

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU
CAMPUS MONTE CARMELO
INSTITUTO DE GEOGRAFIA - IGUFU
CURSO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

JAQUELINE VIEIRA DE VASCONCELOS

**DETERMINAÇÃO DE VETORES DE POLUIÇÃO POR MEIO DE ESCOAMENTO
SUPERFICIAL DO TRECHO DO RIO BAGAGEM NO PERÍMETRO URBANO DE
ESTRELA DO SUL/MG**

Monte Carmelo

2022

JAQUELINE VIEIRA DE VASCONCELOS

**DETERMINAÇÃO DE VETORES DE POLUIÇÃO POR MEIO DE ESCOAMENTO
SUPERFICIAL DO TRECHO DO RIO BAGAGEM NO PERÍMETRO URBANO DE
ESTRELA DO SUL/MG**

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito para obtenção de aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo.

Orientador: Dr. Pedro Eduardo Ribeiro de Toledo

Coorientadora: Dra. Mirna Karla Amorim da Silva

**DETERMINAÇÃO DE VETORES DE POLUIÇÃO POR MEIO DE ESCOAMENTO
SUPERFICIAL DO TRECHO DO RIO BAGAGEM NO PERÍMETRO URBANO DE
ESTRELA DO SUL/MG**

JAQUELINE VIEIRA DE VASCONCELOS

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito para obtenção de aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo.

Orientador: Dr. Pedro Eduardo Ribeiro de Toledo

Coorientadora: Dra. Mirna Karla Amorim da Silva

Monte Carmelo, 18 de agosto de 2022.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Pedro Eduardo Ribeiro de Toledo – (UFU)
(Orientador)

Prof^ª. Dra. Mirna Karla Amorim da Silva – (UFU)
(Coorientadora)

Prof^ª. Dra. Luziane Ribeiro Indjai – (UFU)
(Membro Convidado)

Dedico este trabalho aos meus pais, minha irmã, amigos, professores, orientador, todos aqueles que me ajudaram direta e indiretamente para conclusão dessa jornada.

RESUMO

O uso e ocupação das bacias hidrográficas influenciam a qualidade da água dos corpos hídricos localizados nos mesmos de forma direta e indireta. Da forma direta pelo lançamento de resíduos líquidos e sólidos nos corpos d'água dentro e fora do perímetro urbano, e da forma indireta por meio do escoamento superficial em tempos de chuva ou despejo de água sobre os diferentes tipos de solo que compõem a área municipal. Os lançamentos de águas residuais domésticas e industriais e uso indiscriminado de pesticidas, herbicidas e fertilizantes nas áreas agrícolas criaram pressões sobre a qualidade da água dos recursos hídricos. Desta forma, a composição e sua apropriação antrópica pelo uso da terra está intimamente ligada com a qualidade da água em uma bacia hidrográfica, e assim a configuração da paisagem pode ser um meio de prever a presença de agentes poluidores e dar base a métodos que garantam a qualidade da água por meios de contenção dos vetores de poluição. Portanto, para garantir uma boa qualidade ambiental da bacia hidrográfica é necessário no escopo da Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, a elaboração dos mapas temáticos de uso e ocupação do solo, de modo que sirvam de embasamento para o planejamento urbano e ambiental. O município de Estrela do Sul/MG com sua população estimada em 8.018 habitantes e uma área de 822,454 Km² segundo as estimativas do IBGE para 2020, com salário médio estimado em 1,7 salários-mínimos entre os trabalhadores formais, e índice de Desenvolvimento Humano Médio (IDHM) em 0,696 segundo dados do IBGE. Ainda segundo os dados do IBGE, o município apresenta 74.1% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 75.7% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 16.5% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). O município é drenado pelo Rio Bagagem, que atravessa toda a área urbana e parte da área rural. O objetivo deste trabalho é identificar como a evolução do uso e ocupação da bacia hidrográfica do Rio Bagagem influenciou a qualidade da água deste corpo hídrico dos anos 2017, 2019 e 2021. Para identificar o uso e ocupação do solo foi utilizado as imagens do satélite Planet referentes aos anos de análise. Conseqüentemente, utilizando-se conceitos, métodos e produtos de Processamento Digital de Imagens, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Este estudo tem por finalidade inspirar o estudo em demais municípios para auxiliar o controle de poluição em corpos d'água presentes em áreas urbanas.

Palavras Chaves: Bacia hidrográfica, Uso e ocupação do solo, Geoprocessamento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Obtenção de Imagens por Sensoriamento Remoto.....	15
Figura 2 – Divisão do Espectro Eletromagnético.....	16
Figura 3 – Apresentação das principais técnicas de processamento de imagens.....	17
Figura 4 - Bacia Hidrográfica.....	22
Figura 5 – Exemplo de Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica.....	25
Figura 6 – Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Trecho do Rio Bagagem no Perímetro Urbano Estrela do Sul/MG.....	26
Figura 7 – Fluxograma das etapas do trabalho.....	27
Figura 8 – Gráfico com as respectivas áreas de Uso e Ocupação do Solo.....	31
Figura 9 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2017.....	32
Figura 10 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2019.....	33
Figura 11 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2021.....	34
Figura 12 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Lado Leste da Bacia Hidrográfica.....	36
Figura 13 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Lado Oeste da Bacia Hidrográfica.....	37
Figura 14 – Área de cada uso do solo (Métrica <i>Land Cover</i>).....	38
Figura 15 – Número de manchas (Métrica <i>Number of Patches</i>).....	38
Figura 16 – Área média das manchas (Métrica <i>Mean Patch Area</i>).....	39
Figura 17 - Área de cada uso do solo para ambos os lados da bacia hidrográfica (Métrica <i>Land Cover</i>).....	40
Figura 18 - Número de manchas para ambos os lados da bacia hidrográfica (Métrica <i>Number of Patches</i>).....	40
Figura 19 - Área média das manchas para ambos os lados da bacia hidrográfica (Métrica <i>Mean Patch Area</i>).....	41
Figura 20 – Pontos Poluidores.....	44
Figura 21 – Pontos Com Maior Potencialidade Poluidora.....	45
Figura 22 – Divisão das Áreas.....	45
Figura 23 – Área 1.....	46
Figura 24 – Área 2.....	47
Figura 25 – Área 3.....	48
Figura 26 – Área 4.....	49

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 - Conceitos de Ecologia da Paisagem.....	19
Quadro 2 - Métricas de Paisagem.....	20
Quadro 3 - Classificação de Bacia Hidrográfica para fins políticos e administrativos.....	23
Quadro 4 - Parâmetros de qualidade de água do IQA e seu respectivo peso.....	23
Tabela 1 - Resultado do total das áreas de cada classe.....	30
Quadro 5 - Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Trecho do Rio Bagagem no Perímetro Urbano Estrela do Sul/MG.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
SR	Sensoriamento Remoto
REM	Radiação Eletromagnética
PDI	Processamento Digital de Imagens
ANA	Agência Nacional de Águas
IQA	Índice de Qualidade das Águas
MDE	Modelo Digital de Elevação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	13
3	JUSTIFICATIVA.....	14
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
4.1	SENSORIAMENTO REMOTO.....	15
4.1.1	Radiação Eletromagnética.....	16
4.1.2	Processamento Digital de Imagens	16
4.1.2.1	Correção de Imagens.....	17
4.1.2.2	Realce de Imagens.....	18
4.1.2.3	Classificação de Imagens.....	18
4.1.2.4	Imagens do Satélite Planet.....	19
4.2	ECOLOGIA DE PAISAGEM.....	19
4.3	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	21
4.3.1	Bacia Hidrográfica.....	22
4.3.2	Qualidade das Águas.....	23
4.3.3	Uso e Ocupação do Solo em Bacias Hidrográficas.....	24
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
5.1	ÁREA DE ESTUDO.....	25
5.2	MATERIAL.....	26
5.3	MÉTODOS.....	27
5.3.1	Delimitação da Bacia Hidrográfica e Cursos d'água.....	28
5.3.2	Manipulação das Imagens PLANET.....	28
5.3.3	Elaboração dos Mapas Temáticos de Uso e Ocupação do Solo.....	29
5.3.4	Análise Quantitativa da Paisagem.....	29
5.3.5	Identificação e Alocação de pontos poluidores.....	30
6	RESULTADOS.....	30
6.1	MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	30
6.1.1	Divisão da Bacia Hidrográfica.....	35
6.2	MÉTRICAS DA PAISAGEM.....	37

6.2.1	Métricas da Paisagem Uso e Ocupação do Solo.....	37
6.2.2	Métricas da Paisagem para Divisão da Bacia Hidrográfica.....	39
6.3	CLASSIFICAÇÃO DOS PONTOS DE POLUIÇÃO.....	41
6.3.1	Área 1.....	46
6.3.2	Área 2.....	47
6.3.3	Área 3.....	47
6.3.4	Área 4.....	48
7	CONCLUSÃO.....	49
	REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento histórico das aglomerações humanas em cidades de diversos portes e nas mais variadas regiões do planeta, o uso e ocupação do solo é fruto da reprodução de atividades produtivas da sociedade por meio do uso de áreas destinadas ao cultivo, extração e criação de espécies ligadas a alimentação. Assim, as revoluções agrícolas historicamente impulsionaram a fixação do homem à terra, deram base para o crescimento populacional nas cidades e geraram a criação do excedente de produção a ser comercializado. Deste modo, as cidades se tornaram um local não somente de moradia, mas sobretudo locais de instalação de estruturas de comércio e serviço.

Neste sentido, o uso e ocupação do solo é um processo contínuo e ligado ao seu caráter histórico e material, no qual as mudanças nesse processo ocorrem permeadas pelas mudanças do paradigma tecnológico de sua época e pelas mudanças macroeconômicas, que refletem nas estruturas microeconômicas do local. Assim, existem mudanças que demoram anos, já outras ocorrem em curtos espaços de tempo.

Assim, o uso e ocupação do solo está diretamente ligada as ações antrópicas, e suas consequências, dentre elas a poluição nos diversos meios, seja nos corpos d'água ou na atmosfera, solos, áreas verdes etc.

A presença da água é essencial para a manutenção da vida em qualquer espécie presente no planeta, e neste sentido, as cidades nasceram e se expandiram próximas a corpos hídricos de maneira em geral, pois a água é usada tanto para hidratação, higienização e subsídio para o sistema produtivo, seja rural ou urbano. Deste modo, a presença de um rio ou outro corpo d'água na cidade é fundamental para a existência dela. No entanto, as diversas ações humanas por meio de seu processo de ocupação de áreas e uso dos recursos presentes nestas mesmas áreas, podem gerar impactos irreversíveis para o meio ambiente.

Para Nascimento e Fernandes (2017), a bacia hidrográfica é um conjunto de terras limitadas por divisores de águas, constituindo o sistema de drenagem da bacia que é composto por nascentes dos cursos de águas, sendo afluentes e subafluentes. Com a complexidade das relações entre natureza e a sociedade, a estudos que buscam fenômenos e comportamentos do meio físico relacionado com a diferentes formas de interferência das ações humanas.

Assim, quando um rio que atravessa o meio urbano, existe a necessidade de constante verificação da qualidade da água, pois neste mesmo corpo d'água, na maioria das vezes, o município realiza seu processo de coleta para o sistema de abastecimento de água para o uso geral da população, ao mesmo tempo que também realiza o processo de despejo da água já

utilizada, onde no processo de despejo, além da água, estão envolvidos outros componentes químicos e orgânicos que se tornam poluentes para o meio natural e para o rio em questão.

No entanto, as companhias de água e esgoto nas esferas municipais, estaduais ou regionais trabalham continuamente na construção de sistemas de recolhimento do esgoto doméstico e comercial, de forma que ele possa passar por um processo de tratamento antes que água já tratada possa ser lançada no rio novamente. Mas, no conjunto das observações empíricas, os rios que atravessam o meio urbano são constantemente poluídos pelo lançamento de esgoto de forma clandestina e de resíduos sólidos que deveriam ser encaminhados para os aterros sanitários.

Segundo Nascimento e Fernandes (2017), os assuntos sobre os impactos ambientais, estão sendo tratados com frequências, para se obter soluções mitigadoras para resolução desses problemas. Assim mapeando as diferentes classes de uso do solo, gerando subsídios para a análise da dinâmica socioambiental nas bacias, planejando avaliar os impactos e suas consequências para o bem-estar da população.

Portanto, observando o cenário e a história do município de Estrela do Sul, que foi descoberta em 1722, pelo bandeirante João Leite da Silva Ortiz. Com a descoberta dos diamantes no Rio Bagagem muitos aventureiros foram explorar o local. Em 1853, uma escrava com o nome Rosa, encontrou um diamante de 254,5 quilates. Lapidado na Europa foi reduzido a 128,8 quilates, esse diamante levou o nome de Estrela do Sul e por esse motivo o município ganhou esse nome. Já em 1870, o município começa a ter um decaimento populacional que era estimado em 30 mil habitantes, e nos dias atuais 8.018 de habitantes (IBGE, 2017).

Hoje em dia o município tem sua renda pela agricultura e pecuária, com uma população estimada de 8.018 de habitantes, está localizado em coordenadas geográficas 18° 44' Sul e 47° 41' Oeste, sua área territorial para o ano de 2020 de 822,454 km² pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020).

Tendo em vista a história de Estrela do Sul é possível perceber a importância do Meio Ambiente para a humanidade e para todas as outras espécies existentes. A água, o ar, o alimento são apenas alguns recursos indispensáveis que a natureza nos oferece. É necessário ter o Meio Ambiente bem cuidado para ter uma vida longânime no planeta Terra.

Por conseguinte, é percebido a importância do Saneamento Básico para o Meio Ambiente. O Saneamento básico tem várias ações de recuperação para o corpo hídrico, que realiza a eliminações de contaminadores, um exemplo é à drenagem pluvial (FOLLADOR et al., 2015). Os problemas sanitários existentes estão relacionados com o meio ambiente. Um exemplo é na área da saúde que afeta boa parte da população, à diarreia, causa de 30% das

mortes de crianças. Isso pela falta de saneamento básico nos municípios (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007).

Segundo os dados do IBGE (2010), no município de Estrela do Sul/MG, o esgotamento sanitário abrange 74,1%, no entanto, estão sendo feitas obras de captação de esgoto recentes que tiram grande parte do despejo de resíduo no leito do Rio Bagagem. O esgotamento Sanitário quando realizado de forma adequada não somente evita os danos ambientais diretos, como previne doenças geradas à população que faz o consumo direto das águas. Cabe lembrar, que esta pesquisa relaciona a disposição espacial do comércio com a poluição do Rio Bagagem para entender quais os tipos de estabelecimento que tem maior potencial de poluição por escoamento superficial da água.

A maior parte dos estabelecimentos comerciais possuem esgotamento sanitário adequado com relação ao esgotamento de banheiro. Os postos de gasolina, oficinas e outros tipos de estabelecimento que trabalham com rejeitos químicos e que grande parte deste rejeito se encontra na área de serviço e que são levadas ao rio pelo escoamento superficial, assim como acontece com insumos agrícolas empregados na agricultura.

A taxa de arborização é de 75,7% e a urbanização de vias públicas era de apenas 16,5% em 2010, dado que não corresponde à realidade atual, mas com o atraso na geração do censo de 2020 não tem o percentual atual.

Tendo em vista a importância do Saneamento Básico ao Meio Ambiente, tem se o uso e ocupação do Solo também. O uso e ocupação do solo atualmente tem causado um grande impacto ao meio ambiente, por vários motivos que a humanidade anda provocando, alguns deles são: poluição, erosão do solo, desmatamento e a poluição nos corpos hídricos. Todos esses impactos e vários outros só vão aumentando a degradação do solo e dificilmente se recuperando.

Observados locais que se tem corpos hídricos é comum encontrar habitações na redondeza, por ser acessível a utilização da água ali existente. Com isso traz alguns poluentes ao corpo hídrico entres eles, agrotóxicos, descarte de esgoto, poluição direta, entre outros. Ocasionalmente problemas na qualidade da água, fazendo a perda do consumo do corpo hídrico, que acaba afetando a população e algumas espécies de animais ali existente.

Assim fazendo necessário saber as localizações dos locais que contribuem para esses poluentes, empresas industrializadas, cidades, atividades no campo e demais atividades relacionadas. Ter a delimitação do uso do solo é essencial para o planejamento socioeconômico das atividades industriais, ambientais e agrícolas (SILVA et al, 2017).

A utilização do uso e ocupação do solo sem um planejamento causa vários fatores negativos, sendo eles baixa produtividade das culturas, empobrecimentos, com que faz ter uma diminuição no nível socioeconômico e tecnológico da população rural (RAMPIM et al., 2012).

Com a falta de planejamento e saneamento acabam provocando uma destinação errada para os lixos, assim provocando uma poluição nos corpos hídricos. E um exemplo de local que contribui para isso são os comércios, que acabam causando uma poluição denominada oriunda de fontes difusas. O que seria necessário fazer uma classificação dos estabelecimentos comerciais e de outros serviços, para saber sua posição geográfica, sua potencialidade poluidora. Sendo assim mais fácil criar alternativas para a minimização destes focos poluentes no corpo hídrico.

A seguir, seguem apresentados os objetivos do trabalho, justificativa da escolha pela temática, revisão da literatura científica que dão embasamento para as referências teóricas, métodos e considerações finais em conformidade com os objetivos apontados.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do trabalho foi analisar espacialmente os potenciais vetores que contribuem para a poluição das águas na Bacia Hidrográfica do trecho do Rio Bagagem no perímetro urbano de Estrela do Sul por meio de escoamento superficial das áreas agrícolas e da área urbana.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

i. Determinar a delimitação de área de vertentes da bacia hidrográfica do Rio Bagagem que contribuem para a poluição por meio de escoamento superficial para o trecho no perímetro urbano de Estrela do Sul, de modo a estabelecer o dimensionamento dos maiores vetores de poluição presentes neste espaço.

ii. Acompanhar a evolução dos vetores de poluição por meio de escoamento superficial através de análise da dinâmica do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio Bagagem delimitando para o trecho no perímetro urbano de Estrela do Sul meio de uma análise temporal de imagens do satélite *Planet* de 2017, 2019 e 2021;

iii. Verificar o uso da metodologia de determinação de métricas de paisagem para caracterizar e avaliar a situação da paisagem de áreas naturais na bacia hidrográfica do Rio Bagagem delimitando para o trecho no perímetro urbano;

iv. Estabelecer e apontar as possíveis fontes poluidoras com maior potencial por meio da análise de estabelecimentos de comércio e serviços presentes na ocupação urbana da bacia hidrográfica;

3 JUSTIFICATIVA

Os lançamentos de águas residuárias nos diversos ramos da atividade humana sejam elas urbanas ou em áreas rurais como o despejo de esgoto doméstico, de resíduos inerentes as atividades produtivas, além do uso insumos para a agricultura, como pesticidas, herbicidas e fertilizantes criaram pressões sobre a qualidade da água dos recursos hídricos. O uso da terra pode influenciar diretamente na qualidade da água dos corpos hídricos contidos na bacia hidrográficas.

Assim, a análise do uso e ocupação nas áreas urbanas e rurais do Município de Estrela do Sul/MG pode ser mostrado a distribuição espacial da atividade humana ao longo da bacia hidrográfica do Rio Bagagem de modo que possa ser compreendido por meio das características dessas diferente atividades os pontos de maior risco de poluição do leito do rio, seja por meio do despejo direto de esgoto, produtos químicos e etc, ou pelo escoamento superficial que traz consigo resíduos das atividades exercidas ao longo de sua bacia hidrográfica.

A análise espacial das atividades comerciais, de serviço e agrícolas nos apontam os possíveis problemas de modo que possamos elaborar soluções teóricas e práticas para a mitigação da poluição do Rio Bagagem em Estrela do Sul/MG, concentrando-nos na área do perímetro urbano e nas atividades agrícolas circunvizinhas a esta área.

Para tanto, na tentativa de garantir uma boa avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica nesse perímetro são necessárias ferramentas que permita tal análise - a elaboração de mapas temáticos de uso e ocupação do solo é uma saída deveras eficiente. Além disso, o levantamento das mudanças provocadas no uso e ocupação do solo ao longo do tempo pode revelar relações interessantes com as alterações da qualidade da água.

Assim, a análise do cenário atual e a evolução do uso e ocupação do solo no perímetro urbano de Estrela do Sul/MG e as áreas agrícolas circunvizinhas por meio de técnicas e ferramentas inerentes a Engenharia de Agrimensura e Cartográfica podem melhor analisar os riscos ambientais e da qualidade da água no leito do Rio Bagagem, e servir de base para a

proposição de métodos e políticas mitigadoras, na busca de uma sustentabilidade ambiental deste município.

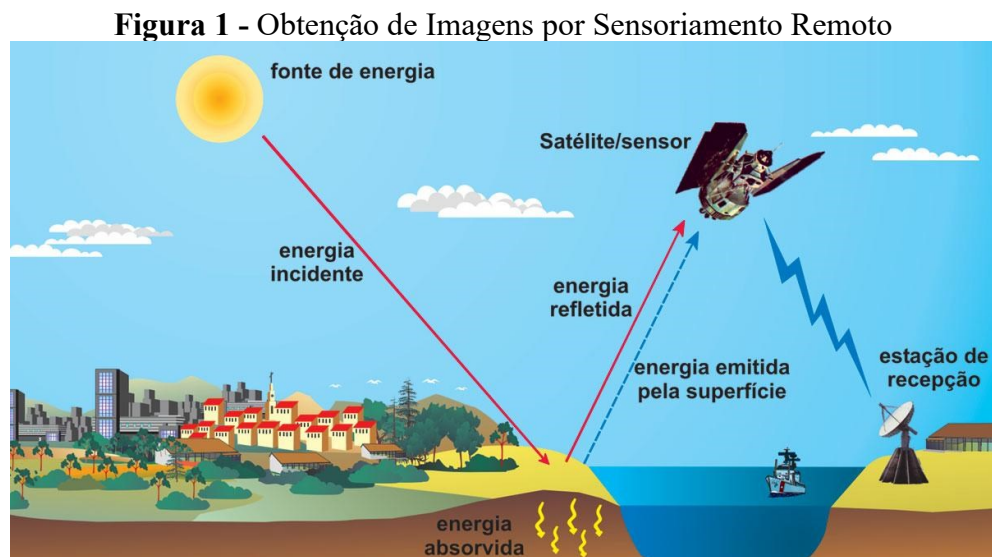
A seguir será mostrado uma revisão das referências sobre as técnicas e métodos que serão utilizadas nesta pesquisa.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 SENSORIAMENTO REMOTO

Foi na década de 1960 que tudo iniciou, ela foi chamada de década da corrida espacial. O termo Sensoriamento Remoto (SR) foi aparecer pela primeira vez na literatura científica em 1960 com seu significado a aquisição de informações sem contato físico com os objetos (NOVO, 2010).

Para Florenzano (2011), o SR é uma tecnologia que obtém dados da superfície terrestre pelo registro da energia refletida ou remetida. O termo remoto é a obtenção de dados que é realizado a distância, conforme na **Figura 1**.



Fonte: Florenzano (2011).

Na **Figura 1** acima é mostrado a energia do Sol que é refletida pela superfície para algumas direções, então quando ela é captada e guardada no sensor. Assim posteriormente serão apresentados conceitos sobre a radiação eletromagnética que é a energia utilizada em SR.

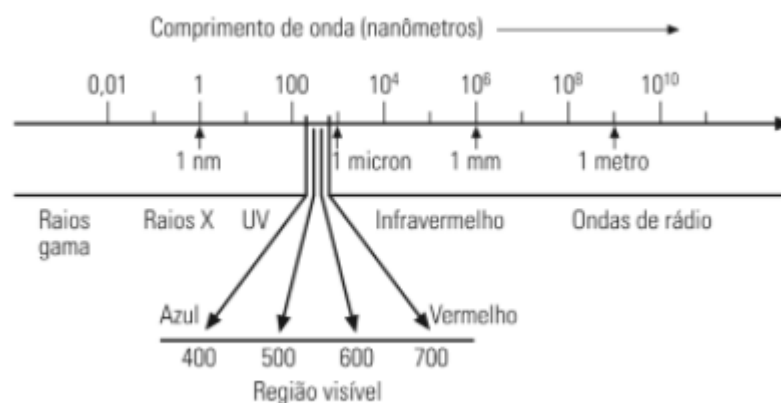
4.1.1 Radiação Eletromagnética

Segundo Novo (2010), a informação é transferida do objeto ao sensor através da Radiação Eletromagnética (REM) e ela é definida a partir de sua interação com a matéria.

Para Menezes e Almeida (2012), a REM começa a ser entendida pela dualidade a onda e a energia, elas são formuladas pelo modelo ondulatório. A radiação REM que se propaga no vazio, por exemplo a luz solar, é ao mesmo tempo uma forma de onda e uma forma de energia.

O Espectro Eletromagnético para Florenzano (2011), é a distribuição da REM por regiões pelo comprimento de onda e a frequência. A **Figura 2** mostra a divisão do Espectro Eletromagnético em regiões diferentes (NOVO, 2010).

Figura 2 – Divisão do Espectro Eletromagnético



Fonte: Novo (2010).

A seguir, será abordado o tópico inerente ao processamento digital de imagens em convergência aos objetivos da pesquisa.

4.1.2 Processamento Digital de Imagens

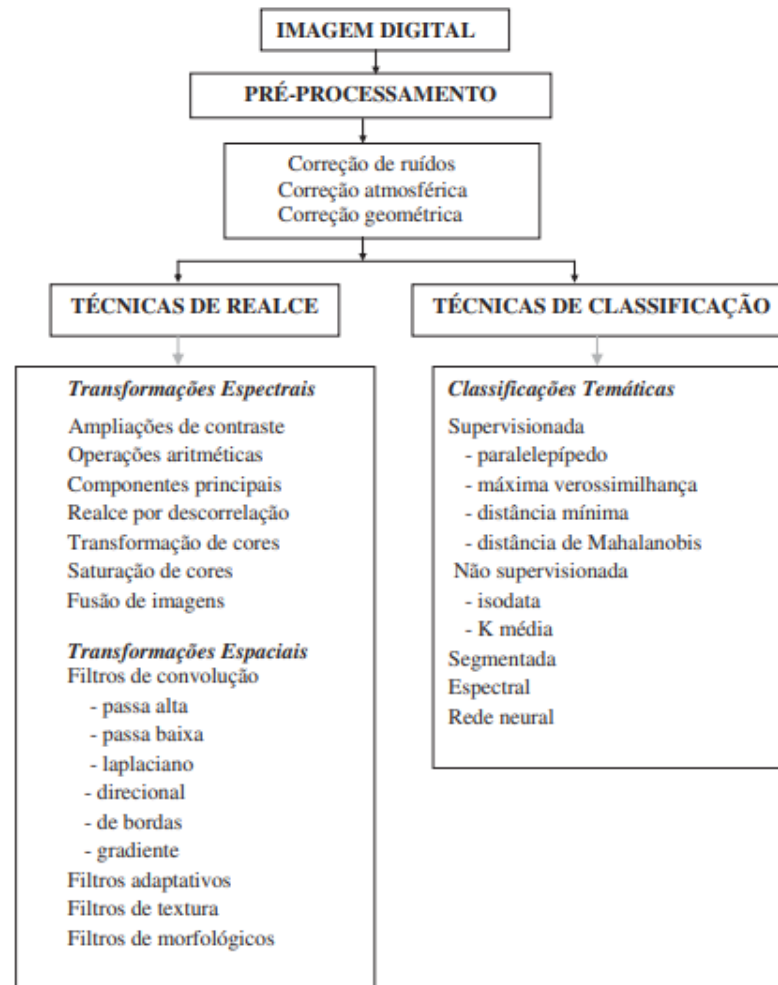
Segundo Menezes e Almeida (2012), o Processamento Digital de Imagens (PDI) é feito por base de operações matemáticas dos dados e tem por objetivo fazer transformações de imagens de melhores qualidades espectrais e espaciais, tornando-as mais apropriadas para uma aplicação.

Um dos principais tipos de PDI, o pré-processamento de imagens, abrange a correção radiométrica e a geométrica, o realce das imagens, o reconhecimento de padrões utilizando

estatísticas inferenciais, o processamento fotogramétrico de imagens manipulando imagens estereoscópicas, entre outros (JENSEN, 2009).

A **Figura 3** ela mostra as técnicas de transformação no domínio espectral e espacial, onde é possível observar técnicas de Pré-processamento, Realce e Classificação.

Figura 3 – Apresentação das principais técnicas de processamento de imagens



Fonte: Menezes e Almeida (2012).

Após apresentados os conceitos inerentes ao processamento digital de imagens, serão abordados os aspectos necessários sobre a metodologia de correções de imagem.

4.1.2.1 Correção de Imagens

Segundo Menezes e Almeida (2012), o pré-processamento é uma etapa projetada para corrigir erros inseridos na imagem pelos sensores devido a erros do instrumento (ruídos

espúrios), interferência atmosférica (erros de radiação) e geometria da imagem (distorção geométrica).

As imagens são captadas de longa distância, com isso a geometria da imagem acaba sofrendo modificações. Quando o sinal é enviado à Terra, acaba sofrendo grande variedade de distúrbios sistemáticos que acabam degradando a qualidade da imagem recebida. A correção de imagens tenta remover estes efeitos de degradação, ela é dividida em correção geométrica e correção radiométrica (ROSA, 2013).

4.1.2.2 Realce de Imagens

Para Marques Filho e Vieira Neto (1999), as técnicas de realce de imagens permitem processar a imagem original de forma que a imagem resultante seja mais apropriada para uma aplicação específica.

Para Rosa (2013), algumas modificações realizadas nas imagens são para melhor visualização do olho humano, pois é mais fácil o olho humano definir a imagem em cores. As principais técnicas do realce são: ampliação de contraste, geração de composições coloridas e filtragem digital.

4.1.2.3 Classificação de Imagens

As técnicas de classificação de imagens são divididas em não supervisionada que é um tipo de classificação que não necessita de informações prévia sobre as classes, ela divide os dados em agrupamentos espectrais naturais predominantes na imagem e é útil quando não se tem informações sobre a área capturada e a outra classificação é a supervisionada, que por sua vez, ocorre quando se tem conhecimento sobre as classes na imagem, número e pontos representativos na classe (ROSA, 2013). Algoritmos de classificação que se destacam são o máxima verossimilhança, k-médias e paralelepípedo.

A seguir após apresentados os conceitos do processamento digital, correção das imagens, realce das imagens e a classificação, serão apresentadas as imagens do satélite planet que foram utilizadas nessa pesquisa.

4.1.2.4 Imagens de Satélite Planet

O satélite *Planet* tem capacidade de monitoramento e cobertura para aquisição de imagens com precisão planimétrica e alta resolução, sendo que atualmente não se encontra constelação de satélites que faça semelhantes funções. As imagens são obtidas pela constelação de satélites Dove, formada por mais de 130 satélites, tendo multiespectral com 4 bandas espectrais sendo elas, azul (455-515 nm), verde (500-590 nm), vermelho (590-670 nm) e infravermelho próximo (780-860 nm). Resolução radiométrica 12 bits, imagens ortorretificadas e possuem 3 metros de resolução espacial (SCCON GEOSPATIAL, 2022).

Ele realiza vários recobrimentos mensais de todo o território brasileiro, gerando imagens ortorretificadas, podendo ser aplicadas em várias áreas, tem um acervo desde o ano de 2016.

4.2 ECOLOGIA DA PAISAGEM

Ecologia da paisagem é uma ciência que estuda o relacionamento entre ecossistemas particulares e processos ecológicos no ambiente. A estrutura de uma paisagem tem três tipos de elementos que são a raiz cognitiva, que consegue fazer a comparação entre paisagens distintas, sendo eles, Patches (manchas, polígonos, áreas), Corridors (corredores) e Matrix (matriz) (CASIMIRO, 2009, p. 77).

Um dos grandes desafios na análise espacial da ecologia da paisagem está em captar a influência dos elementos que constituem em seu processo. O **Quadro 1** mostra conceitos de ecologia da paisagem (COSTA, 2012).

Quadro 1- Conceitos de Ecologia da Paisagem (continua)

Conceito	Caracterização Original
Unidade de Paisagem	As unidades de paisagem são diferentes áreas com características semelhantes e complementares.
Elemento da Paisagem	São as manchas, corredores ou frações da matriz que compõe a paisagem. Uma unidade de paisagem é composta por seus elementos.
Mosaico	O mosaico representa a totalidade dos elementos de uma paisagem.
Matriz	A matriz é a mais importante unidade de paisagem, que controla sua dinâmica. Geralmente é aquela unidade que recobre a maior parte da paisagem, ou que apresenta maior grau de conexão entre as demais áreas.

Quadro 1- Conceitos de Ecologia da Paisagem (conclusão)

Conceito	Caracterização Original
Mancha	A mancha é um elemento da paisagem. Geralmente caracterizam-se por áreas homogêneas, não lineares e distintas de sua vizinhança.
Corredores	Os corredores são unidades de paisagem lineares, homogêneas e distintas de sua vizinhança.
Conectividade	A conectividade determina o grau de permeabilidade da paisagem, que possibilita os fluxos ecológicos.
Borda	É a área de transição ou limite entre duas unidades de paisagem.
Fronteira	Em ecologia da paisagem, a fronteira é a borda entre ecossistemas vizinhos, e pode ser diferenciada em três tipos: ecótone, que é uma zona de transição natural entre ecossistemas; ecóclina, zona de transição gradual e continua entre ecossistemas; e ecótipo, zonas de transição bem definidas, úteis para o mapeamento de áreas ecologicamente diferentes.
Distúrbio	Qualquer evento natural que gere mudança na estrutura ou função da paisagem.
Fragmentação	É a transformação da paisagem através do fracionamento de áreas homogêneas, como uso, cobertura, ecossistemas ou habitat, ao longo do tempo, por fatores naturais ou antrópicos.

Fonte: Adaptado de Costa (2012).

Com o geoprocessamento é possível dimensionar a estrutura da paisagem e suas alterações pelas métricas da paisagem, no **Quadro 2** mostra as principais métricas da paisagem (COSTA, 2012).

Quadro 2- Métricas de Paisagem (continua)

Métrica	Sigla	Caracterização
Número de Manchas	NP	O número de manchas verificados na paisagem.
Área de Classe	CA	Área de cada classe de uso de solo em m ² .
Média de Tamanho de Mancha	MPS	Média da dimensão de todas as manchas correspondentes a uma determinada classe de uso do solo, m ² .
Desvio Padrão para as Classes Seleccionadas	PSSD	Raiz, quadrada do erro médio quadrático das manchas relativas à classe de uso do solo em análise, em m ² .
Total de Bordas em Metros	TE	Somatório do perímetro de todas as manchas da classe de uso do solo selecionada.
Média do Tamanho das Bordas	MPE	Média da dimensão do perímetro de todas as manchas correspondentes a uma determinada classe de uso do solo, em m ² .

Quadro 2- Métricas de Paisagem (conclusão)

Métrica	Sigla	Caracterização
Índice de Forma Média	MSI	Relação entre o perímetro e área das manchas, medindo a complexidade da forma das manchas em função de uma forma básica quadrada (para a versão raster), que representa o valor “1”, como o mínimo de complexidade.
Índice médio de Forma Ponderado pela Área	MPAR	Relação entre o perímetro e área das manchas, medindo a complexidade da forma das manchas, mas efetuando uma ponderação em função da dimensão de cada mancha.
Dimensão Fractal Média	MFRAC	Caracteriza o grau de complexidade de um polígono, relacionando o perímetro com a área. O valor mínimo é “1” e máximo é “2”

Fonte: Adaptado de Costa (2012).

Como visto no **Quadro 2** a apresentação de algumas métricas de paisagem que serão trabalhadas posteriormente no projeto. Para melhor análise da ecologia da paisagem.

Portanto com a definição da ecologia da paisagem apresentada, serão apresentados conceitos relevantes sobre o uso e ocupação do solo, pois com as mudanças em uma escala temporal do uso e ocupação do solo modificam não só a forma e dimensão das manchas, mas a distância entre elas.

4.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Segundo Rosa (2013), o estudo das formas de utilização da terra, tem sido um fator necessário para os processos que se desenvolvem na região. É preciso a compreensão do solo, pois o seu mau uso pode causar deterioração no meio ambiente. O planejamento correto do uso e ocupação do solo da melhor forma pelo governo federal, estadual ou municipal, permite conhecimento atualizado da distribuição e da área ocupada pela agricultura, vegetação natural, áreas urbanas e edificadas.

Para Arcova et al. (1999), o uso e ocupação do solo incorretos podem produzir uma degradação intensa da qualidade da água, assim comprometendo as bacias hidrográficas. Com as formas indevidas do uso e ocupação do solo podem estar causando vários fatores negativos, com exemplo assoreamentos dos rios e surgimentos de feições erosivas. Com a grande importância dos recursos naturais das bacias hidrográficas e as ocupações irregulares das áreas

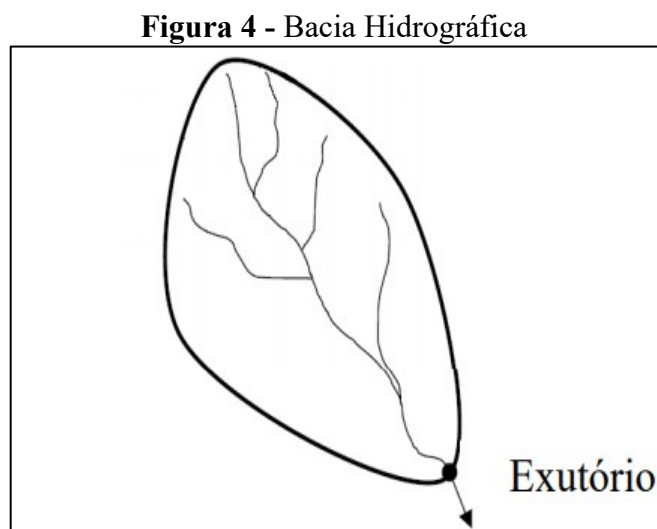
urbanas, torna-se necessário sempre analisar as dinâmicas da sociedade no espaço geográfico, para que haja um planejamento correto do uso e ocupação do solo.

4.3.1 Bacia Hidrográfica

A água é essencial para a vida no planeta e é utilizada para vários fins, para uso industrial ou domésticos. É essencial a realização de estudos sobre as suas variáveis.

Bacia hidrográfica é delimitação realizada por divisores de água. São distinguidos por um curso d'água principal e seus afluentes. Podendo também ser definida como coletora de água pluviais, ou bacia de drenagem. Podendo ser delimitada pelo relevo alto, com isso a água da chuva é drenada por um curso d'água principal até a saída na bacia, sendo o local mais baixo no relevo, este local é denominado de exutório (SANTANA, 2003).

Na **Figura 4**, é representado como é uma bacia hidrográfica, com a representação dos cursos d'água, que convergem para o exutório que é o local onde o ponto é de menor altitude.



Fonte: Silva (2014).

Para Santana (2003), cada bacia hidrográfica é dividida em números variados de sub-bacias. Para fins políticos e administrativos, a bacia pode ser como descrita no **Quadro 3**.

Quadro 3- Classificação de Bacia Hidrográfica para fins políticos e administrativos

Bacia Hidrográfica Federal	Quando a rede de drenagem está inserida dentro do território de mais de um estado.
Bacia Hidrográfica Estadual	Quando a rede de drenagem está inserida dentro do território do estado.
Bacia Hidrográfica Municipal	Quando a rede de drenagem está inserida dentro do território do município

Fonte: Adaptado de Santana (2003).

4.3.2 Qualidade das Águas

A qualidade da água vai muito além da fórmula molecular H₂O, mas sim por vários fatores presentes na água. A água com suas propriedades de solvente e a capacidade transportar partículas, incorpora diversas impurezas (SPERLING, 2005, p.15).

Para Sterling (2005, p.15), a qualidade da água está ligada ao homem e aos fenômenos naturais. Pois sua qualidade está em função de condições naturais e o uso ocupação do solo. Tudo isso pelos seguintes fatores: Condições naturais, que é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo e a Interferência dos seres humanos, na geração de lixos domésticos e industriais. Desta maneira é percebido que a forma que o homem usa e ocupa o solo afeta diretamente na qualidade da água.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), a água é usada para diversos propósitos, com isso ela monitora a qualidade das águas superficiais e subterrâneas de todo o país, são utilizados dados que são fornecidos pelos órgãos estaduais gestores de recursos hídricos. Na ANA foi criado o Índice de Qualidade das Águas (IQA) que indica a qualidade da água no país para o abastecimento público após seu tratamento. O IQA ele é calculado com base em alguns parâmetros, sendo eles, pH, oxigênio dissolvido, resíduo total, temperatura da água, demanda bioquímica de oxigênio entre outros. O **Quadro 4** mostra os parâmetros da água no IQA.

Quadro 4- Parâmetros de qualidade de água do IQA e seu respectivo peso (continua)

Parâmetro de Qualidade da Água	Peso (w)
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,15
Potencial Hidrogeniônico – ph	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO5,20	0,10

Quadro 4- Parâmetros de qualidade de água do IQA e seu respectivo peso (conclusão)

Parâmetro de Qualidade da Água	Peso (w)
Temperatura da Água	0,10
Nitrogênio Total	0,10
Fósforo Total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Fonte: Adaptado do Portal da Qualidade das Águas (2021).

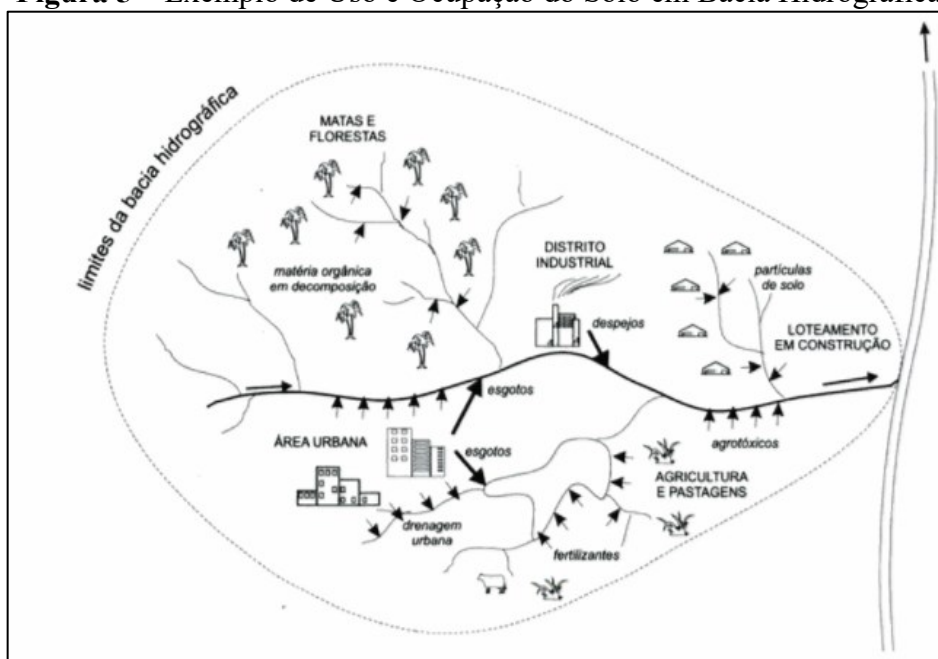
Assim com a conceituação da qualidade das águas, será apresentado o tópico de uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas.

4.3.3 Uso e Ocupação do Solo em Bacias Hidrográficas

Nas últimas décadas a humanidade tem percebido como os problemas ambientais que vem ocorrendo justamente pela forma errada de se utilizar os recursos que o planeta dispõe que é a grande exploração não sustentável dos recursos naturais. O homem vem transformando o ambiente a vários milênios, causando desequilíbrio ambiental, deterioração do meio ambiente, entre outros. Isso pelo fato de crescimento de cidades desreguladas, o desmatamento das florestas para pastagens e afins e a deterioração dos solos (MOREIRA et al, 2014).

A **Figura 5**, mostra as inter-relações entre o uso e ocupação do solo e a geração de focos que alteram a qualidade da água (SPERLING, 2005, p.15).

Figura 5 – Exemplo de Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica



Fonte: Sperling (2015).

Com esses impactos ambientais que o homem provoca, é necessário fazer planejamentos, pois é visível como é grande a poluição no corpo hídrico.

Nas bacias hidrográficas podem ser realizados diferentes estudos para tentar reverter esses impactos, proporcionando um planejamento adequado para perenização dos recursos naturais ali existentes e melhorando o bem-estar do homem (MOREIRA et al, 2014).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDO

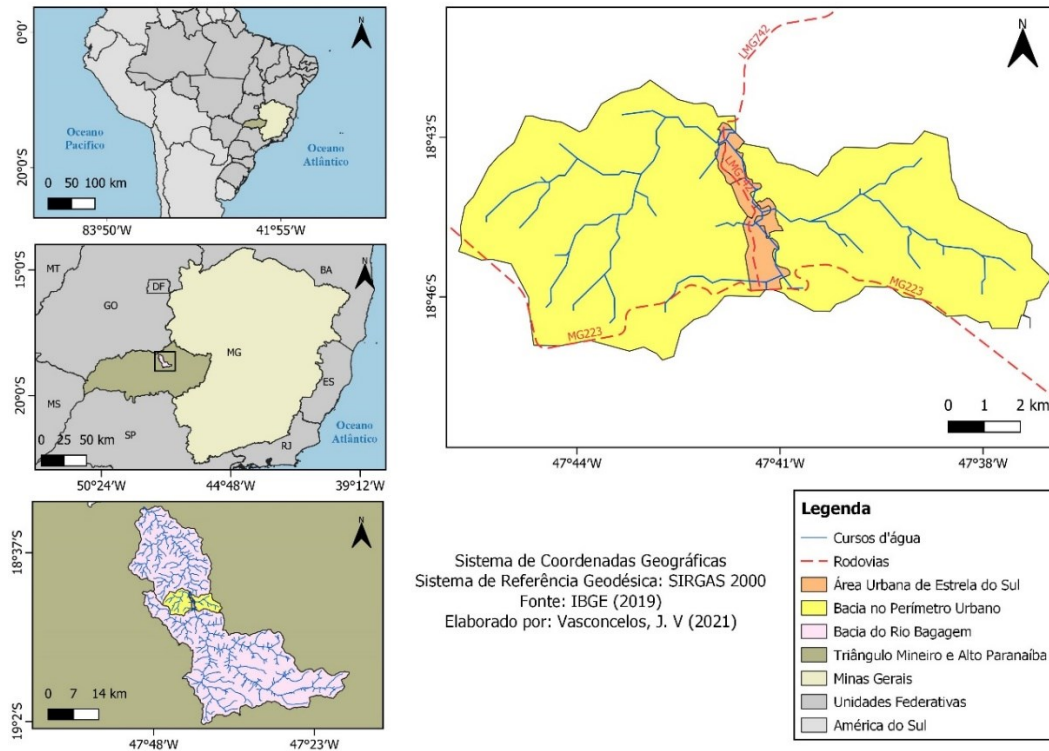
A área de estudo é no município de Estrela do Sul localizado no Triângulo Mineiro / Alto Paranaíba, o município tem sua altitude de 1010 metros e com sua área de 822.454 km², com a população estimada de 8.057 habitantes (IBGE, 2021).

O município possui um clima tropical, é drenado pelo Rio Bagagem que atravessa toda a área urbana, ele é responsável por receber o esgoto e as águas residuárias do município. Com isso prejudicando a sua condição ambiental natural.

Para esse estudo foi delimitada toda a bacia hidrográfica do Rio Bagagem que abrange oito municípios do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, sendo eles, Iraí de Minas, Patrocínio, Nova Ponte, Indianópolis, Romaria, Monte Carmelo, Estrela do Sul, Cascalho Rico e Grupiara.

Posteriormente, a área de estudo foi definida apenas para o trecho correspondente à área de influência da área urbana de Estrela do Sul, como pode ser observado na **Figura 6**.

Figura 6 – Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Trecho do Rio Bagagem no Perímetro Urbano Estrela do Sul/MG



Fonte: A Autora (2021).

5.2 MATERIAL

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

- MDE, carta 18S48_ZN, obtido a partir do Topodata;
- Dados vetoriais dos pontos de comércio existentes na cidade, colhidos pelo GNNS ProMark 500, disponível no laboratório de Topografia da Universidade Federal de Uberlândia-Campus Monte Carmelo;
- Imagens orbitais do Satélite *PLANET* para os anos de 2017, 2019 e 2021;
- *Software* livre QGIS DeskTop 3.16.6;
- *Software* ArcMap 10.8, com licença para utilização de forma remota, disponibilizado pelo Laboratório SIGEO, da UFU – Campus Monte Carmelo;

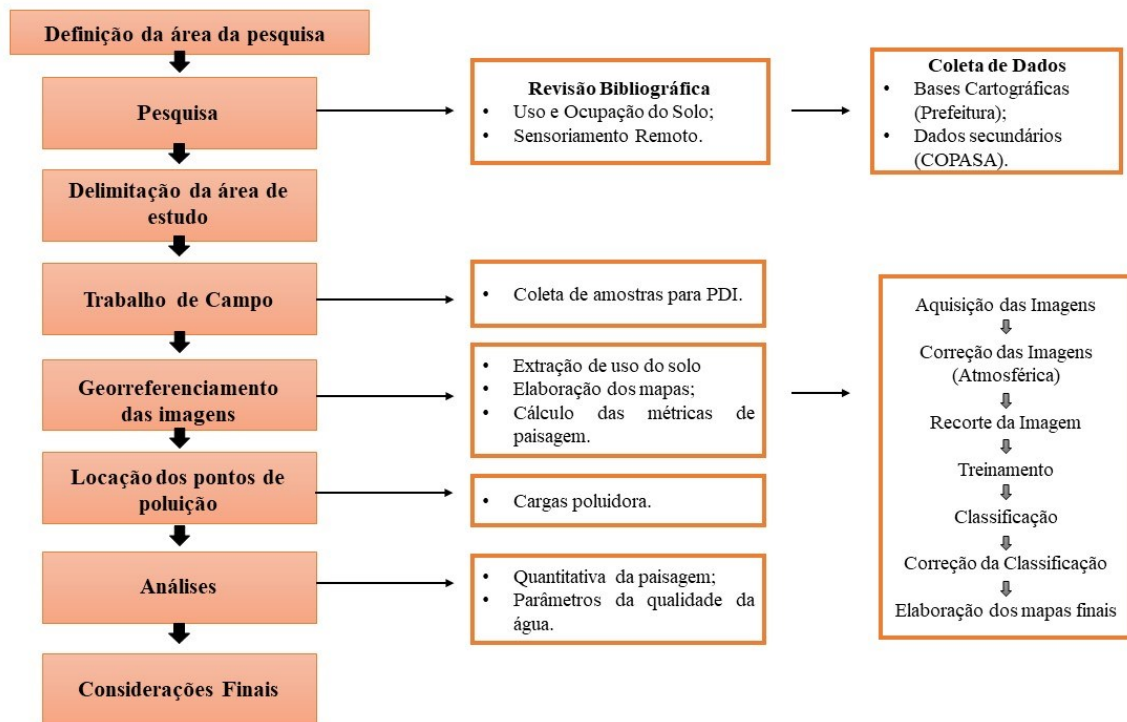
5.3 MÉTODOS

Para elaboração deste projeto de pesquisa, foram realizadas algumas etapas, citadas a seguir:

1. Delimitação da Bacia Hidrográfica do Trecho do Rio Bagagem no perímetro urbano de Estrela do Sul/MG;
2. Tratamento das Imagens *PLANET* e correção da hidrografia;
3. Elaboração dos mapas temáticos de uso e ocupação do solo;
4. Análise quantitativa da paisagem;
5. Identificação e alocação de pontos poluidores;
6. Relação do uso e ocupação da terra na identificação de fonte poluidoras na Bacia Hidrográfica do Trecho do Rio Bagagem no perímetro urbano de Estrela do Sul/MG.

Para a elaboração desta pesquisa foram determinadas etapas citadas anteriormente. Na **Figura 7** é mostrado a organização das etapas em um Fluxograma.

Figura 7 – Fluxograma das etapas do trabalho



Fonte: A Autora (2021).

5.3.1 Delimitação da Bacia Hidrográfica e Cursos d'água

O Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) é um dos mais utilizados Modelo Digital de Elevação (MDE) no mundo. Foram 11 dias apenas para fazer a captura do MDE do planeta, tendo uma resolução espacial de cerca de 30 metros (ORLANDO et al.).

Para realização desse projeto nesta etapa foi necessário ser realizada a delimitação da bacia hidrográfica do Rio Bagagem. Essa delimitação pode ser feita de vários modelos, mas foi utilizado o MDE.

O MDE que foi adquirido pelo projeto Topodata, para realização da extração da hidrografia pelo MDE, utilizando a carta 18S48_ZN em formato Raster. Com a imagem adquirida, foi possível delimitar a hidrografia do Rio Bagagem.

No *software* ArcMap 10 foi realizado a delimitação da bacia hidrográfica do Rio Bagagem e seus cursos d'água, com as seguintes ferramentas, *Fill* utilizada para preenchimento das depressões, *Flow direction* faz gerar um arquivo com direção do fluxo, *Flow accumulation* faz gerar o fluxo acumulado e por fim o *Con* faz gerar um raster com os rios extraídos.

Portanto, com a utilização das ferramentas foi possível ser gerado a hidrografia da área de estudo em formato raster, depois transformado em shape, e por fim transformando os dados gerados para vetor, com isso a bacia hidrográfica da área de estudo foi gerada.

5.3.2 Manipulação das Imagens PLANET

Para a elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo da área de estudo foram utilizadas imagens do satélite *PLANET*. Tendo uma resolução espacial de 3 metros. As imagens adquiridas já são fornecidas ortorredificadas. Para o projeto foram utilizadas imagens do satélite *Planet* de diferentes datas, sendo: junho de 2017, dezembro de 2019 e junho de 2021.

Assim para a utilização das imagens foi necessário realizar o mosaico delas, pois para a área de estudo foram necessárias 2 imagens para recobrir toda região. A mosaicagem foi realizada no *software* *ArcMap 10.8*, pela ferramenta ArcToolbox > Data Management Tools > Raster > Raster Dataset > Mosaic To New Raster. Posteriormente com a realização do mosaico, foi realizado o recorte para a área de estudo através da ferramenta ArcToolbox > Data Management Tools > Raster > Raster Processing > Clip.

5.3.3 Elaboração dos Mapas Temáticos de Uso e Ocupação do Solo

Com a utilização do *software ArcMap 10.8* foi realizada a vetorização de algumas classes com o auxílio da ferramenta *Create Feature*, após a vetorização, foi realizado o processamento das imagens, para a classificação do uso e ocupação do solo, foi feita a realização da classificação supervisionada por Máxima Verossimilhança, com a aplicação do algoritmo Maximum Likelihood classification.

Após a classificação foram realizados os procedimentos da pós classificação.

Com a classificação realizada, os dados em formato raster foram convertidos para formato vetorial, na ferramenta Conversion Tools > From Raster > Raster To Polygon. Assim foi realizado o cálculo das áreas classificadas, com a utilização da ferramenta Calculate Geometry.

Posteriormente foi realizado o refinamento das classes vetoriais, eliminando os ruídos. No *software* na ferramenta Data Management Tools > Generalization > Eliminate, assim eliminando e mesclando os polígonos muito pequenos. O mapa foi classificado com as seguintes classes:

- Área antrópica: área urbana e estradas;
- Floresta: florestas e fragmentos de vegetação nativa;
- Cultivo: áreas de agricultura;
- Pastagem;
- Solo Exposto.

5.3.4 Análise Quantitativa da Paisagem

Com a finalização da elaboração dos mapas temáticos de uso e ocupação do solo, foi realizada a análise quantitativa da estrutura da paisagem para os anos de 2017, 2019 e 2021, no *software* ArcMap, pela extensão Patch Analyst > Spatial Statistics, foi possível gerar as métricas da paisagem necessárias para o estudo. Foram computados os seguintes parâmetros:

- Number of Patches (Número de manchas);
- Mean patch área (Área média das manchas);
- Land Cover (Área de cada uso da terra).

5.3.5 Identificação e Alocação de Pontos Poluidores

Através do mapa da área de estudo e a *shape* dos estabelecimentos de comércio e serviço foi possível a análise das principais fontes poluidoras do comércio na área. Após cada estabelecimento foram classificados com uma carga poluidora: baixa, média e alta.

6 RESULTADOS

6.1 MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A seguir na **Tabela 1** é exposto o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do trecho do Rio Bagagem no perímetro urbano de Estrela do Sul. Que expõe as áreas de cada classe utilizadas para a classificação em km², realizado o estudo para os anos de 2017, 2019 e 2021 com as imagens do satélite *Planet*.

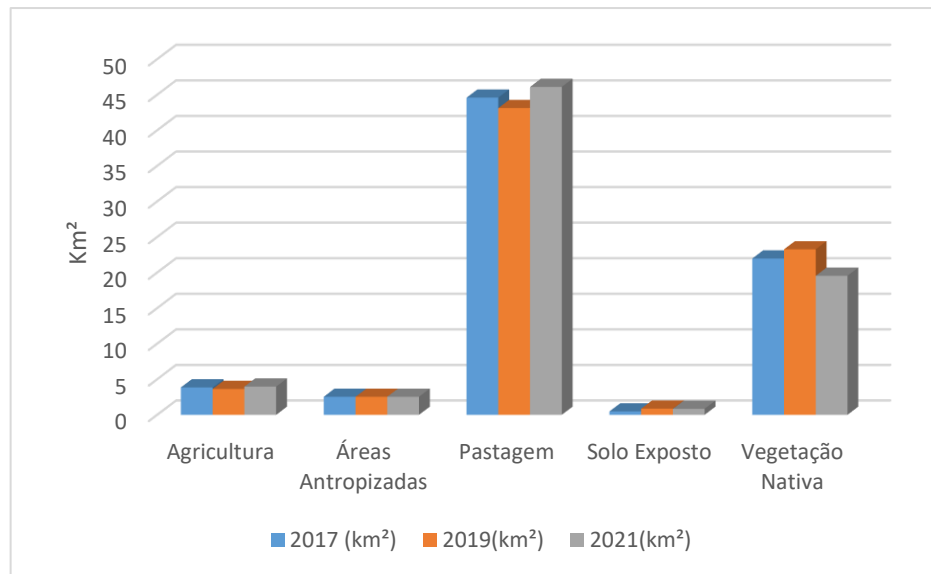
Tabela 1 – Resultado do total das áreas de cada classe

CLASSIFICAÇÃO	2017		2019		2021	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Agricultura	3,855	5,25	3,643	4,96	3,97	5,44
Áreas Antropizadas	2,536	3,45	2,537	3,45	2,537	3,47
Pastagem	44,597	60,72	43,128	58,72	46,107	63,15
Solo Exposto	0,482	0,66	0,87	1,18	0,847	1,16
Vegetação Nativa	21,977	29,92	23,263	31,68	19,548	26,77

Fonte: A Autora (2022).

Na **Figura 8**, é mostrado o gráfico com as mudanças do uso e ocupação do solo durante os anos estudados.

Figura 8 – Gráfico com as respectivas áreas de Uso e Ocupação do Solo



Fonte: A Autora (2022).

A partir do mapeamento temporal do uso e ocupação do solo da região de estudo, é possível analisar e saber quais são as transformações que estão acontecendo na região.

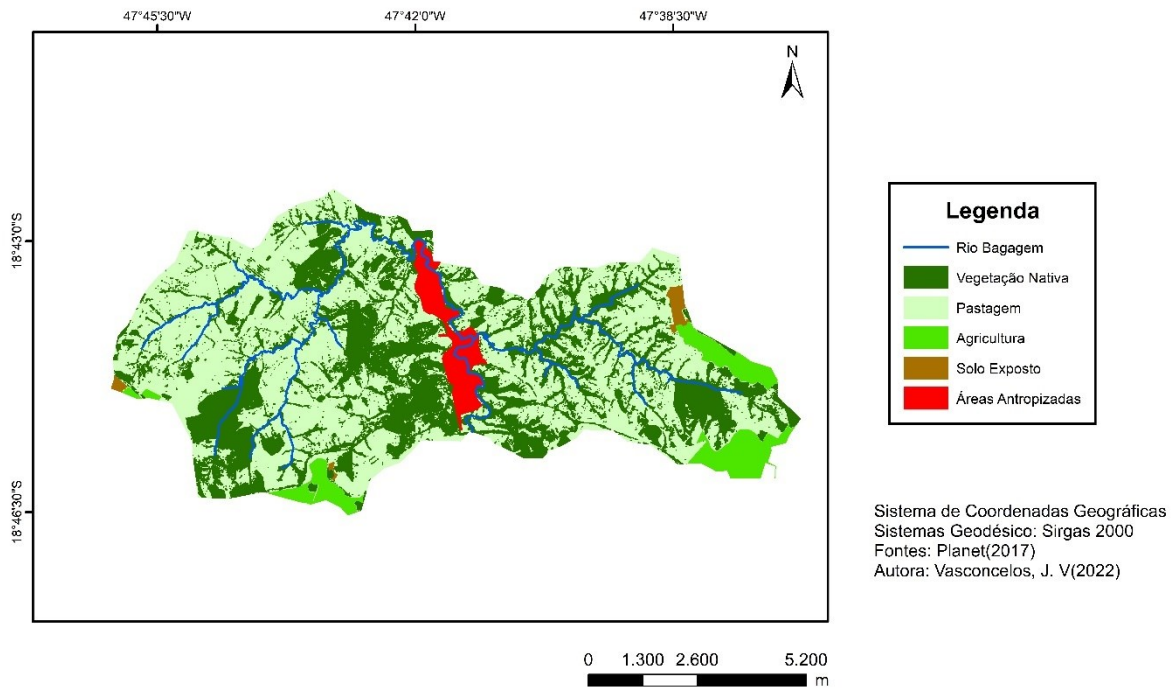
Analisando os dados do gráfico é possível ver que a classe que tem a maior predominância é a pastagem com alguns diferenciais entre os anos.

Portanto, a economia do município tem grande influência na modificação do uso e ocupação do solo durante os anos. Ao redor da cidade a grande percentual de pastagem, que está ligada diretamente com a produtividade de rebanhos.

Já na **Figura 9** é exposto o mapa de uso e ocupação do solo para o ano de 2017, percebe-se que ao longo do curso do rio Bagagem à predominância da vegetação nativa, passando pela área antropizada que não a o distanciamento correto do curso d'água determinado pela lei do Código Florestal.

Figura 9 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2017

**MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TRECHO DO RIO BAGAGEM
NO PERÍMETRO URBANO DE ESTRELA DO SUL/MG REFERENTE AO ANO DE 2017**

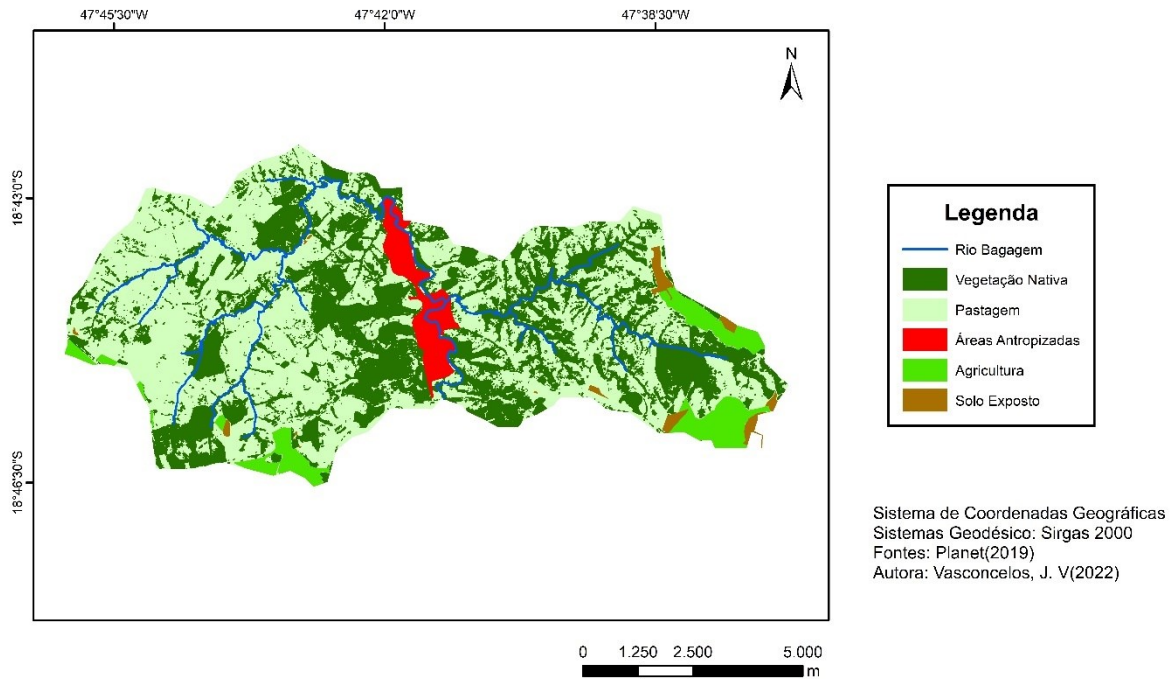


Fonte: A Autora (2022).

O mapa a seguir na **Figura 10**, é possível analisar que a presença da vegetação nativa tem um crescimento em relação ao ano de 2017 mostrado anteriormente, e as áreas com pastagem diminuíram em relação ao ano anterior.

Figura 10 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2019

**MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TRECHO DO RIO BAGAGEM
NO PERÍMETRO URBANO DE ESTRELA DO SUL/MG REFERENTE AO ANO DE 2019**

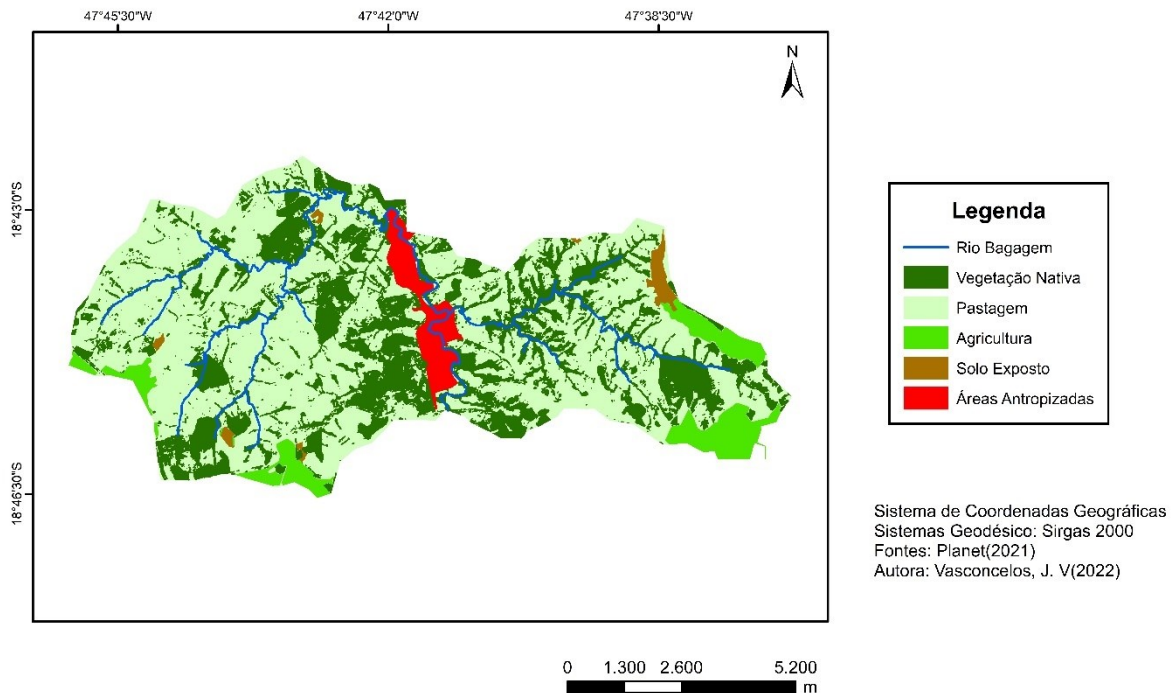


Fonte: A Autora (2022).

A classificação do uso e ocupação do solo para o ano de 2021 pode ser observada na **Figura 11**, observa-se, comparada aos anos anteriores analisados, a uma crescente na classe de pastagem sendo predominante na área de estudo, e com a diminuição da vegetação nativa ao longo do curso d'água.

Figura 11 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo para o ano de 2021

MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TRECHO DO RIO BAGAGEM NO PERÍMETRO URBANO DE ESTRELA DO SUL/MG REFERENTE AO ANO DE 2021



Fonte: A Autora (2022).

Com a diminuição da vegetação nativa, como foi possível analisar nos mapas anteriores, ela pode estar acarretando vários fatores negativos, prejudicando a biodiversidade, extinção de espécies, causando a perda de habitat de animais e plantas, mudanças climáticas. Podendo também interferir no ciclo hidrológico, sendo capaz de acarretar esgotamento das fontes de água, pois com a diminuição da vegetação ao longo do curso hídrico dificulta a absorção da água da chuva pelo subsolo consequentemente o abastecimento das nascentes e reservas subterrâneas.

Principal causa para o desmatamento são as atividades humanas, para o crescimento da pecuária e agricultura. Um dos fatores para essa crescente diminuição das áreas nativas foram para pastagens, áreas urbanizadas, mineração, entre outros, mas na área de estudo é possível verificar que ao passar dos anos a classe pastagem teve um aumento e a área nativa decresceu.

Com as leis ambientais é possível conter esses desmatamentos, sendo necessário ter uma fiscalização mais rígida no local, políticas de reflorestamento, conscientizar o desenvolvimento sustentável para população.

A escala temporal do estudo em perspectiva, que tem como base as imagens de 2017, 2019 e 2021, tem uma análise temporal de um intervalo menor. No entanto, foi possível

perceber as mudanças que ocorreram na área de estudo nesse espaço de tempo. O mais perceptível foi a diminuição da área nativa que é possível analisar anteriormente quantos pontos negativos podem estar acarretando.

6.1.1 Divisão da Bacia Hidrográfica

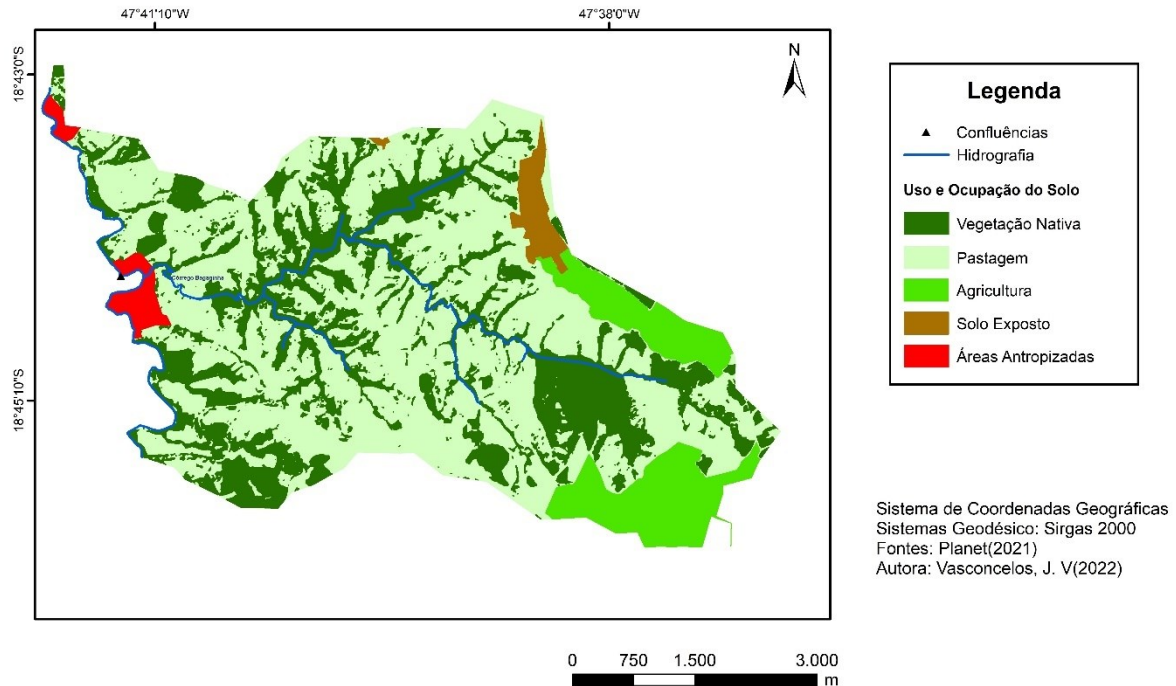
Para realização da divisão da bacia hidrográfica para a análise do ano de 2021, foi realizado pelos pontos de confluências, são pontos onde a o encontro do rio, foram selecionados dois pontos de confluências.

Os pontos de confluências nos permitem estabelecer a divisão da bacia hidrográfica com a finalidade de analisar ambos os lados do uso e ocupação do solo. Na **Figura 12** é exibido o mapa de uso e ocupação do solo do ano de 2021, da parte leste da bacia hidrográfica, percebe-se o primeiro ponto de confluência, e uma grande predominância da classe de pastagem na região, conforme os mapas de uso e ocupação do solo apresentados anteriormente, sendo então a pecuária a principal atividade.

Observa-se a presença das classes de agricultura, pastagem e outras, tendo o Córrego Bagaginha que se passa pela parte leste da bacia hidrográfica e que se deságua no rio Bagagem, podendo estar levando poluentes como fertilizantes, pesticidas e contaminando os lençóis freáticos, tendo potencial de causar erosões no solo, perda de espécies de plantas e degradação do solo.

Figura 12 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Lado Leste da Bacia Hidrográfica

MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO LADO LESTE DA BACIA BACIA HIDROGRÁFICA DO TRECHO DO RIO BAGAGEM NO PERÍMETRO URBANO DE ESTRELA DO SUL/MG

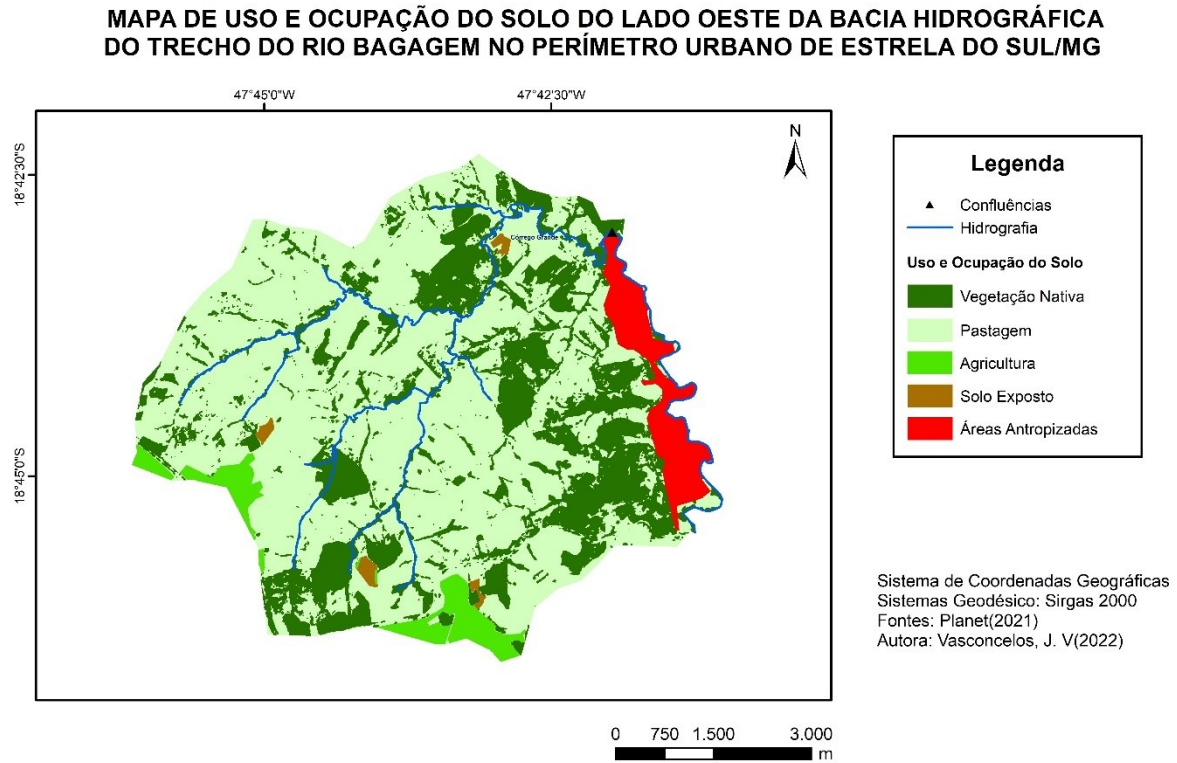


Fonte: A Autora (2022).

Na **Figura 13**, é possível visualizar o lado oeste da bacia hidrográfica e a sua segunda confluência, percebe-se que o lado oeste a uma maior parte de área antropizada que a parte leste, tendo também uma área com a predominância da classe de pastagem e poucas áreas com agricultura.

O lado oeste também tem o Córrego Grande que se deságua no rio Bagagem. Todas as classes identificadas no uso e ocupação do solo neste lado, conforme mostra a **Figura 13**, podem estar levando rejeitos, produtos químicos que levam a contaminação do corpo hídrico e até mesmo do solo. Sendo essa água consumida pela população e outras espécies, podendo levar a problemas de saúde, fazendo se necessário sempre de medidas de controle e fiscalização.

Figura 13 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Lado Oeste da Bacia Hidrográfica



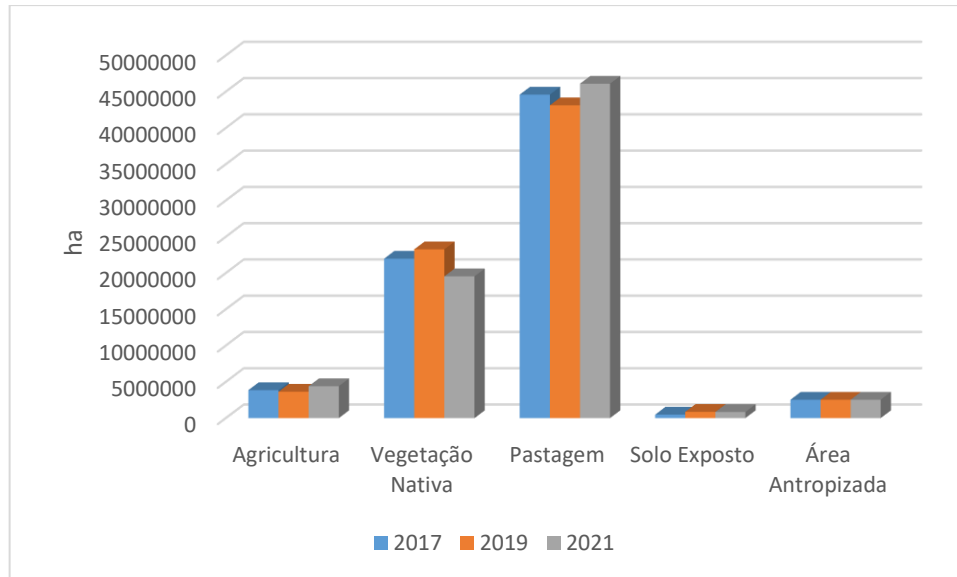
Fonte: A Autora (2022).

6.2 MÉTRICAS DA PAISAGEM

6.2.1 Métricas da Paisagem Uso e Ocupação do Solo

Com a Métrica *Land Cover* foi possível analisar a área de cada uso do solo. Na **Figura 14** está representado as mudanças para cada ano de estudo e, pode-se perceber, que no ano de 2021 houve um aumento nas áreas das classes de agricultura e pastagem, e uma diminuição na vegetação nativa. Com a ação do homem para o aumento da produção na pecuária e agricultura é visível que a área de Vegetação Nativa teve uma diminuição no ano de 2021, as outras classes se mantiveram similar para os anos de estudo.

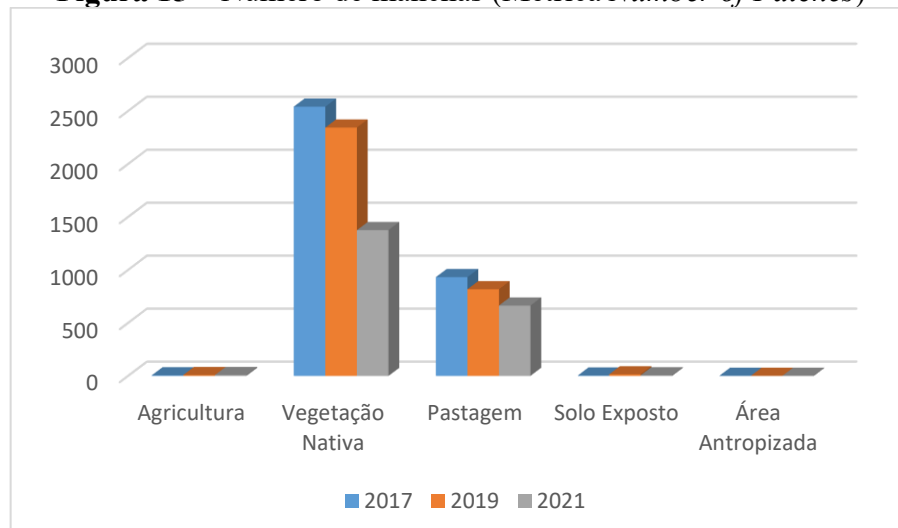
Figura 14 – Área de cada uso do solo (Métrica *Land Cover*)



Fonte: A Autora (2022).

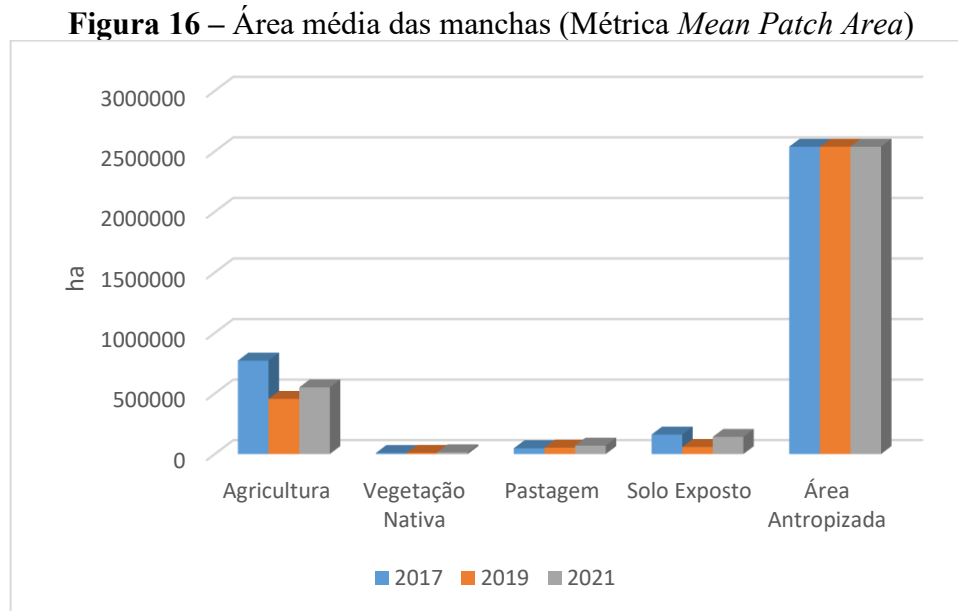
Pela Métrica *Number of Patches* percebe-se que as classes de Vegetação Nativa e Pastagem durante os anos teve um decaimento nos números de manchas, deveu-se ao aumento do tamanho das manchas antigas do que surgimento de novas manchas. A diminuição de mancha na classe pastagem pode estar indicando um agrupamento de pastos vizinhos formando manchas maiores, o mesmo para classe de Vegetação Nativa, visto na **Figura 15**.

Figura 15 – Número de manchas (Métrica *Number of Patches*)



Fonte: A Autora (2022).

Na **Figura 16** expõe o resultado do cálculo da métrica de paisagem *Mean Patch Area*, com os agrupamentos de manchas contíguas percebe-se que a classe área antropizada e agricultura são as classes com maior área média de mancha entre os três anos analisados.



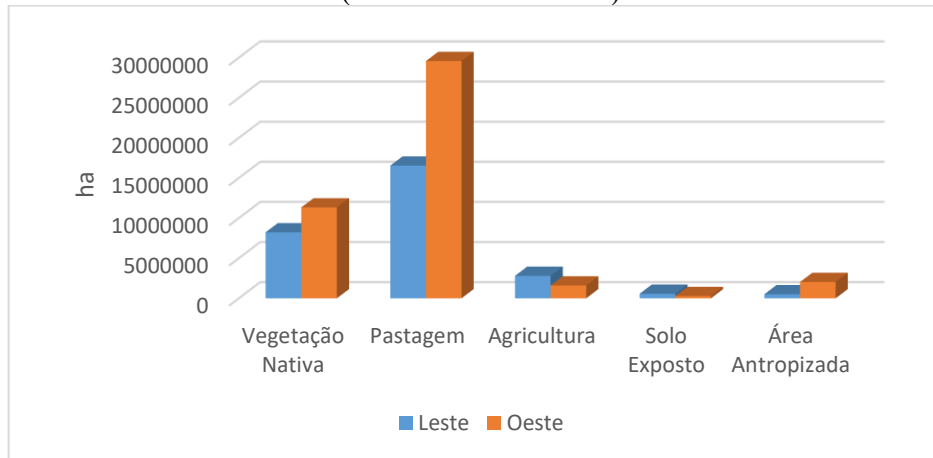
Fonte: A Autora (2022).

6.2.2 Métricas da Paisagem para Divisão da Bacia Hidrográfica

Pela métrica de paisagem *Land Cover*, como exposto na **Figura 17**, percebe-se que a análise para o ano de 2021, a parte oeste da bacia hidrográfica tem uma grande área na maioria das classes comparado com a parte leste.

Na parte leste da bacia hidrográfica, percebe-se uma crescente nas classes de agricultura e solo exposto. Como mencionado anteriormente nas métricas de paisagem, há uma predominância nas classes de pastagem e vegetação em ambos os lados.

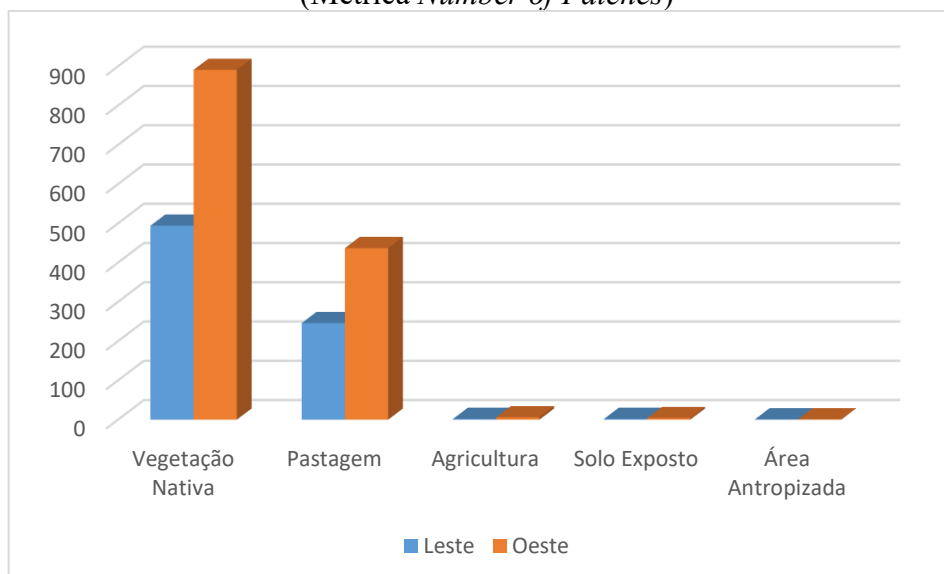
Figura 17- Área de cada uso do solo para ambos os lados da bacia hidrográfica (Métrica *Land Cover*)



Fonte: A Autora (2022).

Na **Figura 18** é visualizado a Métrica *Number of Patches*, como na Métrica *Land Cover* as áreas das classes foram maiores para a parte oeste, o mesmo acontece com o número de manchas, há uma maior predominância de manchas na parte oeste na classe de vegetação nativa e pastagem. Nas classes de agricultura, solo exposto e área antropizada são praticamente a mesma quantidade de número de manchas.

Figura 18- Número de manchas para ambos os lados da bacia hidrográfica (Métrica *Number of Patches*)

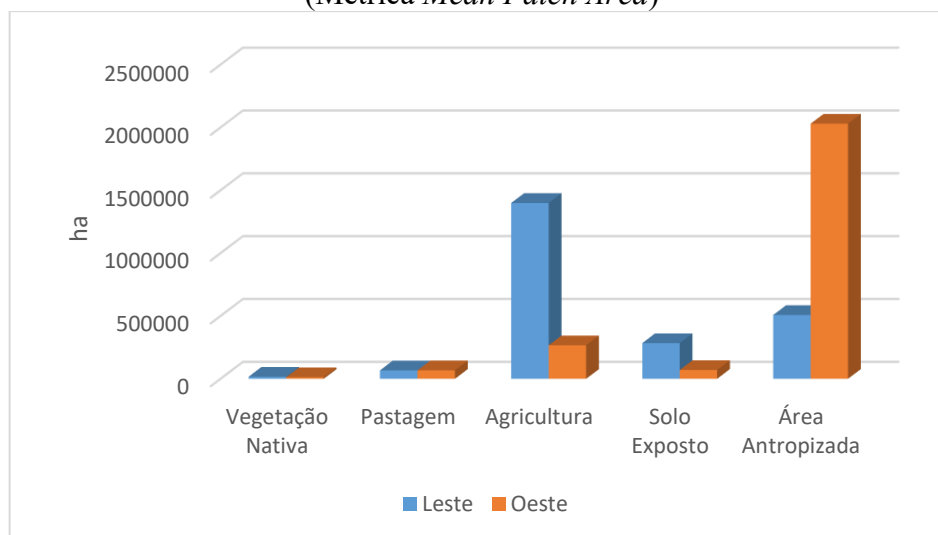


Fonte: A Autora (2022).

Para métrica *Mean Patch Area*, foi possível analisar a área média das manchas, tendo uma predominância do lado oeste a área antropizada com uma maior área por mancha e do lado

leste a agricultura. Mantendo as outras classes com área média das manchas semelhantes, como analisado na **Figura 19**.

Figura 19- Área média das manchas para ambos os lados da bacia hidrográfica (Métrica *Mean Patch Area*)



Fonte: A Autora (2022).

6.3 CLASSIFICAÇÃO DOS PONTOS DE POLUIÇÃO

Partindo para área urbana do município, percebe-se que há um percentual maior de estabelecimentos de comércio e serviço no centro da cidade. Os centros das cidades são considerados o marco zero, pois nesse local foi onde deram início ao processo de urbanização, ali se concentram os estabelecimentos comerciais.

Para a classificação da potencialidade poluidora dos estabelecimentos de comércio e serviço, foram utilizados fatores que classificam em baixo, médio e Alto. Sendo eles, matéria descartável, circulação de pessoas, atividades exercidas. No **Quadro 5** é apresentado o tipo de estabelecimento e sua potencialidade poluidora.

Quadro 5- Classificação dos Pontos de Poluição (continua)

Tipo de Estabelecimento	Nível
Academia	Baixo
Acessória automotiva	Baixo
Açougue	Médio
Advocacia	Baixo
Agência Bancária	Baixo
Agropecuária	Médio

Quadro 5- Classificação dos Pontos de Poluição (continuação)

Tipo de Estabelecimento	Nível
APAE	Baixo
Asilo	Baixo
Associação	Baixo
Bar	Médio
Barbearia	Baixo
Borracharia	Médio
Calçados	Baixo
Câmara Municipal	Baixo
Cartório	Baixo
Cemitério	Alto
Chaveiro	Baixo
Clube	Baixo
Consultório Odontológico	Médio
Cooperativa	Médio
Despachante	Baixo
Distribuidora de bebidas	Baixo
Eletrônico	Baixo
Escolas	Médio
Escritório	Baixo
Farmácia	Baixo
Fórum	Baixo
Funerária	Médio
Igreja	Baixo
Infraestrutura	Baixo
Internet	Baixo
Lanchonete	Médio
Lava Jato	Médio
Leilão Bagagem	Baixo
Loja	Baixo
Loja de departamento	Baixo
Loteria	Baixo
Marcenaria	Médio
Materiais para construção	Médio
Mercado	Médio
Oficina	Médio
Órgão Municipal	Médio
Panificadora	Médio
Pastelaria	Baixo
Perfumaria	Baixo
Pet Shop	Baixo
Pizzaria	Baixo

Quadro 5- Classificação dos Pontos de Poluição (conclusão)

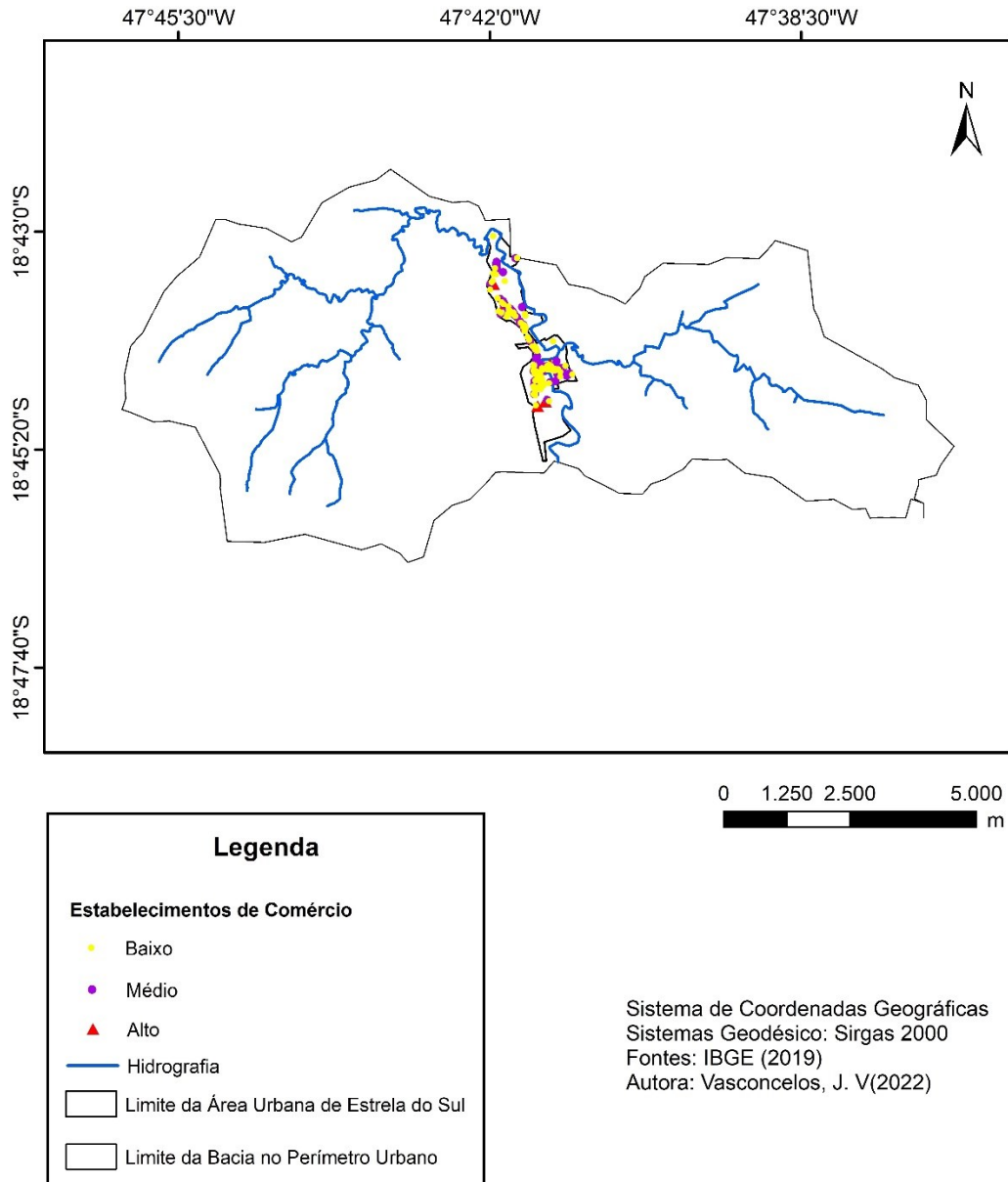
Tipo de Estabelecimento	Nível
Polícia	Baixo
Posto de Combustível	Alto
Pousada	Médio
PSF	Médio
Radio	Baixo
Restaurante	Médio
Rodoviária	Baixo
Salão de Beleza	Baixo
Salgados	Baixo
Serralheria	Médio
Sindicato	Baixo
Sorveteria	Baixo
Supermercado	Médio

Fonte: Adaptado de Ramos (2018).

Com a classificação dos níveis de potencialidade poluidora, na **Figura 20** são expostos no mapa todos os pontos comerciais, com a seus devidos níveis de potencialidade poluidora, no total são 181 pontos, sendo 102 com baixo potencial poluidor, 74 médio e 5 pontos comerciais com alta potencialidade poluidora.

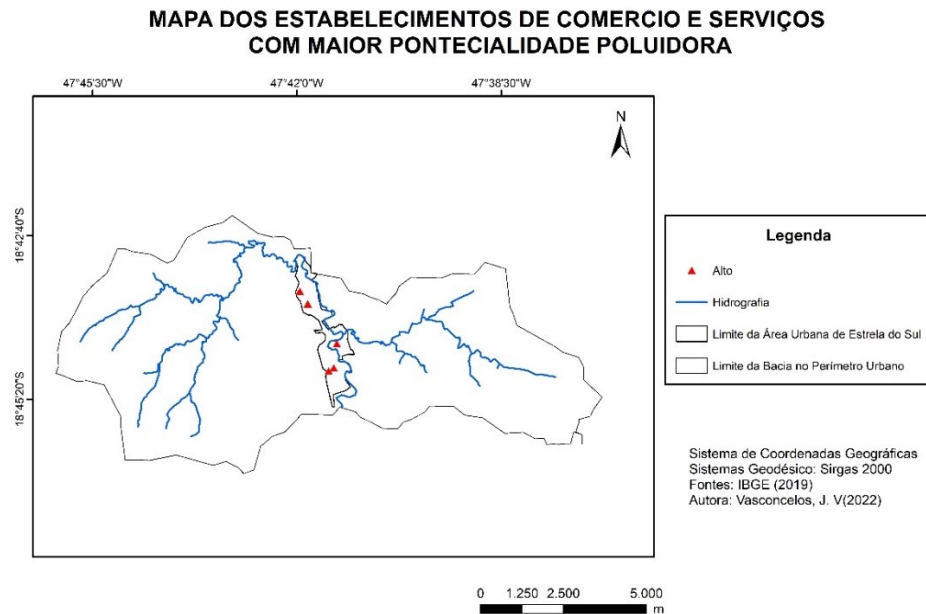
Figura 20 – Pontos Poluidores

MAPA DOS ESTABELECEMENTOS DE COMERCIO E SERVIÇOS ALOCADOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO TRECHO DO RIO BAGAGEM NO PERÍMETRO URBANO DE ESTRELA DO SUL/MG



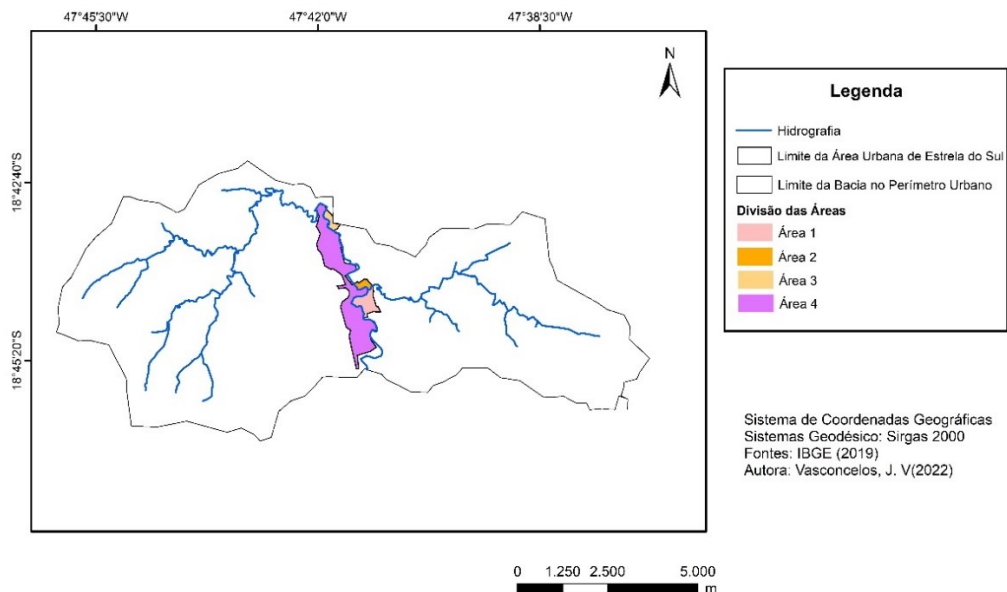
Fonte: A Autora (2022).

A **Figura 21** representa o mapa com maiores pontos com potencialidade poluidora, podendo-se observar que estão bem divididos entre os bairros da cidade. Sendo 5 comércios com potencial poluidor alto, sendo a classificação com potencial poluidor com menor quantidade de estabelecimentos de comércio e serviços.

Figura 21 – Pontos Com Maior Potencialidade Poluidora

Fonte: A Autora (2022).

Tendo em vista todos os pontos de estabelecimentos com seu potencial poluidor, a área urbana de Estrela do Sul foi subdividida conforme o rio Bagagem se escoou pela área, assim podendo fazer uma análise qualitativa para cada área. Na **Figura 22** é possível analisar a subdivisão das áreas.

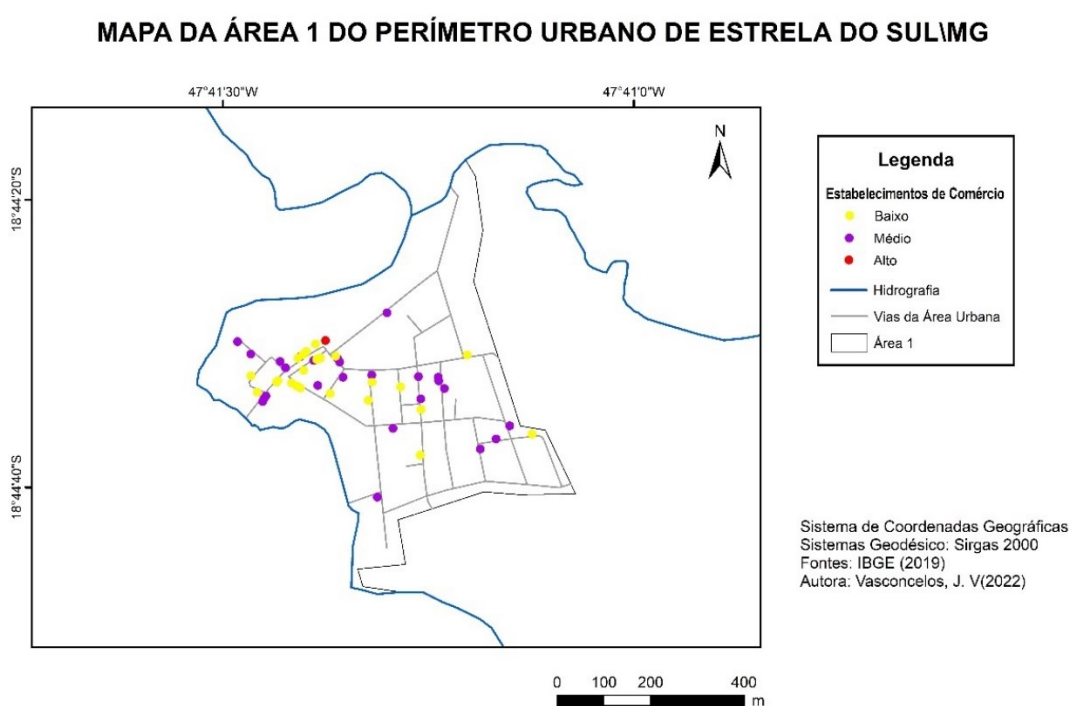
Figura 22 – Divisão das Áreas**MAPA DA DIVISÃO DAS ÁREAS NO PERÍMETRO URBANO DE ESTRELA DO SUL/MS**

Fonte: A Autora (2022).

6.3.1 Área 1

Na área 1, compõe três bairros da cidade o Centro, Alto São Vicente e Alto Bela Vista. Contendo nessa área 50 estabelecimentos de comércio e serviço, sendo 24 estabelecimentos com risco baixo, 25 médio e 1 alto. Como apresentado na **Figura 23** que expõe os pontos de estabelecimento de comércio e serviço e sua classificação de potencialidade poluidora da área 1.

Figura 23 – Área 1



Fonte: A Autora (2022).

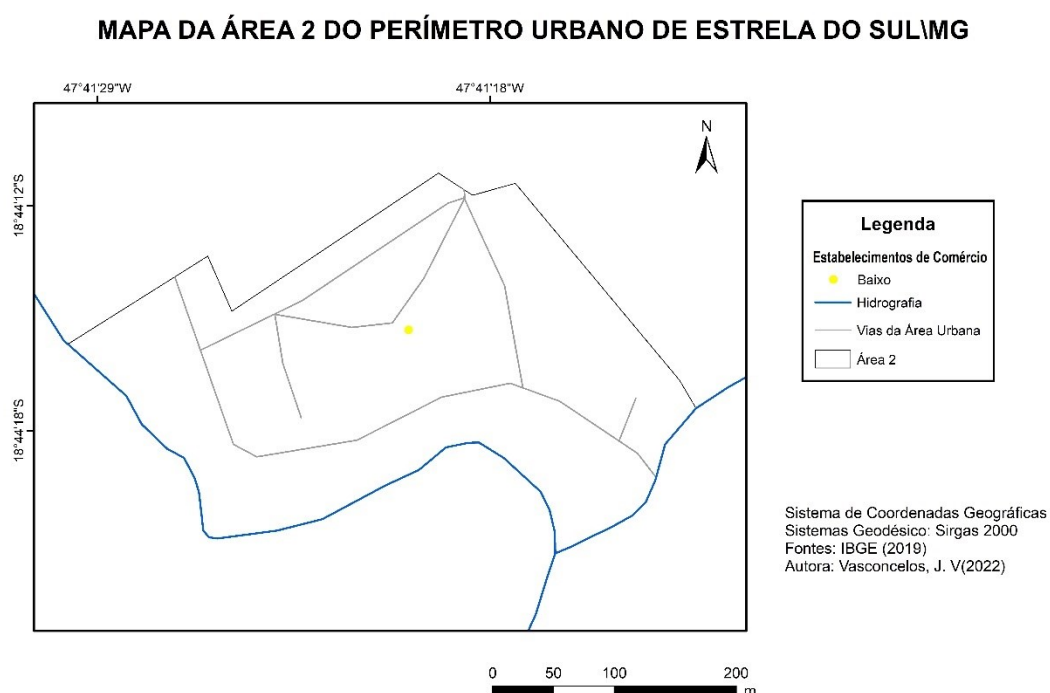
Pode-se dizer que a maioria dos estabelecimentos estão localizados no Centro, tendo em vista que o classificado com alto risco de potencialidade poluidora se encontra no bairro, sendo ele, Posto Estrela do Sul.

O estabelecimento sendo caracterizado como Posto de Combustível, pode contaminar o solo em torno dele, com gasolina tendo seus componentes químicos, também podendo levar a penetração no suprimento da água. Levando em conta que o que é utilizado nas abrangências das áreas podem ser escoadas para o leito do rio que corta a área urbana de estudo.

6.3.2 Área 2

Na área 2, a um pequeno índice de estabelecimentos de comércio e serviço, sendo apenas 1 com potencialidade de risco baixo, se encontra no bairro Bagaginha, sendo um bairro menos povoado e que se tem o contorno do corpo hídrico nele. A **Figura 24** apresenta o estabelecimento para área 2.

Figura 24 – Área 2



Fonte: A Autora (2022).

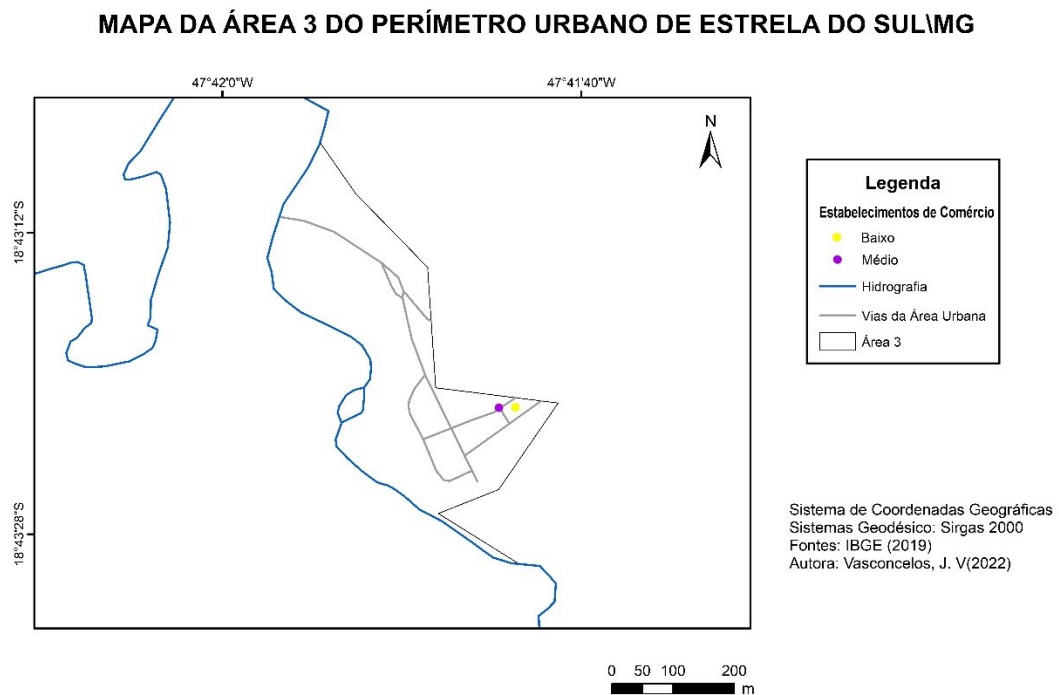
Como analisado anteriormente, nessa área há uma porcentagem menor para potencialidade de risco para o corpo hídrico, mas tudo que se tem na abrangência da bacia hidrográfica é escoado para o rio. Como foi mostrado e analisado nos mapas de uso e ocupação do solo.

6.3.3 Área 3

A área 3, apresentada na **Figura 25**, é a segunda área com menor quantidade de estabelecimentos, um bairro pouco populoso comparando-se com o bairro Bagaginha. Nessa área visualiza-se 1 comércio classificado com risco de poluição baixo e 1 com risco de poluição médio.

Portanto, essa área não tendo muitos estabelecimentos, é possível distinguir que a poluição para o corpo hídrico e diretamente para bacia hidrográfica, seria de modo direto pelo uso e ocupação do solo na região. Com a grande quantidade de pastagem no local de estudo, pode-se dizer que tem uma ampla possibilidade de estar causando erosões no solo. Não tendo muita vegetação para segurar o solo, isso acaba causando alterações na composição da água.

Figura 25 – Área 3

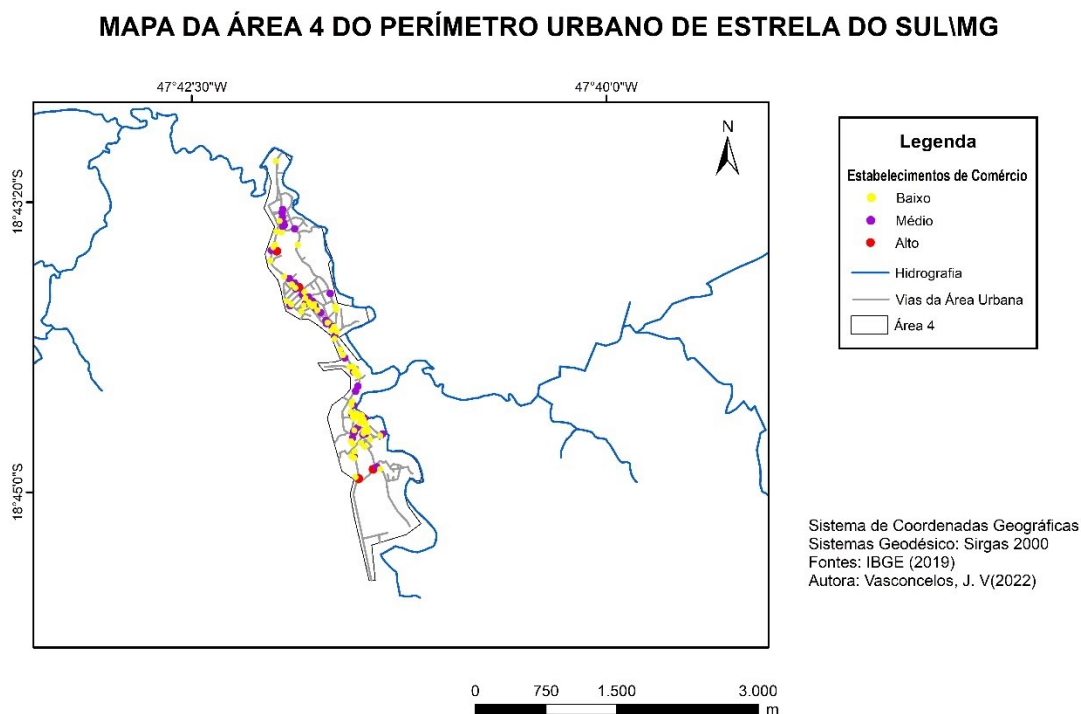


Fonte: A Autora (2022).

6.3.4 Área 4

Na **Figura 26** é exibido a quarta área, sendo a área com maior abrangência, com presença de três bairros, sendo eles, Centro, Mato Grosso e Santa Rita. É a área com maiores quantidades de comércios tendo no total 128 estabelecimentos, classificados segundo a sua potencialidade poluidora, 76 estabelecimentos com risco baixo, 48 com risco médio e 4 com risco alto.

Figura 26 – Área 4



Fonte: A Autora (2022).

Assim, é possível observar que uma grande quantidade de estabelecimentos comerciais e de serviços, e com uma maior presença de estabelecimentos com alto potencial poluidor. Nessa área a presença de dois postos de combustíveis e dois cemitérios sendo considerados com alto potencial poluidor.

Os cemitérios podem causar impactos ambientais no solo e lençóis freáticos, contaminações de mananciais hídricos, por meio dos microrganismos que proliferam no processo de decomposição dos corpos, juntamente com os postos de combustíveis que podem contaminar o solo e além das redes domésticas das casas na região.

7 CONCLUSÃO

Com base nos objetivos específicos citados no início deste trabalho, foram desenvolvidas as considerações finais a seguir:

Determinar a delimitação de área de vertentes da bacia hidrográfica do Rio Bagagem que contribuem para a poluição por meio de escoamento superficial para o trecho no perímetro urbano de Estrela do Sul, de modo a estabelecer o dimensionamento dos maiores vetores de poluição presentes neste espaço.

O cumprimento desta etapa do trabalho pode ser observado conforme apresentado anteriormente na perspectiva metodológica pelo processo de extração de vertentes utilizadas nas técnicas de Geoprocessamento apresentadas. Neste sentido, foi observado conforme os mapas apresentados que existem duas pequenas bacias hidrográficas que contribuem diretamente como afluentes do Rio Bagagem no perímetro urbano de Estrela do Sul/MG.

A Oeste do trecho que urbano do Rio Bagagem foi apresentada a bacia hidrográfica do Córrego Grande. As características principais ligadas a esta bacia é o uso majoritário de áreas de pastagem e ilhas de espaço naturais. Na vertente Leste, encontra-se a bacia hidrográfica do Córrego Bagaginha que apresenta essencialmente características iguais as da vertente Oeste. Assim, os proprietários rurais em ambas as vertentes possuem áreas de pastagem em conformidade com o processo de extração de informações do uso do solo.

O uso do solo como áreas de pastagem pode gerar vetores de poluição ligadas ao uso de aditivos químicos para o plantio de pastagem, e mesmo que estas áreas não necessitem de implementação química, o processo de correção de acidez e a falta de vegetação que acelera o escoamento superficial pode gerar desagregação do solo e processo de assoreamento do Rio Bagagem em questão.

Deste modo, este estudo contribui pelos seus métodos cartográficos de análise do Uso do Solo que as vertentes que são afluentes do Rio Bagagem podem estar adicionando elementos químicos pelo processo de cuidado para com as áreas de pastagem e sedimentos geológicos pelo processo de fragmentação e carregamento pelos córregos supracitados.

Assim, além de indicar o caminho para ações mitigadoras, este estudo cria em si a necessidade de uma vista mais detalhada ao processo de escoamento superficiais ligados à área urbana, conforme realizado por esta pesquisa.

Acompanhamento da evolução dos vetores de poluição por meio de escoamento superficial através de análise da dinâmica do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio Bagagem delimitando para o trecho no perímetro urbano de Estrela do Sul meio de uma análise temporal de imagens do satélite *Planet* de 2017, 2019 e 2021;

Os resultados apresentados anteriormente na análise temporal para a análise da dinâmica do uso e ocupação do solo, foi um indicativo que a tendência de crescimento da classe de pastagem na bacia hidrográfica do trecho do Rio Bagagem no perímetro urbano de Estrela do Sul. Observa-se também que houve crescimento da pastagem e a diminuição da área de

vegetação nativa entre os anos analisados. Esses dados, são de grande importância para a realização de um planejamento adequados do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. Pois com a simulação para cenários futuros de uso do solo seja uma previsão valiosa para a questões dos recursos hídricos, dado que as alterações no uso e ocupação do solo interferem totalmente na qualidade e na quantidade dos recursos hídricos disponíveis.

Verificar o uso da metodologia de determinação de métricas de paisagem para caracterizar e avaliar a situação da paisagem de áreas naturais na bacia hidrográfica do Rio Bagagem delimitando para o trecho no perímetro urbano;

Após o processo de extração de vertentes e bacias hidrográficas que determinaram a área de estudo para análise, fez-se uso do processo de análise de métricas de paisagem de forma temporal como apontado anteriormente. O uso da análise temporal com relação ao uso do solo, permitiu visualizar o crescimento do uso do solo para aplicação de áreas de pastagem, e mostrou que apesar da diminuição das áreas de pastagem em 2019, percebeu-se um acréscimo com relação a esta atividade em 2021. Assim, como o uso do solo está ligado as áreas de pastagens em sua maior parte, a aferição da qualidade da água por meio de coleta e análise laboratorial para checar a presença de elementos com potencial poluidor e que pode afetar a qualidade da água para consumo e logo a saúde da população.

Estabelecer e apontar as possíveis fontes poluidoras com maior potencial por meio da análise de estabelecimentos de comércio e serviços presentes na ocupação urbana da bacia hidrográfica;

Conforme apresentado na análise dos dados anteriormente, a análise dos pontos de comércios e seus potenciais de poluição, os comércios classificados com a alto potencial poluidor pode estar interferido no corpo hídrico que passa dentro da área urbana, com possibilidades de produtos químicos contaminar o solo e causar poluição das águas superficiais e subterrâneas, também considerando tudo aquilo que pode ser levado pelas águas das chuvas que causariam um impacto direto ao corpo hídrico.

Deste modo, os dados e a metodologia determinada na análise da espacialidade dos pontos comerciais e de serviço apresentados anteriormente complementam os estudos ligados diretamente a análise laboratorial da água coleta no trecho urbano do Rio Bagagem.

Assim portanto que a análise temporal de uso e ocupação do solo possa servir de base para demais pesquisas que buscam o aferimento dos níveis de poluição de rios por meio apenas da análise da água. Desse modo é possível concluir que para as análises de uso e ocupação do solo, através das aplicações do sistema de informação geográfica é de grande importância para que ações preventivas sejam aplicadas, para uma manutenção de uma boa qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

- ARCOVA, F. C. S. et al. **Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paul**. 1999. Disponível em: http://bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/17446/Scientia_Forestalis_n56_p125-134_1999.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 01 ago. 2022.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. **Divisões Hidrográficas no Brasil**. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/copy_of_divisoes-hidrograficas>. Acessado em: 13 set. 2021.
- CAMPOS, V. D. **Dinâmica de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Arroio dos Pereiras em Irati – PR e sua influência na qualidade das águas superficiais**. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/502/1/Vivian%20Dallagnol%20de%20Campos.pdf> f. Acesso em: 13 set. 2021.
- CASIMIRO, P. C. **Estrutura, Composição e Configuração da Paisagem Conceitos e Princípios para a sua Quantificação no Âmbito da Ecologia da Paisagem**. IN: Revista Portuguesa de Estudos Regionais, Angra do Heroísmo, p. 75-99, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5143/514351895006.pdf>. Acesso em: 13 set. 2021.
- COSTA, A. **Evolução uso e cobertura do solo e fragmentação da paisagem na serra do Gandarela (MG): análise a partir de métricas de paisagem**. 2012. 114 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: [file:///C:/Users/jaque/Downloads/disseta__o_gandarela_alfredo_costa%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/jaque/Downloads/disseta__o_gandarela_alfredo_costa%20(3).pdf). Acesso em: 22 set. 2021.
- DA SILVA, P. L. F; DA SILVA, A. J. **Avaliação do uso e ocupação do solo no município de Pilõesinhos-PB, de 1984-2016 utilizando o geoprocessamento**. IN: Revista de Geociências do Nordeste, v. 3, n. 1, p. 48-63, 2017.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3.ed. ampl. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.128 p.
- FOLLADOR, K. et al. **Saneamento Básico: Meio Ambiente e Saúde**. Uningá Review, Santa Catarina, v. 23, n. 1, p. 24-28, 16 jun. 2015. Disponível em: https://www.mastereditora.com.br/periodico/20150630_220710.pdfhttps://www.mastereditora.com.br/periodico/20150630_220710.pdf. Acesso em: 13 set. 2021.
- GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. S. l., 2007, 9 p. Apostila do Instituto de Tecnologia/Departamento de Engenharia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ufrjr.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>. Acesso em: 13 set. 2021.
- IBGE. **História**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/estrela-do-sul/historico>. Acesso em: 20 set. 2021.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/estrela-do-sul/panorama>. Acesso em: 13 set. 2021.

IBGE. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/estrela-do-sul/panorama>. Acesso em: 18 out. 2021.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

MARQUES FILHO, O.; VIEIRA NETO, H. **Processamento Digital de Imagens**. Rio de Janeiro: Brasport, 1999. 299 p. Disponível em: <http://projetoaprendizagemgrupo4.pbworks.com/w/file/96395952/Processamento%20Digital%20de%20Imagens.pdf>. Acesso em: 13 set. 2021.

MENESES, P. R.; DE ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UNB/CNPq, 2012.

MOREIRA, A. A. et al. **Mapeamento e análise do uso e ocupação do solo na bacia do Rio Vieira no município de Montes Claros/MG**. IN: Revista Brasileira de Geomática, Pato Branco, v. 2, n. 2, p. 40-48, 2014. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo/article/view/5448/3388>. Acesso em: 13 set. 2021.

MOREIRA, T. R. et al. **Confronto do uso e ocupação da terra em APPs no Município de Muqui, ES**. IN: Floresta e Ambiente, Rio de Janeiro, v.22, n.2, p. 141-152, 2015. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/floram/v22n2/2179-8087-floram-22-2-141.pdf>>.

NASCIMENTO, T. V., FERNANDES, L. L. **Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia**. IN: Ciência e Natura [en línea]. 2017, 39(1), 169-177 [fecha de Consulta 3 de Agosto de 2021]. ISSN: 0100-8307. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467549116018>

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 4 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

ORLANDO, F. C. et al. **Análise da Qualidade dos dados SRTM ao Longo de Todo o Território Brasileiro**. IN: Anuário do Instituto de Geociências - Ufrj, Brasília, v. 43, n. 2, p. 340-348, 21 ago. 2020. Instituto de Geociências - UFRJ. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/37240/pdf>. Acesso em: 20 set. 2021.

PONS, N. A. D.; PEJON, O. J. **Aplicação do SIG em estudos de degradação ambiental: o caso de São Carlos (SP)**. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.38, n.2, p. 295-302, 2008

Portal da Qualidade das Águas: **INDICADORES DE QUALIDADE - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)**. 2021. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 19 out. 2021.

RAMOS, Thaís Silva. **Análise do Uso e Ocupação da Terra como Indicador de Potenciais Fontes de Poluição das Águas na Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Corrêgo**

Mumbuca. 2018. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/23401/2/AnaliseOcupacaoTerra.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2022.

RAMPIM, L.; TAVARES FILHO, J.; BEHLAU, F.; ROMANO, D. **Determinação da capacidade de uso do solo usando o manejo sustentável para uma média propriedade em Londrina-PR.** Bioscience Journal, Uberlândia, v.28, n.2, p. 251-264. 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/12341/8486>. Acesso em: 13 set. 2021.

ROSA, R. **Introdução ao Geoprocessamento.** Laboratório de Geoprocessamento - UFU, Uberlândia, Junho 2013. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/33/2016/12/Introdu%C3%A7%C3%A3o-ao-Geoprocessamento-Roberto-Rosa.pdf>. Acesso em: 13 set. 2021.

SANTANA, D. P. Manejo integrado de Bacias Hidrográficas. **Embrapa Milho e Sorgo - Documentos**, Sete Lagoas, p. 1-62, 2003. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/486784>. Acesso em: 13 set. 2021.

SCCON GEOSPATIAL (Brasil) (org.). **Imagens Planet.** Disponível em: <https://www.scon.com.br/produtos/imagens-planet/#:~:text=As%20imagens%20Planet%20s%C3%A3o%20obtidas%20pela%20constela%C3%A7%C3%A3o%20de,com%20alto%20padr%C3%A3o%20de%20qualidade%20e%20precis%C3%A3o%20planim%C3%A9trica..> Acesso em: 30 jul. 2022.

SILVA, M. K. A. **Modelagem hidrológica aplicada ao estudo da vazão da bacia hidrográfica do rio Araguari - MG, a partir das mudanças do uso da terra e cobertura vegetal nativa.** 2014. 196 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Uberlândia, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/15994/1/ModelagemHidrologicaAplicada.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2021.

SPERLING, M. V. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** In: Princípios básicos do tratamento de esgotos. Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

TARGA, M. S. et al. **Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil.** Revista Ambiente & Água, Taubaté, v.7, n.2, p. 120-142, 2012.

WATRIN, O. dos S.; GERHARD, P.; MACIEL, M. N. M. **Dinâmica do uso da terra e configuração da paisagem em antigas áreas de colonização de base econômica familiar, no Nordeste do estado do Pará.** Revista Geografia, Rio Claro, v.34, n.3, p. 455-472, 2009.