

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO
SUL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GEOGRAFIA
UNIDADE DE JARDIM – MS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM
GEOGRAFIA**

JEAN CARLO DIONIZIO RODRIGUES

**O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SANTO ANTÔNIO: ANÁLISE
MULTITEMPORAL DO ANO DE 2007 E 2019**

Jardim/MS

2019

JEAN CARLO DIONIZIO RODRIGUES

**O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO SANTO ANTÔNIO: ANÁLISE MULTITEMPORAL DO ANO
DE 2007 E 2019**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Geografia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Jardim/MS, como pré-requisito para obtenção do grau de Licenciado em Geografia, sob orientação do Prof. Dr. Paulo Henrique Vieira

JARDIM/MS

2019

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Técnico de Biblioteca e Documentação
UEMS – Jardim

DIONIZIO, Jean Carlo Rodrigues.

Análise do Uso e Ocupação do Solo da bacia hidrográfica do
Rio Santo Antônio: Estudo multitemporal dos anos de 2007 e de
2019 / Jean Carlo Dionizio Rodrigues. Jardim, MS: [s.n.], 2019.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Vieira.

TCC (Graduação) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

1. SIG 2. Rio Santo Antônio 3. Uso e Ocupação do Solo

É concedida a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul a permissão para reproduzir cópias deste Trabalho de Conclusão de Curso, somente para fins acadêmicos e científicos.

Jean Carlo Dionizio Rodrigues

TERMO DE APROVAÇÃO

Jean Carlos Dionízio Rodrigues

O uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio: análise multitemporal do ano de 2007 e 2019

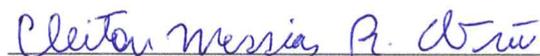
Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Geografia, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador (a): Prof^o Dr. Paulo Henrique Vieira – Presidente



UEMS – Jardim

Examinador 1: Prof^o Me. Cleiton Messias Rodrigues Abrão – 1º membro



Examinador 2: Prof^o Me. Rodolfo Portela Souza – 2º membro (Fundação Neotrópica)



Jardim, 18 de Novembro de 2019

DEDICATÓRIA

A DEUS, minha família e aos amigos.

Em especial ao meu pai e minha mãe, onde sempre se propuseram a meu ajudar nos momentos mais difíceis da minha vida e a educação e respeito que sempre me ensinaram ao longo de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS pelos caminhos trilhados até aqui, pelo meu sonho ser realidade, que é fazer uma faculdade pública, pois sem ELE, nada teria acontecido, e agradeço hoje e para todo o sempre.

Em segundo lugar, agradeço a minha mãe, LEILA DIONIZIO LEITE, por todos os conselhos dados, principalmente para fazer uma faculdade e que aqui estou hoje. E agradeço a toda minha família que sempre me apoiou em todas as decisões tomadas por mim.

Aos meus amigos Luiza, Renata e Kelvin pelos momentos engraçados e conturbados que passamos, mas que no final, juntos, conseguimos contornar a dificuldade e ajudarmos uns aos outros. Principalmente ao meu grande amigo Max Peterson, que sempre me deu apoio e conselhos ao longo do curso e da vida também.

Ao professor Dr.º Sidney Kuerten, que sempre me incentivou a correr atrás do conhecimento, dos meus sonhos e objetivos, e que me fez amar a Geografia de uma forma que seguirei ao longo de minha vida e que sempre irá ser um espelho e exemplo de profissional para mim. A todos os professores e amigos que fiz durante o curso, conversas, risadas, brigas, mas que valeram a pena para estar até aqui na reta final. A UEMS pelo suporte que me deu durante os quatro anos de graduação, e também pela bolsa de pesquisa, onde não apenas me ajudou financeiramente, mas também que me ajudou a ter e a buscar ainda mais conhecimento e pela orientação do professor Dr.º Paulo Henrique Vieira, pois com a ajuda e juntamente com a experiência nesse nicho científico, fez com que o projeto e o TCC fossem uma extensão de conhecimento para mim e o que vou levar por toda minha vida.

E por fim agradeço imensamente a Ambiental Pro, e principalmente a Henrique Gonzalez, por ministrar as aulas essenciais para adquirir os mapas temáticos que fiz, pelo seu profissionalismo, dedicação e atenção que teve para comigo, com excelência maior para todas as aulas de altíssima qualidade.

EPIGRAFE

*Não deixe que os seus medos
tomem o lugar dos seus sonhos.
(Walt Disney)*

RESUMO

Este trabalho realizou uma análise do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Santo Antônio, localizada entre os municípios de Guia Lopes da Laguna, Maracajú e Ponta Porã, utilizando produtos de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Através da análise de imagens de satélite, foi possível desenvolver mapas temáticos para estudos multitemporais do ano de 2007 e de 2019 para a comparação de ausência de vegetação por exemplo. Diante das classificações feitas, foi possível observar o aumento da agricultura estabelecida de aproximadamente 11,92% e com isso, se aponta uma necessidade de intervenção dos órgãos públicos competentes para estarem tomando as medidas necessárias.

Palavras-chave: SIG. Rio Santo Antônio. Uso e Ocupação do Solo, Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

This work analyzed the use and occupation of land in the Santo Antônio river basin, located between the municipalities of Guia Lopes da Laguna, Maracajú and Ponta Porã, using remote sensing products and geoprocessing techniques in a Geographic Information System (GIS). Through satellite image analysis, it was possible to develop thematic maps for multitemporal studies of 2007 and 2019 for comparison of absence of vegetation for example. Given the classifications made, it was possible to observe the increase of established agriculture of approximately 11.92% and with this, there is a need for intervention of the competent public agencies to be taking the necessary measures.

KEYWORD: GIS. River Santo Antônio. Land Use and Occupation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Área de estudo.....	20
Figura 2 - Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio...	21
Figura 3 - Mapa Hipsométrico da BHRSA.....	22
Figura 4 - Mapa Geológico da BHRSA.....	23
Figura 5 - Mapa Pedológico da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio.....	24
Figura 6 - Interface do software ArcGIS.....	26
Figura 7 - Mapa de uso e ocupação das terras cenários de 2007 e 2019 da BHRSA	28
Figura 8 - Área de pastagem e de agricultura (ao fundo) na Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio. É frequente o uso do solo para esses fins econômicos próximos aos cursos d'água.....	29
Figura 9 - Área visitada na Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio. Ao centro o curso d'água e na direita e a esquerda da imagem, a agricultura como fator antrópico.....	32

LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

Quadro 1 – Classificação de Uso e Ocupação do Solo.....	30
Gráfico 1 – Classificação Percentual de 2007 e 2019 da BHRSA.....	31

SUMÁRIO

CAPÍTULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
1.Introdução.....	13
1.1. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento	14
1.2. Geotecnologia aplicada a análise ambiental.....	15
1.3. O potencial do sensoriamento remoto para a análise ambiental.....	16
1.4. Aplicação do Sistema de Informação Geográfica.....	18
CAPÍTULO II: Caracterização da área de estudo.....	20
2.1. Declividade da área da BHRSA.....	20
2.2. Hipsometria da BHRSA.....	21
2.3. Geologia da BHRSA.....	22
2.4. Pedologia da BHRSA.....	23
CAPITULO III: Metodologia.....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS.....	35

CAPÍTULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1. INTRODUÇÃO

A questão de estudos sobre bacias hidrográficas é de grande importância para a Geografia, pois nas últimas décadas, os impactos sobre essas áreas têm influenciado não apenas o cotidiano de cidades e outros territórios, mas também a biodiversidade ao entorno desses corpos hídricos.

Como um exemplo, pode ser citado a questão da agricultura desenfreada em Áreas de Preservação Permanente, tanto no desmatamento da mata ciliar no entorno dos canais hídricos, mas também no uso de agrotóxicos que pelo solo, seu caminho final também são os canais.

Compreender as formas de mudança da bacia no uso e ocupação das terras que se intensificaram nos cenários de 2007 e de 2019, onde as análises mostram uma mudança visual considerável na bacia e que serão visto em resultados quantitativos na forma de tabela e gráficos comparativos durante os 12 anos em que se sucedeu a pesquisa.

A análise feita durante 12 anos foi desenvolvido com o objetivo de estender primeiramente o dinamismo que a bacia hidrográfica se apresenta e quais ações do uso e ocupação das terras ocorreu. A escolha dessa linha temporal determinante para o trabalho foi por conta disso, os resultados foram além de precisos, mas também de quanto maior a temporariedade, maior a diferença da classificação percentual e que mostra uma grande diferença.

Para o desenvolvimento desse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), realizou-se revisões bibliográficas sobre assuntos fundamentais para a abordagem da temática. Os temas irão tratar primeiramente sobre o conceito de bacia hidrográfica e da geotecnologia implantada para ações de análise ambiental (Sistema de Informação Geográfica, Sistema de Posicionamento Global, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto) e da análise multitemporal, nos quais foram de grande importância para a elaboração de mapas, e do uso e ocupação das terras da bacia hidrográfica do rio Santo Antônio.

Portanto, o uso das tecnologias a favor da Geografia faz com que as análises sejam precisas, para que as problemáticas estejam resolvidas. O estudo específico da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio é indispensável pois o debate atual dos recursos hídricos tem se dado ênfase e que é preciso se observar atentamente sobre.

1.1. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento

Os estudos sobre bacias hidrográficas têm se intensificado nos últimos anos, pelo fato da inserção do mesmo no meio ambiental, e socioeconômico. As ações antrópicas inseridas no contexto e no território faz com que os estudos se intensifiquem no embasamento teórico sobre a temática.

Fernandes e Silva (1994) dizem que a bacia hidrográfica, é, portanto, um receptor das interferências naturais e antrópicas em sua área (vegetação, clima, topografia, uso e ocupação das terras, entre outros). Para se debater e analisar sobre a bacia, é preciso um estudo detalhado, desde a nascente até o campo de exutório (foz), e que, durante esse trajeto, existe variações que em determinado momento, é imprescindível as análises acerca disso.

As bacias hidrográficas podem ser consideradas regiões separadas entre si pela sua topografia (divisores de águas), cujas áreas funcionam como receptores naturais das águas da chuva, ou seja, onde ocorre pelas suas características geográficas e topográficas, a captação de água (drenagem) para um rio principal e seus afluentes (GOLDENFUM, 2001). É composta basicamente de um conjunto de superfícies, chamadas vertentes, e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água e confluente, resultando em um leito único no exutório (SILVEIRA, 2001), comumente é considerada como uma determinada área de terreno que drena água, partículas de solo e material dissolvido para um ponto de saída comum, situado ao longo de um rio, riacho ou ribeirão (DUNNE; LEOPOLD, 1978,).

As análises que ocorrem dentro da bacia hidrográfica são de grande importância, pois mostra um dinamismo de ciclos que a mesma tem e quais as ações antrópicas e naturais ocorrem ao longo do seu trajeto e também de sua linha temporal. O manejo de bacias hidrográficas em áreas com regime de exploração apresenta grande dificuldade para o planejador conciliar a conservação dos recursos naturais com a exploração econômica desenfreada, principalmente quando os proprietários desconhecem os aspectos da conservação da água, solo e recursos naturais, uma vez que o tamanho da propriedade dificulta medidas de conservação e a proteção da área contra impactos ambientais (BARROSO, 1987).

O processo de degradação ambiental está relacionado com diversas atividades antrópicas que provocam efeitos negativos ou adversos no ambiente, comprometendo o equilíbrio deste como um todo (BITAR, 1997). As questões ambientais e de degradação

tem como principal fator a ação antrópica, o qual têm se intensificado nos últimos anos, e que, na região de estudo, a cultura do agronegócio é superior a outras atividades.

Com o desenvolvimento da tecnologia, as análises realizadas em bacias hidrográficas nos últimos anos têm ajudado e descoberto ações, tanto antrópicas, quanto naturais que antes não eram observadas, e com atuais ferramentas, as análises hidrológicas começaram a se intensificar e com isso, o avanço científico se tornou notório e determinando assim a ajuda em impactos ambientais, preservação, conservação, entre outros projetos, afim de evitar o uso indevido de grandes áreas próximos a cursos d'água.

1.2. Geotecnologia aplicada a análise ambiental

Nos últimos anos, as questões ambientais são analisadas por geotecnologias, que promovem a intensa procura científica para estudos precisos sobre determinadas áreas de interesse. O sensoriamento remoto assumiu grande importância no monitoramento de diversos fenômenos meteorológicos e ambientais, oferecendo grande suporte na previsão do tempo e na preservação ambiental (SILVA et al., 2005). O uso dessas ferramentas procura objetivar e dinamizar ainda mais as pesquisas com nível de detalhes maiores.

O termo geotecnologias é definido por Rosa (2011) como:

Um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informações com referência geográfica. São compostas por soluções de *hardware*, *software* e *peopleware* que juntas constituem-se em poderosos instrumentos como suporte a tomada de decisão. Dentre as geotecnologias destaca-se: a cartografia digital, o sensoriamento remoto, o sistema de posicionamento global, o sistema de informação geográfica, e os aplicativos gráficos disponíveis na *web* como o *Google Earth*, o *Microsoft Virtual Earth*, *Google Street View*, etc. (ROSA, 2011, p. 277).

As geotecnologias têm um potencial evidente quando avaliada sua capacidade de organização, armazenamento e análise de grande volume de dados e informações, bem como seu suporte aos estudos de variável temporal (FORNAZIEIRO; PANCHER, 2017).

A geotecnologia nas análises geográficas tem um papel importante, pois são ferramentas que auxiliam e buscam resultados precisos que vão desde ações naturais, até mesmo ações antrópicas que podem vir a ocorrer em determinado espaço. Os produtos que essas ferramentas produzem, são mapas temáticos, com o objetivo de demonstrar os resultados podem ser usados para solucionar problemas tanto ambientais, quanto sociais. Entre os mapas destacam-se os mapas temáticos, geralmente utilizam outros mapas como base e tem como objetivo fornecer a representação dos fenômenos existentes sobre a superfície terrestre, por meio de uma simbologia específica (FITZ, 2008).

A importância das geotecnologias no campo da Geografia, qualifica um estudo mais detalhado, e amostras de resultados precisas, como a confecção de mapas temáticos, como uso e ocupação do solo, erosões, ações, naturais, entre outros. Os aspectos naturais, antes observado por terra, atualmente as imagens de satélite cobre a demanda por uma análise mais minuciosa sobre o espaço geográfico em estudo.

Atualmente, as geotecnologias constituem ferramentas indispensáveis à detecção, avaliação e monitoramento dos problemas relacionados ao meio ambiente, devido à possibilidade de quantificação, identificação e localização de atividades antrópicas que estejam desestruturando o frágil equilíbrio do meio ambiente natural (AQUINO; VALLADARES, 2013).

Vale ressaltar o avanço nas questões ambientais em diferentes áreas do conhecimento, inclusive a área geográfica, o que permitiu a abrangente estudos e análises que antes eram apenas hipóteses, hoje se torna real.

1.3. O potencial do sensoriamento remoto para a análise ambiental

O sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, por meio da captação e o registro da energia refletida pela superfície terrestre (FLORENZANO, 2007). Trata-se de técnica de grande utilidade, pois permite em curto espaço de tempo, a obtenção de informações, por exemplo, a respeito do atual uso da terra (ROSA, 2009).

A utilização do sensoriamento remoto nas análises ambientais faz com que as ferramentas de análises geográficas objetivem o resultado final. Isso faz com que os dados orbitais obtenham papel fundamental na observação e conhecimento das áreas analisadas.

Na análise e gestão ambiental são utilizadas diversas técnicas que podem auxiliar os pesquisadores em Geografia, destacando-se o sensoriamento remoto. O desenvolvimento do sensoriamento remoto tem possibilitado resultados rápidos e mais satisfatórios em termos do conhecimento e da intervenção no território. Assim, o principal foco do sensoriamento remoto é prover auxílio para facilitar a identificação e a extração de elementos presentes nas imagens, para a sua posterior interpretação (CROSTA, 1999).

O auxílio dessa geotecnologia é de amplo conhecimento para questões ambientais e para outros nichos que usufruem de geoprocessamento, pois proporciona ao usuário um resultado final satisfatório para o entendimento dos processos ocorridos em determinadas áreas.

As técnicas de sensoriamento remoto desempenham um importante papel no planejamento dos ambientes urbanos, como também de áreas rurais, pois as imagens destacam diferentes características dos objetos permitindo verificar a extensão e a intensidade das alterações provocadas por eventos naturais ou pela atividade antrópica (MENESES; ALMEIDA, 2012).

Sobre a interpretação das imagens pelo usuário, é necessária uma primeira análise referente ao ambiente de estudo, sobre sua forma, o dinamismo e os impactos que as ações antrópicas podem ou poderão ocorrer futuramente.

No que se refere à análise e interpretação de imagens do sensoriamento remoto, Florenzano (2007) enfatiza:

A partir da análise e interpretação de imagens de sensores remotos, os conceitos geográficos de lugar, localização, interação homem/meio, região e movimento (dinâmica) podem ser articulados. As imagens são um recurso que permite determinar configurações que vão da visão do planeta Terra à visão de um Estado, região ou localidade. Quanto aos aspectos físicos, pode-se observar a repartição entre terras e oceanos; a distribuição de grandes unidades estruturais, como cadeia de montanhas, localização de cursos d'água e feições relacionadas a estes (meandros, deltas, etc.) e aos relevos continental (escarpas, cristas, morros, colinas, etc.); a evolução da cobertura vegetal, a configuração, organização e expansão das grandes cidades; o fenômeno da conturbação bem como as características e a evolução das áreas agrícolas (FLORENZANO, 2007, p.94).

Outro uso das imagens é na identificação de classes de uso e ocupação das terras, o qual permite compreender a organização do espaço, ou as mudanças que ocorreram ao longo do tempo, através das análises multitemporais (VIEIRA, 2018). A detecção das mudanças de uso e cobertura da terra permite relacionar os impactos ambientais daí decorrentes e obter indicadores-chave para análises ambientais a partir da mensuração espaço-temporal dessas alterações (MEYER; TURNER, 1996).

As interpretações e análises em um primeiro momento devem auxiliar em quais etapas que serão revisadas, por exemplo, análises hidrológicas, análises de solo, entre outras. É importante uma tomada de decisão em que as imagens determinem o que é mais criterioso quanto a sua problemática.

1.4. Aplicação do Sistema de Informação Geográfica

O SIG (Sistema de Informação Geográfica) é uma ferramenta de total importância no que diz respeito às geotecnologias e as análises do território de estudo. [...] pode-se definir SIG como um sistema computacional que permite a integração e manipulação de informações, com o objetivo de compor um banco de dados para melhor compreensão da área de estudo (RODRIGUES, 2019).

Os SIGs vêm sendo utilizados nas mais diversas aplicações ambientais que envolvem integração e análise de dados espaciais em diferentes escalas, pois são muito eficazes na solução de problemas com a topologia de um mapa e diversas projeções cartográficas (MATTIKALLI et al., 1995).

Essa ferramenta nos últimos anos tem intensificado os estudos em diversas áreas do conhecimento, sobretudo a Geografia, onde a busca por uma melhor análise, sua problemática e as soluções precisam de uma informação completa, objetivando legitimamente a ciência tecnológica e estudos críticos. A manipulação de dados para um desenvolvimento analítico e seu uso para determinar problemas em áreas, deve-se ao conhecimento primeiramente de pessoas que consigam dominar o Sistema de Informação Geográfica e um conhecimento quanto a informática básica.

Rosa (2009) destaca os elementos e os define como:

- **Software:** conjunto de programas, cuja finalidade básica é coletar, armazenar, processar e analisar dados geográficos, tirando partido do aumento da velocidade, facilidade de uso e segurança no manuseio destas informações, apontando para uma perspectiva multi, intra e interdisciplinar de sua utilização;
- **Hardware:** conjunto de equipamentos necessários para que o software possa desempenhar as funções descritas. Trata-se do componente físico do sistema envolvendo o computador e seus periféricos, ou equipamentos auxiliares;
- **Dados:** é o material bruto que alimenta o sistema, permitindo gerar informação. Os dados utilizados em um SIG podem ser originários de diversas fontes, que podem ser classificadas genericamente em primárias (levantamento direto no campo ou produto obtidos por sensores remotos) e em secundárias (mapas e estatísticas), que são derivados das fontes primárias.
- **Usuários:** são pessoas com objetivos comuns que formam uma organização ou grupo de trabalho. A integração e aplicação para tornar os resultados

eficientes, torna-se essencial o treinamento de pessoal, usuários e dirigentes para maximizar o potencial de uso de uma nova tecnologia.

- **Metodologias ou técnicas de análise:** estão diretamente ligadas ao conhecimento e à experiência do profissional que, a partir de um objetivo definido, submete seus dados a um tratamento específico para obter os resultados desejados. Este aspecto mostra que a qualidade dos resultados de um SIG não está ligada somente à sua sofisticação e capacidade de processamento. Muito mais que isso, é proporcional à experiência do usuário.

Um SIG é constituído por um conjunto de “ferramentas” especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais. Esses dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento, com relação a um sistema de coordenadas, seus atributos não aparentes (como a cor, pH, custo, incidência de pragas, etc.) e das relações topológicas existentes. Portanto, é uma tecnologia que pode ser utilizado em estudos relativos ao meio ambiente e recursos naturais, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo do mundo real (BURROUGH, 1986).

Em relação ao SIG, é de extrema importância quanto ao seu uso nas análises ambientais, pois o seu uso é indispensável para questões de estudos físicos, além disso, faz com que o conjunto de informações caracterizada em imagem seja facilmente interpretado afim de, salientar e enfatizar as ações sobrepostas em determinadas áreas.

CAPÍTULO II: Caracterização da área de estudo

A BHRSA (Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio) se localiza nos municípios de Maracajú, Ponta Porã e Guia Lopes da Laguna (Figura 1), onde o último ocupa a maior parcela do território da bacia. Sua área é de aproximadamente 1.190,7 km² e é uma sub-bacia do Rio Miranda e que faz parte da composição da Bacia do Pantanal.

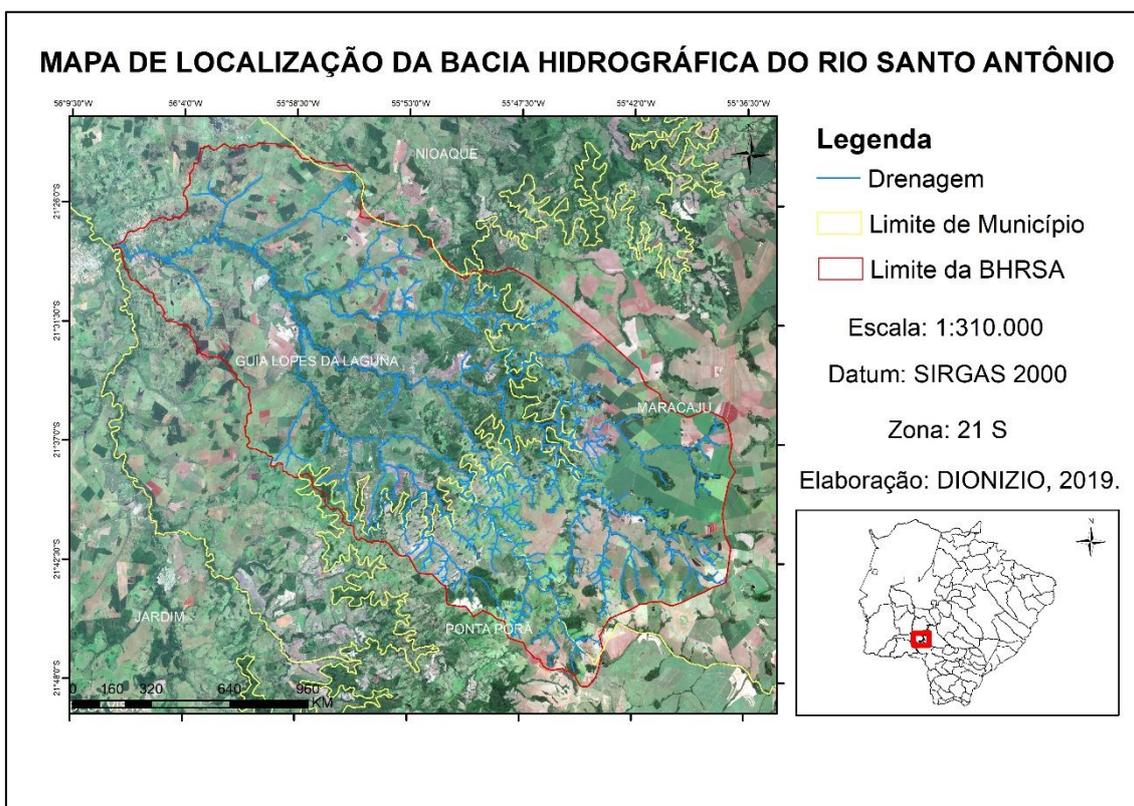


Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio
Fonte: IBGE 2019

2.1. Declividade da área da BHRSA

A área da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio se caracteriza principalmente por áreas planas, mas há na região central áreas com declive mais acentuados (até 20%).

Com esse dinamismo de declive, a área central é de grande influência, pois resulta pela força energética da bacia quanto ao potencial de caminhos que os sedimentos podem ser depositados.

O termo declividade refere-se à inclinação do relevo em relação ao horizonte. A declividade guarda relação direta com a velocidade de transformação da energia potencial em energia cinética e, portanto, com a velocidade das massas de água em movimento

responsáveis pelo “*runoff*”. Quanto maior a declividade mais rapidamente a energia potencial das águas pluviais transforma-se em energia cinética e maior é, também, a velocidade das massas de água e sua capacidade de transporte, responsáveis pela erosão que esculpe as formas de relevo e, portanto, prevalece a morfogênese. (CREPANI et.al 2001).

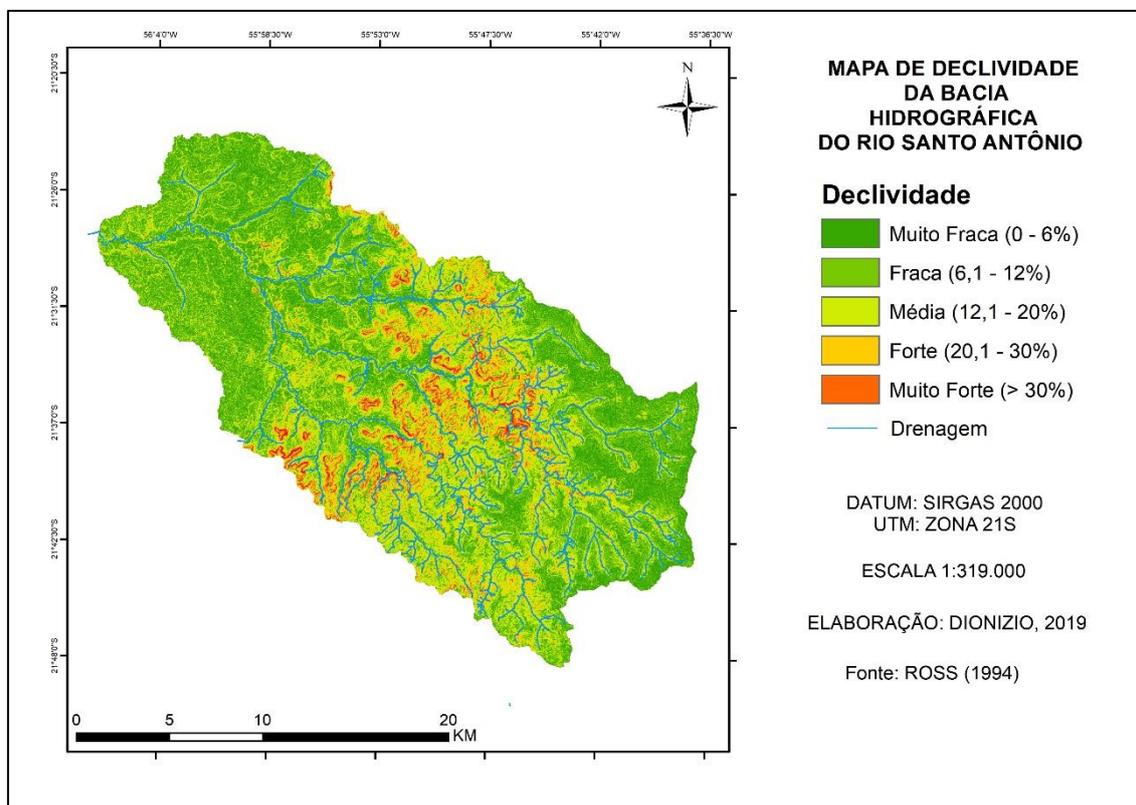


Figura 2 - Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio

2.2. Hipsometria da BHRSA

Define-se curva de nível como sendo o lugar geométrico de pontos de mesma cota ou altitude. Obviamente, em uma dada porção de terreno, todos os pontos que tiverem a mesma cota pertencerão à mesma curva de nível. As curvas de nível são a melhor representação do relevo do solo em plantas, mapas ou cartas por ser o processo que possibilita a visualização eficaz. Esta representação permite também conhecer a diferença de nível entre dois ou mais pontos, seja qual for a distância que os separe (VILAÇA, 2002).

O mapa hipsométrico da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio (Figura 3) baseou-se em amostragem de curvas de nível, afim de salientar os picos do local (de 571 metros a 690 metros) e as áreas mais baixas (de 220 metros a 300 metros) e também, para que se possa analisar a dinâmica de sua área física.

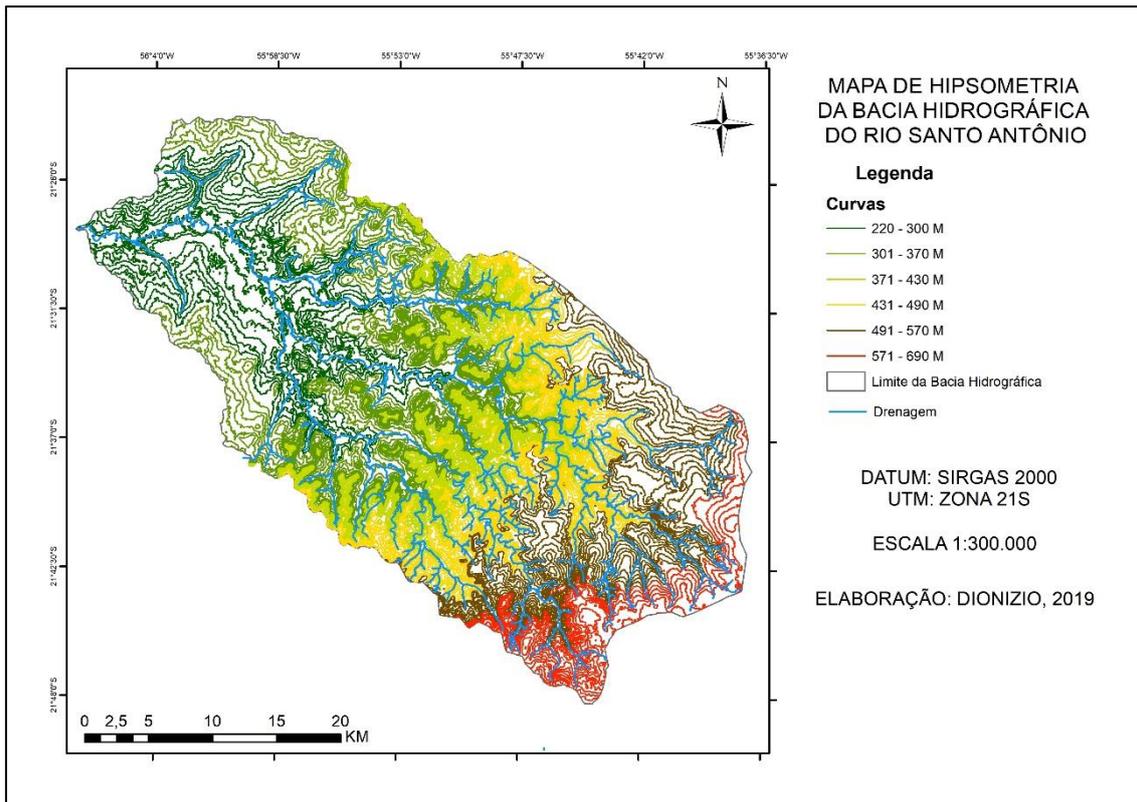


Figura 3 - Mapa Hipsométrico da BHRSA

2.3. Geologia da BHRSA

A área da BHRSA é formada por cinco unidades geológicas (Figura 4), de acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2006), são caracterizados da seguinte forma:

- **Formação Aquidauana (Grupo Itararé):** Ocupa pouco mais de 14.000 km² do território sul-mato-grossense. Com composições de arenito vermelho róseo, médio a grosso, diamictito, arenito esbranquiçado, conglomerado, siltito, folhelho e arenito fino laminado, vermelho a róseo, intercalações de diamictito e folhelho de cor cinza-esverdeado. Ambiente continental, fluvial e lacustre, associação em direção ao sul da bacia, com depósitos glaciais. Sua Era de formação é o carbonífero.
- **Formação Botucatú (Grupo São Bento):** Ocupa cerca de 18.807 km² no estado. Os afloramentos nessa região são raros e seus litotipos são arenitos finos a grossos de coloração avermelhada. Ambiente continental desértico, depósitos de dunas. Seu período de formação se dá entre o período jurássico e o cretáceo.
- **Formação Caiuá (Grupo Caiuá Indiviso):** Arenito quartzoso a subarcoseano, fino a médio, arenito quartzoso a subarcoseano, fino a médio. Ambiente

continental desértico: dunas eólicas, interdunas e lagos efêmeros. Seu período de formação foi o cretáceo.

- **Formação Serra Geral (Grupo São Bento):** Ocupa 45.660 km² da área do estado, onde seu litótipo principal é o basalto, intercalando também camadas de arenito e litoarenito. Os afloramentos são em forma de estruturas colunares, geralmente desagregadas em blocos e matacões arredondados. Seu período de formação foi entre o período jurássico e o cretáceo.

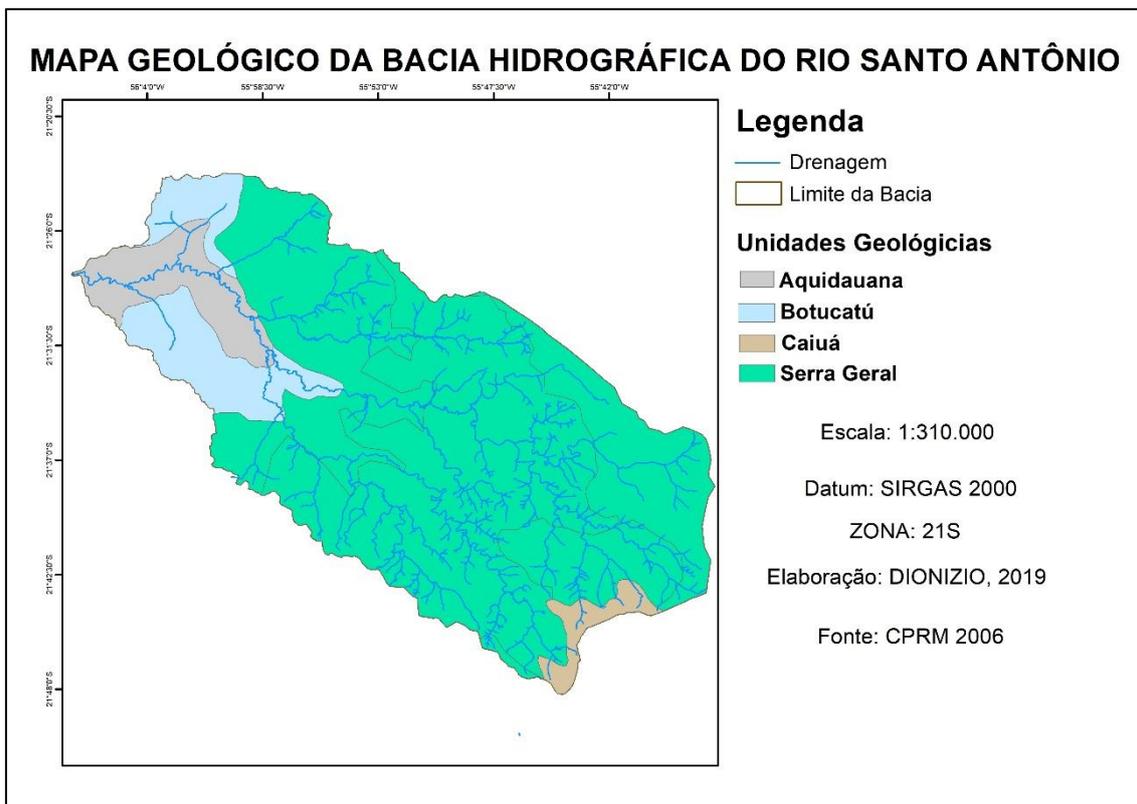


Figura 4 - Mapa Geológico da BHRS.

2.4. Pedologia da BHRSA

Os perfis pedológicos encontrados na área da BHRSA (Figura 5), que foram quatro, são definidos assim pelo IBGE (2009):

- **Plintossolos Argilúvicos:** Apresentam drenagem variável, podendo ocorrer excesso de água temporário até excesso prolongado de água durante o ano.
- **Nitossolo Vermelho:** São argilosos, com estrutura em blocos fortemente desenvolvidos, derivados de rochas básicas e ultrabásicas, com diferenciação de horizontes pouco notáveis e apresentam grande importância agrônômica. Apresentam alto

risco de erosão devido aos relevos acidentados a que estes solos estão associados. Abstraindo-se o relevo, são aptos a todos os usos agropastoris e florestais adaptados às condições climáticas.

- **Neossolo Litólico:** Compreendem solos rasos, onde geralmente a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm, estando associados normalmente a relevos mais declivosos. Sua fertilidade está condicionada à soma de bases a à presença de alumínio, sendo maior nos eutróficos e mais limitada nos distróficos e alícos.

- **Latossolo Vermelho:** Apresentam cores vermelhas acentuadas, devido aos teores mais altos e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário em ambientes bem drenados, e características de cor, textura e estrutura uniformes em profundidade. Ocorrem predominantemente em áreas de relevo plano e suave ondulado, propiciando a mecanização agrícola.

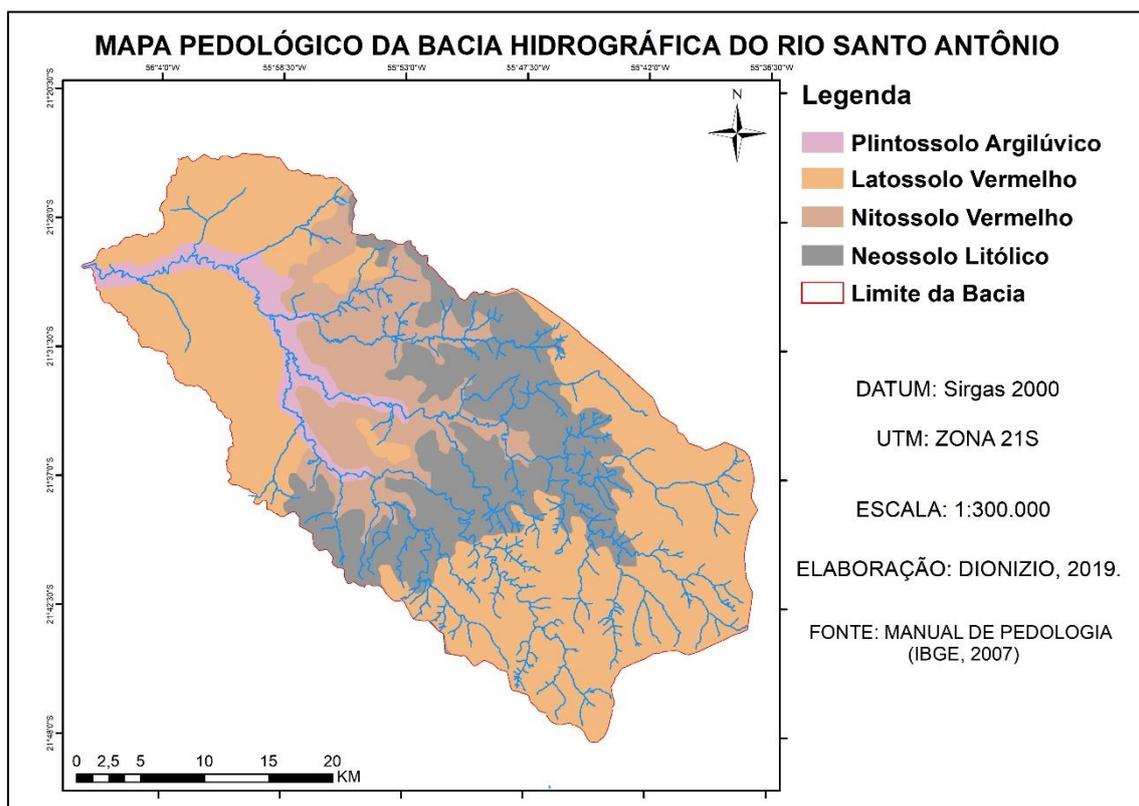


Figura 5 - Mapa pedológico da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio

CAPITULO III: Metodologia

Visando atingir os objetivos propostos, em conjunto com a Fundação Neotrópica do Brasil, desenvolveu-se uma planilha para melhorar a metodologia e organização do trabalho. Desta forma, a metodologia da pesquisa, dividiu-se nas seguintes etapas:

Etapa 1 – Revisão Bibliográfica baseando nas leituras de artigos, jornais, revistas científicas, entre outros meios de aquisição da abordagem do tema, onde destacam-se: ROSA (2009, 2011); RODRIGUES et. al. (2019); CREPANI et. al. (2001) e MIRANDOLA (2006). Esses autores citados foram de suma importância para a fundamentação teórica referente à bacia hidrográfica, as geotecnologias e as análises multitemporais.

Diante disso, elaborou-se mapas, como de declividade, utilizando a classificação de Ross (1994) e outros mapas (pedológico e geomorfológico) foram elaborados por leituras específicas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Etapa 2 – Reunião periódica com os professores e com a equipe da Fundação Neotrópica do Brasil, com o intuito de levantar dados e a contribuição de ferramentas (imagens orbitais, Sistema de Posicionamento Global, Softwares e Veículos Aéreos Não Tripulados), como também em relação aos trabalhos de campo, visando um melhor entendimento do objeto de estudo.

Etapa 3 – O uso do software de SIG ArcGis®10.2 como ferramenta para geoprocessamento e georreferenciamento dos dados obtidos por satélites, onde busca demonstrar uma clareza de detalhes na criação de mapas para entendimento da parte física da bacia. Os downloads (shapefiles e folhas de localização) da área foram baixados no portfólio de informações do IBGE e inseridos na interface do ArcGis (Figura 6).

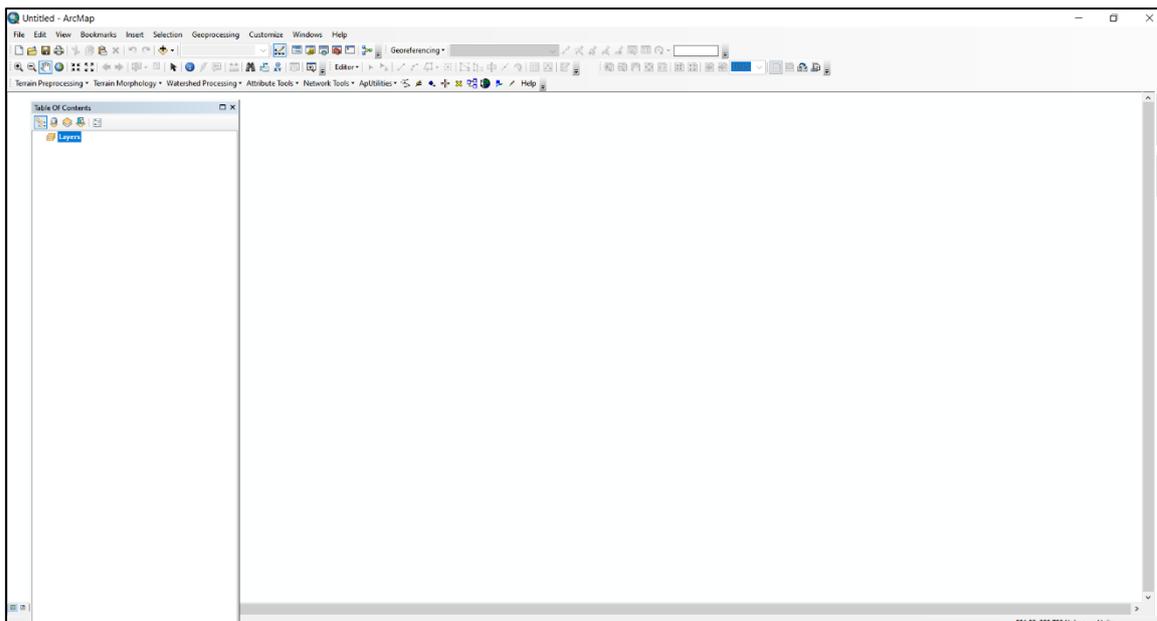


Figura 6 - Interface do software ArcGIS.

Fonte: DIONIZIO (2019).

Além de levantamentos de satélite (imagens de satélite, imagens SRTM) da área de estudo. Os dados obtidos por imagens de satélites foram retirados do site Earth Explorer, onde obteve-se as análises da imagem do ano atual (2019) pelo satélite Sentinel-2 (Satélite do Programa Copernicus, criado pela União Europeia), datado no dia 30 de março de 2019, com resolução espacial de 10 metros. A escolha desse satélite ocorre pelo fato da boa resolução espacial, pois o uso das 13 bandas garante uma diferenciação espacial dos objetos da imagem orbital e pelo qual foi escolhida a banda espectral R8 G4 B3 para melhor classificação posterior.

O satélite Landsat-5 (criado pela Agência Espacial Norte Americana – NASA) foi utilizada para obter imagem do ano de 2007 (20 de abril de 2007) com resolução espacial de 30 metros. As coordenadas referentes as imagens (dos dois satélites) foram o Datum Sirgas 2000, zona 21S e com a banda espectral R5 G4 B3 para melhor classificação posteriormente. Os usos dos satélites foram determinantes para comparação de cenários.

Para a elaboração dos mapas utilizou-se as bandas espectrais chamadas RGB (Red, Green e Blue). Criou-se shapefiles em determinadas imagens, como por exemplo os limites e os cursos hidrológicos, pois na sobreposição das imagens, eram visíveis a discordância da distância entre um curso d'água e outro. Isso ocorre devido ao direcionamento do satélite, haja visto que o Landsat-5 foi lançado em 1984, e o sentinel-2, em 2015 e com isso, ocorre a diferenciação posicional e também visual, pelo fato de que a imagem mais recente está com maior detalhamento visual do que a outra.

Para elaborar os mapas dos cenários de 2007 e 2019 utilizou-se a metodologia da classificação supervisionada, onde as classes são denominadas pelo próprio usuário e processadas pelo software ArcGis.

O uso do ArcGis, auxiliou nas análises e conclusões a serem tomadas. Porém encontrou-se dificuldade, principalmente com o satélite Landsat 5, onde ocorreram ruídos nas imagens, por conta do erro com as bandas espectrais do próprio satélite, e pela idade do mesmo, o que influencia grandemente, na questão da resolução visual do objeto em estudo. Além disso, houve dificuldade em diferenciar as classes de uso e ocupação das terras com o satélite Landsat 5, pois o mesmo apresenta uma resolução espacial de 30 metros.

Na questão de classificação de uso e ocupação do solo da BHRSA, houve 12 tentativas com o Landsat 5, o qual apresenta uma resolução espacial maior, e de difícil distinção dos pixels da imagem. Enquanto que no Sentinel 2, houve menos tentativas (6 ensaios) e uma melhor exatidão do mapa.

Ao Sentinel 2, as bandas espectrais usadas foram as cores falsas (R4, G8, B3), e tem maior detalhe de resolução (10 metros por pixel) dando assim uma maior clareza no resultado.

Um erro que foi perceptivo foi na questão da classificação exclusivamente entre a questão da área de vegetação rasteira/Pecuária, solo exposto e a área agrícola estabelecida, em ambos os satélites, pois os pixels se tornam quase idênticos e difíceis de serem subdivididos, e então, o algoritmo para o software é igual, resultando assim em áreas praticamente idênticas. Para essa determinação, foram analisadas imagens do Google Earth como suporte nos dois cenários.

Etapa 4 – Saídas de campo “in loco”, esta etapa é realizada com o intuito de conhecer o território, para melhor noção de problemas existentes e evitar erros em uma análise de mapeamento. A trajetória percorrida ocorreu durante os dias 25 de abril de 2019 e 04 de junho de 2019, os quais foram fundamentais para análise da dinâmica natural dos cursos d’água e de ações antrópicas ocorridas em grandes extensões. Os deslocamentos foram feitos juntamente com a FNB (Fundação Neotrópica do Brasil). Além disso, realizou-se registros fotográficos do local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das pesquisas realizadas com dados secundários, leituras que complementam a análise científica, e juntamente com as características físicas elaboradas através do tratamento das imagens de satélite, elaborou-se as análises multitemporais.

Com base nos dados obtidos, a Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio, tem cerca de 1.190,7 Km², e apresenta 6 classes de uso e ocupação das terras: vegetação rasteira/pecuária; vegetação arbustiva/arbórea; solo exposto; área agrícola estabelecida; zona úmida; e área urbanizada (Figura 7).

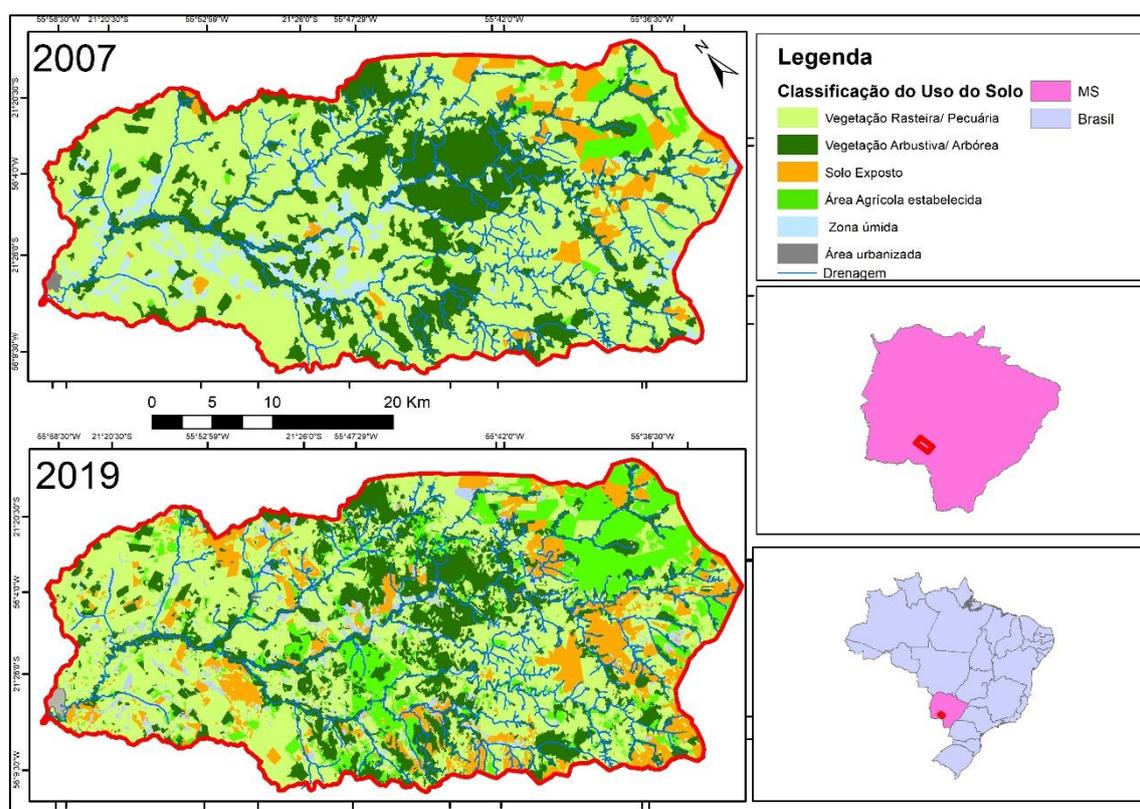


Figura 7 - Mapa de uso e ocupação das terras cenários de 2007 e 2019 da BHRSA

Fonte: DIONIZIO (2019).

Os resultados obtidos através dos mapas mostram uma diferença visual. É perceptível o grande avanço antrópico (agricultura e pecuária, principalmente) em áreas, anteriormente, ocupadas pela vegetação, o que acarreta numa diminuição da biodiversidade da bacia.

Observa-se na região oeste (Figura7), no ano de 2007, que há uma grande quantidade de área úmida e pastagens. Ainda na região oeste, verifica-se trechos dos

canais d'água uma quantidade considerável de vegetação, ou seja, uma área com percentual aceitável de APP (Área de Preservação Permanente).

No caso da área central da bacia, no cenário de 2007, a área de vegetação arbórea é mais densa, mas em alguns lugares pontuais, há a intervenção antrópica (pastagens) no local. Na região das nascentes é onde se observa a maior intervenção antrópica da bacia, onde ocorre área de grande extensão de pastagem, áreas agrícolas estabelecidas e solo exposto.

No ano de 2019, há uma alteração visualmente mostrada no mapa, principalmente, na região central da bacia, onde ocorre uma diminuição da vegetação arbórea e um avanço da agricultura e da pecuária.

Na região leste, há o avanço da agricultura e da pecuária, como também o aumento da classe de solo exposto. O que antes, em 2007, era ocupado por vegetação rasteira. Observa-se no mapa que as classes de vegetação (rasteira e arbórea) apresentam diminuição nesse intervalo de 12 anos, enquanto que a agricultura aumenta (Figura 8).



Figura 8 - Área de pastagem e de agricultura (ao fundo) na Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio. É frequente o uso do solo para esses fins econômicos próximos aos cursos d'água.

Fonte: DIONIZIO (2019).

No quadro 1, observa-se a extensão das classes de uso e ocupação das terras (2007 e 2019) assim como a percentagem dessas classes

Quadro 1 – Classificação de Uso e Ocupação do Solo

Classificação	Área (Km ²)		Classificação Percentual (%)	
	2007	2019	2007	2019
Vegetação Rasteira/Pecuária	726,22	540,30	61,04%	45,38%
Vegetação Arbustiva/Arbórea	310,13	284,87	26,07%	23,92%
Solo Exposto	57,68	144,26	4,85%	12,12%
Área Agrícola Estabelecida	26,40	165,71	2,22%	13,92%
Zona Úmida	67,47	52,72	5,67%	4,43%
Área Urbanizada	1,93	2,84	0,16%	0,24%
TOTAL	1189,8	1190,7	100%	100%

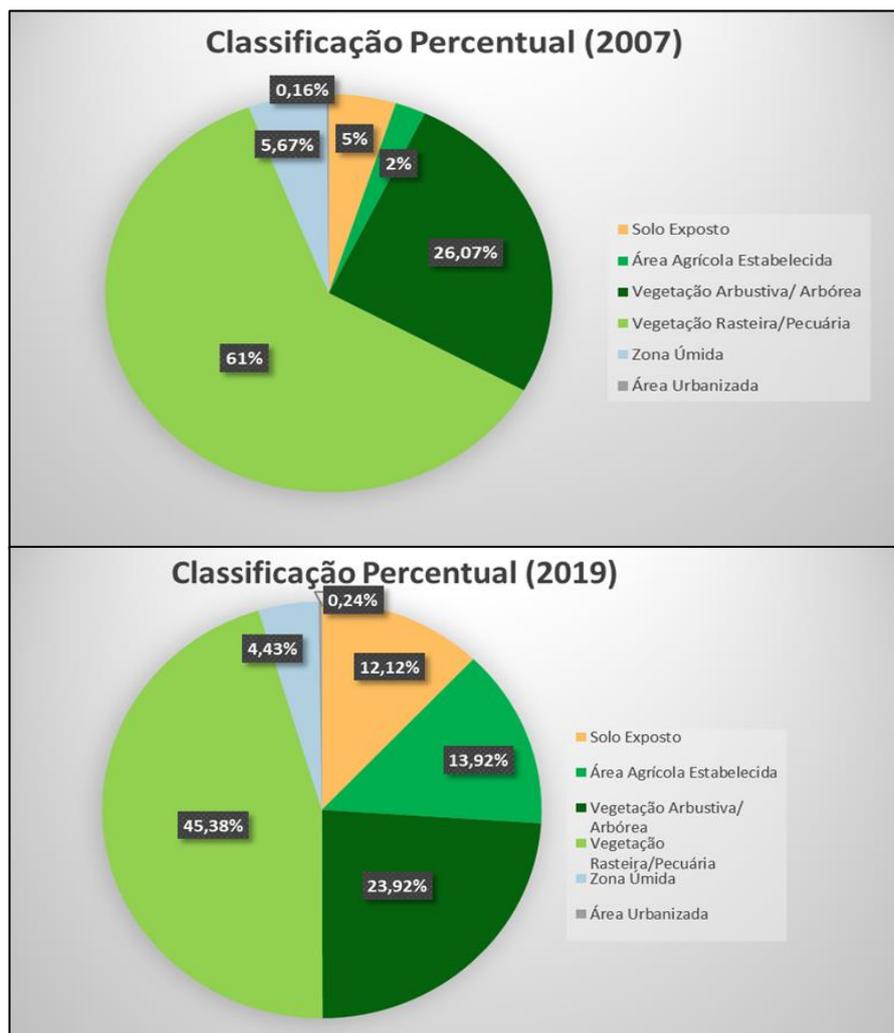
Fonte: Dionizio (2019).

O quadro 1 mostra uma diferença das classes de uso e ocupação das terras durante os 12 anos que se passaram no local. É possível observar um aumento (aproximadamente cerca de 18,97% em áreas agrícolas estabelecidas e solo exposto) gradativo em determinadas classes da bacia, como por exemplo, as áreas agrícolas estabelecidas, juntamente com o solo exposto, principalmente, próximos as nascentes dos cursos d'água. Porém observa-se uma diminuição (aproximadamente de 15%) da vegetação rasteira/pecuária.

A diminuição (cerca de 1,24%) das áreas alagadas/zonas úmidas ocorreu também, por ações antrópicas, pois algumas áreas foram tomadas por áreas de agricultura, o que se determina assim, um avanço prejudicial aos cursos d'água, pois essas áreas alagadas estão nas imediações dos mesmos.

Além disso, houve um pequeno aumento da área urbana de Guia Lopes da Laguna/MS, e com o avanço da cidade a beira do Rio Santo Antônio, torna-se possível a degradação dessas áreas ao longo do curso d'água. Tais diferenças podem ser observadas no gráfico 1:

Gráfico 1 – Classificação Percentual de 2007 e 2019 da BHRSA



Fonte: Dionizio (2019).

Os resultados nos gráficos mostram a disparidade em todas as classes que foram expostas, onde houve uma diminuição da vegetação arbustiva/arbórea, e um grande aumento de áreas com intervenção antrópica, onde a agricultura e a pecuária obtiveram destaque nessa alteração da paisagem.

Nos trabalhos de campo, constatou-se as análises multitemporais e as alterações feitas ao longo dos anos no território da bacia, com auxílio do VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), o que fez com que as observações pudessem ser feitas com maior notoriedade (Figura 9), dando assim uma comparação próxima do real.



Figura 9 - Área visitada na Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio. Ao centro o curso d'água e na direita e a esquerda da imagem, a agricultura como fator antrópico.

Fonte: Fundação Neotrópica do Brasil (2019)

Isso mostra que os resultados obtiveram êxito, pois essa imagem (figura 9) nos determina a dimensão do que a ação antrópica tem provocado na região. Apesar de sua dimensão ser de grandes quilômetros quadrados, conjuntamente com as análises de satélite, o geoprocessamento, os resultados adquiridos, as viagens a campo e o VANT, faz com que o trabalho realizado se torne o mais realista possível ao que vem se desenvolvendo no uso e ocupação das terras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do trabalho realizado, foi possível constatar que a utilização do SIG foi de fundamental importância para a obtenção de resultados do uso e ocupação do solo da BHRSA. Com o uso da ferramenta SIG, diante da vasta área estudada, tornou-se ágil os resultados, pois sem a ferramenta, apenas com a visita a campo, determinaria anos de estudos para que se fossem concluídos e com análises e resultados poucos satisfatórios.

Quanto ao Uso e Ocupação do Solo na BHRSA, é de extrema atenção o agravante que vem crescendo ao longo do tempo na região, principalmente ao centro da área, pois visivelmente é perceptível a mudança e que poderá há algumas décadas a frente, a perda da vegetação arbórea que se tem no local. Uma das análises dessa perda de vegetação, é o fato do crescimento da agricultura e pecuária nessa área, e com isso, torna-se viável aos donos das terras a abertura de estradas para o escoamento da produção, ou seja, com essa abertura para o fluxo das mercadorias, que antes acontecia as bordas da bacia, hoje os caminhos são ao centro, tornando assim cada vez mais visível o uso de estradas vicinais para tal uso econômico e, outra análise, é na questão da APP, onde também com o avanço antrópico referente a agricultura e pecuária de uso deliberado dessas ocupações, ocorre ao longo dos cursos d'água, o excesso de sedimentos transportados e ocorrendo o chamado “bancos de areia”, onde esse efeito se mostra por conta de ações como o desmatamento de vegetação nativa em margens.

Com os resultados já finalizados, este trabalho será encaminhado ao Ministério Público de Jardim (MS) para auxílio da promotoria em ações futuras. Com os dados obtidos, irá ser possível por meio do poder público a implementação de autuações referentes aos locais que poderão estar infringindo leis ambientais ou poderá ter ações de conscientização para proteção e recuperação de áreas desmatadas.

Portanto, as etapas que se concluíram nesse trabalho foram fundamentais para os resultados satisfatórios obtidos, com maior destaque as revisões bibliográficas referentes as geotecnologias e conjuntamente sobre as bacias hidrográficas, onde as análises de dados sobre o local, o contexto que a bacia detêm como importância para o Rio Miranda, e o uso do SIG para os resultados, faz com que a área da BHRSA obtenha destaque na questão da preservação de sua área.

As visitas a campo foram de fundamental importância, pois foram por meio dessas que se obteve um resultado próximo do real, comparando com os mapas temáticos feitos.

Existem pontos que ainda precisam ser visitados e estudados para ter maior exatidão sobre quais ações atingiram tal localidade. Com os estudos e produtos cartográficos feitos, é preciso a necessidade de aprofundar determinadas áreas da BHRSA para futuros estudos científicos, pois a carência de análises feitas na região faz com que seja preciso um maior detalhamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, C. M. S de.; VALLADARES, G. S. **Geografia, Geotecnologias e Planejamento Ambiental**. Revista geografia. Londrina, v.22, nº1, p.117-138, 2013.
- BARROSO, N.G. **Análise comparativa entre métodos de estudos de impacto ambiental na bacia hidrográfica do Rio Itajaí-Mirim, SC**. 1987, 135 fls. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, 1987.
- BITAR, O.Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. 185 p. Tese (Doutorado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford, Clarendon Press, 1986. 193 p.
- CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas – SIG e Mapas na Escala 1:250.000**. 2006.
- CREPANI, E. et. al. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. INPE-8454-RPQ/722. São José dos Campos, 2001.
- CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Edição revisada, Instituto de Geociências – UNICAMP, 1999.
- DUNNE, T.; LEOPOLD, L. B. **Water in environmental planning**. Nova York: W. H. Freeman and Company, 1978.
- FERNANDES, M. R.; SILVA, J.C. **Programa estadual de manejo de sub-bacias hidrográficas: fundamentos e estratégias**. Belo Horizonte: Emater, 1994.
- FITZ, P.R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- FORNAZIEIRO, M. P. A.; PANCHER, A. M. **SIG para estudos de fragilidade ambiental aplicados ao turismo**. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 4. 2012, Bonito. Anais... Bonito: 2012, p.210-220.
- GOLDENFUM, J. A. **Pequenas bacias hidrográficas: conceitos básicos**. In: PAIVA, J. B. D. (Org.). Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. Porto Alegre: ABRH, 2001.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Geologia**. 1ª edição. Rio de Janeiro, 1998.
- _____. **Manual Técnico de Pedologia**. 2ª edição. Rio de Janeiro, 2009.
- MATTIKALLI, N. M.; DEVEREUX, B. J.; RICHARDS, K. S. **Integration of remotely sensed satellite images with a geographical information system, Computers & Geosciences**, v. 21, n. 8, p. 947-56, 1995.
- MENESES, P. R.; ALMEIDA, T de. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UnB, 2012.

- MEYER, W. B.; TURNER, B. L. **Land-Use/Land-Cover change: challenges for geographers**. *GeoJournal*, v.39, n.3, p. 237-240, jul. 1996.
- MIRANDOLA – AVELINO, P. H. **Análise Geo – Ambiental Multitemporal para fins de Planejamento Ambiental: Um exemplo aplicado à Bacia Hidrográfica do Rio Cabaçal Mato Grosso – Brasil**. 2006. Tese de Doutorado em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.
- RODRIGUES, B. T. et al. **Bacias Hidrográficas: fundamentos e aplicações**. 2.ed. Tupã, 2019. ANAP. cap. 3, p. 59-74
- ROSA, R. **Análise Espacial em Geografia**. Revista da ANPEGE. v. 7, nº 1, p.275-289, 2011.
- ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 6 ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.
- ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia. N. 8, p. 63-74. 1994.
- SILVA, B.B. da ; LOPES, Gláucia Miranda; AZEVEDO, Pedro Viera de. **Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens Landsat 5-TM**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Piracicaba, SP, v. 13, nº2, p. 201-211, 2005.
- SILVEIRA, A. L. L. **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica**. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. São Paulo: EDUSP, 2001.
- VIEIRA, P. H. **Adaptação da metodologia de Fragilidade Ambiental para atividades de mineração de argila: um estudo de caso visando o planejamento territorial**. 2018. 161 p. Tese de Doutorado, Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro/SP, 2018.
- VILAÇA, M. A. **Análise do relevo para otimização do uso e ocupação do terreno utilizando SIG**. 2002. 35 p. Monografia, Especialização em Geoprocessamento. Universidade Federal de Minas Gerais. 2002.