

() Graduação (X) Pós-Graduação

**MODELAGEM AMBIENTAL COM SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICA
PARA ZONEAMENTO DE INTERESSE AMBIENTAL: uma proposta na bacia
hidrográfica do Córrego do Touro em Naviraí- MS**

Adriano Chaves de França
Prefeitura Municipal de Naviraí
adriano.chfr@gmail.com

RESUMO

O planejamento possui extrema importância em nossas vidas, neste recorte encontra-se a problemática abordada neste trabalho na interface da bacia do córrego do Touro; cujo substrato geográfico consideramos suscetível a processos erosivos devido a estrutura geomorfológica e quando somados ao uso e ocupação do solo aumentam significativamente estes riscos. Assim temos como proposta identificar áreas de vulnerabilidade ambiental frente a ocupação urbana e sua expansão na bacia em questão, indicando possibilidades de planejamento urbano-ambiental integrado para minimização dos riscos na área e demonstrar as potencialidades das geotecnologias na representação, análise e planejamento em bacias hidrográficas.

Palavras-chave: geoprocessamento; sensoriamento remoto; urbano; ambiente; diagnósticos;

1 INTRODUÇÃO

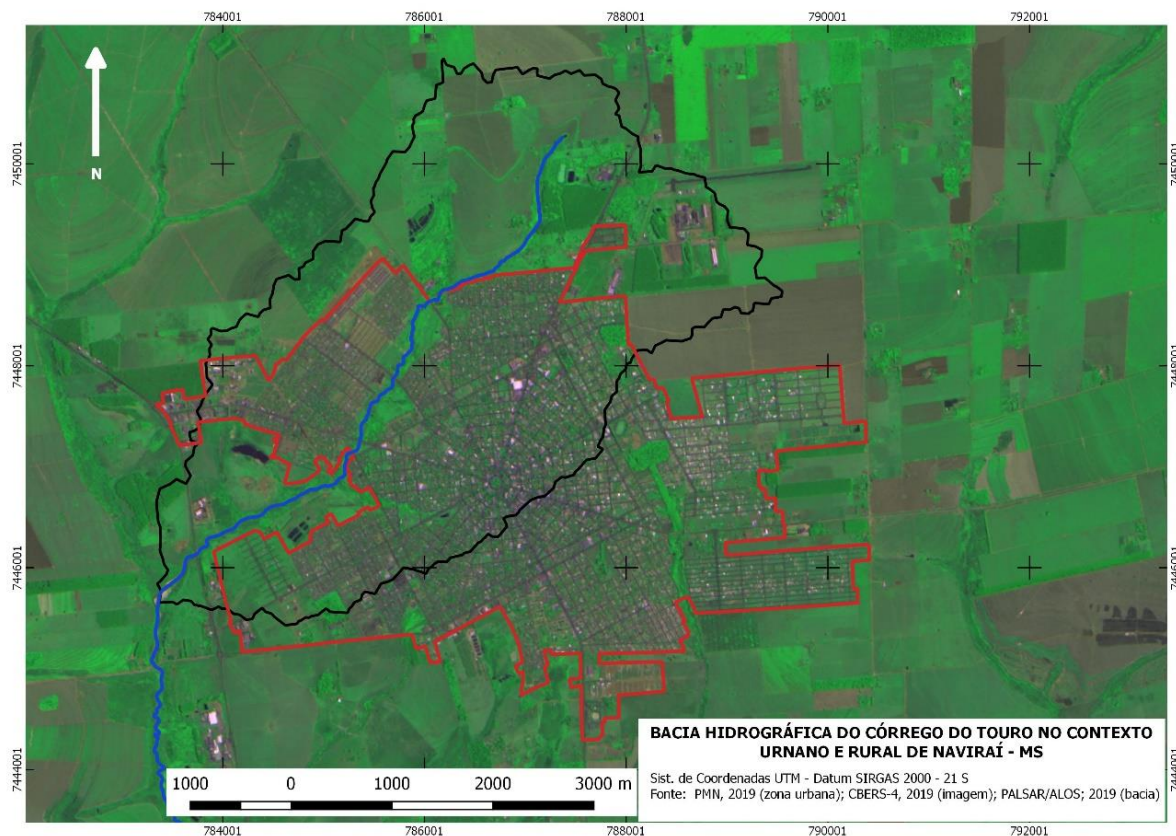
O planejamento territorial de um município ou mesmo de um estado por vezes parece uma tarefa apenas para cumprir o rigor de acesso a recursos financeiros junto aos Estados e a União, não é raro encontrar para vários assuntos próprios dos municípios documentos que versam localmente em formatos variados com as terminologias de planos de saneamento básico, plano de gerenciamento de resíduos sólidos, plano de mobilidade urbana, plano de drenagem urbana, plano desenvolvimento municipal, plano diretor municipal entre outros muitos planos.

Isso a priori, pode demonstrar que estamos muito bem de políticas públicas sobretudo naquilo que diz respeito ao “planejamento municipal” e se bem observarmos com uma leitura criteriosa é possível encontrar tanto boas dicas como bons conflitos entre um plano e outro. Mas a intenção deste trabalho não é tecer uma crítica negativa ao planejamento, mas sim contribuir de maneira muito pontual a uma realidade da bacia hidrográfica do Córrego do Touro e um município do interior do Mato Grosso do Sul, denominado Naviraí; cujo substrato geográfico é quase que naturalmente suscetível a processos erosivos devido a fatores da estrutura geológica e pedológica, que quando somados ao uso e ocupação do solo aumentam significativamente os riscos de potenciais impactos; na figura 1 temos o recorte especial do trabalho.

Neste sentido, temos como proposta identificar possíveis áreas de fragilidade ambiental frente a ocupação urbana e sua expansão na bacia do córrego do touro, mapear áreas de uso restrito, indicar de maneira pontual ações de planejamento urbano e ambiental integrado para minimização dos riscos potenciais na área e demonstrar as potencialidades das geotecnologias para a representação, análise e planejamento municipal do espaço.

Para atender a proposta do trabalho, não podemos negligenciar a pertinência que a bacia hidrográfica demonstra como sendo uma porção do território constituído por terras drenadas por um rio principal e seus afluentes; torna-se assim uma unidade territorial bem definida com real capacidade na identificação e interpretação de dados geoambientais (Santos, 2004). Isso inclui sumariamente o nosso caso de estudo a bacia do córrego do touro; esta condição relaciona-se diretamente à percepção de problemas sobre os usos e ocupação dos solos urbanos e rurais.

Figura 1: Bacia do córrego do Touro e área urbana de Naviraí-MS



Fonte: Autor.

Outro ponto a ser destacado no presente estudo é a exposição natural do ambiente aos riscos potenciais da paisagem geográfica relacionada a bacias hidrográficas. Constantemente as causas naturais, deixam de ser os principais agentes que modificam as paisagens, sendo assim, o homem tem participação nesse processo, que resulta em consequências gravíssimas e/ou até mesmo irreversíveis no interior de uma determinada bacia hidrográfica (Guerra, Cunha, 2004).

A urbanização e suas implicações sobre as bacias hidrográficas esta cada vez mais presente no Brasil e demais países em franco processo de desenvolvimento socioeconômico. Navarro (2013) ressalva que, o processo de urbanização leva a diminuição da cobertura vegetal e aumento da impermeabilização do solo, norteando maior parcela de água pluvial a um escoamento superficial, reduzindo a infiltração e, tendo como consequência, um aumento dos volumes escoados e nas vazões de pico e, simultaneamente, redução do tempo de concentração da água da chuva; provocando assim eventos de cheias cada vez mais críticos.

Na urbanização, os sistemas de drenagem das águas das chuvas têm papel fundamental para a conservação e manutenção das bacias hidrográficas. Porém, ocorre uma imensa dificuldade de gestão a partir do poder público local, sobretudo das prefeituras, deixando muitas vezes esta questão ambiental como uma pauta distante dos serviços a executar.

Desse modo, Tucci, Cruz e Souza (2007), argumentam:

A gestão urbana na maioria dos municípios brasileiros ainda não é vislumbrada com a devida importância, dada a ausência de um planejamento específico para o setor. De forma geral, o gerenciamento da drenagem urbana é realizado pelas secretarias de obras municipais e apresenta-se desvinculado das ações planejadas para os demais setores relacionados, como água, esgoto e resíduos sólidos (2007, p.04).

O problema da falta de planejamento observado aqui, geralmente ocorre quando o município em si não formula um bom ou nenhum PDU (Planos Diretores de Urbanização).

Entretanto observamos, que as condições de gestão urbana, são permeadas de maneira imprescindível às intervenções do poder público por meio de investimentos e melhor gerenciamento para ampliação, manejo, manutenção e fiscalização de toda a infraestrutura urbana.

Da mesma forma, destaca-se também que houvera vários avanços tecnológicos importantes nas últimas décadas, como: integração de planejamento, planejamento do território e usos do solo com a gestão de recursos hídricos e a administração por bacias hidrográficas. Além disso, Tundisi (2006) argumenta que as universidades e os institutos de pesquisa, públicos e privados têm um papel relevante, pois é a fonte permanente de ampliação de conhecimento e de novos avanços tecnológicos.

Aqui temos um ponto fundamental para o desenvolvimento deste trabalho, as geotecnologias que segundo Fitz (2008, p. 11) “podem ser entendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências e correlatas, (...) trazem avanços, em ações de planejamento, em processos de gestão, manejo e outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico”.

O bom aproveitamento metodológico e instrumental das geotecnologias assegura a capacidade em dar suporte na aquisição e análise espacial de dados geográficos, como destaca Rosa (2004, p. 46) “as possibilidades oferecidas pelos SIG’s em integrar dados obtidos por sensores remotos com outros tipos de dados permite sua aplicação nos mais variados campos relacionados as ciências da natureza”. Os SIG’s permitem ainda a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados por possibilitarem a automatização da produção de documentos cartográficos (Assad; Sano, 2003).

Deve-se destacar ainda que, com o advento da inovação tecnológica a possibilidade de se planejar as ações que envolvem questões do ambiente físico tem ganho cada dia mais campos de inserção, o sensoriamento remoto por exemplo é fundamental para a geração de produtos que permitam diagnósticos competentes, indicam soluções de baixo custo e criar

alternativas inteligentes para os desafios encarados face às mudanças rápidas que observamos em nosso território (Sausen, 2006).

Para tanto, a contribuição de Fitz (2008) é extremamente pertinente ao considerar que tanto a caracterização dos espaços rurais e urbanos, como ações de gestão, manejo e planejamento tornam-se potencialmente mais eficientes quando auxiliados por SIG's; em se tratando da escala municipal são aplicáveis ainda em modelagens e estudos sobre expansão urbana, combate a usos e ocupações irregulares no território, mapeamentos e zoneamentos diversos de caráter ambiental, social e econômico, identificação e monitoramento de áreas de risco e de proteção ambiental.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Considerando que a área objeto deste trabalho tem como recorte a bacia hidrográfica do córrego do Touro, a qual possui características de usos e ocupação urbana e rural no município de Naviraí, sendo uma porção territorial de extrema importância ao desenvolvimento local datada desde a década de 1950 quando iniciou-se a exploração urbana com um projeto de loteamento para a sede municipal.

Neste âmbito, as geotecnologias somam de forma significativa ao presente trabalho na sistematização analítica da fragilidade ambiental no interior da bacia do córrego do touro por meio da adaptação da proposta metodológica de Ross (1994) denominada fragilidade ambiental, é uma metodologia de investigação que tem como finalidade fornecer a análise das componentes ambientais de forma integrada, sinteticamente tratadas e representadas no território. No presente trabalho a metodologia de análise integrada de fragilidade leva em consideração: 1.º - relevo (declividade); e 2.º - proteção do solo em função da cobertura vegetal e tipos de uso da terra.

Diante da adaptação desta metodologia, o trabalho não contemplará o fator de tipologia dos solos e a geologia, dada a escala disponível destes dados ser da ordem de 1:250.000 levando a dispensa por utilizar tais dados.

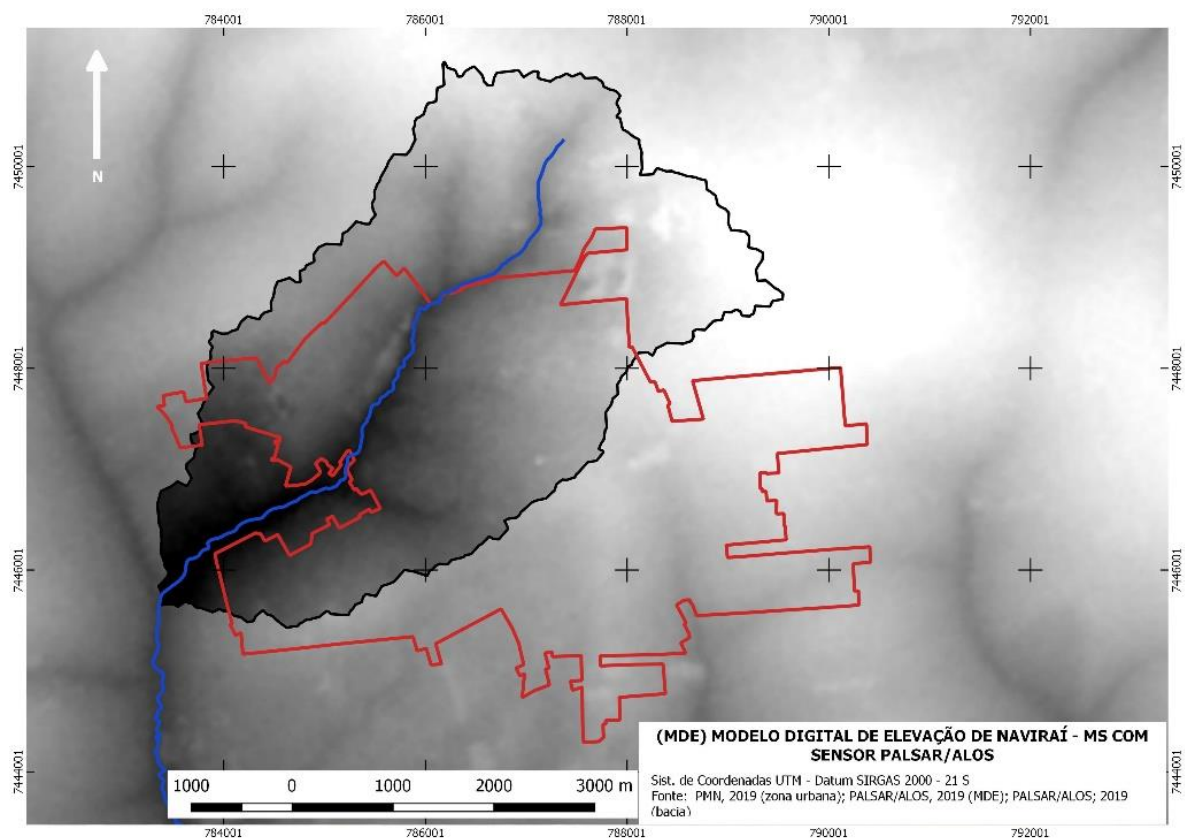
A análise leva em conta uma hierarquia, onde um algarismo representa o relevo e outro o uso da terra e para cada um classifica-se em cinco graus de fragilidade, de acordo com Ross (1994): 1- Muito fraco; 2 – Fraco; 3 – Médio; 4 – Forte; 5 – Muito forte. Ademais segundo a identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades possibilita uma definição mais precisa das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, como no caso deste

estudo.

Em se tratando de uma bacia hidrográfica, que possui feições do relevo bem determinadas e passíveis estudos com sensoriamento remoto, buscou-se a aquisição de imagens do modelo digital de elevação (mde) sensor PALSAR (*Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar*) - radar polarimétrico de abertura sintética de banda larga - com resolução espacial de 12,5m e capturadas no ano de 2011, do satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*), a partir destes dados pode-se efetuar métricas de volumetria, perfil, curvas de nível, sombreamento e demais aplicações (ASF, 2019; Oliveira, 2017; Bernini, 2016).

De posse do MDE realizou-se os processamentos necessários no sig QGIS, aplicação de filtro para eliminação de valores inconsistentes e sua correção. Posteriormente, utilizou-se o módulo GRASS Gis para a extração da bacia hidrográfica, rede de drenagem, fluxo e direção e a declividade; informações imprescindíveis a identificação das áreas de vulnerabilidade com fins de zoneamento. As figuras 2 e 3 apresentam resumidamente a entrada de dados no QGIS e os primeiros resultados individualizados já para a bacia em questão.

Figura 2: MDE da área de estudos

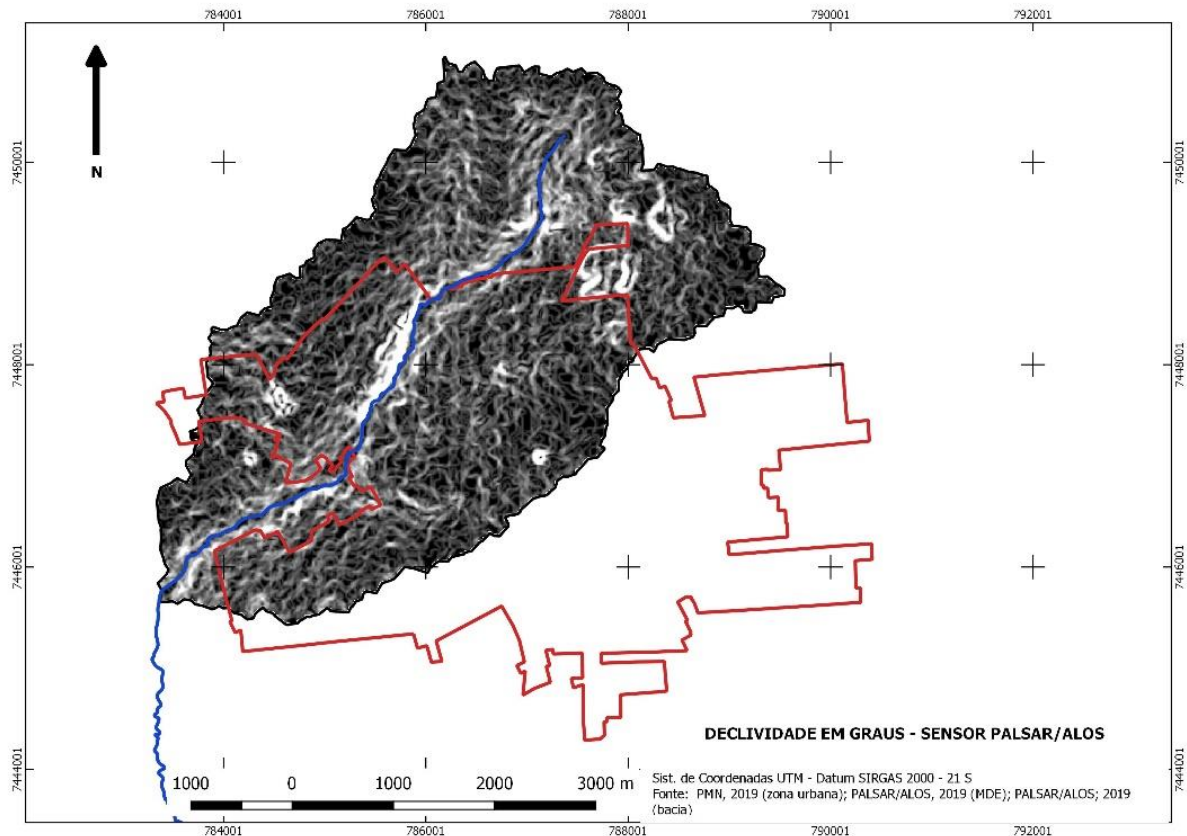


Fonte: Autor.

Nesta imagem é apresentada a entrada dos dados de MDE do sensor PALSAR/ALOS

no QIS e a bacia do córrego do touro delimitada pelo módulo do GRASS para extração de bacias.

Figura 3: Declividade da bacia



Fonte: Autor

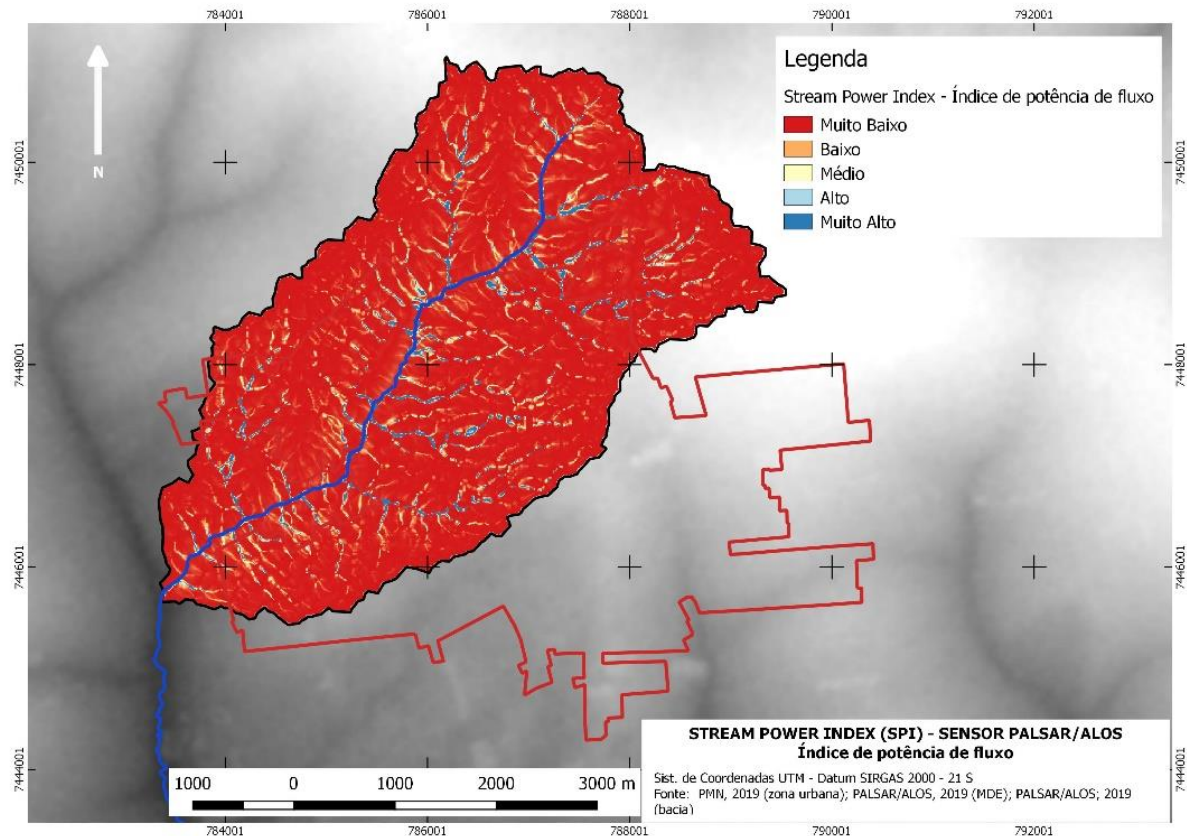
A declividade como vista acima é uma das demais possibilidades em processamento do MDE no QGIS, neste caso ela está demonstrada em graus sendo uma informação importante para a composição da análise de fragilidade ambiental. Outra informação imprescindível corresponde a drenagem, que foi obtida dos processos realizados com o MDE e sendo possível ainda estimar as microbacias, um resultado que pode auxiliar de maneira ímpar o planejamento urbano para ações que envolvem drenagens pluviais.

Com o auxílio do módulo GRASS no QGIS, obteve-se a representação espacial denominada *Stream Power Index* (spi) - índice de potência de fluxo, este índice contabiliza características físicas de uma paisagem para estimar o potencial por terra (solo exposto), do fluxo de água superficial concentrado para causar erosão (Pope Soil; Water, 2014; Florinsky, 2016; Moore et al., 1991).

Os valores do spi são calculados com base na multiplicação da declividade de um ponto na paisagem por sua área de contribuição drenada; quanto maiores os valores do índice de

potência de fluxo, conseqüentemente maior pode ser a energia de escoamento superficial da água naquele espaço, potencializado as possibilidades de erosão. Porém; o índice de potência de fluxo é uma simples análise e não contabiliza os usos e as tipologias do solo, Pope Soil, Water, 2014; Florinsky, 2016. Na figura 4 segue a representação do spi ou índice de potência de fluxo da área de estudos.

Figura 4: Índice de potência de fluxo na bacia



Fonte: Autor

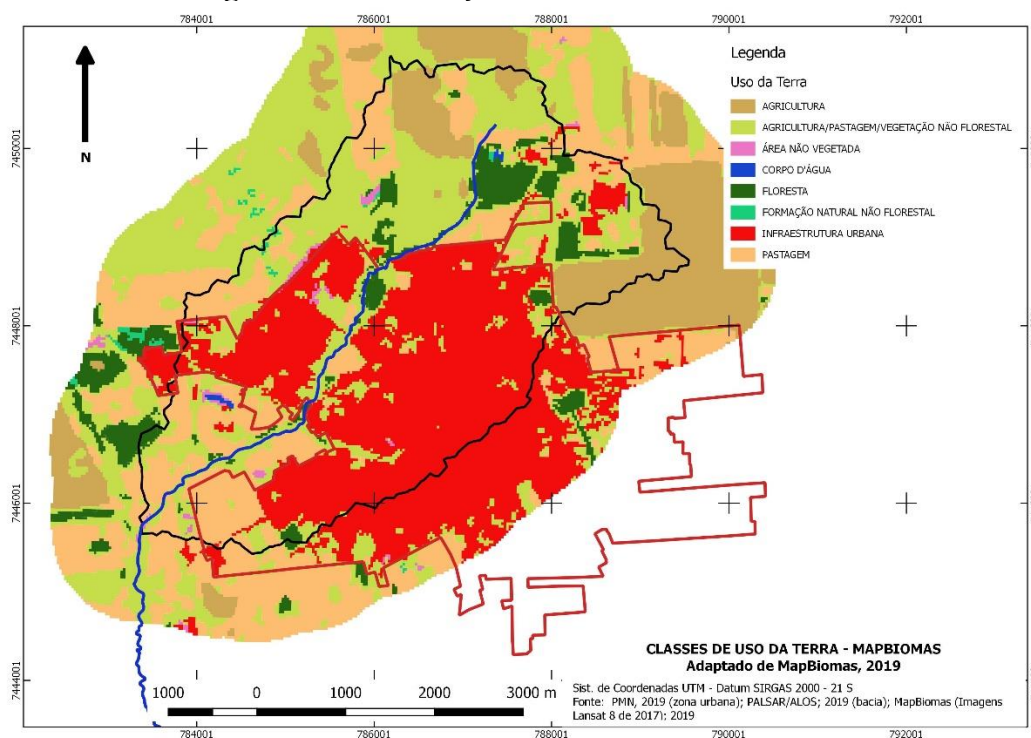
Com relação ao uso da terra utilizada para a área, a classificação é proveniente do MapBiomas (projeto de Mapeamento Anual de Cobertura e Uso do Solo do Brasil), este por sua vez realiza o processamento em nuvem e classificadores automatizados, desenvolvidos e operados, a partir da plataforma Google Earth Engine, permitindo a geração de séries anuais de identificação do uso e cobertura da terra do Brasil (MAPBIOMAS, 2018). O Mapbiomas tem como base o sensoriamento remoto para geração dos seus produtos espaciais e estatísticos, utilizando-se de imagens provenientes dos satélites LanSat (5, 7 e 8), com pixels de 30 x 30m e sua classificação prioritária identifica Água, Área não vegetada, Agropecuária, Floresta, Formações naturais não florestais, Infraestrutura urbana, Não observado e outras feições (Faria,

2018; Ganen, 2017).

A princípio os dados de uso da terra do MapBiomias estão em formato *Geotiff* para download e apresentam como atributos das classe uma escala numérica, como se observa na figura a seguir com valores entre 0 a 24. Conforme os objetivos do trabalho o período de aquisição da classificação corresponde ao ano de 2017.

Neste caso como a imagem de download recobria todo o município, no ambiente do sig QGIS recortamos com um buffer de 1 km e assim, prosseguimos convertendo a classificação para o *.shp* e realizando uma reclassificação dos valores para atribuição das classes por nomenclatura de uso da terra com a seguinte fórmula na ferramenta de calculadora de atributos do QGIS. O resultado destes procedimentos é apresentado na figura 5, com as classes já associadas e denominadas conforme o uso da terra.

Figura 5: Classificação de usos da terra na bacia



Fonte: Autor.

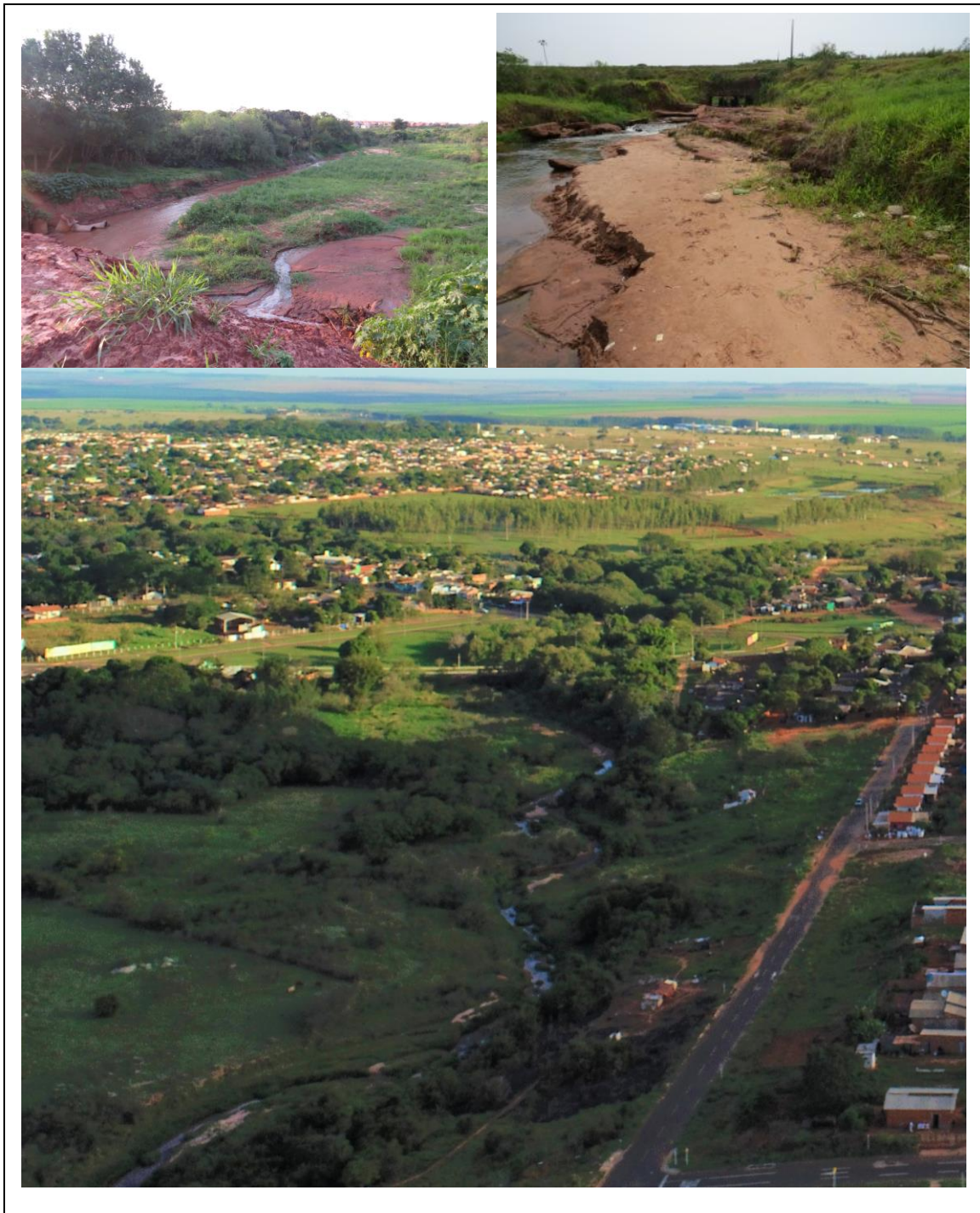
Estes procedimentos foram realizados considerando que a aplicabilidade dos SIG's são potencialmente confiáveis e oferecem resultados compatíveis ao objeto de estudo em questão voltado para o planejamento a partir de uma caracterização atual do espaço em análise pela metodologia de fragilidade ambiental adaptada de Ross (2004).

3 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A gestão territorial pressupõe uma interação das ações espaciais no que concerne ao uso e ocupação do espaço, considerando os atributos naturais, sociais e econômicos que envolvem toda a sociedade, em nosso caso específico, já observamos uma pluralidade de usos da terra na bacia do córrego do touro. São comuns processos erosivos associados ao arruamento nas áreas periféricas das cidades. Muitas vezes o escoamento de águas pluviais pode provocar processos erosivos na própria rua ou em terrenos laterais quando não existem dissipadores de energia. No Brasil estes processos são bastante comuns, especialmente na forma de voçorocas, conforme indicado por Almeida e Guerra (2000).

A bacia do córrego do touro segundo os estudos aqui elaborados e processados em SIG com a metodologia de fragilidade ambiental adaptada de Ross (1994), aponta algumas preocupações sobre a ocupação sem o planejamento integrado e sem observar os componentes ambientais constituintes desta porção territorial. A começar pelo histórico dos processos erosivos na região que já da década de 1970 carecia de intervenções para o controle dos impactos, um destes impactos de grande proporção ocorreu em 2015-16 e esteve abordado por MESSIAS et al, (2018); que fundamenta a grande necessidade da realização do planejamento integrado.

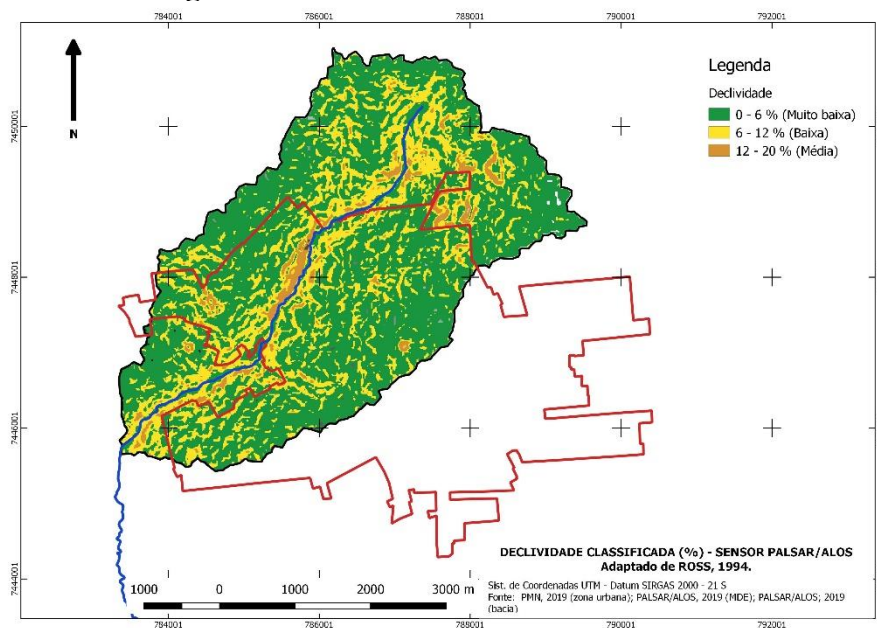
A figura 6 expõe a problemática dos impactos atuais no leito do córrego e sua área de contribuição, já com avançados processos de assoreamento, ausência da vegetação em app, que somados a dinâmica geomorfológica local demonstram preocupações quanto as proporções que estes impactos podem chegar e implicar em complexidades com alto custo social, econômico e ambiental.

Figura 6: Condições atuais em locais da bacia

Fonte: Autor

Partindo da realidade local exposta e do produtos em SIG declividade e uso da terra, foi realizada a reclassificação da declividade em percentagem com os índices segundo a metodologia adotada de fragilidade ambiental, este procedimento resultou na seguinte representação da figura 7 com a declividade classificada em (%) da bacia.

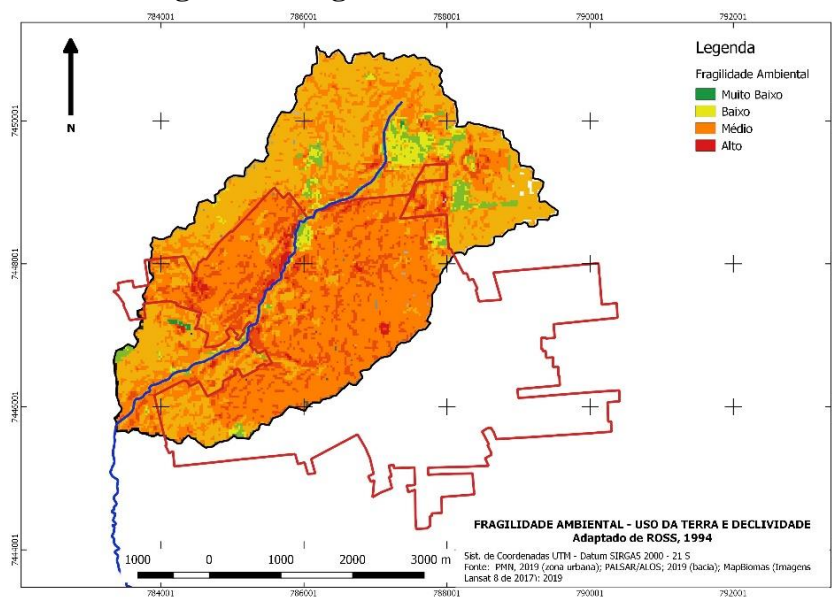
Figura 7: Declividade classificada da bacia



Fonte: Autor.

O mesmo processo se deu com a classificação de uso da terra, então para gerar a fragilidade ambiental no QGIS com a ferramenta “calculadora raster” foi dada entrada do Declividade com os pesos de 1 a 5, somando o uso da terra com os pesos de 1 a 5 e dividindo por 2; a expressão da fórmula estando disposta assim: $(\text{"DeclividadeClasses@1"} + \text{"UsoTerra2017@1"}) / 2$; resultando na geração de uma carta de fragilidade ambiental que apresentamos na figura 8.

Figura 8: Fragilidade ambiental da bacia

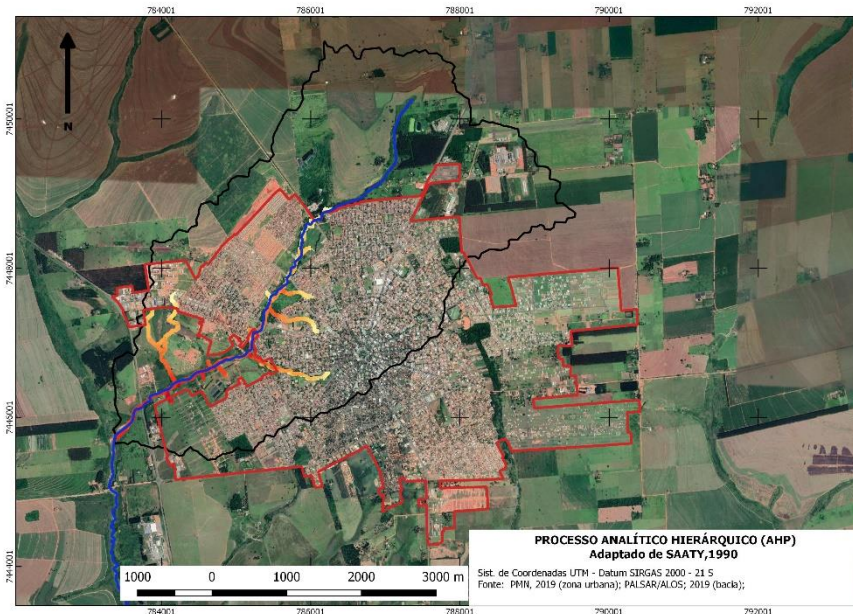


Fonte: Autor

Como já exposto que a metodologia do trabalho é adaptada de Ross (1994), também aproveitando as potencialidades do QGIS com o complemento denominado ‘Easy AHP’, responsável por uma análise baseada no Processo Analítico Hierárquico (AHP – Analytic Hierarchy Process) que pode ser utilizado em SIG junto as vários elementos de um dado estudo. o AHP teve seu desenvolvimento realizado por Saaty (1970), com o objeto de auxiliar a tomada de decisão e possibilidade em justificar as escolhas do processo.

Segundo Traficante, 2016; a hierarquia dos elementos é relacional a quaisquer aspectos dos problemas de decisão, sendo eles tangível ou intangível, medidos com precisão ou estimado grosseiramente, ser de boa ou ruim compreensão, mesmo assim é aplicável à decisão, como podemos ver na figura 9 a representação resultante do Processo Analítico Hierárquico.

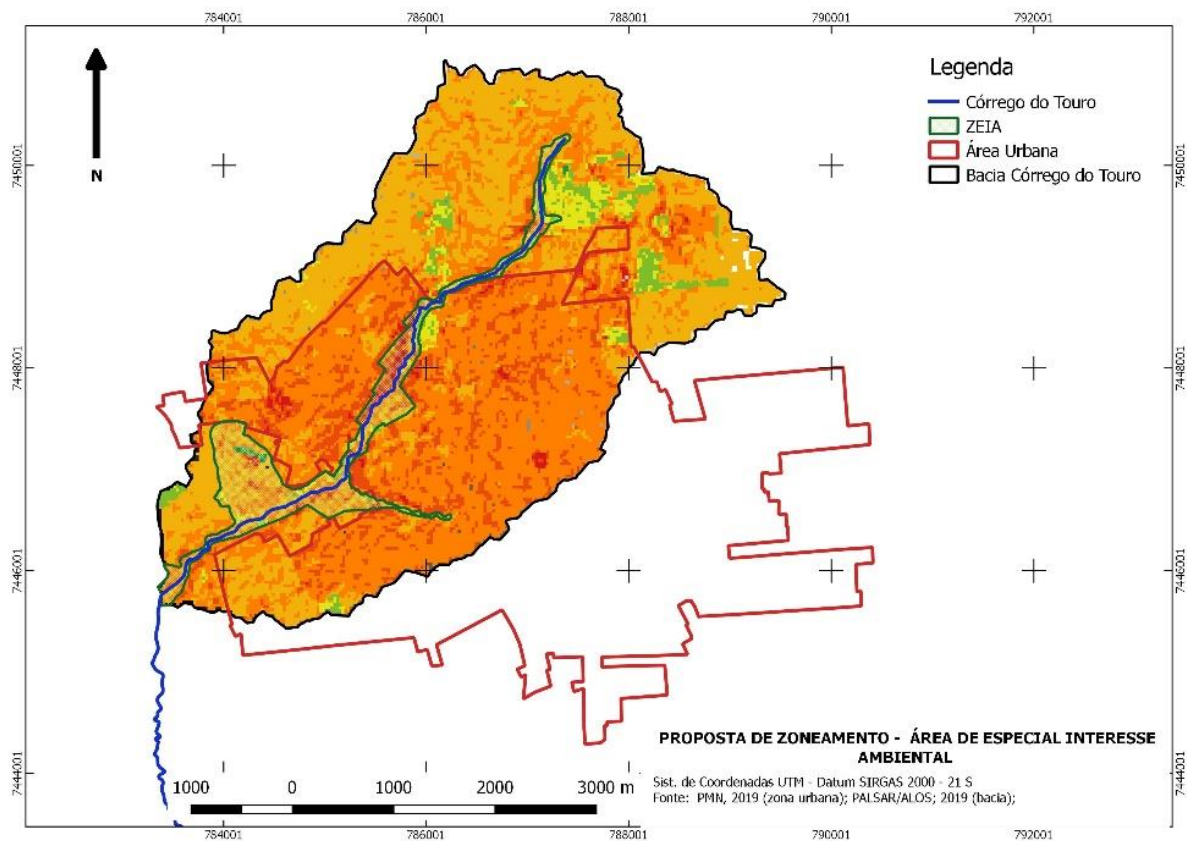
Figura 9: Processo Analítico Hierárquico na bacia



Fonte: Autor

A partir destas duas cartas (figuras 8 e 9) e com base no conhecimento da localidade, elaborou-se uma proposta de zoneamento que leva em consideração as fragilidades ambientais resultantes do trabalho em SIG, propomos um zoneamento que possibilite as funções em preservação da água (recursos hídricos), da paisagem, manutenção da estabilidade geológica e geomorfológica, bem como a proteção do solo e assegurar a manutenção do desenvolvimento das atividades na bacia de maneira integrada. O referido zoneamento está demonstrado na figura 10, como uma proposta de zona de interesse ambiental (ZEIA), respeitando os resultados obtidos até então descritos e demonstrados neste trabalho.

Figura 9: Proposta de ZEIA na bacia



Fonte: Autor.

A existência de tal zona de especial interesse ambiental, permite que o ecossistema local possa ter uma área de escoamento e infiltração das águas, conte com um filtro dos resíduos que vão para o córrego, formar corredores ecológicos, e auxiliar no microclima local, além de ser uma área de potencial uso receber um parque urbano. necessários ao desenvolvimento da fauna e flora.

Em vários autores, encontra-se a prerrogativa que o entendimento das funções ambientais realizadas pelas áreas verde precisa se encontrar efetivamente presentes, caracterizando-se como pressupostos de legalidade (Antunes, 2013).

4 CONCLUSÕES

Como é sabido, em várias instâncias da esfera pública e privada temos lido, ouvido e por vezes integrado grupos de trabalho com a preocupação em torno do verbo “planejar”, tudo que se refere a execução ou ação para determinados fins envolve planejamento no mundo contemporâneo.

A rigor, o planejamento territorial de um município ou mesmo de um estado por vezes

parece uma tarefa apenas para cumprir o tabelas de acesso a recursos financeiros, não é raro encontrar para vários assuntos próprios dos municípios documentos que versam localmente em formatos variados com as terminologias de planos de saneamento básico, plano de gerenciamento de resíduos sólidos, plano de mobilidade urbana, plano de drenagem urbana, plano desenvolvimento municipal, plano diretor municipal entre outros muitos planos. Com tantos documentos que tratam da realidade local com seus diagnósticos e lançam sobre tal condições propostas para um futuro bastante incerto; mas puramente aceitável no papel.

No decorrer do trabalho nossa proposição e abordagem trilhou a interface do planejamento na bacia hidrográfica do córrego do Touro com suas especificidades geográficas de uso e ocupação urbana e rural, na qual traçamos um perfil que ao observar e utilizar das geotecnologias propiciou compreender tais dinâmicas não muito diferente das conhecidas pelos estudiosos e planejadores que buscam equacionar de maneira equilibrada as atividades comuns em áreas como estas.

Por tais questões a utilização das metodologias e a proposta deste estudo é pertinente, porque além de possibilitar um olhar propositivo, demonstra a importância da análise geográfica em bacias hidrográficas nas suas múltiplas dimensões e quão relevante torna-se aos planejadores conhecer a sua realidade local.

REFERÊNCIAS

ASF. ALASKA SATELLITE FACILITY. 2017. Vertex is the Alaska Satellite Facility's data portal for remotely sensed imagery of the Earth. NASA. Disponível em: < <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/> > . Acesso em 26 jul. 2022.

ASSAD, E. D.; SANO E. E. Sistemas de informações geográficas: Aplicações na agricultura. 2º ed., EMBRAPA-CPAC, Brasília-DF 2003.

BERNINI, Thiago Andrade. Utilização de imagens ALOS/PALSAR no mapeamento digital de atributos físicos dos solos. 101f. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, Recursos Naturais e Proteção Ambiental). Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ: UFRRJ, 2016.

BEZERRA, J. F. R. Geomorfologia e Reabilitação de Áreas Degradadas por Erosão com Técnicas de Bioengenharia de Solos na Bacia do Rio Bacanga, São Luís-MA. Tese de Doutorado em Geografia. Instituto de Geociências - UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

COUTO, L; et al. Técnicas de bioengenharia para revegetação de taludes no Brasil. Viçosa. CBCN, 2010.

CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. Geomorfologia do Brasil. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

FARIA, A. S. Detecção automática de desmatamentos no bioma cerrado: desafios para o monitoramento sistemático. 2018. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

FITZ, Paulo Roberto, Geoprocessamento sem Complicação, São Paulo, Ed. Oficina de Textos, 2008.

FLORINSKY, I.V; An illustrated introduction to geomorphometry. *Almamac Space and Time*, 11 (1): 20 p. 2016. Disponível em: <<http://iflorinsky.impb.ru/si.htm>> Acesso em: 15 de abril de 2021.

FRANÇA, A.C; OLIVEIRA, R. C; PEREIRA, J. G. Geotecnologias aplicadas a caracterização do uso e ocupação da terra no alto curso da micro-bacia hidrográfica do córrego Laranja Doce, Dourados-MS. In: 3 Encontro Internacional de Geografia do Cone Sul, 2013, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu. 2013.

GANEM, K. A. Classificação da Cobertura do Solo na Caatinga a partir de Imagens do Landsat-8 e da Ferramenta Google Earth Engine: uma comparação entre dados com e sem correção atmosférica. 2017. 182p. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília – Distrito Federal.

GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. Geomorfologia e meio ambiente. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

GUERRA, A. T; GUERRA, A. J. T. Novo dicionário geológico-geomorfológico. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil: 2008. 652 p.

JAXA - Japan Aerospace Exploration Agency. PALSAR data [CEOS]. Fairbanks, Alaska: Americas ALOS Data Node. Disponível em: <http://www.asf.alaska.edu/aadn>. Acesso em: 10 de dezembro de 2021.

MAPBIOMAS, 2018, ATDB - Agriculture & Planted Forests, Disponível em: <mapbiomas.org/pages/methodology> Acesso em: 28 de março de 2019

MAPBIOMAS, 2018; Classificação por bioma, estado ou município. Disponível em: https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users/mapbiomas/user-toolkit Acesso em: 28 de março de 2019.

MOORE, I.D., Grayson, R.B., and Ladson, A.R.; Digital terrain modelling: A review of hydrological, geomorphological and biological applications. *Hydrological Processes*, 5, 3-30. 1991.

NAVARRO, E. C.. Influência da urbanização na vazão máxima da microbacia hidrográfica do córrego da cachoeirinha, Lençóis Paulista, SP. Botucatu: UNESP, 71 p. Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2013.

OLIVEIRA, H. P. V. 2017. Tutorial para obtenção, correções e interpolação (opcional) do Modelo Digital de Elevação (sensor PALSAR) do Satélite ALOS-1 de 2006 a 2011.

Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/352325754/TutorialMDE-ALOS-1-Huascar-Vidal-v1>>. Acesso em: 12 Agosto de 2018

POPE SOIL & WATER; Hydrologic Conditioning and Terrain Analysis Report - Like Emily Watershed. Houston Engineering Inc. Pope Soil & Water Conservation District. Maple Grove. 2014 . Disponível em: <<https://popeswcd.org/completed-projects/>>

ROSA, Roberto. Sistema de Informação Geográfica. Instituto de Geografia. Uberlândia: UFU. Disponível em <<http://www.ig.ufu.br>>. Acesso em 13 abril 2010.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia: ambiente e planejamento. 8ª ed. São Paulo: Contexto, 2005.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. In: Revista do Departamento de Geografia n° 8, 63-74 pp. DG-FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

SAATY, T. L. An exposition of the AHP in reply to the paper ‘remarks on the analytic hierarchy process’. Management Science v.36, 259 – 268, 1990.

SANTOS, Rosely Ferreira. Planejamento Ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos. 2004.

SAUSEN, Tânia Maria. Sensoriamento Remoto e suas aplicações para recursos naturais. Introdução ao Sensoriamento Remoto. INPE. Disponível em <<http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/>>. Acesso em 29 março 2010.

SILVA, R. A. F. Aplicação da Engenharia Natural na Estabilização de Taludes. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Centro de Ciências Exatas e da Engenharia. UM. Funchal, 2012

TRAFICANTE, D. P. Fragilidade ambiental da APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá (perímetro Botucatu, SP) na bacia hidrográfica do Rio Capivara. 107f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2016.

TUCCI, C. E. M; BERTONI, J. C. Inundações Urbanas na América do Sul. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

TUCCI, C. E. M; CRUZ, M. A. S SOUZA, C. F. Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. Anais... São Paulo: 2007.

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a Gestão de Recursos Hídricos. Revista USP, São Paulo, n 70, p 24-35, junho/agosto. 2006.

VIOLA, H. Gestão de Águas Pluviais em Áreas Urbanas Estudo de Caso da Cidade do Samba [Rio de Janeiro]. Rio de Janeiro: UFRJ, 384 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.