



O SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO NA ANÁLISE DAS TRANSFORMAÇÕES DO USO E COBERTURA DA TERRA NA MICROBACIA DO RIO MAGU, MARANHÃO, BRASIL

Francisco Wendell Dias Costa

Universidade Estadual Paulista/Presidente Prudente

Paulo Roberto Mendes Pereira

Universidade de Campinas

Resumo

O objetivo deste trabalho é analisar as transformações do uso e cobertura da terra na microbacia do Rio Magu, comparando os anos de 2000 e 2017. Para essa análise foram utilizadas imagens de satélites do Landsat 5/TM e 8/OLI ponto/órbita 219/062, datadas de 28 de agosto de 2000 e 11 de agosto de 2017. O processamento digital de imagem (PDI) foi realizado no SPRING versão 5.5.3, já o mapeamento das classes de uso e cobertura da terra para as datas supracitadas foi realizado no software QGIS 2.18. Sendo assim, foi possível identificar e classificar 6 (seis) classes: água, áreas antropizadas, mata de galeria, vegetação aquática, vegetação densa e vegetação rasteira. Os resultados evidenciaram que a área de estudo sofreu transformações no uso e cobertura da terra nos anos analisados, sobretudo com redução de áreas de vegetação densa e aumento das áreas antropizadas, decorrente do crescimento urbano desordenado e do avanço das práticas agrícolas temporárias (sojicultura) afetando a paisagem no local.

Palavras-chave: Cobertura da terra. Microbacia. Magu.

REMOTE SENSING APPLIED IN THE ANALYSIS OF LAND USE AND LAND COVER CHANGE IN MICROBACY OF MAGU RIVER, MARANHÃO, BRAZIL

Abstract

This paper aims to analyze the land cover modifications in the Magu River microbasin, comparing the years 2000 and 2017. The analysis drew on satellite images from Landsat 5/TM and 8/OLI path/row 219/062, on August 28, 2000 and August 11, 2017. The Digital Image Processing (DIP) was performed using the SPRING software, version 5.5.3, and the mapping of the land cover classes for the abovementioned dates was carried out using the QGIS 2.18 software. Results evidenced that the study area underwent changes in land use and land coverage in the analyzed years, mainly with reduction of dense vegetation areas and

increase of anthropic areas, due to the disordered urban growth and the advance of temporary agricultural practices (soybeans) affecting the local landscape.

Keywords: Land cover. Microbasin. Magu River.

INTRODUÇÃO

Os estudos sobre os impactos ambientais causados pela ação antrópica têm incentivado pesquisadores das mais diversas áreas científicas (Geografia, Ciências Biológicas, Engenharia Ambiental, dentre outras) a realizarem estudos que visassem atenuar os danos ambientais garantindo assim o ambiente equilibrado. Entretanto, as bacias hidrográficas brasileiras têm sido impactadas, notadamente, nas áreas urbanas e onde as monoculturas intensivas operam, tornando os rios depósitos de material orgânico, inorgânico, industrial e de defensivos agrícolas (BOTELHO, 1999; PASSOS, 2015).

Para tanto, é essencial o planejamento em nível de microbacia permitindo conectar esforços na tentativa de atenuar os impactos (BROWNER, 1996). Dessa forma, é possível articular os estudos ambientais com tecnologias como geoprocessamento e Processamento Digital de Imagem, pois permite coletar, transformar, inferir e representar visualmente os dados espaciais facilitando as análises do objeto estudado e contribuindo para a elaboração de diagnósticos ambientais, ordenamento territorial, avaliação dos impactos a fim de potencializar a gestão ambiental dessas áreas (FOGIATO, 2006).

No Brasil, a governança como aparato conceitual que abarca uma nova concepção da água é implementada com a Política Nacional de Recursos Hídricos a partir de 1997. Posteriormente foi criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), tendo a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos como um de seus fundamentos (JACOBI, 2010).

Pelo Decreto Estadual nº 27.845/11, o Estado do Maranhão definiu 12 bacias hidrográficas com grande hídrico, formadas principalmente por rios caudalosos, com grande volume de água e de boa navegabilidade (MARANHÃO, 2002; MARANHÃO, 2011). Santos e Leal (2013) afirmam que a Política Estadual dos Recursos Hídricos do Estado do Maranhão instituída pela Lei nº 8.149/2004 em consonância com o geoprocessamento e PDI são pertinentes para o gerenciamento, conservação e preservação desses recursos.

No que diz respeito a Política Nacional de Meio Ambiente em concordância com a Política Nacional e Estadual do Maranhão Sobre Recursos Hídricos para compreender a dinâmica dos impactos na área de estudo é pertinente o auxílio de técnicas de geoprocessamento e Processamento Digital de Imagem (PDI) a fim de verificar e analisar os impactos causados pelas atividades antrópicas e compreender as transformações uso e cobertura da terra na microbacia do Rio Magu. A microbacia do Rio Magu possui 1055,842 km², situa-se na parte nordeste do Maranhão e abrange os municípios de Santana do Maranhão, Água Doce do

Maranhão, São Bernardo, Tutóia e Araisos (IBGE, 2010; PASSOS, 2015), conforme Figura 1.

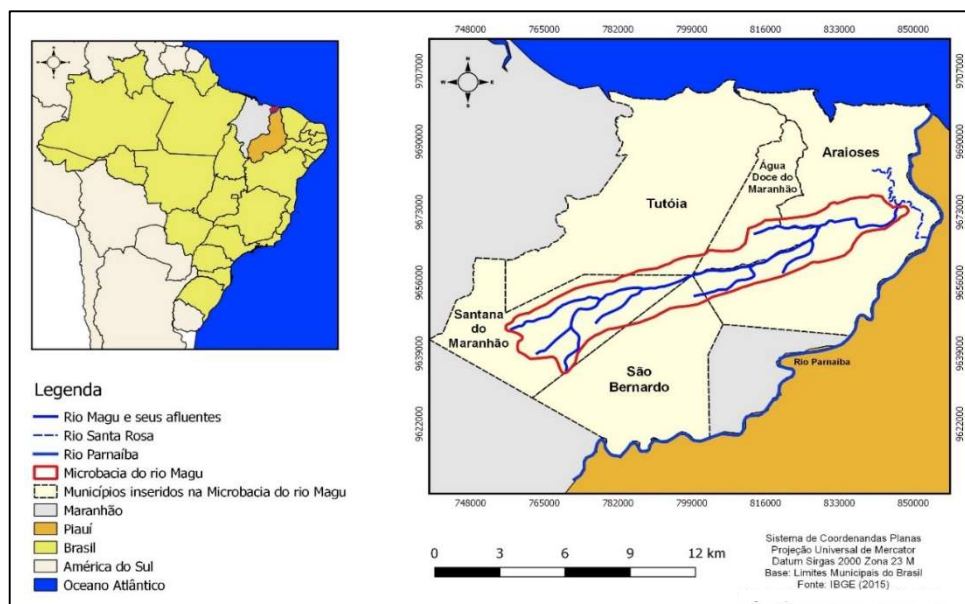


Figura 1. Mapa de Localização da microbacia do Rio Magu

Fonte: adaptado do IBGE (2015).

O Rio Magu é o rio principal com 109,50km de extensão e tem suas nascentes no povoado Cabeceiras entre as coordenadas geográficas 03°15'23" de latitude sul e 42°37'45" longitude W, localizada no município de Santana do Maranhão e vai desembocar no rio Santa Rosa, afluente do rio Parnaíba, no município de Araisos, no povoado João Peres (PASSOS, 2015).

Para Sousa *et al.* (2012), a microbacia do Rio Magu encontra-se dentro da Bacia Sedimentar de Barreirinhas com formações do tipo Codó de sedimentação do cretáceo. As principais unidades geológicas são Coberturas Eólicas Pleistocênicas, Coberturas Eólicas Holocênicas, Aluviões Holocênicos, Terraços Holocênicos e Grupo Barreiras (NUNES, LIMA, FILHO, 1973; IBGE, 2014).

O relevo da microbacia do Rio Magu é caracterizado pela presença de planícies e terraço fluvial, formado por pediplano retocado inumado, modelado dissecado homogêneo e forma topográfica tabular (IBGE, 2014).

O clima da área de estudo é o Tropical Subúmido, com índices pluviométricos entre 1.400 a 1.700 mm/anuais, caracterizado por temperatura anual de 26°C, com umidade do ar média anual de 78 % (MARANHÃO, 2002). A vegetação é caracterizada por plantas aquáticas e extensas faixas de *Mauritia Flexuosa* (buriti), *Euterpe oleracea* Mart (açai) e *Copernicia prunifera* (carnaúba) e vegetação aquática, com destaque para as espécies de *Montrichardia linifera* (aninga) e a *Cyperus rotundus* L. (tiririca) (CALDAS, 2004).

A microbacia do Rio Magu apresenta solos do tipo: Gleissolo háplico Tb distrófico; Gleissolo sódico sálico; Latossolo amarelo distrófico; e Neossolo quartzarênico órtico. As coberturas superficiais da área de estudo apresentam areias quartzosas de granulometria fina a média bem selecionadas, pelitos e cascalhos de depósitos fluviais recentes. As planícies fluviais correspondem às várzeas e terraços fluviais, compostos de aluviões holocênicos sujeito a inundações (IBGE, 2007).

A microbacia do Rio Magu possui 14 povoados instalados às margens do rio totalizando tendo como atividades econômicas a agricultura familiar (plantio de roças de mandioca, feijão, macaxeira, milho e cana), pecuária de corte, comércio, artesanato, atividades de lazer recreativo (turismo com prática de mergulho e canoagem nas águas do rio principal e seus afluentes) e piscicultura (CALDAS, 2005; IBGE, 2010; PASSOS, 2015). Entretanto, a cultura da soja avançou sobre a área de estudo nos últimos 17 anos afetando diretamente na transformação da paisagem e no processo de uso e cobertura da terra.

Diante da problemática proposta, este trabalho tem como justificativa a importância da análise o uso e cobertura da terra nos anos analisados (2000 e 2017), tentando analisar os processos de transformações e impactos ocasionados.

Na metodologia considera-se que por meio do auxílio do geoprocessamento e do Processamento Digital de Imagens para levantamento das características geográficas e das transformações do uso e cobertura da terra na microbacia do Rio Magu. Para tanto, foi realizada a fase de pré-processamento das imagens de satélites, com utilização de bandas na frequência de onda do infravermelho, vermelho e verde respectivamente as para o *Landsat 5* nas bandas 5, 4 e 3 e *Landsat 8*, com as bandas 6, 5 e 4. Foi realizada, também, o processo de recorte das imagens com a utilização da máscara do limite da área de estudo.

Posteriormente, realizou-se o processo de restauração pela manipulação de histogramas a fim de promover melhoramento visual a partir da aplicação de filtro linear e por espalhamento de pixel. Após a realização desse procedimento, fez-se a coleta de 63 amostras para o ano de 2000 e 58 amostras para 2017. Para iniciar o processo de classificação, utilizando como classificador o algoritmo distância de *Bhattacharyya*. A etapa final consistiu no cálculo de cada classe da área teste, o que possibilitou a geração de imagens para os anos analisados e nas correções da classificação. São relevantes para o desenvolvimento de estratégia de conservação, atenuar os impactos ambientais, promover ordenamento territorial e planejamento ambiental (WALSH, BUTLER, MALANSON, 1998; JACINTO, 2003).

Este artigo tem como objetivo identificar e analisar o uso e cobertura da terra na microbacia do Rio Magu em decorrência do avanço das atividades antrópicas com destaque para o crescimento urbano desordenado e práticas agropecuárias (soja e gado bovino).

O Geoprocessamento na área do meio ambiente

Rosa (2009) define geoprocessamento como o conjunto de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação. Silva (2013)

afirma que o geoprocessamento não está associado diretamente a criação da informação, mas sim a manipulação de uma grande quantidade de dados e informações por uso de modelos computacionais inseridos em *softwares* ou gerenciador de banco de dados.

O geoprocessamento deve ter como objetivo final dar aos profissionais uma visão mais abrangente de como funcionam as relações espaciais que inter-relacionam várias entidades, objetos ou eventos naturais ou criados pelo homem, que compartilham um espaço geográfico definido (ROSA, 2009). O domínio dessa técnica traz novas oportunidades profissionais em departamentos governamentais, administrações municipais, empresas de utilidade pública, empresas de publicidade, empresas que trabalham com vendas a varejo e distribuição, empresas de transporte, dentre outras.

O uso dessa tecnologia tem sido cada vez mais utilizado como uma ferramenta de suporte a decisão para gerenciar e monitorar sistemas geográficos, bem como o entendimento do espaço geográfico.

Câmara e Davis (1998) afirmam que as

ferramentas computacionais para geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Os primeiros Sistemas de Informação Geográfica surgiram na década de 1960, no Canadá, como parte de um programa governamental para criar um inventário de recursos naturais. Na década seguinte, isto é, 1970, foram desenvolvidos novos e mais acessíveis recursos de hardware, tornando viável o desenvolvimento de sistemas comerciais. Já na década de 1980, a tecnologia de sistemas de informação geográfica inicia um período de acelerado crescimento que dura até os dias de hoje.

Câmara e Davis (1998) com o processo de popularização e barateamento ocorreu a massificação causada pelos avanços da microinformática e do estabelecimento de centros de estudos sobre o assunto

O uso do geoprocessamento nas questões ambientais requer o uso intensivo de técnicas de integração de dados tal qual o uso da tecnologia de Sistemas de Informação Geográfica: Mapeamento Temático, Diagnóstico Ambiental, Avaliação de Impacto Ambiental e Ordenamento Territorial (JACINTO, 2003).

A aplicabilidade do geoprocessamento em projetos ambientais requer o uso intensivo de técnicas de integração de dados para análise de transformações das paisagens em ambientes que sofreram ação antrópicas, bem como nas tomadas

de decisão nos processos de planejamento e gestão territorial e ambiental (WALSH, BUTLER, MALANSON, 1998).

Para confirmar que a utilização do geoprocessamento e do PDI em questões ambientais, algumas pesquisas foram bem sucedidas tal qual fora desenvolvida por Silva Brito e Prudente (2005) que realizaram um trabalho sobre as transformações no uso e cobertura da terra no município de Uberlândia-MG, afirmando que houve aumento de áreas agrícolas, passando de 15,7% para 25,6%, sobretudo para o cultivo de soja e milho. Por outro lado, as áreas de pastagens sofreram decréscimo, passando de 54,8% para 45,7%, bem como as áreas florestais, que reduziram de 8,7% para 5,6% do município de Uberlândia-MG.

Leite e Rosa (2012) utilizaram essas técnicas para confirmar que as áreas ocupadas com a classe temática cultura temporária (soja, milho e milheto) foram introduzidas na Bacia do rio Formiga, Tocantins-BR a partir do ano de 1989 (apenas 2,17% da área) evoluindo numa crescente em ocupação de áreas para, em 2011, ocupar 9,48% da área total da Bacia em questão.

Weckmüller e Vicens (2013) desenvolveram um trabalho no município de Petrópolis-RJ utilizando técnicas de geoprocessamento e PDI a fim de verificar as mudanças na cobertura da terra, utilizando três cenários temporais (1985, 1994 e 2011). Foram mapeados e quantificados 2.628 hectares de mudanças, correspondentes a 3,36 % da área do município. A mudança mais expressiva foram os desmatamentos da vegetação nativa, sendo também observados expansões urbanas e regenerações.

Os trabalhos citados foram alguns exemplos de como é importante utilização do geoprocessamento e do PDI nas questões ambientais. Sendo assim, foi possível aplicar essas técnicas na microbacia do Rio Magu, haja vista que permitiu verificar, quantificar e analisar as transformações do uso e cobertura da terra na área de estudo nos anos de 2000 e 2017.

Processamento digital de imagens e sensoriamento remoto

O Processamento Digital de Imagens (PDI) é caracterizado por apresentar diversidade de técnicas destinadas a facilitar a extração de informações contidas nas imagens de satélites. Sendo assim, Meneses e Almeida (2012) afirmam que as técnicas de PDI correspondem a processos de manipulação digital com finalidade de melhoramento da informação a partir dos dados adquiridos por sensores orbitais.

O PDI pode ser dividido em atividades de pré-processamento que prepara a imagem, adequando a do ponto de vista geométrico, radiométrico e minorando os efeitos atmosféricos (JACINTO, 2003).

A relação direta entre PDI e Sensoriamento Remoto é utilizada em pesquisas das mais diversas áreas de estudo, bem como aproximou o usuário dos dados de sensoriamento às suas aplicações (NOVO, 2010).

Os termos Sensoriamento Remoto foram utilizados pela primeira vez na década de 1960 por Evelyn L. Pruit e seus colaboradores (MENESES, ALMEIDA, 2012). No Brasil, essa temática foi discutida por Rosa (2009), que trouxe o conceito de Sensoriamento Remoto afirmando que é uma forma de obter informações sem obter contato físico com objeto. As informações são obtidas utilizando-se a radiação eletromagnética gerada pelas fontes naturais da Terra. Portanto, o objetivo do PDI é melhorar a qualidade visual das imagens para extrair o máximo de informações. Em Sensoriamento Remoto, o PDI é pertinente pois através da melhoria da qualidade visual das imagens é possível extrair informações sobre a superfície terrestre, com vistas, principalmente, ao mapeamento e avaliação dos recursos ambientais (IBGE, 2001).

A análise de características como cobertura vegetal, topografia, drenagem e tipo de solo permite chegar ao uso racional e adequado de um determinado espaço geográfico. Sendo assim, o uso e cobertura das áreas de microbacias seguem às características naturais dessas áreas e que o monitoramento e o planejamento considerem o desenvolvimento sustentável (TUCCI, 1993).

Segundo Valente e Castro (1983), uma das dificuldades para o planejamento é a conciliação entre os programas conservacionistas e a exploração econômica. Portanto, os estudos envolvendo geoprocessamento e microbacias visam apresentar sugestões de ações corretivas para as áreas deterioradas, em áreas de potencial deterioração por diversas atividades antrópicas, bem como àquelas que ainda se apresentam preservadas com vistas ao desenvolvimento sustentável regional.

Tal como descreve Florenzano (2011) ao afirmar que mapeamentos obtidos com auxílio de técnicas de Sensoriamento Remoto podem integrar toda a região de estudo, principalmente por apresentar caracterização sinóptica e multitemporal, a exemplo o monitoramento e avanço de desflorestamento, mudanças significativas da paisagem, impactos ambientais por processos antrópicos em áreas de microbacias.

Portanto, com base nessas discussões é que procura-se entender que o cerrado maranhense passa por mudanças de cobertura e uso da terra que estão associadas as atividades agrícolas, com destaque para a sojicultura e silvicultura, acelerando o processo de desmatamento e a fragmentação florestal de maneira significativa, evidenciadas a partir da análise multitemporal para o município de Brejo, mais precisamente na microbacia do Rio Magu, nos anos de 2000 e 2017.

Metodologia

Este trabalho apresenta um estudo de caso, onde são apresentados produtos cartográficos e suas respectivas análises para a microbacia do Rio Magu em Santana do Maranhão no Maranhão, utilizando técnicas de processamento digital de imagens e sensoriamento remoto.

Para isto, em 4 etapas, foi utilizado o software de Processamento digital de imagens e Sensoriamento Remoto os softwares *Spring* 5.5.3 e QGIS 2.18 para trabalhar complementos de técnicas de Sensoriamento Remoto.

O mapa de localização da área de estudo foi elaborado utilizando técnicas da semiologia gráfica apresentadas por Bertin (1967) que objetivam a melhor visualização e comunicação. A tarefa essencial da semiologia gráfica visa uma utilização racional da linguagem cartográfica obedecendo às três relações fundamentais da informação: Diversidade (\neq), Ordem (O), Proporcionalidade (Q).

Dessa maneira, as informações da área de estudo, basicamente, com a variação visual de forma, tamanho, orientação, cor, valor e granulação permitem localizar, ordenar e organizar a área geográfica estudada.

Na fase de pré-processamento foram capturadas cenas do Satélite *Landsat* 5, sensor TM, de 28 de agosto de 2000 e *Landsat* 8, sensor OLI, datada de 11 de agosto de 2017ⁱ, sendo utilizadas as bandas na frequência de onda do visível e infravermelho como demonstrado na tabela 01.

Tabela 1. Características das imagens utilizadas no mapeamento

Imagens	Bandas espectrais	Resolução espacial	Órbita/Ponto	Cobertura de nuvem
2000	1, 2, 3, 4, 5	30 m	219/062	< 5%
2017	2, 3, 4, 5, 6			

Fonte: adaptado da USGS, 2018.

Entretanto, até a escolha das imagens citadas houve dificuldades haja vista que a maioria das imagens pesquisadas apresentavam grande percentual de cobertura de nuvens sobre a área de estudo, o que influenciaria na geração dos dados e, conseqüentemente, na perda de informações e nos resultados esperados. Sendo assim, foram escolhidas imagens que apresentaram menos de 5% de cobertura de nuvens para área de estudo, baseado em Wielicki e Parker (1988) e Martins (2001).

Nos *softwares* foram realizadas as etapas de: criação do banco de dados, criação do projeto, onde se delimitou a área de estudo com recorte das imagens, utilizando como base os limites territoriais disponíveis pelo IBGE (2010). A elaboração do mapa de hipsometria foi realizado no Qgis 2.18 com a adição do arquivo raster correspondente à área de estudo e posteriormente foi introduzida ao projeto o estilo de renderização, ou seja, dar as cores da legenda hipsométrica para essa camada de elevação e selecionado a banda simples falsa-cor.

Posteriormente, é atribuída a graduação de cores aos respectivos valores de elevação. Depois houve atribuição de cores com a paleta de cores específica de elevação, em seguida foi adicionado o efeito de relevo sombreado (*hillshade*) para simular a posição de um iluminante (o Sol).

A confecção da rede de drenagem da microbacia do Rio Magu foi realizada fazendo a vetorização dos canais e em seguida sua transformação em camadas integrantes do projeto.

Os parâmetros físicos da microbacia do Rio Magu (área, comprimento, perímetro e comprimento de canais de drenagem) foram calculados de maneira automática utilizando o *table manager calculation* disponível na função da tabela do próprio *software*. Os valores da elevação foram dados em metros a partir de 1 a 8 para hipsometria que variam de 13 em 13 metros.

O processo de recorte das imagens foi realizado com a utilização da máscara do limite da microbacia do Rio Magu retirada da ANA (Agência Nacional de Água) em formato vetorial. Após essa etapa foi realizado o processo de restauração das imagens escolhidas a fim do melhoramento visual a partir da aplicação de filtro linear de acordo com as características dos sensores. É importante destacar que após o processo de restauração, a imagem apresentou melhoria visual, porém com aumento no tamanho de compressão das imagens restauradas passando de 1 Gigabyte para 3 Gigabyte.

Menezes e Madeira Neto (2001) afirmam que a restauração foi realizada a manipulação de histogramas que representa uma técnica de melhoramento da qualidade visual da imagem a partir do seu processo saturação por espalhamento de pixel, bem como o contraste linear para que fosse possível a melhoria visual das imagens através do espalhamento dos diferentes níveis de cinza. Sendo assim, o realce da imagem executado proporcionou aumento em cada pixel da imagem e o seu contraste em relação ao pixel vizinho. Após essa etapa, foi realizada o recorte das imagens. Na classificação das imagens para os anos de 2000 e 2017, foi possível identificar e classificar 6 (seis) classes: áreas antropizadas, mata de galeria, vegetação aquática, vegetação densa, vegetação rasteira e água. Essa classificação das imagens é descrita por etapas, conforme Figura 2.

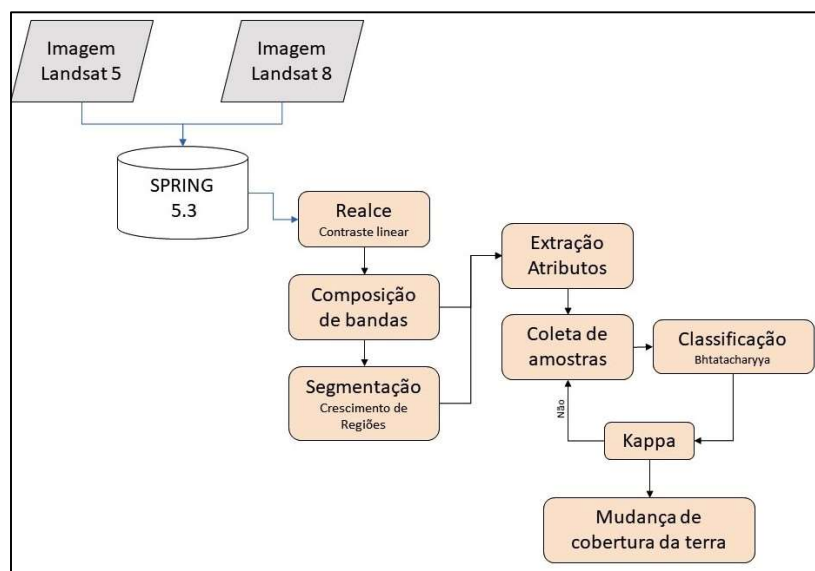



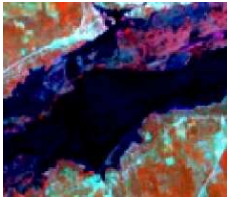
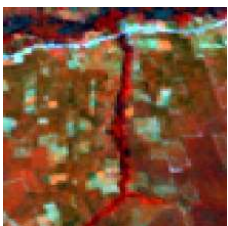



Figura 2. Descrição das etapas de classificação das imagens de 2000 e 2017
Organização: os autores.

No processo de coleta de amostras foi utilizado como base uma chave de interpretação disposta no Quadro 1, na qual foram definidas as classes que se identificam visualmente na imagem, que forma compiladas na escala de 1:150.000. É importante destacar que para imagens *Landsat* de resolução espacial de 30m podem ser representadas objetos em escala mapeamento de até 1:60.000 como apresenta Boggione et al. (2009).

Quadro 1. Chave de interpretação da coleta de amostras para os municípios estudados

Classe	Imagem	Características
Vegetação densa		Cor vermelho, variando do vermelho escuro ao vermelho médio, apresenta padrão heterogêneo de textura rugosa e sem forma definida. Representa áreas de vegetação de porte denso médio
Vegetação rasteira		Apresenta coloração variando do verde ao verde azulado e marrom, apresenta padrão heterogêneo com textura rugosa e sem forma definida, podendo ainda apresentar pigmentação pontual avermelhada, caracterizados por uma vegetação composta por gramíneas e arbustos de baixa densidade, mesclando vegetação de baixo porte
Áreas antropizadas		Possui características com padrões homogêneos, forma regular bem definida, textura lisa, próximo a áreas de servidões. Apresenta coloração variando do azul ao marrom, podendo também ter tonalidades avermelhadas, dependendo do estágio vegetativo da cultura.
Água		Apresenta coloração escura, forma irregular, linear curvilínea ou retilíneas, dependendo da característica pode apresentar padrão bem definido, com textura lisa.
Mata de galeria		Possui coloração vermelho brilhante, ou escura, forma sinuosa, textura rugosa, acompanha os corpos d'água.
Vegetação aquática		Coloração variando do vermelho ao cinza, com padrão rugoso, encontradas principalmente no interior de corpos hídricos de características lênticas (lagos, lagoas)

Fonte: adaptado de Florenzano (2008).

A escolha da escala de mapeamento utilizada buscou representar objetos presentes nas imagens com tamanho igual ou superior a 30m, isto é, a menor feição que pode ser identificada em imagens com resolução espacial de 30m nas *Landsat* a partir da acuidade visualⁱⁱ.

Após as coletas e definições das amostras foi iniciado o processo de classificação, utilizando como classificador o algoritmo de distância *Bhattacharyya* (MENESES, ALMEIDA, 2012). Também foi realizada a coleta de 63 pontos para a classificação do ano 2000 e 58 pontos para 2017, que foram criados de maneira aleatória, utilizando como referência duas imagens *geoway*, com resolução espacial de 30m de ponto de visada, disponível gratuitamente pela plataforma *Google Earth* datadas de 30 de dezembro de 2000 e 22 de maio de 2017, em formato *Jpeg*.

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} + * x_{+i})} \quad (1)$$

Como modelo de validação da classificação dos mapas gerados, foi utilizado o condicionante Kappa em que foram analisados e comparados aos limiares estabelecidos por Landis e Koch (1977). Sendo calculado a partir da seguinte equação, disponível por Figueiredo e Vieira (2007). Conforme apresentado por Figueiredo e Vieira (2007, p. 5757) “K é uma estimativa do coeficiente Kappa; x_{ii} é o valor na linha i e coluna i; x_{i+} é a soma da linha i e x_{+i} é a soma da coluna i da matriz de confusão; n é o número total de amostras e c o número total de classes”. A Tabela 2 mostra os valores do condicionante Kappa.

Tabela 2. Valores do condicionante Kappa

Kappa	Desempenho
Péssimo	<0.00
Ruim	0.00 - 0.20
Regular	0.21 - 0.40
Bom	0.41 - 0.60
Muito bom	0.61 - 0.80
Excelente	0.81 - 1.00

Fonte: Rosa (2009).

A classificação visou reconhecer padrões e objetos homogêneos da área de estudo. Para a correção dos erros de mapeamento com a edição matricial e transformação para vetor, processo feito de maneira manual. A etapa final consistiu no cálculo da área de cada classe temática gerada a partir da ferramenta *medidas de classe* disponível no software *SPRING*, de acordo com os seguintes passos: *Temático => Medidas de classe => Imagem Temática => Executar*.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A microbacia do Rio Magu apresenta uma área plana a suavemente ondulada com intercalações de feições topográficas de baixa altitude, apresentando variação

altimétrica de aproximadamente 104 (cento e quatro) metros, tendo as menores altitudes com 1 (um metro) e as maiores com até 105 (cento e cinco) metros, conforme Figura 3.

A análise da acurácia mostrou que a classificação da imagem de 2000 apresentou uma exatidão de classificação de 71%, com Condicionante Kappa de 0,660, que se caracteriza como “muito bom”. Já para o ano de 2017, a classificação apresentou uma exatidão global de 65%, com um condicionante Kappa de 0,594, que valida a classificação como “Bom” conforme descrito em Rosa (2009). As Tabelas 3 e 4 apresentam as matrizes de confusão e os respectivos condicionantes Kappas e exatidão global das classificações das imagens de 2000 e 2017 para a Microbacia hidrográfica do Rio Magu.

Depois de realizadas essas etapas, constatou-se pelas classificações realizadas que são nas áreas de maiores altitudes com topográficas de formações relativamente planas e tabuleiros nas proximidades da nascente do Rio Magu que apresentaram aumento no que tange ao processo de uso e cobertura da área - classificada como áreas antropizadas - representadas pelo processo de urbanização e avanço do cultivo das culturas temporárias e, sobretudo, pela prática da sojicultura (VIEIRA, LIMA, 2011; PASSOS, 2016).

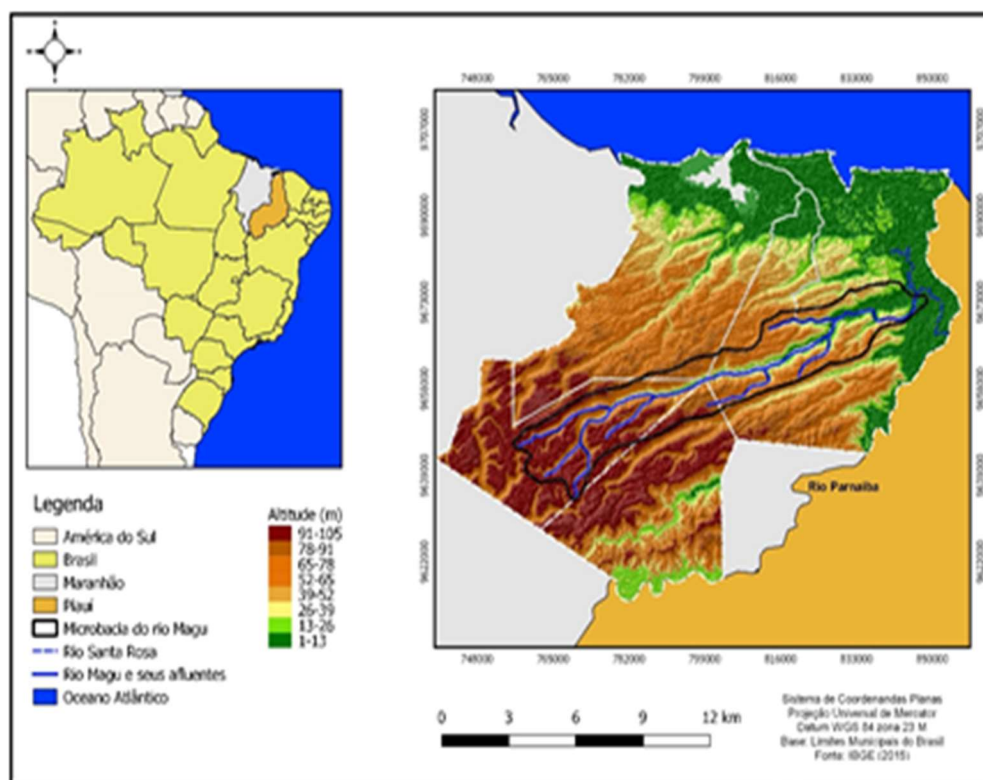


Figura 3. Hipsimetria da microbacia do Rio Magu
 Fonte: adaptado do IBGE (2015)

Tabela 3. Matriz de confusão da classificação para o ano de 2000

Referência	Classificação						soma	Produtor (%)	Usuário (%)
	1	2	3	4	5	6			
1	4						4	100,00	50,00
2		9			5	2	16	56,25	100,00
3	2		7		2	2	13	53,85	100,00
4	2			4			6	66,67	100,00
5					11	2	13	84,62	57,89
6					1	10	11	90,91	62,50
Soma	8	9	7	4	19	16	45		

Fonte: dados de pesquisa, 2018.

Tabela 4. Matriz de confusão da classificação para o ano de 2017

Referência	Classificação						Soma	Produtor (%)	Usuário (%)
	1	2	3	4	5	6			
1	2	0	1	2			5	40,00	40,00
2		9	1			1	11	81,82	64,29
3	1		3	1	1	1	7	42,86	42,86
4	2		1	5	2		10	50,00	62,50
5		1	1		10		12	83,33	76,92
6		4				9	13	69,23	81,82
Soma	5	14	7	8	13	11	38		

Fonte: dados de pesquisa, 2018.

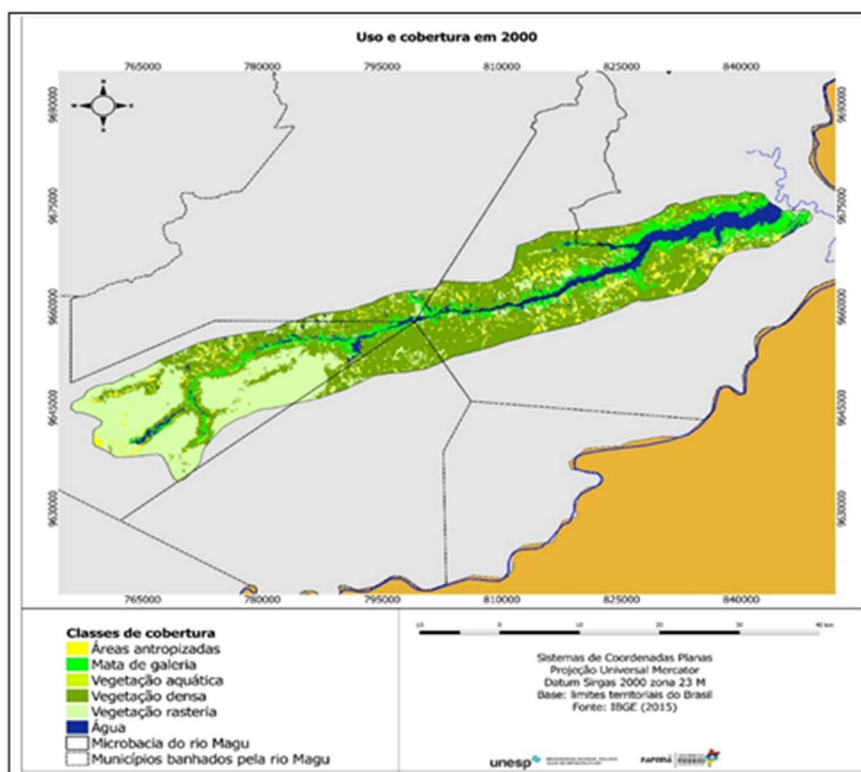


Figura 4. Uso e cobertura da terra na microbacia do Rio Magu em 2000

Fonte: adaptado do IBGE (2015) e da NASA (2018).

Após realizadas todas as etapas de PDI e verificação e análise da literatura foi possível identificar 6 (seis) classes: água, áreas antropizadas, mata de galeria, vegetação aquática, vegetação densa e vegetação rasteira. As classes e a evolução do uso e cobertura da terra na microbacia do Rio Magu nos anos de 200 e 2017 estão apresentadas na Figuras 4 e 5, e representadas em valores no gráfico 01 e na Tabela 5.

Tabela 5. Evolução do uso e cobertura da terra na Microbacia do Rio Magu em 2000 e 2017

Classes	2000		2017	
	Área (km ²)	Porcentagem (%)	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Água	88,04	83,38	25,47	24,13
Áreas antropizadas	60,68	57,47	176,9	167,56
Mata de galeria	121,6	11,56	157,6	14,94
Vegetação aquática	-	-	37,19	35,23
Vegetação densa	481	45,57	372,7	35,3
Vegetação rasteira	304,5	28,84	283,2	26,8

Organização: os autores.

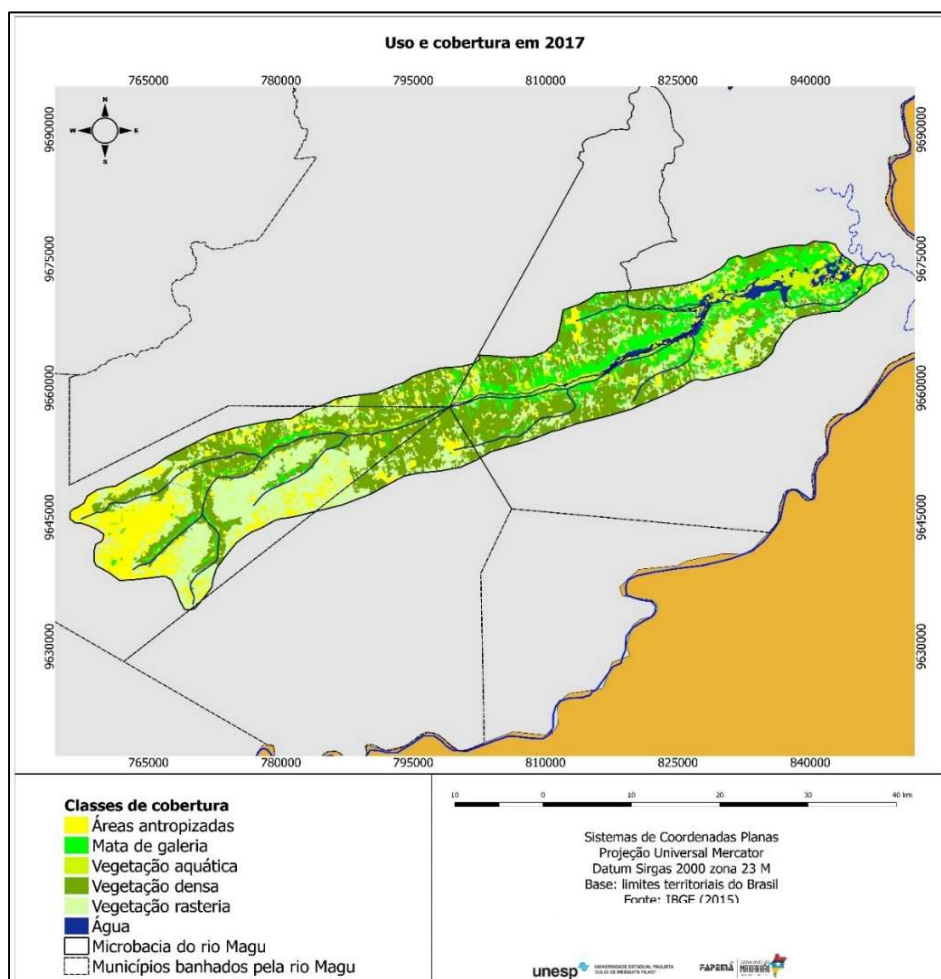


Figura 5. Uso e cobertura da terra na microbacia do Rio Magu em 2017

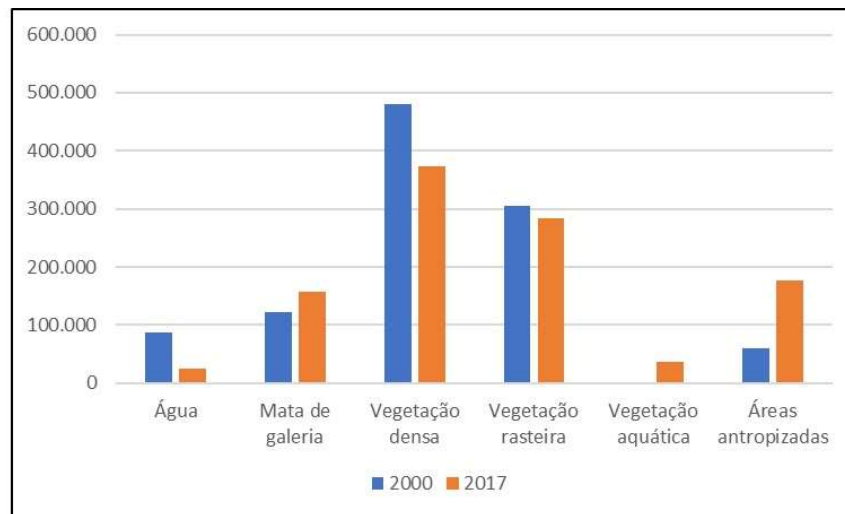


Gráfico 1. Evolução do uso e cobertura da terra na Microbacia do Rio Magu
Fonte: adaptado do IBGE (2015) e NASA (2018).

A água é a classe caracterizada como todo e qualquer corpo hídrico disponível na delimitação da área de estudo, isto é, o Rio Magu e seus afluentes que possuem coloração escura devido a quantidade de materiais argiloarenosos e presença de matéria orgânica. As áreas antropizadas são representadas pelos tipos de atividades ou construções antrópicas (residências, comunidades, vias, lavouras temporárias etc.), sejam elas em forma retilínea ou em formas regulares ou irregulares bem definidos. A mata de galeria caracteriza-se por circundar todo o leito do Rio Magu, formando uma espécie de “túnel”, sendo composta predominante pelo estrato arbóreo com presença de *Mauritia flexuosa* (buriti), *Euterpe oleracea Mart* (açai) e *Copernicia prunifera Miller* (carnaúba) (VIEIRA, LIMA, 2011; PASSOS, 2016).

A vegetação aquática foi uma classe encontrada somente na classificação de 2017, devido à maior retenção de material orgânico. A vegetação densa é caracterizada por uma mata de difícil penetração, contendo variedade de espécies nos três estratos. A classe vegetação rasteira é caracterizada pela presença, sobretudo, de gramíneas, sendo destinada principalmente para o pasto.

No que diz respeito as classificações e transformações do uso e cobertura da terra na Microbacia do Rio Magu é possível fazer algumas considerações e análises pertinentes. Constatou-se que a classe água apresentou uma área de 88,036km² em 2000, representando 83,38% da área total da área de estudo. Por outro lado, essa classe indicou 25,478 km² em 2017, totalizando 24,13% da microbacia do Rio Magu. Essa redução está relacionada ao processo de assoreamento do rio em virtude do processo de desmatamento da vegetação de galeria que facilitou o deslocamento e a deposição de sedimentos no leito do rio, ocasionando a perda de profundidade e estreitamento de sua largura nas proximidades do rio Santa Rosa.

É um ambiente com grande potencial natural, mas que sofre com o uso exagerado pela prática do turismo (mergulho, canoagem etc.), ocasionando diversos impactos como a presença de resíduos sólidos, dejetos humanos e outros animais, construção de pequenas barragens para o cultivo do arroz e para irrigação das culturas temporárias, sobretudo a sojicultura.

As áreas antropizadas apresentava 60,68km² no ano de 2000, correspondendo 57,47% de toda a área da microbacia do Rio Magu. Ao passo que, essa classe apresentou valores de 176,92km², representando 167,56% de toda a área de estudo em 2017; um aumento de 110,09%, o que corresponde a 116,24km².

Esse crescimento ocorreu devido a alguns fatores, dentre eles estão: crescimento populacional dos municípios inseridos na microbacia do Rio Magu, crescimento urbano desordenado, maior dinamicidade da economia, sobretudo, com avanço das culturas temporárias com destaque o cultivo da soja (IBGE, 2002; VIEIRA, LIMA, 2011; PASSOS, 2016; IBGE, 2018).

As transformações das áreas antropizadas ocorrem com maior intensidade no município de Santana do Maranhão, por apresentar as áreas antropizadas mais próximas à foz do Rio Magu e por está diretamente ligada com o avanço da sojicultura no leste e nordeste maranhense. No município de Araioles as transformações estão ligadas à criação de certa estrutura urbana e hoteleira para suportar o desenvolvimento turístico na região.

A classe mata de galeria possuía 121,59km² no ano de 2000, isso representava 11,56% da toda área da microbacia do Rio Magu. Já em 2017, essa classe apresentou 157,58km², o que equivale a 14,94% da área de estudo. Mesmo com avanço das atividades antrópicas dentro da microbacia do Rio Magu, a mata de galeria apresentou aumento de 35,99km², correspondendo a 3,38% de ampliação dessa classe na área de estudo. Isso pode estar relacionado a proteção dessas áreas com fiscalização e monitoramento, seu manejo, reflorestamento e ainda regeneração natural. Essas características ocorreram nos municípios de Água Doce do Maranhão e Tutóia no Maranhão.

A classe vegetação aquática apresentou área de 37,19km² somente em 2017, equivalendo a 35,23% da área da Microbacia do Rio Magu. Nessa classe, é marcante a presença das macrófitas aquáticas, estas espécies são excelentes na recuperação de rios e lagos poluídos e suas raízes podem absorver substâncias tóxicas, além de reter partículas em suspensão. A presença desse tipo de vegetação confirma que o Rio Magu vem sofrendo ação antrópica (depósito de esgoto *in natura* sem o tratamento devido, presença de resíduos sólidos etc.) conforme afirmam Caldas e Rodrigues (2005) e Vieira e Lima (2011).

A classe vegetação densa apresentou 481,01km² de área em 2000, o equivalente a 45,57% da área da microbacia do Rio Magu. Por outro lado, essa classe apresentou 372,68 km² em 2017, o que representa 35,30% da área de estudo. Entre os dois anos avaliados houve decréscimo de 153,33km², isso representa redução 10,27% da vegetação densa na área de estudo.

Vieira e LIMA (2011) e Passos (2016) afirmam que o processo de redução da vegetação densa está relacionado com o crescimento urbano desordenado,

queimadas da vegetação para limpeza de terrenos para o roçado que a cada semestre uma 'nova' porção de terra é utilizada e preparo do solo para o plantio da soja são atividades antrópicas com maior expressividade que provocaram a diminuição da vegetação densa na área de estudo

A classe vegetação rasteira apresentou área de 304,51km² no ano de 2000, o equivalente a 28,84% da área da microbacia do Rio Magu. Ao passo que, essa classe apresentou 283,19km² em 2017, representando 26,8% do território da área de estudo. Foi a classe que menos sofreu redução, há vista que é formada por gramíneas e pequenos arbustos utilizadas para pasto do gado bovino. A redução ocorreu nas proximidades da nascente do Rio Magu; local de intensa transformação da área em pastos para o gado bovino e plantio das culturas temporárias, sobretudo a soja.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolvida que teve como objetivo analisar as transformações do uso e cobertura da terra na microbacia do Rio Magu apresentou resultados satisfatórios com relação ao objetivo proposto, haja vista que pela confecção dos mapas foi possível fazer interpretações, definir as classes de cobertura da terra e tirar conclusões com relação ao avanço das atividades antrópicas na área de estudo.

A produção do material cartográfico foi pensando no leitor que não conhece a rede hidrográfica maranhense, assim procurou-se deixar o mais claro possível a localização da microbacia do Rio Magu. A produção de um mapa hipsométrico visou demonstrar que as maiores altitudes com topográficas de formações relativamente planas e tabuleiros que ficam nas proximidades da nascente do Rio Magu apresentaram aumento no que tange ao processo de uso e cobertura da área de estudo.

Quanto as classes identificadas durante o PDI, foi possível concluir que houve aumento das áreas antropizadas e redução da vegetação densa e rasteira, demonstrando as transformações ocorridas nos anos estudados.

Ao analisar as transformações do uso e cobertura da terra na microbacia do Rio Magu através da confecção dos mapas é presente e visível as alterações na área de estudo entre 2000 e 2017. Uma das preocupações é decorrente da intensificação do uso, desperdício e contaminação do recurso hídrico da microbacia, pois ela é considerada importante para o abastecimento das comunidades ribeirinhas.

Para tanto, faz-se algumas sugestões para amenizar os impactos no local: monitoramento e fiscalização para atenuar o desmatamento; promover o crescimento urbano planejado; promoção de atividades de Educação Ambiental com os agentes atuantes no local; incentivar pesquisas com enfoque no geoprocessamento e PDI para auxiliar nas tomadas de decisões e implementação de políticas de ordenamento territorial e planejamento ambiental.

A realização deste trabalho foi buscar entender a importância do sensoriamento remoto, do geoprocessamento e do Processamento Digital de Imagens em estudos sobre microbacias (do Rio Magu). Também poderá ser base teórica para desenvolvimento de pesquisas futuras, enfatizando a dinâmica da paisagem local e dos impactos ambientais devido as ações antrópicas.

Por fim, com este estudo podem ser realizado novos estudos em benefício do adequado planejamento para eventuais planos de gestão e uso dos recursos da microbacia do Rio Magu, bem como propor medidas de intervenção do ambiente local, tal como fizeram VIEIRA e LIMA (2011) que discutem as alterações ambientais ocorridas na microbacia do Rio Magu, como também apresentam alternativas para atenuar essas alterações. Tal qual Passos (2015) que apresenta propostas que visam subsidiar o planejamento do turismo da microbacia do Rio Magu com propósito de favorecer as comunidades ribeirinhas no que tange o aumento da renda familiar com outras oportunidades de emprego e investimento na infraestrutura local.

REFERÊNCIAS

BERTIN J. *Sémiologie Graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes*. Paris/La Haye: Monton &Gauthier-Villars, 1967.

BOGGIONE, G. de A. *et al.* Definição da escala em imagens de sensoriamento remoto: uma abordagem alternativa. *In: Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Natal: SBSR, 2009. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.03.28/doc/1739-1746.pdf>>. Acesso em: 04/05/2019.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. *In: GUERRA, A. J. T. et al.* Erosão e conservação dos solos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. Ambiental. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm>. Acesso em: 20/06/2018.

BROWNER, C. M. *Watershed approach framework*. Washington: U. S. Environmental Protection Agency, 1996.

CALDAS, Ana Luíza Rios. Diagnóstico Socioambiental da microbacia do Rio Magu - MA. Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade de Brasília, 2004.

CALDAS, Ana Luíza Rios; RODRIGUES, Maria do Socorro. Avaliação da percepção ambiental. *In: Mestrado em Educação Ambiental*. vol. 15, jul./dez., 2005. Disponível em: <<https://periodicos.furg.br/remea/article/view/2934/1659>>. Acesso em: 10/08/2018.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu. Introdução ao geoprocessamento. *In: CÂMARA, Gilberto; MEDEIROS, José Simeão de.* Geoprocessamento para projetos ambientais. São José dos Campos (SP): INPE, 1998. p. 2-5.

FIGUEIREDO, G. C.; VIEIRA, C. A. O. Estudo do Comportamento dos índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto. *In: Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Florianópolis, 2007. p. 5755-5762.

FLORENZANO, T. G. Iniciação em sensoriamento Remoto. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

_____. Sensoriamento Remoto para a Geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (org.). Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. cap. 2. p. 31-71.

FOGIATO, Sonia Mari. Geotecnologias aplicadas à área ambiental: estudo de caso nas microbacias hidrográficas da Sanga da Taquara e do Arroio Inhamandá no município de São Pedro do Sul - RS. Dissertação de mestrado (Geomática) - Universidade de Santa Maria (RS). Santa Maria - RS, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Bases de Informações do Censo Demográfico 2000: Resultados do Universo Por Setor Censitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/ma>>. Acesso em: 02/09/2018.

_____. Indicadores sociais municipais – 2010: IBGE - cidades@. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em: 11/09/2018.

_____. Introdução ao Processamento Digital de Imagens. Manuais Técnicos em Geociências n.9, 2001. 91p. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20%20RJ/ManuaisdeGeociencias/Introducao%20ao%20Processamento%20Digital%20de%20Imagens.pdf>>. Acesso em: 14/08/2018.

_____. Manual técnico de pedologia. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

_____. Mapas temáticos: Geomorfologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 1ª Ed. 2014. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/tematicos/geomorfologia>> Acesso em: 10/08/2018.

JACINTO, Luiz Roberto de Campos. Geoprocessamento e Sensoriamento remoto como ferramenta na gestão ambiental de Unidades de Conservação: o caso da Área de Proteção Ambiental (APA) do Capivari-Monos, São Paulo-SP. Dissertação de Mestrado em Recursos Minerais e Hidrologia. USP: São Paulo, 2003.

JACOBI, Pedro Roberto. Aprendizagem social, desenvolvimento de plataformas de múltiplos atores e governança da água no Brasil. In: Revista INTERthesis - R. Inter. Interdisc. Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 69-95, jan./jul. 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/interthesis/article/view/1807-1384.2010v7n1p69/13138>>. Acesso em: 12/09/ 2018.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, v.33, n. 1. p. 159-174, 1977.

LEITE, Emerson Figueiredo; ROSA, Roberto. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do rio Formiga, Tocantins. In: OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.4, n.12, p. 90-106, dez. 2012. Disponível em: <<http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/4edicao/n12/05.pdf>>. Acesso em: 01/05/2019.

MARANHÃO. GEPLAN. Atlas do Maranhão. LABGEO/UEMA, São Luís, 2002.

_____. Decreto nº 27.845, de 18 de novembro de 2011. Regulamenta a Lei nº 8.149, de 15 de junho de 2004, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, com relação às águas superficiais, e dá outras providências. Maranhão, 2011.

MARTINS, F. R. Influência do Processo de Determinação da Cobertura de Nuvens e dos Aerosóis de Queimada no Modelo Físico de Radiação BRASIL-SR. Tese de Doutorado em

Geofísica pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), São José dos Campos, 2001.

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIRA, Tati. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Brasília: UNB, 2012.

MENEZES, P. R. E MADEIRA NETO, J. S. (Orgs). Sensoriamento remoto - reflectância dos alvos naturais. Brasília: UnB e EMBRAPA, 2001.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. D. Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. UNB: Brasília, 2012, 266p.

NOVO, Evelyn M. L. de Moraes. Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. 4ª ed. São Paulo: Blucher, 2010.

NUNES, A. de B.; LIMA, R. F. da F.; FILHO, C. N. B. Geologia da folha AS. 23 - São Luís-MA, e parte da folha AS 24 Fortaleza-CE. *In*: Projeto RADAM. Rio de Janeiro, 1973. V.2.

PASSOS, Darcilene Cristina. Turismo e lazer sustentável na Bacia do Rio Magu, Nordeste do Maranhão. Monografia (Geografia) - Universidade Federal do Maranhão: São Luís-MA, 2015. 67f.

ROSA, Roberto. Introdução ao sensoriamento remoto. 7ª ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.

SANTOS, Luiz Carlos Araújo dos; LEAL, Antonio Cezar. Gerenciamento dos recursos hídricos no Estado do Maranhão - Brasil. *In*: OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.5, n.13, p. 39-65, jun. 2013. Disponível em: <<http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/5edicao/n13/03.pdf>>. Acesso em 12/09/2018.

SILVA BRITO, Jorge Luís Silva. PRUDENTE, Tatiana Diniz. Análise temporal do uso e cobertura vegetal do município de Uberlândia, utilizando imagem ETM+ / Landsat 7. *In*: Revista Sociedade e Natureza, Uberlândia, vol. 17, nº 32, jun., 2005. p. 37-46. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/view/9164/5633>>. Acesso em: 01/05/2019.

SILVA. C. N. da. A representação espacial e a linguagem cartográfica. Belém: GAPTA/UFPA, 2013.

SOUSA, C. S et al. Mapa Geológico e Recursos Minerais do Estado do Maranhão. *In*: KLEIN, E. L.; SOUSA, C. S. (org.). Belém: CPRM, 2012. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em: 11/08/2018.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade/ABRH, 1993. cap. 1, p.25-33.

VALENTE, O. F.; CASTRO, P. S. A bacia hidrográfica e a produção de água. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 9, 1983. p. 54-68.

VIEIRA, Maria da Conceição Lira; LIMA, Cleudilene Barbosa. Problemas socioambientais da microbacia do Rio Magu no município de Água doce do Maranhão - MA. *In*: CASTRO, Cláudio Eduardo de; JUNIOR, José Sampaio de Mattos; SERRA, Danillo José Salazar (orgs.). Desenvolvimento local e sustentabilidade: novas abordagens, velhos dilemas. São Luís: Editora UEMA, 2011. p. 492-504.

WALSH, S. J.; BUTLER, D. R.; MALANSON, G. P. An overview of scale, pattern, process relationships in geomorphology: a remote sensing and GIS perspective. *Geomorphology* 21, 1998, p. 167-205.

WECKMÜLLER, Rômulo; VICENS, Raúl Sánchez. Análise Temporal da Cobertura da terra do Município de Petrópolis/RJ numa abordagem Pós-Classificação de detecção de mudança.

In: Revista Brasileira de Geografia Física, v. 06, N. 03, 2013. p. 456-469. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232997/26947>>. Acesso em: 01/05/2019.

WIELICKI, B. A.; PARKER, L. Cloud Properties Observed Using Landsat Satellite Data. IRS 88 Current Problems. Londres: Editora Elsevier, 1988. p. 161-165.

Contato com o autor: Francisco Wendell Dias Costa <geo.fwcosta@gmail.com>

Recebido em: 15/10/2019

Aprovado em: 28/05/2020

ⁱ Ambas disponíveis de maneira gratuita pela NASA na plataforma Earth Explore nos sites <https://ers.cr.usgs.gov/br> e <https://earthexplorer.usgs.gov/br>

ⁱⁱ Disponível em: <<https://geotecnologias.wordpress.com/2009/09/19/resolucao-espacial-vs-escala/br>>. Acesso em: 03/05/2019.