



Aplicação de SIG na geração de base hidrográfica ottocodificada: sub-bacia do rio Pirapora (Maranguape – CE)

Application of GIS in the Generation of an ottocoded hydrographic database: Pirapora River sub-basin (Maranguape-CE)

1. Gislania de Meneses Silva  <https://orcid.org/0000-0002-1343-1550>

1. Universidade Estadual do Ceará  Fortaleza, Ceará, Brasil

2. Lara Lima Lourenço  <https://orcid.org/0000-0002-3068-2378>

2. Universidade Estadual do Ceará  Fortaleza, Ceará, Brasil

3. Maria Lucia Brito da Cruz  <https://orcid.org/0000-0002-2202-923X>

3. Universidade Estadual do Ceará  Fortaleza, Ceará, Brasil

Autor de correspondência: gislaniamenteses@gmail.com

RESUMO

A bacia hidrográfica é amplamente reconhecida como a unidade territorial mais adequada para compreender os componentes e as dinâmicas das interrelações envolvidas no planejamento e na gestão do desenvolvimento, especialmente em escalas mais detalhadas. Nesse contexto, o método de codificação de bacias proposto por Otto Pfafstetter aprimora o gerenciamento das redes de drenagem, permitindo maior controle sobre os aspectos socioespaciais e suas consequências em todo o sistema hídrico. Assim, este estudo teve como objetivo desenvolver uma Base Hidrográfica Ottocodificada – BHO em nível 7 para a sub-bacia hidrográfica do Rio Pirapora, localizada em Maranguape, no estado do Ceará, gerando um conjunto robusto de informações geográficas e hidrológicas obtidas a partir de dados do satélite ALOS e analisando o nível de detalhamento da BHO desenvolvida com a base oficial disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Conclui-se que o processo de ottocodificação construído se mostrou satisfatório, devido à sua capacidade de organização e detalhamento, e que representa uma ferramenta estratégica para a gestão de recursos hídricos, subsidiando pesquisas e ações voltadas ao planejamento e à avaliação das bacias hidrográficas e suas redes de drenagem.

Palavras-chave: Recursos Hídricos; Planejamento; Pfafstetter.

ABSTRACT

The river basin is widely recognized as the most suitable territorial unit for understanding the components and dynamics of the interrelationships involved in development planning and management, particularly at finer scales. In this context, the basin coding method proposed by Otto Pfafstetter enhances the management of drainage networks, allowing for greater control over socio-spatial aspects and their consequences throughout the water system. Thus, this study aimed to develop an Otto-coded Hydrographic Base (BHO) at Level 7 for the Pirapora River sub-basin, located in Maranguape, Ceará state. This involved generating a robust set of geographic and hydrological information derived from ALOS satellite data and analyzing the level of detail of the developed BHO against the official base provided by the

National Water and Basic Sanitation Agency (ANA). The study concludes that the developed Otto-coding process proved satisfactory due to its organizational and detailing capabilities, and that it represents a strategic tool for water resource management, supporting research and actions aimed at the planning and assessment of river basins and their drainage networks.

Keywords: Water Resources; Planning; Pfafstetter.

Introdução

O planejamento e a gestão dos recursos hídricos têm evoluído de forma significativa nas últimas décadas, impulsionados pela incorporação de tecnologias de análise espacial, entre as quais se destacam os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Essas ferramentas permitem integrar, organizar e analisar grandes volumes de dados ambientais, possibilitando a compreensão das dinâmicas hidrológicas e subsidiando a tomada de decisão. Em um cenário marcado pelo aumento da pressão antrópica e pela crescente escassez de água, a avaliação criteriosa da disponibilidade hídrica e a elaboração de estratégias eficientes para mitigar impactos e promover a sustentabilidade tornam-se imperativas.

A aplicação de SIG na gestão hídrica representa um avanço estratégico, pois oferece recursos robustos para mapeamento, modelagem e monitoramento de bacias hidrográficas. Ao integrar bases de dados contendo atributos geográficos e representá-los em mapas, símbolos e relatórios tabulares, os SIGs permitem identificar padrões espaciais, hierarquizar redes de drenagem e simular processos, como fluxos de rios, tempos de viagem ou dispersão de poluentes (Yahya; Ahmed; Salih, 2023).

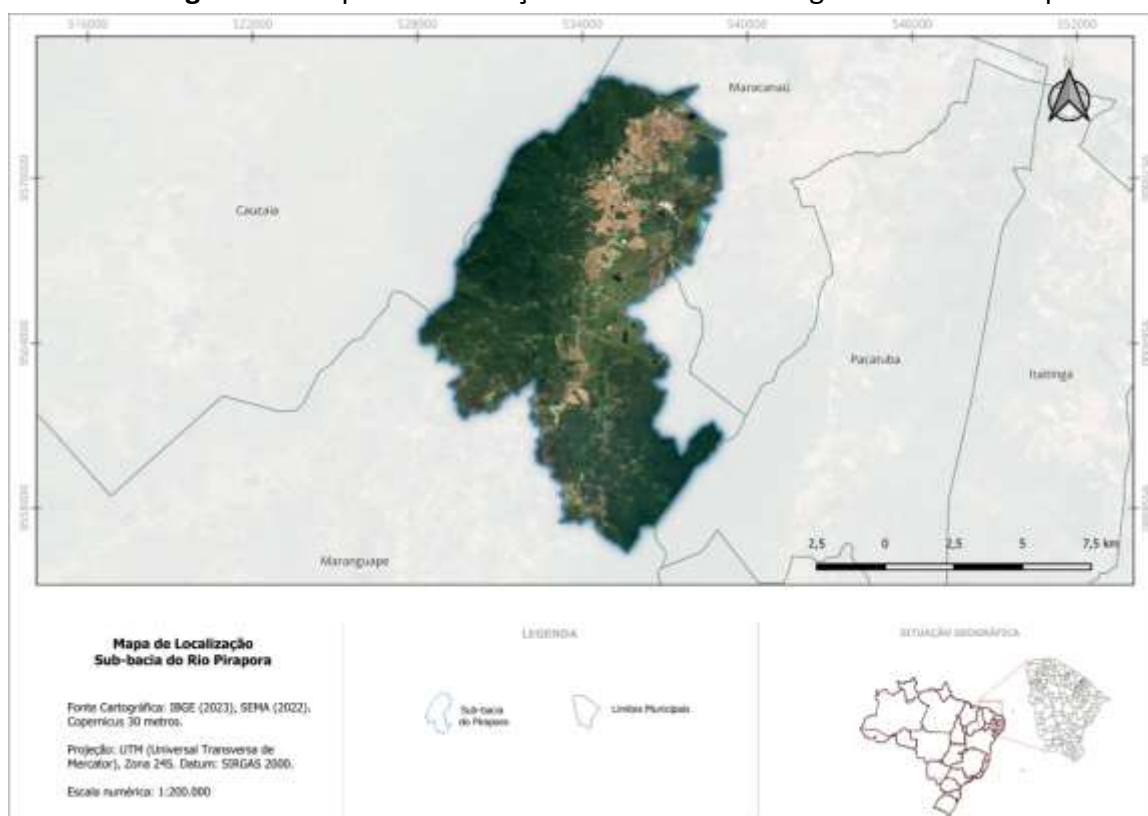
No Brasil, as bacias hidrográficas, reconhecidas pela Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/1997 (Brasil, 1997), como unidades básicas de planejamento, constituem a base para o desenvolvimento de ações e medidas estruturais e não estruturais, sendo essa abordagem reforçada pela Lei nº 11.445/2007 (Brasil, 2007) ao integrar a gestão hídrica à gestão ambiental.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo desenvolver uma Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) para a sub-bacia do rio Pirapora (Figura 1), localizada no município de Maranguape, Ceará, a partir de dados do satélite ALOS, para delimitação automática de limites e redes de drenagem, associadas à aplicação do método de Ottocodificação

para endereçamento hidrológico. Além disso, o estudo busca analisar o nível de detalhamento da BHO desenvolvida com a base oficial disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

O município de Maranguape é integrante da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF e, situado a cerca de 28 km da capital, possui 590,9 km² de extensão e uma população estimada em 113.561 habitantes, dos quais 76% residem na zona urbana (IPECE, 2016).

Figura 1 – Mapa de localização da sub-bacia hidrográfica do Rio Pirapora



Fonte: Autoras (2026)

Entre as metodologias aplicadas no contexto de gestão e mapeamento hidrográfico, destaca-se a proposta de Otto Pfafstetter (1989), conhecida como Ottocodificação. Esse método hierarquiza e codifica cursos d'água e suas respectivas áreas de contribuição, permitindo a construção de bases hidrográficas padronizadas e integráveis a diferentes escalas de planejamento. Essa metodologia aplicada a partir dos SIGs possibilita a criação de bases de dados hidrográficas de alta precisão, facilitando o gerenciamento e a análise integrada das unidades de drenagem (Yahya; Ahmed; Salih, 2023).

Além de suprir a ausência de uma base hidrográfica ottocodificada em escala compatível para a sub-bacia do Pirapora, o estudo busca compatibilizar o recorte das ottobacias com outras unidades ambientais de planejamento e fornecer subsídios técnicos e científicos para o município de Maranguape. Os resultados visam contribuir para o aprimoramento das estratégias de gestão integrada dos recursos hídricos, apoiando a formulação de políticas públicas e a implementação de ações voltadas à conservação, ao uso sustentável e ao monitoramento das bacias hidrográficas no estado do Ceará.

Metodologia

Os procedimentos operacionais da pesquisa se basearam em uma série de etapas ordenadas desde o levantamento bibliográfico, integração, processamento e geração de dados referentes à área da pesquisa, juntamente com o uso de técnicas de geoprocessamento. Desta forma, seguem as etapas desenvolvidas.

O levantamento bibliográfico foi a primeira fase da pesquisa, pautada na busca por trabalhos acadêmicos e científicos em fontes primárias, tais como artigos, dissertações e teses, referentes aos temas seguidos, para a identificação da área de pesquisa, da metodologia utilizada e da compreensão holística da área de trabalho. Posteriormente, foi realizada a etapa de levantamento do acervo geocartográfico, na qual foram feitas a verificação e a correção da coerência dos arquivos, uma vez que estes eram oriundos de fontes variadas. Os itens corresponderam à escala da informação geográfica, ao sistema de coordenadas, à projeção cartográfica e aos caracteres alfanuméricos contidos na tabela de atributos.

Utilizando o software QGIS 3.40.5 (desktop), todos os arquivos foram submetidos à projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) com coordenadas planas e datum Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, em sua realização do ano de 2000 - SIRGAS 2000, com o objetivo de padronizar as camadas sob um único sistema de projeção cartográfica.

O trabalho de campo foi feito a partir da observação de fatos e fenômenos concernentes à pesquisa, tendo como base uma fundamentação teórica. Desta forma, a análise e a interpretação possibilitaram compreender e explicar o objeto de

estudo. A partir disso, foram realizadas visitas de campo a fim de reconhecimento e aquisição de dados.

Delimitação da sub-bacia

A delimitação da sub-bacia hidrográfica do Pirapora foi realizada conforme o esquema (Figura 2).

Figura 2 – Etapas para a delimitação da sub-bacia hidrográfica do Pirapora



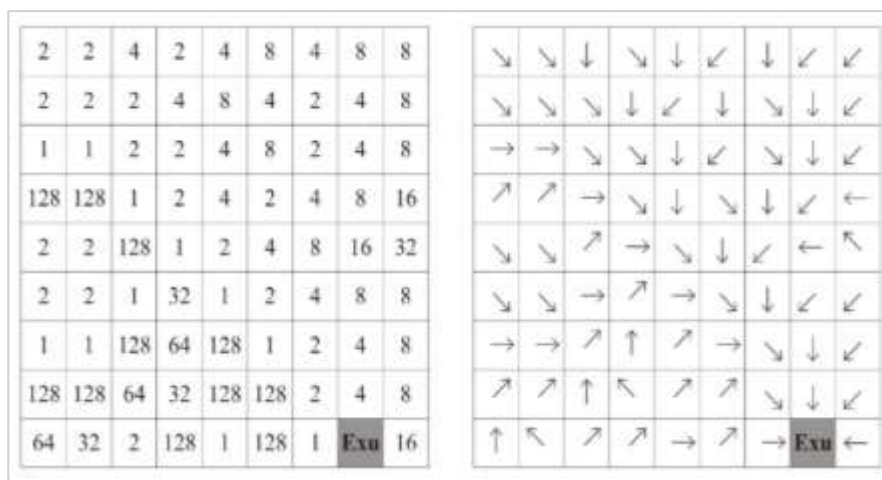
Fonte: Autoras (2026)

O primeiro dado coletado para a delimitação das sub-bacias foi o MDE (Modelo Digital de Elevação). Os dados do satélite ALOS PALSAR de 30 metros têm ampla aplicação em estudos de recursos hídricos e no mapeamento de bacias hidrográficas, devido à sua capacidade de representar feições do relevo com boa precisão. No contexto desta pesquisa, a base utilizada com resolução de 30 metros proveniente do ALOS permitiu uma delimitação mais precisa da rede de drenagem e a geração de subdivisões hidrográficas compatíveis com a escala de análise.

A delimitação automática das sub-bacias foi gerada a partir da extensão Spatial Analyst Tools - Hydrology, do software ArcGIS 10.2.2, versão estudantil. Para preenchimento de falhas presentes nas imagens ALOS, foi utilizada a ferramenta Fill da extensão Spatial Analyst Tools. No concernente à correção dessas falhas, foram consideradas as altitudes dos “pixels” vizinhos para preencher os “sinks”.

Após o preenchimento de falhas, foi determinada a direção de fluxo “flow direction”, calculada através do método determinístico considerando a direção de maior declividade (gradiente topográfico) de um pixel em relação a seus 8 pixels vizinhos (ESRI, 2003). Esse procedimento teve como finalidade montar uma grade digital onde o valor de cada pixel representa a direção do escoamento da água (Figura 3).

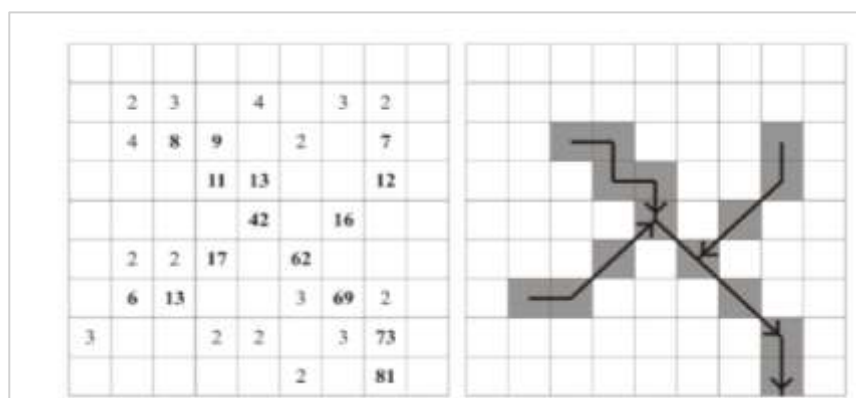
Figura 3 - Desenho esquemático da direção de fluxo dos pixels vizinhos com ênfase ao exutório (Exu) da grade



Fonte: Autoras (2026)

A etapa seguinte determinou a direção da acumulação de fluxo (Flow Accumulation), na qual o raster criado determinou a acumulação de fluxo a partir do Flow Direction, criado anteriormente (Figura 4).

Figura 4 - Desenho esquemático da direção do fluxo acumulado (flow accumulation)



Fonte: Tarboton, 1997.

Para gerar a rede de drenagem da bacia, foi determinado o tamanho da drenagem, a partir da qual a rede passou a ser considerada. Isto pode ser feito a partir de parâmetros, como um número mínimo ou percentagem de células que drenam para o ponto onde a

rede começa a ser traçada, ou ainda uma área mínima de contribuição para o limiar do traçado.

A partir disso, foi escolhido o modelo CON (Conditional) que determinou um teste lógico e retornou um resultado em relação à rede de drenagem. A condição estabelecida para criar o limiar, filtrando apenas os pixels significativos. Assim, foi utilizado o arquivo com a acumulação de fluxo para definir um valor aproximado de área.

Para a edição/visualização dos resultados gerados, os arquivos em formato raster foram transformados em arquivos na forma vetorial, através da ferramenta “Stream to Feature”. Na última etapa, as sub-bacias foram geradas automaticamente pela ferramenta “Watershed”, que as delimitou com base em um procedimento automático. Posterior à etapa de delimitação da sub-bacia do Pirapora, foi realizada a ottocodificação em nível 7.

Ottocodificação da sub-bacia

A etapa seguinte consistiu na ottocodificação da sub-bacia do Pirapora. A aplicação foi realizada com base na metodologia desenvolvida por Pfafstetter (1989), que dividiu a América do Sul em dez principais bacias hidrográficas (critério de área) às quais foi atribuído a cada uma um algarismo. A partir dessa atribuição, cada grande bacia do continente foi dividida em sub-bacias que receberam um novo algarismo. Além disso, a aplicação dessa metodologia permitiu a hierarquização da rede hidrográfica e a inserção da topologia no código, bem como a aplicação local e de fácil implementação computacional.

Nesse contexto, para o desenvolvimento de uma BHO para a sub-bacia do Pirapora, foi estruturada com dados geográficos armazenados por meio de entidades gráficas, aliado a essa premissa, o geoprocessamento com todo o aparato ferramental e o ambiente e a interação com Sistemas de Informação Geográfica – SIG proporcionaram a criação da BHO no software ARCGIS 10.2.2.

Por meio do ArcToolbox do ArcGIS, a subdivisão realizada com o ArcHydro resultou em um número maior de ottobacias quando comparada à base da ANA, evidenciando um nível superior de detalhamento hidrológico no modelo proposto. Esse maior grau de

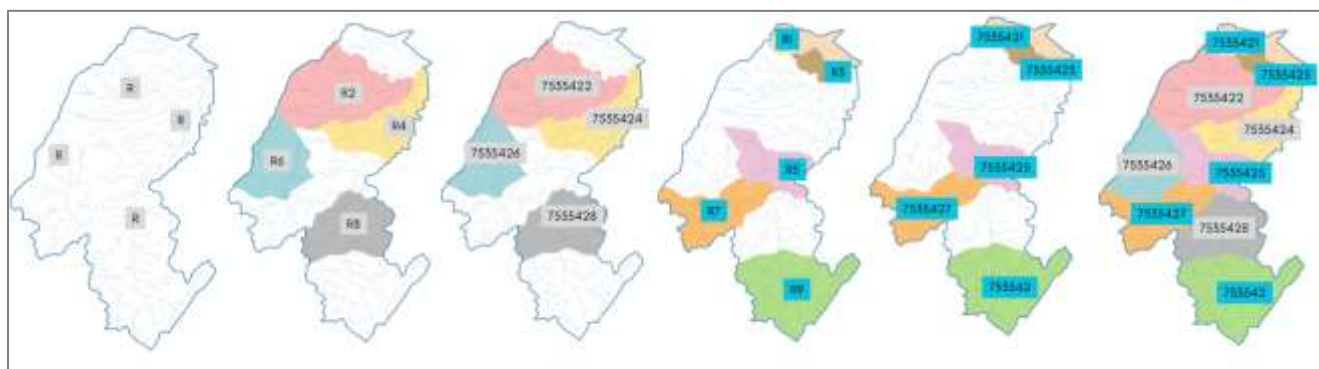
refinamento permite a identificação de cursos d'água de menor porte, bem como subdivisões mais precisas da rede hidrográfica.

Para a aplicação da metodologia de Otto Pfafstetter (1989), em nível 7, para a bacia do Pirapora, o rio principal da sub-bacia foi identificado e posteriormente foram codificadas as áreas dos afluentes, de acordo com a área de contribuição.

Seguidamente, foram identificados os quatro tributários com as maiores áreas de contribuição hídrica (de jusante para montante, acrescentaram-se os códigos 2, 4, 6 e 8). Por conseguinte, foram identificadas as últimas áreas (interbacias) que contribuem diretamente para a drenagem do rio principal (as áreas de contribuição desse trecho receberam os dígitos ímpares 1, 3, 5, 7 e 9).

Partindo da ottobacia gerada pela drenagem numérica do Hydrology, a qual recebe o código 753584 segundo Pfafstetter (1989), foi detalhada a ottocodificação em mais um nível (Nível 7), uma vez que a drenagem estava bem detalhada e delimitada para a sub-bacia do Pirapora. As etapas correspondentes à subdivisão do nível 07 (sete) da sub-bacia hidrográfica do Pirapora correspondem às informações a seguir (Figura 5).

Figura 5 – Etapas da subdivisão do nível 07 da sub-bacia hidrográfica do Pirapora.



Fonte: Autoras (2026)

Resultados e discussões

A obtenção de dados em uma escala adequada ao fenômeno em análise possibilita a realização de avaliações hidrológicas precisas, possibilitando a análise de processos locais, o planejamento de intervenções direcionadas e a gestão eficaz dos recursos hídricos.

O código possibilita identificar, de forma clara, a bacia hidrográfica localizada a montante do ponto selecionado, bem como o respectivo caminho do fluxo gerado em seu interior. A camada de fundo pode ser substituída por diferentes bases cartográficas, como mapas de uso e ocupação do solo, imagens de satélite ou mapas temáticos de Planos de Bacias, contendo informações detalhadas das sub-bacias ottocodificadas. Em qualquer uma dessas alternativas, será possível caracterizar a bacia de contribuição do ponto de interesse (Almeida et al., 2023).

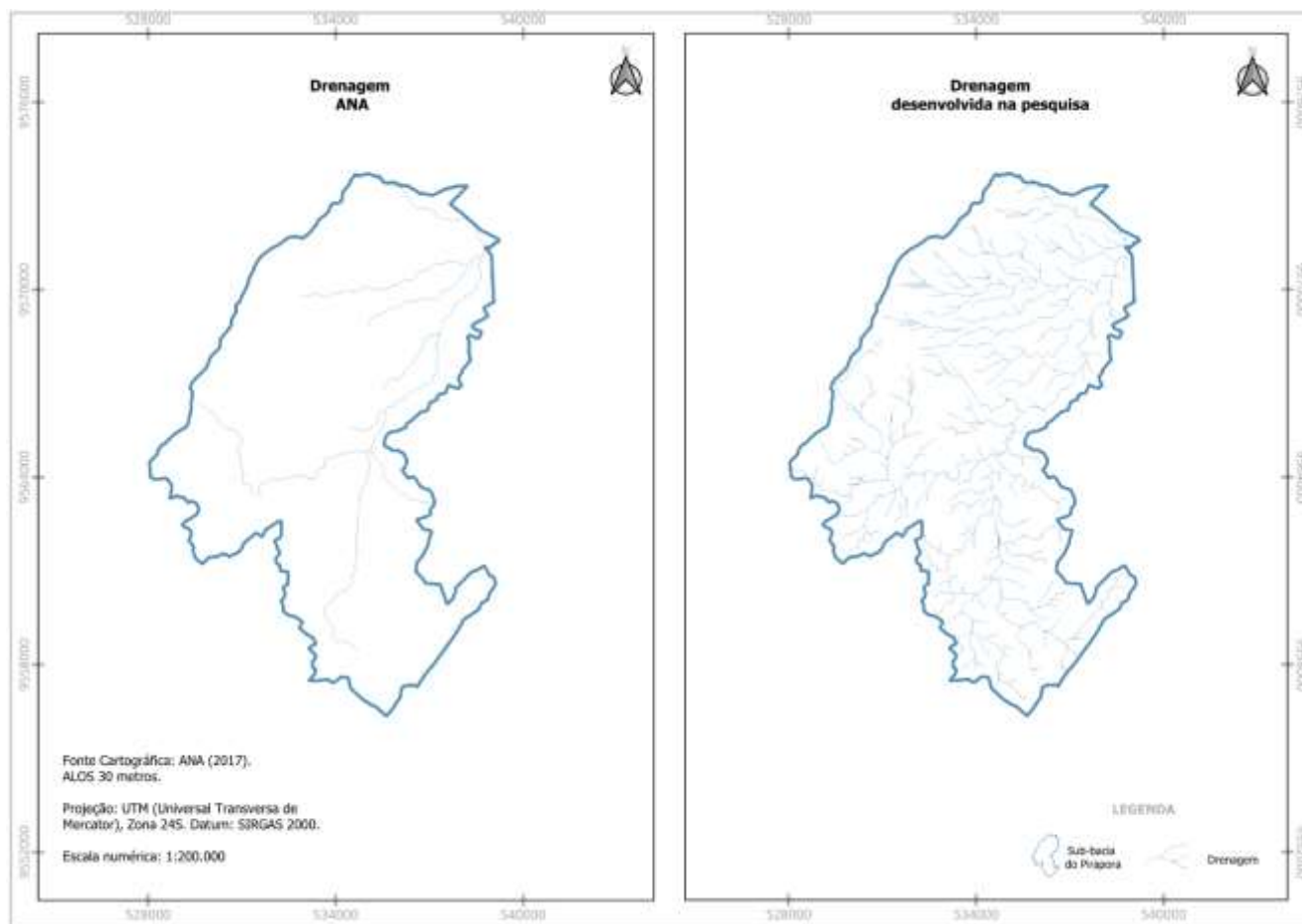
Logo, para a análise da compartimentação hidrográfica são utilizados como referência comparativa os dados de ottocodificação disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que constituem uma importante base oficial para a organização e representação das unidades hidrográficas no território brasileiro.

Entretanto, considerando a escala e o nível de generalização adotados nessa base, verificou-se que, para a área analisada, determinados cursos d'água de menor porte e suas respectivas áreas de contribuição não são representados com o mesmo nível de detalhamento observado a partir de dados de maior resolução espacial. Essa característica repercute diretamente na delimitação das ottobacias, resultando em unidades mais abrangentes e em uma compartimentação menos refinada da rede de drenagem.

Com isso, a Figura 6 apresenta a comparação entre a ottocodificação de nível 7 proveniente da base de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e aquela obtida por meio do modelo desenvolvido nesta pesquisa. Verifica-se que a base da ANA apresenta uma rede hidrográfica menos detalhada, caracterizada predominantemente pela representação dos cursos d'água principais, o que resulta em uma configuração mais generalizada da drenagem e, conseqüentemente, em um menor número de subdivisões e em ottobacias de maior extensão.

Em contrapartida, o modelo proposto proporciona maior detalhamento da rede hidrográfica, permitindo a identificação de tributários e cursos d'água de menor porte. Esse maior nível de detalhamento resulta em um número superior de ottobacias, com delimitações mais refinadas e maior correspondência com as características do relevo.

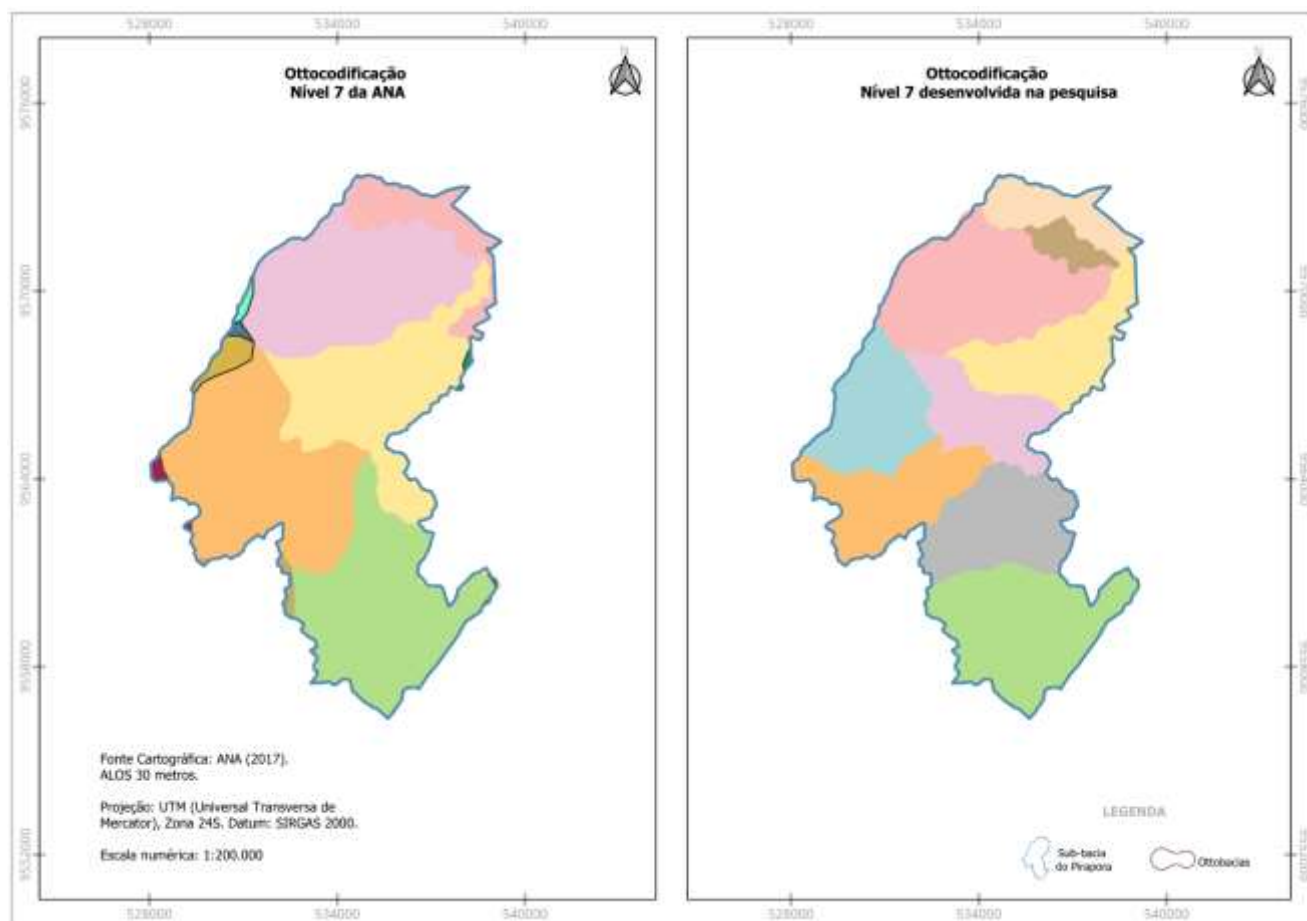
Figura 6 – Drenagem disponível pela ANA e a gerada a partir do Modelo.



Fonte: Autoras (2026)

Esse maior nível de detalhamento decorre da utilização de parâmetros de extração hidrológica mais sensíveis e de um MDE com resolução espacial compatível com a escala de análise, sendo fundamental para estudos que demandam abordagens em escalas mais detalhadas (Figura 7).

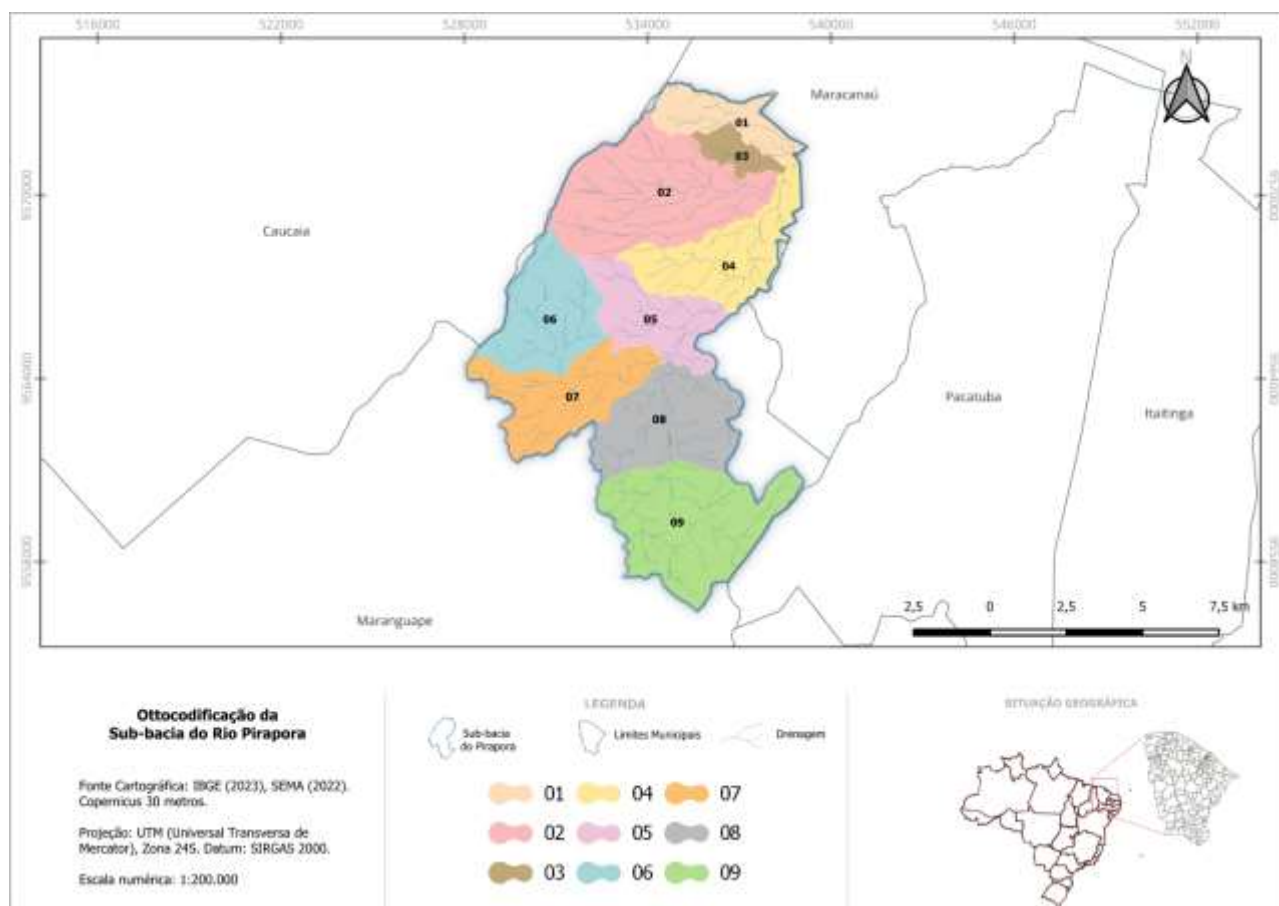
Figura 7 – Ottocodificação da ANA e a drenagem gerada a partir do modelo.



Fonte: Autoras (2026)

Os resultados do processamento SIG e a aplicação da metodologia permitiram identificar nove ottobacias (Figura 8 e Quadro 1), com áreas variando de 2,80 km² a 20,64 km². A menor unidade é a Ottobacia 03 com 2,80 km² e a maior é a Ottobacia 02 com 20,64 km².

Figura 8 – Ottocodificação da Sub-bacia hidrográfica do Rio Pirapora



Fonte: Autoras (2026)

Observa-se que as ottobacias apresentam variações significativas de área, refletindo diferenças morfológicas e hidrológicas internas à sub-bacia. As ottobacias 02 (20,64 km²) e 09 (19,3 km²) destacam-se como as de maior extensão, ocupando setores espacialmente mais amplos no mapa, associados a áreas de convergência da drenagem e a porções do relevo que favorecem a formação de unidades de maior dimensão. Em contrapartida, as ottobacias 01 (5,85 km²) e 03 (2,8 km²), localizadas em áreas mais restritas, correspondem a compartimentos menores, geralmente associados a cabeceiras de drenagem ou a setores com maior fragmentação do relevo.

Quadro 1- Ottocodificação de nível 07 da sub-bacia hidrográfica do Pirapora

Ottobacias	Códigos	Área em Km ²
01	7535421	5,85 km ²
02	7535422	20,64 km ²
03	7535423	2,8 km ²

04	7535424	13,81 km ²
05	7535425	10,02 km ²
06	7535426	11,64 km ²
07	7535427	12,51 km ²
08	7535428	13,45 km ²
09	7535429	19,3 km ²

Fonte: Autoras (2026).

A organização hierárquica obtida permite análises hidrológicas de alta precisão, como cálculo de áreas de contribuição, identificação de pontos críticos para manejo hídrico e planejamento de intervenções para controle de cheias, especialmente no contexto da Barragem do Maranguapinho, localizada no exutório da sub-bacia. Essa base hidrográfica ottocodificada também possibilita a integração com dados de uso e cobertura da terra, precipitação e solos, tornando-se uma ferramenta estratégica para a gestão integrada dos recursos hídricos e modelagem hidrológica.

A Ottobacia 01 (7535421), com 5,85 km², é drenada principalmente pelo Riacho São Bento, um curso de pequeno porte e regime predominantemente intermitente. Sua rede de drenagem se desenvolve no sopé do Maciço de Maranguape, em uma área sob intensa pressão antrópica, marcada pelo acúmulo de entulho, depósitos irregulares de resíduos e presença de linhas de transmissão e torres de energia.

Com 20,64 km², a Ottobacia 02 (7535422) é a maior unidade da sub-bacia, integrando importantes cursos d'água como os rios Pirapora (figura 9) e o Gavião. Localizada também no sopé do Maciço de Maranguape, a região possui diversos espelhos d'água artificiais de pequeno porte, formados pelo represamento de cursos fluviais, que contribuem para o lazer da população local. Destacam-se o Açude do Vavaú, o Açude Novo e o Cara Peba, que geram lagos artificiais e cachoeiras. Além disso, a área tem alguns pontos turísticos como o Cascatinha Aquapark e outros balneários da região.

Com 2,8 km², a Ottobacia 03 (7535423) corresponde a uma área de cabeceira de drenagem, localizada no setor norte da sub-bacia. Trata-se de uma unidade de pequena extensão territorial que é caracterizada por canais de primeira e segunda ordem e por maior fragmentação do relevo, representando zonas de nascente e início da rede hidrográfica.

Figura 9 – Rio Pirapora no período chuvoso



Fonte: Autoras (2025)

A Ottobacia 04 (7535424), com área de 13,81 km², corresponde ao exutório da sub-bacia do Rio Pirapora e abriga a Barragem do Rio Maranguapinho. Projetada para controle de cheias e mitigação de impactos a jusante, especialmente em Fortaleza, a barragem desempenha papel estratégico na gestão hídrica, atuando como ponto de retenção e regulação do fluxo e contribuindo para a redução de inundações periódicas.

Na Ottobacia 05 (7535425), com 10,02 km², os rios Sapupara e Gereraú drenam vertentes distintas: o Sapupara, na vertente ocidental do Maciço da Aratanha; o Gereraú, na vertente oriental do Maciço de Maranguape. Esses cursos se encontram dentro da unidade, formando o Rio Tangureira, que segue em direção à barragem do Maranguapinho.

A Ottobacia 06 (7535426) apresenta um setor intermediário da sub-bacia, situado a oeste da área central. Com uma área de 11,64 km² e uma rede de drenagem mais ramificada, funcionando como área de transição hidrológica, onde ocorre a convergência de tributários provenientes das cabeceiras para os cursos d'água de maior hierarquia.

Drenada pelo Rio Gereraú (Figura 8), a Ottobacia 07 (7535427), com 12,51 km², apresenta regime predominantemente intermitente, embora trechos semiperenes sejam observados nas áreas de nascente, beneficiadas por microclima mais úmido.

Figura 8 – Rio Gereraú no período chuvoso



Fonte: Autoras (2025).

A Ottobacia 08 (7535428) se refere a um trecho médio–inferior da sub-bacia, localizado ao sul, próximo ao exutório do sistema. Com área de 13,45 km², essa unidade concentra canais de maior ordem e exerce papel fundamental na condução e integração dos fluxos gerados nas ottobacias a montante, sendo estratégica para análises de escoamento, transporte de sedimentos e impactos cumulativos.

Por fim, a Ottobacia 09 (7535429), com 19,30 km², integra grande parte da drenagem do Rio Sapupara, responsável pelo escoamento da vertente ocidental do Maciço da Aratanha.

De modo geral, na sub-bacia do Pirapora, o relevo tem interferência direta no clima local e, conseqüentemente, nos processos erosivos que operam superficialmente. A abundância das chuvas impõe maior permanência ao escoamento fluvial, em que se

intensifica a capacidade de escavamento dos vales pela ação mecânica da água dos rios que originam feições morfológicas aguçadas, como as cristas.

Essas feições são intercaladas por vales estreitos, em forma de V, que demonstram a forte capacidade de entalhe da drenagem. A drenagem apresenta padrões dendríticos e subdendríticos, que revelam certa instabilidade por serem dotados de declives acentuados (CEARÁ, 1998).

A região é rica em reservatórios e açudes, alimentados pelos riachos serranos, mas, apesar disso, a rede hidrográfica da sub-bacia é basicamente constituída por riachos que apresentam regimes intermitentes. Somente a drenagem do platô e do flanco oriental do Maciço de Maranguape assume um regime semiperene e perene em função de condições climáticas mais úmidas (Cordeiro, 2014).

Considerações finais

A Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) desenvolvida apresentou resultados satisfatórios quando comparada à ottocodificação de nível 7 disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). A utilização dos dados do satélite ALOS possibilitou maior detalhamento da rede de drenagem e, conseqüentemente, uma compartimentação mais refinada das unidades hidrográficas nesse nível de codificação.

A aplicação da metodologia de Otto Pfafstetter permitiu, ainda, estruturar e hierarquizar as ottobacias de acordo com suas relações hidrológicas, proporcionando uma representação espacial mais detalhada da organização da drenagem na área de estudo.

Além disso, acredita-se que a construção de uma BHO integrada à gestão dos recursos hídricos e a todas as facetas que a integram poderá ser um instrumento útil no disciplinamento do uso do município.

A análise das nove ottobacias da sub-bacia evidencia a diversidade de características físicas, hidrológicas e ambientais da região. As áreas variam significativamente, de 2,8 km² na Ottobacia 03 a 20,64 km² na Ottobacia 02, refletindo diferenças no regime de drenagem, potencial de uso e vulnerabilidade ao meio socioeconômico.

As bacias de menor extensão, como as Ottobacias 01 e 03, apresentam cursos de água de pequeno porte e regime predominantemente intermitente, estando mais suscetíveis às

pressões urbanas e à degradação ambiental. Por outro lado, unidades maiores, como as Ottobacias 02, 04 e 09, apresentam maior capacidade de retenção hídrica e potencial de uso múltiplo, incluindo abastecimento, lazer e controle de cheias, especialmente onde se localizam reservatórios e barragens estratégicas.

A heterogeneidade do relevo, da cobertura vegetal e da ocupação do solo influencia diretamente a dinâmica de escoamento, transporte de sedimentos e qualidade da água em cada unidade. Assim, estratégias de gestão integrada e monitoramento contínuo são essenciais para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos, prevenir impactos urbanos e agrícolas e promover o uso racional da água na região.

Por fim, o desenvolvimento e a implementação dessa metodologia, sobretudo quando incorporada em um software, representam um avanço significativo na superação das limitações observadas nos métodos convencionais de organização, endereçamento e gerenciamento de grandes bases de dados de redes hidrográficas. Essa abordagem possibilita o processamento, a análise e a disponibilização de informações em tempo real, otimizando a tomada de decisão e fortalecendo as ações de gestão integrada dos recursos hídricos.

Referências

ALMEIDA, C. C.; KISSULA, J. C. J.; GUTERRES, B. S.; JESUS, J. A. O.; FERNANDES, C. S. F. **Balanço hídrico como representação do sistema acoplado água-sociedade: estudo de caso na bacia do Alto Iguaçu.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 25., 2023, Aracaju. *Anais [...]*. Porto Alegre: ABRHidro, 2023.

BRASIL. Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, jan. 2007.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, jan. 1997.

CEARÁ, Governo do Estado; Secretaria de Desenvolvimento Urbano - SDU. **Diagnóstico e macrozoneamento ambiental do Estado do Ceará.** Fortaleza, 1998. 3v.

CORDEIRO, A. M. N.; GARCEZ, D. S.; BASTOS, F. H. A influência dos componentes geoambientais e das intervenções antropogênicas nos movimentos de massa na sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape-Ceará. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 18, p. 135-154, 2014.

ESRI. Environmental Systems Research Institute. ARC/INFO v.7.1.1. **Help on Line**. Redlands, Califórnia: ESRI, 2003.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil Básico Municipal**, 2016.

PFAFSTETTER, O. **Classificação de bacias hidrográficas**: metodologia da codificação. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 1989.

YAHYA, B. M.; AHMED, K. A.; SALIH, A. M. Water Resources Management and Applications using GIS: An Overview. **Engineering and Technology Quarterly Reviews**, v. 6, n. 1, p. 65–73, jun. 2023. The Asian Institute of Research. Disponível em: ResearchGate. Acesso em: 27 ago. 2025.

Recebido: 22/01/2026 Publicado: 13/09/2026

Editor Geral: Dr. Eliseu Pereira de Brito