



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA



HÉLIDA KARLA CRUZ MILHOMEM

**ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEARIM**

CHAPADINHA – MA

2021

HÉLIDA KARLA CRUZ MILHOMEM

**ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEARIM**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Coordenação de
Engenharia Agrícola da
Universidade Federal do
Maranhão como requisito parcial
para a obtenção do título de
Engenheiro Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Telmo José Mendes

CHAPADINHA – MA

2021

HÉLIDA KARLA CRUZ MILHOMEM

**ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEARIM**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a coordenação do curso de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Maranhão como requisito indispensável para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Defendido e aprovado em 28/04/2021, pela comissão examinadora constituída pelos professores:

Telmo José Mendes (Orientador)

Doutor em Ciências do Solo pela (FCAU/ UNESP)

Professor Adjunto do curso de Engenharia Agrícola (CCAA/UFMA)

Karlyene Sousa da Rocha

Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal do Pará (UFPA)

Professora Substituta do Curso de Tecnologia em Gestão do Agronegócio
(CESITA/UEMA)

Plínio Antonio Guerra Filho

Doutor em Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo (Esalq/USP)

Professor Adjunto do curso Engenharia Agrícola (CCAA/UFMA)

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Milhomem, Héliida Karla Cruz.

ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA
BACIA

HIDROGRÁFICA DO RIO MEARIM / Héliida Karla Cruz Milhomem. -
2021.

39 f.

Orientador(a): Telmo José Mendes.

Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Maranhão,
Chapadinha, 2021.

1. Antropização. 2. Geoprocessamento. 3. Impactos
Ambientais. I. Mendes, Telmo José. II. Título.

DEDICATÓRIA

A minha família pelo apoio e incentivo.

A Montserrat, minha fiel companheira.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, saúde e bênçãos recebidas, por me dar força para superar os momentos difíceis e coragem para seguir esta jornada. À minha família em especial a minha mãe Carlene e ao meu pai Elder pelo apoio financeiro e emocional, aos meus irmãos Elder Filho e Lílian, amo vocês! À minha avó Delzuita Sousa Cruz que no seu pouco entendimento desta vida acadêmica, diz que “a única coisa que não podem tirar de você é o conhecimento”, fazendo alusão à importância do estudo.

Aos meus amigos Marcelly, Ivan, Shirley, Wellington e Isabelle pelos momentos de descontração e resenha. As minhas amigas Karliane, Maiane e Mayara pelo companheirismo, carinho e compreensão. Se não fossem vocês seria tudo mais difícil. Ao Professor James Ribeiro e Dona Conceição, por torcerem pela minha vitória.

Ao meu orientador Prof.^a Dr. Telmo José Mendes pela orientação, acolhimento e amizade. A minha amiga Maiane Rodrigues Nascimento por todo o apoio e suas importantes considerações e indicações sugeridas no presente trabalho, por sempre me incentivar na busca pelos meus sonhos. Aos amigos que fiz na graduação, especialmente Eduardo Arouche, Gildo Filho, Tiago Monteles, Ana Karla, Jobson Eduardo, João Rodrigues, Alessandro Lima, Marcos Douglas pelas conversas “cisalhantes” e amizade. À Secretária Neliane, sempre atenciosa e prestativa.

Aos professores do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão pelo aprendizado proporcionado. A todas as outras pessoas que de alguma forma contribuíram positivamente para que eu pudesse concretizar este sonho.

Lista de Tabela

Tabela 1 – Porcentagem de perdas de áreas com formações naturais.....25

Tabela 2 – Porcentagem de ganhos de áreas antropizadas.....30

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.....	21
Figura 2 – Mapa de uso e ocupação do solo – ano 1985.....	24
Figura 3 – Gráfico de áreas com vegetação natural.....	24
Figura 4 – Mapa de uso e ocupação do solo – ano 1990.....	26
Figura 5 – Mapa de uso e ocupação do solo – ano 1995.....	26
Figura 6 – Mapa de uso e ocupação do solo – ano 2000.....	27
Figura 7 – Mapa de uso e ocupação do solo – ano 2005.....	27
Figura 8 – Mapa de uso e ocupação do solo – ano 2010.....	28
Figura 9 – Mapa de uso e ocupação do solo – ano 2015.....	28
Figura 10 - Gráfico de áreas antropizadas.....	29
Figura 11 - Gráfico de áreas de pastagem.....	31
Figura 12 – Mapa de uso e ocupação do solo – ano 2019.....	32

Lista de Abreviações

BH – Bacia Hidrográfica

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

RESUMO

As bacias hidrográficas são unidades territoriais para a aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos, sendo analisadas como unidades de gerenciamento e planejamento. A bacia do rio Mearim é a maior do Maranhão, com uma área de 99.058 km² - equivalente a 29,84% do território maranhense, ela tem suas nascentes e foz localizadas dentro do Estado. Este trabalho teve por objetivo avaliar as alterações no uso e ocupação do solo que ocorreram sobre a área da bacia hidrográfica do rio Mearim. Foram utilizados dados da coleção de imagens 5.0 do projeto Mapbiomas referente ao período de 1985 - 2019 através de análises e procedimentos feitos em ambiente SIG, utilizando o software livre QGIS 3.16.3 – Hannover, que resultaram em mapas, gráficos e tabelas que expuseram a dinâmica espaço-temporal na bacia do Mearim, constatando-se as perdas de habitats naturais tanto em quantidade como em qualidade, que reconfiguraram negativamente a paisagem natural da região. Com destaque para as áreas de vegetação natural - em que nota-se a maior perda na classe de formação floresta; e também o aumento exponencial das áreas destinadas às pastagens. A bacia mostrou-se muito antropizada, revelando crescimento progressivo e desordenado, por esse motivo, o presente estudo proporciona suporte para tomada de decisões em políticas públicas que poderá colaborar para um melhor planejamento voltado a gestão ambiental.

Palavras-chave: Antropização; Impactos Ambientais; Geoprocessamento.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5. CONCLUSÕES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal exerce papel importante na continuidade do ciclo hidrológico, pois protege o solo de processos erosivos, facilita a distribuição e infiltração de água, além de influenciar nas condições climáticas do ambiente, atuando como elemento estabilizador que indica fatores e efeitos de vulnerabilidade mediante a apropriação humana do patrimônio ambiental. Balbinot, et al., (2008) afirmam que a floresta exerce função fundamental no que se refere a distribuição de energia e água na superfície, influenciando nos processos de interceptação, infiltração, escoamento superficial e erosão. Segundo Vilar e Baptista (2012) as alterações sofridas na cobertura vegetal, direta ou indiretamente impactam no ciclo hidrológico, pois a capacidade de infiltração e acumulação natural desse recurso é reduzida; modifica-se também a pedogênese pela falta de interceptação das gotas de chuva o que contribui para o aumento da energia potencial e cinética, o que pode ocasionar erosões pluviais, pois de acordo com Wischmeier e Smith (1958) a capacidade da chuva em causar erosão é proveniente da energia cinética da gota de chuva que impacta sobre o solo desprotegido.

A evolução vertiginosa com que as paisagens naturais tem se alterado, tem incentivado estudos geoambientais, com o objetivo de monitorar e analisar a estrutura e dinâmica dos ecossistemas naturais. A identificação e classificação do uso do solo são de grande valia no conhecimento do ambiente, assim como no desenvolvimento de técnicas voltadas para a obtenção e manutenção dessas informações. O conhecimento da distribuição espacial das várias formas de ocupação do espaço necessita de dados detalhados, que possam ser obtidos com certa periodicidade, devido ao caráter extremamente dinâmico desse ambiente (FORESTI e HAMBURGER, 1995 apud BITTENCOUR et al., 2006). O uso de imagens orbitais tem contribuído de forma considerável nestes estudos, dando suporte ao levantamento e tratamento das informações espaciais gerando produtos voltados à gestão, manejo e planejamento ambiental.

Nos últimos anos, as técnicas de sensoriamento remoto tem-se propagado pelos mais variados campos de conhecimento, isto ocorre principalmente pela facilidade com que se tem acesso aos dados dos sensores remotos que são gratuitos e cada vez mais apresentam maior qualidade (EPIPHANIO et al., 1996). Araújo; Kux; Florenzano (2007) corroboram esta afirmação e relatam que por causa do seu custo benefício e de

sua tecnologia avançada o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas – chamados SIG – têm sido manuseados para fornecer informações úteis e aplicáveis à gestão e planejamento de diferentes cenários.

Entre as várias alternativas de serem aplicados os dados de sensoriamento remoto, os estudos acerca de cobertura vegetal são os que ganham mais destaque, sendo possível analisar e avaliar ou monitorar a dinâmica da vegetação, no caso do presente estudo, na área da bacia hidrográfica do rio Mearim, com o interesse principal de compreender as mudanças ocorridas na paisagem ao longo do tempo, a fim de que seus resultados possam servir como subsídio para a análise ambiental da bacia hidrográfica com base nas conclusões sobre a dinâmica da cobertura vegetal.

O termo bacia hidrográfica é usado para indicar a área de captação natural da água de precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, que é chamado de exutório. O conceito de bacia hidrográfica define uma área onde a drenagem superficial converge para um único ponto de saída denominado de exutório da bacia (FEIL, STRASBURG e SPILKI, 2017), ou seja, a bacia é constituída por um conjunto de superfícies vertentes – terreno sobre o qual esco a água precipitada – e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório.

Historicamente as cidades se formaram nos arredores dos rios, sobre o território estabelecido como bacia hidrográfica é que se desenvolvem as atividades humanas - as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Portanto, é inegável a importância dos rios e suas bacias hidrográficas para o desenvolvimento econômico e social da região em que se encontram. A bacia hidrográfica do Rio Mearim é um exemplo disso, com 99.058 Km² de área de drenagem e perímetro aproximado de 930 km, ela nasce nas confluências das serras Negra, Menina e Crueiras, e sua foz na baía de São Marcos, banhando, em seu trajeto, 83 dos 217 municípios maranhenses (CODEVASF, 2014).

As bacias hidrográficas são afetadas de forma intensa em decorrência de ações antrópicas, impactos provocados em um ponto da bacia irão repercutir em toda a área a jusante da área afetada inicialmente, ou seja, o comportamento hidrológico é afetado, pois o homem ao intervir no meio natural acaba interferindo nos processos do ciclo hidrológico (TONELLO, 2005). Cabral e Reis (2015) concluíram que solos mais

expostos e áreas urbanizadas produzem sedimentos em excesso que contribuíam para o assoreamento de corpos d'água, enquanto ambientes com vegetação predominante tiveram volume de sedimentos reduzidos, e conseqüentemente ocorria menor impacto na qualidade da água. Além disso, bacias com redução na cobertura vegetal e sua substituição por superfícies que não favoreçam a infiltração da água no solo, tendem a aumentar o escoamento superficial, logo, maiores serão as vazões máximas.

O reconhecimento do caráter estruturante das águas é fundamental para as políticas públicas e a governança ambiental estadual. Nesse sentido, a Lei Federal de N° 9.433 de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos que estabelece como um dos princípios a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial para a gestão dos recursos hídricos, ambas focadas na gestão integrada desses recursos num processo que propicie a equidade e a participação multissetorial apresentando abordagem complexa que busca realizar o desenvolvimento sustentável.

O manejo das bacias hidrográficas é um instrumento no processo de sistematização e orientação do uso da terra e de outros recursos naturais com o intuito de fornecer bens e serviços, de forma que esse manejo visa à interação do uso do solo, vegetação e água (SILVA, 2019). Contudo, o uso de geoprocessamento e do sensoriamento remoto constituem-se em ferramentas fundamentais na obtenção de informações, surgem com um importante meio de avaliação no auxílio à tomada de decisões no tocante a temática de acesso à água, pois permite descrever tanto característica de uso e ocupação do solo espacialmente distribuído em uma bacia, assim como, simular a tendência de uso da água (SILVA, 2005), auxiliando na caracterização das bacias hidrográficas.

Dessa forma, pesquisas sobre o mapeamento do uso e ocupação do solo, com uso de geotecnologias destacam-se no que diz respeito à gestão dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, pois permitem analisar e conhecer as condições ambientais do espaço territorial; fornecem subsídios a respeito do estado de conservação da unidade territorial (a bacia hidrográfica); auxiliam na adoção de medidas mitigadoras dos impactos ambientais detectáveis e contribuem para a tomada de decisão sobre o planejamento e gestão ambiental da área de uma determinada bacia hidrográfica.

Em vista disso, esta pesquisa baseia-se na análise de uso e ocupação do solo de bacias hidrográficas por ser um método amplamente utilizado para entendimento dos processos hidrogeomorfológicos que ocorrem na bacia hidrográfica, que possibilitará analisar com maior precisão a área que compreende a bacia hidrográfica do rio Mearim, que teve como objetivo realizar o mapeamento espaço temporal do uso e ocupação do solo, na bacia por meio da classificação supervisionada de imagens satélite Landsat obtidas através da coleção de imagens 5.0 do projeto Mapbiomas referente ao período de 1985 – 2019.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conceito do termo bacias hidrográficas (BH), foi por anos definido por diversos autores, entretanto, pode-se perceber que há homogeneidade entre as definições estabelecidas. Rocha et al., (2018) define bacia hidrográfica como toda a área de captação natural da água da chuva que escoam superficialmente para um corpo d'água ou seu contribuinte. As bacias hidrográficas compõem-se como um sistema biofísico e socioeconômico integrado e independente, cujos limites são estabelecidos topograficamente pela linha que une os pontos de maior altitude e que definem os divisores de água entre uma bacia e suas adjacências.

Segundo Christofolletti (1979), uma BH pode ser considerada como um sistema não isolado do tipo aberto, visto que, troca constantemente energia e matéria com outros sistemas. Apresenta-se como um sistema natural bem delimitado no espaço, formado por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d'água ou por um sistema fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980). Para Garcez; Alvarez (1988) bacia hidrográfica ou bacia de contribuição é uma área delimitada topograficamente num ponto do percurso de água, de maneira que toda a vazão afluyente possa ser medida através desse ponto.

Tucci (1997) corrobora que a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água proveniente das chuvas que escoam para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica é constituída por um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que se reúnem até resultar em um único leito. Silva e Rodriguez (2011) admitem que a bacia é um sistema natural formado pela interação dos componentes naturais, nos diversos graus de natureza e transformações antrópicas. A percepção sistêmica e integrada do ambiente considera a BH como parcela fundamental das Ciências Ambientais, entendida como célula básica para a análise ambiental, focada para o estudo do planejamento e preservação de recursos naturais (BOTELHO e SILVA, 2004).

Rodriguez (2005) diz que quando uma BH é analisada por meio de uma perspectiva ambiental e sistêmica visando à sustentabilidade, deve-se considerar que “na bacia interagem componentes de diferentes caracteres (natural, econômico, social, político e histórico), que em conjunto direcionam a formação de diferentes sistemas”.

Considera-se então a bacia hidrográfica como um organismo sistêmico, onde se realizam os balanços de entrada e saída da água de precipitação através do exutório, permitindo que sejam delimitadas bacias e sub-bacias, cuja ligação se dá pelos sistemas hídricos. Grande parcela da degradação das bacias hidrográficas é proveniente de ações antrópicas, que cada vez mais degradam esse recurso. Barbosa e Furrier (2009), afirmam que a bacia hidrográfica é uma unidade geomorfológica onde todos os processos que ali ocorrem e os elementos das formas são interdependentes de modo que qualquer alteração natural ou antrópica que venha a acontecer em qualquer ponto da bacia produz sistematicamente uma mudança e ajuste em todo sistema de drenagem. Para a transformação desse cenário se fazem necessários os estudos acerca de uma perspectiva ecossistêmica e educação ambiental que exponha a importância do ambiente na vida dos habitantes.

Dentre os recursos naturais que a sociedade desfruta, a água é um dos que sofre maior restrição, sendo imprescindível para sua sobrevivência e o desenvolvimento de suas atividades. A progressiva demanda deste meio e o uso indiscriminado têm prejudicado sua qualidade e quantidade, comprometendo a sobrevivência de milhões de pessoas pelo mundo. (ALMEIDA, 2014). A análise das bacias hidrográficas é de fundamental importância, pois de acordo com Oliveira et al., (2017), a água é um recurso de suma importância para a continuidade da existência humana e, entre seus diversos usos, estão o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, (TEIXEIRA, 2006) - e devido o aumento populacional, os recursos naturais estão cada vez mais utilizados e, conseqüentemente, mais escassos. Através da delimitação de uma bacia hidrográfica é possível compreender a dinâmica entre o meio físico, biológico e antrópico (ENCINA et al., 2019).

Conforme Schussel et al., (2015), adotar a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento requer reconhecer que é sobre este recorte especial que as ações antrópicas e as degradações decorrentes refletem seu efeito. Conseqüentemente, estudos relacionados ao mapeamento das condições de uso e ocupação do solo são julgados importantes para a gestão ambiental de bacias hidrográficas, pois, o controle e gestão adequada dos recursos hídricos depende do disciplinamento do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica. As comunidades, com o conhecimento necessário, reflexão

crítica e organização adequada, podem tornar-se os agentes de controle e fiscalização para a utilização saudável da bacia.

Conhecido pelos índios Guajajaras como “Izu” - rio das águas pardacentas - o rio Mearim com 742 km de extensão, corta o estado do Maranhão de sul para o norte nasce no município de Formosa da Serra Negra nas encostas da Serra da Menina, em altitude de aproximadamente 460 m. Segue um longo trajeto na direção sudoeste-nordeste até a cidade de Esperantinópolis, onde, após receber as contribuições do rio Flores, direciona-se para o norte, indo desaguar no Oceano Atlântico pela baía de São Marcos entre as cidades de São Luís e Alcântara. O Maranhão é um estado brasileiro de grande riqueza em relação a bacias hidrográficas de grandes dimensões, e, além disso, destaca-se por seus rios permanentes, que acumulam um expressivo volume de água durante todo ano.

A Bacia do Rio Mearim protagoniza como a maior bacia hidrográfica do Maranhão, é uma bacia tipicamente maranhense por ter suas nascentes e foz localizadas dentro do Estado, sua rede hidrográfica é formada pelo rio Mearim e seus afluentes, tendo como principais afluentes os rios Pindaré e Grajaú (MARANHÃO, 2009), ela é uma das 12 principais regiões hidrográficas que existem no Brasil - estabelecido pela Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº 32 de 25 de Junho de 2003, dividem-se em três trechos, sendo Alto Mearim, Médio Mearim e Baixo Mearim, ela possui área correspondente a 99.058 Km² o que equivale a 29,84% do território do Estado, sendo a maior entre todas do estado – de acordo com dados da Codevasf (2014), a BH do Mearim abrange 83 municípios, dos quais, 50 estão inseridos totalmente na Bacia e 69 tem a sua sede situada no interior da mesma.

Por suas características físicas, o rio Mearim está dividido em três trechos principais: Alto Mearim - compreende o trecho entre as cabeceiras e a barra do rio das Flores, com extensão de aproximadamente 400 km, Médio Mearim - compreende o trecho entre a barra do rio das Flores e o Seco das Almas, com extensão de aproximadamente 180 km, e Baixo Mearim - compreende o trecho entre o Seco das Almas e a foz na baía de São Marcos, com extensão de aproximadamente 170 km (MONTES, 1997).

Vale ressaltar que a bacia hidrográfica do rio Mearim está inserida no bioma cerrado, apresentando uma diversidade ambiental caracterizada pela influência do

bioma. O bioma Cerrado apresenta diversas fisionomias, ou seja, sua paisagem geral não é uniforme, sua paisagem apresenta-se em formações florestais, savânicas e campestres. As formações florestais compreendem as fitofisionomias Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e o Cerradão. As formações savânicas são compostas pelo Cerrado Denso, Cerrado Típico, Cerrado Ralo, Cerrado Rupestre, Vereda, Parque Cerrado e Palmeiral. Já as formações campestres englobam as fitofisionomias de Campo Sujo, Campo Limpo e o Campo Rupestre. (RIBEIRO e WALTER, 2008).

A Constituição Federal vigente reconhece o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito imprescindível, exercendo papel de suma importância para a gestão dos recursos hídricos. Define a água como bem de uso comum e alterou o controle das águas do território nacional. No art. 26, inciso I, da Constituição Federal, incluem-se entre os bens dos Estados e do Distrito Federal "as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União" (BRASIL, 1988).

A gestão dos recursos hídricos no Brasil é baseada na chamada "Lei das Águas", criada em 8 de Janeiro de 1997, a Lei Federal nº 9.433, estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que objetiva promover a disponibilidade de água e utilização racional e integrada dos recursos hídricos para a atual e futuras gerações, onde há o entendimento de que a água é um bem público e recurso natural limitado, no qual em casos de escassez devem ser priorizados o consumo humano e animal. Neste dispositivo legal, as bacias hidrográficas foram consideradas como unidade territorial de gestão e planejamento de recursos ambientais, especialmente os hídricos, na qual, surgiu no contexto de que a água é um recurso cada vez mais escasso, com a preocupação de que sua distribuição seja equitativa, cabendo aos Comitês de Bacias Hidrográficas o gerenciamento e a arbitragem de eventuais conflitos envolvendo os usos da água de um determinado rio.

As ciências geográficas possuem importância estratégica e fundamental na geração de conhecimento para a composição de planos e ações voltadas para a conservação e preservação ambiental, visto que permite a análise e compreensão integrada dos elementos que constituem os sistemas ambientais, contribuindo para a gestão do território (ROSS, 2006). Nos últimos anos, satélites ambientais orbitais produziram grande volume de dados, os estudos sobre o uso e cobertura do solo são relevantes para planejar a ocupação territorial em determinada região, tendo em vista

que o manejo incorreto da terra pode ter consequências danosas à qualidade ambiental dos serviços ecossistêmicos.

O uso de geotecnologias estabelece um importante instrumento no gerenciamento dos recursos hídricos, possibilitando a aquisição de dados para uma melhor gestão de bacias hidrográficas (TORRES, 2007). O sensoriamento remoto juntamente com o geoprocessamento são ferramentas indispensáveis para o estudo de bacias hidrográficas, pois se destacam na obtenção de dados referente ao uso e ocupação do solo, trazendo a possibilidade de estimar a área de determinada bacia hidrográfica a ser estudados, bem como a situação da cobertura vegetal, uso e ocupação do solo, arranjar e manusear tanto dados vetoriais quanto matriciais dentro de um banco de dados georreferenciados (WRUBLACK, 2016).

Para Rosa (2005), o conhecimento e o monitoramento do uso e ocupação da terra são essenciais para compreender os padrões de organização do espaço. Este monitoramento consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que cobre o solo, como também suas respectivas localizações. Nunes et al. (2015) validam a respeito do valor do sensoriamento remoto na obtenção de dados sobre as condições do espaço territorial, especialmente, adquiridos para monitoramento e análises dos recursos naturais em bacias hidrográficas.

Julgar a bacia hidrográfica como um sistema, implica perceber que as relações entre os diversos componentes naturais e socioeconômicos, interagem de forma complexa, refletindo na estrutura, no funcionamento, na dinâmica e na evolução da bacia hidrográfica, no âmbito espacial e territorial (SILVA et al., 2011). O uso do conceito de BH na conservação ambiental está na possibilidade de avaliar em uma determinada área geográfica as melhores formas de aproveitamento de recursos, com mínimo impacto ambiental (PIRES, et al., 2005).

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Mearim é o órgão responsável pela gestão ambiental da bacia em questão, a partir dele, podem-se implantar instrumentos e medidas pela população e instituições governamentais locais, que conjuntamente opinam sobre as diretrizes da política de recursos hídricos no planejamento de ações para o uso da água da bacia. Este órgão tem como missão fomentar a gestão integrada dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Mearim, articulando as políticas

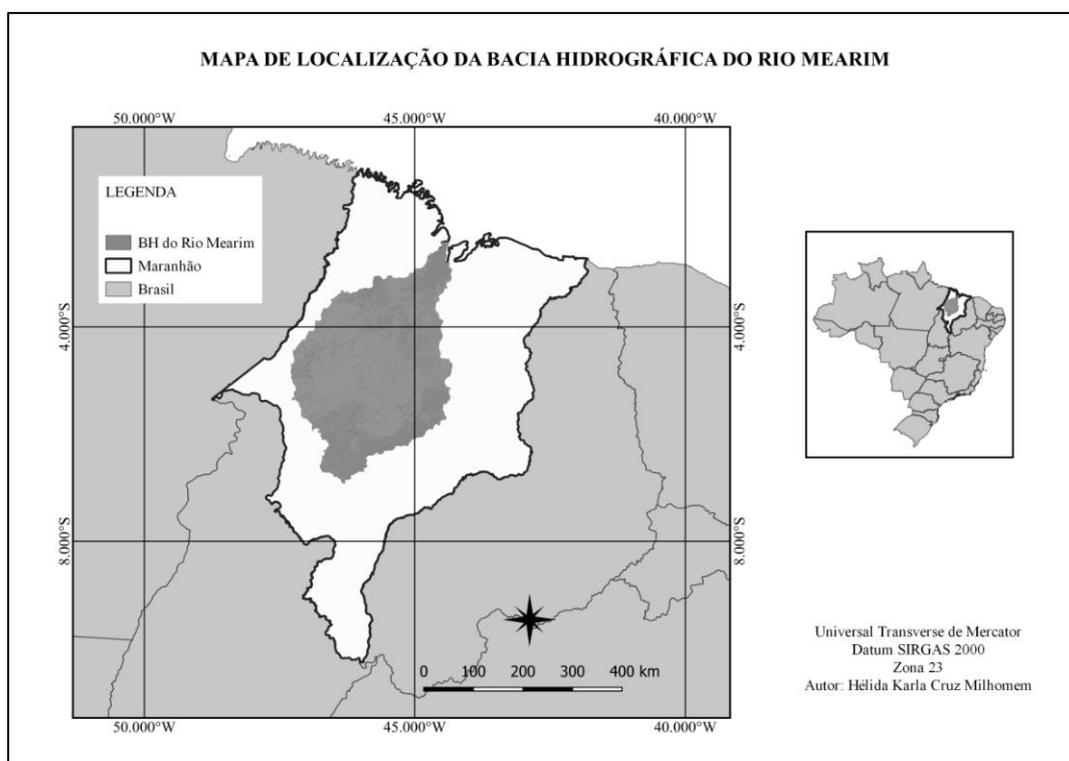
públicas e setoriais correlatas (MARANHÃO, 2016). Cabe ao Comitê de Bacia Hidrográfica capacitar pessoas para o exercício cotidiano de novas competências e prepará-las para a gestão participativa em recursos hídricos. A sua composição contribui para que todos os setores da sociedade com interesse sobre a água na Bacia tenham representação e poder de decisão sobre sua gestão.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da Área de Estudo:

A Bacia Hidrográfica do rio Mearim compreende uma extensa área localizada na região central, de acordo com Lima (2013), localizada na porção centro-norte do estado do Maranhão entre as latitudes de -4° a -8° S e longitudes de -48° a -44° W, tem sua nascente no município de Formosa da Serra Negra e sua foz na Baía de São Marcos. A BH do rio Mearim está inserida totalmente dentro do território do estado do Maranhão (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo



Autora: Héli da Karla Cruz Milhomem (2021)

Aquisição e Processamento de dados:

Para a análise do presente estudo, foram elaborados mapas, gráficos e tabelas com o intuito de dinamizar a interpretação dos dados. A caracterização e análise de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Mearim foi realizada através do uso de mosaico de imagens de satélite para cada ano da série temporal, utilizando o método de interpretação visual de imagens de sensores orbitais com o software QGIS versão 3.16.3. Hannover.

Os mapas foram elaborados a partir de dados obtidos pela plataforma MAPBIOMAS (Coleção 5 – correspondente ao período de 1985 – 2019) - a partir dos mosaicos Landsat foram realizadas as classificações que resultam nos mapas de cobertura e uso do solo para cada ano -, contendo informações sobre a cobertura e uso do solo para cada ano, possibilitando assim, identificar as transformações do uso da terra em áreas com floresta, pastagens, agricultura, reflorestamento e áreas urbanas, dentre outros temas, sobre a área da bacia hidrográfica.

O projeto MAPBIOMAS organiza os pixels em classes de um determinado bioma ou tema, para esse trabalho aplica-se a Bacia Hidrográfica as variáveis classificadas pertencentes à vegetação natural em oposição a qualquer atividade de ocupação agrícola que evoluiu e/ou surgiu no decorrer desses anos. O acesso aos dados foi feito através do *asset* de dados do *Google Earth Engine*, onde foram baixadas 08 imagens da área de estudo, começando pelo ano de 1985 e, considerando um intervalo de 05 anos até o último ano analisado (2019), esses dados foram obtidos em *raster*, juntamente com a planilha eletrônica contendo as referências para os códigos de legenda.

Foram realizadas as classificações que resultam nos mapas de cobertura e uso do solo para cada ano. Todas as análises e procedimentos em ambiente SIG foram realizadas utilizando-se o software QGIS, com as ferramentas desse software foram processadas as imagens *rasters*, fazendo a reprojeção para Datum oficial do Sistema Geodésico Brasileiro o Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000, projetado em Universal Transversa de Mercator (UTM), posteriormente as imagens passaram pelo processo de vetorização, almejando separar as formas vegetativas naturais e antrópicas de interesse nesse estudo. Os cálculos da área com as classes de interesse e de porcentagem de perdas e aumentos de áreas foram realizados no software Python 3.9.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

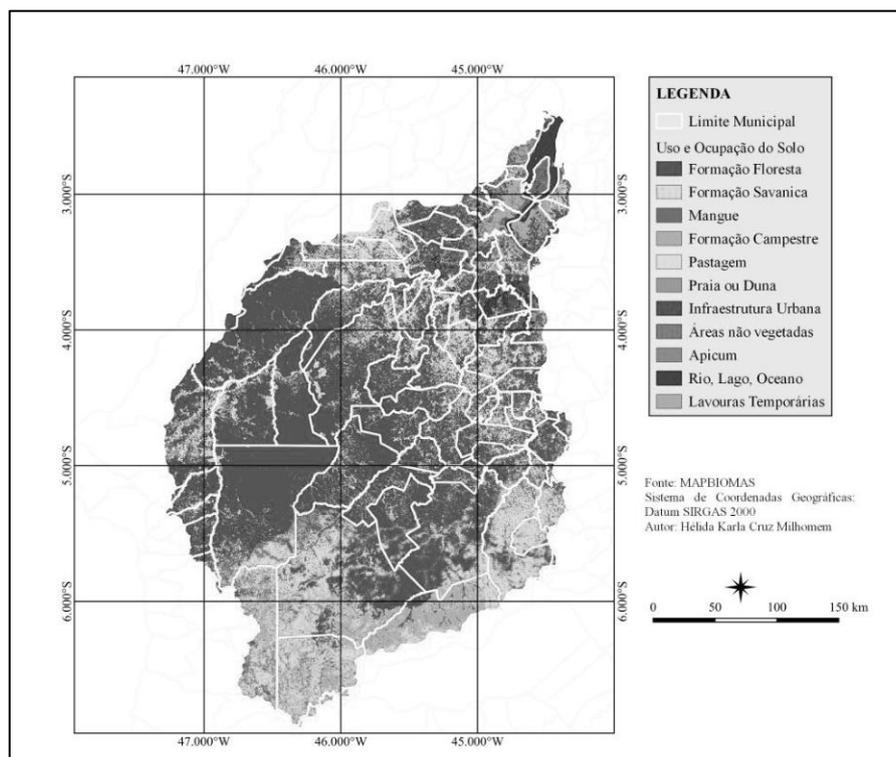
Os mapas de uso e ocupação do solo apresentam informações sobre a dinâmica do solo ocorrida na área estudada, por meio das variações de cores escolhidas para cada classe presente na bacia hidrográfica. A partir dos mapas temáticos foram gerados dados contidos nos gráficos e tabelas, que quantificaram em dados percentuais as áreas das classes de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Mearim no período proposto de 1985 – 2019, onde observaram-se a ocorrência de mudanças significativas na paisagem, a cada ano adquirindo um novo formato.

As figuras apresentam os mapas de uso e ocupação do solo obtido para a bacia do Rio Mearim a partir da classificação das imagens, possibilitando a análise das áreas que sofreram mais impactos causados pelo homem, bem como: a perda gradativa da cobertura vegetal e utilização da terra detectada por meio das técnicas de sensoriamento remoto. Ao observar os dados de uso e ocupação do solo na bacia do Rio Mearim ao longo de uma série temporal (1985 - 2019), considerando o intervalo de cinco anos, verificou-se que para o espaço-tempo dos anos analisados, as classes: áreas de vegetação natural: formação floresta, formações savânica e campestre, sofreram alterações, devido ações do homem e avanço das lavouras temporárias.

Quanto aos usos e ocupação, encontra-se a vegetação características do bioma cerrado divididas em formação floresta, formação savânica e formação campestre (RIBEIRO e WALTER, 2008) e é possível encontrar também áreas de mangue e apicum, além de atividades agropecuárias que se caracterizam por apresentar práticas agrícolas com lavouras permanentes e temporárias, pastagens e floresta plantada (silvicultura) que interferem diretamente na distribuição vegetal ao longo da bacia.

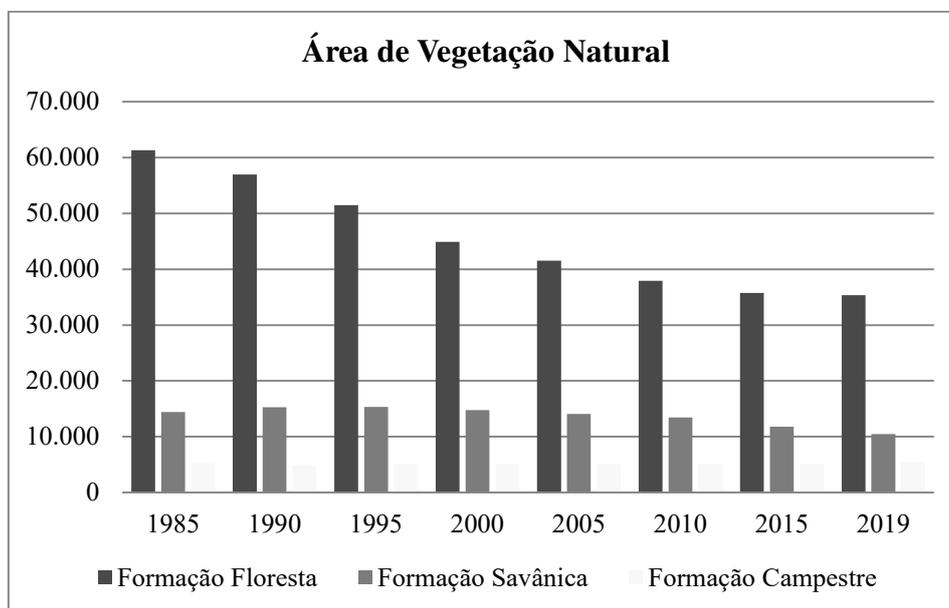
Ao interpretar as imagens de satélite, referente ao ano de 1985, foi possível determinar um avanço significativo das atividades agrícolas sobre áreas de pastagem, mas principalmente sobre a vegetação nativa (Figura 2) quando se iniciou a avaliação do uso e ocupação do solo, observa-se uma área pouco antropizada, praticamente preservada com áreas de formações naturais extensas, predominando a formação savânica, seguida das formações floresta e campestre e poucas áreas destinadas à urbanização e a pastagem.

Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo da BH do Mearim - ano 1985



Autora: Héliida Karla Cruz Milhomem (2021)

Figura 3. Gráfico de área de vegetação natural na BH do Mearim



Autora: Héliida Karla Cruz Milhomem (2021)

A Figura 3 apresenta a variação temporal do uso e ocupação do solo entre os anos de 1985 e 2019, a partir dessas informações torna-se evidente a perda progressiva das formações naturais, a tabela 1 corrobora essa afirmação, apresentando dados das perdas de áreas das formações naturais. A área de vegetação natural que sofreu mais perda foi a formação floresta perdendo 42,3% do total da sua área, por se tratar da formação que apresenta maior área, conseqüentemente foi a mais explorada. A formação savânica perdeu 27,59% de sua área, a formação campestre foi a única classe que teve aumento de área, sendo pouco afetada ao longo do período analisado, aumentando cerca de 2,68% de sua área, segundo Siqueira e Faria (2019) o aumento das áreas campestres pode ser sentido pela perda de áreas de pastagens na forma de degradação e áreas savânicas.

Tabela 1. Perdas de área de vegetação natural (%)

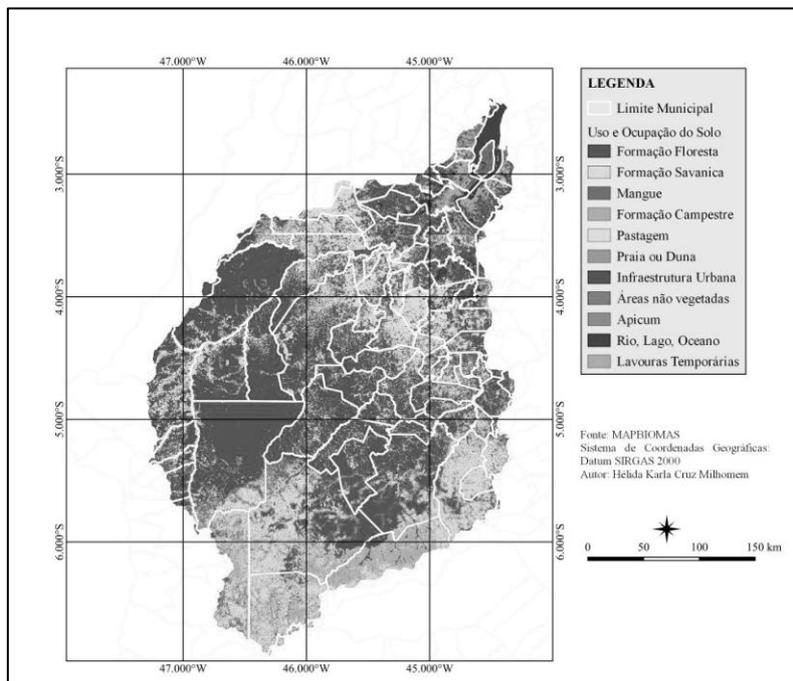
	Formação Floresta	Formação Savânica	Formação Campestre
1985 - 1990	7,04	5,6	8,33
1990 - 1995	9,69	0,41	3,32
1995 - 2000	12,75	3,71	0,19
2000 - 2005	7,56	4,91	0,27
2005 - 2010	8,73	4,42	0,91
2010 - 2015	5,61	12,27	1,48
2015 - 2019	1,15	11,35	4,74

Autora: Héli da Karla Cruz Milhomem (2021)

Desde então, é possível observar que nos anos seguintes analisados, ocorreram diversas modificações na paisagem decorrentes das atividades socioeconômicas desenvolvidas na região, tais como desmatamentos e conversão de florestas em pastagens e lavouras, afetando todas as áreas de vegetação natural, revelando o rápido processo de transformação, nas áreas de atividades antrópicas, constituídas pelas áreas não vegetadas, infraestrutura urbana, pastagem, floresta plantada, lavouras temporárias e o cultivo da soja. A BH do rio Mearim apresenta sua área ocupada por pastagens

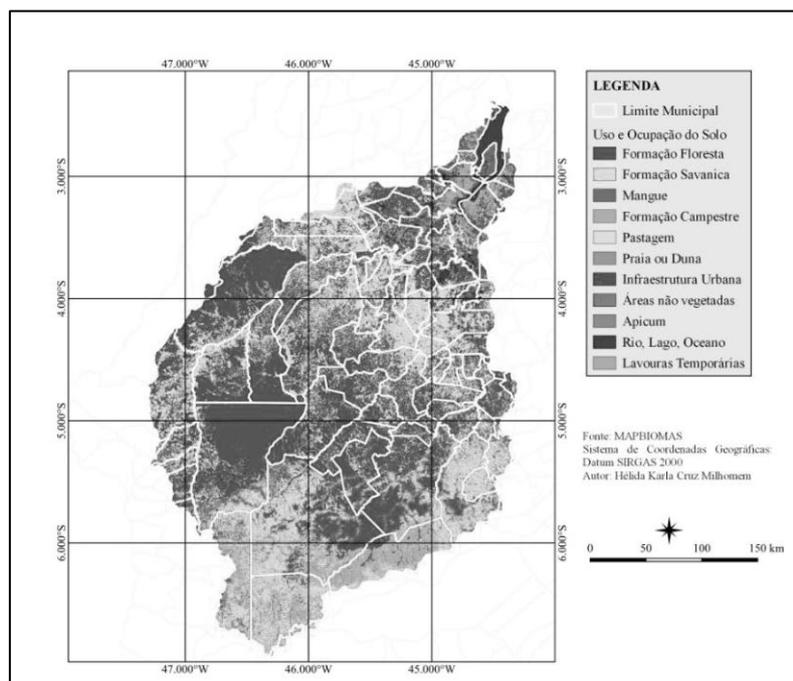
plantio de eucalipto, soja e outras atividades agrícolas. Com essa ocupação pode-se dizer que a bacia possui uma matriz de uso e cobertura predominantemente agrícola.

Figura 4. Mapa de uso e ocupação do solo da BH do Mearim - ano 1990



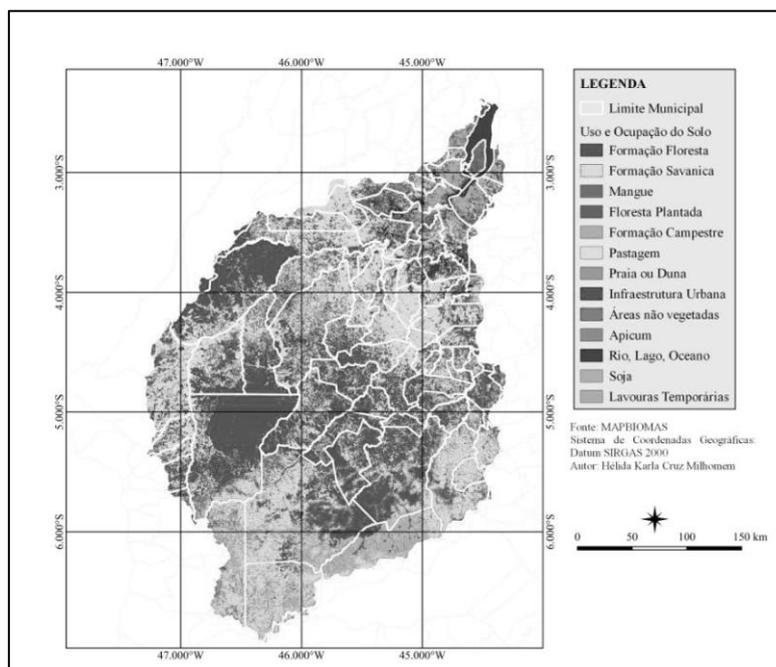
Autora: Héliida Karla Cruz Milhomem (2021)

Figura 5. Mapa de uso e ocupação do solo da BH do Mearim - ano 1995



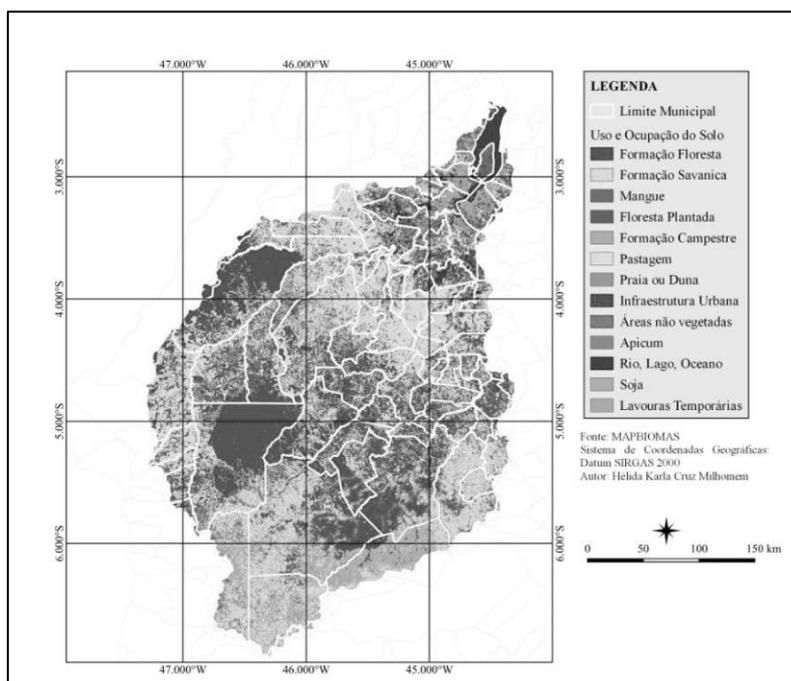
Autora: Héliida Karla Cruz Milhomem (2021)

Figura 6. Mapa de uso e ocupação do solo da BH do Mearim - ano 2000



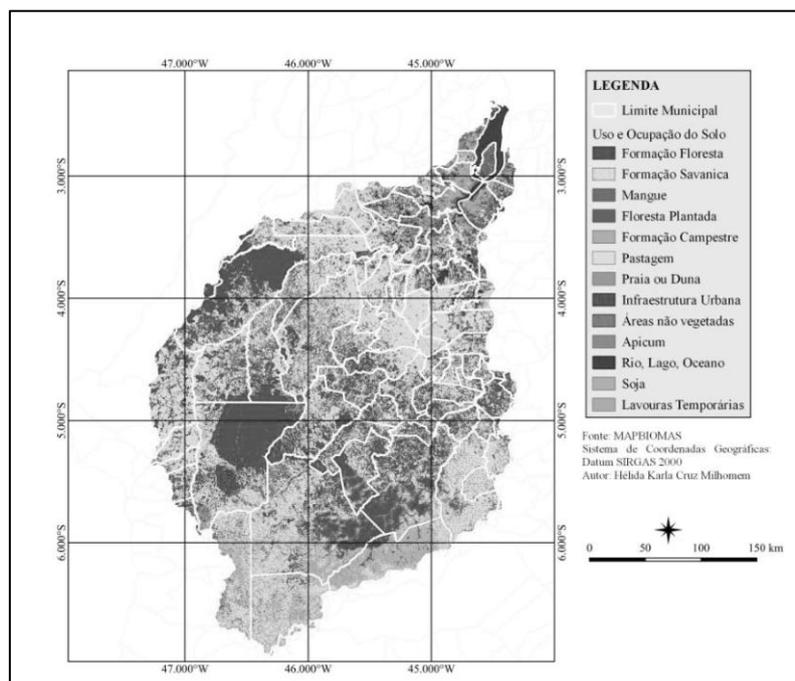
Autora: Héliida Karla Cruz Milhomem (2021)

Figura 7. Mapa de uso e ocupação do solo da BH do Mearim - ano 2005



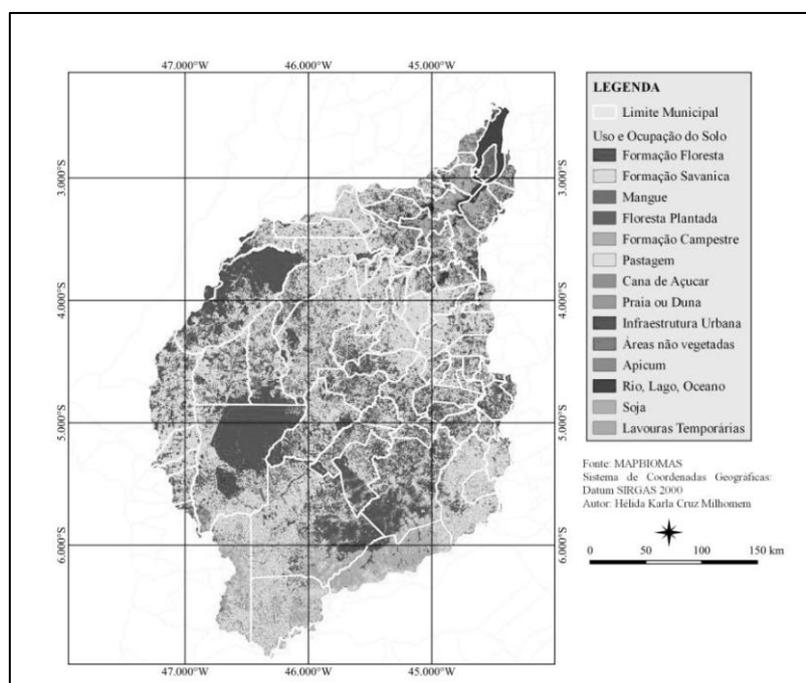
Autora: Héliida Karla Cruz Milhomem (2021)

Figura 8. Mapa de uso e ocupação do solo da BH do Mearim - ano 2010



Autora: Héli da Karla Cruz Milhomem (2021)

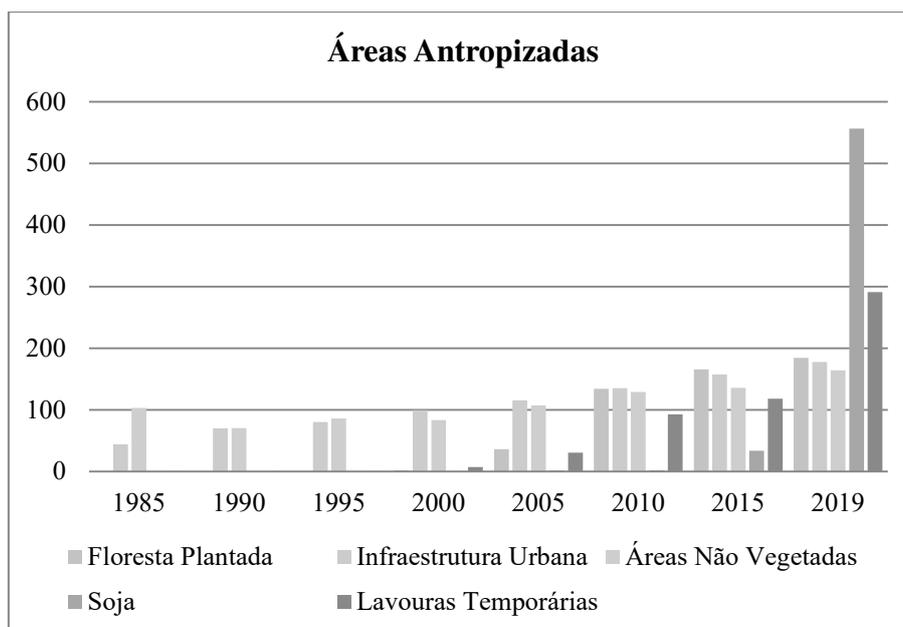
Figura 9. Mapa de uso e ocupação do solo da BH do Mearim - ano 2015



Autora: Héli da Karla Cruz Milhomem (2021)

No ano de 2000 pode-se observar a introdução da floresta plantada e do cultivo de soja, cultivos que se expandiram não somente na bacia em estudo, como também no território maranhense, Naldo e Junior (2019) corroboram esta afirmação destacando que “a partir dos anos 2000 ocorre o processo de expansão da área plantada com soja para outras regiões do Maranhão, a exemplo da mesorregião Leste Maranhense”.

Figura 10. Gráfico de áreas antropizadas



Autora: Héliida Karla Cruz Milhomem (2021)

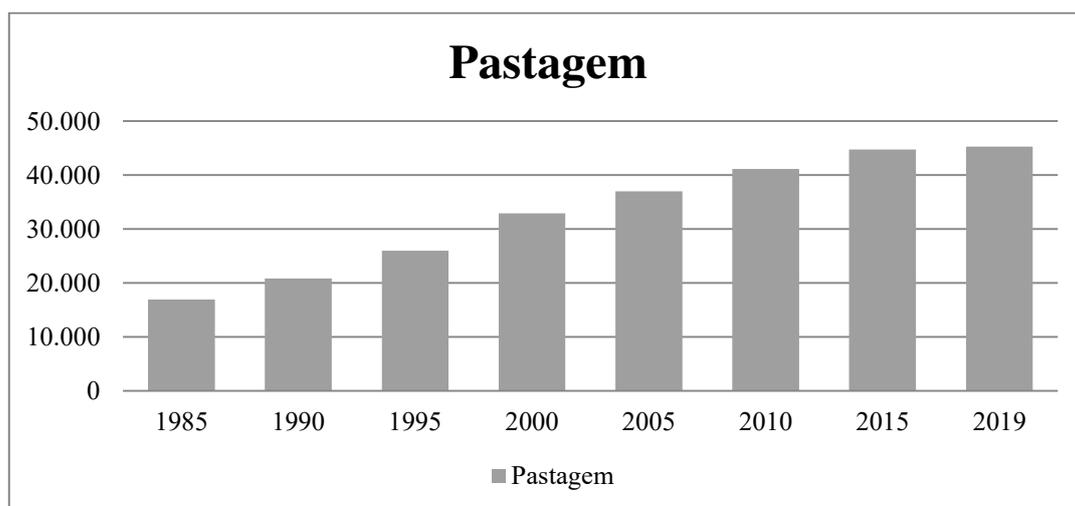
Grande parte da redução de cobertura vegetal natural se deu pela abertura de novas áreas destinadas principalmente às pastagens, mas também pra o cultivo da soja e floresta plantada proporcionando impactos negativos decorrentes da ocupação dessas áreas. Na Figura 10, percebe-se a dinâmica que ocorreu no espaço temporal de 1985-2019 das áreas antropizadas, com destaque: para a classe de áreas não vegetadas, nos anos de 1990 a 2000, que sofreu diminuições em sua área, voltando a aumentar somente a partir do ano de 2005; as lavouras temporárias no ano de 2005, aumentaram sua área consideravelmente correspondendo a 77,41% quando comparado com o período anterior analisado (2000), (Tabela 2).

Tabela 2. Expansão das áreas antropizadas (%)

	Floresta Plantada	Pastagem	Infraestrutura urbana	Áreas não vegetadas	Lavouras temporárias
1985 - 1990	-	18,64	37,14	31,06	76,53
1990 - 1995	-	19,96	12,52	17,44	2,41
1995 - 2000	-	20,97	20,00	2,32	93,64
2000 - 2005	94,45	11,03	13,79	21,49	77,41
2005 - 2010	73,13	10,08	14,07	17,05	66,67
2010 - 2015	19,27	8,07	14,55	5,14	21,18
2015 - 2019	9,78	1,23	11,23	17,07	58,45

Autora: Héliida Karla Cruz Milhomem (2021)

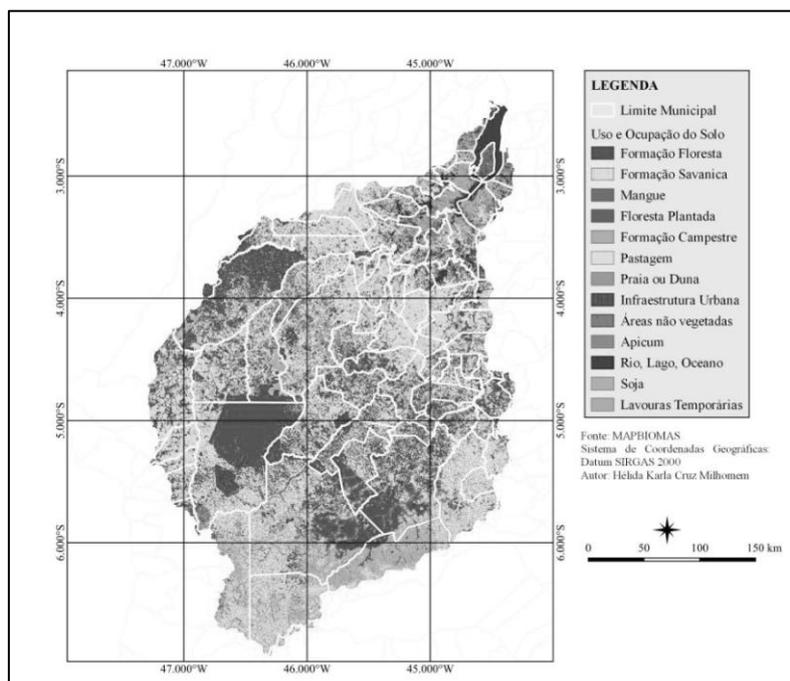
Os dados apresentados na Tabela 2 demonstram uma redução das classes formação floresta e formação savânica. Também foi registrado o aumento de formação campestre, floresta plantada, infraestrutura urbana, área não vegetada, lavouras temporárias e pastagem. Em contraste com os dados da Tabela 1 que apresenta perdas, a Tabela 2 apresenta a porcentagem de ganho de áreas antropizadas. Nos anos de 1990 até 2015, a dinâmica de uso e ocupação da terra se deu pela supressão de áreas vegetadas naturais e pela expansão das áreas de pastagens, que foi a atividade que mais se desenvolveu na região, bem como a introdução de novos tipos de cultivo e crescimento de áreas com infraestrutura urbana.

Figura 11. Gráfico de área de pastagem

Autora: Héliida Karla Cruz Milhomem (2021)

As áreas mais extensas apresentam domínio das áreas antrópicas agrícolas, retrato do histórico de ocupação do solo no Brasil (SANO, et al., 2007). A Figura 12, mostra com nitidez a expansão de áreas urbanizadas decorrente da antropização, que teve aumento significativo no decorrer dos anos, além disso, percebe-se o cenário das áreas que sofrem influência direta de ações antrópicas, o aumento significativo de áreas urbanizadas que se deve ao aumento populacional bem como ao êxodo rural (AZEVEDO, 2020), as áreas de pastagens tiveram o aumento de 62,60% sua área do ano de 1985 até 2019.

Figura 12. Mapa de uso e ocupação do solo da BH do Mearim - ano 2019



Autora: Héli da Karla Cruz Milhomem (2021)

Na Figura 12, que representa o último ano analisado (2019), observam-se grandes áreas de pastagens, mas também o crescimento de áreas destinadas ao plantio de florestas e ao cultivo da soja, revelando a supressão das áreas de vegetação naturais. Nas últimas décadas essa área sofreu mudanças drásticas, como consequência da sua incorporação ao processo produtivo. Tais mudanças têm causado impactos negativos do ponto de vista ambiental, em função da substituição de vegetações nativas pelo estabelecimento de pastagem (FREIRE et al., 2015).

5. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados neste estudo demonstram que a utilização de dados e técnicas de Sensoriamento Remoto apresentam-se como uma alternativa bastante viável e produz bons resultados para monitoramento e avaliação dos usos dos solos. Este estudo da evolução temporal dos usos e formas de ocupação do solo no intervalo de 34 anos constitui-se como importante instrumento para orientar tomadas de decisão aplicadas a políticas públicas e privadas em gestão e planejamento ambiental dessa importante bacia, pois permitiu reconhecer sua dinâmica e evolução temporal através do uso de técnicas de sensoriamento remoto.

Os resultados desta pesquisa atendem aos objetivos propostos, em que se almejava analisar a dinâmica do uso e ocupação da terra na bacia estudada, utilizando imagens de satélite. Tais usos e formas de ocupação geraram alterações físico-químicas nos recursos hídricos devido às atividades antrópicas, reconfigurando negativamente a paisagem natural da região. A caracterização ambiental da área da bacia hidrográfica do rio Mearim teve por finalidade identificar as formas de uso e ocupação do solo na área que compreende a bacia em estudo, buscando entender a influência dos processos naturais e das ações antrópicas na dinâmica da área, a bacia mostrou-se muito antropizada, revelando crescimento progressivo e desordenado bem como a ausência de políticas eficientes por parte do poder público.

A análise da dinâmica da paisagem na BH do rio Mearim revelou reduções de habitats naturais tanto em quantidade quanto em qualidade, uma vez que formações savânicas deram lugar a atividades agrícolas ou foram antropizadas, a ponto de se tornarem formações campestres. É inegável que as vegetações naturais sofreram perdas, pode-se destacar na diminuição das áreas de vegetação natural como a classe que ocorreu mudança mais representativa a Formação Floresta, por se tratar de uma classe de matriz florestal de maior ocorrência na bacia, já nas áreas de atividades antrópicas é nítida a transformação que ocorreram nessas áreas, destacando-se a classe de Pastagem, como a classe que mais cresceu no decorrer dos anos, apresentando avanço territorial significativo, o aumento dessas áreas e a diminuição de áreas vegetadas geram consequências negativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, T. M. **Análise Geossistêmica Aplicada ao Estudo da Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio São João de Tiba-BA.** 2014.

ARAÚJO, E; KUX, H. J. H; FLORENZANO, T. G. **Análise Multitemporal de Dois Bairros de Belo Horizonte (MG) Usando Classificação Orientada a Objetos de Imagens Quickbird e Inferências Espaciais.** In: BLASCHKE, T.; KUX, H. (Orgs.). *Sensoriamento Remoto e SIG Avançados - Novos Sistemas Sensores: métodos inovadores.* 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

AZEVEDO, B. R. M.; PIGA, F. G.; RODRIGUES, T. C. S. AZEVEDO, R. R. **Análise temporal da cobertura da terra em unidade de conservação no município de São Luís, Maranhão, Brasil.** *Formação (Online)*, v. 27, n. 51, p. 209-230, 2020.

BALBINOT, R.; OLIVEIRA, N. K.; VANZETTO, S. C.; PEDROSO, K.; VALERIO, A. F. **O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas - The forest role in the hydrological cycle at hydrological basins.** *Ambiência*, v. 4, n. 1, p. 131-149, 2008.

BARBOSA, M. E. F.; FURRIER, M. **Análise morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Guruji, litoral sul do estado da Paraíba.** *Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, v. 13, 2009.

BOTELHO, R. G. M.; DA SILVA, A. S. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental.** In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. *Reflexões sobre a geografia física no Brasil.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Constituição da República Federativa do Brasil,** 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm> Acesso em: 22 Mai 2020.

BITTENCOURT, L. F. F, BATISTA, G. T, CATELANI, C. S. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo de ocupação de solo de mata ciliar do rio Paraíba do Sul no município de Caçapava.** In: *Anais do I Seminário de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento do Vale do Paraíba – GEOVAP; 2006; Taubaté, Brasil. UNITAU; 2006. p. 89-99.*

CABRAL, S. L.; REIS, R. S. **Influência do uso e ocupação do solo na produção de sedimentos na bacia do rio Jacarecica**. Revista de Geografia. v.32, n. 2, 147-157, 2015.

CHRISTOFOLETTI, A. **A análise de bacias hidrográficas**. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, p. 102-127, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **A análise da densidade de drenagem e suas implicações geomorfológicas**. 1979.

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. **Bacia do Mearim é a maior do Maranhão**, 2014. Disponível em: <<https://www.codevasf.gov.br/noticias/2014/bacia-do-mearim-e-a-maior-do-maranhao>> Acesso em: 28 Jan. 2020.

ENCINA, C. C. C, MARQUES, M. R, DIODATO, M. A. **Geotecnologias Aplicadas À Análise Ambiental Da Bacia Hidrográfica Do Rio Olho D' Água, Município De Jardim, Mato Grosso Do Sul–Brasil**. Anuário do Instituto de Geociências, v. 41, n. 2, p. 577-584, 2019.

EPIPHANIO, J. C. N, GLERIANE, J. N, FORMAGGIO, A. R, RUDORFF, B. F. T. **Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão**. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 31, n. 6, p. 445-454, 1996.

FEIL, A. A; STRASBURG, V. J; SPILKI, F. R. **Variáveis Intervenientes na existência de comitês de bacias hidrográficas no Brasil**. Revista Ambiente & Água. v. 12, n. 2, 340-350, 2017.

FORESTI, C; HAMBURGER, D. S. **Sensoriamento remoto aplicado ao estudo do uso do solo urbano**. TAU-K-TORNISIELD, SM; GOBBI, N.; FOWLER, HG Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar. São Paulo: Editora Unesp, p. 143-149, 1995.

FREIRE, A.T.G.; SILVA, C.H.L.; ANDERSON, L.O.; ARAGÃO, L.E. O e C.; SILVA, F.B.; MENDES, J.J. **A zona de transição entre a Amazônia e o Cerrado no estado do Maranhão**. Parte I: Caracterização preliminar dos dados focos de queimadas. INPE, 2015.

GARCEZ, L. N; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. Editora Blucher, 1988.

LIMA, A. S. **Análise geomorfológica da bacia hidrográfica do Rio Mearim – MA a partir do quadro geológico regional.** Universidade Federal De Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2013, 143p. Tese de doutorado.

MARANHÃO. **Bacias hidrográficas e climatologia do Maranhão.** São Luis, MA. Núcleo Geoambiental, 2016. Disponível em: <<https://www.nugeo.uema.br/upnugeo/publicacoes/Bacias%20Hidrogr%C3%A1ficas%20e%20Climatologia%20-%20MA>>. Acesso em: 20 Mai 2020.

MARANHÃO. **Regiões Hidrográficas do Maranhão.** São Luis, MA. Núcleo Geoambiental, 2009. Disponível em: < https://www.nugeo.uema.br/?page_id=233>. Acesso em: 7 Jan 2021.

MONTES, M. L. **Zoneamento geoambiental do estado do maranhão.** Salvador, BA. 1997

NALDO, J; JUNIOR, J. **A luta pela terra frente à dinâmica territorial do agronegócio da soja no Maranhão: O caso da Microrregião de Chapadinha (1990–2015).** GOT: Revista de Geografia e Ordenamento do Território, n. 16, p. 251, 2019.

NUNES, J. F; ROIG, H. L. **Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto do descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa.** Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.39, n.1, p.25-36,2015.

OLIVEIRA, R. M. M; SANTOS, E. V; LIMA, K. C. **Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.** Engenharia Sanitaria e Ambiental, 2017, 22.3: 523-529.

PIRES, J. M, NASCIMENTO, M. D, SANTANA, R. M., & RIBEIRO, C. A. A. S. **Análise da exatidão de diferentes métodos de interpolação para geração de modelos digitais de elevação e obtenção de características morfométricas em bacias hidrográficas.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 10, n. 2, p. 39-47, 2005.

RIBEIRO, J. F & WALTER, B. M. T. **As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado.** In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora v. 2. Brasília: EMBRAPA-CERRADOS, 2008. 876 p.

ROCHA, P. C; SANTOS, A. A. **Análise hidrológica em bacias hidrográficas.** Mercator (Fortaleza), v. 17, 2018.

RODRIGUEZ, J. M. M. **La Cuestión Ambiental desde una Visión Sistémica.** Revista Ideas Ambientales de la Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales, nov, 2005

ROSA, R. **Geotecnologias na geografia aplicada.** Revista do Departamento de Geografia, v. 16, p. 81-90, 2005.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SANO, E. E, ROSA, R, BRITO, J. L. S., FERREIRA, L. G. **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: estratégias e resultados.** Embrapa Cerrados- Documentos (INFOTECA-E), 2007.

SCHUSSEL, Z; NETO, P. N. **Gestão por bacias hidrográficas: do debate teórico à gestão municipal.** Ambiente & Sociedade n São Paulo v. XVIII, n. 3 n p. 137-152 n jul.- set. 2015.)

SILVA, L. P. **Modelagem e geoprocessamento na identificação de áreas passíveis de riscos de inundação e erosão.** Relatório Técnico. CNPq-CTHIDRO – Fundo Setorial de Recursos Hídricos, 2005, 15 p.

SILVA, R. O. **Dinâmica Do Uso E Cobertura Do Solo Na Bacia Hidrográfica Do Rio Munim–MA, 1984–2018.** 2019.

SILVA, E. V; RODRIGUEZ, J. M. M. **Planejamento de bacias hidrográficas: considerações iniciais.** In: SILVA, Edson Vicente da; RODRIGUEZ, Jose Manuel Mateo; MEIRELES, Antonio Jeovah de Andrade. Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas: Planejamento e gestão de Bacias Hidrográficas - Tomo 1 – Fortaleza: Edições UFC, 2011. 149 p.

SIQUEIRA, M. N; FARIA, K. M. S. **Análise da dinâmica da paisagem no município de Rio Verde, Goiás, Brasil: uma ferramenta para a escolha de áreas prioritárias para a conservação.** Sociedade & Natureza, v. 31, 2019.

TEIXEIRA, O. P. B. **O Direito ao Meio Ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental.** Porto Alegre: Livraria do Advogado Ed., 2006.

TONELLO, K. C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das**

Pombas, Guanhões, MG. 2005. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.

TORRES, T. G. Geotecnologias na geração do divisor de bacias hidrográficas: um instrumento para a Política de Recursos Hídricos. 2007.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4). 1997

VILAR A. N.; BAPTISTA C. S. A Cobertura Vegetal e sua importância na análise morfodinâmica Da Bacia Hidrográfica Do Rio Taperoá – Nordeste Do Brasil/ Paraíba. Revista Geonorte, v. 3, n. 6, p. 365 - 378, 16 nov. 2012.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Rainfall energy and its relation to soil loss. Transactions of the American Geophysical Union, n. 39, p. 285-291, 1958.

WRUBLACK, S. C. Combined application of orbital remote sensing and geographic information system techniques on water resources management. 2016. 120 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.