

## **Expedição científica ao alto curso do Rio Jaguaribe (Ceará): identificação da nascente do possível maior rio temporário do mundo**

**Scientific expedition to the upper Jaguaribe River (Ceará): identification of the source of the possibly largest temporary river in the world**

*Alexandre Castro*

Pesquisador da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH), Brasil [alexandre.castro@cogerh.com.br](mailto:alexandre.castro@cogerh.com.br)

*Anatarino Torres da Costa*

Pesquisador da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH), Brasil [anatarino@yahoo.com.br](mailto:anatarino@yahoo.com.br)

*Jose Alves Carneiro Neto*

Pesquisador da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH), Brasil [alvesneto@cogerh.com.br](mailto:alvesneto@cogerh.com.br)

*João Silvio Dantas de Moraes*

Professor-doutor do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Ceará – UECE, Brasil [silvio.morais@uece.br](mailto:silvio.morais@uece.br)

*Vanda de Claudino-Sales*

Professora-doutora do Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, Brasil [vcs@ufc.br](mailto:vcs@ufc.br)

### **Resumo**

O Rio Jaguaribe é o maior rio do Ceará. Trata-se de um rio temporário, possivelmente o maior do globo. Nos documentos oficiais, consta que suas nascentes se situam no Município de Tauá, na Serra da Joanhina, mas essa localização ainda é motivo de controvérsias. Uma expedição científica foi realizada ao alto curso do rio, fazendo uso de computadores, geomática, modelos digitais de elevação e drenagem, instrumentos de exploração e realização de cálculos com precisão topográfica e geodésica através de técnicas de sensores remotos, aerofotogrametria com drones e sistemas de posicionamentos globais por satélites do tipo GPS e GLOSINAS, e precisaram que a nascente principal (isto é, a de maior distância até a foz) se situa na verdade na divisa entre os municípios de Tauá, Pedra Branca e Independência, na Serra das Pipocas, a partir da nascente do Riacho Carrapateiras. Essa descoberta geográfica deve a partir de agora ser homologada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Instituto de Pesquisas do Ceará – IPECE e publicações escolares.

**Palavras-chave:** Rio Jaguaribe; nascente; drenagem; bacia hidrográfica; rios temporários; Estado do Ceará.

**Abstract**

The Jaguaribe River is the largest in Ceará. It is a temporary river, possibly the largest in the globe. In the official documents, it appears that its springs are located in the Municipality of Tauá, in the Joanhina Hill, but this location is still a matter of controversy. A scientific expedition was carried out up the river, using computers, digital elevation and drainage models, exploration instruments and calculations with topographic and geodetic precision through remote sensor techniques, aerial photogrammetry with drones and systems of global positions by GPS and GLONASS satellites, and defined that the primary source (that is, the longest distance to the mouth) is located on the border between the municipalities of Tauá, Pedra Branca and Independência, in Pipocas Hill, from the source of the Carrapateiras Creek. This geography discovery should now be approved by the Brazilian Institute of Geography and Statistics – IBGE, Ceará Research Institute – IPECE and school publications.

**Key-words:** Jaguaribe River; spring; drainage; hydrographic basin; temporary rivers; Ceará State.

**1. INTRODUÇÃO**

O livro “*Mountains of the Moon*” (“As Montanhas da Lua”: HARRISON, 1982) relata uma aventura verdadeira datada de 1854, ocorrida em um lugar estranho para exploradores e aventureiros da época, principalmente ingleses e outros povos europeus. Trata-se da definição da nascente do Rio Nilo, fato que implicava em visitação de lugares em terras onde jamais nenhum homem branco tinha estado antes. Para tanto, a Sociedade Real Geográfica Britânica, em nome do Império Britânico da Rainha Victória, enviou o tenente John Hanning Speke e o escritor e geógrafo irlandês Richard Francis Burton para a África, rumo ao desconhecido, com o objetivo de definir as nascentes desse rio e ao mesmo tempo desbravar novos territórios para a colônia inglesa.

Nos dias atuais, nos quais as geotecnologias com o uso dos computadores, da geomática, dos modelos digitais de elevação e drenagem, estão cada dia mais populares e com maior poder de detalhamento geográfico, existe uma gama de possibilidade e de instrumentos de exploração e de realização de cálculos com precisão topográfica e geodésica, através de técnicas de sensores remotos, de aerofotogrametria com drones, de sistemas de posicionamentos globais por satélites do tipo GPS e GLOSNAS, os quais são utilizados para identificar e demarcar a foz de um afluente, por exemplo. Entretanto, mesmo existindo tais tecnologias, verifica-se que a determinação de nascentes de rios carece ainda, com frequência, de precisão e objetividade, e necessita ainda de trabalhos de campo (FELIPPE; MAGALHÃES JUNIOR, 2013).

As nascentes são elementos que compõem sistemas ambientais, os quais integram processos hidrogeológicos e geomorfológicos subterrâneos e superficiais. Tais processos podem se configurar ou não em uma feição morfológica superficial. Tendo origem natural, podem ser perenes ou temporárias, refletindo, neste último caso, a dinâmica temporal dos regimes pluviométricos. No caso brasileiro, fica evidente que o termo nascente possui uma clara conotação de surgimento de um curso d’água (TEODORO *et al.*, 2007).

Assim, se coloca que uma nascente de rio perene corresponde à uma cabeceira, olho-d'água, insurgência, mina de água ou fonte, e diz respeito ao local onde se inicia um curso de água, independente do porte. Se situa junto ao nível de base geral, na forma de pontos de descarga de aquíferos suspensos ou hidrogeologicamente controlados (MEYER *et al.*, 2003). O “Dicionário Geológico-Geomorfológico” do IBGE (GUERRA; GUERRA, 1993) define nascente, sob o aspecto ambiental, como uma área onde há a exsudação natural de água subterrânea de forma a possibilitar a formação e a sustentabilidade de uma biocenose associada à água que disponibiliza.

Em se tratando ainda de rios perenes, é comum se caracterizar o acúmulo de água em determinadas áreas como nascente ou olho d'água; no entanto, se a água disponível procedente do subsolo não for suficiente para a manutenção do ecossistema ao qual se associa, esta área não se caracteriza como tal (GUERRA; GUERRA, 1993). A proveniência desta água pode ser “autóctone, ou seja, proveniente da precipitação que ocorre na área de recarga e se infiltra *in situ* ou de forma concentrada através de sumidouro ou “ponor” ou, por outro lado, pode ser alógena, tendo origem em áreas exteriores ao aquífero. Coloca-se, no entanto, que geralmente as nascentes de rios perenes são compostas por sistemas mistos (GUERRA; GUERRA, 1993, p.52).

As nascentes de rios intermitentes, por outro lado, são aquelas que apresentam fluxo de água apenas durante a estação das chuvas e por alguns poucos meses após o término dessa, e secam durante a estação seca, quando o nível do lençol freático baixa e acaba a alimentação para o a área coletora das águas (SOUZA *et al.*, 2019). Representam, assim, apenas nichos hidrológicos coletores e receptores de águas pluviais, os quais permitem a recarga do lençol freático que sustenta o fluxo hídrico por certo intervalo tempo. Mostram-se dissecados na forma de regos e ravinas, formando as chamadas cabeceiras fluviais (JULIAN, 2018).

As nascentes de rios, perenes ou temporários, são fontes críticas de água, sedimentos, e conectividade, nutrientes, matéria orgânica e habitat. Apesar de sua importância, a maioria das nascentes apresenta-se não mapeada e desprotegida, devido ao seu pequeno tamanho e à frequente intermitência do fluxo, e frequentemente dependem exclusivamente da observação de campo para serem identificadas (JULIAN, 2018).

No Estado do Ceará, Nordeste semiárido brasileiro, o maior curso fluvial, o Rio Jaguaribe, é um rio do tipo temporário, tal qual a maioria dos rios nordestinos (LINS, 1960; CLAUDINO-SALES, 2002). Por ter seus braços e calhas principais sem água por longo período, e devido à sua grande extensão, o Rio Jaguaribe ficou conhecido durante muito tempo como o maior rio seco do mundo, hoje perenizado em função da construção de sucessivas barragens no seu leito. Ainda assim, um grande número de afluentes permanece seco por vários meses, e somente no período chuvoso (primeiro semestre de cada ano) a água escorre pelas calhas e córregos. Essa característica

de aridez (que se diferencia na sub-bacia do Rio Salgado, onde há ‘nascente’ e ‘olho d’água’ perenes), dificulta a indicação da sua origem.

Assim, uma questão mostra-se polêmica em relação a esse rio: trata-se da definição de sua nascente principal, fato que até o momento é motivo de controvérsias. Os mapas oficiais atuais, à exemplo dos publicados pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) e pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), fazem referência à Serra da Joanhina, localizada no Município de Tauá, região dos Inhamuns, centro-oeste do estado, como sendo a principal nascente desse rio. No entanto, o dado carece de exatidão técnica, tendo em vista que se baseia na análise de mapas antigos, das décadas de 1970 e 1980, que não têm precisão geomorfológica e topográfica.

As dúvidas quanto à localização das nascentes do Rio Jaguaribe foram inicialmente apontadas por técnicos do escritório regional da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - COGERH, responsáveis pela Bacia do Alto Jaguaribe. Após visitas preliminares à área, realização de entrevistas com moradores e levantamentos em mapas de cursos de rios e riachos na região, esses técnicos apontaram outras possibilidades sobre a localização da principal nascente do rio, considerando o fato de que muitos cursos fluviais têm várias nascentes, porém existe uma principal, que deve ser a que apresenta a calha mais extensa e mais larga.

Buscando dirimir a polêmica, pesquisadores da Universidade Estadual do Ceará (UECE), técnicos da COGERH e estudiosos de outros órgãos uniram-se com o propósito de realizar exploração e levantamento na área que compreende parte dos municípios de Independência, Tauá e Pedra Branca, situados no segmento centro-oeste do estado, região onde os levantamentos preexistentes indicam se situar a nascente principal desse rio. O objetivo da expedição científica foi determinar, de maneira metódica e sistematizada, com a utilização de precisão geodésica e cartográfica, a exata localização de principal nascente do Rio Jaguaribe, a mais distante da sua foz.

A definição da nascente principal do Rio Jaguaribe mostra-se necessária, não apenas por uma questão de precisão geográfica, mas também por razões práticas. Cita-se, por exemplo, o projeto técnico celebrado entre a Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará (SRH), a Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA), a COGERH e a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), denominado “Cílios do Jaguaribe”. O objetivo do projeto “Cílios do Jaguaribe” é realizar a recuperação da matar ciliar (com plantio de mata nativa) em área de seis hectares na nascente principal do Rio Jaguaribe, e 20 ha em trechos urbanos banhados por este rio.

Assim sendo, para se definir a área a ser recuperada pelo projeto, faz-se necessário existir uma definição precisa da nascente do rio. Cita-se ainda que o Rio Jaguaribe representa um elemento de grande importância histórica e econômica para o Estado do Ceará, fato que também justifica a

realização de estudos empíricos e sistematizados, com utilização de novas tecnologias, visando esclarecer e eliminar qualquer tipo de imprecisão quanto à localização da sua principal nascente.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA

Rio Jaguaribe significa, na língua indígena Tupi, “Rio das Onças” (NAVARRO, 2013). O Jaguaribe tem cerca de 633km de extensão e apresenta foz no Oceano Atlântico, na divisa dos municípios de Aracati e Fortim, no segmento nordeste do Estado do Ceará. A Bacia do Rio Jaguaribe ocupa mais de 50% do território cearense, e está dividida em Alto, Médio e Baixo Jaguaribe. A bacia inclui também as sub-bacias dos rios Salgado e Banabuiú, segundo o Atlas de Recursos Hídricos do Ceará – COGERH (2015) (Figura 1).

Historicamente, a Serra da Joanhina, em Tauá, segundo caracterizado pelos documentos antigos e oficiais, seria a nascente principal do Jaguaribe, a partir do Rio Trici, como indicado pela Figura 2. Diferentemente da literatura, populares apontam como uma possível nascente as proximidades das localidades de Santa Tereza, Livramento, São João e Grossos, onde há o sangradouro de um açude. Outros indicam que a nascente do Rio Trici seria a Lagoa de Santiago, a qual daria origem ao Rio Jaguaribe. Há também o Riacho da Timbaúba, além de outros que não têm nome na cartografia, que poderiam ser o ponto inicial do Trici. O mapa do IPECE aponta como origem a localidade de Bezerros, além de dois riachos, um deles denominado de Croá.

Coloca-se que no Município de Tauá existe um marco zero, instalado a cerca de 5 km da sede urbana, no encontro dos rios Trici e Carrapateiras, como indicativo da nascente do Jaguaribe (Figura 3). Porém, acredita-se que a nascente se encontra em outras regiões, mais elevadas, e não exatamente nesse ponto, que funcionaria na verdade mais como um atrativo turístico (FEITOSA, 2015).

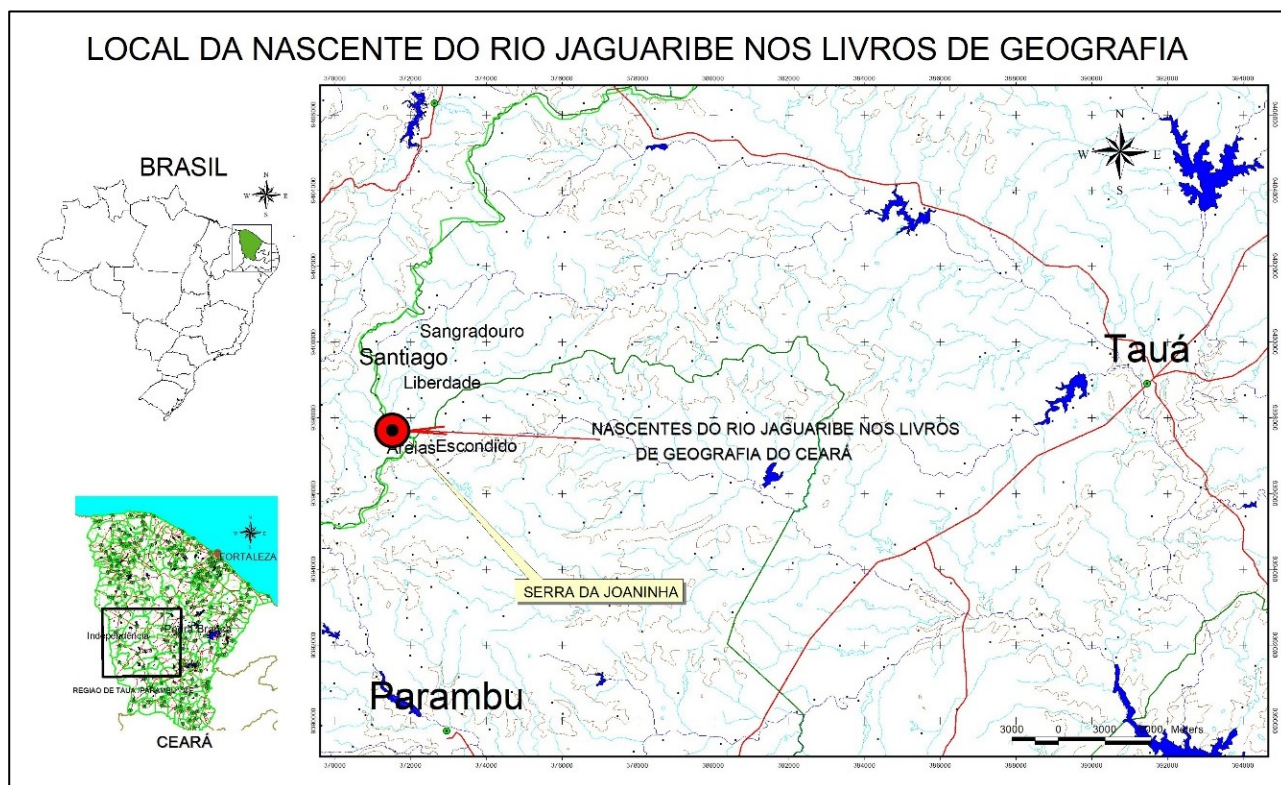
Tomou-se como hipótese que a área do Rio Carrapateiras seria a nascente do Jaguaribe. Tal hipótese deriva do fato desse rio estar em uma área mais elevada em relação ao nível do mar em comparação com o Rio Trici, e por apresentar maior extensão e calha mais larga. Por ser um rio tipicamente do semiárido, definiu-se como sendo a principal nascente a nascente de maior linha de fundo, ou seja, a mais distante da sua foz, com a distância mais a montante possível, independentemente de ter ressurgência de água ou não.



Figura 1 - Bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe, Estado do Ceará.

Fonte: COGERH.

Segundo a cartografia básica do IPECE e do IBGE, a nascente do Rio Carrapateiras estaria na Serra da Lagoa Seca (ou Serrote dos Morros), nas proximidades do Município de Mombaça. Nesta base cartográfica, o leito do Rio Carrapateiras tem extensão de cerca de 106 km, o que seria bem maior do que a extensão do Rio Trici, que tem comprimento em torno de 82 km, se comparado nos mapas oficiais.



**Figura 2** - Recorte do mapa do Município de Tauá, com ênfase para a região onde é reconhecida pela maioria da população local como sendo a nascente do Rio Jaguaribe.

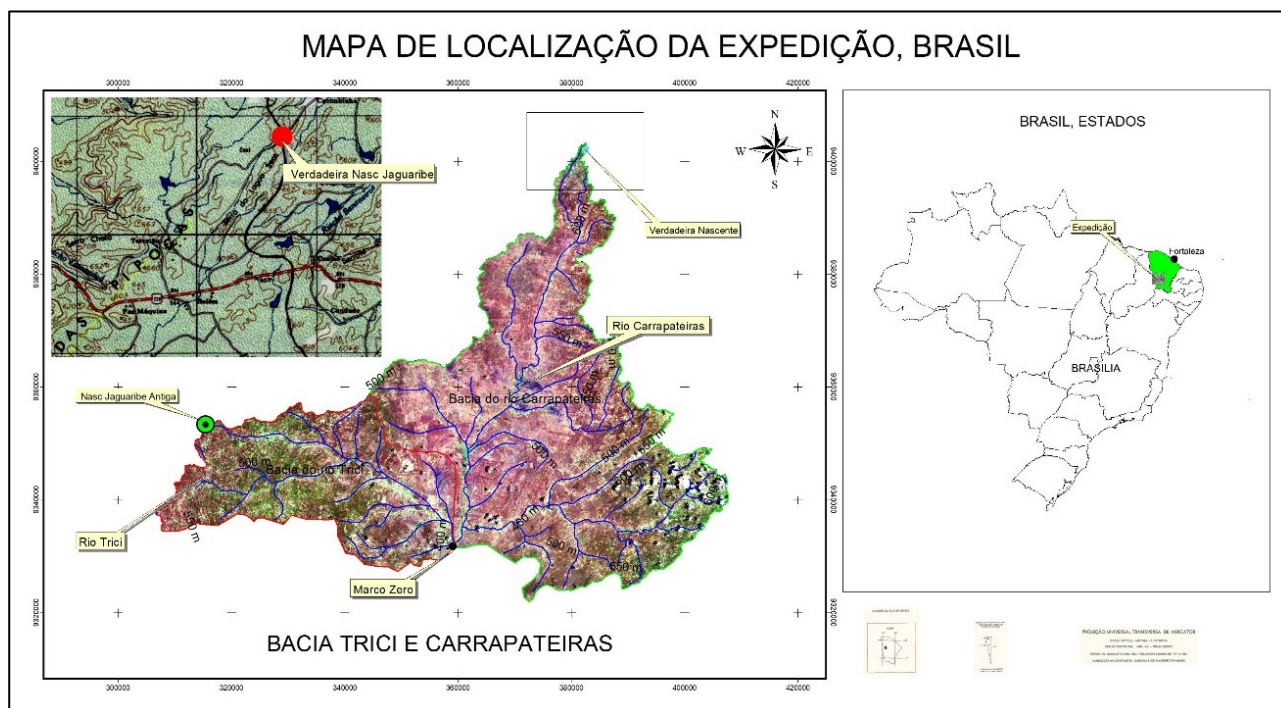
**Fonte:** Adaptado do IPECE por MORAIS, J. S. D.

Assim, a literatura atual, que indica a origem do maior e mais importante curso de água do Estado do Ceará como sendo a Serra da Joaquina, em Tauá, está sob suspeição, como evidencia os resultados desta pesquisa.

### 3. METODOLOGIA

O novo código florestal brasileiro aprovado pela Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012, traz a definição de nascente como sendo afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água. Observa-se nessa definição a ausência de nascente superficial/temporária, como é o caso do estudo desse trabalho, já que se trata de um rio efêmero ou temporário. No que diz respeito ao principal curso de água de uma bacia, segundo a resolução da Agência Nacional de Águas (ANA) Nº 399, de 22 de julho de 2004, em uma confluência será considerado como curso d'água principal aquele cuja bacia hidrográfica tiver a maior área de drenagem.

Para definir essas situações em relação ao Rio Jaguaribe, os técnicos e pesquisadores da COGERH e UECE realizaram, nas últimas semanas de 2019, duas visitas ao Município de Tauá, percorrendo trechos da Serra da Joaquina e o vale dos rios Trici e Carrapateiras, afluentes desse rio. Riachos e fazendas foram também visitadas, em busca de uma definição mais precisa da origem do curso d'água.



**Figura 3** - Imagem ilustrativa das duas sub-bacias, com ênfase para a região do marco zero, onde é reconhecida pela maioria da população local como sendo a nascente do rio Jaguaribe.

**Fonte:** Imagens LandSat 8.

Os trabalhos de campo contaram com o auxílio de pesquisa documental, bibliográfica, entrevistas informais, além de levantamento técnico geodésico e topográfico com a utilização de drones. O objetivo foi realizar uma expedição geográfica definitiva, tendo como objetivo levantar parâmetros topográficos e geodésicos de precisão para fundamentar o estudo de redefinição exata da principal nascente do Rio Jaguaribe (Figura 4).

A metodologia utilizada baseou-se em mapas e cartas digitalizadas do IBGE e IPECE na escala de 1:100.000, já existentes, em imagens de satélites de alta resolução espacial do GoogleEarth, atualizadas com imagens da constelação PLANET adquiridas pela COGERH (com precisão espacial de 2 e 3 metros em bandas multiespectrais), e modelo digital de elevação – MDE do projeto SRTM-Shuttle Radar Topograph Mapping da NASA/USA (de 30 metros interpolada até 10 metros). Esse conjunto de dados possibilitou uma primeira análise da região em estudo, contando ainda com a ajuda técnica e operacional das regionais da COGERH de Limoeiro do Norte e de Quixeramobim, além de grupo de apoio na sede Fortaleza.

Para determinação exata com precisão topográfica na escala 1:500 e para a fundamentação e validade técnica e sua homologação oficial, a expedição foi tomada por um grande aparato instrumental para levantamentos de campo, baseado em GPS Geodésico de alta precisão, Estação Total, computadores e drones (Figura 5).



O planejamento de campo foi realizado com o uso do *software* de geoprocessamento *Arcgis* (ESRI) na versão 10.4 do Laboratório de Cartografia Digital – LCDG-UECE, além do *Qgis*, usando ainda aplicativos *GoogleEarth*, *Dronedeploy* e *Agisofotoscan* (Figura 6).

No levantamento com Dronecom, utilizou-se os equipamentos da DJI da série *Phantom4* e *Phanvic* (drone híbrido *Phantom3 advanced*, com característica de uma plataforma *Dji Mavic*). Fotografou-se, com o uso de aplicativo *Dronedeploy*, uma área de 64 ha, em uma altitude de 150 metros que resultou em imagens com resolução de 6,4 cm/pixel, por meio de dois sobrevoos com 150 fotos cada, tendo sido identificado e demarcado em campo 14 pontos de controle e uma nuvem de pontos apoiada em valores geodésicos de precisão.



**Figura 4** - Expedição em campo.

**Fonte:** Laboratório de Cartografia Digital LCDG/UECE e COGERH 2020.



**Figura 5** - Levantamentos geodésicos e topográficos.

**Fonte:** Laboratório de Cartografia Digital LCDG/UECE e COGERH 2020.



**Figura 6 -** Planejamento de voo com Drone/ Dronedeploy.

**Fonte:** Laboratório de Cartografia Digital LCDG/UECE e COGERH 2020.

Para o levantamento topográfico definitivo foi utilizado posicionamento por PPK, criado um ortomosaico georreferenciado, com base nos marcos em bases definidas em campo e fotografadas com os drones ajustadas com GPS geodésico da marca *Trinble*, modelo R8GNSS/R6/5800, e uma Estação Total também da *Trinble*, modelo M3/DR 2, para reajuste de posicionamento e maior acurácia topográfica e maior densidade de pontos de ajustes.

Criado o ortomosaico MNT e MDT e tendo sido ajustado os pontos de controles demarcados em campo, foi possível criar curvas de nível com precisões submétricas, e identificar o ponto exato da nascente verdadeira do Rio Jaguaribe do ponto de vista de sua maior linha de fundo.

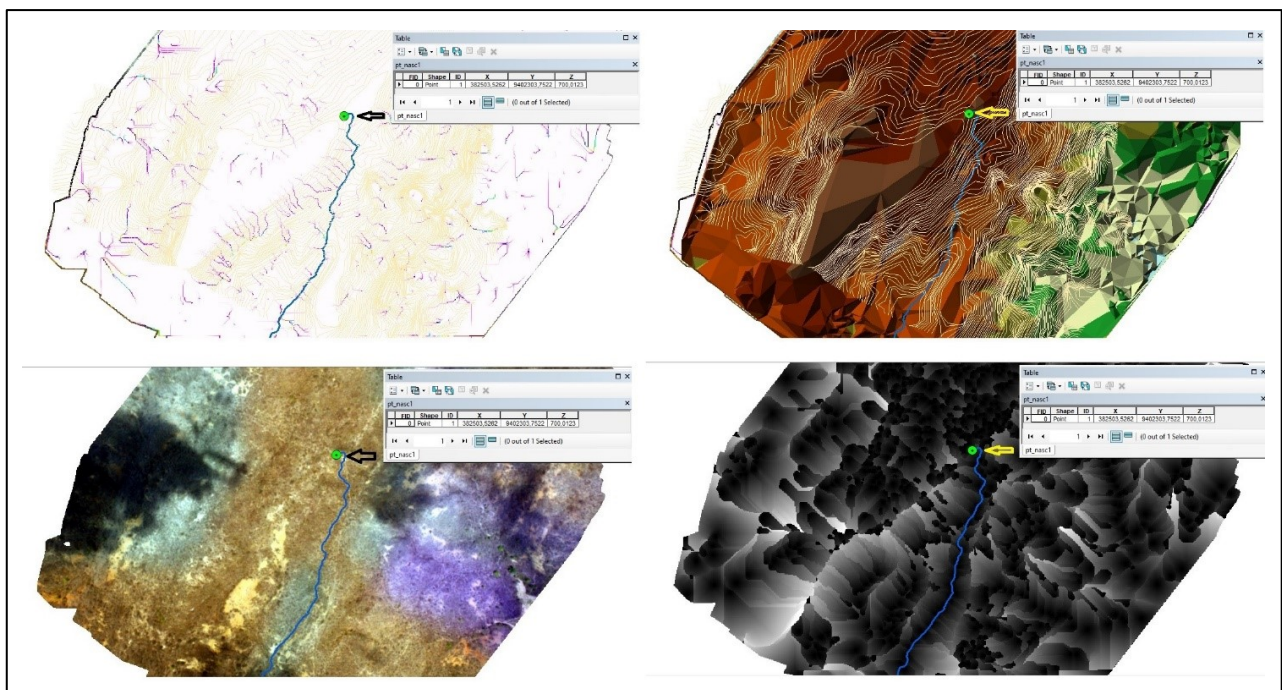
Para definição da drenagem do sistema hídrico analisado, foram utilizados os dados e os parâmetros obtidos através do voo aerofotogramétrico com drone. Realizou-se, ainda, as etapas de pós-processamento para obtenção dos fluxos de drenagem de modo automático, que também fazia parte do objeto de estudo.

O pós-processamento foi iniciando com a construção do modelo numérico do terreno MNT e correção dos “*sinks*”, através do recurso “*fill sinks*”, disponível no *software* ArcGIS. Os “*sinks*” caracterizam-se por áreas rodeadas por elevações com valores de cotas superiores, semelhantes a uma depressão. Este tratamento foi importante devido os “*sinks*” configurarem-se como fonte de erro ao escoamento durante a aplicação de modelos hidrológicos.

Após esta fase foi obtido o MNT ajustado, usado para obtenção das direções de fluxo e fluxo acumulado respectivamente. A direção de fluxo de água na rede de drenagem foi obtida pela função “*flow direction*”, que gerou uma grade regular definindo as direções de fluxo, tomando-se por base a linha de maior declividade do terreno. A grade numérica gerada, determinou a direção de

maior declividade de cada “pixel” em relação a seus oito “pixels” vizinhos; assim, ocorre a descrição numérica da direção que a água deve percorrer após atingir cada “pixel”. O fluxo acumulado é um parâmetro que indica o grau de confluência do escoamento e foi extraído através da grade gerada anteriormente (“*flow direction*”), com o recurso “*flow accumulation*”, representando assim a rede hidrográfica contida no MNT.

A partir disso, foi possível montar nova grade contendo os valores de acúmulo de água em cada “pixel”. Desse modo, cada “pixel” recebeu um valor correspondente ao número de “pixels” que contribuem para que a água chegue até ele, e após isso através da calculadora raster extraiu-se somente pixels com valores maiores que 10. A definição de pixels com valores maiores que 10 foi definido pelo fato de que valores menores do que esses não são processados por laptops de uso acadêmico, e geram grande cisalhamento dos *shapes*. Esse limite tecnológico no entanto não desqualifica o processo de análise, visto que valores maiores que 10 parecem ser suficientemente precisos, inclusive porque o posicionamento definitivo do ponto e a linha final do curso d’água foram realizados com GPS geodésico na casa de centímetros, através do modo navegação acompanhado de processamento em gabinete. Com este recurso foi possível criar as redes de drenagem pixel a pixel com linhas de valores de drenagens sobrepostas aos caminhamentos feitos em campo com gps geodésico e de navegação (Figura 7).



**Figura 7** - Cartas mostrando Linhas de drenagem, MDT, ortofotocarta e modelo de drenagem no Arcgis identificando de modo automático a nascente e o primeiro escoamento do Jaguaribe.

**Fonte:** Laboratório de Cartografia Digital – LCDG/UECE 2020.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a análise do material obtido com os dados de campo e gabinete, fez-se as indagações pertinentes à expedição científica em questão: “de onde vem a mais longínqua gota de água do Rio Jaguaribe? vem da região do Rio Trici situado na Serra da Joanhina? ou vem da região do Rio Carrapateiras, localizado na Serra das Pipocas?”. Considerou-se que a origem/nascente de um rio pode definir a extensão percorrida pelas águas desse rio até desaguar no mar.

Todas as linhas catalogadas sempre apontaram como sendo Tauá o município de origem do Rio Jaguaribe. Essa afirmativa não se materializou, de acordo com os trabalhos realizados. Com efeito, o presente estudo indica que a nascente desse rio se encontra localizada no Morro da Lagoa Seca, na Serra das Pipocas, nos limites entre os municípios de Tauá, Pedra Branca e Independência.

Para chegar a esta conclusão foi considerado a maior altitude do Rio Carrapateiras, que chega a mais de 700 m, enquanto a região do Rio Trici apresentou uma altitude que alcançava um pouco mais de 600 m. A extensão dos rios dessas duas sub-bacias até o encontro entre ambos, no marco zero (ver Figura 5), que fica um pouco abaixo da cidade de Tauá, também foi considerada.

Nesse aspecto, enquanto o Rio Carrapateiras mediu 114 km de extensão, o rio mais extenso da sub-bacia do Trici mediu 86 km. Considerando o que rege a resolução da ANA citada acima, a área da bacia hidrográfica do Carrapateiras, segundo o IBGE (1999), possui uma extensão de 2.224 km<sup>2</sup>, enquanto a área do Trici mede 921,75 km<sup>2</sup>. A figura 5 ilustra as medidas pelo GoogleEarth com a sobreposição da base cartográfica de drenagem do IPECE.

Assim, de acordo com os dados de altitude, extensão do rio e área da bacia hidrográfica, considerou-se que as nascentes do Rio Jaguaribe estariam localizadas na região das nascentes do Riacho Carrapateiras. Depois dessa conclusão, os trabalhos de campo se concentraram para averiguar a principal nascente deste riacho.

Pelos trabalhos desenvolvidos em campo nessa pesquisa, foi percebido nitidamente que de fato existe uma área de nascente (Figura 8 - 1) e a nascente propriamente dita (Figura 8 - 2). A área de nascente seria a parte geomorfológica/topográfica onde as águas que ali se precipitam convergem para o mesmo curso d'água. A nascente, por sua vez, seria o local onde o terreno concentra o primeiro filete de água, oriundo das águas pluviais na maior parte das vezes, e não se diferencia do local de início da erosão linear. Ela foi caracterizada em campo através da retirada de sedimentos e definição de início de um pequeno vale (Figura 8 - 1) que vai aumentando na direção que se distancia do ponto inicial (Figura 8 - 3), o qual se localiza em torno de 500 metros abaixo do início do vale (Figura 8- 2). Estas fotos correspondem à nascente Belém 1, a segunda em ordem de tamanho do Jaguaribe, detalhada posteriormente.



**Figura 8** - Fotos 1, 2 e 3, mostrando a área de uma nascente, a nascente e o aumento do leito fluvial.

**Fonte:** Cogerh, dezembro de 2019.

Assim, nas visitas em campo foi diagnosticado que na área da Serra da Lagoa Seca existem duas nascentes principais que dariam origem ao Carrapateiras (Figura 9). Neste trabalho foi nomeado, a título de melhor compreensão, como sendo as nascentes Belém 1 e Belém 2. Esses nomes derivam da localidade onde se encontra a confluência destes dois riachos conhecida por Belém. Levando em consideração a altitude, extensão do riacho e a área da microbacia hidrográfica, chegou-se à conclusão de que a maior nascente do Rio Carrapateiras seria a compreendida pelo Riacho Belém 2, conforme a figura 9.

Enumeramos a seguir as principais características da área consideradas para ser a mesma definida como a principal nascente do Rio Jaguaribe:

- 1) A maior altitude encontrada do Riacho Belém 2 chega a 710 m, enquanto a localização do Riacho Belém 1 chega a 700 m. A extensão dos dois riachos partindo das nascentes até a confluência, localizada na comunidade de Belém (Figura 9), originou a medida de 5,2 km para o Belém 2 e 4,8 km para o Belém 1.
- 2) Assim como foi considerado o ponto mais importante no levantamento entre os rios Carrapateiras e Trici, seguindo o que rege a resolução 399 de 2004 da ANA (sobre em

cada confluência entre rios/riachos ser considerado como o principal o de maior extensão territorial da bacia hidrográfica), verificou-se que neste caso a microbacia do Belém 2 chegou a 3,0 km<sup>2</sup>, enquanto a área do Belém 1 mediu 2,8 km<sup>2</sup>.

- 3) A figura 10 – 4,5,6 mostra exatamente a sequência levantada em campo da nascente do Belém 2. A Figura 10-4 é a área da nascente, limite topográfico que divide as águas para a bacia do Poti, Banabuiú e Jaguaribe. A Figura 10-5 é o início do vale fluvial, ou seja, local onde já se forma o primeiro filete de água; a Figura 10-6 mostra a sequência evolutiva do riacho a 1 km abaixo de seu início.
- 4) Após os trabalhos de campo, com os levantamentos precisos, ficou bem identificado e demarcado que a nascente do Belém 2 nas coordenadas do fuso 24UTM: 9.402.303,7522N 382.503,5262E corresponde à principal nascente do Riacho Carrapateiras e, por consequência, a principal nascente do Rio Jaguaribe (Figura 11).

Outro dado relevante resultante da pesquisa diz respeito ao fato de que foi possível descrever a extensão do Rio Jaguaribe e a extensão percorrida pela água desde a nascente principal até a desembocadura em sua foz no Município de Fortim, litoral Leste do estado do Ceará (ver Figura 1).

Considerando a partir do marco zero, do encontro dos rios Trici e Carrapateiras, ou seja, de onde o rio de fato passa a se chamar Jaguaribe, sem gerar dúvidas, a extensão percorrida até sua foz é de 566 km. Considerando o comprimento do Rio Carrapateiras até o marco zero, que é de 114 km, verifica-se que o comprimento percorrido pela água que se precipita no topo da principal nascente do Rio Jaguaribe até encontrar o oceano atlântico é de 680 km. A medida foi realizada acompanhando o traçado do curso fluvial pelas imagens de satélite do Google Earth (Figura 11). Mas essas medidas são maiores considerando-se o talvegue do rio, podendo chegar até 705 km.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

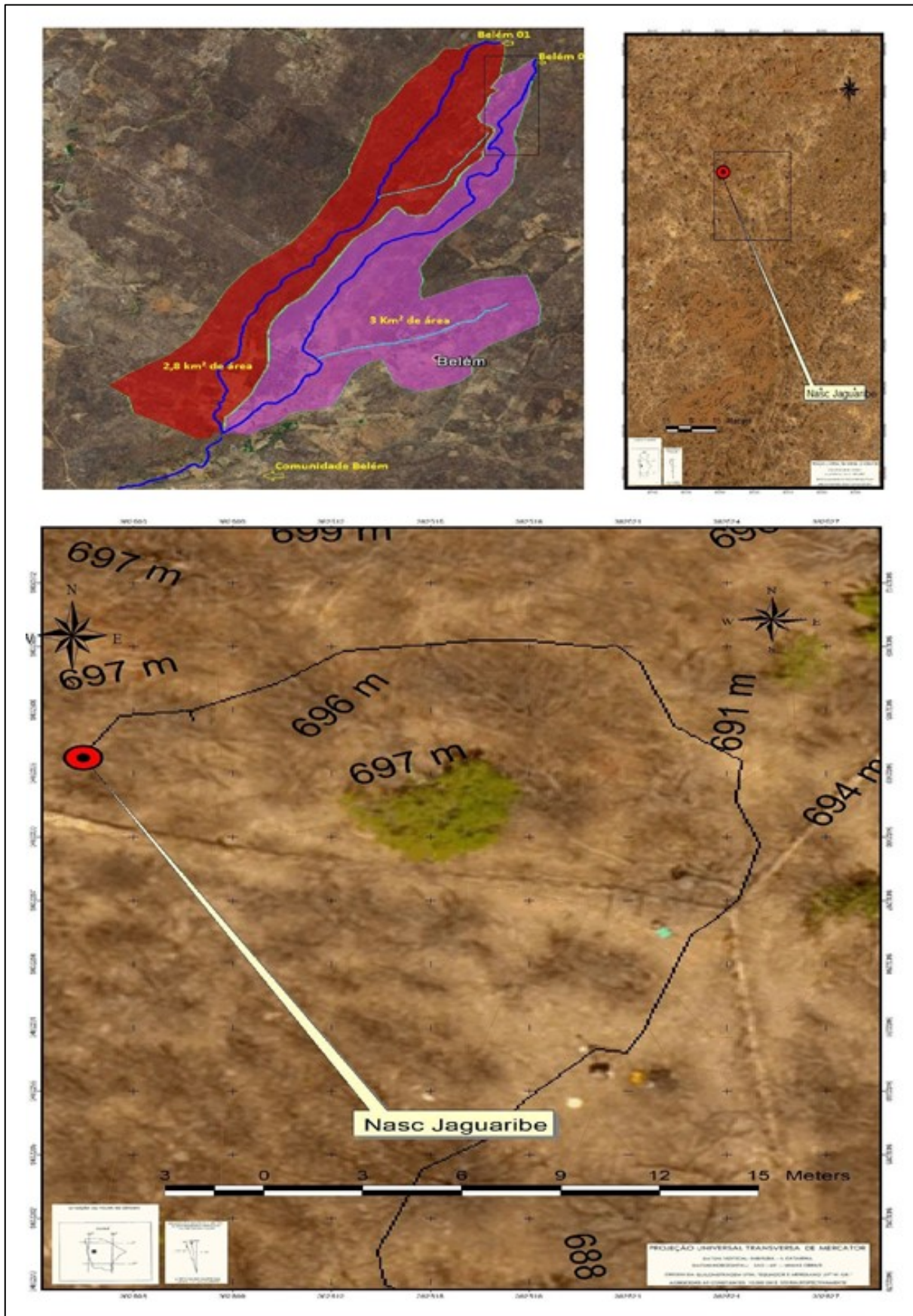
Estudos sobre dinâmica fluvial, bacias hidrográficas e seus componentes, como nascentes, são de fundamental importância para se conhecer as características ambientais de uma região, mostrando-se também importante para as decisões de gestão dos recursos hídricos de uma bacia.

O levantamento e estudo apresentado neste artigo teve como objetivo subsidiar um dado importante para o principal rio do estado do Ceará, detalhando através de levantamento bibliográfico, visitas de campo e trabalho de escritório, a sua principal área da nascente, assim como gerando outras informações relevantes.

Ficou evidenciado que é no Riacho Carrapateiras que se situa a nascente do Rio Jaguaribe. Como visto nas informações apresentadas, reconhece-se e ratifica-se aqui que a região da Serra da Lagoa Seca (denominação local), localizada na Serra das Pipocas, corresponde à área que se inicia o principal rio do estado do Ceará.

O levantamento e estudo elaborado atualiza ainda algumas informações relevantes quanto à real extensão do curso do rio, e faz correção de algumas imperfeições no divisor de águas das bacias na área de encontro entre as nascentes dos rios Jaguaribe, Poti e Banabuiú, de acordo com o mapeamento geográfico do Estado do Ceará, a partir dos dados georreferenciados do IPECE.

Esses resultados, fruto de um trabalho investigativo em campo com a utilização de novas tecnologias, enseja a alteração, nos livros de geografia e nos documentos oficiais do Estado do Ceará, da informação neles constantes, quanto à nascente do Rio Jaguaribe. Efetivamente, o presente estudo embasa uma nova informação que quebra o paradigma anterior, o qual deve ser revisado. Espera-se, assim, que o IPECE o IGBE, assim como as publicações escolares e acadêmicas, homologuem esse novo marco.



**Figura 9** - Imagem ilustrativa das duas Microbacias. Belém 1 e Belém 2.

Fonte: Imagens Drone PHANVIC DJI (2019). LCDG/UECE.





**Figura 10** - Fotos 4, 5 e 6: Sequência evolutiva do Riacho Belém 2.  
**Fonte:** Cogerh, dezembro de 2019.



**Figura 11** - Expedição em campo, coordenada UTM 9.402.303,7522N e 382.503,5262E, indicando a nascente principal do Rio Jaguaribe.

**Fonte:** Laboratório de Cartografia Digital – LCDG/UECE 2020.

**REFERÊNCIAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução nº 399 de 22 de julho de 2004. **Altera a Portaria nº 707, de 17 de outubro de 1994, do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, e dá outras providências.** Disponível em: [www.cnrh.gov.br/index.php?option=com\\_content&view...ana...399](http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_content&view...ana...399). Acesso em: 14 jan. 2020.

CLAUDINO-SALES, V. **Les littoraux du Ceará: évolution géomorphologique de la zone côtière de l'Etat du Ceará, Nord-est du Brésil.** 2002. 524 f. Tese (Doutorado em Geografia) -Departamento de Geografia, Universidade Paris-Sorbonne, Paris, 2002.

CÓDIGO FLORESTAL. LEI nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. **Institui o novo código florestal.** Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L12.651htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L12.651htm). Acesso em: 15 jan. 2020.

COGERH (Companhia de Recursos Hídricos do Estado do Ceará). **Atlas dos Recursos Hídricos do Ceará.** Disponível em <http://www.cogerh.com.br/atlas>. Acesso em: 15 jan. 2019.

FEITOSA, F. L. A. **Potencialidades turísticas do Sertão de Tauá, Região dos Inhamuns, Estado do Ceará.** 2015. 111 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Negócios Turísticos) – Centro de Estudos Sociais Aplicados, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2015.

FELIPPE, M. F.; MAGALHES JUNIOR, A. P. Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos d'água e propostas de especialistas. **Geografias**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 69-80, 2013.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico.** Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 648p.

HARRISON, W. **Mountains of the moon.** Londres: Random House, 1982. 420p.

IBGE - (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Diagnóstico ambiental da bacia do Rio Jaguaribe:** diretrizes gerais para a ordenação territorial. Salvador: IBGE, 1999. 77p.

IPECE - (INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATEGIA ECONÔMICA DO CEARÁ). **Mapas municipais.** Disponível em <http://www.ipece.ce.gov.br/mapas-municipais/>. Acesso em: 10 jan. 2019.

JULIAN, J. P. Channel heads. **Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences**, p. 1-5, 2018.

LINS, R. C. **Os rios da Carnaúba. Rio Mossoró.** Recife: Instituto Joaquim Nabuco, 1960. 148p.

MEYER, J. L.; KAPLAN, L. A.; NEWBOLD, D.; STRAYER, D. L.; WOLTEMADE, C. J.; ZEDLER, J. B. **Where Rivers are Born: The Scientific Imperative for Defending Small Streams and Wetlands.** San Francisco: Sierra Club Foundation, 2003. 24p.

NAVARRO, E. A. **Dicionário de Tupi antigo:** a língua indígena clássica do Brasil. São Paulo: Global, 2013. 624p.

SOUZA, K. I. S.; CHAFFE, P. L. B.; PINTO, C. R. S.; NOGUEIRA, T. M. P. Proteção ambiental de nascentes e afloramentos de água subterrânea no Brasil: histórico e lacunas técnicas atuais. **Águas Subterrâneas**, v. 33, n.1, p. 76-86, 2019.

TEODORO, V. L. L.; 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 ambiental local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, Araraquara, v. 20, p. 137-155, 2007.

Trabalho enviado em 04/04/2020

Trabalho aceito em 14/10/20