

XIV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

ANÁLISE FISIAGRÁFICA DA BACIA DO RIO DE JANEIRO, BA

*Rodolfo Novais Nogueira ¹; Luís Gustavo Henriques do Amaral ²; Edimar Souza Dias ³ & Juremá
Ariana Oliveira Silva ⁴*

RESUMO – A bacia hidrográfica do rio de Janeiro localiza-se no extremo oeste do estado da Bahia e possui papel representativo em termos turísticos e econômicos na região. Motivada pela implantação de projetos de modernização da agricultura no estado, a expansão agropecuária mudou totalmente a forma de ocupação do solo, podendo causar alterações significativas no regime hídrico da bacia. O objetivo desse trabalho foi caracterizar o balanço hídrico da bacia do rio de Janeiro. Para tanto, foi realizada a caracterização fisiográfica da bacia, a análise e tratamento de dados de precipitação e vazão e, além disso, obteve-se as variáveis anuais do balanço hídrico para a região. A bacia possui uma forma alongada, o que a torna pouco susceptível a inundações, apresenta uma rede de drenagem de ordem quatro e uma densidade de drenagem pobre. O relevo apresenta uma variação altimétrica de 442 m com uma declividade variando de 0 a 98%. Observou-se que a vazão diminuiu 14,3% e a precipitação no mesmo período diminuiu 24,1%. Dessa forma, verifica-se que, apesar de não ocorrer de forma proporcional, a redução na vazão do rio de Janeiro está relacionada com a redução nos totais precipitados na bacia.

ABSTRACT– Located in the extreme west of the state of Bahia, the river of Janeiro hydrographic basin has an important role in tourism and economy of the region. Across the modernization for agriculture in the state, agricultural expansion completely changed the form of land occupation, which could cause changes in the hydric regime of the basin. The objective of this work was characterize the water balance of the river of Janeiro basin. Therefore, it was performed the physiographic characterization of the basin and the analysis and treatment of precipitation and flow data. In addition, the annual variables of the water balance for the region were obtained. The basin has an elongated shape, which makes it unpredictable to floods, has a drainage network of three order and a poor drainage density. The relief presents an altimetric variation of 442 m with a slope varying from 0 to 98%. It was observed that the flow decreased by 14.3% and the precipitation in the same period decreased by 24.1%. So, it can be verified that, although it does not occur in a proportional way, the reduction in the flow of river of Janeiro is related to the reduction in precipitated totals in the basin.

Palavras-Chave – bacia hidrográfica; sistemas de informação geográfica; densidade de drenagem.

1) Engenheiro Civil, Universidade Federal do Oeste da Bahia, Rua Professor José Seabra de Lemos, 316, Recanto dos Pássaros, CEP: 47808-021, Barreiras, BA, (77) 3614-3100, rodolfo_wheeling@hotmail.com;

2) Professor Associado, Universidade Federal do Oeste da Bahia, (77) 3614-3146, luis.gha@ufob.edu.br;

3) Acadêmico de Geografia, Universidade Federal do Oeste da Bahia, (77) 3614-3100, edimar.s.d@hotmail.com;

4) Acadêmica de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Oeste da Bahia, (77) 3614-3100, silva.ariana.j@gmail.com.

1 - INTRODUÇÃO

No Nordeste do Brasil, a região oeste da Bahia se destaca pela disponibilidade de recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Segundo Moreira e Silva (2010), a bacia hidrográfica do rio Grande, localizada nessa região, é a segunda bacia em importância para a formação das vazões do rio São Francisco.

Dentre as sub-bacias do rio Grande, a do rio de Janeiro tem significativa importância para a região, tanto em função do seu potencial turístico quanto pela disponibilidade de recursos hídricos superficiais, que possibilitou o desenvolvimento da agricultura irrigada nas últimas décadas.

As alterações no uso e ocupação do solo na bacia do rio de Janeiro intensificaram-se a partir da década de 1990, principalmente em função da expansão da agricultura (SANTOS E SILVA, 2017). Na região compreendida pela Área de Preservação Ambiental do rio de Janeiro, criada em 1993 e que abrange uma área de mais de 3.000 km² da bacia, a vegetação nativa diminuiu de 72,9% para 55,6% entre os anos de 1992 e 2011, enquanto as áreas agrícolas aumentaram de 16,8% para 39,9% (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

De acordo com Souza (2016), as alterações nos componentes hidrológicos devido a ações antrópicas podem modificar o regime de vazão dos rios. Tendo em vista a crescente modificação no uso e ocupação do solo na bacia do rio de Janeiro, especial atenção deve ser dada ao seu gerenciamento. Para tanto, um requisito básico é o conhecimento das suas características físicas.

O conhecimento das características físicas de uma bacia hidrográfica é fundamental para o seu gerenciamento (VILLELA E MATOS, 1975), constituindo informação básica para a tomada de decisão em processos de outorga, dimensionamentos de obras hidráulicas e planejamentos agrícolas (MOREIRA, 2010). Tendo em vista a importância da bacia hidrográfica do rio de Janeiro para a região e as alterações decorrentes da sua crescente exploração, esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar fisiograficamente a bacia hidrográfica do rio de Janeiro.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Caracterização da área em estudo

A bacia em estudo encontra-se na região oeste da Bahia, onde o processo de expansão das fronteiras agrícolas ocorrido nas últimas décadas vem causando profundas modificações no que se refere ao uso e ocupação do solo. De acordo com Reis (2014), a expansão da agricultura na região ocorreu a partir da implantação do projeto de modernização da agricultura na Bahia, no final da década de 1970 e início da década de 1980, acarretando uma acelerada expansão e ocupação das terras da região oeste do estado.

A bacia do rio de Janeiro é uma sub-bacia hidrográfica da bacia do rio Branco, afluente do rio Grande, e localiza-se na região do extremo oeste da Bahia. Distribuída entre os municípios de Barreiras e Luís Eduardo Magalhães, a bacia do rio de Janeiro possui extensão territorial compreendida entre as coordenadas 11°30'0''S e 12°30'0''S e 45°0'0''W e 46°30'0''W, abrangendo uma área de aproximadamente 3.800 km² (Figura 1).

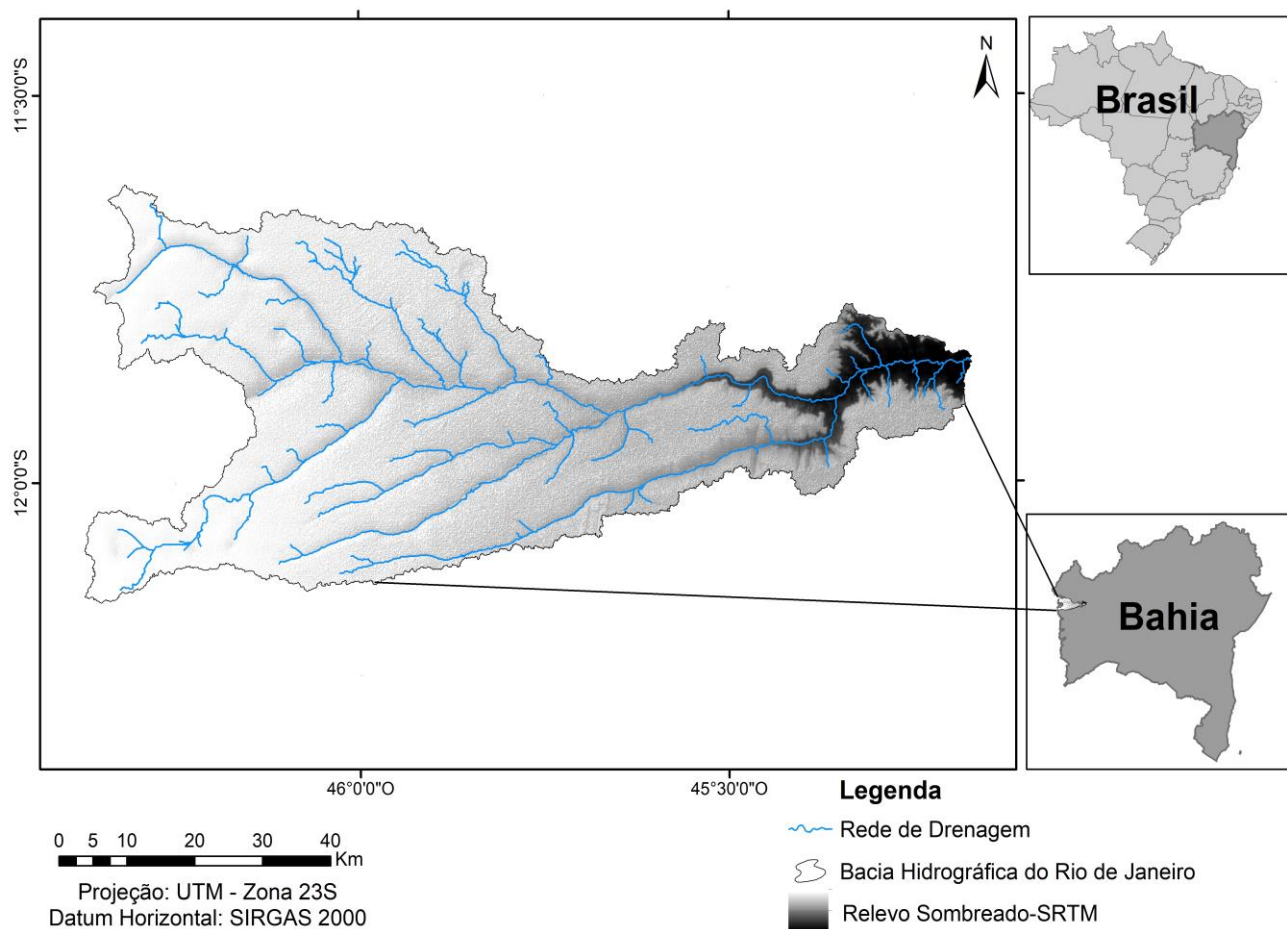


Figura 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio de Janeiro.

O principal curso d'água da rede hidrográfica da bacia em estudo é o rio de Janeiro, que nasce próximo à Serra dos Geraís, na divisa entre os Estados da Bahia e do Tocantins. Seus principais afluentes são o rio Limpo, o riacho do Entrudo, o córrego Sanguessuga, o rio Balsas, o rio dos Cachorros/Ponta D'água, o rio Galho do Gentil e o córrego Balsinha (SEIA, 2017).

2.2 – Delimitação da bacia hidrográfica do rio de Janeiro

O processo de delimitação da bacia hidrográfica do rio de Janeiro foi efetuado com técnicas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto, com auxílio do *software*

ArcGIS 10.4.1 e a extensão ArcHidro tools, que dispõe de ferramentas para a delimitação automática de bacias hidrográficas.

Foram utilizadas imagens de radar da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com resolução espacial de 30 metros, obtidas gratuitamente no site da *United States Geological Survey* (USGS, 2017). Após a seleção das imagens e criação de um mosaico abrangendo a área em estudo, foi realizado o recorte da área de interesse. Posteriormente, realizou-se a correção das discontinuidades existentes entre células afetadas e a sua vizinhança, conhecidas como depressões espúrias.

Objetivando a geração de uma rede de drenagem sintética a partir dos dados altimétricos associados às imagens, foram definidas as direções de fluxo e, em seguida, determinadas as áreas acumuladas, por meio da concentração, em cada célula, da interferência do fluxo de montante. A rede de drenagem gerada foi comparada com a rede de drenagem disponibilizada pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), na escala 1:100.000 (SEIA, 2017).

A partir da rede de drenagem gerada, foi possível definir a posição do exutório da bacia e, em seguida, delimitar a bacia. Por fim, os dados da bacia delimitada foram convertidos de raster (em forma de matriz, composta por linhas e colunas) para vetor (formado por um conjunto de vetores referenciados).

2.3 – Caracterização fisiográfica da bacia

Após a delimitação da área da bacia, foram obtidos os seguintes parâmetros para a sua caracterização fisiográfica: área, perímetro, fator de forma, coeficiente de compacidade, ordem dos cursos d'água, altimetria e declividade.

A área e o perímetro da bacia foram determinados automaticamente por meio das ferramentas disponíveis no *software* ArcGIS 10.4.1, logo após a delimitação da bacia. O fator de forma foi determinado utilizando a equação a seguir (VILLELA & MATOS, 1975):

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

em que:

Kf - Fator de forma (adimensional);

A - área de drenagem (km²); e

L - comprimento axial da bacia (km).

O cálculo do coeficiente de compacidade foi realizado a partir da seguinte equação (VILLELA & MATOS, 1975):

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

em que:

Kc - coeficiente de compacidade (adimensional); e

P - perímetro (km).

Na determinação da ordem dos cursos d'água, tomou-se como base a classificação de Strahler (1957). Os mapas de declividade e altimetria foram gerados a partir do modelo digital de elevação (MDE) da bacia, por meio do *software* ArcGis 10.4.1.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1, são apresentadas as características fisiográficas da bacia do rio de Janeiro, obtidas conforme a metodologia apresentada.

Quadro 1 – Características fisiográficas da bacia do rio de Janeiro.

Característica Fisiográfica	Valor
Área (km ²)	3.813,53
Perímetro (km)	595,32
Comprimento axial da bacia (km)	135,16
Comprimento total dos cursos d'água (km)	664,46
Coeficiente de compacidade – Kc (adimensional)	2,70
Fator de forma – Kf (adimensional)	0,21
Ordem dos cursos d'água	4
Densidade de drenagem - Dd (km km ⁻²)	0,17

Os valores obtidos para os índices de coeficiente de compacidade (Kc) e fator de forma (Kf), que permitem a análise da forma da bacia, indicam que a bacia possui forma alongada, conforme Villela e Matos (1975). Esses valores se assemelham aos obtidos para outras bacias de formato alongado, como é o caso das bacias do rio de Ondas (Bahia), do rio Santa Maria do Doce (Espírito Santo) e do rio Angelim (Espírito Santo), as quais apresentam Kc maiores que 1 e Kf menores que 1

(Quadro 2). Esses resultados reforçam o indicado por esses índices para a bacia do rio de Janeiro, ou seja, que a bacia é pouco suscetível a enchentes.

Quadro 2 – Coeficiente de compacidade e fator de forma de outras bacias hidrográficas.

Bacia	Área (km ²)	Kc	Kf	Forma	Autor
Rio de Ondas	5.465,00	1,98	0,25	Alongada	Fistarol <i>et al.</i> (2015)
Rio Santa Maria do Doce	934,13	1,57	0,33	Alongada	Campanharo (2010)
Rio Angelim	94,56	1,89	0,28	Alongada	Jesus (2012)

Em relação ao relevo da bacia do rio de Janeiro, pode-se observar na Figura 2 que as maiores altitudes se encontram a oeste da bacia, com um valor máximo de 913 m, ao passo que as menores elevações estão a leste, na confluência do rio de Janeiro com o rio Branco, com valor mínimo de 471 m. Sendo assim, verifica-se uma variação de altitude da bacia de cerca de 442 m.

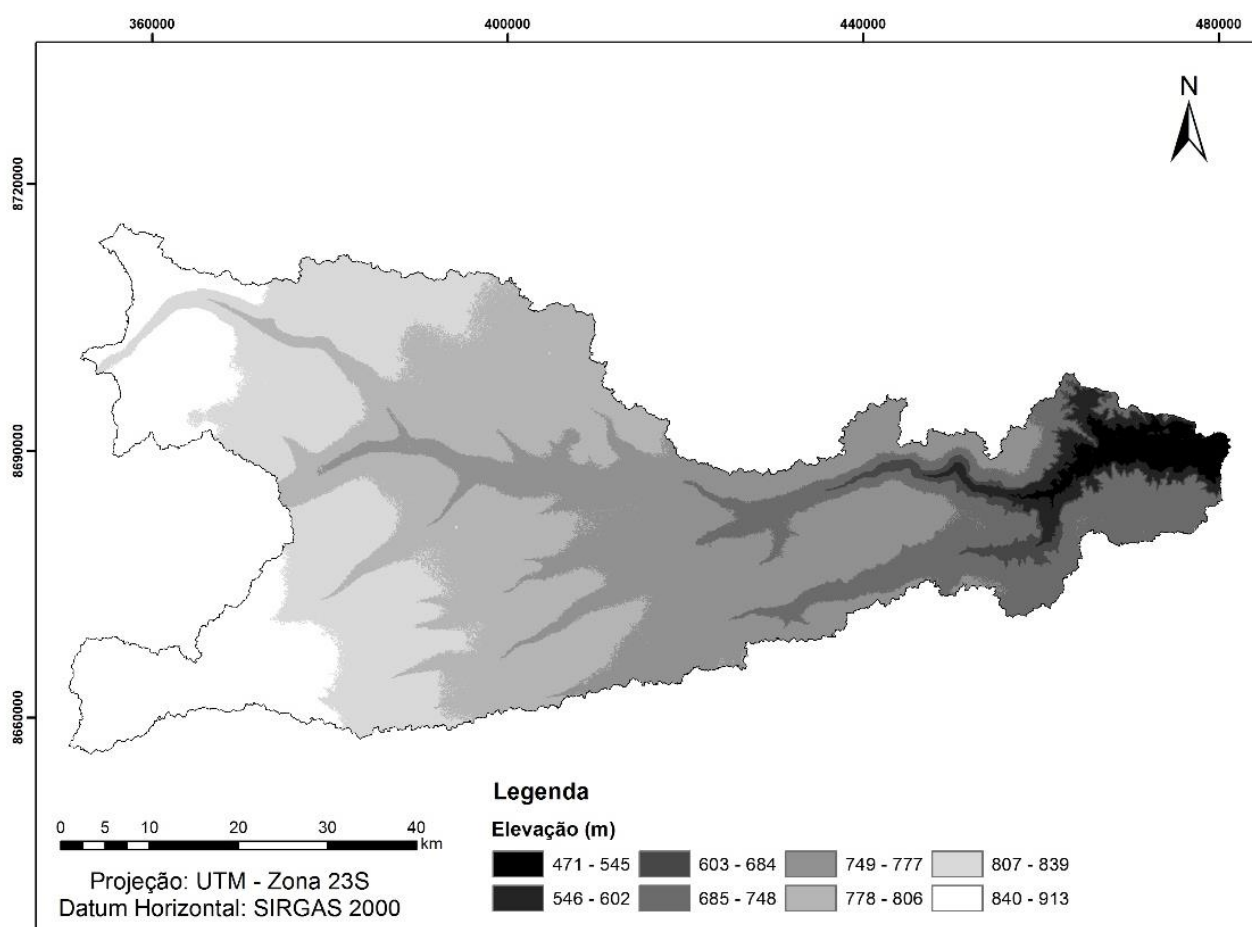


Figura 2 – Mapa altimétrico da bacia do rio de Janeiro.

A declividade da bacia do rio de Janeiro variou de 0 a 98%, conforme a apresentado na Figura 3. A maior parte da área da bacia possui declividade variando de 0 a 3%. Assim, pode-se classificar a bacia como de relevo plano, segundo EMBRAPA (1979), o que sugere uma baixa suscetibilidade à erosão, principalmente na porção oeste da bacia. As maiores declividades encontram-se na porção leste, sugerindo uma maior velocidade da água oriunda do escoamento superficial e, conseqüentemente, uma maior vulnerabilidade dos solos à erosão.

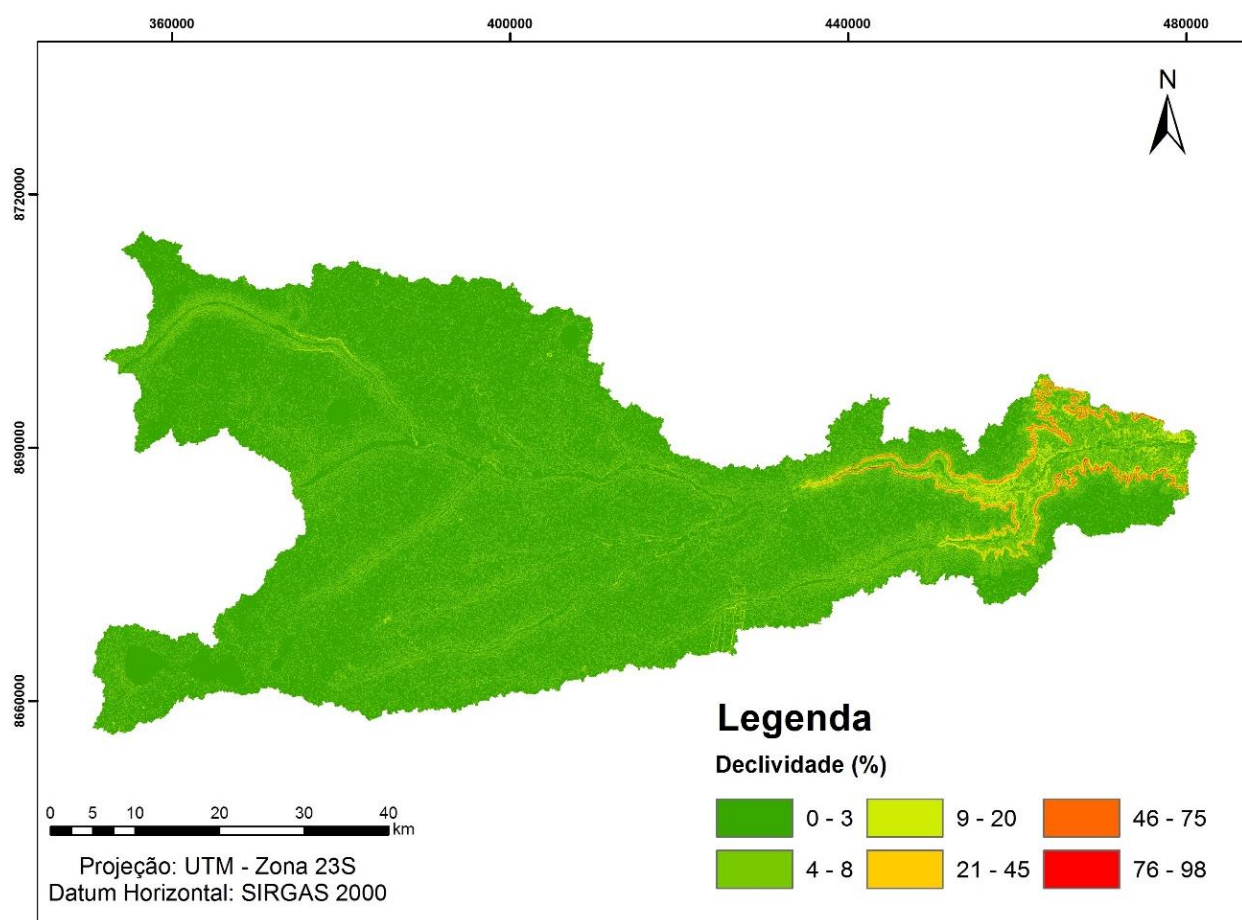


Figura 3 – Mapa de declividade da bacia do rio de Janeiro.

Na Figura 4, é apresentada a rede de drenagem da bacia do rio de Janeiro e a sua classificação quanto ao grau de ramificação, conforme o critério de Strahler (1957). Com um comprimento total dos cursos d'água de 664,46 km, a bacia apresentou densidade de drenagem de 0,17 km km⁻². Segundo Villela e Matos (1975), bacias com densidade de drenagem abaixo de 0,5 km km⁻² são consideradas de drenagem pobres, e bacias excepcionalmente bem drenadas apresentam densidades de drenagem iguais ou superiores a 3,5 km km⁻².

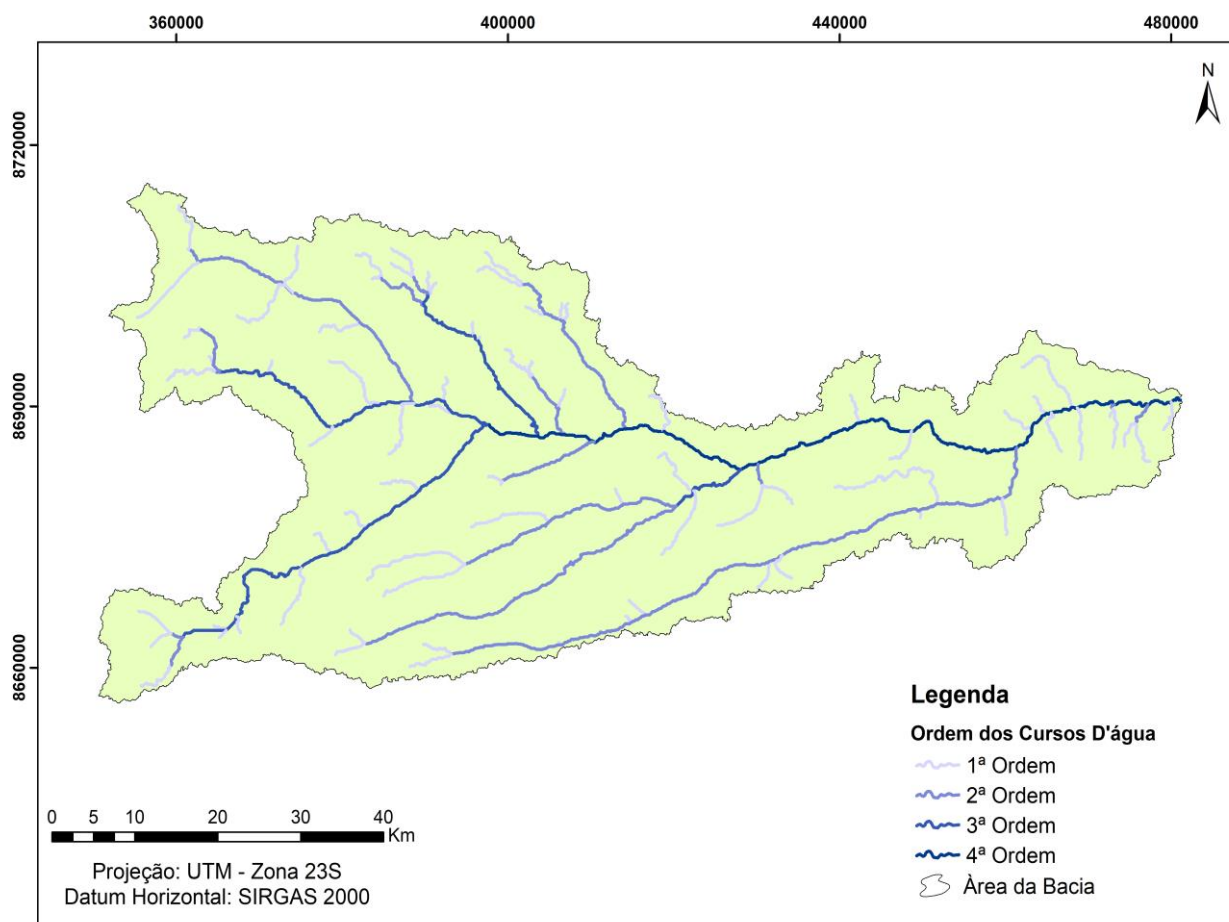


Figura 4 – Mapa da rede de drenagem da bacia do rio de Janeiro.

Analizando outra sub-bacia do rio Grande, a bacia do rio de Ondas, Fistarol *et al.* (2015) também obtiveram uma densidade de drenagem pobre, da ordem de $0,23 \text{ km km}^{-2}$, evidenciando que os solos das bacias hidrográficas da região apresentam alta permeabilidade. De acordo com Freitas *et al.* (2004), nas áreas de chapada da região oeste da Bahia predominam os Latossolos de textura arenosa a média. Esses solos geralmente apresentam altas capacidades de infiltração, reduzindo o volume de água que esco superficialmente e, conseqüentemente, o número de drenos naturais que se formam em função das precipitações.

A baixa densidade de drenagem e a alta permeabilidade dos solos da região garantem a recarga do Sistema Aquífero Urucuia (SAU) que, segundo Pimentel *et al.* (2000), é responsável por cerca de 90% da descarga de base dos rios da região Oeste da Bahia. O SAU é responsável pela manutenção da perenidade e da alta vazão dos rios afluentes da bacia do rio Grande durante o período de recessão das chuvas (GASPAR, 2006).

Por outro lado, segundo Linsley (1958), a densidade de drenagem pode ser utilizada para analisar a resposta hidrológica de uma bacia e verificar a sua susceptibilidade a enchentes. Sendo

assim, bacias com características similares às da bacia do rio de Janeiro, de baixa a regular densidade, apresentam uma resposta hidrológica lenta, sugerindo que a bacia possui um tempo de concentração elevado.

4 – CONCLUSÕES

Em função do seu formato alongado e de apresentar densidade de drenagem pobre, a bacia do rio de Janeiro é pouco suscetível a enchentes e à geração de escoamento superficial, o que favorece a recarga do aquífero. Em geral, o relevo plano da bacia sugere que os solos têm pouca suscetibilidade à erosão. No entanto, deve ser dada atenção especial às áreas localizadas a leste da bacia, próximo à sua foz, onde se encontram as maiores declividades e o uso e ocupação do solo podem ser preponderantes para a ocorrência de erosão.

REFERÊNCIAS

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA (1979). *Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos*. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p.
- FISTAROL, P.H.B.; BRANDOLFF, R. S.; SANTOS, J. Y. G. (2015). "*Análise Fisiográfica da Bacia do rio de Ondas – Ba*" in Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. João Pessoa, Paraíba, Abr. 2015, pp. 5469-5476
- FREITAS, P. L. de; BERNARDI, A. C. de C.; MANZATTO, C. V.; RAMOS, D. P.; DOWICH, I.; LANDERS, J. N. (2004). *Comportamento físico-químico dos solos de textura arenosa e média do oeste baiano*. EMBRAPA. Comunicado Técnico. 27. Rio de Janeiro, 4 p.
- JESUS, L. M. de. (2012). "*Análise fisiográfica fluvial e do uso e ocupação da terra na bacia do rio Angelim – ES*". Monografia (Bacharel em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo, 76 p.
- LINSLEY, R.K. JR; KOHLER, M. A.; PAULHUS, J. L. H. (1958) *Hydrology for engineers*. McGraw-Hill Book Company New York, EUA, 358 p.
- MOREIRA, C. M; SILVA, D. D. (2010). *Atlas Hidrográfico da Bacia Hidrográfica do rio Grande*. Editora Gazeta Santa Cruz Barreiras, Barreiras – BA, pp. 07-15

OLIVEIRA, S.N.; CARVALHO JÚNIOR, O.A.; GOMES, R.A.T.; GUIMARÃES, R. F.; MCMANUS, C. M. (2017). "*Deforestation analysis in protected areas and scenario simulation for structural corridors in the agricultural frontier of Western Bahia, Brazil*". Land Use Policy 61, pp. 40 – 52.

PIMENTEL, A. L.; AQUINO, R. F.; SILVA, R. C. A.; VIEIRA, C. M. B. (2000). "*Estimativa da recarga do aquífero Urucuia da sub-bacia do rio das Fêmeas – Oeste da Bahia, utilizando separação de hidrogramas*" in Anais do Congresso sobre Aproveitamento e Gestão de Recursos Hídricos em Países de Idioma Português, Rio de Janeiro, 1

REIS, S. L. DA S. (2014) "*Desenvolvimento e natureza: a dinâmica de ocupação do cerrado e repercussões ambientais na região agroexportadora do oeste baiano*". Instituto de geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador - BA, 138, p.

SANTOS, A.C.S.; SILVA, S.F. (2017). "*Alterações hidrológicas na bacia hidrográfica do rio de Janeiro – BA*" in Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis, Nov. 2017.

SISTEMA ESTADUAL DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS E RECURSOS HÍDRICOS - SEIA (2017). *Mapas interativos: Geobahia*. Disponível em: <<http://www.seia.ba.gov.br/mapas/interativos>>. Acesso em: 28 jul. 2017.

SOUZA, N. C. R. de. (2016). "*Avaliação de metodologia para classificação de alterações hidrológicas à jusante de barramentos em Rio de semiárido*". Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador – BA.

STRAHLER, A.N. (1957). "*Quantitative analysis of watershed geomorphology*". Transactions: American Geophysical Union. New Halen - AK - EUA, pp. 913-920.

VILLELA, S. M.; MATOS, A. (1975). *Hidrologia Aplicada*. Editora Mc Graw Hill, São Paulo – SP, 245 p.