

ANÁLISE DO RELEVO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO AÇUDE EPITÁCIO PESSOA

Josiclêda Domiciano Galvínio¹

Francisco de Assis Salviano de Sousa²

Vajapeam S. Shirinivasan³

RESUMO

O relevo de uma bacia tem grande influência sobre os fatores climáticos/meteorológicos e hidrogeográficos/hidrológicos, pois a velocidade de escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno, enquanto que os valores das variáveis: temperatura, precipitação e evaporação são influenciados pela altitude da bacia hidrográfica. Por outro lado, eventos hidrológicos individuais podem ocasionar efeitos drásticos na morfologia da bacia hidrográfica. Diante do exposto, o objetivo deste estudo é o de efetuar a análise do relevo da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa, usando modelos digitais de elevação, como forma de auxiliar os estudos relacionados à gestão dos recursos hídricos da bacia. Pelo uso de técnicas de geoprocessamento e de sistemas de informações geográficas (SIG) foi possível efetuar a análise do relevo da bacia. Os resultados mostraram que a bacia em estudo exibe áreas com declividades suaves em grande parte do terreno, isso faz com que a velocidade do escoamento superficial seja baixa. A vantagem desse tipo de declive é o favorecimento de trabalhos com máquinas agrícolas. Em alguns tipos de solos, especificamente o da bacia em estudo, o processo erosivo mais acentuado praticamente não ocorre. Outra vantagem é que a bacia possui baixa susceptibilidade a inundações. Em tempo, apesar de as bases globais apresentarem resultados satisfatórios não se deve deixar de investir em levantamentos de campo. Levantamentos com maior precisão sempre serão preferíveis, porém, em lugares onde não existirem tais dados, verificou-se que a utilização das bases globais em problemas de recursos hídricos é viável.

¹ Professora adjunto do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE – josiclêda@hotmail.com

² Pesquisador nível II do CNPq/Professor adjunto do DCA/UFCG – fassis@dca.ufcg.edu.br

³ Pesquisador nível I do CNPq/Professor adjunto do DEC/UFCG.

Palavras- chaves: Bacia Hidrográfica, relevo, açude Epitácio Pessoa

ABSTRACT

The river basin relief has great influence on the meteorological and hydrologic factors, because the superficial drainage speed is determined by land steepness, while the variables values: temperature, precipitation and evaporation are influenced by the altitude of the river basin. On the other hand, individual hydrologic events can cause drastic effects in the morphology of the river basin. Before the exposed, the aim of this study is it of making the relief analysis of the Epitácio Pessoa river basin dam, using digital elevation model, as form of aiding the studies related to the administration of the water resources of the river basin. Using geoprocessamento techniques and geographical information systems (GIS) was possible to make the analysis of the relief of the river basin. The results showed that the river basin in study exhibits areas with soft steepness in a large part of the land, this does with that the superficial drainage speed is low. The advantage of that slope type is the works facility with agricultural machines. In some types of soils, specifically the one of the river basin in study, the erosive process more accentuated practically it doesn't happen. Another advantage is that the river basin possesses low chance to floods. In time, in spite of the global bases presented satisfactory results one should not stop investing in field risings. Risings with larger precision will always be preferable, however, in places where such data exist not, it was verified that the use of the global bases in water resources problems is viable.

Keywords: watarshed, relief, basin Epitácio Pessoa

INTRODUÇÃO

O relevo de uma bacia hidrográfica tem grande influência sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos dado que a velocidade de escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno, enquanto que a temperatura, a precipitação e a evaporação são funções da altitude da bacia.

HORTON (1945) foi o primeiro pesquisador a fazer um notável estudo de interdependência entre a morfologia e os processos hidrológicos de bacias hidrográficas. Com esse estudo Horton identificou muitos processos hidrológicos de interesse e suas dificuldades. Uma primeira dificuldade foi em relação às escalas de tempo. Eventos hidrológicos individuais podem ocasionar efeitos drásticos na morfologia da bacia hidrográfica, (WOLMAN & MILLER, 1960; DURY, 1973; ANDERSON & CALVER 1977; WOLMAN & GERSON 1978; NEWSON, 1980; BEVEN, 1981) *apud* (BEVEN et al., 1993). Em geral, a resposta temporal dos sistemas geomorfológicos são muitos longos em relação aos processos hidrológicos.

Segundo SCHULER (1988) um modelo hidrológico para representar um sistema natural deve descrever com razoável precisão a resposta do sistema a uma determinada entrada. O procedimento para a modelagem de sistemas complexos, como os processos hidrológicos presentes em bacia hidrográfica, exige um conhecimento detalhado da bacia e dos processos físicos e biológicos que interferem no movimento da água. Desse modo, possíveis simplificações realizadas no modelo para aproximar os processos representados em situação real são impraticáveis.

Como a topografia é o principal fator determinante nos processos de transporte de materiais, os modelos que tratam da distribuição espacial da água na bacia requerem dados de suas características topográficas, tais como: limites da bacia e sub-bacias, declividade do terreno, comprimento do rio principal, forma da bacia, orientação das vertentes e características dos canais de drenagem, (MOORE et al., 1993). Esses atributos topográficos podem ser computados a partir de um Modelo Numérico do Terreno (MNT) ou através de Modelos Digitais de Elevação (em inglês, DEM) usando-se várias de técnicas. A estrutura ideal para um MNT depende do objetivo, do uso dos dados e de como esse MNT pode se relacionar com a estrutura de um modelo hidrológico (MOORE et al., 1991).

GARBRECHT & MARTZ (1999) analisaram a importância da topografia na distribuição de fluxo de água sobre a superfície natural da Terra. Segundo os autores a extração automática dos parâmetros topográficos pelo MDE é uma alternativa viável para a confecção de mapas topográficos de elevações, particularmente em relação à qualidade e cobertura dos dados. A capacidade e limitação do MDE, como por exemplo, a viabilidade dos dados, a qualidade e a

resolução para uso de modelos hidrológicos foram analisadas. Nesse estudo os autores concluíram que tanto a qualidade quanto a resolução do MDE são duas características que pode causar grande impacto quando aplicados aos modelos hidrológicos.

Os processos hidrológicos e as informações de recursos hídricos são investigados comumente pelo uso de modelos distribuídos. Esses modelos requerem informações fisiográficas como configuração da rede de drenagem, localização e divisão de drenagem, tempo de concentração da bacia, inclinação e propriedades geométricas das sub-bacias. Tradicionalmente, esses parâmetros são obtidos de mapas ou de pesquisas de campo. Há mais de duas décadas passadas essas informações foram derivados diretamente de representações digitais da topografia, (MARK, 1984), (JENSON & DOMINGUE, 1988), (MOORE et al., 1991) e (MARTZ & GARBRECHT, 1992). A derivação automática de dados topográficos da bacia pelo MDE é mais rápida, menos subjetiva e provê mais informações que as técnicas manuais e tradicionais aplicadas a mapas topográficos, (TRIBE, 1992). Dados digitais gerados por essa aproximação têm a vantagem de poderem ser importados prontamente e de serem analisados por um SIG. Os avanços tecnológicos promovidos pelo SIG e a disponibilidade crescente da qualidade dos MDEs têm ampliado o potencial de sua aplicação para muitos hidrologistas, engenheiros hidráulicos, atividades relacionadas aos recursos hídricos e investigações ambientais.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo é o de efetuar a análise do relevo da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa, usando modelos digitais de elevação. Os resultados obtidos podem auxiliar na tomada de decisão do gerenciamento dos recursos hídricos da bacia.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

A bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa, mais conhecido como Açude de Boqueirão, encontra-se geograficamente localizada no centro de uma região, cercada por uma cordilheira fragmentada. A contribuição do fluxo para o Boqueirão vem principalmente, das sub-bacias do Alto Paraíba e do Taperoá. Os cursos de águas naturais que cortam a região em estudo e que beneficiam de

alguma forma o solo e a produção agropecuária da região são os seguintes: Rio Paraíba, Riacho do Marinho Velho, Riacho da Perna, Riacho dos Canudos, Riacho da Ramada, Riacho da Relva e Riacho do Feijão. Atualmente, segundo o Plano Diretor do Estado da Paraíba, o açude Epitácio Pessoa tem capacidade para 450. 424.550 metros cúbicos de água.

A Figura 1 apresenta a localização espacial da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa.

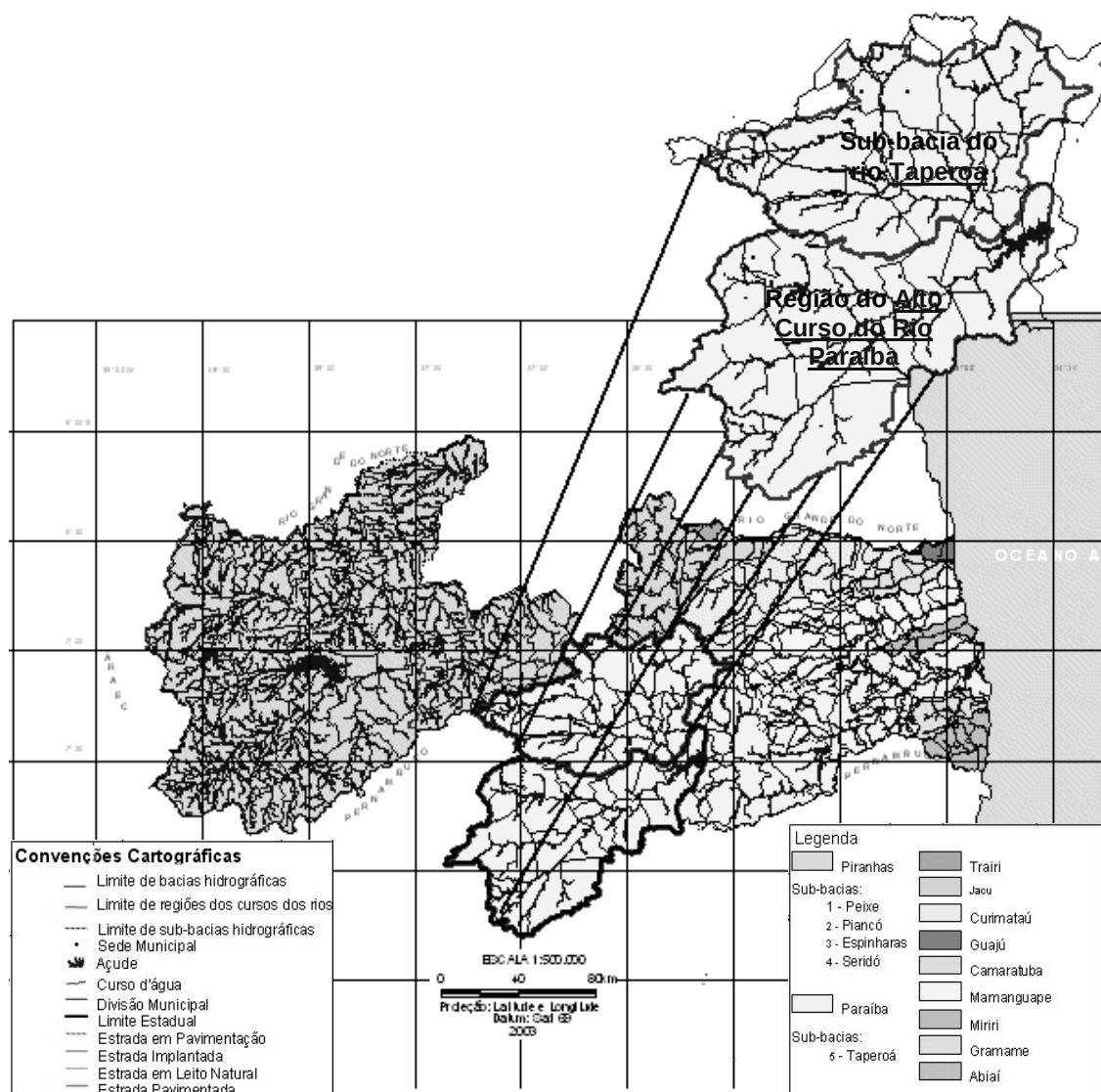


Figura 1 - Localização (área em destaque) espacial da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa - Fonte: Laboratório de Meteorologia e Sensoriamento Remoto da Paraíba

Sub-bacia do Alto Paraíba

Situada na parte sudoeste do Planalto da Borborema, a região do Alto Paraíba localiza-se entre as latitudes 7,347⁰ e 8,303⁰ sul e entre as longitudes 36,128⁰ e 37, 356⁰ Oeste de Greenwich. Limita-se ao sul e a oeste com o Estado de Pernambuco, e ao norte com a bacia do rio Taperoá. Nela estão inseridos, totais ou parcialmente, os municípios de Amparo, Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Camalaú, Caraúbas, Congo, Coxixola, Monteiro, Ouro Velho, Prata, São Domingos do Cariri, São João do Cariri, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé e Zabelê. A área de drenagem é de 6.717,39 km² através dos rios contribuintes Monteiros e Umbuzeiro e do rio Paraíba, que é o principal; este por sua vez deságua no Oceano Atlântico, no município portuário de Cabedelo.

Sub-bacia do rio Taperoá

Esta sub-bacia se situa na parte central do Estado da Paraíba, conformando-se sob as latitudes 6,863⁰ e 7,576⁰ sul e entre as longitudes 36,167⁰ e 37,023⁰ oeste. Limita-se com as sub-bacias do rio Espinharas e do rio Seridó a oeste, com a região do Alto Paraíba ao sul, com as bacias do Jacu e Curimataú ao norte e com a região do Médio Paraíba a leste.

No interior da sub-bacia, distribuem-se completa e parcialmente os municípios: Assunção, Barra de Santa Rosa, Boa Vista, Cabaceiras, Cacimbas, Desterro, Gurjão, Juazeirinho, Junco do Seridó, Livramento, Olivedos, Parari, Pocinhos, Salgadinho, Santo André, Serra Branca, São João do Cariri, São José dos Cordeiros, Seridó, Soledade, Taperoá, Teixeira e Tenório.

Seu principal rio é o Taperoá, de regime intermitente que nasce na Serra do Teixeira e desemboca no rio Paraíba, no açude de Boqueirão (açude Eptácio Pessoa). A área de drenagem é de aproximadamente 5.668,25 km². Recebe contribuições de cursos d'água como os rios São José dos Cordeiros, Floriano, Soledade e Boa Vista e dos rios riachos Carneiro, Mucum e da Serra.

Tipos de solos

A região da bacia em estudo é formada por rochas do período pré-cambriano. O tipo de solo predominante na região das sub-bacias do Taperoá e do Alto Paraíba é do tipo Bruno não-Cálcico de pouca espessura, que cobre todo cristalino existente na área de abrangência. Sob o ponto de vista taxionômico, a bacia apresenta uma associação de solos Litólicos, Solonetz Solodizado, Regossolos e Cambissolos e afloramentos. Os solos Litólicos predominam com relação aos outros, tornando a bacia quase que impermeável.

O regime da chuva

Em muitas cidades da Europa, como por exemplo, Berlim e Paris, chovem por ano, em média 520 e 660 mm, respectivamente. Essa mesma quantidade precipita no semi-árido do Nordeste do Brasil, ou até menos, e ninguém fala de secas catastróficas nessas duas cidades. Dentre outros motivos, as diferenças estão no processo evaporativo, que aqui é muito alto e na irregularidade temporal e espacial da precipitação. É esse processo que determina a quantidade de água que realmente estará à disposição das pessoas, dos animais e das plantas.

A situação geográfica do semi-árido, próximo ao equador, com altas temperaturas durante o ano todo, ventos fortes e baixa umidade do ar contribui para alta evaporação potencial da água superficial. Caso as barragens e aguadas não sejam suficientemente profundas, certamente estarão vazias em poucos meses após o fim das chuvas. A porção de água da chuva que infiltra na terra e é absorvida pelos grumos do solo é, em parte, protegida da evaporação. Após semanas e até meses depois de uma chuva forte, as raízes das plantas podem obter a umidade necessária, lá embaixo da terra.

Hidrografia

A bacia do Boqueirão pertence à grande bacia do rio Paraíba, uma dos mais importantes do Estado. No que tange a hidrografia é pobre em seus amplos aspectos, de maneira que as condições hídricas são insuficientes para suprir a demanda nos longos períodos de ausência de precipitação. Os rios e lagos do semi-árido são irregulares, de características intermitentes, onde a água superficial desaparece durante o período de estiagem. A paisagem dos rios e

lagos temporários, onde a presença da água superficial é mais constante, apresenta um período de seca estacional bem marcada.

Aspectos sócio-econômicos

Alguns aspectos gerais que caracterizam a bacia são: a baixa produtividade de culturas, reduzidas opções de cultivos; baixa tecnologia utilizada em sementes, ausência de conservação do solo e de controle fitossanitário, baixo aproveitamento dos recursos naturais, limitada e irregular disponibilidade dos recursos hídricos e reduzida área de preservação natural, o que implica na perda da biodiversidade. Esses aspectos são de fundamental importância para assegurar a sobrevivência de famílias camponesas, num ambiente sujeito à seca. O semi-árido brasileiro, onde predomina a pecuária hiper-extensiva, o grande proprietário acumula reservas, quando as condições climáticas são favoráveis e, em caso contrário, transfere o rebanho para áreas mais favoráveis à atividade. Já os pequenos produtores praticam uma agricultura de subsistência que, no semi-árido paraibano, é representada por milho, mandioca, feijão e arroz. Essas culturas representam a principal fonte de renda e de alimentação para a comunidade rural.

Materiais utilizados

Foram usados dados de elevação do terreno, obtido através de radar, com resolução espacial de 90 metros. Em seguida foram utilizados programas de geoprocessamento para correção, extração e manipulação dos dados de elevação.

Métodos

A topografia do terreno, especialmente a declividade, é o principal condicionador de sua capacidade de uso. Esse aspecto permite uma melhor definição do aproveitamento e manejo dos solos e é de interesse do planejamento. As declividades são enquadradas em determinados intervalos de inclinação, os quais definem as classes, sendo representadas por letras maiúsculas. Aqui, será utilizada a classificação da caracterização de relevo

proposta por LEPSCH. Na caracterização das classes de declividades médias se adotou os limites rígidos, com adaptações, de modo a permitir um intervalo de confiabilidade, quanto ao uso agrícola, estabelecendo-se as seguintes classes:

Classe A - São áreas planas ou quase planas, onde o escoamento superficial ou cheia é muito lento. O declive do terreno não oferece nenhuma dificuldade ao uso de máquinas agrícolas e não existe erosão hídrica significativa, exceto em vertentes, cujas rampas sejam muito longas e com solos altamente susceptíveis à erosão. Nessa classe, a exploração do solo pode ocorrer com culturas anuais permanentes, pastagens e reflorestamento. No controle da erosão, recomendam-se cultivos em curvas de níveis. Para essa classe, a faixa de declividade média correspondente varia de 0 a 5%.

Classe B - Compreende áreas com declives suaves, nos quais, na maior parte dos solos, o escoamento superficial é lento ou médio. Os declives, nessa condição, não impedem ou dificultam o trabalho de qualquer tipo de máquina agrícola. Em alguns tipos de solos com esses declives, a erosão hídrica não oferece nenhum problema; em muitos deles, práticas simples de conservação são necessárias, enquanto que em solos muito erodíveis e com comprimentos de rampa muito longos, proteções com práticas complexas podem ser necessárias, tais como sistema de terraços e faixas de retenção. Nesta classe se recomenda cultivos em nível, terraceamento ou sulcamento. A declividade média definida nessa classe insere-se na faixa de 5 a 10%.

Classe C - São áreas com superfícies inclinadas, geralmente em relevo ondulado, nas quais o escoamento superficial, para a maior parte dos solos, é médio ou rápido. O declive, normalmente não prejudica o uso de máquinas agrícolas. Em alguns casos, a erosão hídrica oferece poucos problemas ou então pode ser controlada com práticas simples; na maior parte das vezes, práticas complexas de conservação do solo são necessárias, para que terrenos com esses declives possam ser cultivados intensivamente. Essa classe admite explorações com pastagens e reflorestamento, realizando controle da erosão como, terraceamento ou sulcamento. Aqui, a faixa de declividade média varia de 10 a 15%.

Classe D - Compreende áreas muito inclinadas em relevo colinosos, onde o escoamento superficial é rápido na maior parte dos solos. Não sendo os declives muito complexos, a maior parte das máquinas agrícolas pode ser usada,

mas com dificuldades. Solos desta classe são facilmente erodíveis, exceto os permeáveis e não muito arenosos. Normalmente áreas com esses tipos de declives devem ser usadas para cultivos perenes, pastagens ou reflorestamento, utilizando-se terraceamento, patamares ou banquetas individuais. Essa classe enquadra-se na faixa de 15 a 20% de declividade média.

Classe E - Esta classe é constituída por zonas fortemente inclinadas, cujo escoamento superficial é muito rápido na maior parte dos solos. Somente as máquinas agrícolas especiais ou mais leves podem ser usadas e, assim mesmo com grandes limitações. Nesta classe não se recomenda exploração agrícola, mas preservação da flora e fauna, podendo ser exploradas racionalmente, com outras atividades. A faixa de declividade média determinada nessa classe insere-se entre 20 a 25%.

Classe F - As áreas que compõe esta classe são normalmente íngremes, em regiões montanhosas, onde praticamente nenhum tipo de máquina agrícola pode trafegar. O escoamento superficial é sempre muito rápido e, os solos, extremamente susceptíveis à erosão hídrica. Os solos com esta classe se prestam exclusivamente para preservação e conservação da flora e fauna. A faixa de declividade média determinada nessa classe é superior a 25%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização topográfica da bacia em estudo

Com os dados de elevação foram gerados mapas da topografia da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa e áreas circunvizinhas, tanto na forma tridimensional (Figura 2) quanto no plano bidimensional (Figura 3). Esses mapas foram comparados com as cartas planialtimétricas disponibilizados pela SUDENE (1982), na escala de 1:100.000.

Os resultados mostraram alto grau de consistência e coincidência com os dados de altitude obtidos, na escala supracitada, da SUDENE. Ou seja, pode se verificar grande semelhança entre o traçado de isolinhas de altitude e a drenagem considerada oficial. Esses resultados validam a qualidade da informação obtidas neste trabalho. A Figura 2 mostra a bacia hidrográfica em estudo em três

dimensões, obtida com MDE de 90 metros e a Figura 3 exibe o contorno e a rede de drenagem da bacia em estudo com base no MDE em duas dimensões.

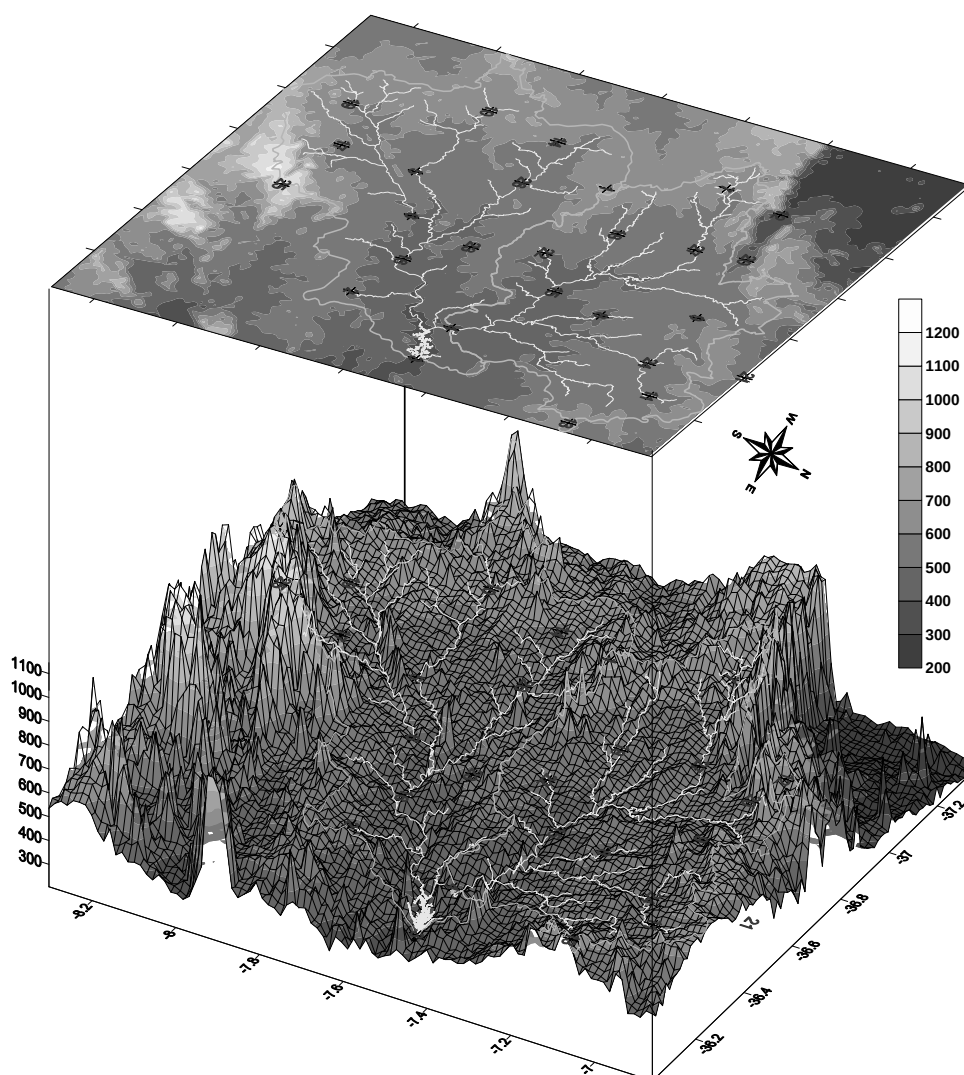


Figura 2 – Representação tridimensional da bacia hidrográfica em estudo

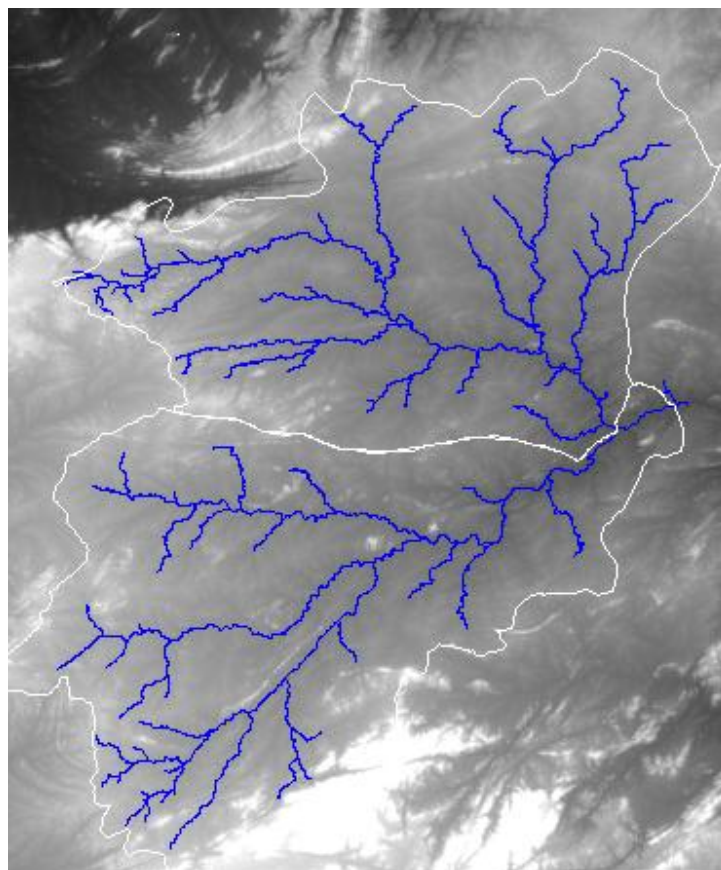


Figura 3 – Visualização espacial da rede de drenagem e contorno da bacia em estudo

O mapa topográfico caracteriza a região em áreas com declives suaves em grande parte do terreno, esse fato faz com que a velocidade do escoamento superficial seja baixa. Os declives nessas condições favorecem o trabalho de máquinas agrícolas. Em alguns tipos de solos com esses declives, especificamente o da bacia em estudo, o processo erosivo mais acentuado praticamente não ocorre. Isto também pode ser evidenciado quando se observa o formato da bacia que é retangular. Demonstra-se assim baixa susceptibilidade a inundações. Ou seja, a água não apresenta fluxos em pontos concentrados na bacia. Essa informação é importante para que seja possível estimar o tempo da onda de cheia que atingirá uma seção de controle da bacia. Para esse tipo de característica é fundamental o estabelecimento de estratégias de manejo para bacia relativamente plana.

As Figuras 4a e b mostram os aspectos da inclinação da região que contém a bacia. As legendas abaixo dessas figuras mostram a variação dos aspectos em graus, variando de zero a 360°. O norte é zero e os valores crescem positivamente no sentido horário. Nota-se predominâncias nas ocorrências do escoamento superficial nas direções de 300 a 360° e de 0 a 90°. A resolução do MDE afeta as estimativas do valor da inclinação média do terreno. Análise semelhante pode ser encontrada em CHAUBEY et al. (1999).

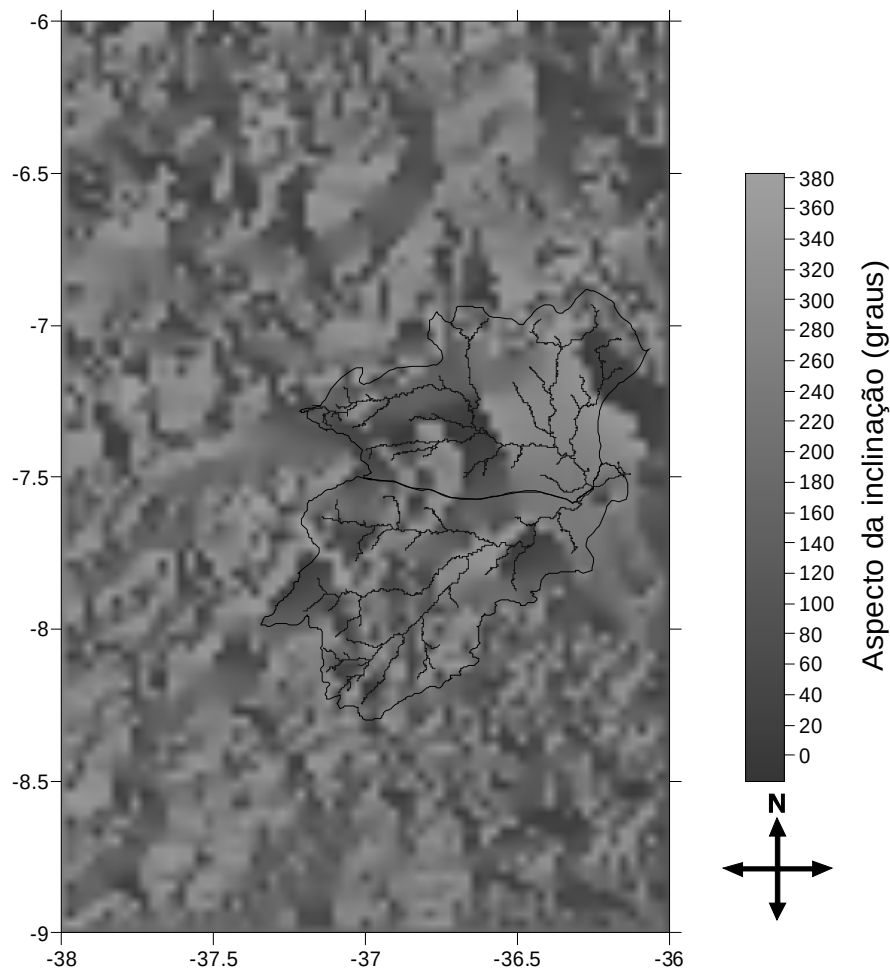


Figura 4.a - Aspectos da inclinação da área que contém a bacia em estudo com MDE de resolução de um quilômetro

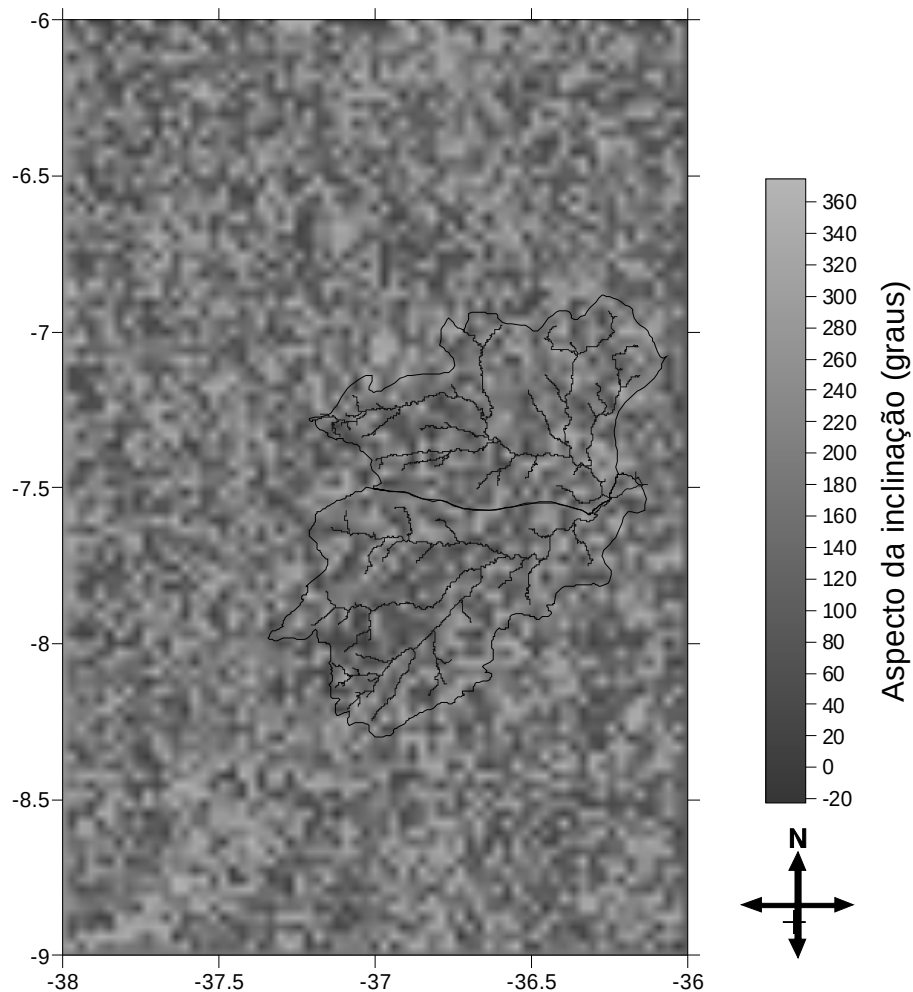


Figura 4.b - Aspectos da inclinação da área que contém a bacia em estudo com MDE de resolução de 90 metros

CONCLUSÃO

A região em estudo apresenta áreas com declives suaves em grande parte do terreno, esse fato faz com que a velocidade do escoamento superficial seja baixa. Os declives nessas condições favorecem o trabalho de máquinas agrícolas. Em alguns tipos de solos com esses declives, especificamente o da bacia em estudo, o processo erosivo mais acentuado praticamente não ocorre. A bacia possui pouca susceptibilidade a inundações.

O material aqui utilizado, como por exemplo, a ligação de modelo digital de elevação, sistemas de informações geográficas e recursos hídricos é pioneiro e direciona o futuro dos estudos dos recursos hídricos na região Nordeste do Brasil.

Por último, apesar de as bases globais apresentarem resultados satisfatórios não se deve deixar de investir em levantamentos de campo (verdade terrestre). Os Levantamentos de dados com maior precisão sempre serão bem-vindos, mas lugares onde não existem tais dados, verificou-se que a utilização de dados com bases globais, em problemas de recursos hídricos, é viável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEVEN, K. J.; WOOD, E. F. Flow Routing and The Hydrological Response of Channel Networks. **Channel Networks Hydrology**. Pp. 99- 128, 1993.
- CHAUBEY, I.; HAAN, C. T.; GRUNWALD, S. SALISBURY, J. M. Uncertainty in the Model Parameters due to Spatial Variability of Rainfall. **Journal of Hydrology**. Vol. 220, pp. 48-61, 1999.
- GARBRECHT, J.; MARTZ, L. W. Comment on “ A Combined Algorithm for Automated Drainage Network Extraction” by Jean Chorowicz et. al. **Water Resources Research**, vol.29, pp. 535-536, 1992.
- GARBRECHT, J., MARTZ, L.W. Digital Elevation Model Issues in Water Reasources Modeling. Presented at the 19h ESRI International User Conference, Environmental Systems Research Institute. **Published in the Proceedings of this Conference. San Diego**, California, July, 26-30, 1999.
- HORTON, R. E. Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. Bulletin Geological Soc. American. Vol.56, pp.275 a 370, 1945.
- JENSON, S.K., DOMINGUE. J.O. Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographical Information System Analysis. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 54 (11), p.p 1593-1600, 1988.
- MARK, D. M. Automatic Detection of Drainage Networks from Digital Elevation Models. **Cartographica**, 21(2/3):168-178. 1984.
- MOORE, I.D.; GRAYSON, R.B.; LADSON, A.R. Digital terrain modeling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications. **Hydrol. Proc.**, 5:3-30, 1991.
- MOORE, I.D.; TURNER, A.K.; WILSON, J.P.; JENSON, S.K.; BAND, L.E. GIS and landsurface- subsurface process modeling. In: Goodchild, M.F.; Parks, B.O.;

- Steyaert, L.T.; ed. **Environmental modeling with GIS**. New York, Oxford University Press, 1993. Cap. 19, p. 196-230.
- SCHULER, G. A. Remote Sensing in Hydrology. **Journal of Hydrology**. 100v, 239-265p, 1988.
- TRIBE, A. Automated Recognition of Valley Heads from Digital Elevation Models. **Earth Surface Processes & Landforms**, v. 16(1), pp. 33-49, 1992.