

ANÁLISE FISIAGRÁFICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPACURÁ- PE

Cristiana Coutinho DUARTE¹

Josiclêda Domiciano GALVÍNIO²

Antônio Carlos de Barros CORRÊA

Maria do Socorro Bezerra de ARAÚJO

RESUMO

O estudo dos recursos hídricos, na perspectiva da escala de análise de bacias hidrográficas, origina subsídios às tomadas de decisão dos gestores e melhores atuações dos diversos atores sociais com o meio ambiente. A bacia hidrográfica do rio Tapacurá foi escolhida para esse estudo por ser importante para a região metropolitana do Recife, pois uma barragem foi construída na década de 70 com a finalidade tanto de diminuir as cheias, em períodos extremos de precipitação no Recife, como servir para o abastecimento humano, em épocas de escassez de chuva nessa região. Deste modo, o objetivo da pesquisa é o de extrair as características físicas e topográficas e correlacioná-las aos fatores de precipitação e temperatura da bacia hidrográfica do rio Tapacurá, com a utilização de SIG. Foi utilizado o *software ArcGIS 9.1* para calcular os valores fisiográficos da bacia, como a área, perímetro, coeficiente de compactidade, fator de forma, índice de circularidade, densidade de drenagem, ordenamento dos canais e também a confecção dos mapas de declividade e hipsométrico. Os mapas de precipitação e temperatura foram criados com a ajuda do programa *SURFER*. Analisando-se os dados finais, observou-se que a bacia hidrográfica do rio Tapacurá, no seu estado natural, sem interferência humana, é pouco sujeita a enchentes, devido ao seu formato mais retangular. Por ser uma bacia de 5ª ordem, apresenta uma ramificação significativa e uma densidade de drenagem média. Em geral apresenta baixas declividades e altitudes que ultrapassam os 500 metros à medida que se aproxima da borda do Planalto da Borborema. A precipitação varia de 1.600 mm anuais a 800 mm, de leste para oeste, e as temperaturas variam em torno de 5°C espacialmente.

Palavras-chave: SIG, fisiografia da bacia, bacia hidrográfica do rio Tapacurá,

ABSTRACT

The study of water resources in view of the scale of analysis of watersheds, subsidies rise to decision-making managers and better performances of the various social actors to the environment. The basin of the river Tapacurá was chosen for this study because it is important to the metropolitan area of Recife, because a dam was built in the decades 70 with the aim of reducing both the floods in periods of extreme rainfall in Recife, to serve as the supply human, in times of scarcity of rain in this region. Thus, the goal of the research is to extract the physical and topographical and correlate them to the factors of precipitation and temperature of the river basin Tapacurá, with the use of GIS. We used the software ArcGIS 9.1 to calculate the values of the basin physiographic, such as area,

¹ Mestranda em Geografia – UFPE. E-mail: cristiane@hotmail.com.

² Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco.
E-mail: josicleda@hotmail.com.

perimeter, coefficient of compactness, shape factor, index of circularity, density drainage, planning of the channels and also the preparation of maps of slope and hypsometric. The maps of precipitation and temperature were produced with the help of the program SURFER. Looking up the final data, it was observed that the basin of the river Tapacurá in its natural state without human interference, not subject to flooding due to its more rectangular format. As a basin of 5th order, presents a significant branch and a density of drainage average. In general presents slope and low altitudes that exceed the 500 meters as you approach the edge of the Borborema Plateau. The rainfall varies from 1,600 mm to 800 mm annual, from east to west, e as temperatures vary around 5°C spatially.

Key words: SIG, physiographic, watersheds, Tapacurá River.

1. INTRODUÇÃO

O suprimento de água doce de boa qualidade é essencial para o desenvolvimento econômico, para a qualidade de vida das populações humanas e para a sustentabilidade dos ciclos de vida no planeta. Entretanto, somente 3% da água do planeta está disponível como água doce e apenas 15% destes apresenta-se no estado líquido (TUNDISI, 2003).

Segundo Tucci (1993) a bacia hidrográfica é o elemento fundamental de análise do ciclo hidrológico, principalmente na sua fase terrestre que engloba a infiltração e o escoamento superficial. Ela é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. Compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exutório. Esse mesmo autor trata a bacia como um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo seu exutório, levando em consideração, como perdas intermediárias, os volumes evaporados e transpirados e também os infiltrados profundamente.

O estudo dos recursos hídricos na perspectiva da escala de análise de bacias hidrográficas, facilitado com o desenvolvimento tecnológico de *softwares* de geoprocessamento, mais especificamente os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), origina subsídios às tomadas de decisão dos gestores e melhores atuações dos diversos atores sociais com o meio ambiente. A utilização de SIG's na determinação das características físicas de uma bacia hidrográfica (área, fator de forma, coeficiente de compacidade, índice de circularidade, ordenamento de canais e densidade de drenagem) vem sendo amplamente abordada por diversos pesquisadores, que propõem metodologias e novas técnicas de análise dessas características (NETO *et al.*, 2007; FERREIRA *et al.*, 2007; TONELLO *et al.*, 2006; GALVÍNCIO *et al.*, 2004, 2005, 2006; BORSATO e MARTONI, 2004).

Vilella e Mattos (1975) afirmam existir uma grande correspondência entre as características físicas de uma bacia e o regime hidrológico, pois através de relações e comparações entre esses dois elementos pode-se determinar indiretamente valores hidrológicos em regiões onde esses dados são escassos.

A área da bacia é fundamental para definir a sua potencialidade hídrica e tem grande importância na sua resposta hidrológica, pois, se desconsiderarmos os outros fatores, quanto maior a área, menos pronunciados serão os picos de enchentes, visto que maior será o tempo para que toda a bacia contribua de uma só vez (TUCCI, 1993). Assim, como assegura Vilella e Matos (1975), a área de uma bacia de drenagem é um elemento básico para o cálculo de outras características físicas da bacia.

Quanto à forma normalmente as bacias tendem a ter o formato de uma pêra, mas variáveis geológicas podem resultar em grandes derivações dessa forma (LINSLEY *et al.*, 1975). Gravelius (1914 *apud* WISLER e BRATER, 1964) propôs o uso de dois índices de forma para uma bacia hidrográfica: o Coeficiente de Compacidade (Kc) e o Fator de Forma (Kf). O índice de circularidade é outro parâmetro para se ter conhecimento a respeito da forma da bacia e se esta é sujeita a enchentes ou não.

O sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica é constituído pelo canal principal e seus afluentes ou tributários. O conhecimento sobre ele pode indicar se a água deixa a bacia com menor ou maior velocidade, e é por este fato que esse índice indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, fornecendo informações sobre a eficiência da drenagem na bacia. Esse sistema, no entanto, pode ser analisado através do ordenamento dos canais, como proposto por Horton (1945) e Strahler (1957) e da densidade de drenagem.

As representações digitais da topografia, ou os modelos digitais de elevação, também são amplamente utilizados em análises hidrológicas, devido ao fato de que a derivação automática de dados topográficos da bacia é mais rápida, menos subjetiva e prevê mais informações que técnicas manuais e tradicionais aplicadas a mapas topográficos (TRIBE, 1992 *apud* GALVINCIO, 2005). Informações fisiográficas e topográficas foram extraídas diretamente, de modelos digitais de elevação, com a utilização de SIG's por Jenson e Domingue (1988); Moore *et al.* (1991); Martz (1984) e Martz e Garbrecht (1992).

A declividade dos terrenos de uma bacia controla em boa parte a velocidade com que se dá o escoamento superficial afetando o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias. A magnitude dos picos de enchentes e a maior ou menor oportunidade de infiltração e susceptibilidade a erosão

dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos de uma bacia hidrográfica (GALVÍNIO *et al.*, 2007). A altitude também interfere na intensidade de escoamento, pois tem influência marcante na distribuição da vegetação, nos tipos de solos, no clima e conseqüentemente na rede de drenagem.

Deste modo, essa pesquisa tem como objetivo extrair as características físicas e topográficas e correlaciona-las aos fatores de precipitação e temperatura da bacia hidrográfica do rio Tapacurá, com a utilização de Sistemas de Informação Geográfica.

Optou-se, nesse estudo, por essa bacia devido a sua importância para a região metropolitana do Recife, uma vez que, a barragem do Tapacurá foi construída na década de 70 para diminuir as cheias em períodos extremos de precipitação no Recife e em épocas de escassez de chuva, servir para o abastecimento humano dessa região.

2. ÁREA DE ESTUDO

A bacia Hidrográfica do Rio Tapacurá (Figura 1) conta com doze sub-bacias sendo as principais formadas pelos riachos Itapessirica, Natuba, Gameleira e Várzea do Una. Abrange seis municípios: Vitória de Santo Antão, Pombos, São Lourenço da Mata, Gravatá, Moreno e Chã Grande. Está localizada entre as coordenadas 35° 30' 00" e 35° 5' 00" de longitude oeste e 8° 13' 00" e 7° 58' 30" de latitude sul.

O relevo da bacia do rio Tapacurá está em sua maior parte constituído por colinas e cristas. As colinas predominam na parte oriental da bacia, próximo à confluência do rio Tapacurá com o rio Capibaribe e chegam até o leste do município de Pombos. Na parte ocidental da bacia a partir do distanciamento da calha do rio Tapacurá, tanto para o norte como para o sul a altitude dos topos eleva-se gradualmente, enquanto que as colinas vão cedendo lugar aos relevos mais contínuos e orientados, constituindo as cristas. Estas apresentam projeção para leste da escarpa do Planalto da Borborema e estão separadas por falhas e fraturas que ora se entrecruzam, ora se apresentam ligeiramente paralelas, tendo como resultado a crescente orientação do relevo, à medida que se aproxima da borda do planalto da Borborema.

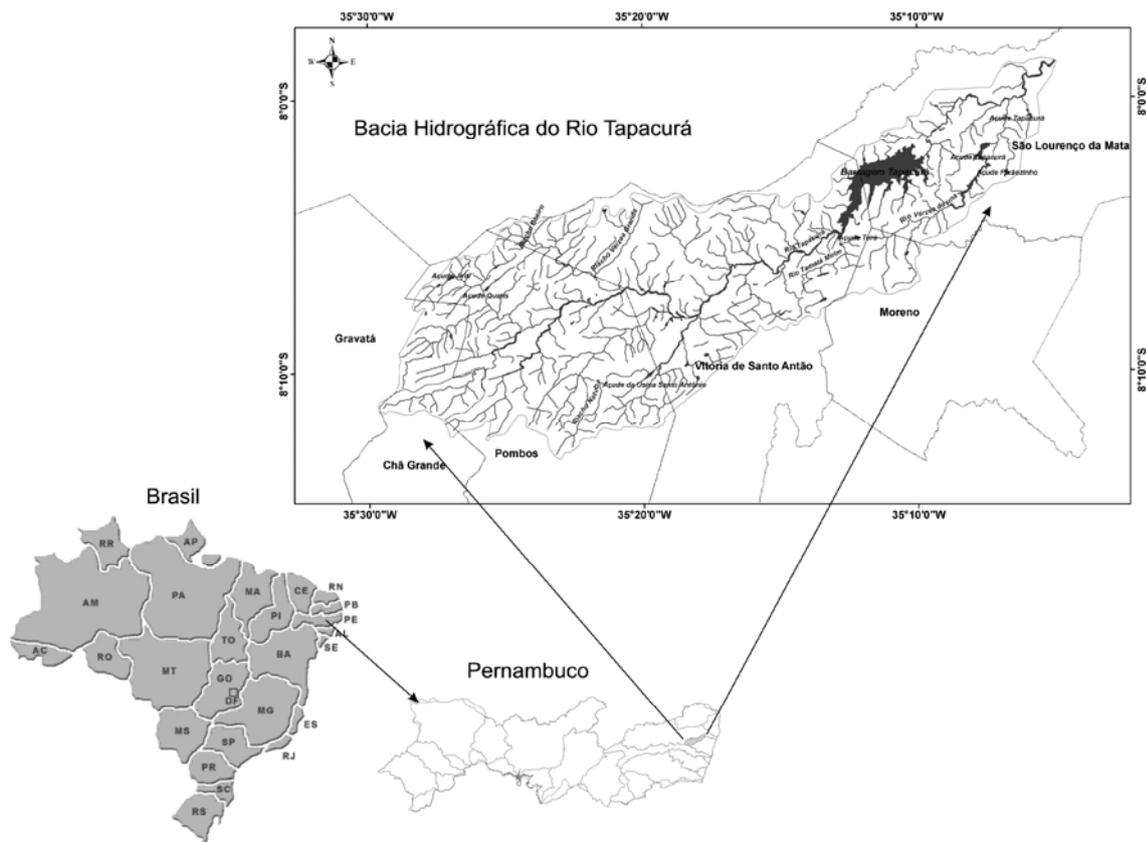


Figura 1. Localização espacial da bacia hidrográfica do rio Tapacurá, Pernambuco.

Os solos predominantes na bacia são o Argissolo Vermelho Amarelo seguido do Argissolo Amarelo. Há também, em menor proporção, Gleissolo, Luvisolo, Neossolo Quartzarênico, Neossolo Regolítico e Latossolo Amarelo.

A bacia apresenta áreas tanto da zona da mata úmida como do agreste sub-úmido. É constituída por remanescentes da mata atlântica e alguns remanescentes de caatinga na parte sudoeste da bacia.

Segundo Braga (2000) a bacia hidrográfica do rio Tapacurá encontra-se bastante antropizada, na qual a policultura e a horticultura ocupam 37 % da área, seguidas pela pecuária (30,2%) e pela cana-de-açúcar que ocupa 12,45% da área da bacia. Em menor proporção, as granjas e chácaras ocupam 7,8%, a cobertura vegetal, esta dividida em mata, caatinga, capoeira e áreas de reflorestamento, ocupa 6,4%, e as áreas urbanas ocupam 5,6 % da área total da bacia.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A área, o perímetro, a extensão do rio principal, o comprimento axial da bacia do Tapacurá e as outras características fisiográficas, abaixo descritas, foram extraídas com o

auxílio do programa *ArcGis* 9.1, que proporciona, em ambiente SIG, a caracterização da bacia por meio de informações digitais especializadas. As informações cartográficas, foram retiradas das cartas planialtimétricas digitalizadas na escala de 1:100.000 da SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste).

Para poder classificar a bacia rio Tapacurá de acordo com o seu tamanho, utilizou-se a classificação de Wisler e Brater (1964), que consideram como bacias pequenas aquelas que possuem área inferior a 26 km² e bacias grandes com área superior a esse valor.

O Coeficiente de compacidade (K_c) que é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual a da bacia, foi calculado a partir da equação:

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

em que K_c é o coeficiente de compacidade, P é o perímetro em km e A é a área da bacia em km². Esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia independentemente do seu tamanho, assim quanto mais irregular ela for, maior será o coeficiente de compacidade, ou seja, quanto mais próxima da unidade, mais circular será a bacia e será mais sujeita a enchentes (VILLEA e MATTOS, 1975).

O Fator de forma (K_f) é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão). Ele foi estimado a partir da equação:

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

em que K_f é o fator de forma, A é a área da bacia em km² e L é o comprimento axial da bacia em km.

Uma bacia com fator de forma baixo indica que ela é menos sujeita a enchentes que outra, de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior (VILELLA e MATOS, 1975)

O Índice de Circularidade é outro parâmetro utilizado. Ele tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna-se alongada. Ele foi calculado pela equação:

$$IC = 12,57 \frac{A}{P^2} \quad (3)$$

em que IC é o índice de circularidade, A é a área em km² e P é o perímetro em km.

Os resultados finais desses índices foram comparados a resultados de outras bacias para se classificar a bacia em relação à forma (alongada ou circular), e se é ou não sujeita a enchentes. Esses resultados podem ser verificados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das características físicas obtidos para outras bacias.

Bacia	Área (km²)	Kc	Kf	Forma	Autor
Ribeirão do Lobo	177,25	1,47	0,439	Alongada	Villela e Mattos (1975)
Rio Salitre	13.796,5122	1,50	0,2580	Alongada	Galvíncio (2007)
Córrego João Pedro	124,78	1,6852	0,1959	Alongada	Ferreira <i>et al.</i> (2007)

A classificação utilizada para o ordenamento dos canais da bacia foi a de Strahler (1957). Nesse sistema de classificação todos os canais sem tributários são de primeira ordem, na confluência entre dois canais de primeira ordem origina um de segunda e na confluência de dois canais de segunda origina um de terceira ordem, que pode receber tanto um de primeira como um de segunda ordem e assim por diante. A ordem da bacia será determinada pelo canal de ordem maior.

Baseado no ordenamento dos canais também foi calculado a densidade de drenagem que é o resultado da divisão entre o comprimento total dos cursos d'água pela área da bacia (LINSLEY *et al.*, 1949). Esse índice pode variar de 0,5 km.km⁻² em bacias com drenagem pobre a 3,5 km.km⁻² ou mais em bacias bem drenadas (VILELLA e MATOS, 1975).

O mapa de declividade da bacia foi elaborado no ambiente SIG a partir do modelo digital de elevação obtido por meio do *Shuttle Radar Topography Mission* da Nasa. No *software ArcGIS 9.1* foi utilizada a ferramenta *slope* que gerou os intervalos percentuais da declividade do relevo.

A hipsometria, que é a representação gráfica do relevo médio de uma bacia, foi representada por um mapa também elaborado a partir do modelo digital de elevação da NASA, e os dados foram classificados no *software ArcGIS 9.1*.

Os dados de precipitação e temperatura foram adquiridos a partir das pluviosidades e temperaturas médias anuais por município, disponibilizados no site do LAMEPE-Laboratório de Meteorologia do estado de Pernambuco, e, no *software SURFER*, foram gerados os mapas de isoietas e isotermas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia do rio Tapacurá é considerada uma bacia grande de acordo com WISLER e BRATER (1964), pois, após os cálculos, verificou-se que a bacia possui uma área de 471,33 km², e para esses autores bacias grandes são aquelas com áreas superiores a 26 km². Tem um perímetro de 139,74 km e um comprimento axial da bacia de 50,91 km.

Devido às influências estruturais, como a presença de falhas e fraturas, a forma da bacia do Tapacurá demonstra-se alongada e irregular e com uma drenagem que apresenta, em alguns trechos, mudanças bruscas de direção dos rios, podendo-se atribuir à drenagem um padrão ortogonal e irregular. Esses eventos podem ser comprovados através dos cálculos do coeficiente de compacidade e do fator de forma. O primeiro foi estimado em 1,8024, o que implica em dizer que a bacia não é sujeita a enchentes em anos normais de precipitação, pelo fato deste coeficiente se afastar da unidade, pois quanto mais próximo da unidade maior será a possibilidade de toda a área estar contribuindo de uma só vez.

Já o fator de forma estimado para a bacia foi de 0,1818, o que demonstra ser um valor baixo e que também indica que a bacia é pouco sujeita a inundações, ou seja, os afluentes atingem o rio principal em vários pontos.

O índice de circularidade foi de 0,3034, o que também demonstra ser uma bacia de forma alongada, pois seu valor se distancia da unidade. Esses dados podem ser verificados na Tabela 2 e a forma da bacia e seu sistema de drenagem podem ser visto na Figura 2.

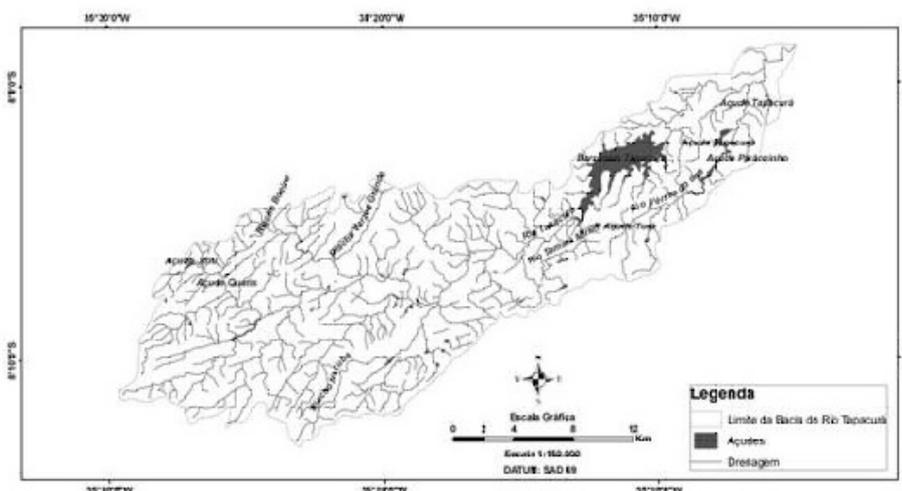


Figura 2. Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Tapacurá.

Com a análise do sistema de drenagem da bacia, verificou-se que a mesma é de 5^o ordem (Figura 3), de acordo com a hierarquia de Strahler na escala de 1:100.000, o que demonstra que a bacia possui um sistema de drenagem com ramificação significativa. Pode-se verificar também a grande quantidade de tributários de ordem um, que de acordo

com Wisler e Brater (1964) o grande número desses tributários é típico de áreas escarpadas.

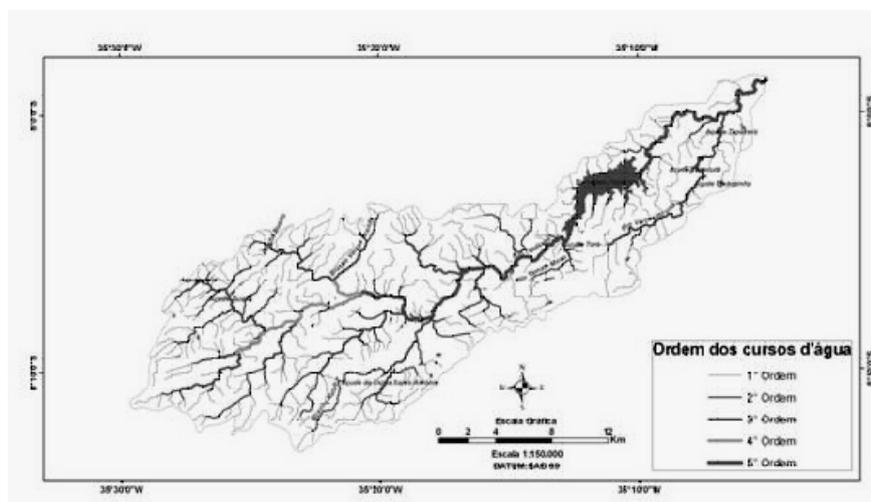


Figura 3: Ordem dos cursos de água da bacia.

O índice de densidade de drenagem estimado para a bacia foi de $1,4892 \text{ km.km}^{-2}$, o que demonstra realmente ser uma bacia com um sistema de drenagem com ramificações significativas. Visualmente esse número é devido às altas declividades e ramificações da drenagem na porção ocidental da bacia, que neste caso apresenta respostas às precipitações de forma diferenciada, ou seja, o escoamento superficial se torna mais rápido na porção ocidental.

Tabela 2: Características físicas da bacia do Rio Tapacurá.

Características Físicas	Resultados
Área da bacia hidrográfica (km ²)	471,3380
Perímetro (km)	139,7492
Comprimento axial da bacia (km)	50,9154
Comprimento do rio principal (km)	69,0014
Coefficiente de Compacidade	1,8024
Fator de forma	0,1818
Índice de Circularidade	0,3034
Densidade de Drenagem (km.km ⁻²)	1,4891
Ordem da bacia	5° ordem

Em geral, a bacia hidrográfica do rio Tapacurá apresenta baixa declividade, como pode ser visto na Tabela 3, na qual mostra 45,65% da área da bacia no intervalo entre as declividades de 0 a 9%. A Figura 4 apresenta as declividades do terreno da bacia em estudo. Pode-se verificar uma maior concentração de altas declividades na porção sudoeste da bacia em que a altitude se apresenta mais elevada e evidenciada pela influência da estrutura geológica na área com a incidência de falhas.

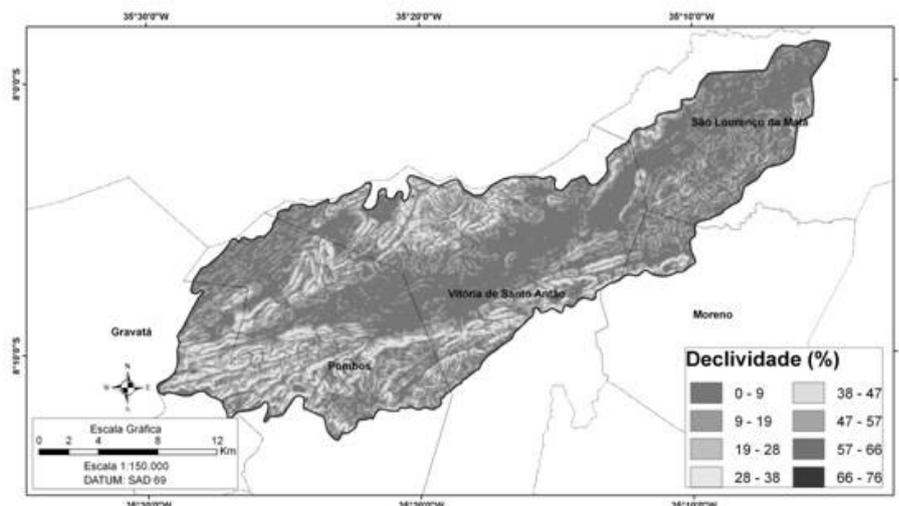


Figura 4: Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Tapacurá.

Tabela 2: Relação das declividades com o percentual da área total da bacia.

Declividade (%)	Área da Bacia (%)
0 - 9	45,65
9 - 19	32,72
19 - 28	14,26
28 - 38	5,28
38 - 47	1,62
47 - 57	0,31
57 - 66	0,03
66 - 76	0,01
Total	100

O mapa hipsométrico (Figura 5) demonstra que a a bacia do rio Tapacurá possui altitudes que vão de 43 a 100 m, próximo à confluência desse rio com o rio Capibaribe. De 100 a 200 metros, no centro da bacia e, nas suas extremidades, tanto noroeste quanto sudoeste, acima de 300 m. A leste do município de Pombos a altitude chega a 500 metros.

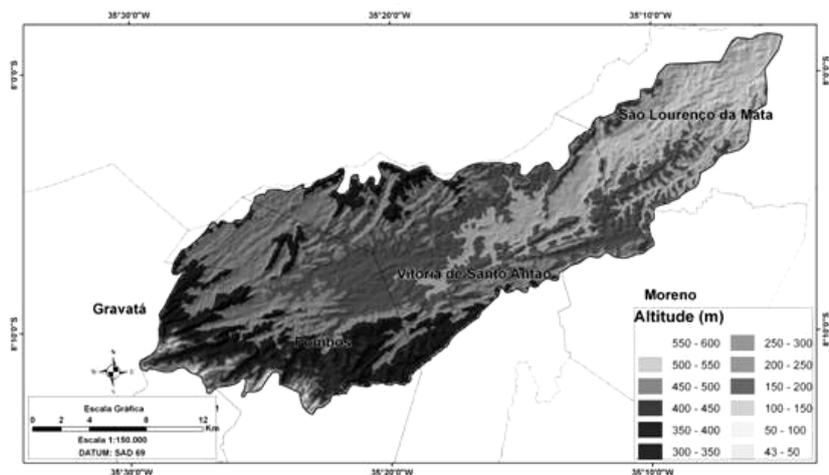


Figura 5: Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Rio Tapacurá.

Para demonstrar a influência da altitude nos fatores climáticos e, conseqüentemente, na distribuição das chuvas, foi elaborado um mapa de precipitação e um de temperatura, o que facilitará uma maior compreensão da dinâmica da paisagem e como a bacia pode reagir, de forma diferente, em relação aos *inputs* da precipitação.

A bacia do rio Tapacurá apresenta uma variação na precipitação que vai de 1.600 mm anuais para cerca de 850 mm, na sua porção ocidental (Figura 6). A redução dos totais pluviométricos de leste para oeste, segundo BRAGA (2000) é motivada menos pela distância da bacia em relação ao litoral e mais pela altitude e disposição do relevo, sobretudo a partir do município de Vitória de Santo Antão, onde a topografia funciona como barreira orográfica para os alísios de sudeste. Comparando-se o mapa de precipitação e o hipsométrico, esse fato pode realmente ser comprovado.

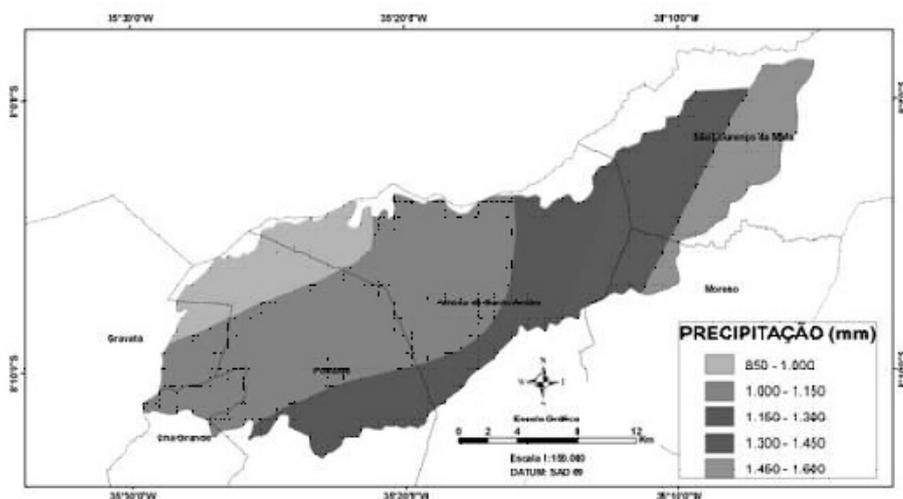


Figura 6: Representação espacial da precipitação na bacia do rio Tapacurá.

A temperatura média anual da bacia também varia 5^oC espacialmente e ela é importante pela influência no processo de evaporação e evapotranspiração (Figura 7). Diminui gradativamente de leste para oeste, em função do aumento da altitude. As médias variam de 26 a 25 °C na porção oriental a 22 a 23 °C na porção ocidental da bacia.

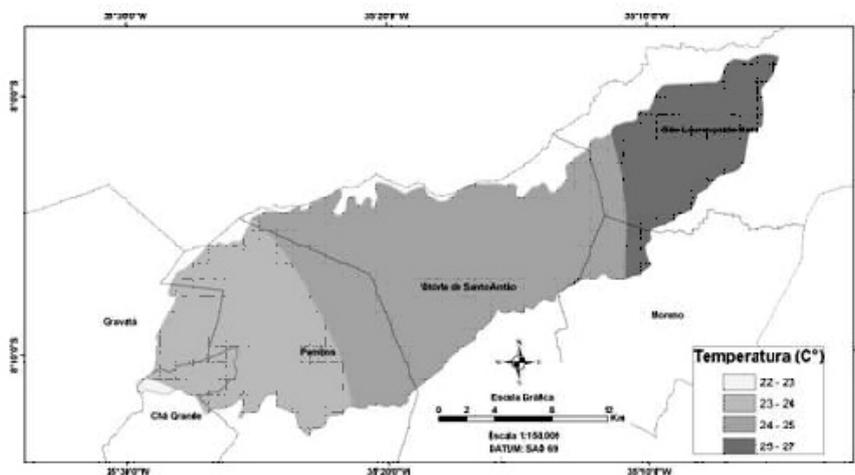


Figura 7: Representação espacial da temperatura média mensal na bacia do Rio Tapacurá.

4. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos a bacia do rio Tapacurá, no seu estado natural, sem nenhuma interferência humana, é pouco sujeita a enchentes, devido ao seu formato alongado. Por ser uma bacia de 5^o ordem, apresenta uma ramificação significativa e uma densidade de drenagem média, evidenciando uma maior dissecação, principalmente na porção ocidental da mesma. Fator este, que pode ser associado também com a alta suscetibilidade a erosão dos solos e pouca permeabilidade destes.

A variação de altitude e do relevo é significativa, concentrando-se as maiores altitudes na porção sudoeste da bacia, onde se verificam as maiores declividades, o que poderia acarretar numa maior velocidade e pico do escoamento superficial, entretanto as chuvas e as temperaturas vão diminuindo. A vulnerabilidade à erosão nessa área e o aumento do escoamento superficial vai depender da presença ou não da vegetação.

O Sistema de Informação Geográfica mostrou ser uma ferramenta de grande importância para esse estudo, pois após obter as características fisiográficas da bacia, pôde-se correlacioná-las com a realidade, por meio da confecção de mapas temáticos. Nesse caso, espera-se que o presente estudo proporcione aos gestores de bacias, mais subsídios às tomadas de decisões, através de uma análise integrativa dos dados.

A relação das características fisiográficas da bacia com a precipitação e a temperatura são importantes, devido ao fato de que a bacia hidrográfica do rio Tapacurá possui uma climatologia heterogênea e influenciada pelo relevo, o que leva a intensidades diferentes do escoamento superficial ao longo da bacia.

Tais resultados fazem parte de um projeto em desenvolvimento. No futuro, serão analisadas as mudanças ocorridas na cobertura da terra da bacia em estudo e, avaliados os impactos dessas mudanças de acordo com as características físicas obtidas.

5. REFERÊNCIAS

BORSATO, F.H.; MARTONI, A.M. 2004. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Science**. Maringá. v. 26, n. 2, p. 273-286.

BRAGA, R. (Cord.). 2001. **Gestão ambiental da bacia do Tapacurá – Plano de ação**. UFPE/CTG/DECIVIL/GRH; Recife: Ed. Universitária da UFPE.

FERREIRA, D.S. *et al.* Utilização de dados de sensoriamento remoto para a obtenção das características físicas da Bacia Hidrográfica do Córrego João Pedro em Linhares – Espírito Santo. In: Simpósio de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis, Brasil. **Anais XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis: INPE, 2007. p. 3343-3348.

FONSECA NETO, F. de; DEUS *et al.* 2007. Uso de sistemas de informações geográficas na determinação das características físicas de uma bacia hidrográfica. In: Simpósio de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis, Brasil. **Anais XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis: INPE, 2007. p. 2581-2588.

GALVÍNCIO, J.D. *et al.* 2007. Análise fisiográfica da bacia hidrográfica do rio Salitre – BA. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Submetido em 11/04/2007.

GALVÍNCIO, J.D.; SOUSA, FRANCISCO DE ASSIS SALVIANO de.; SHIRINIVASAN, V.S. 2006. Balanço hídrico à superfície da bacia hidrográfica do Açude Epitácio Pessoa. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Rio Grande do Sul. v. 11, n. 03, p. 135-146.

GALVÍNIO, J.D. 2005. **Balço hídrico à superfície da bacia hidrográfica do Açude Eptácio Pessoa, utilizando modelos digitais de elevação**. Tese de doutorado em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, 156p.

GALVÍNIO, J.D.; SOUSA, FRANCISCO DE ASSIS SALVIANO de. 2004. Uso do TOPAZ para caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do açude Eptácio Pessoa. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Rio Grande do Sul. v. 9, n. 4, p. 69-75.

GARCEZ, L.N. 1974. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blucher.

JENSON, S.K., DOMINGUE, J.O. 1988. Extracting Topographic Structure from Digital Elevation for Geographical Information System Analysis. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. v. 54, n. 11, p. 1593-1600.

LINSLEY, R.K. Jr. *et al.* 1949. **Applied Hydrology**. New York: McGraw-Hill. (McGraw Hill Civil Engineering Series).

LINSLEY, R.K. Jr. *et al.* 1975. **Hydrology for Engineers**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill. (McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering).

MARTZ, L.W. 1984. Automatic Detection of drainage Networks, from Digital Elevation Models. **Cartographica**. v. 21, n. 2/3, p. 168-178.

MARTZ, L.W., GARBRECHT, J. 1992. Numerical Definition of Drainage Network and Subcatchment Áreas from Digital Elevation Models. **Computers and Geosciences**. v. 18, n. 8, p. 747-761.

MORRE, L.D.; GRAYSON, R. B.; LADSON, A.R. 1991. Digital terrain modeling: a review of hydrological geomorphological, and biological applications. **Hydrol. Proc.** v. 5, p. 3-3.

SRTM (**Shuttle Radar Topography Mission**), NASA. Disponível em: <www.srtm.usgs.gov>. Acesso em: 15 jan. 2008.

STRAHLER, A.N. 1964. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: CHOW, V.T. (Ed.). **Handbook of applied Hidrology**. New York: McGraw-Hill. p. 439-476.

TONELLO, K. C. *et al.* 2006. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cacheira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**. Viçosa – MG, v. 30, n. 5, p. 849-857.

TUCCI, C.E.M. (Org.). 1993. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2ª ed., Editora da Universidade, 943p.

TUNDISI, J.G. Recursos Hídricos. **Multiciencia**, 2003. Disponível em: <<http://www.multiciencia.unicamp.br/art03.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2007.

VILELLA, S.M.; MATTOS, A. 1975. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill.

WISLER, C.O.; BRATER, E.F. 1964. **Hidrologia**. Tradução e publicação de Missão Norte-Americana pela Cooperação Econômica e Técnica no Brasil. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A.