



REVISTA
Casa da
GEOGRAFIA
de Sobral
ISSN 2316-8056



O GEOPROCESSAMENTO NA DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAUÍPE, REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA-CEARÁ

The Geoprocessment of the delimitation of the Cauípe River Sub-Watershed, Metropolitan
Region of Fortaleza-Ceará

Gislania de Meneses Silva¹

Daniel Paulo Braga²

Maria Taylana Marinho Moura³

Margarida Kézia de Souza Pinto⁴

RESUMO

A bacia hidrográfica do Rio Cauípe, está localizada no município de Caucaia-CE. Caracteriza-se como unidade de planejamento e de gestão ambiental, sujeita à ação antrópica e a exploração de forma errônea dos recursos naturais. Logo, o trabalho em evidência, delimitou a bacia hidrográfica do rio Cauípe e identificou seus respectivos canais de drenagem e nascentes, para assim, subsidiar pesquisas futuras, principalmente de caráter socioambiental. Para tanto, a análise integrada da paisagem, o levantamento bibliográfico e o trabalho de campo, somado às técnicas de geoprocessamento que endossaram o aporte técnico-operacional, foram procedimentos metodológicos cruciais para o cumprimento do objetivo proposto. Desta forma, mediante o uso de software livre, foi possível a delimitação precisa da área de estudo, na qual predominam os canais de 1º ordem, em razão das características geoambientais da área e por tratar-se de uma bacia de regime de rios e riachos intermitentes. A pesquisa possibilitou uma análise precisa da sub-bacia do Rio Cauípe, visando uma melhor interpretação dos fenômenos locais vigentes. Conclui-se que a utilização de técnicas de geoprocessamento para a delimitação e estudo de sub-bacia, mostrou resultados satisfatórios.

Palavras-chave: canais de drenagem; nascentes; intermitente.

ABSTRACT

The Cauípe River Sub-Watershed is located in the municipality of Caucaia-CE. It is characterized as a unit of planning and environmental management, subject to anthropic action and the erroneous exploitation of natural resources. Therefore, the work in evidence delimited the catchment area of the Cauípe River and identified its respective drainage channels and springs, in order to support future research, mainly of a socio-environmental nature. In order to do so, the integrated analysis of the landscape, the bibliographical survey and the fieldwork, together with the techniques of geoprocessing that endorsed the technical-operational contribution, were decisive methodological procedures for the accomplishment of the proposed objective. In this way, through the use of free

¹Graduanda do Curso de Geografia / Bacharelado da Universidade Estadual do Ceará, e-mail: gislaniameneses@gmail.com

² Graduando do Curso de Geografia / Bacharelado da Universidade Estadual do Ceará, e-mail: danielpauloknd@gmail.com

³ Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia - PROP GEO - UECE, e-mail: prof.taylana.marinho@gmail.com

⁴ Graduanda do Curso de Geografia / Bacharelado da Universidade Estadual do Ceará, e-mail: margaridakezia@gmail.com

software, it was possible to precisely delimit the study area, in which the first order channels predominate, due to the geoenvironmental characteristics of the area and because it is a basin of rivers and streams regime flashing. The research made possible an accurate analysis of the subbasin of the Cauípe River, aiming at a better interpretation of the local phenomena in force. It is concluded that the use of geoprocessing techniques for the delimitation and sub-basin study, showed satisfactory results.

Keywords: drainage channels; springs; intermittent.

INTRODUÇÃO

Estudar as bacias hidrográficas no contexto do clima semiárido brasileiro, é uma temática bastante importante, para que haja um gerenciamento correto dos recursos hídricos, principalmente, em razão dos seus usos múltiplos, sobretudo em uma região que sofre com secas cíclicas e a escassez hídrica. Desta forma, compreender a dinâmica dentro de uma bacia hidrográfica, torna-se importante principalmente para o gerenciamento não só dos recursos hídricos, mas de todos os componentes ambientais que integram e têm seus interesses relacionados.

De acordo com Gomes e Lobão (2009), as bacias hidrográficas configuram-se como um dos principais sistemas de gestão e planejamento dos elementos naturais e, conseqüentemente, sociais. Segundo Rodrigues e Adami (2005), a bacia hidrográfica é uma superfície terrestre que adquire e fornece água definida topograficamente, na qual é drenada por um sistema interconectado de canais fluviais, desde a nascente até seu ponto de saída. Uma bacia hidrográfica é composta por sub-bacias e microbacias, onde ocorre diferentes abordagens para estas definições. Segundo Teodoro *et al.* (2007), as sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal, na qual cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. "Para Faustino (1996), as sub-bacias possuem áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km², já para Rocha (1997, apud MARTINS *et al.*, 2005), são áreas entre 20.000 ha e 30.000 ha (200 km² a 300 km²)" (TEODORO, *et al.*, 2007, p. 138).

Nessa perspectiva, nota-se que as terminologias citadas são relativas, cabendo a cada autor, definir o termo a ser adotado na sua pesquisa, no entanto, deve-se considerar a escala de abordagem. Dentro deste contexto, a presente pesquisa refere-se à bacia hidrográfica do rio Cauípe. Respeitando a hierarquia e a divisão do Comitê de Bacia Hidrográfica de planejamento, a mesma é pertencente ao conjunto de bacias próprias que formam a Bacia Metropolitana do Estado do Ceará.

A bacia do Cauípe está inserida na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) e perfaz uma área de 291 km² do município de Caucaia-Ce. Segundo Medeiros e Souza (2015), os açudes de maiores destaques são o Cauípe e dos Parentes, as lagoas do Mato, da Cosma e de Pedro Lopes, como também o Lagamar do Cauípe, sendo este último uma Área de Proteção Ambiental (APA) do

Lagamar do Cauípe. Dentre os principais cursos d'água, destacam-se o rio principal, o Cauípe, além dos afluentes principais, Coité, Davi e Matões (MEDEIROS e SOUZA, 2015).

Por outro lado, ao tratar-se de uma bacia localizada na RMF, especificamente no município de Caucaia, onde segundo o censo do IBGE (2010) o contingente populacional atingiu 3.254,41, distribuídas em uma densidade demográfica de 265,93 pessoas por km². Torna-se uma constante, a concentração urbana desordenada, principalmente em áreas de planícies fluviais, como ressalva Medeiros (2014), em um estudo realizado no contexto do município de Caucaia-Ce. Nessas perspectivas, o objetivo geral da presente pesquisa é delimitar a bacia hidrográfica do rio Cauípe e identificar seus respectivos canais de drenagem e nascentes, subsidiando pesquisas futuras, como o de uso e ocupação da bacia, estudos morfométricos dentre outros estudos voltados para a qualidade socioambiental de suas populações.

MATERIAL E MÉTODO

Nesta etapa sistematizou-se os levantamentos bibliográficos e de campo, além da coleta de materiais geocartográficos. O trabalho relaciona os conhecimentos geomorfológicos e de sistemas fluviais do semiárido com as técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, acoplados ao Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Dessa forma, os materiais, os aparelhos técnicos e softwares utilizados foram os seguintes:

- Dados Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM), cena 03S39 com resolução espacial de 30 metros, disponibilizada de forma gratuita no Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, TOPODATA, através de uma interface na página do INPE, elaborados a partir dos dados SRTM disponibilizados pelo USGS na rede mundial de computadores.
- Imagem orbital do satélite LANDSAT 8, composta nas bandas 4, 5 3 6 e fusionada na banda 8 (pancromática) resultando numa imagem com uma resolução espacial de 15 metros, e após foi fusiona com a banda multiespectral. Sensor Operacional Land Imager (OLI). Datada de Julho de 2015. Imagem disponibilizada pelo USGS/ Earth Explorer- NASA.
- Imagens do Google Earth Pro, datada de julho de 2015, auxiliou no mapeamento e interpretação visual da drenagem e da cobertura vegetal.
- Curvas de nível geradas a partir de dados SRTM, conferidas pelo levantamento planialtimétrico da SUDENE/DSG.

O QGIS é um software livre que se destaca no âmbito das Geotecnologias e durante estas etapas utilizou-se a versão 2.8.8. Em seu módulo de extensão 'Sextante', foi utilizado o algoritmo 'SAGA 2.1.2 (System for Automated Geoscientific Analyses), seguindo estes procedimentos:

Ao acessar o *'Terrain Analysis-Hidrology'* na caixa de ferramentas do Processamento do QGIS, adicionou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) para que *'Fill'* preenchesse as falhas identificadas pelo *'Sinks'* do MDE. Este procedimento foi de fundamental importância para melhorar a qualidade do MDE e identificar a orientação das vertentes e o fluxo da rede de drenagem (*flow directions*). Ao adicionar a camada da direção de fluxo no *'Terrain Analysis- Channels'* (canais), os canais foram extraídos automaticamente das redes delimitadas, seguindo as ordens de grandeza do método de Strahler (1952), onde os canais que não possuem tributários são considerados os de primeira ordem. Os canais de segunda ordem resultam da junção de dois canais de primeira ordem, e assim, sucessivamente.

Os pontos de controle gerados automaticamente durante a delimitação da microbacia, possibilitaram identificar o início dos canais, ou seja, suas nascentes, além de identificar os pontos de junção entre os canais.

Os dados de elevação, declividade, relevo sombreado e curvas de nível com 30 metros de equidistância, disponibilizadas pelos dados SRTM, foram critérios que auxiliaram na identificação dos divisores de água, possibilitando a correção manual da área e do perímetro da bacia do rio Cauípe, além do exutório do canal principal.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uma bacia hidrográfica constitui-se como a mais adequada unidade de planejamento para o uso e exploração dos recursos naturais, pois seus limites são imutáveis dentro do horizonte de planejamento humano, o que facilita o acompanhamento das alterações naturais ou introduzidas pelo homem na área.

No que tange as bacias hidrográficas, o geoprocessamento é um conjunto de procedimentos operacionais e metodológicos que dão suporte à pesquisas de cunho hidrológico, sedimentológico e morfométrico, para fins de monitoramento e suporte de bacias hidrográficas, para assim, subsidiar à tomada de decisões junto ao Comitê de Bacias.

De acordo com Moura (2017), o geoprocessamento é um conjunto de técnicas e de conceitos sobre representação computacional, para o tratamento das informações geográficas. Abrangendo importantes ferramentas, como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), onde é possível assimilar dados georreferenciados em um banco de dados espaciais. Para Silva e Marino (2015), o uso intensivo e crescente do geoprocessamento tem gerado a necessidade de desenvolver conceitos, métodos e técnicas adequadas, que estejam associadas com a pesquisa científica-tecnológica.

Os sistemas de Informação Geográfica e o Sensoriamento Remoto, tecnologias que definem o geoprocessamento, são instrumentos técnicos utilizados pela Geografia Física que permitem uma melhor interpretação e representação dos fenômenos que atingem o espaço geográfico. Constituem-se ferramentas elementares para fins de ordenamento territorial, análise e monitoramento com cunho ambiental. Além disso, as geotecnologias podem contribuir na elaboração de produtos para fins de planejamentos regionais, envolvendo pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, em uma perspectiva integrada, aliando dados físicos a dados socioeconômicos de uma dada região. (AQUINO E VALLADARES, 2013).

Através do Modelo Digital de Elevação (MDE), é possível gerar vários produtos cartográficos, a morfometria de uma bacia, por exemplo, é dada via de regra através da delimitação da mesma, com os dados de área, perímetro, coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, declividade, altitude, ordem dos canais e a densidade da drenagem. Como exemplo de aplicabilidade do geoprocessamento em ilhas fluviais, Queiroz *et al.* (2017) e lançaram dados em relação a formação e evolução morfológica de barras e ilhas em rios semiáridos, enfatizando o baixo curso do Rio Jaguaribe, Ceará. a pesquisa se deu por meio da definição de anos-padrão secos e chuvosos, mapeamento morfológico da quantidade área de barra e ilhas fluviais.

A bacia hidrográfica do Cauípe, situada ao norte do território de Caucaia, abrange uma área de 291 Km² e está localizada a aproximadamente, 31 km da capital Fortaleza (Figura 1). A mesma drena a depressão sertaneja, tabuleiros pré-litorâneos e em sua menor extensão a planície litorânea. A principal via de acesso é a rodovia estadual CE-085, denominada Estruturante ou Sol Poente, que cruza a área na direção E-W. Uma estrada litorânea, não pavimentada, une a praia do Cumbuco ao porto do Pecém, passando pelo rio Cauípe. Outras estradas não pavimentadas dão acesso a maior parte da área.

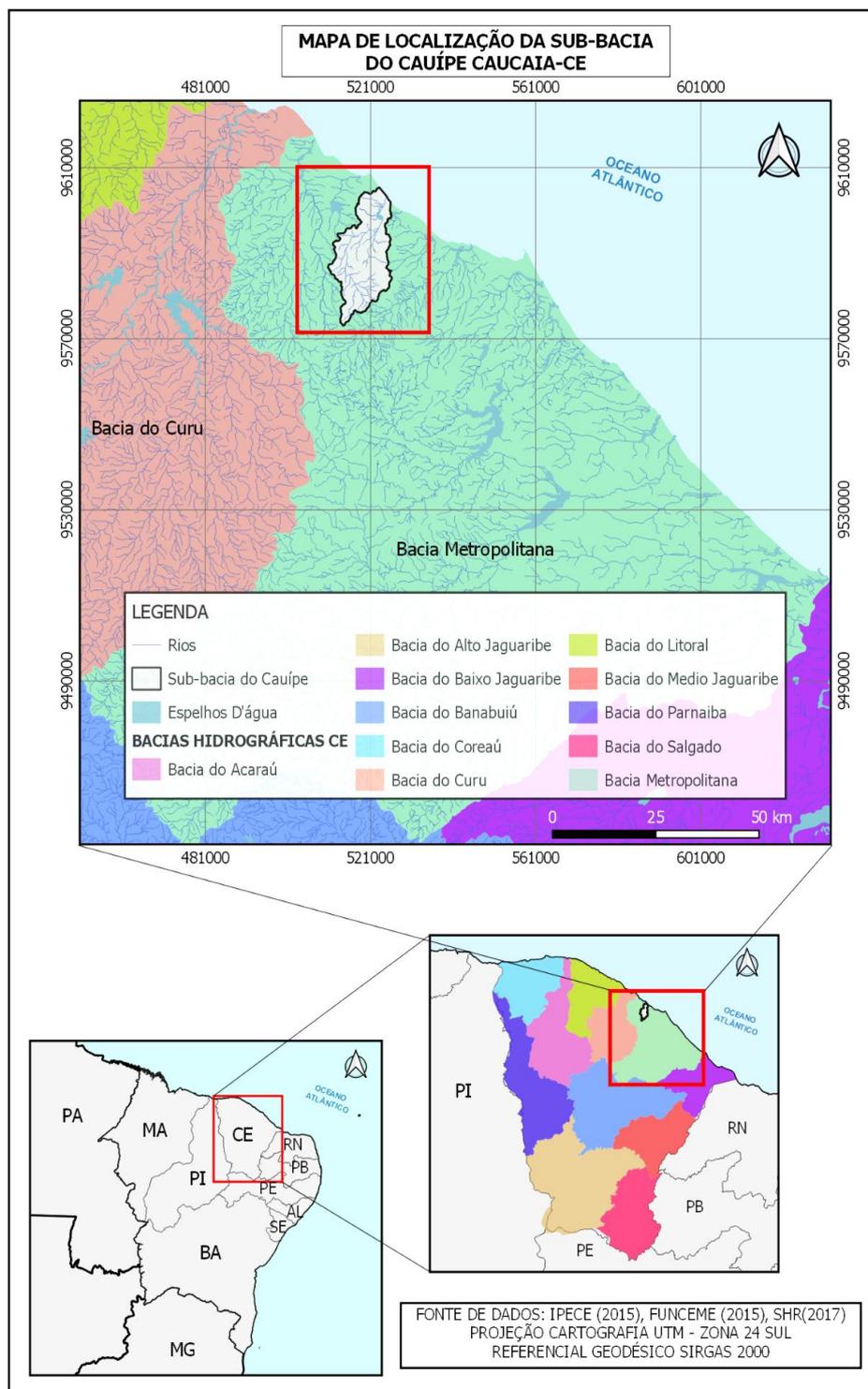
A nascente do mesmo, localiza-se no Serrote Salgadinho e os canais de maior abrangência espacial compreendem ao Rio Cauípe, Riacho Salgadinho, Riacho dos Matões, Riacho do Sítio, Riacho Juá, Riacho Davi, Riacho Deserto, Riacho da Barriga, Riacho Conceição, Riacho Coité. O Rio Cauípe é o de maior extensão da bacia e as principais lagoas são: Banana, Tapacaú, Damião e Tanupaba.

Três canais têm seus cursos d'água direcionados para a lagoa do Banana. Esta, por sua vez, quando cheia, drena para o Lagamar do Cauípe, através do riacho Pirapora. O Lagamar se apresenta como um corpo d'água alongado, disposto perpendicularmente à linha de costa, oriundo do barramento do Rio Cauípe pelo campo de dunas móveis.

Conforme a Figura 2, pode-se observar que a drenagem predominante nesta bacia é do tipo dendrítica. A delimitação dessa sub-bacia de acordo com a hierarquia de Strahler (1952) resultou em 1º

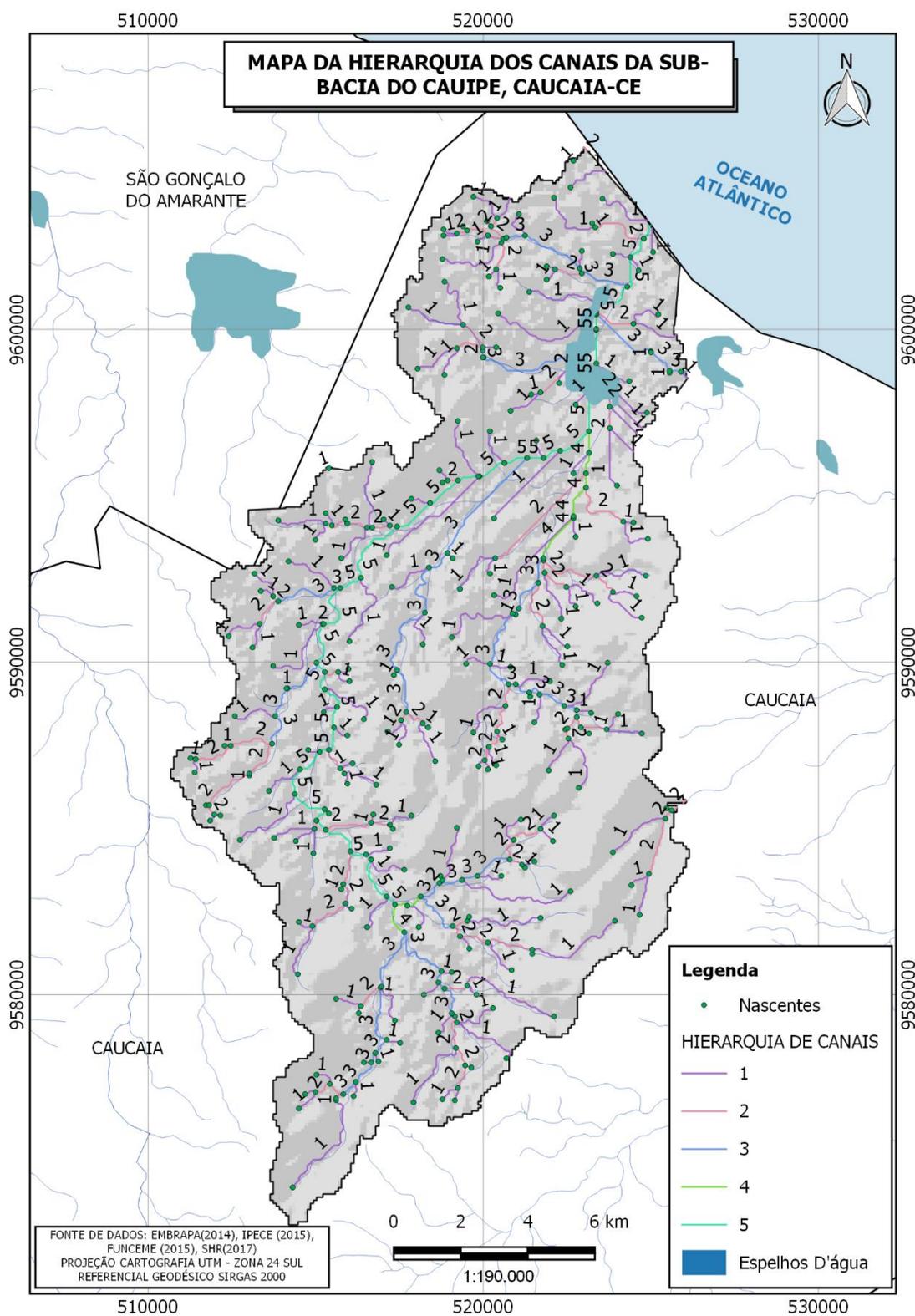
ordem, 189 rios; 2º ordem, 81 canais; 3º ordem, 50 canais; 4º ordem, 9 canais; 5º ordem, 43 canais, na qual a toponímia do Rio se dá como Cauípe.

Figura 1 – Localização da sub-bacia hidrográfica do rio Cauípe, pertencente a Bacia de Planejamento Metropolitana do Ceará.



Fonte: Próprio autor (2018).

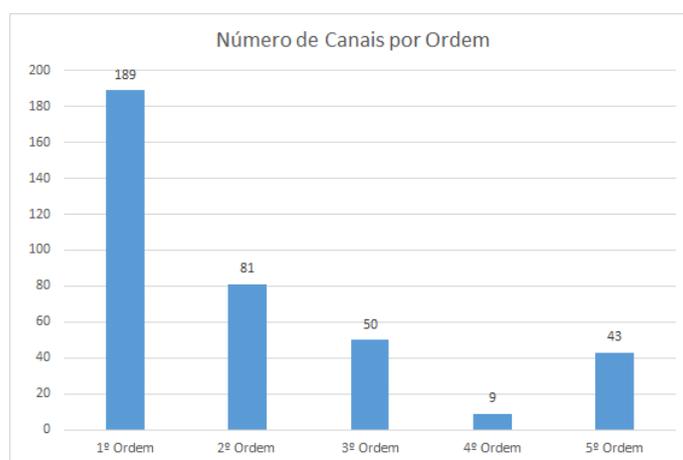
Figura 2 – Mapa da Hierarquia dos Canais da Sub-bacia do Cauípe.



Fonte: Próprio autor (2018).

Por outro lado, com base nessa hierarquização da drenagem através do SIG (Sistema de Informação Geográfica) pode-se observar a relação total de rios por ordem, como indica do Gráfico 1. Essa sub-bacia é formada por uma rede de drenagem de 357,982 km e seu rio principal possui extensão de aproximadamente 40km, com um total de 354 nascentes. Nota-se, que os canais predominantes são os de 1º ordem, devido à predominância de terrenos cristalinos da bacia. Os canais de 5º ordem, apresentam maior volume hídrico por conta das condições geoambientais, provenientes de ambientes sedimentares, especificamente os tabuleiros pré-litorâneos.

Gráfico 1 – Número de Canais por Ordem



Fonte: Próprio autor (2018).

Destaca-se que no baixo curso da bacia, existe uma vasta área flúvio-lacustre por sobre as bordas de superfícies tabulares da formação Barreiras. Nesses ambientes, a baixa carga energética da drenagem propicia o acúmulo de sedimentos que findam em associações de Planossolos e Neossolos Flúvicos, recobertos por carnaubais, ambiente este incluído na categoria de Área de Proteção Ambiental (APA) do Lagamar do Cauípe. Dentre as atividades socioeconômicas exercidas neste ambiente, destaca-se o extrativismo vegetal e o turismo, o último especificamente, nas Águas Cristalinas e na Barra do Cauípe, devido os ambientes flúvio-lacustre que propiciam práticas aquáticas das mais diversas.

O Rio Cauípe possui um regime intermitente, podendo ficar seco nos últimos meses do ano. em razão desta limitação de cunho natural, destaca-se a importância da gestão dos recursos hídricos nas áreas semiáridas, para manter-se o equilíbrio de todos os sistemas ambientais que compreendem a área da bacia, como por exemplo a depressão sertaneja, as cristas residuais, especificamente o Serrote Salgadinho, representa em sua extensão o alto curso da bacia, os tabuleiros pré-litorâneos, a planície flúvio-lacustre, a planície fluvial e a planície litorânea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se os resultados obtidos, a proposta de delimitação da sub-bacia do Cauípe através da SRTM e do processamento desta no software QGIS, foi possível constatar uma boa adequação dessa proposta para a delimitação segura de Bacia e sub-bacias hidrográficas. O processo metodológico para a hierarquização da drenagem, foi baseado no Método de Strahler (1952). Em termos quantitativos, constatou-se que a sub-bacia do Cauípe apresenta 5 ordens de canais, sendo a 5º ordem o curso principal.

Os procedimentos metodológicos aplicados para a delimitação automática da microbacia hidrográfica do Cauípe, mostrou-se viável para a realização de pesquisas e diagnósticos ambientais, elementar para uma gestão eficaz dos recursos hídricos. Nesse sentido, as informações produzidas em trabalhos como este, visam estabelecer uma proposta técnica como subsídios a delimitação de bacias e sub-bacias através de aplicações da técnica em outras áreas.

A sub-bacia do Cauípe é de fundamental importância hídrica para a Bacia Metropolitana, por se tratar de um ambiente de vasta área flúvio-lacustre e de quantidade hídrica considerada, desta forma, a pesquisa poderá subsidiar futuros trabalhos que visem tomadas de decisões para a manutenção e equilíbrio deste sistema hídrico.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, C. M. S; VALLADARES, G. S.. Geografia, Geotecnologias e Planejamento ambiental. **Geografia (Londrina)**, v. 22, p. 117-138, 2013
- GOMES, T. S; LOBÃO, J. S. B. **Delimitação de sub-bacias a partir do uso de imagem SRTM/NASA**: um estudo da Bacia do Rio Jacuípe-BA. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, 2009, INPE, p. 3841-3848.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- MEDEIROS, C. N., SOUZA, M.J.N. Mapeamento dos Sistemas Ambientais do Município de Caucaia (CE) Utilizando Sistema de Informação Geográfica: Subsídios para o Planejamento Territorial. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 08, n. 1, pf. 25-40, 2015.
- MEDEIROS, C.N. **Vulnerabilidade socioambiental do município de Caucaia (CE)**: subsídios ao ordenamento territorial. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará. 2014. 267 f.
- MOURA, M. T. M. **Uso e cobertura vegetal em Áreas de Preservação Permanente (APP) da bacia de captação do açude João Lira Magalhães, Itapajé-Ce**. Monografia (Especialização em Geoprocessamento aplicado à Análise Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade Estadual do Ceará. 2016. 62 f.
- QUEIROZ, P. H. B. *et al.* Caracterização multitemporal de barras e ilhas fluviais no baixo curso do rio Jaguaribe, Ceará-Brasil. **Rev. Bras. Geomorfol.** (Online). São Paulo, v.19, n. 1, (Jan-Mar) p. 169-188, 2018.

RODRIGUES, Cleide; ADAMI, Samuel. **Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas**. In: VENTURI, Luis Antonio Bittar (org). **Praticando a geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

STALLMAN, Richard. **Whats is free software?** Disponível em: Acesso em: 24 fev. 2017. STRAHLER, A.N. Hypsometric analysis of erosional topography. Bull. Geol. Soc. Am., 63:111-1141, 1952.

TEODORO, Valter L. L. *et al.* Conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista UNIARA**. n. 20, p. 137-157, 2007.