

**CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DE BACIA HIDROGRÁFICA  
LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE RUSSAS/CE**

Milena de Brito Espinosa<sup>1</sup>; Robervan Alves de Araujo<sup>2</sup>; Sarah Lacerda Farias<sup>3</sup>

Thaynara D`Avalo Centurião<sup>4</sup>; Isabel Kaufmann de Almeida<sup>5</sup>

**Resumo** – O estudo das características físicas de uma bacia hidrográfica é de suma importância para conhecer a variação no espaço dos elementos do regime hidrológico. Além disso, através dessa análise é possível determinar indiretamente valores hidrológicos em locais que faltem dados, entre outras vantagens. O objetivo do estudo foi discutir a fisiografia da bacia nomeada de acordo com o município predominante (Russas), localizada na região nordeste brasileiro. Para isso foram analisados parâmetros como: área de drenagem, forma da bacia, sistema de drenagem, relevo e características geológicas, térmicas, tipo e uso do solo e cobertura vegetal. Com os resultados obtidos concluiu-se que a bacia, devido a fatores como baixo fator de forma, alto coeficiente de compactidade, baixa declividade, clima, entre outros, apresenta menor suscetibilidade a enchentes. Os solos da bacia apresentam baixa fertilidade natural e o Argissolo Vermelho-Amarelo abrange 61% da área e o Planossolo Háptico 39%, ambos com relevo plano e suave ondulado. Esses solos possuem algumas características que, juntamente com ações antrópicas como a agropecuária, maximizam os processos erosivos da região, mesmo com relevo pouco acentuado (baixa declividade – 3,23%).

**Abstract** – The study of the physical characteristics of a watershed is of paramount importance to know the spatial variability of the elements of the hydrological regime. In addition, these is possible to indirectly determine hydrological values in places lacking data, among other advantages. The objective of the study was to discuss the physiography of the basin named according to the predominant municipality (Russas), located in the Brazilian northeast region. For this purpose, parameters such as: drainage area, basin shape, drainage system, relief and geological, thermal characteristics, type and soil use and vegetation cover were analyzed. With the results obtained it was concluded that the basin, due to factors such as low form factor, high coefficient of compactness, low slope, climate, among others, presents less susceptibility to floods. The soils of the basin present a low natural fertility and the Red-Yellow Argisol (Acrisol) cover 61% of the area and the Planosol Haplico (Planosol) 39%, both with flat and smooth undulating relief. These soils have some characteristics that, together with anthropic actions such as agriculture and livestock, maximize erosion processes in the region, even with low relief (low slope - 3.23%).

**Palavras-Chave** – Morfometria; Enchentes; Geologia; Hidrologia.

---

1 Eng. Sanitarista e Ambiental, Bel., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, (67) 99338-7522, mibrito.snt@gmail.com  
2 Eng. Civil, Bel., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (67) 99937 9254, robers\_van@hotmail.com  
3 Tecn. Gestão Amb., Bel., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, (67) 98165-8834, sarahfarias1@gmail.com  
4 Biol., Lic., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - MS, (67) 98151-3236, thaynaracenturiao@gmail.com  
5 Professora Dra., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - MS, isabel.almeida@ufms.br

## 1. INTRODUÇÃO

Para avaliação do comportamento hidrológico é de suma importância medir numericamente as influências das características topográficas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas e térmicas, bem como o tipo de cobertura e uso da bacia hidrográfica (GARCEZ & ALVAREZ, 1988). Existem várias definições de bacia hidrográfica. Segundo Teodoro *et al.* (2007), as definições que envolvem as subdivisões da bacia hidrográfica (sub-bacia e microbacia), apresentam abordagens diferentes tocando fatores que vão do físico ao ecológico. Assim, as definições propostas para bacia hidrográfica assemelham-se ao conceito dado por Schiavetti (2002), definido como um conjunto de terras drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes, onde os escoamentos convergem para um único ponto de saída, o exutório. Estando associada à noção de existência de nascentes, divisores de água e características dos cursos d'água.

A bacia hidrográfica é um elemento fundamental de análise da fase terrestre do ciclo hidrológico, pois possui um importante papel, que é transformar uma entrada de volume concentrada (precipitação), em uma saída de água (escoamento) de forma mais distribuída no tempo (TUCCI, 1997). A sua caracterização fisiográfica é, portanto, a mais conveniente possibilidade de se conhecer a variação no espaço dos elementos do regime hidrológico (VILLELA & MATOS, 1975).

Através do estudo das características fisiográficas (área de drenagem, declividade média da bacia, comprimento do rio principal, fator de forma, coeficiente de compactidade, dentre outras) pode-se, por exemplo, entender fenômenos passados, avaliar impactos de alterações antrópicas na fase de escoamento superficial da água e transpor dados hidrológicos conhecidos para determinação indireta em seções nos quais faltem dados ou que não possuam estações hidrométricas (PORTO *et al.*, 1999).

No presente trabalho, a área de estudo restringiu-se à bacia hidrográfica localizada em sua maior extensão dentro da delimitação geográfica do município de Russas, na porção leste do Ceará. Essa bacia foi escolhida por apresentar, na maioria de sua superfície, solos moderadamente ou imperfeitamente drenados, e passíveis de erosão. Objetiva-se apresentar a análise fisiográfica da bacia hidrográfica através da sua caracterização, determinação de fatores do sistema de drenagem e elementos relacionados à forma da bacia e cálculo dos coeficientes sobre o relevo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As características fisiográficas se dividem basicamente em áreas, comprimentos, declividades e coberturas do solo, medidas diretamente ou expressas por índices (TUCCI, 1997). As metodologias para análise dessas características foram realizadas segundo Garcez e Alvarez (1988) e Villela e Matos (1975).

Para a caracterização da bacia utilizou-se o software livre de geoprocessamento QGIS 2.14.5 e foi utilizado como base o Modelo Digital de Elevação (MDE), através do sensor SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) de 30 metros, obtido no site *Earth Explorer*, administrado pelo USGS (*United States Geological Survey*).

Os dados hidrográficos foram extraídos do Portal de Metadados Geoespaciais da Agência Nacional de Águas (ANA) em formato *shape* (.shp). As curvas de nível foram extraídas do MDE com intervalos entre linhas de contorno em 5 metros para delimitação da bacia que foi feita com a determinação do exutório, de modo que não cruzasse um curso d'água, observando as curvas de nível.

### 2.1 Área de estudo

A região nordeste (NE) do Brasil contempla cinco das doze regiões hidrográficas brasileiras, sendo elas: Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Leste, Parnaíba e São Francisco. Assim, foi estudada uma bacia hidrográfica da região nordeste, localizada em

Russas, no estado do Ceará - Bacia Principal: Atlântico Nordeste Oriental e Sub-Bacia: rio Acaraú e Pirangi (SNIRH, 2017) com 163,95 km<sup>2</sup> de área de drenagem, perímetro de 65,05 km e seção exutória localizada na coordenadas médias: -38.257459 O, -4.790191 S.

A bacia foi denominada de Russas, pois apresenta grande extensão dentro da delimitação geográfica do município de Russas, contendo cerca de 70.000 mil habitantes (IBGE, 2017). A economia da cidade está relacionada com o comércio, administração e serviços públicos, indústria (calçadista, cerâmica e peças automotivas) e agronegócio (frutas) (IBGE, 2016). A cidade apresenta vegetação do tipo savana-estépica (caatinga do sertão árido), como cobertura vegetal natural há presença de região arborizada e de parques, destacando a ação antrópica, atividades agrárias (IBGE, 2004). A região destaca-se pelo clima Tropical Nordeste Oriental semi-árido com 7 a 8 meses de estiagem (IBGE, 2002). Essa localidade possui em média 65,37 mm/mês de intensidade pluviométrica (ANA, 2017). Entretanto, a atividade de agricultura é viável através da irrigação proveniente do rio Jaguaribe (RUSSAS, 2017).

### 2.1.1. Caracterização geológica e tipo de solo

A caracterização geológica e os tipos de solos da região são de grande importância, pois permitem análise de permeabilidade, que é um fator que intervém na rapidez e no volume das enchentes. Além disso, auxiliam na identificação de lençóis, aquíferos, escoamento subterrâneo, origem das fontes e erosão.

A caracterização geológica da bacia de Russas foi obtida do banco de dados do Sistema de Geociências (GeoSGB) do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, em formato *shape* (.shp). Para a classificação da gênese foi utilizado o mapa geológico simplificado e para as unidades geológicas utilizou-se o mapa hidrogeológico. Na determinação da classificação do solo disponibilizado pela EMBRAPA, elaborado com base no novo sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 2001).

A morfologia e a gênese são a base da taxonomia de solos (GREGO *et al.*, 2011). Portanto, através do ciclo das rochas, características são alteradas, podendo existir três tipos de grupo de rochas que são ígneas, metamórficas e sedimentares, de acordo com seu processo de formação, e dependendo em que estágio do ciclo o solo se encontra (MENEZES, 2013).

A gênese apresentada na bacia de Russas (Figura 1a) é caracterizada por terrenos em sua maior parte metamórficos, com pequenas partes ígneas e sedimentares. Seu solo é composto de Argissolo Vermelho-Amarelo e Planossolo Háptico (Figura 1b).



Figura 1a) Classificação de formação das rochas 1b) Tipos de solo.

Conforme Lima *et al.* (2002), o solo argissolo vermelho-amarelo (PVA) apresenta nula suscetibilidade à erosão. Entretanto a região de solo planossolo háptico (SX) apresenta moderada suscetibilidade à erosão. Ademais, pode-se observar que há suscetibilidade para ocorrência de desertificação na região de solo planossolo háptico (SX), pois a região apresenta processo erosivo (SPI, 2016)

### 2.1.2. Cobertura vegetal e uso do solo

As informações referentes à cobertura vegetal, relacionadas com o uso do solo da bacia de Russas, foram retiradas do mapeamento de cobertura vegetal dos biomas brasileiros, realizado pelo Ministério do Meio Ambiente em parceria com o IBGE, disponibilizado no formato *shapefile*.

As atribuições do terreno podem controlar processos hidrológicos, geomorfológicos e pedológicos (CHAGAS *et al.*, 2013). A bacia de Russas possui como vegetação a Savana Estépica Arborizada e a presença de agropecuária, também possuindo banhados (Figura 2).

A presença da agropecuária pode potencializar a erosão do solo, com presença de sulcos e voçorocas, sendo necessário o manejo desenvolvido para que haja controle do processo de erosão para a agricultura e rotação de cultura para pecuária (LIMA *et al.*, 2002; SPI, 2016)

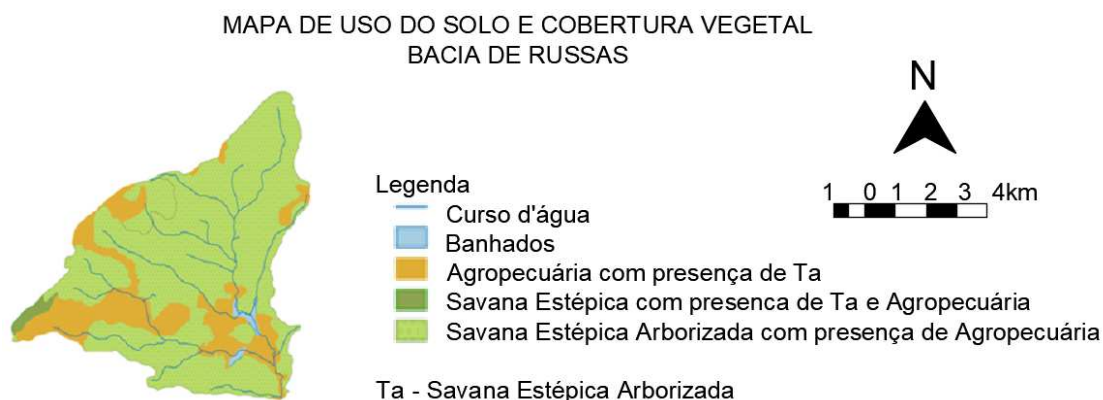


Figura 2 - Mapa de uso do solo e cobertura vegetal presentes na bacia de Russas.

### 2.1.3. Características Climáticas

Alguns fatores foram destacados: o clima, a pluviosidade, a temperatura do ar (bulbo seco), a evapotranspiração e a umidade relativa do ar. Os dados referentes ao clima foram retirados do mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As informações pluviométricas foram obtidas utilizando duas plataformas. Na primeira foi realizada a coleta dos dados de identificação das estações pluviométricas, extraída do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), obtendo assim a estação pluviométrica de Patos-CE, código SNIRH 438040. A estação foi escolhida dentre a que se encontrava dentro da área da bacia e/ou a com localização mais próxima. Somado ao exposto, a segunda plataforma foi utilizada para a obtenção das séries históricas de pluviometria da estação através da Agência Nacional de Águas (ANA).

As informações relacionadas à temperatura, evapotranspiração e umidade relativa do ar, foram obtidas através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2017) e extraídas da estação pluviométrica Morada Nova-CE, código INMET 82588.

As séries históricas de pluviometria, temperatura, evapotranspiração e umidade relativa foram submetidas à criteriosa conferência para identificar falhas. Ademais, onde apresentavam apenas um ou dois valores seguidos foi utilizado o preenchimento de falhas por regressão linear. Para até quatro falhas no ano de observação foi utilizada a mesma metodologia. Foram descartados os anos de referência com cinco ou mais falhas.

Observa-se um período com maior intensidade pluviométrica, nos meses de março e abril, e de baixa intensidade nos meses de julho à dezembro, o que contribui para a classificação de clima Tropical Nordeste Oriental semi-árido (IBGE, 2002), conforme Figura 3a.

Nota-se período de temperaturas amenas nos meses de junho e julho, quando a temperatura apresenta pouca influência das chuvas, uma vez que a maior pluviosidade se concentra entre os meses de janeiro a maio e as maiores temperaturas de setembro a fevereiro. Conforme Figura 3b, as temperaturas referentes à bacia de Russas mantêm-se elevadas, praticamente, em todo ano, sendo que as temperaturas mais baixas se concentram no período de início de estiagem, junho a agosto.

A evapotranspiração (Figura 3c) acompanha, em sua maioria, a tendência da temperatura, uma vez que maiores temperaturas auxiliam na evaporação da água contida no solo, vegetação e cursos d'água.

A umidade relativa segue com taxas com pouca variação no decorrer do ano. Observa-se que a evapotranspiração e a umidade são inversamente proporcionais, ou seja, nos meses de maior umidade há menor evapotranspiração (março à maio) e maiores evapotranspiração nos meses mais secos (setembro à dezembro), conforme Figuras 3c e 3d.

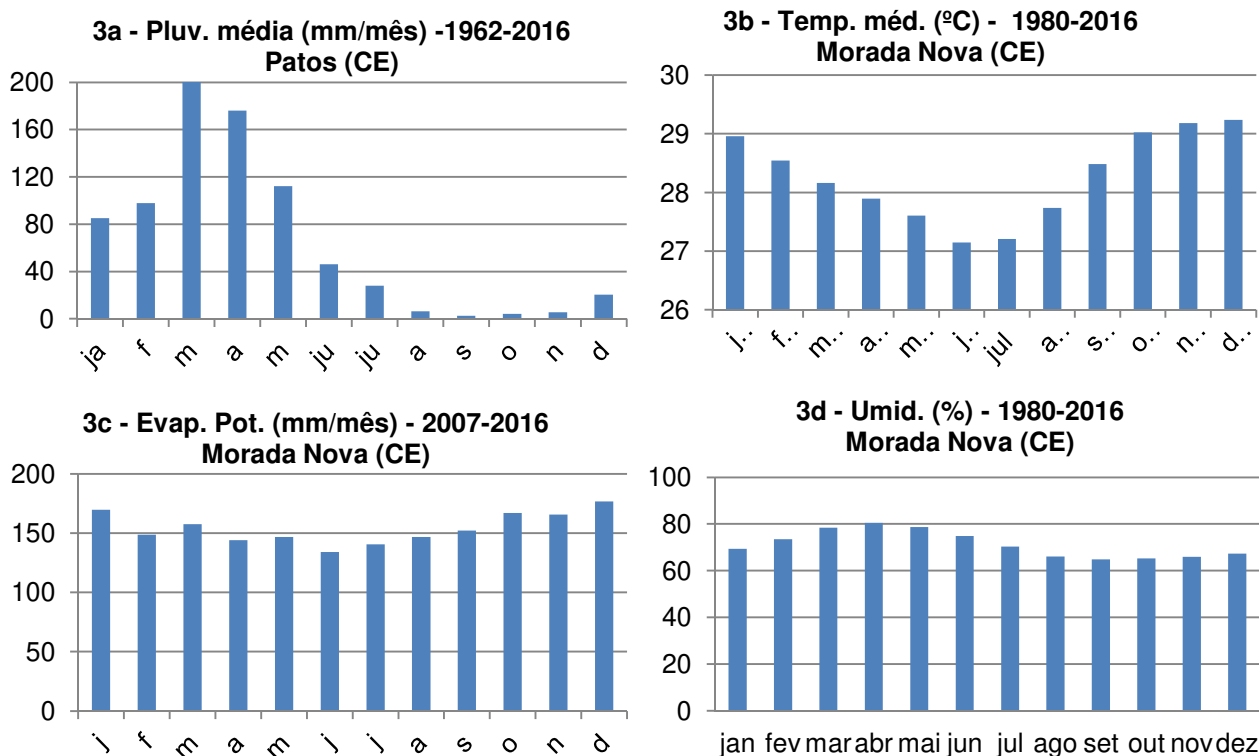


Figura 3a) Distribuição de intensidade pluviométrica (mm/mês), estação Patos (CE), período 1962-2016.3b) Distribuição de temperatura média, estação Morada Nova (CE), período 1980-2016. 3c) Distribuição de intensidade de evapotranspiração potencial (mm/mês), estação Morada Nova (CE), período 2007-2016 3d) Distribuição de umidade relativa do ar, estação Morada Nova (CE), período 1980 a 2016.

A presença de chuvas em período de tempo curto e concentrado promove intenso escoamento superficial. Além disso, somado com grande período de seca que promove a queda das folhas da vegetação, a chuva, quando chega, não encontra nenhum obstáculo. Desta forma o solo é castigado pelo sol (intenso nos períodos de seca e amplitude de temperatura) e pela chuva (no período concentrado e chuvoso), denominados intemperismo natural. Essa situação é propícia para ocorrência de erosão laminar e linear acelerada, uma vez que os materiais finos são transportados, restando rochas e pedras no terreno, o que caracteriza pré-condição ao processo de desertificação (BRANDÃO, 2014)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos da análise das características fisiográficas da bacia em estudo.

Tabela 1. Parâmetros fisiográficos determinados para a Bacia de Russas.

Parâmetros	Dimensões
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	163,95
Perímetro (km)	65,05
Comprimento do rio principal (km)	17,75
Fator de forma (Kf)	0,56
Coeficiente de compacidade (Kc)	1,42
Tempo de concentração (min)	2033,39
Ordem dos cursos d'água	3 <sup>a</sup> ordem
Densidade de drenagem (km/km <sup>2</sup> )	0,60
Declividade média da bacia (m/m)	0,0323
Elevação média da bacia (m)	209,49
Declividade do álveo S1 (m/m)	0,0037
Declividade do álveo S2 (m/m)	0,0024
Declividade do álveo S3 (m/m)	0,0027
Retângulo equivalente (km)	L 26,50/ l 6,02

O fator de forma indica que a bacia possui um formato mais alongado, significando menor possibilidade de enchentes. Esta baixa tendência é confirmada também pelo coeficiente de compacidade, tendo em vista que o resultado encontrado foi acima da unidade, o que se deve ao formato irregular da bacia. Conforme a equação de Bransby-Willians, a bacia apresentou valor elevado de tempo de concentração, indicando que em condições normais de precipitação, a área não é propensa a inundações.

Segundo critério desenvolvido por Horton e modificado por Strahler, a ordem presente na bacia em estudo é o curso de água de 3<sup>a</sup> ordem, indicando que esta possui baixa ramificação.

Conforme Villela e Matos (1975), a densidade drenagem de uma bacia pode variar de 0,5 km/km<sup>2</sup> - drenagem pobre a 3,5 km/km<sup>2</sup> - excepcionalmente bem drenadas. O resultado obtido foi de 0,60 km/km<sup>2</sup>, o que representa uma eficiência de drenagem regular. Esse índice tem uma relação direta com o comportamento hidrológico das rochas. Rochas com maiores dificuldades de infiltração possibilitam melhores condições de escoamento superficial, elevando a densidade de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1980). Comparando então o valor obtido, o baixo índice da bacia de Russas, pode estar associado à presença de rochas permeáveis nas regiões de estudo.

O grau de sinuosidade define a diferenciação dos tipos de canais que podem ser retos, meandantes e anastomosados (CUNHA, 2011). O valor ficou um pouco acima da unidade, o que significa que a bacia apresenta baixo grau de sinuosidade, possuindo, portanto, canais mais retilíneos.

A declividade foi determinada através do Método das Quadrículas, conforme Villela e Matos (1975), e a partir de um MDE pelo sensor SRTM de 30 metros utilizando o software QGIS 2.14.5. Utilizando a equação que relaciona o produto do valor médio da declividade de cada intervalo de classe e a frequência correspondente, obteve-se uma declividade média de 0,0323 m/m ou 3,23%.

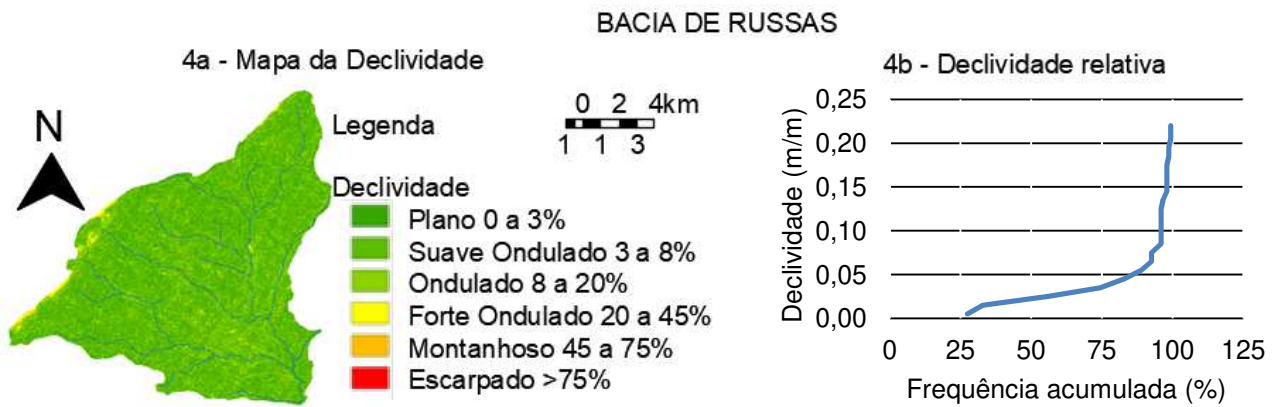


Figura 4a) Mapa de declividade da Bacia de Russas 4b) Declividade Relativa – Bacia de Russas

O gráfico das frequências acumuladas em função do limite inferior do intervalo de classe correspondente é mostrado a seguir (Figura 4a). O mapa gerado da declividade da bacia a partir de um MDE pelo QGIS 2.14.5 foi expressa em porcentagem, conforme classificação da Embrapa (Figura 4b), predominando a declividade como de relevo plano (0 a 3%) e suave plano (3 a 8%).

O valor da declividade média de 0,0323 m/m foi condizente com o relevo plano e suave ondulado da bacia de Russas. Essa declividade resulta numa redução dos picos de enchentes devido à baixa velocidade do escoamento. Revela ainda, uma baixa suscetibilidade à erosão. Portanto, pode-se considerar a bacia em estudo como área de baixa fragilidade ambiental aos processos erosivos em toda a sua extensão. Tais características não apresentam fortes restrições à infiltração da água da chuva e conseqüente abastecimento dos lençóis. A declividade pode mostrar uma baixa atividade no transporte de sedimentos, já que essa variável é considerada característica diretamente ligada aos processos de transporte, deposição e sedimentação das partículas do solo.

Para traçar a curva hipsométrica foi utilizado um software acoplado ao QGIS, chamado SAGA GIS. Além disso, utilizou-se também o software QGIS para a elaboração do Mapa Hipsométrico pelo MDE.

A bacia de Russas apresenta variações de altitude entre a seção de exutório e o seu ponto mais alto de cerca de 43 m a 268m (Figura 5a) o que, baseado nas informações de Woodcock (1976), poderá acarretar diferenças na temperatura média de aproximadamente 1,5°C. As possíveis variações de precipitação anual serão mais significativas, o que trará conseqüências diretas sobre o deflúvio médio (VILELLA & MATTOS, 1975).

Para a construção gráfica da curva hipsométrica foi considerado os termos da porcentagem da área de drenagem da bacia que se encontra acima (ou abaixo) das várias elevações (Figura 5b).

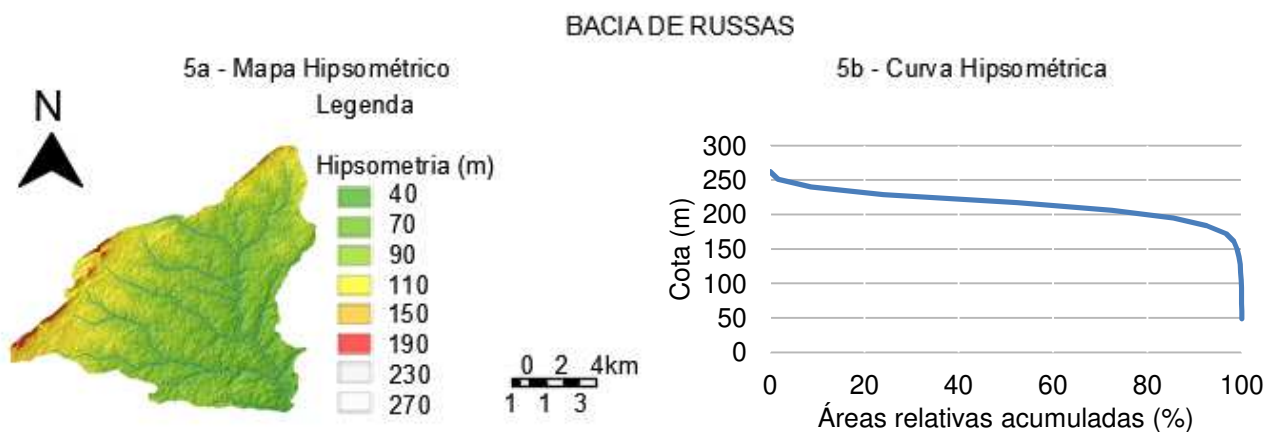


Figura 5a) Mapa Hipsométrico. 5b) Curva hipsométrica

Além da variação da altitude dada pela curva hipsométrica, outra informação que pode ser obtida é a elevação média da bacia. Este índice exerce importante influência sobre a quantidade de radiação que a bacia recebe, e conseqüentemente, influencia a precipitação, temperatura, perdas de água por evaporação e transpiração e por conseqüência, sobre o deflúvio médio. Relaciona-se a elevação média entre duas curvas de nível consecutivas e as áreas entre as curvas de nível sobre a área total. O resultado obtido foi de 209,49m.

Com relação às características do curso d'água principal, o rio principal possui comprimento de 17,75 km e declividade média (S1) de 0,0037 m/m, além de pouco sinuoso, conforme verificado pelo índice de sinuosidade.

A declividade S1 não representa o desenvolvimento real do curso d'água, pelo fato de considerar somente os pontos extremos. A declividade média racional (S2) foi 0,0024 m/m, o que propicia escoamento mais lento com picos distribuídos em formato de patamar.

A declividade equivalente constante (S3) possibilita o melhor detalhamento do escoamento e do tempo de percurso da água ao longo da extensão do perfil longitudinal. É calculada pela média harmônica ponderada da raiz quadrada das declividades dos diversos trechos retilíneos, sendo o peso a extensão de cada trecho, resultando numa declividade equivalente constante (S3) de 0,0027 m/m.

As declividades do curso d'água principal calculadas pelos 3 métodos apresentam-se com valores similares (baixa declividade), sendo os valores S2 e S3 os mais próximos. Com tais características, ao longo de seu traçado devem predominar baixas velocidades de fluxo, indicando menor escoamento de água e maior tempo de permanência da água no canal.

Incorporando essa informação com a densidade de drenagem da bacia, tem-se que o curso d'água principal da referida bacia caracteriza-se em regime crítico, ou seja, baixa velocidade e média/baixa profundidade, relacionada com a regular e pobre eficiência de drenagem.

Por fim, foi obtido o retângulo equivalente elaborado segundo Villela e Matos (1975). Foram calculados os lados do retângulo e utilizou-se o ábaco, que relaciona o Coeficiente de compacidade (KC), com  $L/\sqrt{A}$ . O lado maior do retângulo equivalente (L) obtido foi 26,50 km e o lado menor (l) de 6,02km. Através desse parâmetro é possível fazer uma análise quanto à suscetibilidade a enchentes. Quanto mais retangular for o seu formato, indica que a bacia é mais estreita e alongada, p, portanto, menos possibilidade de uma chuva cobrir toda a sua área (BORSATO; MARTONI, 2004). O resultado corrobora as informações obtidas com as análises dos parâmetros anteriores no que se refere às respostas da área estudada a eventos de precipitação, pois segundo o retângulo equivalente a bacia é menos sujeita a enchentes.

#### **4. CONCLUSÕES**

Com relação ao fator de forma e ao coeficiente de compacidade, a bacia de Russas apresenta formato alongado, implicando em menor predisposição à enchentes e um maior tempo de concentração da água da chuva no seu território. As declividades do curso d'água principal calculadas apresentam-se com valores baixos, o que caracteriza baixa velocidade de fluxo, indicando menor escoamento de água e maior tempo de permanência da água no canal.

A baixa densidade de drenagem demonstra baixo grau de desenvolvimento do sistema de drenagem da bacia hidrográfica, indicando a presença de solos permeáveis e relevo pouco dissecado e pouco declivoso. A declividade média de 3,23% indica que a bacia de Russas tem baixa susceptibilidade erosiva decorrente do escoamento hídrico superficial. Entretanto, de acordo com as características do tipo de solo, a região pode apresentar processos erosivos que, juntamente com outros aspectos, como a ação antrópica, podem potencializar esse processo.

Com relação à cobertura vegetal, há a presença de Savana Estépica Arborizada. Uma parte da bacia é utilizada para agropecuária, que pode favorecer os processos de erodibilidade. Assim, faz-se necessário o manejo desenvolvido para que haja controle do processo de erosão, no caso da agricultura e rotação de cultura para pecuária.



O clima da região é quente com estações definidas (quente/seca - inverno e quente/úmido - verão). Nos períodos de chuvas curtas e concentradas, ocorre o escoamento superficial. A partir desse processo, com a queda das folhas da vegetação no período de seca e o solo totalmente exposto à radiação solar, a chuva, quando chega, não encontra nenhum obstáculo. Esse conjunto de situações é propício para ocorrer erosão laminar e linear acelerada, o que caracteriza pré-condição ao processo de desertificação, bastante comum no sertão nordestino.

Contudo, a análise realizada na bacia é de caráter unicamente descritivo e que precisa ser complementada por análises hidrológicas e balanços hídricos mais detalhados. A variabilidade de chuva, o tipo de chuva (intensidade/duração) e a análise histórica das vazões são imprescindíveis.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). "*HidroWeb - Sistema de Informações Hidrológicas*". Séries Históricas. 2017. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp>>. Acesso em: 28 jul. 2017.
- BRANDÃO, Ricardo de Lima. "*Geodiversidade do estado do Ceará / Organização Ricardo de Lima Brandão & Luís Carlos Bastos Freitas*". Fortaleza: CPRM, 2014. 214 p. ISBN 978-85-7499-140-5
- BORSATO, Fabiano; MARTONI, Astrid Meira. "*Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá*", *Estado do Paraná* - DOI: 10.4025/actascihumansoc.v26i2.1391. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, 2008. v. 26, n. 2, p. 273–285.
- CHAGAS, César da Silva *et al*. Atributos topográficos na diferenciação de Argissolos. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1441-1453, Dec. 2013 ou Chagas, César da Silva, Fontana, Ademir, Carvalho Junior, Waldir de, & Caires, Sandro Marcelo de. (2013). Atributos topográficos na diferenciação de Argissolos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37(6), 1441-1453.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. "*Geomorfologia*". 2. ed. rev. e ampl. São Paulo, SP: Blücher, 1980-2011. 188 p. ISBN 85-212-0130-3.
- CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (Org.). "*Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*". 5. ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2010-2011. 343 p. ISBN 978-85-286-0548-8.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) "*IBGE-EMBRAPA- Mapa de Solos do Brasil. - Escala 1:5.000.000*". Rio de Janeiro: IBGE, 2001. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa\\_solos.php](http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_solos.php)>. Acesso em: 22 jul. 2017.
- GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. "*Hidrologia*". 2. ed. rev. atual. São Paulo, SP: Blücher, c1988-2012. 291 p. ISBN 85-212-0169-9.
- GREGO, Célia Regina; COELHO, Ricardo Marques; VIEIRA, Sidney Rosa. Critérios morfológicos e taxonômicos de Latossolo e Nitossolo validados por propriedades físicas mensuráveis analisadas em parte pela geoestatística. "*Rev. Bras. Ciênc. Solo*", Viçosa, v. 35, n. 2, p. 337-350, Apr. 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). "*Cidades*". Rio de Janeiro: IBGE. 2017. v.4.1.15.2. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4>>. Acesso em: 26 jul. 2017.
- \_\_\_\_\_. "*Distribuição Regional da vegetação natural*". Rio de Janeiro: IBGE. 2004. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/vegetacao.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/mapas/brasil/vegetacao.pdf)>. Acesso em: 29 jul. 2017.
- \_\_\_\_\_. "*Mapa de clima do Brasil*". Rio de Janeiro: IBGE. 2002. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/climatologia/mapas/brasil/clima.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/clima.pdf)>. Acesso em: 29 jul. 2017.

- "Russas"*: Infográficos - despesas, receitas orçamentárias e PIB. Rio de Janeiro: IBGE. 2016. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/3PG0>>. Acesso em: 29 jul. 2017.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). *"Dados históricos"*: DBMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. 2017 Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acessado em: 27 jul. 2017.
- LIMA, Antonio Agostinho Cavalcanti; OLIVEIRA, Francisco Nelsieudes Sombra; AQUINO, Antonio Renes Lins de. *"Limitações do uso dos solos do Estado do Ceará por suscetibilidade à erosão. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical"*, 2002. 19p. ISSN: 1677-1915 (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 54).
- MENEZES, Sebastião de Oliveira. *"Rochas: manual fácil de estudo e classificação"*. Oficina de Textos, 2013.
- PORTO, Rubem La Laina; ZAHED FILHO, Kamel; DA SILVA, Ricardo Martins. *"Bacias Hidrográficas"* - PHD 307 Hidrologia Aplicada. Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo, SP, 1999, 35p.
- RUSSAS. Prefeitura Municipal de Russas. *"Sobre Russas"*. 2017. Disponível em: <<http://russas.ce.gov.br/sobre-russas/>>. Acesso em: 26 jul. 2017.
- SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio FM. *"Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações"*. Editus, 2002.
- SISTEMA DE GEOCIÊNCIAS DO SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. 2017. *"Sistema de Geociências (GeoSGB) -Arquivos vetoriais e raster"*. Disponível em:<<http://geosgb.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 28 jul. 2017.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS (SNIRH). *"HidroWeb - Sistema de Informações Hidrológicas"*. 2017. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>>. Acesso em: 28 jul. 2017.
- SOCIEDADE PORTUGUESA DE INOVAÇÃO (SPI). *"Programa de desenvolvimento urbano de pólos regionais - Vale do Jaguaribe e Vale do Acaraú: Atualização do plano de desenvolvimento regional"*. OIKOS Pesquisa Aplicada, 2016. 469 p.
- TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. *"O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local"*. Revista Uniara, v.20, p.137-157, 2007.
- TUCCI, Carlos E. M. *"Hidrologia"*: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre, RS: Ed. da Universidade, ABRH, 1997. 943 p. ISBN 85-7025-298-6
- VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. *"Hidrologia aplicada"*. São Paulo, SP: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.
- WOODCOCK, R. G. *"Weather and Climate"*. Estover: MacDonal & Evans, 1976.