



ANÁLISE DO RELEVO DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ANIL (SÃO LUÍS - MA) COMO SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Walefe Lopes da Cruz ¹
Quésia Duarte da Silva ²
Delony de Queiroz Ribeiro ³
Ricardo Gonçalves Santana ⁴

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo analisar o relevo do alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil como subsídio para o planejamento ambiental. A área de estudo está localizada na cidade de São Luís/MA e apresenta 9,22 km² de dimensão areal. O alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil vem passando por transformações ao longo dos anos que alteraram suas características naturais. Essas alterações foram ocasionadas pelo uso e ocupação de forma inadequada dos compartimentos do relevo. Para alcance do objetivo elencado nesta pesquisa foram realizados levantamentos bibliográficos e cartográficos, bem como, a elaboração dos mapas de localização, geomorfológico, declividade e hipsometria, além do registro de imagens da área de estudo para a verificação de dados obtidos com a elaboração do material cartográfico. O resultado obtido demonstra que a área de estudo apresenta dois tipos de formas de relevo, as denudacionais e agradacionais. Foram mapeados morrotes, tabuleiros e vertentes e planície fluvial. Dentre as formas de relevo com maior representatividade são destacadas as vertentes planar retilíneas que ocupam cerca de 6,82 km², representando 73,6% da área total. Foi observado deslizamento planar, ravinas e ocupação de áreas de planície fluvial. A área tem um alto índice de impermeabilização, cerca de 59,20 %. Nesse sentido, compreende-se a importância do mapeamento geomorfológico afim de possibilitar através deste, a elaboração de documentos que visam servir de subsídio para o planejamento ambiental da área de estudo.

Palavras-chave: Relevo, Bacia Hidrográfica, Planejamento.

ABSTRACT

The present work aims to analyze the relief of the upper course of the Anil river basin as a subsidy for environmental planning. The study area is located in the city of São Luís/MA and has 9.22

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, walefe.lopecruz@gmail.com;

² Prof^o Dra. da Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, quesiaduartesilva@hotmail.com;

³ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, idelony@hotmail.com;

⁴ Mestre do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, ricardogsantana1@hotmail.com.

Fragmento do Projeto de Pesquisa/Dissertação: "ESTUDO DO GRAU DE IMPERMEABILIZAÇÃO UTILIZANDO O MÉTODO CURVE NUMBER – SOIL CONSERVATION SERVICE - CN-SCS: Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Anil em São Luís – Maranhão. Financiador: Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento do Maranhão (FAPEMA).



km² of areal dimension. The upper course of the Anil river basin has undergone transformations over the years that have altered its natural characteristics. These changes were caused by the inappropriate use and occupation of relief compartments. To achieve the objective listed in this research, bibliographic and cartographic surveys were carried out, as well as the preparation of location, geomorphological, slope and hypsometry maps, in addition to the recording of images of the study area to verify the data obtained with the preparation of the material cartographic. The result obtained demonstrates that the study area presents two types of relief forms, denudational and agradational. Hills, plateaus and slopes and river plains were mapped. Among the landforms with the greatest representation, the straight planar slopes are highlighted, occupying about 6.82 km², representing 73.6% of the total area. Planar landslides, ravines and occupation of river plain areas were observed. The area has a high level of waterproofing, around 59.20%. In this sense, it is understood the importance of geomorphological mapping in order to enable through this, the elaboration of documents that aim to serve as a subsidy for the environmental planning of the study area.

Keywords: Relief, Hydrographic Basin, Planning.

INTRODUÇÃO

O estudo do relevo é importante, sobretudo na compreensão de diversos processos ambientais, tais como, escorregamento de massa, enchentes, alagamentos e enxurradas que alinhados a ocupação humana podem ocasionar diversos transtornos. Florenzano (2008) esclarece que dependendo de suas características, o relevo pode ser um facilitador ou dificultador para a ocupação dos ambientes terrestres pelo homem.

De acordo com Resende e Salgado (2011, p. 46), o relevo é considerado um dos componentes do meio físico, sendo este “[...] um dos principais definidores de unidades ambientais. Sua compartimentação está frequentemente em estreita relação com a distribuição dos demais atributos formadores da paisagem como a vegetação e o solo”.

O processo de ocupação da sociedade em determinada área tem convergência com as características do relevo. Desta forma, a sociedade passa a interferir nos diferentes processos geomorfológicos, culminando na esculturação acelerada das diferentes morfologias, alterando a paisagem local.

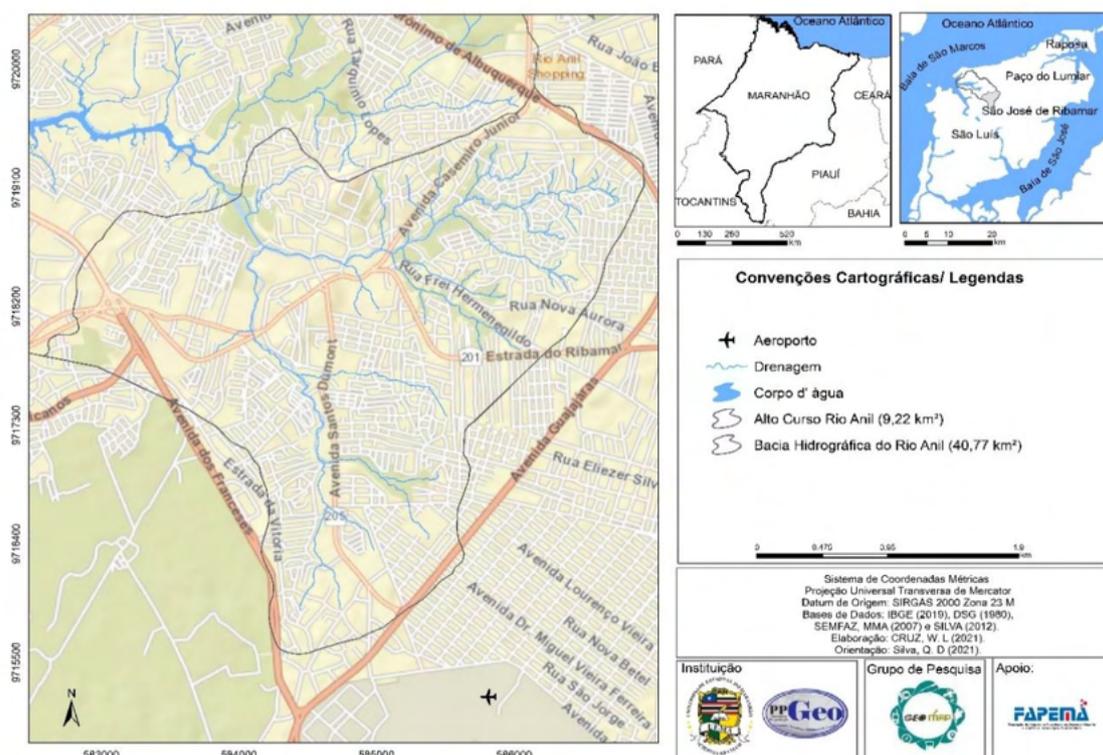
Além disso, é fundamental a avaliação e o mapeamento do relevo como subsídio ao planejamento ambiental de uma bacia hidrográfica. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar o relevo do alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil (Figura 1), localizado na porção noroeste da cidade de São Luís na Ilha do Maranhão (MA), visando a elaboração de materiais cartográficos voltados ao planejamento ambiental dessa bacia.

Tendo em vista que o processo de ocupação sem prévio estudo pode ocasionar o surgimento ou intensificação de processos morfodinâmicos (enchentes, inundações,

alagamentos, erosão, etc.), compreende-se que o estudo das morfologias do relevo se torna extremamente importante, sobretudo em áreas com um contingente populacional significativo, como se configura a bacia do rio Anil, uma das mais urbanizadas da Ilha do Maranhão.

Neste sentido, a presente pesquisa identificou e analisou as áreas com fenômenos geomorfológicos do alto curso do rio Anil, sendo mapeadas áreas com processos erosivos (ravinas e deslizamento de terra), assim como, a ocorrência de inundações na área de estudo. Foram mapeadas as unidades do relevo, afim de identificar as suas formas, tais como as denudacionais, sendo os morrotes, tabuleiros e vertentes e as agradacionais caracterizada como planície fluvial.

Figura 1 - Localização do alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil - São Luís/ MA



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Por fim, levou-se em conta dados importantes do relevo dessa bacia, tais como: hipsometria, declividade, curvatura das vertentes, morfológicos e morfodinâmicos, afim de compreender a dinâmica desse ambiente. Nesse sentido, tentou-se correlacionar as características físicas e sociais da relação relevo x sociedade.



METODOLOGIA

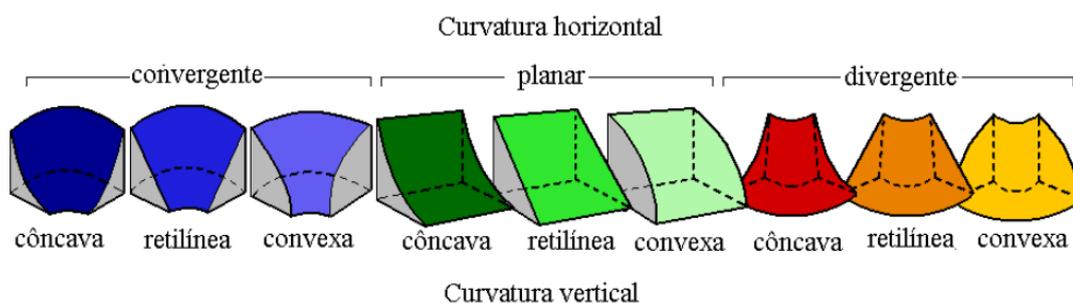
Para alcance do objetivo proposto, a pesquisa desenvolveu-se em 3 etapas, sendo a primeira a etapa de gabinete, sendo realizado levantamento do material bibliográfico em livros, artigos, dissertações e teses. As principais fontes pesquisadas foram Florenzano (2008), Valeriano (2008), Guerra (2008), IBGE (2009), Resende e Salgado (2011), Silva (2012), ANA e CPRM (2018).

Também na etapa de gabinete, que contou com a elaboração do material cartográfico da pesquisa. Para a elaboração do mapeamento temático, foi empregado o Sistema de Informação Geográfica (SIG), *software ArcGIS®* (ESRI), versão 10.2.2, licença EFL999703439, pertencente ao Grupo de Pesquisas em Geomorfologia e Mapeamento da Universidade Estadual do Maranhão (GEOMAP/UEMA). Todos os mapas elaborados nesta pesquisa, foram em escala cartográfica de 1:10.000.

Para elaboração dos mapas de delimitação e drenagem, foram utilizadas as Cartas Planimétricas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG- 1980), sendo as folhas 23 e 24, na escala de 1:10.000. Para elaboração dos mapas de relevo foi utilizada a base de Silva (2012), com atualizações necessárias.

Para a elaboração dos mapas de hipsometria e declividade, foram utilizados os dados da Missão Topográfica *Radar Shuttle* (SRTM), as Cartas Planimétricas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG, 1980), e o *shape* das curvas de nível de 1 metro cedido gentilmente pelo Instituto da Cidade, Pesquisa e Planejamento Urbano e Rural (INCID, 2009). Em relação a elaboração da curvatura do terreno, foi empregada a metodologia de classificação adotada por Valeriano (2008), como observado na figura 3.

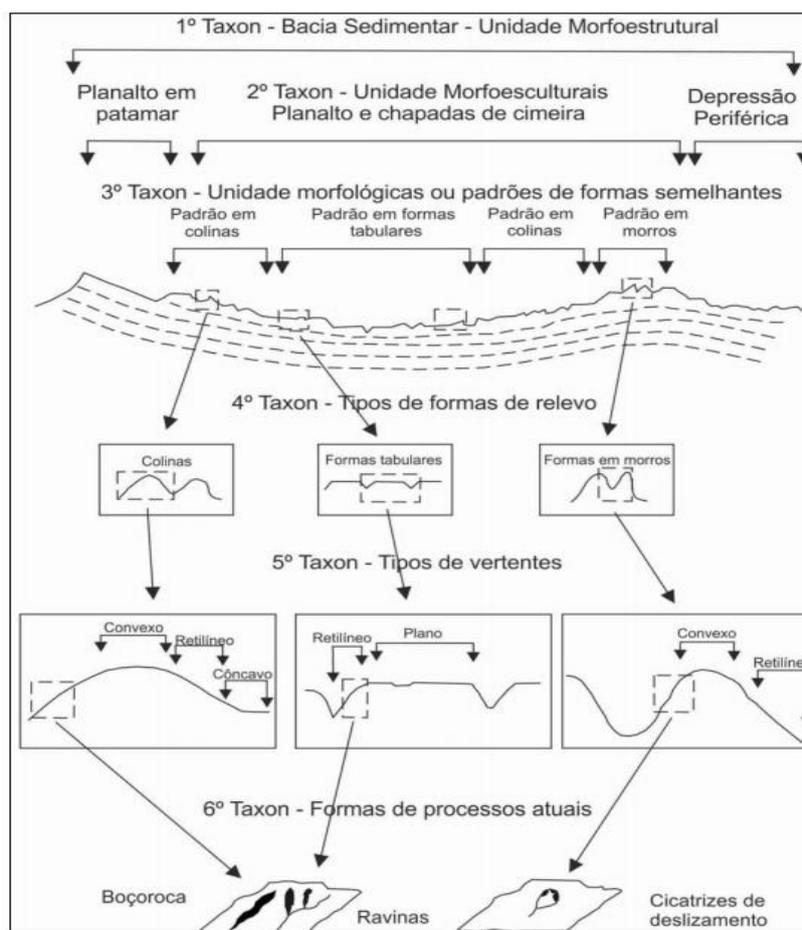
Figura 3- Classes de forma de terreno



Fonte: Valeriano (2008).

O mapeamento das unidades de relevo deu-se com base em Ross (1992), levando em consideração os níveis taxonômicos do relevo. Este autor fundamentou-se nos conceitos de Morfoestrutura e Morfoescultura propostos pelos russos Guerassimov e Mescherikov (1968); e Mecerjacov (1968) sendo utilizados amplamente pela literatura especializada (Figura 04).

Figura 04 – Níveis taxonômicos das unidades de relevo



Fonte: Ross (1992).

O mapa de impermeabilização da área de estudo para o ano de 2020, foi elaborado partir da imagem de satélite Sentinel-2 (*European Space Agency-ESA*), do dia 17 de agosto de 2020, sendo a escolha da imagem propiciada pela não ausência de nuvens em virtude deste mês ser de estiagem na Ilha do Maranhão.

E por fim, o trabalho de campo que ocorreu para a identificação dos processos atuantes e validação do mapeamento. Em suma, foram fotografadas áreas de ocorrências



de fenômenos e processos morfodinâmicos para certificação de dados obtidos na etapa de gabinete.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997) que instituiu a Política de Nacional de Recursos Hídricos, definiu a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Segundo Carvalho (2020, p. 141), “a delimitação deste território é elaborada a partir de divisores de águas, permite analisar de forma sistêmica, elementos, fatores e relações ambientais, sociais e econômicas a partir de demandas e ofertas existentes em sua área[...]”. Neste sentido, compreende-se que analisar as características sociais ou físicas, através da perspectiva de bacias hidrográficas, possibilita uma análise integradora do ambiente, visando o planejamento e gestão ambiental dessas áreas.

Para Silva (2012, p. 20) “o mapa geomorfológico é indispensável na questão do inventário do relevo e, para elaborá-lo, é necessário conhecer os elementos de descrição do relevo, identificar a natureza geomorfológica de todos os elementos do terreno e datar as formas”.

Um recurso importante para examinar o relevo, é a hipsometria pois através dela é possível analisar as características altimétricas de uma área. Esse aspecto físico influencia no comportamento das sociedades, principalmente na forma que se dá uso e ocupação da terra, bem como a extração dos recursos naturais.

De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, (IBGE, 2009, p. 113), “a representação da hipsometria, através de mapas temáticos ou em perfis topográficos, é um importante instrumento para identificação de superfícies balizadas em níveis altimétricos previamente conhecidos”.

Valeriano (2008) esclarece que a declividade é definida a partir do ângulo de inclinação zenital da superfície do terreno, em relação à horizontal. O autor ainda enfatiza que os valores de declividade mesmo sendo comumente expressos em porcentagem, são estabelecidos de 0° a 90°. Em suma, são estabelecidas nove classes de terreno, sendo as formas de terreno a junção da curvatura vertical e curvatura horizontal. Sendo a curvatura vertical: côncavo, retilíneo e convexo, enquanto a curvatura horizontal: convergente, planar e divergente.



De acordo com Florenzano (2008, p.16), as vertentes “[...] são superfícies inclinadas que formam a conexão dinâmica entre a linha divisora de águas e o fundo do vale (talvegue).” o comportamento dos fluxos de água nas vertentes influenciam o processo erosivo, principalmente laminar.

Nesse contexto, existem diversos outros aspectos relacionados às características do relevo de uma bacia hidrográfica, como por exemplo a erosão, infiltração, escoamento, dentre outros fatores, fundamentais ao entendimento dele e para subsidiar planejamentos ambientais diversos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Costa (2018, p. 21), esclarece que o rio Anil “[...] foi o primeiro eixo de ocupação do município de São Luís, sendo o alto curso neste processo ocupado a partir do aumento da população advindo dos grandes empreendimentos [...]”. Esse processo de ocupação sem um prévio planejamento na área, sobretudo nos compartimentos do relevo propiciou o aumento dos fenômenos estudados na presente pesquisa, sobretudo a impermeabilização da área.

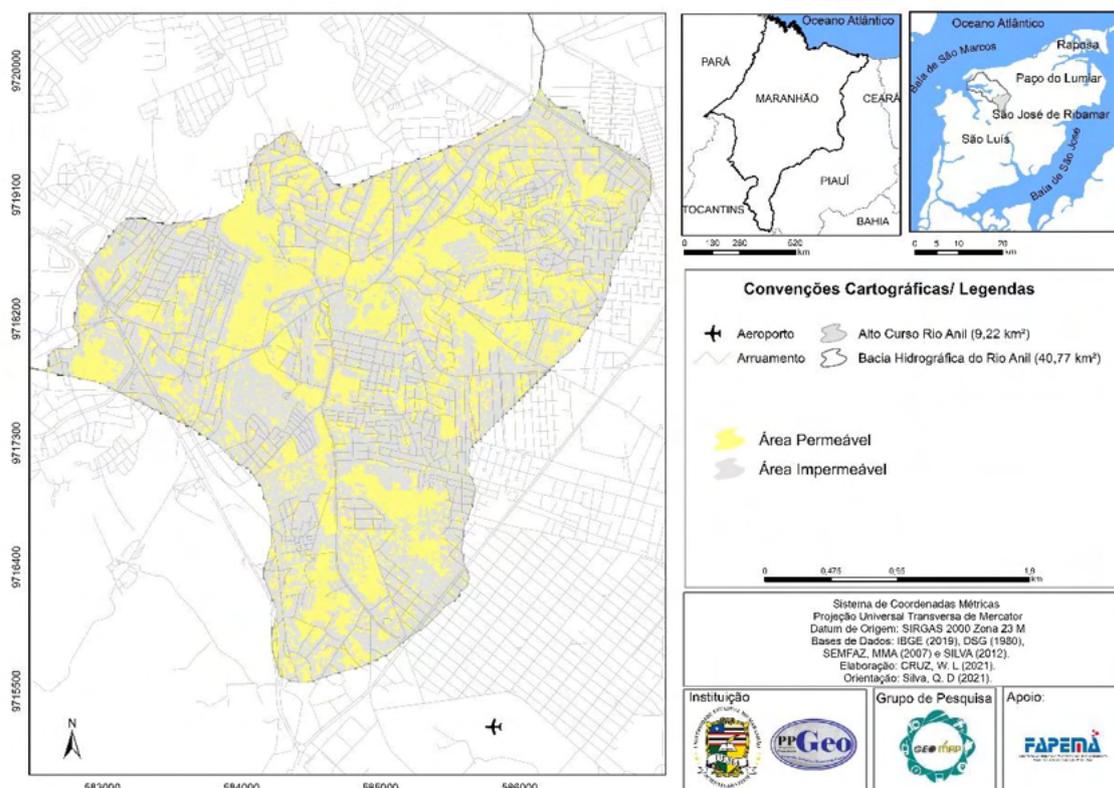
De acordo com Cruz, Ribeiro e Pereira (2020, p. 235), “[...] é perceptível que em sua totalidade a bacia do rio Anil possui uma alta urbanização sendo que o percentual de área urbanizada com solo exposto chega a cerca de 66% de uso do solo”.

O processo de impermeabilização do solo, ocasiona o aumento significativo do escoamento superficial. Para França (2019, p. 126), a impermeabilização da área pode ocasionar enchentes, alagamentos e enxurradas, esses fenômenos supracitados são potencializados “[...] devido à redução da capacidade de infiltração da água no solo e consequentemente maior escoamento superficial das águas”.

Ao decorrer de campos feitos na área de estudo, percebeu-se um alto índice de impermeabilização (Figura 5), que altera e reduz a cobertura da vegetação natural podendo ocasionar, alagamentos, enchentes e enxurradas.

Em relação à impermeabilização do solo, foi observado através da figura 5, que cerca de 59,20 % do alto curso está impermeabilizado. Fontes (2003) afirma que o processo de urbanização acarreta profundas modificações no uso do solo, que por sua vez causam impactos permanentes nas respostas hidrológicas das áreas urbanizadas.

Figura 5 - Áreas permeáveis e impermeáveis do alto curso rio Anil de 2020- São Luís

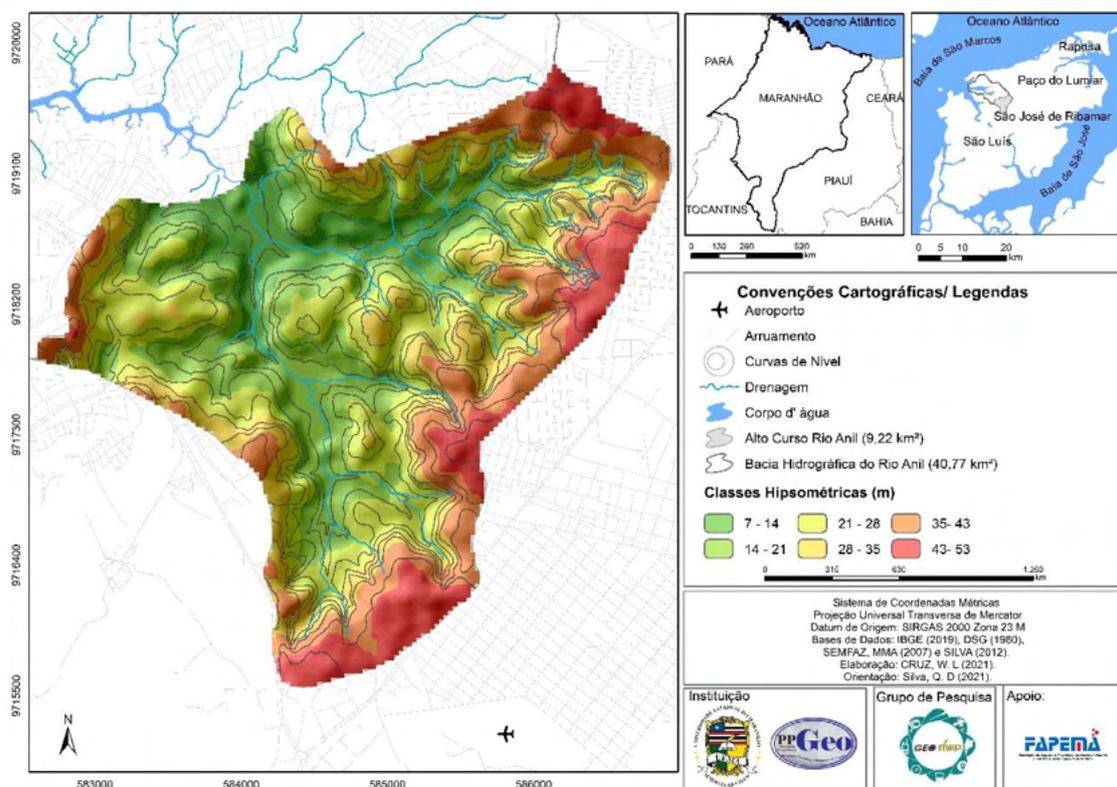


Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Neste sentido, para compreender as características geomorfológicas da área de estudo, foi necessário caracterizar a altimetria e declividade da área, e realizar mapeamento, tendo em vista que, os aspectos morfológicos e morfodinâmicos, tem suma, importância no mapeamento geomorfológico.

Em relação às características hipsométricas e de declividade no alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil, observou-se que a área de estudo tem altimetria que varia de 7 a 53 metros e uma declividade de 0 a 22% (Figura 6). De acordo com dados obtidos através da análise hipsométrica, afirma-se que a maior classe é de 21 a 28 metros, tendo um valor absoluto 2,22 km² e valor relativo de cerca 24,07%. (Tabela 1). Ao analisar o mapa, observa-se que áreas em cor vermelha se encontram maiores altitudes, sendo as cores em verde áreas com menores altitudes.

Mapa 6 - Hipsometria do alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil-São Luís / MA



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

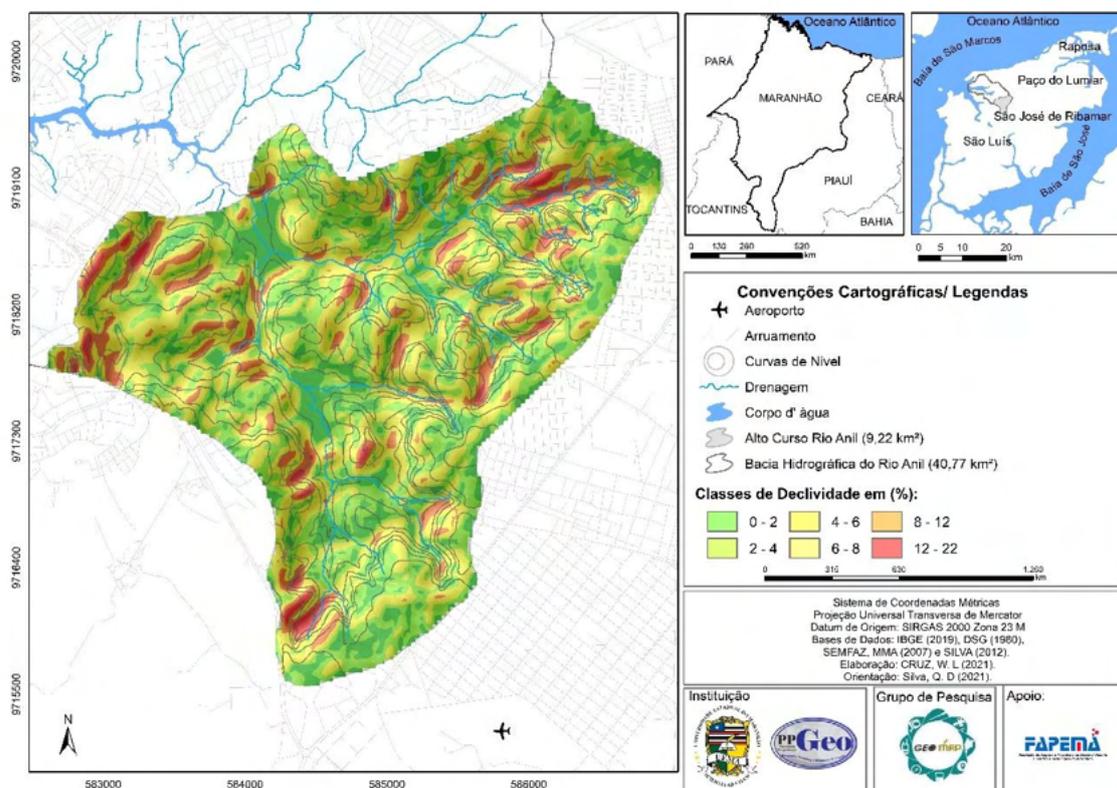
Tabela 1 - Valores de hipsometria do alto curso do rio Anil-São Luís

Hipsometria	Valor Absoluto (km)	Valor Relativo (%)
7-14	0,99	10,73
14-21	2,09	22,66
21-28	2,22	24,07
28-35	1,49	16,16
35-43	1,43	15,50
43-53	0,98	10,62
Total	9,22	99,74

Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Quanto à declividade, a área foi compartimentada e a maior classe observada foi a de 2% a 4% que representa em valor absoluto 2,87 km², representando 31,16% da área de estudo (Mapa 7 e Tabela 2).

Mapa 7 - Declividade no alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil-São Luís / MA



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Tabela 2 - Valores de declividade do alto curso da bacia do rio Anil-São Luís

Declividade	Valor Absoluto (km)	Valor Relativo (%)
0-2	2,10	22,80
2-4	2,87	31,16
4-6	2,05	22,25
6-8	1,35	14,65
8-12	0,65	7,05
12-22	0,16	1,73
Total	9,18	99,64

Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

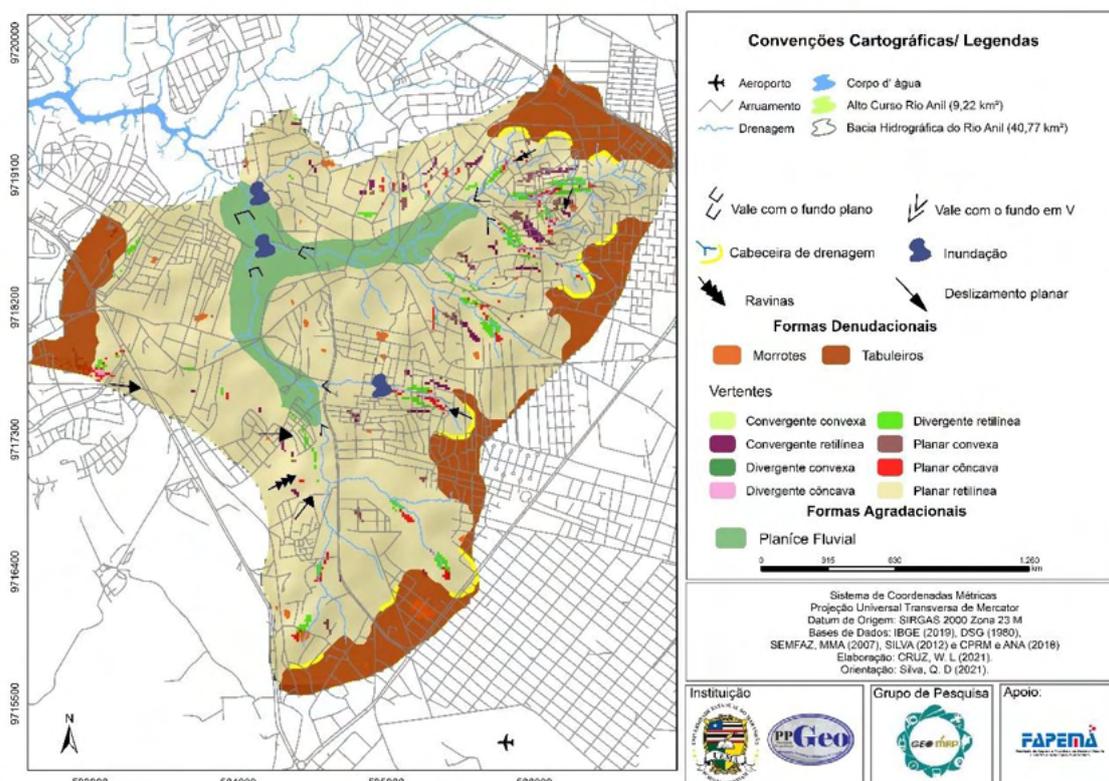
Esse processo alinhado a forma de relevo do terreno, influencia na ocorrência desses fenômenos supracitados, sobretudo quanto maior a declividade da vertente maior será a velocidade do escoamento na área.

Neste sentido, para a caracterização geomorfológica da área de estudo foi utilizada a base de dados de Silva (2012). Segundo a autora o alto curso da bacia possui dois tipos de unidades de relevo, as denudacionais, sendo os morrotes, tabuleiros e vertentes e as agradacionais que é a planície fluvial (Figura 8).

Em relação ao mapeamento do sexto táxon, foi utilizada a base de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), com dados de mapeamento de fenômenos como deslizamento planar, ravinas e inundações.

A partir da classificação de Valeriano (2008), a curvatura do terreno do alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil foi classificada em 8 unidades, sendo convergente convexa, convergente retilínea, divergente côncava, divergente convexa, divergente retilínea, planar côncava, planar convexa e planar retilínea.

Figura 8 - Unidades de relevo no alto curso do rio Anil-São Luís / MA



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Através do mapeamento geomorfológico da área de estudo foi observado a ocorrência de fenômenos de deslizamento planar e ravinas (Figura 9). Esses processos



morfodinâmicos estão localizados sobretudo, em áreas de cabeceiras de nascentes e próximos aos canais fluviais.

De acordo com Almeida Filho e Almeida (2016, p. 2) “a erosão é considerada um dos maiores riscos naturais, devido aos grandes danos econômicos, ambientais e sociais.” Neste sentido, ao observar a figura, é perceptível a ação erosiva da ravina, que ocasiona a perda da camada asfáltica e diminuição da largura da rua por conta das perdas dos solos. Também é observado o descarte de lixo e entulho na área da ravina pela população que reside próxima a ela.

Figura 9 – Ravina localizada na rua militar no alto curso do rio anil- São Luís/MA



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

A ravina é o “resultado do escoamento superficial, enquanto uma boçoroca/voçoroca é o canal esculpido pelo afloramento do lençol freático no fundo da incisão e também pelo escoamento superficial” (ALMEIDA FILHO; ALMEIDA, 2016, p. 2).

Outro tipo de ocupação dos compartimentos do relevo que é observado na área de estudo, é a ocupação irregular em Área de Preservação Permanente – APP, ao longo de vários canais no alto curso da bacia do rio Anil. As APP's consistem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis, podendo ser



públicas ou privadas, urbanas ou rurais, cobertas ou não por vegetação nativa (BRASIL, 2012).

As planícies fluviais são ocupadas sem um prévio estudo, sendo essa área extremamente susceptível aos alagamentos, enchentes e inundações, podendo gerar áreas de riscos a esses fenômenos e colocando a população em situação de vulnerabilidade (Figura 10).

Figura 10 - Ocupação de área de planície fluvial no alto curso do rio anil- São Luís/MA



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Esse processo pode gerar alterações no sistema de drenagem do canal, tendo em vista que a área da planície fluvial que é naturalmente ocupada por água durante a cheia do canal, encontra-se ocupada de forma indevida pela população. “[...] a pressão urbana pode forçar a ocupação de várzeas e áreas próximas aos corpos de água, reduzindo a área disponível para o escoamento de vazões de cheia” (TUCCI, 2012, p. 32).

Em relação à ocupação dessas formas de relevo, observou-se a construção de uma base para instalação de uma residência onde a afloramento de água de forma bem perceptível. É observado o afloramento em todo o perímetro de construção da residência (Figura 11), esses espaços são denominados pelos moradores como área de “brejo”.



Figura 11 - Construção de residência em nascente no alto curso do rio Anil, São Luís



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Em locais próximos às nascentes, com a declividade bastante expressiva de 12% a 22% e com altimetria que varia 43 a 53 metros, foi localizado uma área de cabeceira de drenagem, sendo observado nessa morfologia o descarte de lixo e também notado a queima deste, em local indevido como observado na Figura 12.

Figura 12 – Lixão em área de cabeceira de drenagem no alto curso do Anil /São Luís



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

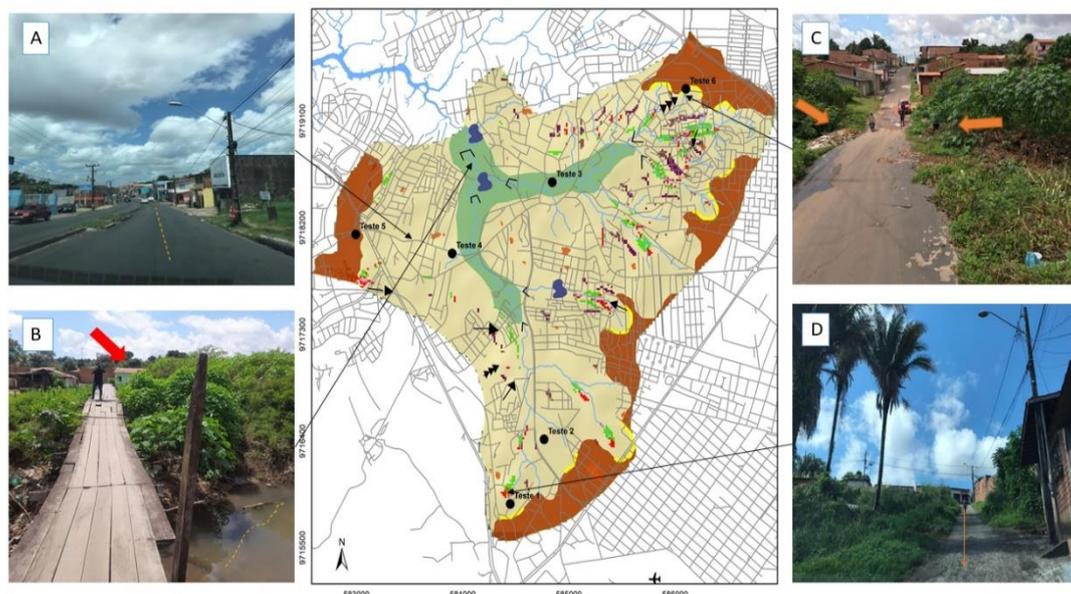
Ao analisar os dados obtidos através das bases utilizadas, observou-se que as formas de relevo com maior expressão areal na área de estudo são as colinas com vertentes com curvatura horizontais e verticais, predominando as planares retilíneas, as quais ocupam 6,82 km², representando 73,6% da área total (Tabela 3). Esses dados são fundamentais para a compressão do ambiente, visando a elaboração de material cartográfica afim de servir de subsídio para o planejamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Anil, sendo possível analisar as formas de relevo presente na área de estudo, como observado na figura 13.

Tabela 3 - Formas de relevo no alto curso do rio Anil - São Luís/ MA

Unidades do Relevo	Área	
	(km ²)	(%)
Relevo denudacional		
Tabuleiros	1,62	17,5
Vertentes	6,82	73,6
Morrotes	0,014	0,15
Relevo agradacional		
Planície Fluvial	0,77	8,35
Total	9,22	100

Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

Figura 13 – Unidades do relevo no alto curso do rio Anil- São Luís/ MA



A - Vertente planar retilínea, totalmente impermeabilizada; B - Cobertura de áreas de preservação permanente na planície fluvial; C- Ravina erodindo rua; D- Morrotes e vertente divergente retilínea.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil está localizado na cidade de São Luís e nos últimos anos passou por significativas transformações que modificaram suas características naturais. Essas alterações foram ocasionadas pela apropriação e ocupação de forma inadequada dos compartimentos do relevo.

No alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil há dois processos predominantes no relevo, sendo estes processos denudacionais e agradacionais. Os primeiros geraram as formas do relevo como os morrotes, tabuleiros e colinas com vertentes predominantemente retilíneas e planície fluvial. Dentre as formas do terreno com maior representatividade na área de estudo é destacado as vertentes planar retilínea que ocupa cerca de 6,82 km², representando 73,6% da área total.

Os tabuleiros representam um valor expressivo na área de estudo, com cerca de 1,62 km² e representando 17,5%, nessas áreas encontram-se as maiores altitudes da bacia que variam de 43 a 53 metros. Em relação à declividade, a área possui 2 a 4 % de declive em sua grande parcela, representado cerca de 31,16%. A segunda maior classe da área de estudo em relação a declividade é de 0 % a 2% que corresponde a 2,10 km² do alto curso da bacia do rio Anil.

Em relação a ocupação dos compartimentos do relevo, foi observado áreas de deslizamento planar, ravinas e ocupação de áreas de planície fluvial, sendo áreas próximas aos cursos d'água. A ocupação dessas áreas pode ocasionar fenômenos de inundação em decorrência da ocupação da planície de inundação do canal, que em períodos de cheias, é ocupada pelo extravasamento das águas fluviais, essas áreas são extremamente susceptíveis a estes fenômenos.

A área de estudo possui um alto índice de impermeabilização, que corresponde a cerca de 59,20%, essa característica faz com que ocorra a diminuição da infiltração e aumenta o escoamento superficial. A falta de permeabilidade pode ocasionar alagamento em áreas com deficiência de drenagem urbana, que em suma, não suportam a capacidade de água recebida.

Através da análise do relevo do alto curso do rio Anil, foi possível mapear aspectos correlacionados a características morfológicos e morfodinâmicos da área de estudo. Nesse sentido, compreende-se a importância do mapeamento das unidades de relevo e os



processos atuantes, afim de possibilitar através deste a elaboração de material cartográfico que visa servir de subsídio para o planejamento ambiental da área de estudo.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Projeto Estudos Hidrogeológicos da Região Metropolitana de São Luís Subsídio para o uso sustentável dos recursos hídricos. Recife, 2018.

ALMEIDA FILHO, G. S.; ALMEIDA, M. C. J. Erosão hídrica do tipo ravina e boçoroca. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE ANÁLISE DE RISCO LATINO AMERICANA, 3., 2016, São Paulo. **Anais** [...] São Paulo: ABGE, 1-8, 2016. Disponível em: <https://www.ipt.br/centros_tecnologicos/CTGeo/artigos_tecnicos/1197-erosao_hidrica_do_tipo_ravina_e_bocoroca.htm>. Acesso em: 07 jun. 2020.

BRASIL, Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. BRASÍLIA.

CARVALHO, A. T. F. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 42, p. 140-161, 2020.

COSTA, C. M. **Risco de inundações no alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2018.

CRUZ, W. L.; RIBEIRO, D.Q.; PEREIRA, E. D. Conflitos de uso e ocupação em áreas de preservação permanente na bacia do rio Anil - São Luís, MA. **Revista Geonorte**, v. 11, p. 229-247, 2020.

FLORENZANO, T. G. Cartografia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. cap. 1, p. 11-28.

FONTES; A. R. M.; BARBASSA, A. P. Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbana. RBRH – **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 8, n.2, abr/jun 2003. p. 137 – 142.

FRANÇA, D. V. B. **Vulnerabilidade ambiental a alagamentos no alto curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2019.

GERASIMOV, I. P.; MESCHERIKOV, J. A. Morphostructure. **The Encyclopedia of Geomorphology. Encyclopedia of Earth Sciences**, v. III, Fairbridge, R.W. ed., Dowden, Hulchinson & Koss Inc., Pegerannsylvania. p. 731-732, 1968.



GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Bertrand, Rio de Janeiro, 2008.

MECERJACOV, J. P. – Les concepts de morphostruture et de morphosculture: um nouvel instrument de l'analyse geomorphologique. **Annales de Geographie** 77 année- n° 423. Paris, 1968.

REZENDE, E, A.; SALGADO, A. A. R. Mapeamento de unidades de relevo na média Serra do Espinhaço Meridional - MG. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, N° 30, p. 45 - 60, 2011.

ROSS, J. L. S. Registro Cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.6, p. 17-30, 1992.

SILVA, Q. D. da. **Mapeamento Geomorfológico da Ilha do Maranhão**. Tese (Doutorado) Presidente Prudente: UNESP, 2012.

VALERIANO, M. M. **Topodata**: guia para utilização de dados geomorfológicos locais. São José dos Campos: INPE, 2008.