

GERAÇÃO SEMIAUTOMÁTICA DE DADOS MORFOMÉTRICOS: proposta para os novos limites do divisor de água e altimetria da Bacia Hidrográfica do Pericumã – Maranhão, BRASIL.

VIEGAS, Josué Carvalho¹.

¹ Mestrando em Geografia pela Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP – Campus de Presidente Prudente. Rua Roberto Simonsen, 305. CEP 19060-900. Presidente Prudente – São Paulo, Brasil.

Telefone: + 55 (18) 981283193; email: josueviegasgeo@hotmail.com.

PASSOS, Messias Modesto dos².

² Professor Dr. da Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP – Campus de Presidente Prudente. Rua Roberto Simonsen, 305. CEP 19060-900. Presidente Prudente – São Paulo, Brasil.

Telefones: + 55 (18) 99770-1844; email: mmpassos86@gmail.com.

RODRIGUES, Taíssa Caroline Silva³.

³ Mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE - São Jose dos Campos – São Paulo, Brasil.

Telefone: + 55 12 981489137; email: taissageo@dsr.inpe.br.

PEREIRA, Paulo Roberto Mendes⁴.

⁴ Graduado em Geografia pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA/NEPA. Campus do Bacanga. São Luís – Maranhão, Brasil.

Telefone: + 55 (98) 82567278; email: p.roberto18@hotmail.com.

Resumo: Para a geografia e áreas afins, o conhecimento do substrato e da superfície terrestre (dinâmica do relevo) em determinadas regiões, auxiliam na indicação de aptidões e restrições de uso e ocupação da terra, como também apontam alguma forma de prevenção e controle do espaço geográfico. Este estudo propõe o uso de imagens em formato raster do projeto – TOPODATA, que podem ser aplicados no estudo geomorfológico de bacias hidrográficas. O objetivo do trabalho foi de analisar a geração de dados preliminares para auxílio do estudo da “fragmentação” natural de paisagem da bacia hidrográfica do Pericumã, inserida na Amazônia Legal brasileira. Dessa forma, pode-se perceber que os resultados apresentados neste artigo contradizem estudos anteriormente realizados na área. Os estudos anteriores a este mostraram que as cotas altimétricas chegavam ao máximo a 50 metros. Já os limites da bacia hidrográfica do Pericumã e a rede de drenagem dos corpos hídricos gerados semiautomaticamente, apresentam-se fieis á realidade do ambiente em estudo.

Palavras-Chaves: Superfície terrestre. Bacia hidrográfica. TOPODATA.

Abstract: For the geography and related fields, knowledge of the substrate and the land surface (dynamic topography) in certain regions, aid in the indication skills and restrictions on use and occupation of land, but also indicate some form of prevention and control geographic space. This study proposes the use of images in raster format project - TOPODATA, which can be applied in geomorphological study of river basins. The objective was to analyze the generation of preliminary data to aid the study of natural "fragmentation" landscape of the watershed of Pericumã inserted in the Brazilian Amazon. Thus, it can be seen that the results presented here contradict previous studies in the area. Previous to this study showed that the elevations reached the maximum 50

meters. Have the boundaries of the watershed of Pericumã and the drainage network of water bodies semiautomatically generated, the reality of the environment under study present themselves faithful. Key Words: Land Surface. Watershed. TOPODATA.

1 INTRODUÇÃO

Para a geografia e áreas afins, o conhecimento do substrato e da superfície terrestre (dinâmica do relevo) de determinadas regiões, auxiliam na indicação de aptidões e restrições de uso e ocupação da terra, como também apontam alguma forma de prevenção e controle do espaço geográfico. Nesse contexto, o presente trabalho oferece esboço preliminar sobre o uso de imagens em formato raster do projeto – TOPODATA, o qual oferece acesso livre a variáveis geomorfométricas locais, derivadas de dados SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) para todo o território nacional e podem ser aplicados a estudo de geomorfologia aplicada a bacias hidrográficas.

Na sequência será apresentada uma breve fundamentação teórica, a metodologia de trabalho, a localização e caracterização da área, os resultados preliminares, e, algumas considerações sobre os aspectos mais pertinentes da análise dos resultados, sobre o limite topográfico, rede de drenagem e altimetria do relevo com MDE. Salienta-se, ainda que para validação das informações obtidas em laboratório, foram realizadas viagens a campo para aquisição de inferências com equipamento coletor de pares de coordenadas geográficas X, Y e altimetria Z.

Objetiva-se de maneira geral analisar a geração de dados preliminares para auxílio do estudo da “fragmentação” natural de paisagem da bacia hidrográfica em questão, a qual está inserida em um ambiente de Amazônia Legal Maranhense. Neste artigo apresentam-se procedimentos das técnicas utilizadas para a visualização espacial dos dados preliminares, por meio de processamento semiautomática das imagens, pois se trata de uma área de estudo relativamente extensa, e com pouco tempo para processamento dos dados e visualizações em campo.

1.1 Localização e caracterização da área

A pesquisa abrange a sub-bacia hidrográfica do Pericumã (figura 1), inserida em ambiente de Amazônia, Mesorregião Norte Maranhense - Microrregião da Baixada Maranhense e Litoral Ocidental Maranhense (IBGE, 2013; VIEGAS et al., 2013).

De acordo com Feitosa (1989), os fatores ambientais podem ser definidos como elementos que agregam conjuntos de agentes e processos modeladores da paisagem. Os elementos são as partes do todo. Assim, têm-se os agentes modeladores da paisagem como os elementos vinculados aos fatores ambientais e os fatores vinculados aos elementos estruturais da Terra.

Os fatores naturais, assim como a ação humana, modificam o ambiente em diferentes escalas espaciais e magnitudes. Vários são os agentes naturais que atuam na transformação da paisagem, situando-se os rios dentre os principais agentes que atuam produzindo e transportando matéria, através da interação com outros agentes hidrológicos e dos fatores: geológico, climático e biótico atuantes em bacias hidrográficas.

Para Christofolletti (1980), os rios constituem os agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar. O ambiente objeto de estudo, é uma das bacias secundárias do Estado do Maranhão. Dados publicados por Maranhão (2002), o local tem uma área total de 10.800 km², e possui 126 km de extensão desempenhando papel de grande importância econômica regional. Neste artigo fornecemos novas informações que estão nos resultados deste artigo.

De acordo com Pinheiro (2000), o principal rio da Bacia hidrográfica do Pericumã é o rio de mesmo nome, esse corpo hídrico tem seu exutório na baía de Cumã, para esse autor o Pericumã ainda não tem uma nascente bem definida. E da falta de precisão dessas informações, trabalhos futuros pretendem identificar as nascentes da cabeceira da bacia hidrográfica, também ressaltamos a necessidade em diferenciar a Bacia Hidrográfica do Pericumã¹ e a Bacia Hidrográfica do rio Pericumã² Essas diferenciações estão sendo trabalhadas no plano de trabalho sobre a Bacia hidrográfica do rio Pericumã, a qual é vinculada ao projeto intitulado OBSERVATÓRIO DA BAIXADA MARANHENSE: Monitoramento de indicadores socioambientais dos municípios da Baixada Maranhense.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

A bacia hidrográfica é compreendida como a área pela qual, a água é drenada e flui para um único ponto de saída, notório como seção de controle. Todos os corpos hídricos que nascem nas cabeceiras de uma bacia hidrográfica, escoam para uma seção a jusante ou infiltram para o subsolo. O setor de controle é também conhecido como exutório.

Nas cabeceiras e ao longo de toda área de drenagem, o escoamento ocorre por meio de canais tributários, onde drenam a água da chuva, sedimentos e substâncias dissolvidas (LEOPOLD et al., 1964). Fazendo-se uma analogia entre o tamanho do material do leito e a declividade dos canais, Hack (1957 apud Leopold et al., 1964), mostra que a variação da declividade a jusante, ou seja, a concavidade do perfil é influenciada pela alteração do tamanho dos detritos a jusante, cuja vazão ou deflúvio da água superficial, converge para um canal principal (num outro rio), lago ou mar (exutório). Os rios são responsáveis pelo intemperismo, erosão das rochas, e transporte e deposição dos sedimentos (STRAHLER, 1950 - 1952; CHORLEY, 1962; CRISTOFOLLETTI, 1979; RHOADS, 2006). A área de drenagem da bacia é constituída por dimensões variadas desde dezenas de m² até milhões de km² e é identificada pelas curvas de nível de maior elevação no terreno.

No Brasil, há um predomínio de ocupações humanas nos vales dos rios e em áreas de planícies, nesses ambientes as drenagens são em maioria exorréicas (escoam pela superfície), que deságuam no oceano, lagos e lagoas. Tendo essas características gerais, as bacias são sistemas superficiais complexos e ou dinâmicos, pois sua origem, o modelado do relevo atua na configuração dos padrões espaciais da paisagem (SOTCHAVA, 1977) e na drenagem, apresentam entradas e saídas de energia e matéria, em constante

¹ Bacia hidrográfica secundária, pertencente à Bacia hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental, informações retiradas do caderno das regiões hidrográficas do Brasil.

² Bacia hidrográfica do maior rio que está inserido na Bacia hidrográfica do Pericumã.

processo de morfogênese (capacidade de transformar), resiliência, sinergia (BERTALANFFY, 2012; TRICART, 1977) e retroalimentação, na qual o escoamento superficial em qualquer ponto converge para um único ponto fixo ou não (STRAHLER, 1952; CRISTOFOLETTI, 1979, 1999, 1980; MONTEIRO, 2001; GRANELL-PÉREZ, 2004).

Das citações acima, denota-se que as bacias hidrográficas, são sistemas complexos e dinâmicos. Em que para responder esses questionamentos (entendimento) de cunho teórico e conceitual, necessita-se de leituras mais específicas e aprofundadas sobre a teoria geral dos sistemas, e geossistemas, pois as contribuições resultantes do arcabouço das bases epistemológicas desses ensinamentos recebem significados diferentes entre pesquisadores e entre as áreas do conhecimento científico das geociências. Contudo, a investigação das relações das teorias com uso de geotecnologias e a transformação das paisagens. Julgam-se essenciais aprofundamentos ainda, em revisões de aportes teóricos e conceituais como: BERTALANFFY (2012), BERTRAND E BEROUTCHACHVILI (1978), BERTRAND (2009), SOTCHAVA (1977), AB' SÁBER (2003 - 2004), TRICART (1977), PASSOS (1998), MONTEIRO (2001), LANG (2009) e JANSEN (2011).

Segundo Lang e Blachke (2009), as estruturas e padrões espaciais são considerados como manifestações e processos que ocorrem em diferentes planos de escalas, fazendo com que os trabalhos das feições espaciais e estruturais observáveis e mensuráveis na paisagem, possam caracterizar as condições e desenvolvimento das mudanças temporais do ambiente geográfico.

Nesse contexto, as geotecnologias são excelentes recursos metodológicos utilizados nos estudos dos processos que ocorrem no espaço, sendo indispensáveis nos estudos geomorfológicos de bacias hidrográficas, quer do ponto de vista estrito da Geografia Física, quer na sua vertente de aplicação ao planejamento da paisagem desses ambientes. Pois, com o uso de novos procedimentos de investigação como as geotecnologias, pesquisadores formulam interpretações e determinam significados sobre as feições e as modificações que ocorrerem *in loco*, uma vez que, ao observar os aspectos e fenômenos no espaço vivido, os estudiosos registram as informações, obtêm informações do ambiente, caracterizam os aspectos físicos e humanos das localidades investigadas, identificam as alterações geoambientais e analisam as correlações dos elementos naturais que compõem a paisagem e suas inter-relações com homem e como esse exerce atividades sobre a paisagem.

Neste trabalho optou-se pelo uso e dados de imagens em formato raster do TOPODATA, que são refinadas da resolução espacial original de 3 arco-segundos (~90m) para 1 arco-segundo (~30m) por krigagem (VALERIANO, 2008).

De acordo com Assad e Sano (1998):

Existem duas classes de representações computacionais de mapas, que podem ser vetoriais e matriciais (raster), dados matriciais, ex. grade irregular TIN – *Triangulated Irregular Network* ou modelos digitais de terreno – MDT. Já as representações vetoriais podem ser de pontos, linhas e polígonos, têm em comum o fato de que os domínios espaciais são representados por conjuntos de traços,

deslocamentos ou vetores, adequadamente georreferenciados no espaço geográfico (RODRIGUES, 1990).

As informações vetoriais e matriciais podem ser extraídas de imagens de sensoriamento remoto (SR) e do geoprocessamento de cartas topográficas. O uso dessas informações facilitam os estudos direcionados a identificação e mensuração das feições do relevo, com isso, existe um ganho relevante por ser advinda de uma técnica rápida e acurada de coleta de dados de objetos em superfície no plano topográfico de análise.

Possibilita a aquisição de informações sobre as variações de altitude da superfície terrestre, sendo aplicável a diversos estudos relacionados à geomorfologia, análise de rede hidrográfica, delimitação de áreas inundáveis, perfis topográficos e delimitação automática e semiautomática de bacias hidrográficas.

3 METODOLOGIA

Para o alcance pertinente dos objetivos propostos neste trabalho e elaboração final do referido artigo, são descritos a baixo as etapas, materias e procedimentos.

3.1 Etapas

Para a realização da referida pesquisa e concretização do artigo, compreende-se a seguir a descrição das etapas, materiais utilizados, e procedimentos adaptado (MONTEIRO, 2001), a saber:

- a. Revisão bibliográfica: Teoria Geral dos Sistemas³, Geossistema, Paisagem e Geotecnologias;
 - **SUPORTE:** Geologia;
 - **ENVOLTÓRIO:** Clima, Hidrologia;
 - **FORMA:** Geomorfologia;
 - **COBERTURA:** Pedologia, Flora e Fauna;
 - **VARIÁVEIS NATURAIS E ANTRÓPICAS:** Economia, cultura, lazer e percepção da paisagem;
 - **MAPAS TEMÁTICOS E VETORIAIS (IBAMA, IBGE, EMBRAPA, INPE).**
- b. Aquisição de imagens orbitais;
- c. Criação e organização da base de dados;
- d. Aquisição de material cartográfico;
- e. Definição da área de estudo e retângulo envolvente;
- f. Expedição a campo;
- g. Caracterização Geral da área de pesquisa;
- h. Mapas, cartas e informações das fragilidades e potencialidades do ambiente em estudo.

³ A pesquisa parte de informações, fruto das leituras, avaliações, reflexões realizadas e construídas sobre a Teoria Geral dos Sistemas e do Geossistema, ou seja, a entrada e saída de elementos e processos que podem modificar um ambiente, isto é, o espaço geográfico é um todo com processos e agentes dinâmicos e complexos.

3.2 Materias

- a. Folhas de Cartas Topográficas de 1976 na escala de 1: 100.000 disponibilizadas pela DSG/IBGE/ZEE-MA;
- b. Imagens TOPODATA com 30m de resolução espacial, para extração de dados geomorfométricos da área de estudo, com articulação compatível na escala 1:250.000 (IBGE), em <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata>;
- c. Softwares e aplicativos computacionais para suporte, processamento e vetorização de imagens TOPODATA, em versões educativas do Global Mapper v13 32 bits e layouts em Sistema ArcGIS 10, Software Mobile Mapping, além de melhoramento das fotografias e das imagens no Adobe Photoshop CS6;
- d. GPS modelo Mobile Mapper 6;
- e. Câmera Profissional CANON SL1-D100 com lentes fixas de 18-50mm e 55-250mm;

3.3 Procedimentos

Descrição dos procedimentos de laboratório e campo:

- a. **PREPARAÇÃO E CRIAÇÃO DO BANCO DE IMAGENS:** Essa fase preparatória foi utilizada para realizar o abastecimento das informações a serem levantadas e processadas;
- b. **PROCESSAMENTO DAS IMAGENS:** O objetivo consistiu-se na conversão de imagens no formato de 32 para 16 bit não sinalizados, ajustados e reprojetações com referência espacial para SIRGAS 2000 – UTM Zona 23, equalização e na elaboração de mosaico das senas TOPODATA (02S45_ZN, 02S465ZN, 03S45_ZN e 03S465ZN), determinação da drenagem, curvas de nível, cotação de maior elevação das curvas de nível (pontos cotados), aplicação do interpolador – Krigagem, que consiste em método geoestatístico que verifica a relação espacial e temporal dos atributos, e leva em consideração as características espaciais de autocorrelação de variáveis regionalizadas (VALERIANO, 2006). Para o processo de manipulação do relevo este processo leva em consideração a cota de um ponto de interesse pela média ponderada de sua vizinhança e reagrupada por geoestatística, (FLORENZANO 2008 p. 77), por meio da Krigagem foi possível interpolar e determinar o limite topográfico (Figuras 02) e em seguida comparar o limite gerado, com as cartas da DSG na escala de um pra 100.000, criação do MDE e mapa síntese;
- c. **INTERPRETAÇÃO DOS VALORES NUMÉRICOS E VISUAL DOS DADOS PROCESSADOS:** O Esse procedimento baseou-se em estudos já realizados em modelos numéricos de terreno, proposto em estudos realizados em nível nacional e internacional, publicados em artigos científicos, teses e projetos aplicados em planejamento ambiental de bacias hidrográficas;

d. LEVANTAMENTO GEOTECNOLÓGICO E SOCIOAMBIENTAL: Conversas informais com pesquisadores do INPE, professores Universitários e os moradores da área de abrangência da pesquisa, objetivando investigar as atividades socioeconômicas, na validação dos dados adquiridos em laboratório e coleta de pontos de controle com GPS, além da percepção do relevo e sua influência na configuração da paisagem local.

4 RESULTADOS

O divisor de água da bacia hidrográfica e altimetria do relevo em estudo

Com a geração da rede de drenagem pelo procedimento de hierarquização proposto por STRAHLER, foi possível identificar rios de até 12ª, neste estudo optou-se pelo uso de rios de até 5ª ordem, pois facilita uma melhor interpretação visual da rede de drenagem e os limites com bacias vizinhas (Figuras 02 e 04), isto é, os limites topográficos de drenagem entre duas bacias, tornam-se mais aparente.

Em seguida, foi determinado de maneira semiautomática às cotas de maior elevação, onde estas foram interpoladas, obtendo-se vetor de linha (divisor de água) e extração das curvas de nível em intervalos de 10 metros, geradas a parti da resolução de 30 metros das imagens raster TOPODATA (Figura 02), levou-se em conta, para tanto, as restrições do uso desta em ambientes de planície de inundação e o conhecimento prévio da topografia da área em estudo. Fazendo uma análise visual, verifica-se que o alto curso possui menor largura em relação ao médio curso da bacia; enquanto que a seção do baixo curso possui as características opostas, isto é, menor largura em relação ao alto curso e ao médio trecho.

O ponto mais extremo da bacia situa-se a sudoeste da capital do Estado do Maranhão, em linha reta em uma distancia de 132,70 km. Já a foz da área de estudo fica distante 52,50km em linha reta da capital São Luís, e a noroeste desta. Já do limite da foz até o ponto mais extremo na alta bacia, o percurso traçado em linha reta antes da coleta de pontos controle em campo, era em torno de 143,33 km com uma área aproximada de 4.993,02 km², após o tratamento em laboratório dos dados de campo (validação das informações).

A bacia hidrográfica do Pericumã apresenta-se com as seguintes informações: extensão de 152,71 km da foz ao ponto mais extremo da alta bacia, com uma área total de 5.085,73 km², equivalente a 508.573,30 hectares. Ressalta-se que essas informações foram mensuradas em programa computacional e comparadas com dados oficiais (cartas DSG na escala de 1: 100.000), e, tais informações foram validadas em duas jornadas de campo com duração de 20 dias, nos meses de janeiro e fevereiro de 2014.

Os resultados obtidos dos aspectos do relevo, notadamente em toda a área de estudo, há feições geomorfológicas com altimetria entre 0 (zero) e 53 metros, e predomínio de elevações entre 0 a 26m. Entretanto, observa-se uma concentração de cotas entre 53 a 160 metros ao sudoeste, oeste e noroeste da bacia, bem como elevações de 53 a 80 metros a leste, a explicação para essas elevações isoladas, com presença de morros testemunhos residuais, estão intrinsecamente ligada ao processo de transgressão

e regressão marinha ocorrido no território maranhense. Devido a esse processo de modelagem, deu-se origem a uma vasta bacia com deposição sedimenta, formando planícies fluviomarinhas e fuviolacustre, e rios influenciados com a entrada e saída de água marinha (Fotografia 02), desde o litoral do Maranhão (Fotografia 03) ao litoral do Estado do Pará.

Destaca-se, que para o trecho estudado as organizações humanas estão instaladas sobre as planícies entre 0 a 26 metros, onde uma significativa elevação do nível do mar ou construção de obras de engenharia sem um adequado estudo pode ser responsável pela transformação dessas áreas de ocupação.

CONCLUSÃO

Os resultados alcançados mostram que a utilização de imagens TOPODATA e uso de geotecnologias para a geração do limite topográfico do divisor de água, altimetria e MDE da área em estudo, conclui-se como procedimento de fácil aplicação e atende aos requisitos parciais da pesquisa em andamento, pois são compatíveis com a escala de trabalho utilizada.

Com o presente artigo, tornou-se possível o uso e a utilização de metodologias aplicadas à extração de dados geomorfológicos para o estudo do espaço geográfico em questão e a identificação das relações coexistentes do relevo da Bacia Hidrográfica do Pericumã com as formas de ocupação da paisagem e uma possível fragmentação desta.

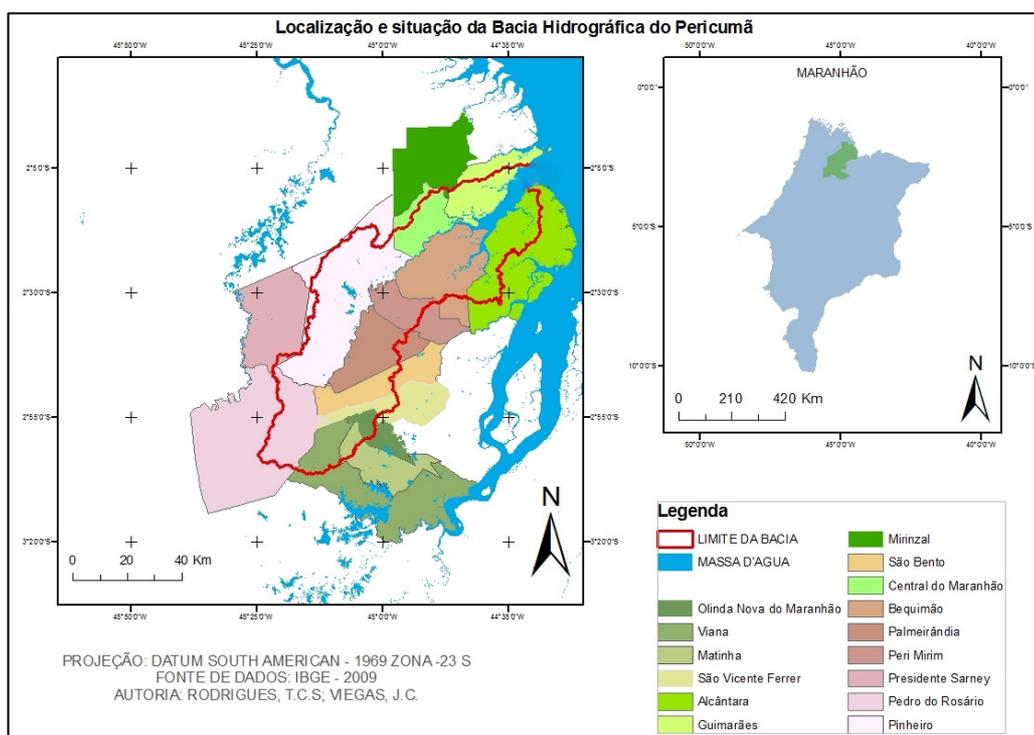
A área estudada apresenta uma paisagem com relevo levemente ondulado e plano, com altimetria de até 160 metros em pontos isolados (Fotografia 01). Esses dados preliminares contradizem estudos anteriormente realizados na área, que relatam cotas altimétricas de no máximo 50 metros. Já os limites da bacia hidrográfica do Pericumã e a rede de drenagem dos corpos hídricos gerados semiautomaticamente, apresentam-se fieis á realidade de informações utilizadas e disponibilizadas pelo projeto TOPODATA. Para tanto a interpolação de pontos cotados mostra ser um método bastante eficaz para a delimitação de bacias hidrográficas, e a criação do MDE representa bem as características do relevo da área. Contudo para melhorar as informações obtidas, necessita-se de outras inferências em campo, no intuito de afinar a acurácia dos limites físicos e dos arranjos espaciais identificados em imagens e programas utilizados no estudo.

AGRADECIMENTOS

A FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, apoio institucional da Pós Graduação em Geografia da UNESP - Campos Presidente Prudente-UNESP-PP. Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Núcleo de Estudos em Pesquisas Ambientais - NEPA e o Departamento de Geociências da UFMA - Campus de São Luís e Pinheiro, bem como o Sindicato dos Trabalhadores Rurais da cidade de Pedro do Rosário, e demais moradores, como lideranças comunitárias dos municípios que fazem parte da região pesquisada.

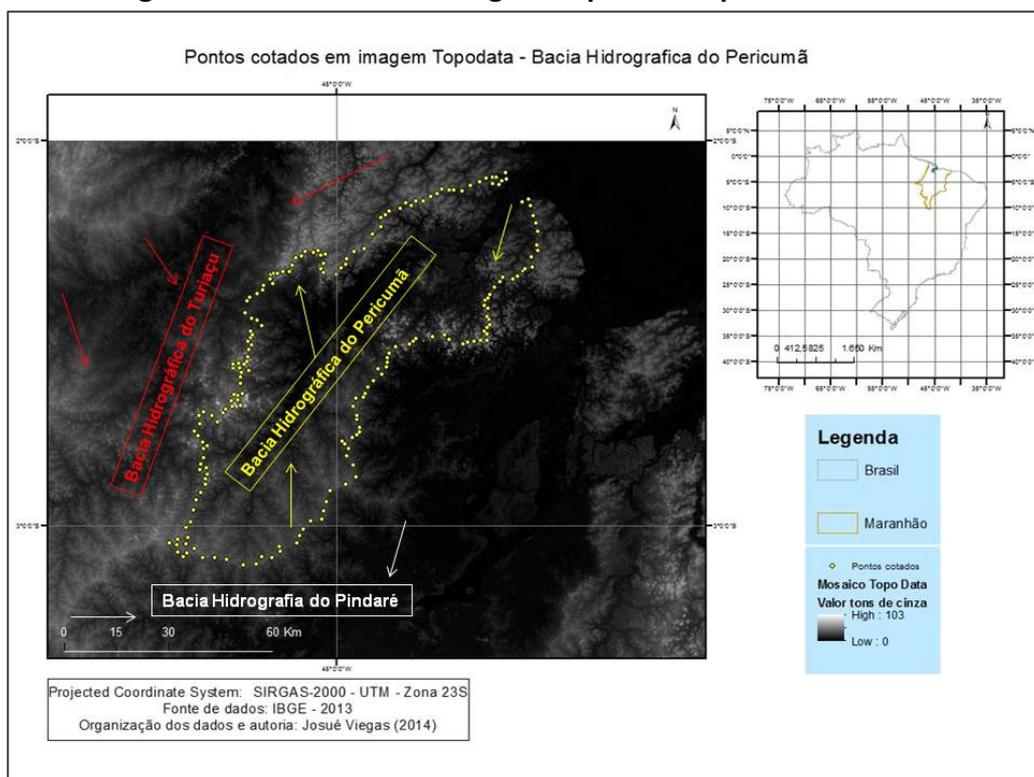
FIGURAS

Figura 01: Mapa da Bacia Hidrográfica do Pericumã e respectivos municípios drenados no Estado do Maranhão.



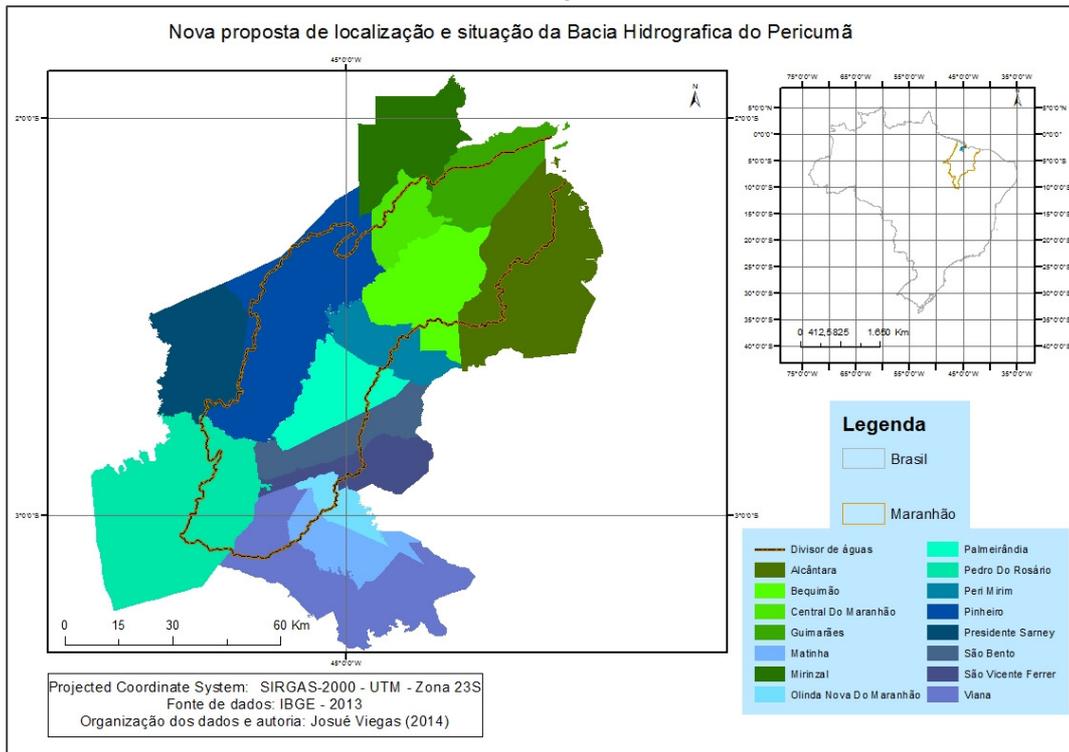
Fonte: Viegas; Rodrigues e Pereira (2013).

Figura 02: Mosaico com imagem Topo data e pontos Cotados



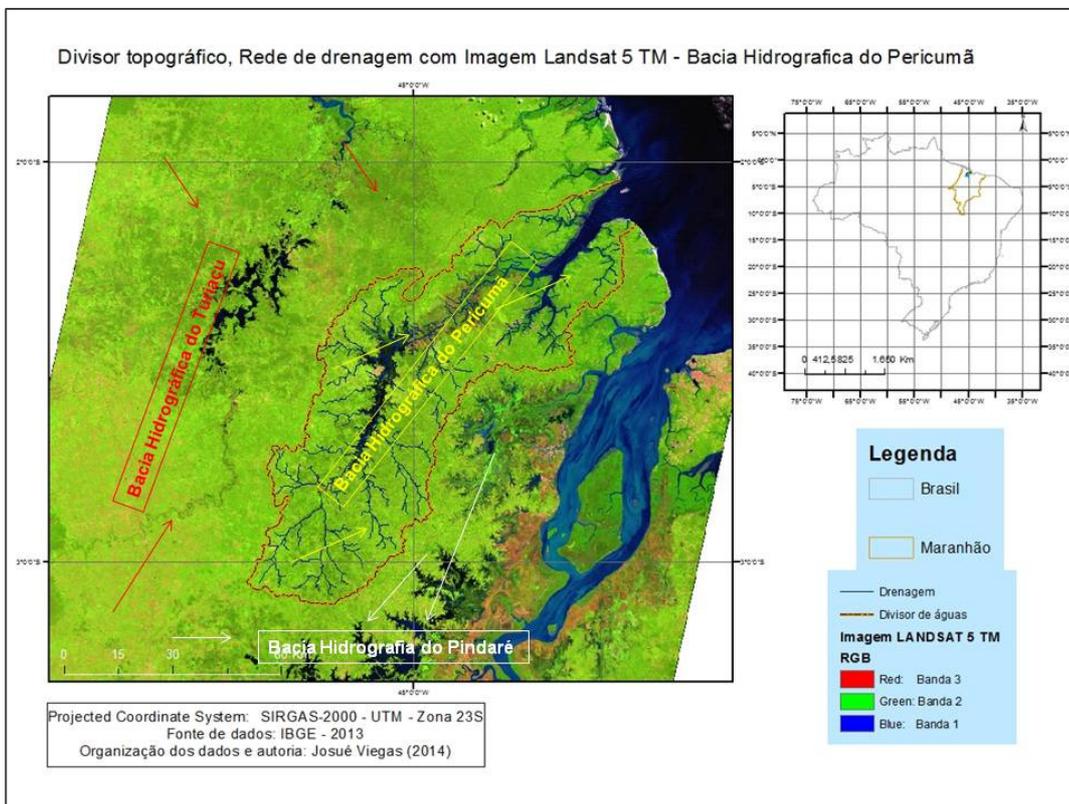
Fonte: TOPODATA-INPE (2013), organizado por VIEGAS (2014).

Figura 03: Mapa com nova proposta do limite da Bacia Hidrográfica do Pericumã e municípios drenados.



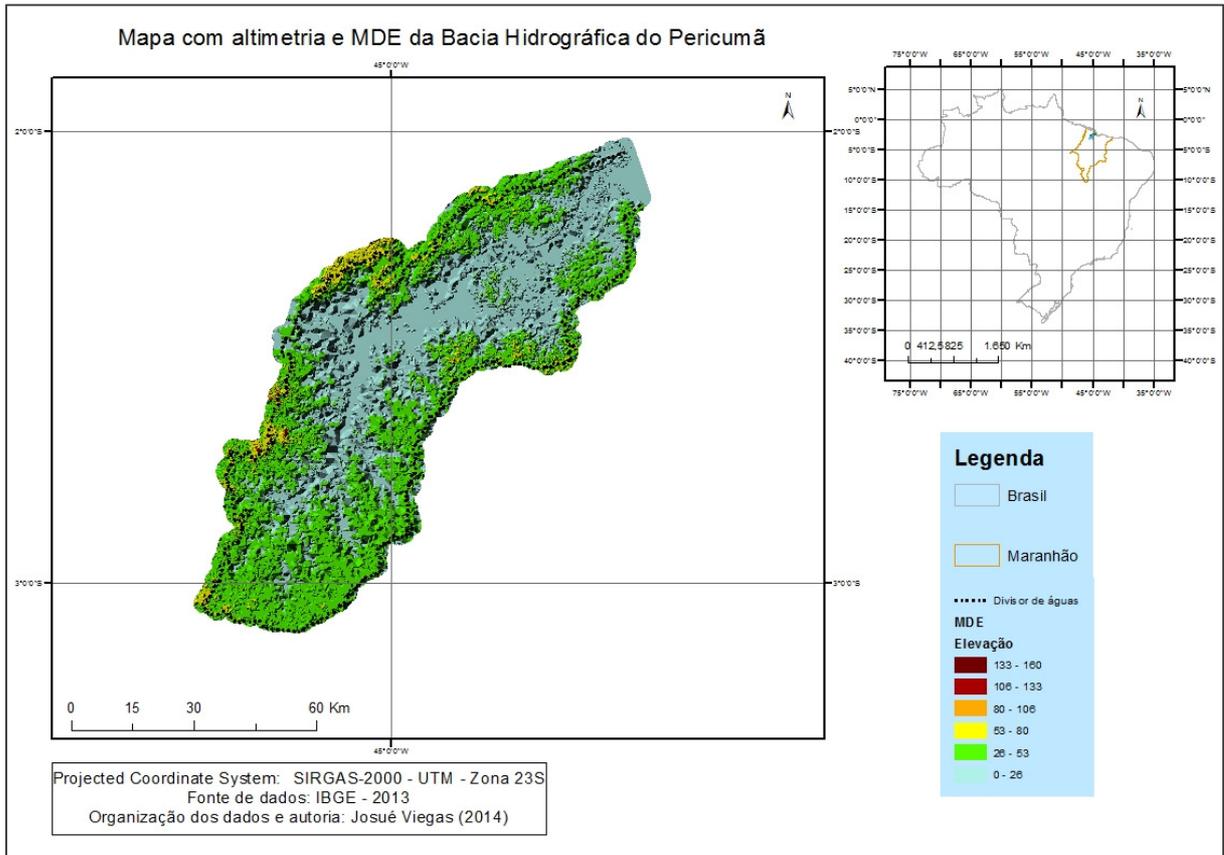
Fonte: IBGE (2013); TOPODATA - INPE (2013), organizado por VIEGAS (2014).

Figura 04: Limite com rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Pericumã.



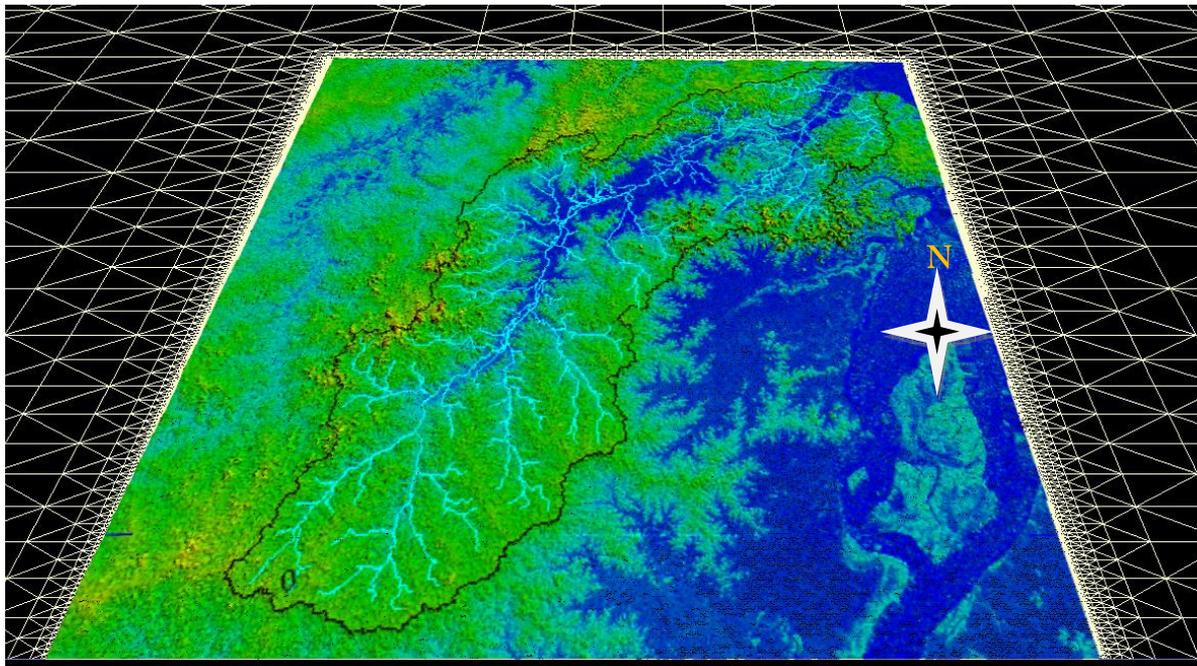
Fonte: LANDSAT-INPE (2006); IBGE (2013), organizado por VIEGAS (2014).

Figura 05: Altimetria e MDE da Bacia Hidrográfica do Pericumã.



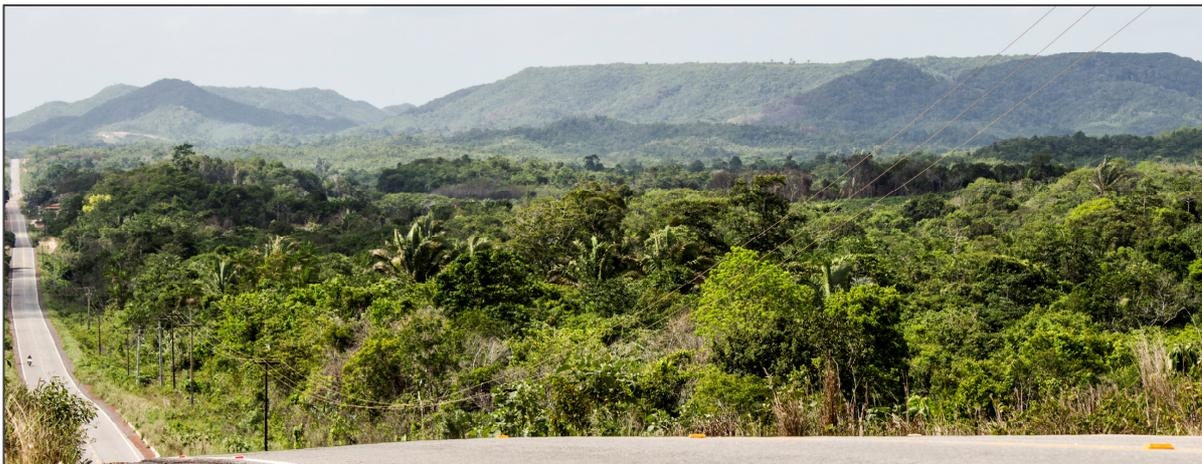
Fonte: TOPODATA-INPE (2008); IBGE (2013), organizado por VIEGAS (2014).

Figura 06: Representação do MDE em 3D da bacia hidrográfica do Pericumã



Fonte: TOPODATA-INPE (2008), organizado por VIEGAS e PEREIRA (2014).

FOTOGÁFIAS 01, 02, 03:



Fotografia 01: Em segundo Plano, morros testemunhos com altimetria de até 160 metros.



Fotografia 03: (esquerda) Praia arenosa no contato continente oceano. Fotografia 04 (direita) Falésias com 50 metros de altura, próximo ao antigo farol de Itacolomi.

Fonte: Dados da Pesquisa, organizado por VIEGAS e PEREIRA (2014).

REFERÊNCIAS

AALDERS, H. J. G. L. Quality Metrics for Gis. In: Advances in Gis research II INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPATIAL DATA HANDLING, 7, 1996, Delft. **Proceedings**. Delft: University, August 1996. p. 5B1-5B10.

AB'SABER, A. N. **Contribuição à geomorfologia do Estado do Maranhão**. Notícia Geomorfológica. Ano III nº 5. Campinas, SP. 1960.

ASSAD, E. D. SANO, E. E. Sistema de informações Geográficas: **aplicações na agricultura**. Serviço de Produção de Informação – SPI. 2ª ed. revisada e ampliada. Brasília, 1998.

BANDEIRA, I. C. N. **Geodiversidade do Estado do Maranhão**. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade - CPRM. 294 p.; 30 cm + 1 DVD-ROM. Teresina, 2013.

BERTALANFFY, L. von. Teoria geral dos sistemas: **fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. Tradução de Francisco M. Guimarães. – 6 ed. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

BERTRAND, C. BERTRAND, G. Uma geografia transversal e de travessias: **o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Tradução: Messias Modesto dos Passos (Org.). Maringá: Ed. Massoni, 2009.

- BERTRAND, G.; BEROUTCHACHVILI, N. **Le géosystème ou système territorial naturel** (1978). *Une géographie traversière: l'environnement à travers territoires et temporalités*. Paris: Éditions l'Arguments, 2002.
- BRASIL, **Divisão Territorial Brasileira - 2013**. Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia – IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_dtb_int.shtm> Acessado em 20 de janeiro de 2014.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia – Introdução**. São Paulo, Hucitec: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979.
- _____. **Geomorfologia**. São Paulo, Edgard Blucher, 1980.
- _____. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. 1ª. ed. São Paulo, SP: Editora Edgard Blücher. LTDA., 1999.
- CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistema: uma introdução à geografia física**. Tradução: Francisco Eliseu Aquino. et al. – 7ª. Ed. – Porto Alegre: Bookman, 2012.
- CHORLEY, R. J. **Geomorphology and General Systems Theory**. In: theoretical papers in the hydrologic and geomorphic sciences. Washington, 1962. p. b1-b14.
- COSTA-NETO, J. P. BARBIERI, R. IBAÑEZ, M. do S.R. **Limnologia de três ecossistemas aquáticos característicos da Baixada Maranhense**. Bol. Lab. Hidrobiologia. Volume, 14/15. 2001/2002. Universidade Federal do Maranhão. São Luís 2001/2002.
- FEITOSA, A. C. Relevo do Estado do Maranhão: **Uma Nova Proposta de Classificação Topomorfológica**. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia: Geomorfologia Tropical e Subtropical: Processos, métodos e técnicas. Goiânia, 2006.
- FEITOSA, A. C; TROVÃO, J. R. **Atlas escolar do Maranhão: Espaço Geo - Histórico e Cultural**, João Pessoa: Grafset, 2008.
- FEITOSA, A. C. **Evolução morfogenética do litoral norte da ilha do Maranhão**. Rio Claro: IOGCE/UNESP, 1989. Dissertação de Mestrado.
- FLORENZANO. T. G. **Iniciação em sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- FORMAN, R. T. T. GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1986.
- FRYIRS, K. A. BRIERLEY, G. J. **Geomorphic Analysis of River Systems: An Approach to Reading the Landscape**. December, Wiley-Blackwell. 2012, p.360.
- GUERRA, A. J. T. **Dicionário Geológico e Geomorfológico**. ed 9ª. Editora: Bertrand do Brasil - Rio de Janeiro, 2011.
- GRANELL-PÉREZ, M. del C. **Trabalhando Geografia com as Cartas Topográficas**. 2ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2004, 128p.il.
- INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS / **Maranhão em Dados 2005** – São Luís: IMESC, 2007.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2 ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009, 604 p.
- LANG, S. BLACHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução: Hermann Kux. - São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- LEFF, E. **A complexidade ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003.
- LEOPOLD, L. B; WOLMAN, M. G; MILLER, J. P. **Fluvial processes in geomorphology**. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1964, p.215-281.
- MARANHÃO. GEPLAN-LABOGEO-UEMA. **Atlas do Maranhão**. São Luis: Labogeo, 2002.
- MONTEIRO, C. A. **Geossistema: a história de uma procura**. São Paulo. Contexto, 2001.

- PASSOS, M. M. dos. **Biogeografia e paisagem**. Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 1998.
- PINHEIRO, C. U. B. **Estudo etnobiológicos: Baixada Maranhense**. São Luís, 2000-2003. Relatório final – Universidade Federal do Maranhão / DEOLI.
- RHOADS B. L. **The Dynamic Basis of Geomorphology Reenvisioned**: A process perspective on geomorphology. *Annals of the Association of American Geographers*. 2006. 96: 14–30.
- RODRIGUES, M. **Introdução ao Geoprocessamento**. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, 1. São Paulo, 1990. Curso In tradutório. São Paulo: EPUSP, 1990. P 1-26.
- STRAHLER, A. N. **Equilibrium theory of erosional slopes, approached by frequency distribution analysis**: *Am. Jour. Sci.*, v. 248, 1950 p. 673-696, 800-814.
- STRAHLER, A. N. **Dynamic basis of geomorphology**. *Geological Society of America Bulletin*, September 1952, v.63, nº.9, p.923-938.
- SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo. São Paulo: Ed. Lunar, 1977.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente. Diretoria Técnica. Rio de Janeiro, 1977.
- VALERIANO, M. M. **TOPODATA: GUIA PARA UTILIZAÇÃO DE DADOS GEOMORFOLÓGICOS LOCAIS**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, 2008.
- VIEGAS, J. C. **Dinâmica da Paisagem do médio curso do Rio Pericumã, área de influência da Cidade de Pinheiro - Maranhão**. Monografia apresentada ao curso de Graduação – Universidade Federal do Maranhão - São Luís, 2012.
- VIEGAS, J. C. RODRIGUES, T. C. S. PEREIRA; P. R. M. **Sazonalidade da dinâmica fluviolacustre e sua influência na paisagem da bacia do rio Pericumã, Maranhão – Brasil**. In: Decimocuarto Encuentro de Geógrafos de América Latina, XIV EGAL - 2013. Lima – PERU.