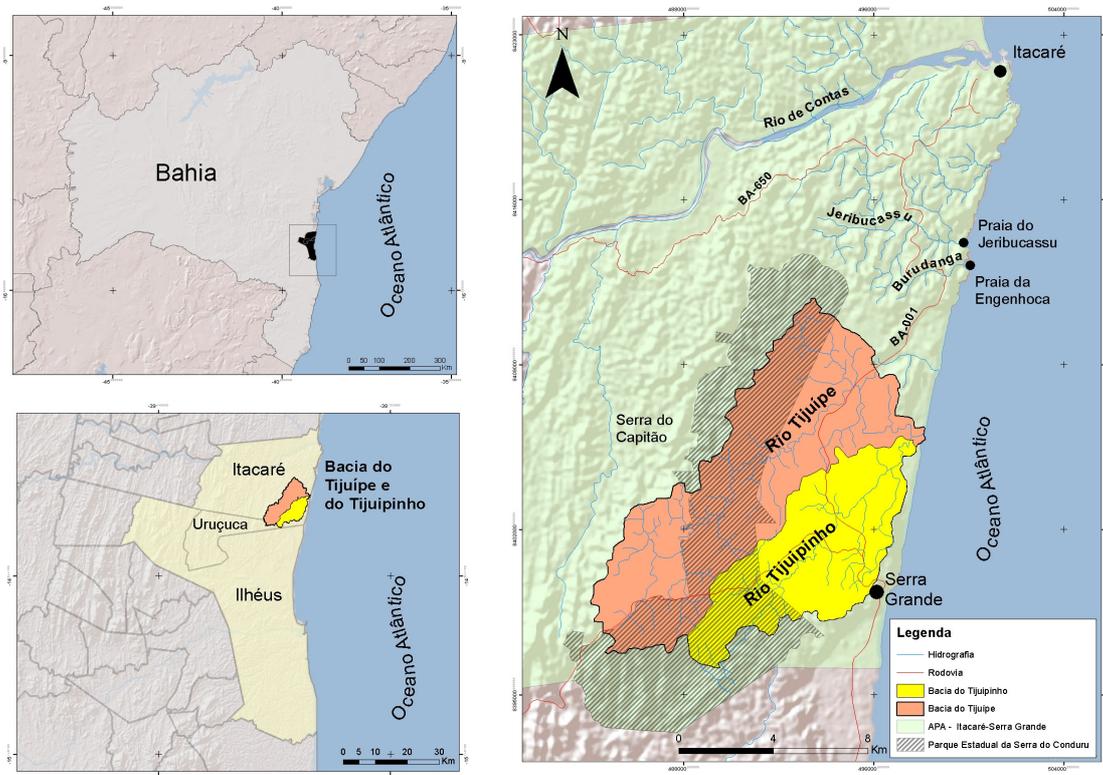
Contudo, é preciso que as bacias estejam detalhadamente mapeadas para que, em primeira instância, seja possível identificar suas características físicas fundamentais, como a extensão da rede hidrográfica, a área da bacia, os limites (perímetro), a topografia, etc., que subsidiarão outros estudos hidrológicos, ecológicos, geológico-geomorfológicos, entre outros. Por sua vez, orienta Botelho (1999, p.284), o estudo hidrográfico como um indicador ambiental requer um mapa detalhado da rede de canais fluviais, elaborado a partir de fotografias aéreas em escalas grandes, preferencialmente não inferiores a 1: 25.000, de onde sejam mapeados todos os cursos de água, inclusive os efêmeros. A análise de bacias hidrográficas situadas em porções territoriais desprovidas de bases cartográficas em escala grande, de onde se poderiam obter dados hidrográficos, altimétricos e de superfície, necessita de um mapeamento detalhado que restitua a hidrografia e delinheie os divisores de água, elaborado por meio de fotointerpretação, sensoriamento remoto e pesquisas de campo.

Neste artigo apresentamos os resultados do mapeamento da rede hidrográfica e da análise morfométrica comparativa das bacias dos rios Tijuípe e Tijuipinho, situadas no litoral sul da Bahia, ocupando parte do território dos municípios de Ilhéus, Uruçuca e Itacaré (figura 01). Entre a vila de Serra Grande, sede de um distrito de Uruçuca, e a cidade de Itacaré, na foz do rio de Contas, um compartimento planáltico formado por serras, maciços e tabuleiros, alcança o mar estruturando uma costa predominantemente rochosa, com costões e promontórios que entremeiam pequenas praias, exceção feita à praia do Itacarezinho, onde deságua o rio Tijuípe. Este planalto, que encontra o oceano neste pequeno trecho da costa baiana, se constitui num litoral de elevada importância sócio-ambiental, em função dos remanescentes da floresta tropical (Mata Atlântica) que ainda recobrem muitos dos morros, bem como pelo fato de alguns dos rios costeiros, como o Tijuipinho, terem captada parte de suas águas para o abastecimento público.

A inexistência de uma base cartográfica em escala grande, para o litoral sul da Bahia, nos indicou a necessidade de um mapeamento hidrográfico detalhado que elaboramos interpretando fotografias aéreas em escala grande, imagens de satélite de alta resolução e imagens de radar, bem como realizando pesquisas de campo. Por meio de foto de

fotointerpretação e sensoriamento remoto restituímos as redes hidrográficas e delineamos o contorno estabelecido pelos divisores de água das bacias, processando estas informações em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), que utilizamos para a edição dos mapas e leitura digital dos dados necessários à análise morfométrica comparativa.

Figura 1. Mapa de localização das bacias dos rios Tijuípe e Tijuipinho, litoral sul da Bahia.



Fonte: SUDENE (1977)

Um Modelo Digital de Elevação (MDE) foi preparado para identificar as características topográficas das bacias, que serviu inclusive como auxiliar na restituição hidrográfica e no delineamento dos divisores de água. Pesquisas de campo foram realizadas para controlar o mapeamento hidrográfico e dos divisores, bem como para verificar a compatibilidade do MDE com as formas de relevo das bacias. A análise morfométrica teve por objetivo identificar e comparar as características físicas da estrutura das redes hidrográficas, do sistema fluvial e da topografia das bacias. Antes dos procedimentos metodológicos e dos resultados da análise, apresentamos algumas características regionais do meio físico do litoral sul da Bahia.

CARACTERÍSTICAS REGIONAIS DO MEIO FÍSICO DO LITORAL SUL DA BAHIA

Apesar de inserida em uma região formada em função da produção de cacau (a conhecida região cacauzeira da Bahia), esta pequena faixa litorânea, de aproximadamente 25 km de costa, historicamente esteve fora do sistema produtivo cacauzeiro, por causa da dificuldade de plantio e escoamento da produção num meio físico de relevo planáltico, de “mar de morros” (MELIANI, 2011, p. 57). Mesmo com a proximidade de Ilhéus e Itabuna, os centros regionais, este trecho da costa sul baiana se manteve em certo isolamento regional, em virtude da desintegração com o modo de produção cacauzeiro, bem como pela inexistência de acessos por estradas pavimentadas, num lugar cercado de morros e submetido a um clima superúmido. As décadas de isolamento do litoral entre Serra Grande e Itacaré respondem, em parte, pela conservação dos fragmentos de Mata Atlântica que ainda recobrem muitos dos morros do lugar.

Este isolamento se rompeu em 1998, com a pavimentação de um trecho da rodovia BA-001, entre Ilhéus e Itacaré, chamado “estrada-parque” por atravessar fragmentos conservados de Mata Atlântica, uma obra idealizada e financiada por políticas do Programa de

Desenvolvimento Turístico da Bahia I (PRODETUR I). Este litoral, com seus morros florestados, é uma área prioritária para a conservação da Mata Atlântica na Bahia, que atualmente serve de material publicitário para a economia do turismo (MELIANI, 2011). Na primeira metade dos anos 1990, já na perspectiva da atração de recursos econômicos e turistas, a ação do Estado pautou-se também na criação de unidades de conservação da natureza, notadamente as Áreas de Proteção Ambiental (APA), um tipo de unidade de conservação onde é permitido o desenvolvimento de atividades econômicas, desde que submetidas ao enquadramento no plano de manejo.

Entre as dezenas de APAs criadas pelo governo do Estado da Bahia, para esta porção do território baiano foi criada a APA da Costa de Itacaré-Serra Grande, em 1993, que ocupa uma faixa costeira de 6 km entre a cidade de Itacaré e a vila de Serra Grande. Em 1997, outra unidade de conservação da natureza foi criada junto à costa, desta vez de proteção integral, o Parque Estadual da Serra do Condurú (PESC), que foi solicitado pelos ambientalistas como compensação pelos impactos causados com a construção da estrada-parque, notadamente a fragmentação florestal. Localizado numa posição mais interiorana, adjacente à costa de Ilhéus, Uruçuca e Itacaré, o território do PESC compreende uma área que envolve e circunda a Serra do Conduru, um conjunto de elevações recobertas por fragmentos secundários de Mata Atlântica, onde nascem muitos rios da região, inclusive o Tijuípe e o Tijuipinho.

O planalto pré-litorâneo de Itacaré-Serra Grande está atualmente submetido a um clima tropical quente e úmido a superúmido, que domina sobre uma faixa longitudinal do litoral baiano com cerca de 20 km de largura, entre os municípios litorâneos de Itaparica e Una (NUNES, RAMOS e DILLINGER, 1981). Nesta faixa costeira ocorrem elevadas temperaturas médias anuais, entre 24° e 25° C, e baixas amplitudes térmicas anuais, ao redor de 7° a 8° C (CEPLAC, 1975). A aproximada posição geográfica, em relação à linha do Equador, faz com que este trecho da costa baiana esteja exposto a forte radiação, com incidência pouco inclinada dos raios solares durante todo o ano. Também em função da baixa latitude, as médias das variações térmicas diárias e sazonais são pequenas, entre 26° e 28° C, muito influenciadas pelos constantes ventos alísios que sopram contra o litoral sul baiano (NUNES, RAMOS e DILLINGER, 1981).

Esta faixa climática, que envolve toda a conhecida zona cacauzeira da Bahia, tem como característica marcante a alta umidade, com médias pluviométricas anuais que superam os 2.000 milímetros, sem a ocorrência de uma estação seca típica (GONÇALVES e PEREIRA, 1981). Segundo Meliani (2003, p. 17), que analisou uma série de dados pluviométricos registrados em uma estação meteorológica da SUDENE instalada em Itacaré, a média anual de precipitação nesta zona se aproxima dos 2,5 mil mm, distribuídos em mais de 200 dias por ano. De acordo com o autor, é durante o outono que ocorrem as maiores quantidades de chuva, não ocorrendo, em contrapartida, uma estação tipicamente seca. Apesar da notável abundância de chuvas durante os meses do outono, com média de precipitação na estação variando entre 600 e 1000 milímetros, as estações relativamente menos chuvosas raramente apresentam volumes inferiores a 400 milímetros (MELIANI, 2003, p. 18).

As chuvas no litoral sul baiano acontecem por causa da elevada umidade das massas de ar que dominam a circulação normal da atmosfera, bem como a perturbações advindas da circulação secundária. Segundo Gonçalves e Pereira (1981), a circulação atmosférica normal, que domina na maior parte do ano nesta zona, é determinada pela dinâmica das massas de ar “Equatorial Atlântica” (EA) e “Tropical Atlântica” (TA). A circulação secundária é caracterizada pelas perturbações provocadas por “Linhas de Instabilidade Tropical” (IT), por “Ondas de Leste” (OL) e pela “Frente Polar Atlântica” (FPA). A orientação N/NE-S/SO da linha de costa, perpendicular aos alísios, bem como o relevo planáltico adjacente a costa, que se eleva na medida em que se interioriza, são também condicionantes da elevada pluviosidade, notadamente as chuvas orográficas quando do avanço das massas de ar úmidas por sobre o continente (MELIANI, 2013, p. 19).

O litoral entre Itacaré e Serra Grande situa-se em um compartimento planáltico pertencente ao “Domínio Morfoestrutural dos Planaltos Cristalinos” da Bahia, mais precisamente à “Região Geomorfológica” denominada “Planalto Cristalino Rebaixado”, uma extensa superfície adjacente ao litoral baiano, que se estende do município de Salvador ao de Una (NUNES, RAMOS e DILLINGER, 1981). Os Planaltos Cristalinos Rebaixados se distinguem em duas

unidades geomorfológicas: a das “Serras e Maciços Pré-Litorâneos” (de natureza cristalina e um pouco mais elevada e interiorana) e a dos “Tabuleiros Pré-Litorâneos” (de natureza cristalino-sedimentar, menos elevada e adjacente a costa). Composto por granulitos e milonitos, entre outras rochas, o embasamento geológico desta porção do litoral sul baiano, entre Serra Grande e Itacaré, faz parte um domínio metamórfico complexo, localmente recoberto por coberturas detríticas terciárias (Formação Barreiras), enquanto que os depósitos mais recentes (quaternários) ocorrem na orla marítima e no fundo das planícies fluviais atuais.

De acordo com Meliani, Oliveira e Santana (2013, p. 07), as Serras e Maciços Pré-litorâneos são elevações em geral convexas e de natureza cristalina, mas de topografia distinta, pois ocorrem desde colinas até grandes morros com topos aguçados, de vertentes íngremes e com diferenças por vezes superiores a 200 metros entre o topo e a base. Por sua vez, os Tabuleiros Pré-litorâneos correspondem às elevações de natureza cristalino-sedimentar adjacentes a costa, que alcançam um máximo de 120 metros de altitude (MELIANI, 2012, p. 504). De acordo com o autor, estas elevações são sustentadas por rochas do embasamento cristalino, todavia, parcialmente inumadas por coberturas sedimentares, que conferem um aspecto tabular aos interflúvios menos dissecados pela atual erosão fluvial. Ao recobrirem o embasamento metamórfico, estes sedimentos configuram formas aplainadas de relevo, estabelecendo, onde há maior distribuição sedimentar, formas tabulares ao topo das elevações, como ocorre na localidade conhecida como “Campo Cheiroso”, uma superfície plana divisora de águas das bacias do Jeribucassu, Burundanga e Tijuípe.

De modo geral, este compartimento planáltico é drenado por meio de bacias de rios relativamente pouco extensos que correm diretamente para o oceano Atlântico, como o Jeribucassu, o Burundanga e o Tijuípe, bem como por afluentes da margem direita do rio de Contas, como o riacho do Capitão, entre outros. A influência da tectônica manifesta-se na estrutura do relevo, na linha de costa e nas redes hidrográficas adaptadas à estrutura geológica, principalmente no sentido N-NE, acompanhando fraturas, falhas ou sequências de dobramentos (MELIANI, 2003, p. 97). Para Meliani (2012, p.503), há uma relação do relevo do litoral sul de Itacaré com lineamentos associados ao padrão de drenagem, inclusive com a ocorrência de vales adaptados à estrutura e de quedas d’água originadas de falhamentos. Na costa, também estruturada na direção N-NE, ocorrem modelados de acumulação, como praias arenosas, praias de seixos e de blocos, terraços marinhos, dunas, restingas e planícies de maré, que traduzem as etapas de evolução do litoral e dos baixos cursos dos rios costeiros do município (MELIANI, 2012, p. 504).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em função da inexistência de uma base cartográfica em escala grande, para o litoral sul da Bahia, elaboramos um mapeamento da rede hidrográfica das bacias do Tijuípe e do Tijuipinho por meio de fotointerpretação, sensoriamento remoto e pesquisas de campo. Nas folhas topográficas “Itacaré” e “Ubaitaba” (SUDENE, 1977a; 1977b), em escala 1: 100.000, está a base cartográfica oficial para esta porção do litoral baiano, elaborada pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), em 1977, sendo posteriormente digitalizada pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI). Apesar de incompatível com a análise de detalhe proposta para este estudo, estas folhas topográficas da SUDENE foram importantes nos estudos preliminares das bacias, do mesmo modo que outros documentos cartográficos regionais existentes em escala pequena, especialmente os elaborados por Mendonça (1979), RADAMBRASIL (1980), VeS Engenheiros Consultores (1996) e Arcanjo (1997).

RESTITUIÇÃO DAS REDES HIDROGRÁFICAS E DELINEAMENTO DOS DIVISORES DE ÁGUA

O mapeamento hidrográfico teve como base a interpretação de fotografias aéreas em escala 1:25.000 (CRUZEIRO DO SUL, 1964), de uma imagem de satélite de alta resolução espacial (IKONOS, 2010) e dos dados geomorfométricos do Brasil (TOPODATA), estes últimos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As operações necessárias para o mapeamento foram processadas em meio digital, com auxílio do *software ArcGis*, que permitiu a elaboração de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), a edição dos mapas e a leitura digital das informações necessárias à análise morfométrica pretendida. A

fotointerpretação possibilitou a restituição dos cursos d'água e o delineamento dos interflúvios que circundam a rede hidrográfica das bacias.

Com a imagem de satélite foi possível aprimorar a restituição das redes hidrográficas obtida pela fotointerpretação, notadamente no baixo curso das bacias, onde foi possível, em função da alta resolução da imagem, identificar e restituir o percurso dos canais fluviais simplesmente seguindo as linhas hidrográficas aparentes pela presença da água. Em campo, com auxílio de um dispositivo *Global Position System* (GPS), foram realizadas pesquisas para controle da restituição hidrográfica e do delineamento dos divisores, inclusive com a localização de cursos d'água não perceptíveis nas fotografias aéreas e na imagem de satélite, além da verificação da compatibilidade do MDE com as formas de relevo existentes na bacia.

PREPARAÇÃO DE MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO (MDE)

Os dados geomorfométricos ou representações pictóricas do projeto TOPODATA, que permitem a elaboração de MDEs a partir do cruzamento de imagens de satélites da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) que possui acurácia vertical nominal de 16 metros (USGS, 2003), também contribuíram no aprimoramento da restituição hidrográfica e no delineamento do divisor de águas das bacias. Conforme orientação de Valeriano (2008, p. 92), a posição altimétrica dos canais fluviais restituídos pela fotointerpretação pôde ser determinada pela localização dos pontos mais baixos de seções transversais dos vales, bem como pela localização de pontos cuja vizinhança apresenta uma única direção. Os divisores de água também puderam ser verificados e delineados por meio das mesmas técnicas, levando-se em conta que os interflúvios apresentam relação inversa com os canais fluviais, ou seja, se localizam nos pontos mais altos das seções transversas do vales.

Os dados do TOPODATA foram também utilizados na identificação de características topográficas das bacias, em função da limitação da base cartográfica oficial (SUDENE, 1977) que, por ser em escala 1: 100.000, apresentam informações topográficas pouco detalhadas, como as curvas de nível com equidistância de 40 metros. Em função disso, optamos pela preparação de um MDE a partir dos dados topográficos matriciais rasterizados do projeto TOPODATA, pois estes apresentam resolução espacial de 30 metros e exagero vertical (z) interpolados a partir de informações de altimetria do relevo baseados em cartas topográficas digitais e valores do SRTM (VALERIANO, 2005, p. 3.596) e, portanto, apresentam maior detalhamento comparado a base cartográfica oficial da região. Segundo o autor, a utilização de MDEs obtidos por sensores orbitais representa uma alternativa interessante para porções do território brasileiro carentes de mapeamentos topográficos detalhados, principalmente para a obtenção de variáveis derivadas da altimetria, como a declividade, possível com operações de vizinhança. Com a elaboração de um MDE, conforme sugerido por Valeriano (2008, p. 92), foi possível obter as informações topográficas necessárias para a análise morfométrica proposta, notadamente a hipsometria.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA COMPARATIVA DAS BACIAS

Depois de restituída a rede hidrográfica, delineado o divisor de águas e elaborado o MDE, realizamos a análise morfométrica com o objetivo de identificar e comparar algumas das características da estrutura e do sistema fluvial, bem como da topografia das bacias. Para a obtenção destas características usamos equações sugeridas e reconhecidas por diversos autores, como Back (2006), Silveira (1997), Teodoro *et al* (1997), Beltrame (1994), Abdalla (1989), Giometti e Garcia (1984), Christofolletti (1980), Villela e Mattos (1975), entre outros, que apresentamos juntos aos resultados da análise.

A análise morfométrica comparativa foi organizada a partir de três categorias:

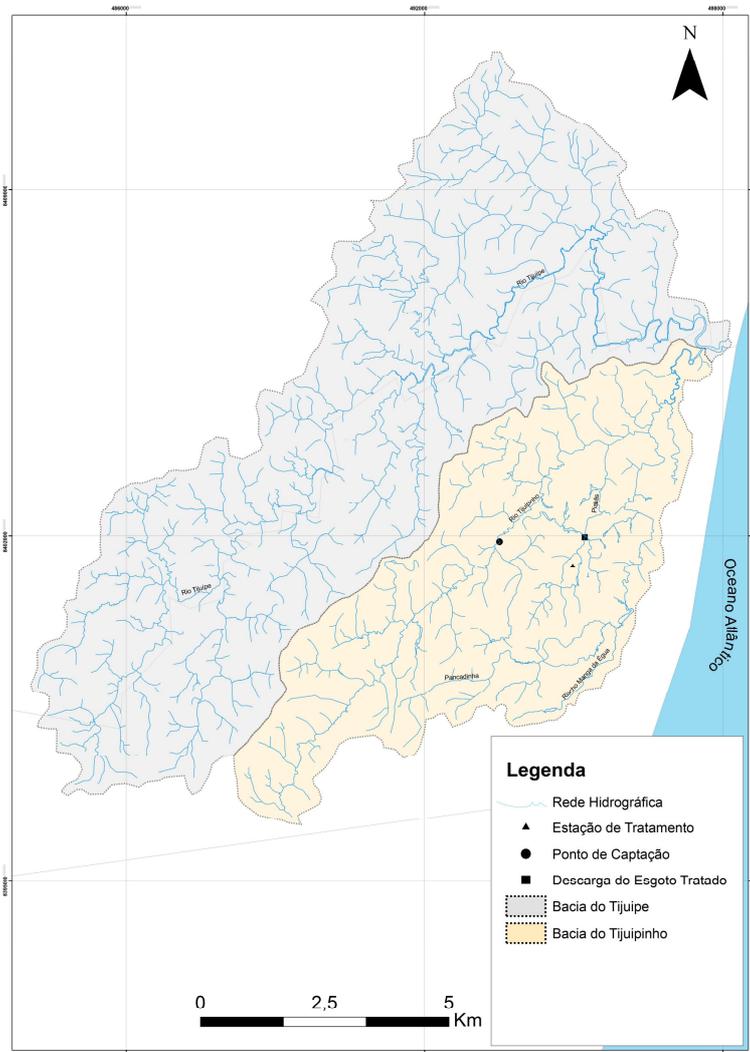
1. Quanto à estrutura fluvial, identificamos o total de cursos d'água, a quantidade de afluentes, subafluentes, formadores, lagos e represas, reconhecendo a extensão e a hierarquia destes corpos d'água e da rede hidrográfica como um todo.
2. Quanto ao sistema fluvial, identificamos a área (superfície), o perímetro e a forma da bacia (índice de circularidade e coeficiente de compacidade), a densidade hidrográfica, a densidade de drenagem, o coeficiente de manutenção, a extensão do percurso superficial, o comprimento vetorial e a sinuosidade do rio principal.

3. Quanto à topografia da bacia, identificamos os padrões de drenagem, as altitudes, a relação de relevo, o índice de rugosidade e o comprimento das bacias, bem como a declividade média dos rios principais.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS BACIAS DOS RIOS TIJUÍPE E TIJUIPINHO

As bacias hidrográficas dos rios Tijuípe e Tijuipinho localizam-se no litoral sul da Bahia, entre os meridianos 48°15'50"O e 49°21'17"O e entre os paralelos 83°0'31"S e 84°36'8"S, e estão parcialmente inseridas nos territórios dos municípios de Ilhéus, Uruçuca e Itacaré (figura 2). Porções de suas superfícies estão incluídas em duas unidades de conservação: o Parque Estadual da Serra do Condurú (PESC) e a APA da Costa de Itacaré-Serra Grande. O rio principal, o Tijuípe, percorre 34,76 km da sua nascente na Serra do Condurú, no extremo oeste da bacia, até sua foz no Oceano Atlântico, junto à praia do Itacarezinho. Entre os afluentes, o Tijuipinho merece consideração especial, mesmo sendo o último afluente a desaguar no Tijuípe, já na planície flúvio-marinha da foz, pois é o mais longo depois do principal, 21,14 km, e é dele que se capta água para abastecimento público, além de ser ele também o que recebe as águas tratadas pela Empresa de Saneamento da Bahia (EMBASA). Cabe destacar ainda que o um dos afluentes do Tijuipinho, o rio Pancadinha, passa pela área urbana da sede do distrito de Serra Grande, e sofre pressão antrópica concernente ao desmatamento da vegetação ciliar e ao lançamento de lixo e esgoto doméstico e comercial.

Figura 2. Mapa hidrográfico das bacias dos rios Tijuípe e Tijuipinho.



Fonte: CRUZEIRO DO SUL (1964); TOPODATA (2009); IKONOS (2010).

A ESTRUTURA DAS REDES HIDROGRÁFICAS

As nascentes do Tijuípe, do Tijuipinho e de seus afluentes foram localizadas determinando-se qual dos canais de 1ª ordem, aqueles que não possuem tributários, tem sua cabeceira em cota altimétrica mais elevada. Para tal determinação, editamos um mapa hipsométrico das bacias (figura 03), que representa as informações altimétricas obtidas pelo MDE elaborado a partir dos dados geomorfológicos do projeto TOPODATA. Nos casos em que mais de um canal de 1ª ordem de um curso d'água, esteja na mesma cota altimétrica, foi considerada como nascente a cabeceira do canal de 1ª ordem que está mais distante da foz do canal estudado. De acordo com estes critérios, foi determinada como nascente principal do rio Tijuípe, a cabeceira do canal de 1ª ordem mais distante da foz, localizada a 228 metros de altitude, no extremo oeste da bacia, na Serra do Condurú, o divisor de águas topograficamente mais expressivo, onde nascem também alguns importantes afluentes. Uma síntese das características da estrutura da rede hidrográfica das bacias é apresentada no quadro 1.

Quadro 01. Características estruturais da rede hidrográfica.

Características	Hidrografia do Tijuípe	Hidrografia do Tijuipinho
Quantidade de canais fluviais (total e %)	516 (72,3%)	198 (27,7%)
Quantidade de afluentes diretos (total e %)	43 (51,8%)	40 (48,2%)
Quantidade de subafluentes (total e %)	144 (66,6%)	72 (33,4%)
Quantidade de formadores (total e %)	132 (89,7%)	15 (10,3%)
Quantidade de lagos e represas (total)	4 (20%)	16 (80%)
Hierarquia do rio principal (seção final)	5ª ordem	4ª ordem
Canais de 1ª ordem (total e %)	377 (70,8%)	155 (29,2%)
Canais de 2ª ordem (total e %)	119 (76,7%)	36 (23,3%)
Canais de 3ª ordem (total e %)	16 (72,7%)	(27,3%)
Canais de 4ª ordem (total e %)	3 (75%)	1 (25%)
Canais de 5ª ordem (total e %)	1 (100%)	-

Fonte: Mapa hidrográfico das bacias dos rios Tijuípe e Tijuipinho

A estrutura da rede hidrográfica da bacia do rio Tijuípe é composta por 516 canais fluviais perenes, intermitentes ou efêmeros, que foram restituídos e mapeados por meio de fotointerpretação, sensoriamento remoto e pesquisas de campo. Destes 516 cursos d'água, 43 são afluentes diretos do Tijuípe, 144 são subafluentes e 132 são formadores de 1ª ou 2ª ordem. Já a rede hidrográfica do Tijuipinho é constituída por 198 cursos d'água, sendo 40 afluentes, 72 subafluentes e 15 formadores. Ao longo dos cursos d'água em ambas as bacias existem 20 lagos e represas, 4 na bacia do Tijuípe e 16 na do Tijuipinho, muitas destas construídas para o abastecimento local de água para consumo, dessedentação de animais e irrigação, bem como, em alguns casos, para a produção de peixes.

A *ordenação dos cursos d'água* permitiu a caracterização da hierarquia dos canais fluviais e do grau de ramificação das redes hidrográficas das bacias. A ordenação utilizada foi proposta por *Strahler* (1952) *apud* *Christofolletti* (1980, p.107), que estabelece um aumento sucessivo do número de ordem de um determinado curso d'água, na medida em que este vai recebendo afluentes de mesma ordem. Desta maneira, a seção final do rio principal de uma bacia indica, por meio de sua ordem, a hierarquia fluvial do rio principal e o grau de ramificação de sua rede hidrográfica. A rede hidrográfica da bacia do rio Tijuípe possui uma hierarquia de 5ª ordem, enquanto que a do Tijuipinho uma hierarquia de 4ª ordem. Segundo *Christofolletti* (1980, p. 116), em uma bacia hidrográfica existe correspondência entre a hierarquia fluvial e a superfície, pois nas bacias de 2ª, 3ª ou ordem mais elevada, a área a elas subordinada abrange também a área de todos os segmentos de ordem menores que lhe são subsidiários. Desta maneira, cada seção de ordem superior drena uma área que é cada vez maior à medida que aumenta a ordem dos canais.

O SISTEMA FLUVIAL DAS BACIAS

A relação da rede hidrográfica com a área da bacia, entre outros aspectos, permite a identificação de características do sistema fluvial, notadamente algumas concernentes a drenagem na superfície da bacia e ao escoamento concentrado nos canais fluviais (quadro 2). A *área* de uma bacia corresponde à projeção horizontal de sua superfície, a sua área de captação das águas das chuvas, um fator determinante, segundo *Garcez e Alvarez* (1988,

p.213) e Pinto *et al.* (1976, p.34), no afluxo de água aos canais fluviais. Para Silveira (1997, p.46), “a área é um dado fundamental para definir a potencialidade hídrica da bacia hidrográfica, porque seu valor multiplicado pela lâmina da chuva precipitada define o volume de água recebido pela bacia”. Deste modo, a área pode se constituir como um indicador preliminar do potencial de captação das águas superficiais de uma bacia ou sub-bacia, subsidiando ações voltadas à preservação de mananciais (MELIANI, 2006, p. 125). O delineamento dos divisores de água nos permitiu identificar, por meio de leitura digital, que a área da bacia do rio Tijuípe é de 74,66 km², enquanto que a área de seu maior afluente, o Tijuipinho, é de 41,27 km².

Quadro 02. Características do sistema fluvial.

Características do sistema fluvial	Bacia do rio Tijuípe	Bacia do Tijuipinho
Área da bacia (km ²)	74,66 km ²	41,27 km ²
Extensão da rede hidrográfica (Km)	279,92 km	110,25 km
Perímetro da bacia (km)	55,43 km	36,735 km
Índice de circularidade (adimensional → máximo = 1,0)	0,30	0,38
Coefficiente de compacidade (adimensional → mínimo = 1,0)	1,79	1,60
Densidade hidrográfica (quantidade de canais por km ²)	6,91	4,79
Densidade de drenagem (Km de canais/km ²)	3,74	2,67
Coefficiente de manutenção (m ² de superfície/metro de canal)	374,00	267,00
Extensão média do percurso superficial (metros)	748	534
Extensão do rio principal (Km)	34,76	21,14
Comprimento vetorial do rio principal (km)	15,87	12,50
Sinuosidade (adimensional → mínimo = 1,0)	2,19	1,69
Índice de sinuosidade do rio principal (%)	54,34	40,87

Fonte: Mapa hidrográfico das bacias dos rios Tijuípe e Tijuipinho

Para Meliani (2006, p. 126), a quantidade e a extensão dos cursos d'água, bem como a densidade hidrográfica (*Dh*) e de drenagem (*Dd*), são também indicadores da potencialidade hídrica, pois bacias com muitos e longos canais possuem potencial superior de captar e transportar as águas precipitadas em suas superfícies. O valor referente à extensão da rede se obtém por meio do somatório dos comprimentos de todos os canais fluviais da bacia, enquanto que os índices de densidade são resultantes da relação entre o total de canais (*Dh*) e a extensão deles (*Dd*) e a área da bacia. Todas estas informações, número e extensão de canais, bem como a densidade hidrográfica e a de drenagem, estão intimamente relacionadas com a escala de trabalho adotado no mapeamento hidrográfico, dificultando assim a comparação de índices de densidade de bacias diferentes e impossibilitando a comparação de dados obtidos em escalas de trabalho diferentes.

A *extensão da rede hidrográfica* do rio Tijuípe, somados os comprimentos de todos os 516 cursos d'água que cruzam a superfície da bacia, sejam afluentes, subafluentes e formadores, é de 279,92 km de canais fluviais, enquanto que o somatório dos cursos d'água da rede do Tijuipinho é de 110,25 km de canais de escoamento.

A *densidade hidrográfica* (*Dh*) da bacia do Tijuípe é de 6,91 cursos d'água/km², um índice resultante da relação entre a quantidade de canais de uma bacia e a área de sua superfície. Para a bacia do Tijuipinho, a densidade hidrográfica calculada é de 4,79 canais/km². Chamada por Christofletti (1980, p. 115) de “densidade de rios” e tem como finalidade “comparar a frequência ou a quantidade de cursos d'água existentes em uma área de tamanho padrão como, por exemplo, o quilômetro quadrado”. Segundo Abdalla (1989, p. 385), também é comum a denominação “frequência de rios”, termo inicialmente proposto por Horton em 1945 (“*stream frequency*”). Para Christofletti (1980, p. 108), “na natureza, sob condições geográficas e climáticas similares, a descarga e outras características hidrológicas dependem, em grande parte, do número de canais existentes na área”.

A *densidade de drenagem* (*Dd*) é um índice determinado pela relação entre a extensão de uma rede hidrográfica e a área de sua bacia. Giometti e Garcia (1984, p. 189) afirmam que é possível correlacionar a permeabilidade do substrato com a densidade de drenagem, pois quando a permeabilidade aumenta, a densidade de drenagem diminui. Segundo Christofletti (1980, p. 116), nas rochas onde a infiltração encontra maior dificuldade há condições melhores para o escoamento superficial, gerando possibilidades para a esculturação de canais e, como

consequência, densidade de drenagem mais elevada. Sobre substratos impermeáveis, o índice de densidade de drenagem é elevado devido à tendência que as águas superficiais têm, ao serem impedidas de infiltrar, de escoar para e pelos cursos d'água gerando, por vezes, novos canais. A densidade de drenagem (Dd) calculada para a bacia do rio Tijuípe é de 3,74 km de canais/km², enquanto que a Dd da bacia do Tijuipinho é de 2,67 Km de canais/km².

Na literatura não existe consenso nas classificações da densidade de drenagem de bacias hidrográficas. Christofolletti (1969, p. 38), por exemplo, entende que a Dd é “baixa” quando há menos do que 7,5 km de canais/km², “média” quando os valores de Dd estão entre 7,5 e 10,0 km de canais/km², e é “alta” a Dd quando há mais do que 10,0 km de canais/km². Para Beltrame (1994, p. 55), a Dd é “baixa” quando é menor do que 0,5 km de canais/km², “mediana” entre 0,51 e 2,0 km de canais/km², “alta” entre 2,01 e 3,5 km de canais/km² e “muito alta” quando a Dd é maior do que 3,5 km de canais/km². Assim, as Dd das bacias do Tijuípe e do Tijuipinho são consideradas “baixas” para Christofolletti (1980), todavia são de “alta” e “muito altas” Dd para Beltrame (1994).

Outros indicadores derivados da Dd são interessantes para a caracterização do sistema fluvial, como o *coeficiente de manutenção* (Cm) e a *extensão do percurso superficial* (Eps), porque dizem respeito à drenagem não-canalizada das águas na superfície de uma bacia hidrográfica. De acordo com Abdalla (1989, p. 386), o coeficiente de manutenção representa a área das vertentes que não possuem canais estabelecidos de escoamento que pode, com o a evolução do relevo da bacia, diminuir à medida que novos canais vão se formando. Já a extensão do percurso superficial, de acordo com Christofolletti (1980, p. 111), “representa a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente” que, com a evolução do sistema fluvial, se ajusta ao tamanho das sub-bacias de 1ª ordem.

Para Meliani (2006, p. 125), o *coeficiente de manutenção* (Cm) também é um parâmetro que se relaciona com o potencial de captação das águas, porque ele expressa à área mínima necessária, em metros quadrados, para a manutenção de um metro de canal fluvial na superfície da bacia. O coeficiente de manutenção é obtido pela equação $Cm = \frac{1}{Dd} \times 1.000$, desde que a densidade de drenagem esteja expressa em km de canais/km², indicando assim, em m²/m, a área disponível para a alimentação e abastecimento dos canais fluviais. Depois de calculado, observasse que na bacia do rio Tijuípe o Cm é de 374,00 m²/m, ou seja, na superfície da bacia são necessários em média 374 m² de terreno não canalizado para manter 1 m de canal de escoamento concentrado. Para a bacia do Tijuipinho, o Cm calculado foi de 267,00 m²/m, nos mostrando que, nesta bacia, para se manter um metro de curso d'água canalizado é preciso uma menor superfície do que na bacia do Tijuípe.

Também derivado da Dd , a *extensão do percurso superficial* (Eps) é identificada em metros (m) por meio da equação $Eps = \frac{1}{2 \times Dd}$, desde que a Dd esteja expressa em km de canais por km². Em bacias bem drenadas, com elevados índices de densidade de drenagem, o percurso superficial das águas precipitadas até um dos canais estabelecidos de escoamento concentrado apresenta distâncias médias menores, quando comparadas a sub-bacias com baixa densidade de drenagem, e vice-versa. O Eps calculado para a bacia do Tijuípe foi de 748 metros, ou seja, as águas precipitadas na superfície da bacia percorrem essa distância, em média, até alcançaram um canal fluvial estabelecido. Para a bacia do Tijuipinho, a Eps calculada foi de 534 metros, ou seja, nesta bacia a distância média percorrida pelas águas até um canal de escoamento permanente é menor do que na superfície da bacia do Tijuípe.

Por sua vez, é a *forma da bacia* que tem uma direta relação com o comportamento hidrológico dos cursos d'água, porque ela pode influenciar no tempo de concentração das águas, ou seja, no tempo que as águas precipitadas em determinado ponto da bacia leva para alcançar o exutório ou até uma seção específica de um de seus cursos d'água. Em bacias com forma alongada, por exemplo, os tempos de concentração das águas são mais curtos com tendência ao aumento abrupto no regime fluvial, situação que sugere a ocorrência de torrentes em uma determinada seção de curso d'água após as chuvas. Segundo Christofolletti (1969, p. 40), o círculo é a forma que melhor se relaciona com o escoamento fluvial, já que bacias hidrográficas que apresentam forma relativamente circular tendem a escoar as águas de modo mais equilibrado ao longo do tempo, com um aumento gradual da vazão após as chuvas. Para o

reconhecimento da forma das bacias do Tijuípe e Tijuipinho, identificamos o índice de circularidade e o coeficiente de compacidade, ambos relacionam a forma da bacia com a forma de um círculo.

O *índice de circularidade* (Ic) é uma relação entre a área (A) de uma bacia e a área de um círculo de mesmo perímetro (A_c), ou seja, $Ic = \frac{A}{A_c}$, sendo o resultado um valor adimensional que pode ser no máximo igual a 1. Como o valor máximo a ser obtido desta relação é 1, quanto maior o valor obtido, ou seja, quanto mais próximo de 1, mais aproximada da forma circular é a forma da bacia (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 114). De acordo com Teodoro *et al* (2007, p. 148), esta relação pode ser calculada através da fórmula $Ic = \frac{12,5724A}{P^2}$, considerando “ A ” o valor correspondente a área da bacia e “ P ” o valor correspondente ao seu perímetro. O Ic calculado para a bacia do rio Tijuípe foi de 0,30, enquanto que para a bacia do Tijuipinho foi de 0,38, portanto, de acordo com a premissa anterior, a forma da bacia difere muito daquela de um círculo.

O *coeficiente de compacidade* (Kc) é a relação entre o perímetro da bacia (P) e a circunferência de um círculo de área igual a da bacia (A_c), que pode ser obtida, segundo Back (2006, p. 109), através da equação $Kc = 0,282 \frac{P}{\sqrt{A}}$. Assim, o valor mínimo a ser obtido nesta relação é 1 (caso a bacia tenha a forma de um círculo perfeito), portanto, quanto mais próximo de 1 mais circular é a bacia e, ao contrário, quanto maior o Kc mais próximo da forma alongada tende a ser a bacia. O Kc calculado para a bacia do Tijuípe foi de 1,79 e para a bacia do Tijuipinho foi de 1,60, nos indicando, do mesmo modo que o Ic , uma forma bastante diferente daquela de um círculo.

Muito condicionadas pela estrutura geológica, estas bacias apresentam formas quase elípticas, relativamente alongadas, notadamente influenciadas pelos lineamentos estruturais da região, que determinaram a formação de dois vales paralelos, o do Tijuípe e do Tijuipinho, na direção SO-NE. Por serem alongados, estes vales são pouco propensos a grandes enchentes, pois é baixa a probabilidade de ocorrerem chuvas intensas ao mesmo tempo em toda a superfície deles. Todavia, em situações de chuva intensa em suas cabeceiras, os vales do Tijuípe e a do Tijuipinho podem apresentar um tempo bastante reduzido de concentração das águas precipitadas e, assim, estarem sujeitos a torrentes eventuais, ou seja, a episódios de rápido crescimento do deflúvio nas áreas a jusante. As calhas dos rios Tijuípe e Tijuipinho estão encaixadas em sulcos estruturais concernentes a direção NE geológica dominante no compartimento planáltico de Itacaré-Serra Grande.

Apesar de encaixados, os rios Tijuípe e Tijuipinho apresentam percursos sinuosos, também em função da estrutura falhada e fraturada do embasamento, que apresenta diversos lineamentos preferenciais para o escoamento das águas. A sinuosidade de um canal fluvial é um dos fatores controladores da velocidade do escoamento, pois quanto mais retilíneo for um canal, mais rapidamente a água poderá escoar por ele. A recíproca é verdadeira, pois as curvas de um canal fluvial provocam uma diminuição na velocidade do escoamento das águas, situação muito comum em relevos planos, onde a energia potencial da gravidade tem menor efeito.

A *sinuosidade* (Sin) de um curso d'água pode ser identificado pela simples relação entre o comprimento do rio (L) com o seu comprimento vetorial (Ev), que corresponde à distância em linha reta da nascente à foz, ou seja, $Sin = \frac{L}{Ev}$. O resultado desta equação é um número adimensional que, no mínimo, pode ser igual a 1, caso o rio analisado seja exatamente uma linha reta. Assim, valores baixos (aproximados de 1) indicam que o percurso do rio apresenta pouca sinuosidade, enquanto que, valores mais elevados (acima de 2) são característicos de rios sinuosos. Para o autor (BACK, 2006, p. 113), valores de sinuosidade próximos a 1 indicam que os canais tendem a serem mais retilíneos, já valores superiores a 2 sugerem canais irregulares. Considerando esta relação, ambos os canais são sinuosos ou “irregulares” nos termos de Back, porém a sinuosidade é maior no percurso do Tijuípe ($Sin = 2,19$) do que no do Tijuipinho ($Sin = 1,69$).

Contudo, para Back (2006, p. 110), a sinuosidade pode ser mais bem classificada por meio da caracterização do *índice de sinuosidade* (Is), que é obtido pela equação $Is = \frac{100 \times (L - Ev)}{L}$, conforme L e Ev já enunciados. Expresso em percentual (%), o Is pode ser classificado,

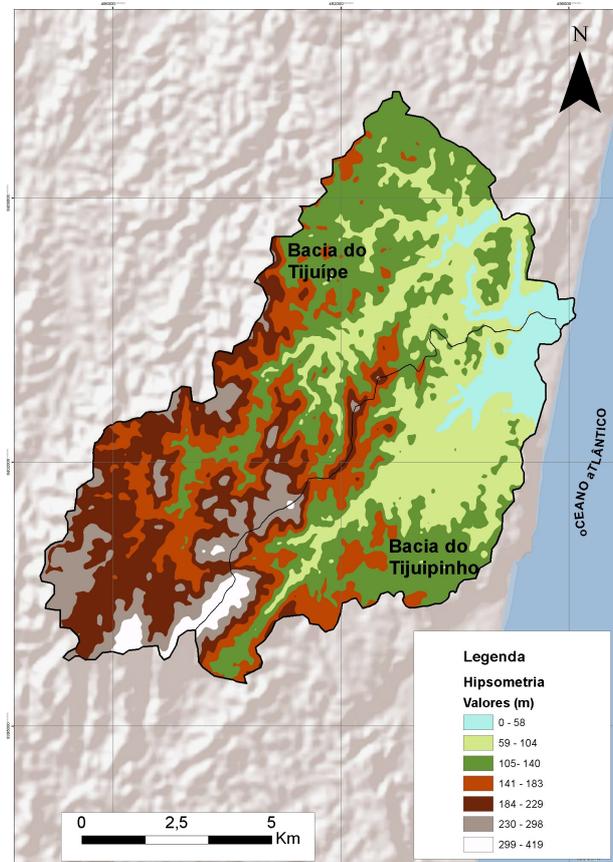
segundo Back (2006, p. 110), em classes que descrevem a sinuosidade do rio de acordo com a variação percentual em: “muito reto” (<20%), “reto” (20,1-29,9%), “divagante” (30,1-39,9%), “sinuoso” (40-49,9%) ou “muito sinuoso” (>50%). De acordo com esta classificação, o Tijuípe, que apresenta *Is* de 54,34%, é um rio “muito sinuoso”, enquanto que o Tijuipinho, com *Is* de 40,87%, é um rio “sinuoso”.

HIPSOMETRIA DAS BACIAS ANALISADAS

Apesar de sinuosos, os rios Tijuípe e Tijuipinho estão encaixados em sulcos estruturais, que estabelecem a primeira característica do *padrão de drenagem* das bacias, com os rios e afluentes principais correndo paralelos ou subparalelos na direção N-NE, com eventuais cursos d'água fluindo em direção transversal aos principais, ajustados a fraturamentos estruturais secundários. Ao *padrão de drenagem (sub) paralelo*, articula-se um padrão *dendrítico* na menor nervura da drenagem, referente aos cursos d'água de 1ª ordem, que não necessariamente se relacionam com o controle estrutural, dissecando em diferentes direções o relevo das áreas mais cimeiras da bacia. O padrão dendrítico se faz observar nas confluências, onde deságuam estes cursos d'água formadores das redes hidrográficas, quase sempre formando ângulos agudos, de graduações variadas.

A própria orientação geral das bacias, SO-NE, segue o padrão imposto pela estrutura tectônica do compartimento planáltico pré-litorâneo da costa de Itacaré-Serra Grande, que tem como característica a ocorrência de elevações cristalinas ao longo do litoral. A altitude média da bacia do Tijuípe é de 209,5 metros, numa variação que vai dos 419 metros no divisor topográfico mais expressivo da bacia, a Serra do Condurú, ao nível do mar na foz do rio Tijuípe, na praia do Itacarezinho, o que faz a amplitude altimétrica ser igual à altitude máxima da bacia. Do mesmo modo, a amplitude altimétrica na bacia do Tijuipinho é 406,3 metros, pois o ponto mais baixo da bacia está muito próximo ao nível do mar, a 2,7 m de altitude, já no estuário do Tijuípe (figura 3).

Figura 3. Mapa hipsométrico das bacias dos rios Tijuípe e Tijuipinho.



Fonte: TOPODATA (2009)

A análise de dados altimétricos utilizando dados do sistema fluvial permitiu o reconhecimento de características gerais do relevo da bacia, como a declividade média dos rios principais, a relação de relevo e o índice de rugosidade. Estas e outras características gerais da topografia da bacia do rio Tijuípe estão apresentadas no quadro 3.

Quadro 03. Características topográficas.

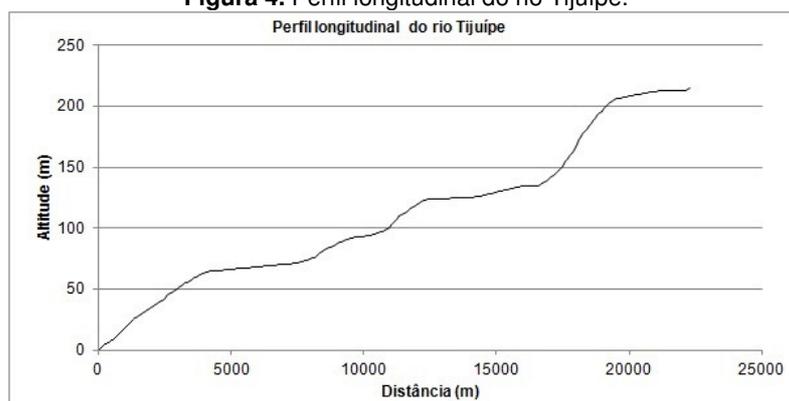
Características topográficas	Bacia do Tijuípe	Bacia do Tijuipinho
Padrão de drenagem da rede hidrográfica	Subparalelo e dendrítico	Subparalelo e dendrítico
Altitude máxima (metros)	419	409
Altitude mínima (metros)	0	2,7
Altitude média (metros)	209,5	203,15
Amplitude altimétrica máxima da bacia (metros)	419	406,3
Comprimento da bacia (km)	15,8	12,9
Relação de relevo	0,012	0,019
Índice de rugosidade (adimensional)	1.143,87	1.084,82
Declividade média do rio principal (m/km)	14,36	17,46

Fonte: Mapa hipsométrico das bacias dos rios Tijuípe e Tijuipinho

Com os dados referentes à altitude das nascentes e das desembocaduras, bem como dos comprimentos dos cursos d'água, foi possível identificar a declividade média dos rios principais, uma variável que expressa a inclinação média dos cursos d'água em relação ao plano horizontal. De acordo com Vilela e Matos (1975, p. 88), a declividade relaciona-se com a velocidade do escoamento superficial, notadamente no tempo que as águas precipitadas levam até alcançarem os leitos fluviais, bem como interferem na infiltração e na suscetibilidade à erosão dos terrenos da bacia.

A declividade média de um curso d'água pode ser obtida por meio da equação $Dm = \frac{Hmáx - Hmín}{L}$, que considera "Dm" a declividade média do rio, "Hmáx" a altitude da nascente, "Hmín" a altitude da foz e "L" o comprimento do rio. O resultado dessa equação expressa quantos metros, em média, o rio desce a cada mil metros de percurso, o que pode ser convertido, multiplicando-se o resultado por 100, para porcentagem, uma das expressões correntes da declividade. Assim, o rio Tijuípe desce em torno de 14,36 m/km, em uma declividade média de 1,43%, num percurso que, em média, é menos inclinado do que o percurso do rio Tijuipinho, já que este desce em torno de 17,43 m/km ou 1,74% de declividade média. Contudo, para caracterizarmos com maior detalhamento a declividade dos rios, elaboramos o perfil longitudinal de ambos considerando as faixas de altitude obtidas no MDE construído a partir dos dados geomorfométricos do projeto TOPODATA (figura 4 e 5).

Figura 4. Perfil longitudinal do rio Tijuípe.

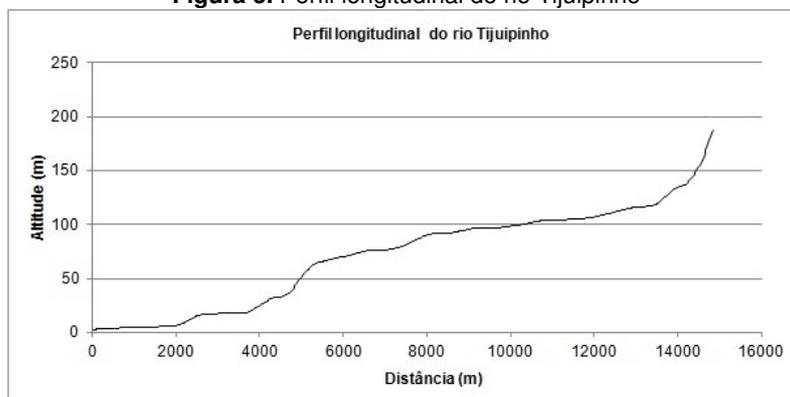


Fonte: Mapa hipsométrico da bacia do rio Tijuípe

No perfil topográfico que representa a descida do rio Tijuípe, buscamos citar dois trechos típicos, no qual apresentam relativa homogeneidade. O primeiro está situado entre os valores de 800m a 400m de distância da foz do rio e altitude entre 60m a 70m, já o segundo trecho está situado entre os valores de 1.700m a 1.300m de distância da foz do rio, e altitude entre 125m a 130m. Com relação ao perfil longitudinal que representa a descida do rio Tijuipinho,

também foi possível destacar dois trechos com relativa homogeneidade, no qual o primeiro está situado entre os valores de 1.200m a 900m de distância de sua foz e a 100m de altitude, e o segundo está entre 380m a 250m de distância e altitude entre 18m a 22m.

Figura 5. Perfil longitudinal do rio Tijuipinho



Fonte: Mapa hipsométrico da bacia do rio Tijuipinho

Por sua vez, a *relação de relevo (Rr)* é uma característica topográfica da bacia identificada a partir da relação entre a amplitude altimétrica (*Hm*) e o comprimento da bacia (*Lh*), ou seja, $Rr = \frac{Hm}{Lh}$. De acordo com Christofolletti (1980, p. 120), o parâmetro relação de relevo foi apresentado inicialmente por Schumm, em 1956, para caracterizar a inclinação da bacia, uma característica relevante para a hidrologia, pois também tem influência na velocidade das águas que escoam das cabeceiras à foz. Segundo Schumm (1956), citado por Santos *et al.* (2012, p. 201), quanto maior for o valor de *Rr*, maior será o desnível entre a cabeceira e o exutório da bacia e, conseqüentemente, maior será a sua declividade média.

O comprimento das bacias dos rios Tijuípe e Tijuipinho, por nós mensurados, correspondem à distância em linha reta entre a foz e o ponto mais alto do divisor de águas, uma definição que nos pareceu bastante adequada em razão da forma alongada destas bacias e da inexistência de anomalias importantes em suas redes hidrográficas. Assim, por meio da identificação do *Rr*, é possível afirmar que a bacia do Tijuípe é menos inclinada que a do Tijuipinho, pois apresenta uma relação de relevo de 0,012 metros de desnível por m, enquanto que na bacia do Tijuipinho a *Rr* é de 0,019 m/m.

O *índice de rugosidade (Ir)* é outro parâmetro para caracterizar a topografia de uma bacia hidrográfica, que resulta do produto entre a amplitude altimétrica (*Hm*) e a densidade de drenagem (*Dd*), ou seja, $Ir = Hm \times Dd$. Segundo Christofolletti (1980, p. 121), o resultado do *Ir* é um número adimensional que expressa uma combinação entre as características das vertentes com as da densidade de drenagem da bacia hidrográfica. Para Santos e Sousa (2013, p. 195), é importante avaliar a rugosidade do relevo da bacia, “pois quanto mais rugoso for o relevo maior será a capacidade do escoamento superficial”.

A rugosidade do relevo, de acordo com os autores, interfere no comprimento das vertentes, no escoamento superficial e na capacidade erosiva da água de escoamento. De acordo com Ferreira (2010, p. 73), o índice de rugosidade são maiores em bacias mais “acidentadas” e dissecadas pela erosão fluvial. Portanto, calculado o *Ir* das bacias, identificamos que a superfície da bacia do Tijuípe, com um *Ir* de 1.143,87, é mais rugosa do que a do Tijuipinho, que apresenta um *Ir* de 1.084,82. Apesar de ser menos densamente drenada, a bacia do Tijuípe apresenta maior desnível altimétrico do que a do Tijuipinho, fator que determinou a diferença de rugosidade entre as bacias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento hidrográfico em escala de detalhe e a análise morfológica comparativa das bacias dos rios Tijuípe e Tijuipinho contribui para o acúmulo de conhecimentos básicos sobre a geografia local e regional, notadamente para a geomorfologia fluvial da costa de Itacaré-Serra

Grande. Diante das significativas transformações sócio-espaciais que tem se impactado nesta costa, pesquisas hidrográficas servem para municiar análises ambientais, bem como contribuir na avaliação das limitações e potencialidades do relevo à ocupação humana, subsidiando propostas de planejamento ambiental.

Uma pesquisa desse tipo, além da produção e ampliação do conhecimento sobre o meio físico das bacias, pode orientar a demarcação de mananciais, áreas de recarga dos aquíferos, áreas sujeitas a inundações ou, ainda, sujeitas a desequilíbrios morfodinâmicos, com possibilidades de aceleração dos processos erosivos. Para além da análise morfométrica, o mapeamento detalhado da hidrografia e da topografia se constitui na base cartográfica adequada para outros estudos, que contemplem as bacias do Tijuípe e do Tijuipinho como unidade espacial de referência, como do uso da terra, atual e pretérito, bem como de compartimentação geomorfológica, que já se encontram em andamento.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, S. L. F. A morfometria como técnica auxiliar na avaliação dos recursos hídricos. In: 2º Encontro Nacional de Estudos sobre Meio Ambiente – Volume 1: Comunicações, **Anais...** Florianópolis, SC: UFSC, 1989. pp. 393-401.

ARCANJO, J. B. A. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Itabuna. Folha SD.24-Y-B-VI. Estado da Bahia.** Organizado por João Alves Arcanjo – Escala 1: 100.000. Brasília: CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), 1997. pp. 19-31.

BACK, Á. J. Análise morfométrica da bacia do rio Urussanga – SC. **Revista Brasileira de Geomorfologia.** União da geomorfologia Brasileira. V. 1, n.1 (2000). Uberlândia, MG: UFU, 2006.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas – modelo e aplicação.** SC, Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A.J.T.; SOARES DA SILVA, A.; BOTELHO, R.G.M. (orgs.) **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** RJ: Bertrand-Brasil, 1999. pp.269-300.

CEPLAC. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **Diagnóstico Sócio-econômico da Região Cacaueira – Reconhecimento Climatológico (Volume 4).** Ilhéus, Bahia: CEPLAC/IICA (Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas), 1975.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2a ed. SP: Edgard Blücher, 1980.

_____. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Revista Notícia Geomorfológica.** Campinas, v.18, n.9, p.35-64, 1969.

CRUZEIRO DO SUL **Fotografias aéreas verticais de Itacaré.** Escala 1: 25.000. Curitiba: Serviços Aéreos Cruzeiro do Sul, 1964.

FERREIRA, A. L. M. **Caracterização morfométrica das bacias hidrográficas e áreas inundáveis no Concelho de Pombal.** Dissertação de Mestrado em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos. Departamento de Geografia/Departamento de Ciências da Terra. Coimbra, Portugal: Universidade de Coimbra, 2010. 156 p.

GARCEZ, L.N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia.** 2ª ed. SP: Edgard-Blücher, 1988. 291 pp.

GIOMETTI, A.B.R.; GARCIA, G. J. Análises morfométrica e hidrográfica da bacia do rio Jacaré-Pepira – SP. **Geografia.** SP, Rio Claro, 19 (2): 183-195, outubro de 1994.

GONÇALVES, R. N; PEREIRA, R. F. Climatologia em Uso potencial da Terra. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SD. 24 Salvador: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra.** (Acompanha material cartográfico em escala 1: 1.000.000). RJ: Ministério das Minas e Energia, 1981. pp. 582-620.

MELIANI, P. F. Geomorfogênese do compartimento litorâneo do planalto cristalino da Bahia, Brasil: uma hipótese sobre a evolução do relevo costeiro do município de Itacaré. **REVISTA GEONORTE.** V.2, N.4. Manaus (AM): Universidade Federal do Amazonas (UFAM), 2012. p. 498 – 509.

_____. **Crítica à estética da mercadoria no turismo:** dilemas da precarização do trabalho na produção do espaço de Itacaré, litoral sul da Bahia. Tese de Doutorado em Geografia. Recife, PE: Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 2011. 296 p.

_____. Mapeamento da rede hidrográfica e análise dos parâmetros da densidade de drenagem aplicados ao estudo ambiental: o caso da bacia do rio Jeribucassu, Itacaré, Bahia. **Geografia**. Rio Claro, SP: AGETEO, jan-abr, 2006. pp. 119-136.

_____. **Análise geomorfológica das bacias dos rios Jeribucassu e Burundanga, Itacaré, Bahia – Mapeamento em escala 1: 25.000.** Dissertação de Mestrado em Geografia. Florianópolis, SC: Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2003. 147 p.

MELIANI, P. F; CARVALHO, V; SANTANA, M. Mapeamento geomorfológico-ambiental do litoral de Itacaré (BA): contributos para a análise e o planejamento ambiental de espaços litorâneos. In: II Seminário Nacional Espaços Costeiros, **Anais...** Salvador: UFBA, 03 a 06 de Junho de 2013.

MENDONÇA, J. R. **Fotointerpretação da hidrografia do município de Itacaré (BA).** 297,00 x 420,00 mm. Escala 1: 108.000. Ilhéus, BA: CEPEC (Centro de Pesquisas do Cacau), 1979.

NUNES, B. T. A; RAMOS, V. L. S; DILLINGER, A. M. S. Geomorfologia. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SD. 24 Salvador: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra.** (Acompanha material cartográfico em escala 1: 1.000.000). RJ: Ministério das Minas e Energia, 1981. pp. 183-276.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A.J.T.; SOARES DA SILVA, A.; BOTELHO, R.G.M. (orgs.). **Erosão e conservação dos solos:** conceitos, temas e aplicações. RJ: Bertrand-Brasil, 1999. pp. 57-99.

PINTO, N. S.; HOLTZ, A.C.T.; MARTINS, J.A.; GOMIDE, F.L.S. **Hidrologia básica.** SP: Edgard Blücher, 1976. 278 pp.

RADAMBRASIL. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SD. 24 Salvador; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso potencial da terra.** (Acompanha material cartográfico em escala 1: 1.000.000). RJ: Ministério das Minas e Energia, 1981. 620 pp.

SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012.

SANTOS, E. F; SOUSA, F. A. Aspectos morfométricos da bacia do córrego Tamanduá em Iporá – GO. **ACTA Geográfica**. Boa Vista: v.7, n.15, mai./ago. de 2013. p.191-199.

SILVEIRA, André L. L. da. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. (org.). **Hidrologia:** ciência e aplicação. RS, Porto Alegre: Editora da Universidade/ABRH, 1997. p. 35-51.

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Folha Itacaré (SD.24–Z.A.I).** Escala 1: 100.000. Recife, 1977 a.

_____. **Folha Ubaitaba (SD.24–Y.B.III).** Escala 1: 100.000. Recife, 1977 b.

TEODORO, V.L.I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D.J.L.; FULLER, B.B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica local. **Revista UNIARA**. N. 20. Araraquara, SP: Centro Universitário de Araraquara, 2007.

TOPODATA. **Dados geomorfométricos do Brasil.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. SP, São José dos Campos: INPE, 2009.

USGS – United States Geological Survey. **Shuttle Radar Topography Mission – Mission Summary**, 2003. Disponível em: <<http://srtm.usgs.gov/Mission/missionsummary.html>>. Último acesso em 29 de março de 2006.

VALERIANO, M. M. Dados topográficos. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia:** conceitos e tecnologias atuais. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2008. p. 72-104.

VALERIANO, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Goiânia, GO: abril 2005. p. 3595-3602.

VeS ENGENHEIROS CONSULTORES S/C. **Diagnóstico do Meio Físico, Biótico e Sócio-Econômico da Área de Proteção de Itacaré-Serra Grande.** (Acompanha material cartográfico em escala 1: 25.000). Salvador, Bahia: 1996 (mimeo).

VILLELA, S. M; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.