

# Caracterização ambiental da sub-bacia do rio Taperoá – Paraíba

## Environmental characterization of sub-basin of the river Taperoá – Paraíba

Francilaine Nóbrega de Lima<sup>1</sup>

Janaina Barbosa da Silva<sup>2</sup>(\*)

Simone Mirtes Araújo Duarte<sup>3</sup>

### Resumo

Tem-se por bacia hidrográfica toda área drenada por um rio principal e seus afluentes. Essa formação é originada a partir de desníveis nos terrenos que orientam os cursos da água. A topografia, o regime pluvial, as atividades antrópicas, a vegetação e outros fatores inseridos nela, necessitam de análises e acompanhamentos constantes, objetivando medidas que viabilizem o uso racional dos recursos hídricos, em termos de qualidade e quantidade. Diante dessa perspectiva é reconhecido que o Sensoriamento Remoto se configura como importante ferramenta de análise. Neste trabalho, objetivou-se caracterizar a superfície da sub-bacia do rio Taperoá – PB, referentes à cobertura vegetal, relevo e drenagem. Essa ação objetivou sanar à carência de dados físicos relativos a Sub-bacia, bem como, a necessidade do reconhecimento geográfico, visando à preservação e manutenção ambiental da Sub-bacia, utilizando imagem multiespectral proveniente do satélite Landsat 8, sensor OLI e imagens SRTM. Nesse sentido, constatou-se que a sub-bacia do rio Taperoá está inserida em 26 municípios paraibanos. No que diz respeito à geomorfologia, a área apresenta uma estrutura uniforme, com formas tabulares, na grande maioria da área, e pequenos trechos classificados com formação convexas e aguçadas e a predominância de uma larga superfície com declives muito suaves e áreas aplainadas. Desse modo, constatou-se um relevo com altimetria média de 684 metros acima do nível do mar, variando entre 375 e 993 metros e de drenagem dendrítica. Por fim, de acordo com a estimativa da vegetação para o ano de 2015, verificou-se que grande parte da Sub-bacia foi classificada como Solo Exposto.

**Palavras-chave:** Relevo; Declividade; Vegetação; Drenagem; Sensoriamento Remoto.

- 1 Graduanda do curso de Geografia, Licenciatura na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); Membro do grupo de pesquisa Cartografia, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto – CAGEOS; Endereço: Avenida Aprígio Veloso, 882, Universitário/Bodocongó, CEP: 58429-900 - Campina Grande, Paraíba, Brasil; E-mail: francilaine-lima@hotmail.com
- 2 Dra.; Geógrafa; Professora Adjunta na Universidade Federal de Campina Grande, UFCG; Coordenadora Administrativa da Unidade Acadêmica de Geografia da UFCG; Endereço: Avenida Aprígio Veloso, 882, Universitário/Bodocongó, CEP: 58429-900 - Campina Grande, Paraíba, Brasil; E-mail: janaina.barbosa@ufcg.edu.br (\*) Autora para correspondência.
- 3 Dra.; Engenheira Agrícola; Professora adjunto III na Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE; Endereço: Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-010 - Recife, Pernambuco, Brasil; Brasil E-mail: mirtes599@hotmail.com

## Abstract

It has been a watershed entire area drained by a main river and its tributaries. This training is derived from unevenness on the grounds that guide the courses of water. The topography, rainfall patterns, human activities, vegetation and other factors entered into it, need analysis and constant monitoring, aimed at measures that enable the rational use of water resources, in terms of quality and quantity. Given this perspective is recognized that remote sensing is configured as an important analysis tool. This study aimed to characterize the surface of the sub-basin of the river Taperoá - PB, related to vegetation, topography and drainage. This aimed to remedy the lack of data on it, as well as the need for geographical recognition of this, aimed at environmental preservation and maintenance of the Basin using multispectral image from the Landsat 8, OLI sensor and SRTM images. In this sense, it was found that the sub-basin of the river Taperoá is inserted in 26 cities in Paraíba. With regard to the geomorphology, the area presents a uniform structure, with tabular form in most of the area and classified small portions with convex and sharpened formation and predominance of a large surface with very gentle slopes and flattened areas. Thus, there was a relief with an average altitude of 684 meters above sea level, ranging between 375 and 993 meters and dendritic drainage. Finally, according to the estimate of vegetation for the year 2015, it was found that much of the Sub-basin was classified as Soil Exposed.

**Keywords:** Relief; declivity; Vegetation; Drainage; Remote sensing.

## I. Introdução

Tem-se por bacia hidrográfica toda área drenada por um rio principal e seus afluentes, dividindo-se em cabeceiras ou nascentes, cursos de água principais, divisores de águas superficiais e subterrâneos, afluentes e subafluentes. Essa formação é originada a partir de desníveis nos terrenos que orientam os cursos da água, seguindo das áreas com maiores altitudes para áreas de altitudes reduzidas (SÁ, 2009).

No Brasil, a Lei Federal nº 9.433/97 estabelece a bacia hidrográfica como “unidade territorial para aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”.

Segundo Hidalgo (1992), qualquer variação das propriedades físicas, químicas ou biológicas dos recursos naturais (solo, vegetação, ar, água, fauna), causada por alguma atividade antrópica afeta diretamente a bacia, causando condições nocivas à saúde da própria população que depende da sua drenagem.

A topografia, regime pluvial, atividades antrópicas, vegetação e outros fatores inseridos na bacia, necessitam de análises e acompanhamentos constantes, como meio para criação de medidas que viabilizem o uso dos recursos hídricos, em termos de qualidade e quantidade (REIS, 2004; TRENTIN, 2004).

Diante dessa perspectiva, é reconhecido que o Sensoriamento Remoto se configura como importante ferramenta de análise ambiental, o qual, segundo Silva *et al.* (2005), constitui-se uma maneira produtiva e econômica de obtenção de dados, corroborando Ponzoni & Shimabukuro

(2007), que ressaltam a importância de promover a aplicação de técnicas, que viabilizem a exploração de informações em diferentes escalas de análise.

Historicamente, reconhece-se que o termo “Sensoriamento Remoto” foi designado para definir as novas tecnologias de instrumentos, capazes de obterem imagens da superfície terrestre a longas distâncias, tendo em vista a clássica definição onde “Sensoriamento remoto é uma técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto”. Contudo, com base no desenvolvimento dessa ciência, faz-se, atualmente, o uso de uma definição mais científica, sendo o Sensoriamento Remoto a “ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres.” (MENESES; ALMEIDA, 2012).

Aplicado a estudos voltados à caracterização ambiental de uma área, o Sensoriamento Remoto pode ser utilizado para a geração de modelos digitais de elevação (MDE), estimativa da vegetação, análise e classificação da superfície, entre outros estudos.

A topografia destaca-se como um fator imprescindível no entendimento da dinâmica hidrológica e ambiental. Tais análises utilizando Sensoriamento Remoto por meio da modelagem espacial tiveram seu advento no Brasil a partir da década de 80 e, desde então, passaram por um acelerado processo de desenvolvimento tecnológico até os dias atuais, onde a aquisição de imagens orbitais com alto grau de detalhe e precisão foi se tornando cada vez mais comum (CÂMARA et al., 2005).

Ao analisar dados que envolvem a topografia terrestre, as imagens *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) são amplamente difundidas e utilizadas entre os pesquisadores que empregam o Sensoriamento Remoto como método de análise.

Para análises da vegetação, o uso de imagens da série Landsat tem se difundido e com bons resultados. Contudo, no estudo da vegetação, faz-se necessário, de início, entender o processo de interação entre a radiação eletromagnética e as folhas, sabendo que estas têm como atuação principal a interação com a radiação eletromagnética, especificamente na região espectral do visível (0,4  $\mu\text{m}$  a 0,72  $\mu\text{m}$ ). Nesse contexto, a radiação interage com a folha através de seus diferentes tecidos, espaços intracelulares, água e pigmentos fotossintetizantes encontrados no mesófilo paliádico, com destaque para as clorofilas, xantofilas e carotenos, resultando em um processo de absorção, transmissão e reflexão dessa radiação (PONZONI et al., 2012).

Sabendo que o Sensoriamento Remoto utiliza-se dos resultados expressos por um objeto através da quantidade relativa de radiação eletromagnética que é refletida por esse, nas folhas existe uma relação inversa entre a quantidade de água presente nessa e a radiação refletida, ou seja, quanto mais água existir no interior da folha, menor é a quantidade de radiação refletida na faixa do infravermelho próximo e infravermelho médio (SILVA, 2012).

Neste trabalho, objetivou-se caracterizar a superfície da sub-bacia do rio Taperoá referentes, a uso e ocupação da superfície, relevo e drenagem, como resposta à carência de dados relativos à mesma, bem como, a necessidade do reconhecimento geográfico visando à preservação e

manutenção ambiental da Bacia, utilizando imagem multiespectral proveniente do satélite Landsat 8, sensor *Operacional Land Imager* (OLI) e imagens SRTM. Pois, de acordo com Seabra et al. (2014) as mudanças no uso e ocupação do solo na Sub-bacia ocorrem com muita rapidez e, por consequência, há grande perda de vegetação nativa de Caatinga, de varias formas e intensidades.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Caracterização da área

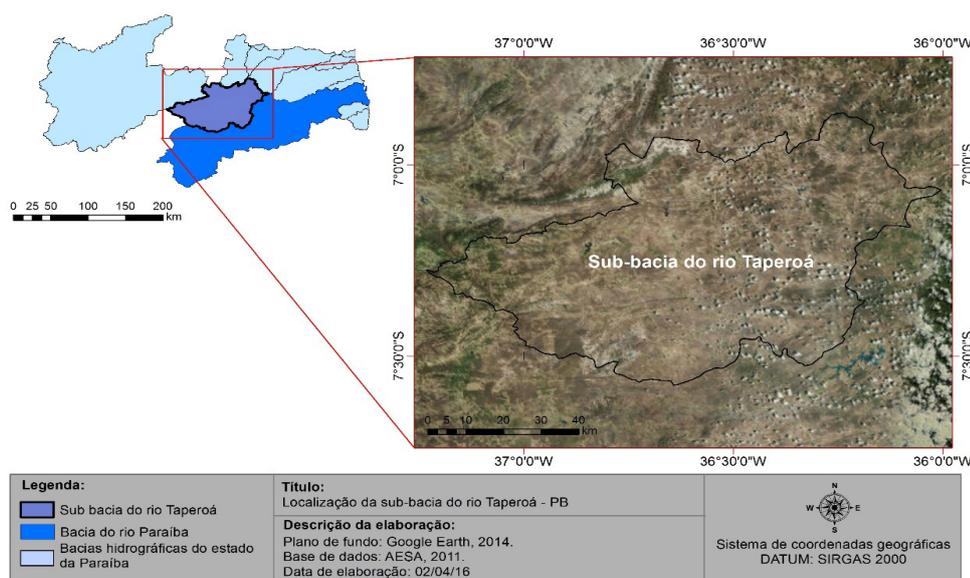
No estado da Paraíba, há onze bacias hidrográficas: rio Paraíba; rio Abiaí; rio Gramame; rio Miriri; rio Mamanguape; rio Camaratuba; rio Guajú; rio Piranhas; rio Curimataú; rio Jacu e rio Trairi, sendo as duas últimas de competência Federal (PERH-PB, 2006).

A bacia do rio Paraíba, também chamado de rio Paraíba do Norte, é a maior e mais importante do Estado, possuindo uma área de cerca de 20 mil km<sup>2</sup>, representando 32% da área estadual. Apresenta uma propensão de armazenamento hídrico de mais de um bilhão de m<sup>3</sup> com importantes açudes, como o Epitácio Pessoa, no município de Boqueirão e Acauã, no município de Itatuba, e é utilizada para abastecimento público, irrigação, entre outras atividades econômicas (XAVIER et al., 2012).

Para fins de análises e administração, e devido a sua larga escala de abrangência, a bacia hidrográfica do rio Paraíba foi dividida em sub-bacia do rio Taperoá (Figura 1) e três regiões hidrográficas (alto, médio e baixo Paraíba) (PERH-PB, 2006).

A sub-bacia do rio Taperoá, de acordo com a classificação climática de Köeppen, possui clima do tipo BSw<sup>h</sup>, ou seja, semiárido quente, com precipitação pluvial média anual variando de 400 a 600 mm e com estação seca de 8 a 10 meses.

**Figura 1 – Localização da sub-bacia do rio Taperoá**



Fonte: A autora

## 2.2. Aquisição das imagens de Satélite

A imagem do satélite Landsat 8, sensor OLI, órbita/ponto 215/65, para 06/05/2015, foi adquirida por meio da página da USGS e selecionada tendo em vista seu total de nuvens (menor ou igual a 15% de cobertura total da área), bem como, o período chuvoso da área, sabendo que a vegetação de Caatinga necessita de um período úmido para recuperação da folhagem do seu dossel.

A imagem SRTM foi obtida na página da Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (Embrapa), por meio do projeto Brasil em relevo <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm>>. Tais imagens apresentam resolução de 90 metros, sendo referentes às cartas digitais SC-24X-B e SB-24Z-D.

## 2.3 Processamento Digital das Imagens

Todos os processos foram realizados a partir da utilização dos softwares Erdas Imagine 2010 e ArcGis 10 licenciados para Laboratório de Cartografia Digital, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CADIGEOS) dos cursos de Pós-graduação do Centro de Humanidades da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

### 2.3.1. Imagem Landsat 8 OLI

#### 2.3.1.1. Empilhamento

Consistiu na sobreposição das bandas 4 (Vermelho) e 5 (Infravermelho Próximo) do Landsat 8 OLI.

#### 2.3.1.2. Reprojecção da Imagem

A imagem obtida Landsat 8 OLI tem como referência espacial o Datum *World Geodetic System* (WGS) 1984 Universal Transversa de Mercator (UTM) Zona Norte, ou seja, ajustadas para o hemisfério Norte. Assim, havendo a necessidade de reprojecção para WGS 1984 UTM Zona Sul.

#### 2.3.1.3. Cômputo da Reflectância

A reflectância para o Landsat 8, sensor OLI é calculada através da Equação 1, utilizando os metadados da imagem (USGS, 2015):

$$\rho\lambda' = (M \rho * Q_{cal} + A \rho) / \cos Z \quad (1)$$

No qual  $\rho\lambda'$  é a refletância planetária, com correção para o ângulo solar,  $M\rho$  é o fator multiplicativo (disponível no metadados),  $A\rho$  é o fator aditivo (disponível no metadados),  $Q_{cal}$  os valores de pixel calibrados do produto padrão Quantized (DN) e  $\cos Z$  é o cosseno do ângulo zenital solar.

#### 2.3.1.4. IVAS

Para o cálculo do IVAS, utilizou-se a Equação 2, tendo  $L=0.5$  (HUETE, 1988):

$$IVAS = \frac{(1 + L)(\rho_{red} - \rho_{NIR})}{(L + \rho_{red} + \rho_{NIR})} \quad (2)$$

Onde o  $\rho_{NIR}$  é o fluxo radiante no infravermelho próximo, e o  $\rho_{red}$  é o fluxo radiante na região vermelho do visível, sendo representado pelas bandas 4 e 3 para o Landsat 5 TM, 5 e 4 no Landsat 8 OLI.  $L$  é o fator de ajuste para correção dos efeitos causados pelo brilho do solo, onde este varia de acordo com a densidade da cobertura vegetal, de 1 a 0,5. Entretanto, para o estudo, utilizou-se o valor de  $L= 0.5$  devido aos bons resultados obtidos com esse fator para áreas de caatinga, como identificou Silva *et al.*, 2015, tendo em vista densidade vegetal intermediária (PONZONI e SHIMABUKURO, 2007).

#### 2.3.1.5. Recorte das áreas de estudo

O recorte foi realizado pela utilização dos arquivos *shapefile* da Sub-bacia, disponibilizados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESPA), e recortado a partir do programa ArcGis 10, no qual, foi inserido o arquivo *shapefile*, a imagem completa para recorte e direcionado o local de saída do produto, assim, a forma do polígono inserido foi extraído da imagem.

#### 2.3.1.6. Classificação da imagem

O produto do recorte foi classificado de forma manual no ArcGis, partindo do histograma da imagem para possíveis ajustes, quando necessário. A imagem foi classificada em classes, sendo elas: Nuvem/Sombra de nuvem; Água; Solo exposto; Área urbana; Vegetação rala/Agricultura; Vegetação espaçada; Vegetação densa.

#### 2.3.1.7. Quantificação dos dados

No ArcGis, obteve-se a quantidade de pixel por classe, informação disponibilizada no próprio histograma da imagem. Desse modo, a partir dessas informações, e sabendo que cada pixel dessas imagens tem dimensão de 30x30m, multiplicou-se o valor total de pixels por classe pelo tamanho da área de um pixel, obtendo-se, assim, o valor da área em metros quadrados por classe e, posteriormente, convertendo esse valor em quilômetros quadrados.

#### 2.3.2. Imagens SRTM

### 2.3.2.1. Mosaico das imagens

Através da ferramenta *Mosaic Pro* do Erdas imagem, inseriram as duas imagens SRTM e direcionou-se a saída, mantendo o formato “Tiff” da imagem.

### 2.3.2.2. Recorte da área de estudo

O recorte foi realizado pela utilização dos arquivos *shapefile* da Sub-bacia, disponibilizadas pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AES/A), e recortado a partir do programa ArcGis 10.

### 2.3.2.3. Altitude

No ArcGis, inseriu-se a imagem SRTM da área de estudo, e como meio de visualizar a altitude da área, utilizou-se em “*Properties...*” a opção *Symbolology* e em conseguinte *Stretched*, classificando e colorindo a imagem para análise.

### 2.3.2.4. Declividade

Para visualização da declividade foi necessário adotar os seguintes procedimentos, no ArcGis:

Arctoolbox → 3D *analyst tools* → *Raster surface* → *Slope 3D* → *Input* (Imagem SRTM da área) → Escolheu-se a opção graus → *Output* (Saída)

Posteriormente, utilizou-se em *Properties...* a opção *Symbolology* e em conseguinte *Stretched*, classificando e colorindo a imagem para análise.

### 2.3.2.5. Hillshade (Sensação 3D)

O Hillshade foi utilizado para proporcionar uma visão em 3D para a imagem referente à declividade da área. Para composição dessa imagem, seguiram os procedimentos:

3D *analyst tools* → *Raster surface* → *Hillshade* → *Input raster* (Imagem SRTM) → (Z fator = exagero de altitude) → *Output* (Saída do produto).

### 2.3.2.6. Extração de Drenagem

Para extração da drenagem em formato *shapefile* foram realizados os seguintes procedimentos, no ArcGis:

Fill: Arctoolbox → *Spacial analyst tools* → *Hydrology* → *Fill* → *Input* (Imagem SRTM) → *Output* (Saída produto) → *Enviroments* → *Workspace* → Indica o local de saída.

Direção de fluxo: Arctoolbox → *Spacial analyst tools* → *Hydrology* → *Flow direction* → *Input* (Fill) → *Output* (Flow\_di) → *Enviroments* → *Workspace* → Indica o local de saída.

Fluxo acumulado: Arctoolbox → *Spacial analyst tools* → *Hydrology* → *Flow accumulation* → *Input* (Flow\_di) → *Output* (Flow\_ac) → *Enviroments* → *Workspace* → Indica o local de saída.

Extração de drenagem raster: Arctoolbox → *Spacial analyst tools* → *Conditional* → *Con* → *Input* (Flow\_ac) → *Expression* (*value > 100*) *Input true raster of constant value (1)* → *Output* (Com\_flow) → *Enviroments* → *Workspace* → Indica o local de saída.

Extração de drenagem shapefile: Arctoolbox → *Spacial analyst tools* → *Hydrology* → *Stream to feature* → *input stream raster* → *input* (Flow\_di) → *Output* (Drenagem) → *Enviroments* → *Workspace* → Indica o local de saída.

## Resultados e Discussão

Ao analisar as *shapefiles* do limite da sub-bacia do rio Taperoá com as dos municípios paraibanos, ambas disponibilizadas pela AESA (2016), identificou-se que aquela tem sua área distribuída em 26 municípios (Figura 2), seja total ou parcialmente, incluindo a sede de 19 deles (Tabela 1). Em contraposição, há autores como Barreto et al. (2010) que afirmam ser a Sub-bacia compreendida em 23 municípios, enquanto Xavier et al. (2014) afirmam que existem 24 municípios e Chaves et al. (2015), 22 municípios. Contudo, nenhum desses trabalhos explica os critérios usados para estabelecer o número de municípios que compõem a Sub-bacia.

**Tabela 1 – Municípios compreendidos pela sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá - PB**

Municípios	Abrangência	Sede municipal
Assunção	Parcial	Sim
Barra de Santa Rosa		Não
Boa Vista		Sim
Boqueirão		Não
Cabaceiras		Sim
Cacimbas		Sim
Campina Grande		Não
Cubati		Não
Desterro	Total	Sim
Gurjão		Sim
Juazeirinho	Parcial	Sim
Junco do Seridó		Sim
Livramento	Total	Sim
Olivedos	Parcial	Sim
Parari	Total	Sim
Pocinhos	Parcial	Sim
Salgadinho		Não
Santo André	Total	Sim
São João do Cariri	Parcial	Sim
São José dos Cordeiros	Total	Sim
Serra Branca	Parcial	Sim
Seridó		Não
Soledade		Sim
Taperoá		Sim
Teixeira		Não
Tenório		Sim

Fonte: Base de dados da AESA (2016).

**Figura 2 – Municípios inseridos na sub-bacia do rio Taperoá**



Fonte: A autora.

Os municípios de Juazeirinho, Pocinhos e Taperoá podem ser considerados os mais relevantes entre os 26 que compõem a Sub-bacia, em decorrência de terem as maiores áreas urbanas inseridas nessa Sub-bacia e uma população de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2016) de 15.325, 15.091 e 13.168 habitantes respectivamente. De acordo com Tucci (2008), a estrutura urbana e seus elementos (população, economia, uso do solo, saneamento básico) estão diretamente ligados às alterações geradas em uma bacia.

A geomorfologia da Sub-bacia apresenta uma caracterização geral bastante uniforme, sendo totalmente compreendida pelo Planalto da Borborema, com formas tabulares na grande maioria da área e pequenos trechos classificados com formação convexas e aguçadas. Apresenta grande importância geomorfológica regional, pois reúne diversos conjuntos de níveis altimétricos remanescentes de antigas superfícies de erosão (PERH-PB, 2006; XAVIER et al., 2014).

Desse modo, constatou-se um relevo com altimetria média de 684 metros acima do nível do mar, variando entre 375 metros e 993 metros (Figura 3), com configuração de vale, altos níveis de altitudes no entorno e baixas altitudes na área central da Sub-bacia. Destaca-se a área norte da Sub-bacia, classificada com a menor altitude (375 metros), podendo ser uma área plana ou zona de deposição do rio Taperoá, onde há a presença da confluência entre o rio Taperoá e o açude Epitácio Pessoa, no município de Boqueirão-PB.

Tem-se também algumas áreas com relevo ondulado e bastante elevadas, atingindo 993 metros, que bordeiam a Sub-bacia principalmente a oeste, na fronteira com a Depressão Sertaneja,

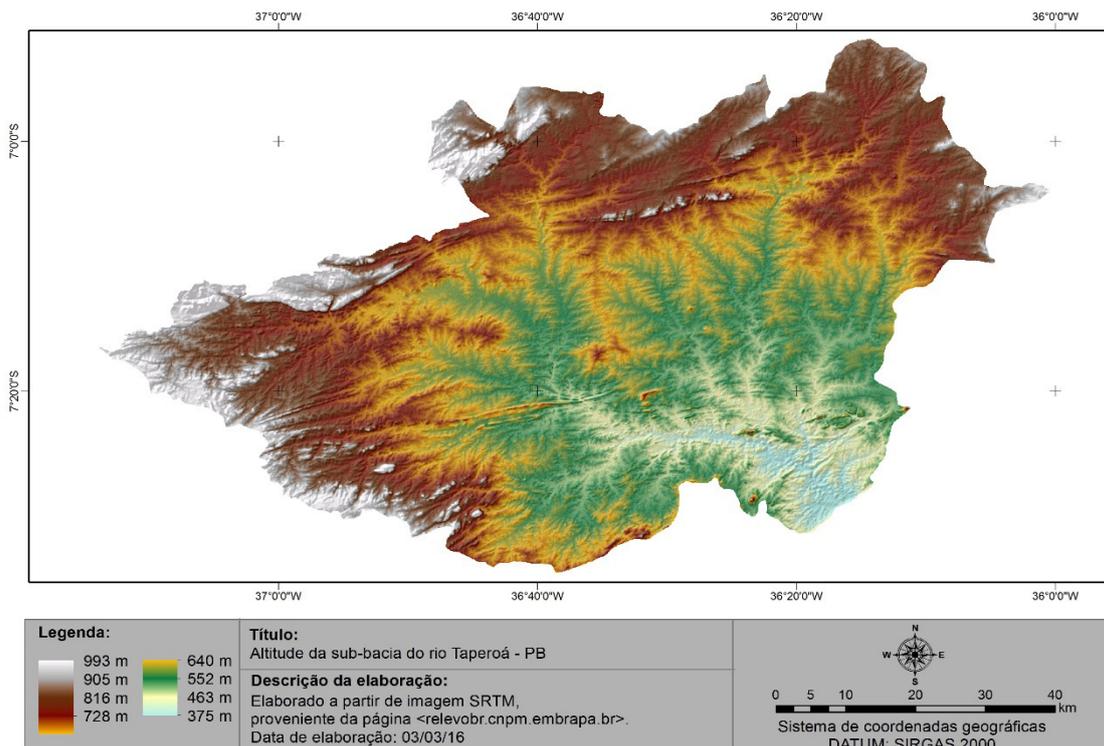
configurando-se como alinhamentos cristalinos residuais do Maciço da Borborema que margeiam os limites da Sub-bacia, sendo controlados por falhamentos e dobramentos que condicionam a drenagem (ALMEIDA, 2012).

Entretanto, a maior parte da Sub-bacia corrobora a descrição proposta por Ab' Saber (1969), quando descreve a formação “Cariris Velhos” com altitude entre 450 e 570 metros, sabendo que, de acordo com Almeida (2012), a superfície dos Cariris (Cariris Velhos) é a mais expressiva na sub-bacia do rio Taperoá e ocupa uma extensão de 2.870,89 km<sup>2</sup>.

Observou-se, na área, predominância de uma larga superfície com relevo plano ou maciço ondulados, com vales em “U”, nos intervalos entre 0° - 2,12° e 2,13° - 5,03° (Figura 4), ocupando a maior parte da área total da Sub-bacia, de acordo com Mabessone (1978), que descreveu o relevo da área como de extensas áreas planas ou quase planas.

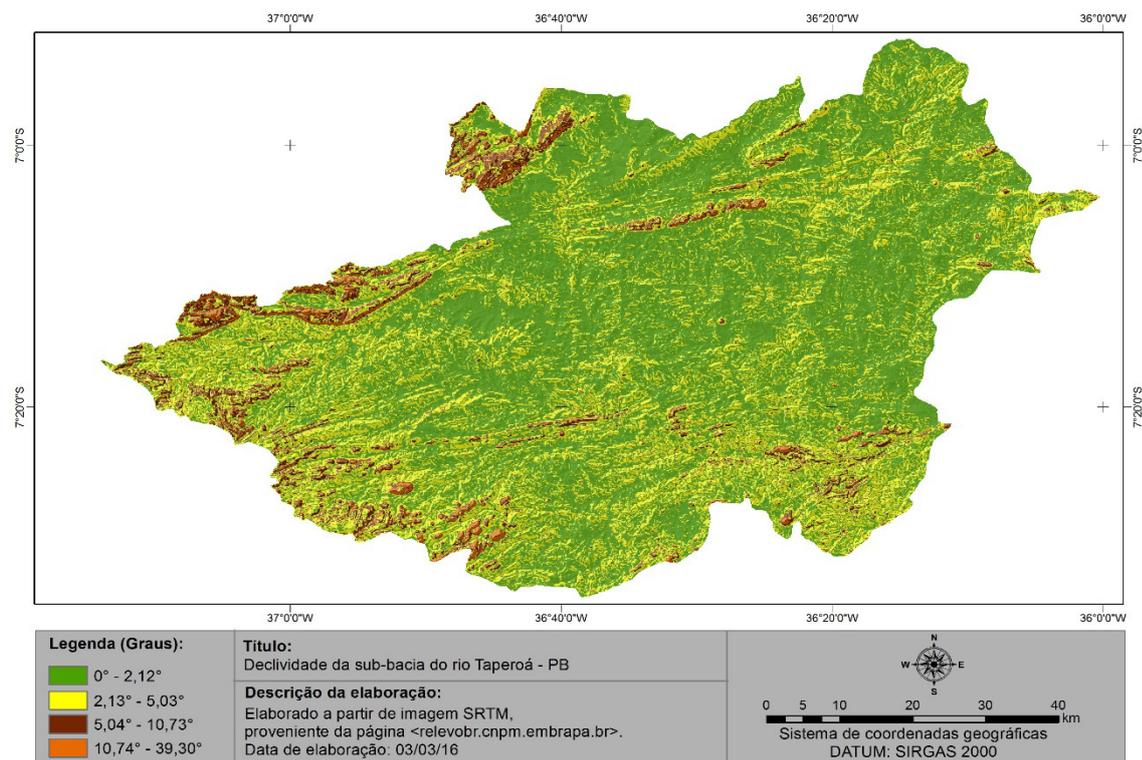
Essa declividade (Figura 4) aumenta com a aproximação da Depressão Sertaneja, a oeste, além de áreas isoladas, ficando entre 5,04° - 10,73° e picos de 10,74° - 34,30°. Assim, sendo possível constatar por meio das Figuras 3 e , quando comparando a Altimetria e a Declividade da sub-bacia do rio Taperoá, conclui-se que as áreas que apresentam as maiores altitudes coincidem com as que apresentaram também as maiores declividades.

**Figura 3 – Hipsometria da sub-bacia do rio Taperoá.**



Fonte: A autora.

**Figura 4 – Declividade da sub-bacia do rio Taperoá**



Fonte: A autora.

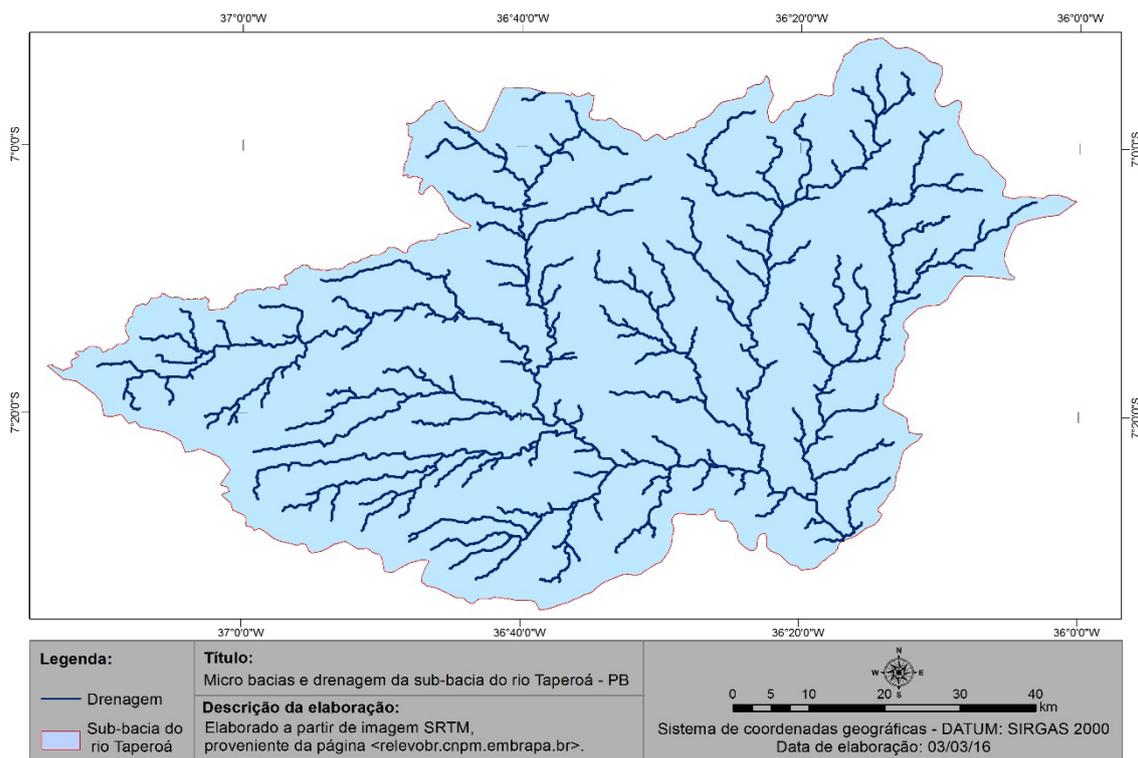
Ao analisar a forma de drenagem da Sub-bacia, pelos resultados obtidos com imagem SRTM, tem-se como rio principal o Taperoá. Foi possível constatar que ela apresenta uma drenagem dendrítica (Figura 5), também conhecida como arborescente, que, de acordo com Christofolletti (1980), recebe essa denominação devido a sua configuração irregular com aparência de árvore, onde o rio principal seria o tronco enquanto os afluentes seus galhos.

O rio Taperoá, o mais importante da Sub-bacia, possui regime intermitente e apresenta nascente no município de Teixeira – PB, e deságua no rio Paraíba, na cidade de Cabaceiras, a montante do Açude Presidente Epitácio Pessoa (BARRETO et al., 2010).

Quanto aos padrões de drenagem, William Morris Davis propôs várias designações, considerando a linha geral do escoamento dos cursos de água em relação à inclinação das camadas geológicas, puramente descritivo, no qual os rios estariam classificados em: consequentes, subsequentes, obsequentes e ressequentes (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Considerando tal classificação, a sub-bacia do rio Taperoá está inserida na categoria “Consequentes”, tendo em vista o comparativo entre as figuras 3 (Altitude) e 5 (Drenagem). É possível constatar que os cursos dos rios foram determinados pela inclinação do terreno, indo das áreas com maiores altitudes, próximo ao contorno dessas, até a área mais rebaixada, no encontro do rio Taperoá com o açude Epitácio Pessoa, formando o curso em direção às baixadas.

**Figura 5 – Drenagem da sub-bacia do rio Taperoá**



Fonte: A autora.

De acordo com a estimativa da vegetação para o ano de 2015 (Figura 6), verificou-se que grande parte da Sub-bacia foi classificada como Solo Exposto, embora, o mês de março de 2015 esteja inserido no período chuvoso da Sub-bacia, com 739,7 mm de chuva segundo a AESA (2016), assim, não sendo possível relacionar a área classificada como Solo Exposto, com a redução da folhagem da vegetação em detrimento da falta de umidade, característica da vegetação de Caatinga. Bem como, é importante frisar que, para este estudo, adotou-se a prática da junção dos usos de solo Exposto e pastagem em apenas uma classe, Solo Exposto, pois no sensoriamento remoto, os dois alvos aplicados à Caatinga tende a confundir-se, ou mesmo serem classificados automaticamente juntos.

Corroborando, Seabra et al. (2014) afirmam que a agropecuária está inserida na Sub-bacia desde o século XVIII e é atualmente a principal fonte de renda, provocando, desde então, a redução do extrato arbóreo e arbustivo da Caatinga. Tendo em vista que a sub-bacia do rio Taperoá apresenta densidade média de 46 cabeças de gado por km<sup>2</sup>, alto índice que altera proporcionalmente a vegetação de Caatinga, quanto maior a densidade de cabeças, maior a área degradada. Evidenciando também que a área urbana e a densidade demográfica da Sub-bacia não tem relação com a vegetação, mas a agropecuária caracteriza-se como a maior expressão da degradação ambiental na área.

Assim, através da quantificação do uso e ocupação da terra temos que a classe Solo Exposto teve a maior área calculada, com 3.048,37 km<sup>2</sup>; Em seguida, agropecuária, com 1.256,11 km<sup>2</sup>;

Caatinga herbácea com 771,21 km<sup>2</sup>; Caatinga arbustiva com 262,88 km<sup>2</sup>; Área urbana com 185,47 km<sup>2</sup>; por fim, Nuvem/Sombra de nuvem com, 176,73 km<sup>2</sup>.

**Tabela 2 – Quantificação do uso e ocupação do solo da sub-bacia do rio Taperoá**

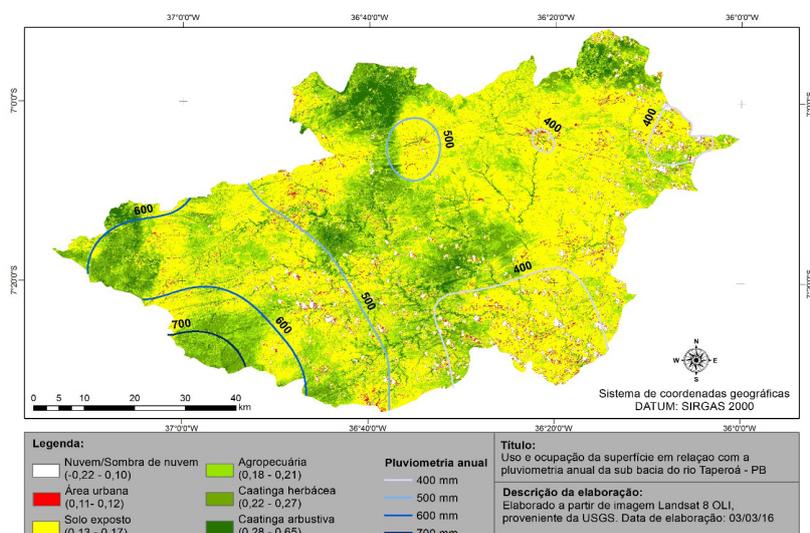
Classes	Km <sup>2</sup>
Nuvem/Sombra de nuvem	176,73
Área urbana	185,47
Solo exposto	3,048.37
Agropecuária	1,256.11
Caatinga herbácea	771,27
Caatinga arbustiva	262,88

Fonte: A autora.

Analisando os dados de uso e ocupação da terra obtidos através do uso de imagem de satélite com as isolinhas (que demonstram a média pluviométrica da Sub-bacia, disponibilizada pela AESA, 2016), foi possível visualizar a correlação entre as classes de vegetação (Caatinga herbácea e Caatinga arbustiva) e as altas e médias pluviométricas identificadas pelas isolinhas, principalmente a oeste da Sub-bacia, coincidindo com as médias de 700 a 600 mm, ambas a sotavento do planalto da Borborema (Figura 3).

Relacionando também a predominância da classe Caatinga Arbustiva aos altos índices pluviométricos e as áreas de maiores altitudes, de acordo com Giulietti et al (2003), a análise da flora da Caatinga mostra que a maior diversidade está associada às maiores altitudes, tendo em vista que tais áreas possuem maiores níveis de umidade, que permitiram a formação de uma zona protegida e favorável ao desenvolvimento durante as marcantes oscilações climáticas do Pleistoceno e Quaternário. Araújo et al. (2005) afirmam que a umidade, principalmente no solo, tende a favorecer o desenvolvimento da vegetação com porte lenhoso, e característica arbórea e arbustivas.

**Figura 6 – Uso e ocupação da superfície em relação à pluviosidade anual da sub-bacia do rio Taperoá**



Fonte: A autora.

## Conclusões

A sub-bacia do rio Taperoá é composta por 26 municípios, sendo 6 deles totalmente inseridos na Sub-bacia. Juazeirinho, Pocinhos e Taperoá configuram-se como os municípios mais relevantes, devido à presença da área urbana inserida na Sub-bacia e grande contingente populacional.

No que diz respeito à geomorfologia, a área apresenta uma estrutura uniforme, com formas tabulares na grande maioria da área e pequenos trechos classificados com formação convexas e aguçadas. Desse modo, constatou-se um relevo com altimetria média de 684 metros acima do nível do mar, variando entre 375 metros e 993 metros. Tem-se também algumas áreas com serras arredondadas e bastante elevadas, atingindo 993 metros, que bordeiam a Sub-bacia principalmente à oeste, na fronteira com a Depressão Sertaneja.

Observou-se a predominância de uma larga superfície com declives muito suaves e áreas aplainadas, nos intervalos entre  $0^\circ - 2,12^\circ$  e  $2,13^\circ - 5,03^\circ$ . Essa declividade aumenta com a aproximação da Depressão Sertaneja, a oeste, além de áreas isoladas, ficando entre  $5,04^\circ - 10,73^\circ$  e picos de  $10,74^\circ - 34,30^\circ$ .

Ao analisar a forma da drenagem na Sub-bacia, foi possível constatar uma drenagem dendrítica. Por fim, de acordo com a estimativa da vegetação para o ano de 2015, verificou-se que grande parte da Sub-bacia foi classificada como Solo Exposto, sendo possível relacionar os dados obtidos através das isolinhas com as classes de vegetação da imagem de satélite. Também é possível associar a predominância da classe Vegetação densa aos altos índices pluviométricos e as áreas de maiores altitudes.

## Referências

AB'SABER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste Brasileiro. **IGEOG-USP**, São Paulo, n.19, p. 38, 1969.

AESA. **Geoportal AESA**: Shapefiles. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/shapes.html>>. Acesso em: 27 fev. 2016.

ALMEIDA, N. V. **Ordenamento territorial geoambiental da bacia hidrográfica do rio Taperoá/semiárido paraibano**. 2012. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói – RJ, 2012.

ARAÚJO, E. L.; SILVA, K. A.; FERRAZ, E. M. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SILVA, S. I.; Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru, PE, Brasil. **Acta. Bot. Bras.**, v.19, n.2, p.285-294, 2005.

BARRETO, J. F.; DANTAS NETO, J.; FARIAS, S. A. R. Avaliação socioeconômica e hídrica dos municípios da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v.9, n.1, 2010.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros.html>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 1980.

GIULIETTI, A. M. et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.). **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

HIDALGO, P. **Diagnóstico socioeconômico**. João Pessoa: PRM/METROPLAN/AGP-RS. 1992. 98p. Curso sobre Manejo Conservacionista de Bacias Hidrográficas, 1992.

HUETE, A. R. **A soil-adjusted vegetation index (SAVI)**. Remote Sensing of Environment, 1988.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=25&search=paraiba>>. Acesso em: 14 mar. 2016.

MARINHO, C. F. C. E. **Caracterização hídrica e morfométrica do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. 2011. 67 f. Monografia (Especialização em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2011.

MABESSONE, J. M. Panorama geomorfológico do Nordeste brasileiro. **Geomorfologia**, n. 56, p. 1-16, 1978.

MEDEIROS, L. C. FERREIRA, N. C. FERREIRA, L. G. Avaliação de Modelos Digitais de Elevação para Delimitação Automática de Bacias Hidrográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 61, n. 2, p. 138-151, 2009.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 1. ed. Brasília: CNPq, 2012.

PERH-PB. **Plano estadual de recursos hídricos**: Resumo executivo e atlas. Governo Estadual da Paraíba: Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente, SECTMA; Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA – Brasília, DF: Consórcio TC/BR – Concremat, 2006.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2007.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T.M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. São José dos Campos: Oficina de Textos, 2012.

REIS, R. B. **A influência da ocupação antrópica dentro do processo de gestão de bacias hidrográficas com auxílio de sensoriamento remoto e SIG**. In: CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA, 6, 2004, Goiânia: Anais... AGN, 2004.

SÁ, T. F. F de. **Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a Gestão e Planejamento de Bacias Geográficas**. 2009. 136 f. Dissertação (Mestrado), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Campus de Areia – PB.

SEABRA, V. S.; XAVIER, R. A.; DAMASCENO, J.; DORNELLAS, P. C.; Mapeamento do uso e cobertura do solo da bacia do rio Taperoá: região semiárida do estado da Paraíba. **Revista Caminhos de Geografia Uberlândia**, Uberlândia, v. 15, n. 50, p. 127–137. 2014.

SILVA, B. B. da. LOPES, G.M., AZEVEDO, P. V. de. Balanço de Radiação em Áreas Irrigadas Utilizando Imagens Landsat5-TM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 243-252. 2005.

SILVA, J. B. da. **Sensoriamento Remoto Aplicado ao Estudo do Ecossistema Manguezal em Pernambuco**. 2012. 188 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE.

SILVA, M. V. R. da.; CHAVES, M. J.; VASONCELOS, R. N. de.; DUVERGER, S. G. Aplicação do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo – SAVI para a identificação de fragmentos de caatinga em cultivos de *Agave sisalana Perrine* na região Semiárida do Brasil. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2015. **Anais...** João Pessoa, 2015.

TRENTIN, G. A influência da Declividade no uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Tigre, Severiano de Almeida - RS. UFSM. In: CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA, 6, 2004, Goiânia: **Anais...** Goiânia: AGN, 2004.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008.

UDGS. **U.S. Geological Survey**. Disponível em: <[http://landsat.usgs.gov/Landsat8\\_Using\\_Product.php](http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php)> Acesso em: 10 fev. 2016.

XAVIER, R. A.; DORNELLAS, P. C.; MACIEL, J. S.; BÚ, J. C. Caracterização do regime fluvial da bacia hidrográfica do rio Paraíba – PB. **Revista Tamoios**, São Gonçalo, n. 2, p. 15-288, 2012.

XAVIER, R. A.; SEABRA, V. S.; DAMASCENO, J.; DORNELLAS, P. C. Mapeamento de unidades geomorfológicas na bacia do rio Taperoá, região semiárida da Paraíba, utilizando modelo digital de elevação (MDE) Topodata. **Revista Geonordeste**, Edição Especial 4, v. 10, n. 1, p. 197-202, 2014.