ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Sistema de informação geográfica e caracterização fisiográfica automática da bacia hidrográfica do rio Tatuoca

Ivaneide de Oliveira Santos¹, Gorki Mariano²

¹ Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Departamento de Geologia; Universidade Federal de Pernambuco. iva.oliveira.ufpe@hotmail.com (autor correspondente). ² Doutor, Professor Associado, Departamento de Geologia, UFPE. mariano.gorki@gmail.com.

Artigo recebido em 28/11/2016 e aceito em 30/01/2017

RESUMO

As bacias hidrográficas têm sido cada vez mais utilizadas como unidade territorial para fins de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos. Para tanto, é necessário obter informações fisiográficas referente às mesmas, o que é considerado relativamente fácil, se levarmos em consideração as bacias hidrográficas de grandes dimensões. Porém, para pequenas bacias hidrográficas essas informações ainda são bastante escassas. O Geoprocessamento juntamente com os Sistemas de Informações Geográficas - SIG tem sido muito útil na utilização e obtenção dessas informações de maneira rápida, precisa e de baixo custo. Desse modo, este estudo teve objetivo analisar a delimitação automática das informações fisiográficas da bacia hidrográfica do Rio Tatuoca, localizada no Município de Ipojuca, com SIG. Esta Bacia está inserida no Grupo de Bacias de Pequenos Rios Litorâneos, denominado GL-2. Foram utilizados, para tanto, dados do projeto Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) integrados e processados em Sistema de Informações Geográficas (SIG). Os resultados confirmam valores de área compatíveis aos obtidos com base em cartas topográficas. Os resultados da utilização da automatização da delimitação de bacias hidrográficas, por meio de dados do SRTM e ambiente SIG, se mostrou vantajosa em relação ao custo e benefício, além de estabelecer a padronização do traçado e posterior minimização de conflitos quanto à fixação da unidade de gestão dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Bacia do rio tatuoca, SIG, Delimitação de bacias hidrográficas.

Geographical Information System and characterization Physiographic Automatic River Basin Tatuoca

ABSTRACT

Watersheds have been increasingly used as the basic unit for planning purposes and management of water resources. Therefore, it is necessary to obtain information relating to these physiographic, which is considered relatively easy, if we take into account the large watersheds. However, for small watersheds such information are still quite scarce. The GIS along with Geographic Information Systems - GIS has been very helpful in using and obtaining this information quickly, accurately and cost. Thus, this study analyzes the automatic delineation of physiographic information Tatuoca River basin, located in the municipality of Ipojuca with GIS. This basin is included in Group Small Rivers coastal basins, called GL-2. Were used for both, data from Shuttle Radar Topographic Mission project (SRTM) integrated and processed in a Geographic Information System (GIS). The results confirm those obtained compatible values of area based on topographic maps. The results of the use of automation delineation of watersheds through SRTM data and GIS, proved advantageous with respect to cost and benefit, and establish the standardization of stroke and subsequent minimization of conflicts as the fixing unit management of water resources.

Keywords: Basin of the tatuoca river, GIS, Delimitation of watersheds

Introdução

A bacia hidrográfica do Rio Tatuoca está inserida no contexto do Complexo Industrial Portuário de Suape (CIPS), compreende a Bacia GL-2, que envolve os pequenos rios litorâneos. O CIPS compreende o território estratégico de Suape, que abrange diretamente os municípios da Região Metropolitana do Recife, a saber: Jaboatão

dos Guararapes, Ipojuca, Cabo de Santo Agostinho e Escada.

O contexto que territorial que envolve a bacia hidrográfica do Rio Tatuoca é bastante dinâmico, tendo em vista o intenso processo de urbanização decorrente dos investimentos direcionados à estruturação do Complexo Industrial Portuário.

Processos como ocupação de novos prédios comerciais, da especulação imobiliária; Assim como a intensa atividade turística, comercial e industrial, além da requalificação urbana a qual passou o território provocou diversas demandas ambientais e sociais, de modo que o amplo conhecimento dos fenômenos socioambientais ocorridos são de suma importância para a compreensão do território em questão para fins de planejamento de ações mitigadores de eventuais impactos inerentes aos processos ocorridos, bem como para fins de conhecimento científico.

Entretanto, compreender a dinâmica territorial perpassa primeiramente por delimitar geograficamente a área de abrangência dos estudos na tentativa de se estabelecer o melhor direcionamento das pesquisas relacionadas. Neste sentido, a delimitação de uma Unidade Territorial de análise se faz necessária.

Diante disto, a Unidade Territorial em questão envolve a bacia hidrográfica do Rio Tatuoca, a qual até então não havia representação geográfica de sua delimitação enquanto unidade territorial de análise, uma vez que todo o referencial teórico relacionado a esta Unidade estava restrito ao contexto da Bacia GL2.

Segundo (Vanacker et al., 2005) é importante ressaltar que os estudos em nível de bacia hidrográfica são importantes no sentido que permitem uma visão sistêmica dos elementos naturais nela inseridos, que favorecem a conservação da qualidade da água. Entretanto, em função do desenvolvimento da sociedade, cada vez mais, as bacias hidrográficas têm sofrido alterações na estrutura física dos canais, no aporte de sedimentos, na composição da biota, no regime hidráulico e no fluxo de matéria e energia. Tais alterações e o padrão espacial do uso e cobertura do solo têm importantes efeitos sobre a produção e transporte de sedimentos.

Neste sentido, a delimitação automática de bacias hidrográficas merece ser destacada como metodologia que viabiliza que o Estudo deste instrumento de gestão, uma vez que os dados geográficos utilizados possuem facilidade de acesso, manuseio e rapidez na obtenção do produto (mapas, cartas e etc). O que auxilia na classificação da rede de drenagem, descrição dos aspectos fisiográficos e etc.

Desta forma, a utilização de bacias hidrográficas de posicionamento geográfico estratégico tem condicionado a crescente apropriação desses ambientes para uso industrial, comercial e/ou residencial. Sendo assim, é possível se dizer que o uso do sensoriamento remoto e do geoprocessamento são alternativas

que permitem a análise de diversas características destas unidades territoriais.

Os usos de bacias hidrográficas precisam ser avaliados sob a perspectiva do uso do solo, alicerçadas por ferramentas que possibilitem um universo de análise amplo e que viabilize melhor aproveitamento dos dados. Diante disso, a premissa norteadora do estudo é utilização das ferramentas SIG na caracterização fisiográfica automática da Bacia do Rio Tatuoca.

Dentro desse contexto, a ferramenta de Sistemas de Informações Geográfica (SIG) é um poderoso meio de representação e estudo de bacias hidrográficas, possibilitando, através de uma considerável manipulação de arquivos de imagens e dados, a elaboração de um cenário estático das informações. Santos (2006).

Segundo Marques (2006) a confecção da maioria dos mapas, independentemente de estar em meio analógico ou digital, tem como base a espacialização de dados censitários, levantamentos de campo, dados contidos em outras cartas, ou por meio das imagens de satélites de recursos terrestres com o LANDSAT e o CBERS, para mapeamentos regionais, e dos satélites de alta resolução como o IKONOS e o QUIKBIRD para mapeamentos detalhados dentro de municípios.

O Programa CBERS nasceu de uma parceria inédita entre Brasil e China no setor técnico-científico espacial. Com isto, o Brasil ingressou no seleto grupo de Países detentores da tecnologia de sensoriamento remoto. Possuindo um conjunto de sensores ou instrumentos – WFI (Câmera de Amplo Campo de Visada), CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução), e HRC (Câmera Pancromática de Alta Resolução) com alto potencial de atender a múltiplos requisitos de aplicações. Porém, cada um desses sensores tem características próprias que os tornam mais adequados a certas categorias de aplicações. A câmera HRC opera numa única faixa espectral, que cobre a faixa espectral do visível e parte do infravermelho próximo. Produzindo imagens de uma faixa de 27 km de largura com uma resolução de 2,7 m, que permite a observação com grande detalhamento dos objetos da superfície CBERS/INPE (2009).

Segundo Tomazoni et.al. (2011) o mapeamento automático da drenagem está entre as tarefas mais trabalhosas para a interpretação das formas da superfície do terreno. Atualmente, se podem utilizar programas que facilitam esse processo.

Ainda segundo esses autores, os documentos cartográficos desatualizados se tornam uma limitação na execução de atividades

de mapeamento, que necessitam de informações cartográficas atualizadas. Tais fatos se devem por que o Brasil é um país desprovido de reconhecimento da importância dos produtos cartográficos, fruto da carência de uma consciência cartográfica.

Fatores como a facilidade na disponibilização de dados, precisão das imagens disponibilizadas, otimização do tempo e a representação visual através dos mapas gerados, são indiscutivelmente eficientes na diminuição do grau de dificuldade em se realizar o mapeamento da drenagem. No entanto, é necessário utilizar técnicas balizadoras para comprovação da precisão desta metodologia, como a medição manual através de carta topográfica, por exemplo. A utilização de bacias hidrográficas de posicionamento geográfico estratégico tem condicionado a crescente apropriação desses ambientes para uso industrial, comercial e/ou residencial. Ao comparar as metodologias automática e manual, Jenson e (Domingue, 1988, Merkel et al. 2008), confirmam a eficiência do modo automático de extração da rede de drenagem. Sendo assim, é possível se dizer que o uso do sensoriamento remoto e do

geoprocessamento são alternativas que permitem a análise de diversas características utilizadas no mapeamento geomorfológico.

Segundo Teixeira e Galvêncio (2010) o geoprocessamento juntamente com o sensoriamento remoto permite obter informações espaciais físicas naturais e antrópicas dos recursos naturais de pequenas bacias hidrográficas de forma satisfatória.

Alguns rios de pequeno porte, não possuem sua bacia delimitada em detrimento do foco do estratégico do planejamento municipal e ambiental estar voltado para bacias de maiores usos e maiores extensões.

Diante disso, e tenho em vista que o Rio Tatuoca está localizado em uma área têm sofrido diversas pressões industriais, com a instalação da Petroquímica e diversas outras atividades industriais inseridas no Complexo Industrial Portuário de Suape, o objetivo deste estudo é a delimitação da Bacia, que de acordo com a CPRH (2001), nasce a 6 km da foz do Rio Massangana, constituindo, em quase toda a sua extensão, parte de uma complexa rede de canais e estuário afogados (Figura 1).

Figura 1. Bacia do Rio Tatuoca e as pressões sofridas pelas atividades industriais do Complexo Industrial Portuário de Suape-PE. Fonte: Google Co. (2012).

As ferramentas SIG são características tanto no que se refere à espacialização de dados de

informações fisiográficas como também na formação de um banco de dados que potencializa

as possibilidades tanto de representação espacial, quanto do material de análise.

No intuito de facilitar as avaliações dos parâmetros físicos atuantes nas bacias hidrográficas, ferramentas modernas associadas com o uso de programas computacionais vêm sendo desenvolvidas ao longo dos últimos anos Macedo et al. (2011).

Jarvis et al. (2004) verificaram que cartas topográficas com escalas maiores que 1:25.000 possuem características topográficas que não são capturados pelo SRTM. Por outro lado, é sugestivo considerar os dados do SRTM ao invés das cartas topográficas com escalas menores que 1:25.000. Sendo assim, diante dos resultados obtidos, é possível dizer que a metodologia utilizada atendeu ao objetivo do estudo.

Localização da área estudada

Na bacia do rio Tatuoca está inserido o estaleiro do Complexo Industrial Portuário de Suape, que segundo Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos, através do seu Plano Estadual de Recursos Hídricos, o rio que denomina a Bacia faz parte de pequenos rios litorâneos GL-2. Esta bacia apresenta uma área de 18 Km², totalmente inserida no município de Ipojuca. A delimitação desta bacia foi adquirido através do sistema automático de delimitação de bacias hidrográficas, utilizando o software Arc GIS 9.3. (Figura 2).

Figura 2. Localização espacial da Bacia do Rio Tatuoca.

O município de Ipojuca está localizado ao sul da Região Metropolitana do Recife, na área que abrange o setor sul da faixa costeira do estado de PE, com uma área de 502 Km², distando 52 km da capital. Limita-se ao norte com o município de Cabo de Santo Agostinho, ao Sul com o município de Serinhaém, a leste com o Oceano Atlântico e a Oeste com o município de Escada.

Diante desse aspecto, o estudo de bacias voltado para a delimitação automática de bacias

hidrográficas é um importante instrumento para o gerenciamento de Bacias de pequeno porte. Existem estações de monitoramento da qualidade da água por parte da Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH, na Bacia GL-2 sendo que nas proximidades do rio Tatuoca, não há um plano de gestão de bacias mais detalhado.

Tectônica e aspectos geológicos

Na área estudada ocorre a Bacia de Pernambuco que segundo Lima Filho (1998) compreende uma estreita faixa paralela ao litoral pernambucano (figura 03), possuindo uma forma alongada na direção N20°E, com uma extensão aproximada de 80 km e de largura máxima de 12 km na sua porção emersa.(Figura 3.)Segundo Nascimento (2003) esta Bacia encontra-se próxima ao último elo de ligação entre os continentes sul-americano e africano em épocas anteriores à deriva continental e está associada à cobertura do Oceano Atlântico Sul e das bacias marginais costeiras brasileiras, iniciada no Jurássico Superior, sendo que foi desenvolvida plenamente no Cretáceo. As rochas sedimentares e magmáticas, cretáceas, em conjunto com as coberturas cenozóicas, repousam de forma

discordante sobre o embasamento pré-cambriano pertencente ao Terreno Pernambuco-Alagoas, porção centro-sul da Província Borborema.

De acordo com Lima Filho (1998) as particularidades estruturais e estratigráficas distinguiram a Bacia de Pernambuco (a sul) da Bacia Paraíba (a norte), separadas pelo Lineamento Pernambuco. A porção emersa da Bacia de Pernambuco, com cerca de 900 km², faz parte da margem continental leste brasileira, que está balizada ao norte pelo lineamento Pernambuco e o sul pelo Alto Maragogi e está estruturalmente dividida pelos *grabens* assimétricos de Piedade e Cupe e pelo alto interno do Cabo de Santo Agostinho, que são os dois elementos morfo-estruturais principais.

Figura 3. Localização da Bacia de Pernambuco, destacando a tectônica. (Nascimento, 2003).

Formação Cabo

A Formação Cabo ou Província Magmática do Cabo é constituída principalmente por traquitos e traquiandesitos e riolitos, contendo ainda rochas de fluxo piroclástico (ignibritos), basaltos e álcali-feldspato granito (Granito do Cabo). Essas rochas ocorrem praticamente em toda a bacia, embora predominando na região Cabo-Ipojuca e Serinhaém, sob a forma de diques, derrames, soleiras, *plugs*, lacólitos ou corpos semi-circulares. Segundo mapa litológico da Província Magmática do Cabo, descrita por Nascimento (2003) ocorre predominantemente na área de estudos os traquitos (Figura 4).

Ainda segundo Lima Filho (1998) é nos *grabens* que se concentram as maiores espessuras

da Formação Cabo e centros vulcânicos. Com uma posição aproximadamente NW-SE, que separa dois *grabens* assimétricos, sendo o primeiro o Alto do Cabo de Santo Agostinho que está centrado no corpo granítico homônimo e o segundo são as rochas vulcânicas entre a Vila de Suape e Engenho Algodoads.

A seção *rifte* da Bacia de Pernambuco se caracteriza pela Formação Cabo (*graben* do Cupe), a seção *pós-rifte*, pelas formações Estiva e Algodoads. A Suíte Magmática Ipojuca decorrente do intenso magmatismo ocorrido a cerca de 100 milhões de anos sobrepõe as formações Cabo, Estiva e Algodoads.

Segundo Lima Filho (1998), esta unidade se caracteriza por apresentar rochas que repousam em discordância angular ou erosional, ora sobre os tipos litológicos da Formação Cabo ora sobre os litotipos da Suíte Magmática Ipojuca e sobre os carbonatos da Formação Estiva, sendo neste caso, sub-aflorante. O contato com a Formação Barreiras se caracteriza por uma discordância erosional que apresenta níveis basais de conglomerados e arenitos conglomeráticos, constituindo um marco estratigráfico que segrega a Formação Algodoads da Formação Barreiras.

A Formação Algodoads é formada por rochas conglomeráticas mono a polimíticas, predominando fragmentos vulcânicos e às vezes quartzosos e litotipos do embasamento cristalino, incluindo-se arenitos e intercalações de argilitos. Os seixos apresentam pouco arredondamento, evidenciando proximidade aos blocos conglomerados, sendo que estes apresentam níveis regulares de seixos com embricamento, o que caracteriza sentido de fluxo trativo com paleocorrente para NNE.

Suíte Magmática Ipojuca (SMI)

A Suíte Magmática do Ipojuca (SMI) é constituída por rochas vulcânicas e subvulcânicas (basaltos, traqui-basaltos e traquitos, riolitos) e equivalentes piroclásticos dos dois últimos, e pelo *Granito do Cabo*, ocorrendo exposições esparsas por toda a Bacia Pernambuco. Ocorre mesmo de forma secundária a sul do Rio Formoso; na região do Cabo-Ipojuca, seguida por Serinhaém, onde concentram a maior parte das ocorrências de superfície, que evidenciam ser frequentes ao

longo dos setores da Bacia com bordas falhadas. As rochas desta Unidade estão relacionadas a eventos da Bacia Pernambuco apresentando rochas vulcânicas e subvulcânicas e o Granito do Cabo (Lima Filho, 1998).

Pedologia

Segundo a EMBRAPA (2002), solos são corpos naturais constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta. Contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas. Os processos gerais de formação dos solos são: o material parental, a distribuição do clima, o relevo e sua topografia, a biosfera e o tempo. Segundo Teixeira et al. (2010) esses fatores podem variar de acordo com as características do ambiente em que se processa o intemperismo, influenciando diretamente nas reações de alterações, no que diz respeito a sua natureza, velocidade e intensidade, os chamados fatores do intemperismo. A alteração geoquímica das rochas depende da natureza dos minerais constituintes, de sua textura e estrutura, entre os minerais constituintes das rochas, sendo que alguns são mais suscetíveis que outros na alteração. Os solos encontrados na área são provenientes da alteração de rochas da Formação Algodoads e Depósitos de Mangue, como o Gleissolo e os Solos Indiscriminados de Mangue (Figura 5).

Figura 5. Mapa de solos: Gleissolo e os Solos Indiscriminados de Mangue. (Fonte: base de dados do ZAPE/ZANE).

A base de dados do ZAPE – Zoneamento Agropecuário de Pernambuco serviram de suporte para a confecção dos mapas, inclusive os de solo, sendo que quando os pontos de coleta são plotados através do Software Arc Gis 9.3, sobre os dados de solo, há uma margem de erro o que sugere um mapeamento pedológico de detalhe, para melhor reconhecimento classificatório dos solos em nível regional.

Geomorfologia e aspectos climáticos

A compartimentação geomorfológica desta área, segundo Neumann (1991) compreende de forma dominante, as seguintes unidades: Modelado Cristalino, Domínio Colinoso, Rampas de Colúvio e Planície Costeira (Terraços fluviais; Terraços marinhos superiores, Terraços marinhos

inferiores, Baixios de marés, Cordões litorâneos e flechas litorâneas, Bancos de arenitos e Recifes de corais).

Segundo Teódulo (2003), os fatores morfoclimáticos estão relacionados à questão climática, que em função da grande umidade do ar e alta pluviosidade, apresenta condições adequadas para atuação de uma forte meteorização química sobre as rochas (Figura 6).

De acordo com Teódulo (2003) vários fatores condicionam a geomorfologia de uma paisagem e estes fatores determinam a predominância das feições, sendo que um dos condicionantes dos impactos destes fatores sobre estas feições é a idade de formação de determinado depósito ou componente geológico.

O rio Merepe nasce na porção central do município de Ipojuca, em terras do Engenho Queluz, com nome de Arimbi, encontrando na desembocadura, o rio Ipojuca, desaguando estes rios ao Sul do Porto de Suape CPRH (2001). O rio Ipojuca nasce no município de Arcoverde na Serra das Porteiras, a 876 m de altitude. Este rio recebe uma quantidade razoável de poluentes devido ao despejo de efluentes emanados das atividades

A Bacia do rio Ipojuca encontra-se em parte comprimida entre as bordas limítrofes do Lineamento Pernambuco, possuindo um importante afluente, o Riacho Liberal. No trecho em que margeia a Usina Ipojuca, o rio homônimo revela ampla planície fluvial, com o uso do solo resumido ao plantio da cana-de-açúcar até a altura da Usina Salgado, aonde vai se revelando a vegetação de manguezal, típica dos estuários tropicais.

É neste trecho onde encontra os rios Tatuoca e Merepe, configurando extenso estuário afogado. Segundo CPRH (2001) o rio Massangana deságua ao sul do promontório de Santo Agostinho, onde encontra o Tatuoca. Este último nasce a 6 km da foz, compreendendo uma complexa rede de canais e estuário afogados (Figura 8).

Figura 7. Hipsometria. (Fonte: base de dados do ZAPE/ZANE).

Figura 8. Drenagem: Rios Tatuoca, Merepe, Pirapama, Ipojuca, Sibiró, Maracaípe. Aratangí e Taperuçu. (Fonte: Google maps, 2009 adaptado).

Materiais e métodos

A Bacia do Rio Tatuoca foi delimitada utilizando dados do projeto Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) integrados e processados em Sistema de Informações Geográficas (SIG). Os dados do SRTM da área estudada foram obtidos junto à EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Com o auxílio do software Arc GIS 9.3 para o início do processo de delimitação automática da bacia hidrográfica, juntamente com as extensões (plugins) disponíveis no endereço eletrônico da Environmental Systems Research Institute (ESRI): Spatial Analyst e Hydrology Modeling. A metodologia utilizada nesse processo subdividiu-

se em quatro etapas, sendo: Direção de fluxo (*flow direction*), fluxo acumulado (*flow accumulation*) e delimitação de bacias (*Watershed*) (Dias et al., 2004).

A nova grade numérica gerada determina a direção de maior declividade de um pixel em relação a seus oito pixels vizinhos. Assim, ocorre a descrição numérica da direção que a água irá percorrer após atingir cada pixel, que pode ser representada graficamente por meio da aplicação do código de direção. A execução da função *flow direction* fornece o mapa de direção de fluxo (Figura 9) possibilita a observação da direção do escoamento de água nas vertentes, além da visualização do relevo.

Figura 9. Direção de fluxo.

A direção de fluxo define (Fig. 10) as relações hidrológicas entre pontos diferentes dentro de uma bacia hidrográfica. Sendo que a continuidade topológica para as direções de fluxo é, intimamente relacionada à existência de uma drenagem funcional, desta forma as conexões hidrológicas de direção de fluxo entre dois pontos em uma superfície não são as mesmas que aquelas baseadas em distância Euclidiana. A direção de fluxo de água na rede de drenagem é obtida pela função *flow direction*, que gera uma grade regular definindo as direções de fluxo, tomando-se por base a linha de maior declividade do terreno Rennó et al. (2008).

Segundo Valeriano (2008), o fluxo acumulado, representado na figura 03 a seguir, é um parâmetro que indica o grau de confluência do escoamento e pode ser associado ao fator comprimento de rampa aplicado em duas dimensões. O fluxo acumulado (área de captação) apresenta obtenção complexa, manual ou computacional, uma vez que reúne, além de características das conexões com divisores de água a montante, também a curvatura horizontal. De acordo com Mendes e Cirilo (2001), o fluxo acumulado representa a rede hidrográfica sendo possível montar nova grade contendo os valores de acúmulo de água em cada pixel.

Figura 10. Direção de fluxo acumulado.

Desse modo, cada pixel recebe um valor correspondente ao número de pixels que contribuem para que a água chegue até ele. A partir da direção de fluxo, o fluxo acumulado é obtido somando-se a área das células na direção do fluxo. Valeriano (2008) sugere a sobreposição de fatiamentos criteriosos da curvatura horizontal a classes de orientação de vertentes para o delineamento de microbacias. Uma vez convertidas em vetores, as feições de drenagem e divisores de água, se tornam a base de análises clássicas do terreno em que se busca a delimitação de zonas homólogas para fins de mapeamento geológico, geomorfológico e pedológico.

Resultados e discussão

O rio Tatuoca nasce a 6 km da foz do Rio Massangana, constituindo, segundo a CPRH, 2001 em quase toda a sua extensão, parte de uma complexa rede de canais e estuário afogados.

De acordo com a CPRM (1998), acredita-se que o rio Tatuoca possa ter sido um antigo estuário do rio Ipojuca. O limite da área de drenagem extraída do rio Tatuoca está

representado na Figura 11 a seguir, gerada a partir dos dados SRTM.

O rio Tatuoca apresenta uma extensão de 5,31 Km e apresenta em alguns trechos 300m de largura, possui uma área de drenagem de 18 Km². Segundo a CPRM (1998) o rio Tatuoca faz parte de uma área inundável do complexo estuarino do rio Ipojuca, rio este que de acordo com a CPRH (2001) possui uma área de drenagem é de 470,5 km² e abrange seis municípios, sendo que 38,6% localizam-se em Vitória de Santo Antão, 31,2% em Pombos, 19,8% em São Lourenço da Mata, 4,3% em Gravatá, 3,3% em Moreno e 2,8% em Chã Grande.

A delimitação das bacias é realizada processando os mapas de direção de fluxo e fluxo acumulado na função Watershed. Depois de processar as informações na função Watershed delimitaram-se as bacias, que, posteriormente, foram convertidas para o formato vetorial, na função Raster to Features da extensão Spatial Analyst. Após a delimitação das bacias hidrográficas, foi utilizado o comando Stream Network para delimitação da rede hidrográfica, utilizando, para tanto, os resultados da direção de fluxo e fluxo acumulado.

Figura 1. Bacia do Rio Tatuoca delimitada utilizando dados SRTM.

Conclusões

Na bacia do rio Tatuoca está inserido o estaleiro do Complexo Industrial Portuário de Suape, entretanto, antes da industrialização da área o uso do solo estava concentrado à cultura de cana-de-açúcar, e a esta cultura estão associados o uso de defensivos agrícolas (biocidas), as chamadas queimadas de cana e uso da palha de cana-de-açúcar, no controle de algumas pragas.

Diante da premissa de que as bacias hidrográficas são utilizadas como unidades territoriais para fins de planejamento, vale destacar que existem estações de monitoramento da qualidade da água por parte da Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH, na Bacia GL-2, entretanto nas proximidades do rio Tatuoca, não há um plano de gestão de bacias mais detalhado, diante disso pode-se afirmar que um dos fatores pode estar associado à inexistência da delimitação de sua área de drenagem. Desta forma, a caracterização fisiográfica da Bacia possibilitou representar o cenário afetado pela dinâmica local em torno do rio Tatuoca.

Fatores como gratuidade, precisão e facilidade em se obter os dados do SRTM propiciam otimização de tempo e de recursos para a realização de pesquisas apoiadas nesses dados. Tendo em vista a dinamização de bacias localizadas em áreas estratégicas e de interesse

econômico, o que requer um monitoramento eficiente e a mensuração em curto médio e longo prazo das alterações da paisagem e da dinâmica local.

Essa metodologia, por meio desses dados apresenta-se satisfatória no que se refere ao custo e benefício proporcionado, além do estabelecimento de padrões metodológicos ainda e posterior minimização de conflitos quanto à fixação da unidade elementar de gestão dos recursos hídricos.

A Bacia do Rio Tatuoca Possui uma forma arredondada, de forma que a água escoada tende a alcançar a saída da Bacia ao mesmo tempo. Seu padrão de drenagem é caracterizado pelo centripetal, uma vez que o exutório da mesma ocorre utilização dessas técnicas além de diminuir a margem de erro, acarreta a validação dos dados apresentados e possibilita a visualização espacial das informações fisiográficas de áreas de drenagem de pequeno, médio e grande porte.

Referências

CBERS/INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. Apresenta informações gerais sobre o programa CBERS. Disponível: www.cbbers.inpe.br. Acesso: 15 nov. 2011.

- CPRH. Agência estadual de meio ambiente, 2001. Diagnóstico socioambiental do estado de Pernambuco. Recife.
- Dias, L.S.O., Rocha, G.A., Barros, E.U.A., Maia, P.H.P., 2004. Utilização do radar interferométrico para delimitação automática de bacias hidrográficas. *Bahia Análise e Dados* 4, 265-271.
- Jarvis, A., Rubiano, J., Nelsom, A., Farrow, A., Mulligan, M., 2004. Practical use of SRTM data in the tropics - comparisons with digital elevation models generated from cartographic data. *International Center for Tropical Agriculture* 198, 1-32.
- Jenson, S.K., Domingue, J.O., 1998. Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 54, 1593-1600.
- Lima Filho, M.F., 1998. Análise Estratigráfica e Estrutural da Bacia Pernambuco. Tese (Doutorado). São Paulo, USP.
- Macedo, F.L., Pedra, W.N., Mello Junior, A.V., 2011. Caracterização fisiográfica da sub-bacia do riacho Jacaré-SE. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 3. Disponível: <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/100/130>. Acesso: 10 mar. 2013.
- Marques, W. R., 2006. Interpretação de imagens de satélites em estudos ambientais. *Ambiência* 2, 281-299.
- Mendes, C.A.B., Cirilo, J.A., 2001. Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação. Editora da ABRH, Porto Alegre.
- Merkel, W.H., Kaushika, R.M., Gorman, E., 2008. GeoHydro-A GIS interface for hydrologic modeling. *Computers e Geosciences* 34, 918-930.
- Nascimento, M.A.L., 2003. Geologia, geocronologia, geoquímica e petrogênese das rochas ígneas cretácicas da Província Magmática do Cabo e suas relações com as unidades sedimentares da Bacia de Pernambuco (NE do Brasil). Tese (Doutorado). Rio Grande do Norte, UFRN.
- Rennó, C.D., Nobre, A.D., Cuartas, L.A., Soares, J.V., Hodnett, M.G., Tomasella, J., Waterloo, M.J. Hand., 2008. A new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. *Remote Sensing of Environment* 112, 3469-3481.
- Santos, H.G, Jacomine, P.K.T., Anjos, L.H.C., Oliveira, V.A., Oliveira, J.B. Coelho, M.R., Lumberras, J.F., Cunha, T.J.F., 2006. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, 2 ed. EMBRAPA, Rio de Janeiro.
- Teixeira, J.L. Galvêncio, J.D., 2010. Uso de Geotecnologias para a Caracterização Física Espacial da Bacia Hidrográfica do Grupo de Pequenos Rios Litorâneos (GL2) / PE. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 2. Disponível: <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewFile/64/110>. Acesso:10 mar. 2013.
- Teóduo, M.J.R., 2003. Avaliação das concentrações de metais pesados em solos do complexo industrial e portuário de Suape (CIPS) e sedimentos de correntes dos rios Massangana, Tatuoca e Ipojuca. Dissertação (Mestrado). Recife, UFPE.
- Tomazoni, J.C.,Guimarães, E.,Gomes, C.G., Silva,T.G., 2011. Uso de Modelo Digital de Elevação Gerados a partir do ASTER GDEM e SRTM para Caracterização de Rede de Drenagem. *Revista Brasileira de Geografia Física* [online] 4. Disponível: mar. <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/184/170> . Acesso: 12 de março de 2013.
- Tomé, M.E.T.R., Lima Filho, M., Neumann, V.H., 2006. Análise estratigráfica do Albiano-Turoniano da Bacia de Pernambuco: considerações sobre a paleogeografia e geração de hidrocarbonetos. *Geociências* 1, 49-58.
- Valeriano, M. M., 2008. Dados Topográficos, in: Florenzano, T. G. (Org.), *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. Oficina de Textos, São Paulo, pp. 72-103.
- Vanacker, V., Molina, A., Govers, G., Poesen, J., Dercon, G., Deckers, S., 2005. River channel response to short-term human-induced change in landscape connectivity in Andean ecosystems. *Geomorphology* 72, 340-353.