

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

THAÍS SILVA RAMOS

ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA COMO INDICADOR DE
POTENCIAIS FONTES DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO MÉDIO CURSO DO CÓRREGO MUMBUCA

Monte Carmelo

2018

THAÍS SILVA RAMOS

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA COMO INDICADOR DE
POTENCIAIS FONTES DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO MÉDIO CURSO DO CÓRREGO MUMBUCA**

Trabalho apresentado como requisito para obtenção de aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Uberlândia.

Orientador: Dr. Pedro Eduardo Ribeiro de Toledo

Co-orientadora: Dra. Mirna Karla Amorim da Silva

Monte Carmelo

2018

THAÍS SILVA RAMOS

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA COMO INDICADOR DE
POTENCIAIS FONTES DE POLUIÇÃO DAS ÁGUAS NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO MÉDIO CURSO DO CÓRREGO MUMBUCA**

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

Prof. Dra. Mirna Karla Amorim da Silva, UFU.
(Co-orientadora)

Prof. Dr. Eduardo Dellosso Penteadó, UNIFESP.
(Membro Convidado)

Homologado pelo Colegiado do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica em:

_____/_____/_____

Coordenador do Curso de Engenharia de
Agrimensura e Cartográfica

Monte Carmelo

2018

DEDICATÓRIA

A meu avô Geso, aos meus pais Rildo e Marcia, aos meus irmãos Ítalo, Marcelo e Matheus, e aos poucos, mas valiosos amigos que me apoiaram durante essa jornada, dedico.

RESUMO

O uso e ocupação das bacias hidrográficas influenciam a qualidade da água dos corpos hídricos. Os lançamentos de águas residuária domésticas e industriais, o uso indiscriminado de pesticidas, herbicidas e fertilizantes em áreas agrícolas criaram pressões sobre a qualidade da água dos recursos hídricos. Desta forma, a composição do uso da terra está intimamente ligada com a qualidade da água em uma bacia hidrográfica, e a configuração da paisagem pode ser um meio de prever a qualidade da água. Portanto para garantir uma boa qualidade ambiental da bacia hidrográfica é necessária a elaboração dos mapas temáticos de uso e ocupação do solo. O município de Monte Carmelo vem se destacando nos últimos anos devido à instalação de um dos campi de expansão da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) em 2010. O município é drenado pelo córrego Mumbuca, que atravessa toda a área urbana e parte da área rural. O objetivo deste trabalho de trabalho foi identificara evolução do uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do médio curso do córrego do Mumbucapara os anos de 2011, 2014 e 2017, e analisar por meio dos estabelecimentos de comercio e serviço espacialmente os potenciais vetores que contribuem para a poluição das águas na bacia. O processo metodológico iniciou com a delimitação da bacia, posteriormente foi utilizada uma técnica de processamento digital de imagens, sendo esta a classificação supervisionada, geraram-se mapas para os anos de estudo com o uso e ocupação da terra e sua evolução. Percebe-se que as áreas antrópicas vêm crescendo aceleradamente, as áreas de solo exposto da bacia vem perdendo espaço nos últimos anos, isso tem relação direto coma diminuição das áreas de vegetação nativa. Ao longo da bacia existem diversos estabelecimentos de comercio e serviços, sendo estes pontos classificados segundo a sua potencialidade poluidora. Foi possível identificar esses pontos com risco baixo, médio e alto de acordo com seu potencial de poluição.

Palavras-chave: Hidrografia. Mapa Temático. Poluição.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Obtenção de Imagens por Sensoriamento Remoto.....	14
Figura 2 - Técnicas de processamento de imagens com maior relevância.....	16
Figura 3 - Bacia Hidrográfica.....	21
Figura 4 - Uso e ocupação da terra em uma bacia hidrográfica.....	22
Figura 5 - Localização da Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Córrego Mumbuca.....	24
Fluxograma 1 - Esboço da execução de projeto.....	26
Figura 6 - Resultado da hidrografia gerada.....	30
Figura 7 - Gráfico expando as áreas do uso e ocupação da terra.....	31
Figura 8 - Mapa 2011.....	32
Figura 9 - Mapa 2014.....	33
Figura 10 - Mapa 2017.....	34
Figura 11 - Métrica <i>Land Cover</i>	35
Figura 12 - Métrica <i>Number of Patches</i>	36
Figura 13 - Métrica <i>Mean Patch Area</i>	37
Figura 14 - Pontos poluidores ao longo da bacia.....	40
Figura 15 - Pontos com maior potencial de poluição.....	41
Figura 16 - Pontos de entroncamento.....	42
Figura 17 - Segmentação da Bacia.....	43
Figura 18 - Seção 1.....	44
Figura 19 - Seção 2.....	45
Figura 20 - Seção 3.....	47
Figura 21 - Seção 4.....	48
Figura 22 - Seção 5.....	49

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - Divisão do espectro eletromagnético.....	15
Quadro 1 - Características do satélite RapidEye.....	18
Quadro 2 - Definições de alguns conceitos de ecologia da paisagem.....	19
Quadro 3 - Características de algumas métricas de paisagem.....	20
Quadro 4 - Ciclo da água.....	22
Tabela 2 - Data de aquisição das imagens.....	27
Quadro 5 - Atividades econômicas desenvolvidas na região.....	28
Tabela 3 - Classificação dos pontos de comércio.....	29
Tabela 4 - Quantificação da área.....	30
Quadro 6 - Classificação dos pontos poluidores.....	37
Tabela 5 - Pontos de Entroncamento.....	41
Quadro 7 - Estabelecimentos presentes na seção 1.....	45
Quadro 8 - Estabelecimentos presentes na seção 2.....	46
Quadro 9 - Estabelecimentos presentes na seção 3.....	47
Quadro 10 - Estabelecimentos presentes na seção 4.....	48
Quadro 11 - Estabelecimentos presentes na seção 5.....	50

LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
BHMCCM	Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Córrego Mumbuca
DMAE	Departamento Municipal de água e Esgoto
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MDE	Modelo Digital de Elevação
REM	Radiação eletromagnética
SR	Sensoriamento Remoto
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GERAL.....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3	JUSTIFICATIVA	13
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1	SENSORIAMENTO REMOTO.....	14
4.1.1	Radiação Eletromagnética	15
4.1.2	Processamento Digital de Imagens	15
4.1.2.1	Correção de Imagens.....	17
4.1.2.2	Realce de Imagens.....	17
4.1.2.3	Classificação de imagens.....	17
4.1.2.3.1	<u>Classificação Supervisionada</u>	17
4.1.2.4	Imagens do Satélite RapidEye.....	18
4.2	ECOLOGIA DE PAISAGEM.....	19
4.3	USO E OCUPAÇÃO DA TERRA.....	20
4.4	BACIA HIDROGRÁFICA.....	20
4.4.1	Uso e ocupação da terra em bacias	21
5	MATERIAL E MÉTODOS	22
5.1	ÁREA DE ESTUDO.....	22
5.2	MATERIAL.....	24
5.3	MÉTODOS.....	25
5.3.1	Delimitação da Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Córrego Mumbuca	26
5.3.2	Manipulação das Imagens Rapideye	27
5.3.3	Elaboração dos mapas temáticos de ocupação da terra	27
5.3.4	Análise quantitativa da paisagem	28
5.3.5	Identificação e alocação de pontos poluidores	29
5.3.6	Análise dos potenciais vetores que contribuem para a poluição ao longo da Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Córrego Mumbuca	29
6	RESULTADOS	29
6.1	BACIA HIDROGRÁFICA DELIMITADA.....	29

6.2	MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA.....	30
6.2.1	Métricas da Paisagem	35
6.3	CLASSIFICAÇÕES DOS PONTOS DE POLUIÇÃO.....	37
6.4	ANÁLISE DOS POTENCIAIS VETORES.....	41
6.4.1	Pontos de Entroncamento	41
6.4.2	Seções	42
6.4.2.1	Seção 1.....	43
6.4.2.2	Seção 2.....	45
6.4.2.3	Seção 3.....	46
6.4.2.4	Seção 4.....	47
6.4.2.5	Seção 5.....	49
7	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

As transformações que ocorrem com o uso e ocupação da terra acontecem com o agrupamento de seres humanos, formando assim grupos com o intuito de explorar os recursos existentes em uma determinada região, esse processo teve início juntamente com o processo de colonização do Brasil e vai até os dias atuais, com o agravante que não se teve o cuidado de entender os meios econômicos, sociais e campos naturais (FERREIRA, 2006).

O uso e ocupação da terra podem ser considerados um processo ininterrupto, em que as mudanças acontecem por meio de uma escala temporal. As mudanças que ocorrem no uso da terra podem ocorrer em diversas escalas temporais, sendo essas em curtos espaços ou longos períodos de tempo. Vale ressaltar que as ações antrópicas sobre o meio, um dos principais motivos para as mudanças que acontecem sobre a terra.

Sendo assim, a terra serve com um palco para as ações humanas, onde se tem as modificações e interações, tais ações são capazes de dar princípio ao desenvolvimento de processos que levam a degradação da terra (FERREIRA, 2006).

De acordo com Andrade et al. (2015) o estudo sobre as modificações que ocorrem no uso e ocupação da terra é fundamental para entender em escala local, continental e global os processos que acontecem na superfície e que acaba afetando os setores econômicos, o meio ambiente e a sociedade.

A ocupação da terra em áreas que se têm bacias hidrográficas por seres humanos é uma prática bastante comum, isso se deve maior disposição de água nestes locais. Em consequência dessa maior aglomeração de seres humanos, tem também o aumento do descarte de diversos tipos de poluentes ao corpo hídrico, que acaba afetando a qualidade da água destas áreas. Entre as principais formas de poluição em bacias hidrográficas se dão principalmente por escoamento superficial, poluição direta, descarte de esgoto, entre outros.

Conseqüentemente é possível perceber que a qualidade da água tem relação direta com o uso e ocupação da terra, tornando assim, de grande relevância saber a posição das indústrias, casas, atividades agropecuárias e todas as outras atividades que geram poluição na águas de uma hidrografia.

Segundo Coelho et al. (2014) o uso e ocupação da terra além de afetar a qualidade da água, tem influência nas características e disponibilidades dos recursos naturais, na diversidade biológica.

Tendo isto em vista, os estudos do uso e ocupação da terra em regiões que se têm bacias hidrográficas são de extrema importância para identificação dos poluentes presentes nos cursos hídricos e as possíveis fontes desses, poluição esta, que pode ocorrer na forma de poluição pontual provenientes do lançamento de efluentes domésticos e industrial e difusa vindo de resíduos da agricultura.

Nas zonas urbanas, o processo de uso e ocupação da terra tem o princípio pela instalação de casas, construções prediais, estabelecimentos de comércio e de serviços e terrenos que fazem parte da área, assim a poluição presente em áreas urbanas podem ser classificadas como pontual.

A leitura do uso e ocupação da terra pelo meio urbano é fundamental para a análise deste projeto, pois a classificação dos estabelecimentos comerciais e de serviço dentro de sua potencialidade poluidora, e sua posição geográfica, possibilitará diagnosticar os principais focos poluidores dentro da bacia e sua possível mitigação, ou seja, uma tentativa será propor alternativas para minimizar estes focos.

A mesorregião Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (TM/AP) teve um aumento em seu desenvolvimento econômico ao longo dos últimos anos, isso se deve aos avanços tecnológicos e a expansão agropecuária da região.

A mesorregião TM/AP é composta por 66 municípios, dentre esses se tem o município de Monte Carmelo, que já foi muito conhecido na região por causa da produção de tijolos e telhas. Mas o que fez com que a cidade se destacasse nos últimos anos foi a implantação de um campus da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), ocorrido no ano de 2011, além disto, é destaque na agropecuária na região.

Em consequência da implantação da universidade a malha urbana aumentou e o fluxo da ocupação da terra aparentemente se direcionou no sentido ao campus da universidade. Desta forma, aumentou-se o número de habitantes e em decorrência houve mudanças na quantificação e qualificação do comércio.

Várias mudanças ocorreram ao longo dos anos, isso se deve ao processo de crescimento urbano, sendo de suma importância o estudo e análise desta região urbana, através da qualificação e quantificação do uso da terra ao longo do tempo. Especialmente no que se refere a bacia hidrográfica na qual a região está inserida, neste caso a bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca.

A bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca recobre quase toda área urbana e vai até uma parte da zona rural da cidade. Desta maneira, ela possui várias fontes de poluição em sua extensão, assim se tem diversos impactos ambientais que foram quantificados ao longo desta pesquisa. Este trabalho fez o mapeamento do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica no médio curso do córrego Mumbuca e estabeleceu as principais fontes poluidoras do curso de água.

Desta maneira, a análise do uso da terra como forma de avaliação da poluição direta e indireta no meio hídrico torna-se um importante contribuinte para os fins mitigatórios, uma vez que se possa qualificar, de forma espacial, não somente a localização dos estabelecimentos com maior potencial poluidor, mas também o escoamento superficial das áreas em questão.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi analisar espacialmente os potenciais vetores que contribuem para a poluição das águas na Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Córrego Mumbuca em Monte Carmelo/MG.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A partir deste objetivo geral, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- i. Estabelecer as delimitações da bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca, partindo da estação de tratamento de esgoto do Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) como ponto exutório da bacia;
- ii. Analisar a dinâmica do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do médio curso do córrego do Mumbucapor meio de uma análise temporal de imagens *Rapideye* de 2011, 2014 e 2017;

- iii. Utilizar métricas de paisagem para caracterizar e avaliar a situação da paisagem (fragmentação) de áreas naturais na bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca;
- iv. Mensurar qualitativamente o uso e ocupação da terra, estabelecendo e apontando as possíveis fontes poluidoras com maior potencial por meio da análise de estabelecimentos de comércio e serviços presentes na ocupação urbana da bacia.

3 JUSTIFICATIVA

O uso e ocupação da terra nas bacias hidrográficas influenciam na qualidade da água dos corpos hídricos contidos na bacia. Os lançamentos de águas residuárias domésticas e industriais, assim como o uso indiscriminado de pesticidas, herbicidas e fertilizantes em áreas agrícolas criam pressões sobre a qualidade da água dos recursos hídricos.

Desta forma, a composição do uso da terra está intimamente ligada com a qualidade da água em uma bacia hidrográfica. Sobremaneira, a configuração da paisagem pode ser um meio de prever a qualidade da água. Ressalta-se que os agentes antrópicos que devem ser investigados não estão apenas no meio urbano, mas também no aspecto do uso da terra no meio rural.

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

Por esta razão, foi realizado o estudo da evolução do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca. Visando ajudar na elaboração de planos diretores da bacia hidrográfica propostos pela Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

O monitoramento do uso e ocupação da terra irá auxiliar a cidade de Monte Carmelo a mitigar e desenvolver políticas públicas mais rígidas, para a administração sustentável dos recursos naturais (COELHO et al., 2014).

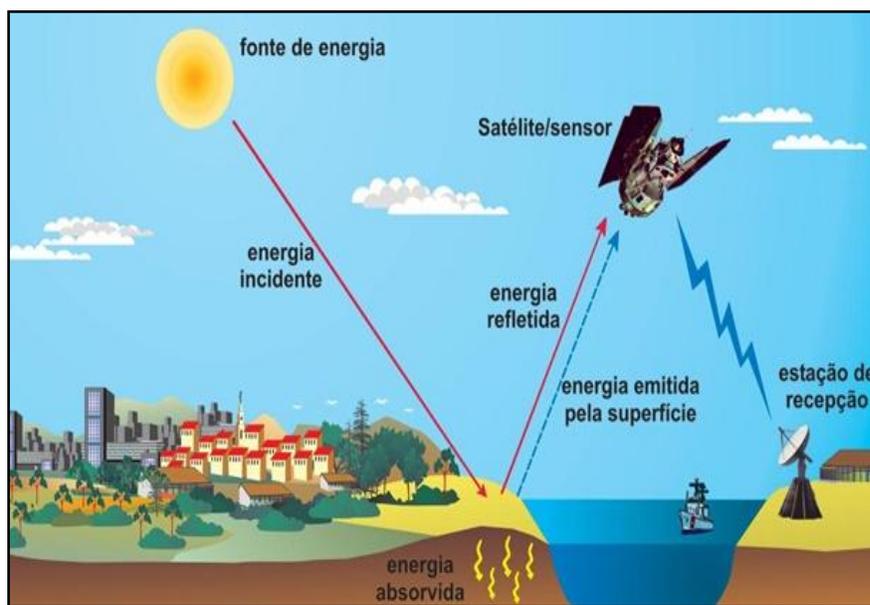
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 SENSORIAMENTO REMOTO

O início do Sensoriamento Remoto (SR) se deu nos anos 1960, no mesmo período se teve um excepcional desenvolvimento aéreo espacial, esse período ficou conhecido como década da corrida espacial (MESENES et al., 2012).

De acordo com Florenzano (2011), o SR é a ciência que propicia adquirir imagens e vários outros dados sobre a superfície terrestre, mediante da absorção e registro da energia emitida ou refletida pela superfície terrestre do planeta Terra. A Figura 1 mostra como os dados são obtidos por meio do SR.

Figura 1 - Obtenção de Imagens por Sensoriamento Remoto



Fonte: Florenzano (2011).

Na Figura 1, é possível observar que a superfície do planeta Terra é iluminada pelo Sol, essa energia é refletida pela superfície em várias direções, mas quando vai em direção ao sensor, ela é captada e guardada no sensor.

Os dados que são obtidos pelo SR podem ter várias fontes de energia eletromagnéticas, aquelas denominadas como naturais, como as advindas do Sol ou as chamadas de artificiais, que como exemplo se tem o sinal advindo do radar (ROSA, 2009).

4.1.1 Radiação Eletromagnética

A radiação eletromagnética (REM) é o meio no qual as informações do objeto são transferidas para o sensor (NOVO, 2010).

De acordo com Rosa (2009) a REM é definida como a energia que se desloca na velocidade da luz, em modelo de ondas ou de partículas eletromagnéticas (não precisa de um meio para se propagar).

O espectro eletromagnético pode ser entendido como a divisão da radiação em regiões, de acordo com o seu comprimento e sua frequência (FLORENZANO, 2011). A Tabela 1 expõe a divisão do espectro eletromagnético.

Tabela 1 - Divisão do espectro eletromagnético

Espectro Eletromagnético	
Faixa	Comprimento de Onda
Raios Cósmicos	$0,01 \times 10^{-10}$ m
Raios γ	$0,01 - 0,1 \times 10^{-10}$ m
Raios X	$0,1 - 10 \times 10^{-10}$ m
Ultravioleta	100 nm – 0,38 μ m
Visível	0,38 – 0,76 μ m
Infravermelho próximo	0,76 – 1,2 μ m
Infravermelho de ondas curtas	1,2 – 3,0 μ m
Infravermelho médio	3,0 – 5,0 μ m
Infravermelho termal	5,0 μ m – 1,0 mm
Micro-ondas	1,0 mm – 100 cm
Radio	1 m – 10 Km

Fonte: Meneses et al.(2012).

4.1.2 Processamento Digital de Imagens

As imagens obtidas através de sensores remotos podem conter erros geométricos e radiométricos, proveniente do processo de aquisição. A origem dos erros radiométricos vem das falhas dos instrumentos e das limitações do processo de imageamento. Já os erros geométricos, podem ser causados por diferentes fatores, como movimento da Terra, posicionamento de satélite, curvatura da Terra, entre outros (NOVO, 2010).

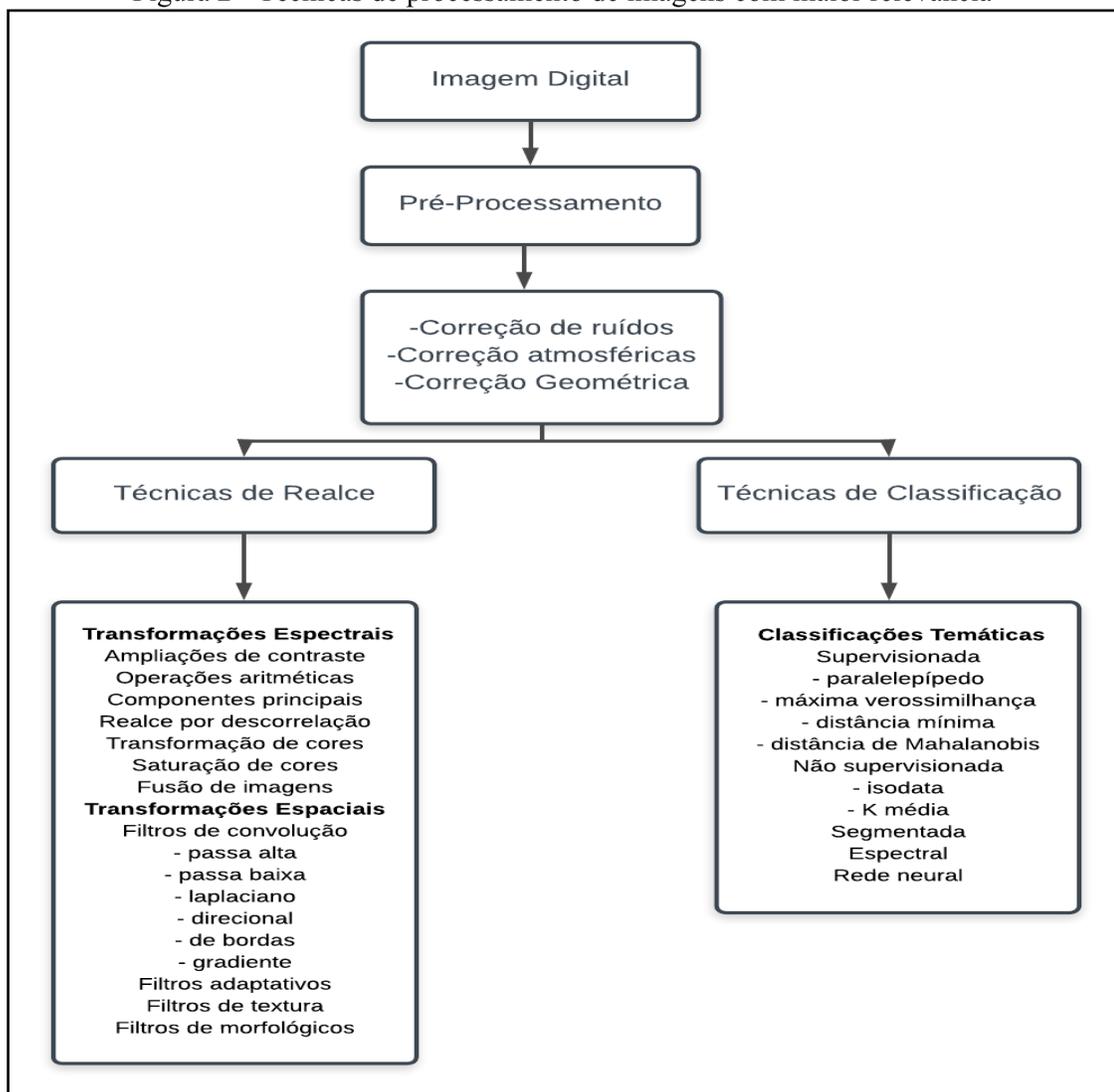
O processamento digital de imagens (PDI) consiste na aplicação de procedimentos matemáticos nos dados, para que as imagens tenham sua qualidade espacial e espectral elevada (MENESES, 2012).

Entre os principais tipos de PDI, destaca-se o pré-processamento de imagens que incluem as correções radiométricas e geométricas, o realce das imagens, o reconhecimento de

padrões utilizando estatísticas inferenciais, o processamento fotogramétrico de imagens manipulando imagens estereoscópicas, sistemas especialistas e análises de imagens usando redes neurais, análises de dados hiperespectrais, e detecção de mudanças (JENSEN, 2009).

A Figura 2 exibe algumas técnicas de processamento de imagens, onde é possível observar a fase de pré-processamento em que se faz a correção de ruídos, atmosférica e geometria, e vai até as técnicas de realce e de classificação.

Figura 2 - Técnicas de processamento de imagens com maior relevância



Fonte: Adaptado de Meneses et al. (2012).

4.1.2.1 Correção de Imagens

Os sensores remotos e superfície terrestre têm distâncias muito extensas entre si, existindo assim um trajeto atmosférico que a radiação eletromagnética necessita atravessar antes de chegar ao sensor (ROSA, 2010).

A fase de pré-processamento consiste na correção preliminar de erros que os dados originais possam apresentar. Dentre as técnicas de pré-processamento se tem funções operacionais para remover ou corrigir os erros e as distorções introduzidos nas imagens pelos sensores devidos a erros instrumentais, as interferências atmosféricas, ou seja, os erros radiométricos e a geometria de imageamento, também denominada distorções geométricas (MENESES et al., 2012).

4.1.2.2 Realce de Imagens

As técnicas de realce têm como o objeto de melhorar as imagens, de modo que estas fiquem mais apropriadas à visão dos seres humanos.

De acordo com Rosa (2009), o realce pode ser definido como uma técnica que modifica as imagens, por meio de funções matemáticas os níveis de cinza ou os valores digitais de uma imagem, de forma a evidenciar diversas informações espectrais e recupera a qualidade visual da imagem.

Dentre as técnicas de realce, as mais utilizadas são as de filtragem digital, ampliação de contraste e geração de composições coloridas.

4.1.2.3 Classificação de Imagens

De forma simplificada a classificação supervisionada, consiste em relacionar vários pontos na imagem a uma determinada classe, sendo que esta pode ser, por exemplo, água, cultura, área urbana, reflorestamento, cerrado, etc. (ROSA, 2009).

Tendo em vista todas as técnicas de classificação de imagens mais utilizadas é a supervisionada e não supervisionada.

4.1.2.3.1 Classificação Supervisionada

Nesta técnica, a imagem é categorizada em classes, sendo estas definidas por um analista. Para isso é preciso ter noção sobre as classes de alvos, sendo assim, é necessário um

conhecimento técnico de fotointerpretação e experiência no campo para a identificação correta dos objetos. Dentre os métodos mais utilizados, se tem o da máxima verossimilhança, do paralelepípedo e da distância mínima (MENESES et al., 2012).

Sendo assim, o método mais preciso entre os três citados anteriormente, é o da Máxima Verossimilhança, pois este consiste na avaliação das separações entre as medias dos valores dos pixels das classes, por meio de parâmetros estatísticos. Assumindo assim, que todas as bandas possuem uma distribuição normal e calculando a probabilidade de que cada pixel possui de pertencer à determinada classe (MENESES et al., 2012).

4.1.2.4 Imagens do Satélite RapidEye

O sistema RapidEye é uma constelação composta por cinco satélites, em que se tem a combinação de cobertura de grandes áreas, sensores com resolução espacial de ate cinco metros, com tempo de revisita de 24 horas a cada 5,5 dias (SOUZA et al., 2011).

Nos últimos anos, a imagens do satélite Rapideye ganharam destaque em âmbito nacional, isso se deve a assinatura e convênios com o governo, que passou a fornecer as imagens de forma gratuita para órgãos públicos (MENGATTO JUNIOR E SILVA, 2014). As características do satélite RapidEye são expostas no Quadro 1.

Quadro 1- Características do satélite RapidEye

Item	Descrição
Número de satélites	5
Órbita	Heliossíncrona com 630 km de altitude
Passagem pelo Equador	±11:00 h em hora local
Tipo do sensor	Imageador multiespectral pushbroom
Bandas espectrais	Faixa do espectro (nm)
Azul (1)	440–510
Verde (2)	520–590
Vermelho (3)	630–685
Red-edge (4)	690–730
Infravermelho próximo (5)	760–850
Espaçamento de pixel 6,5 m no nadir	Espaçamento de pixel 6,5 m no nadir
Tamanho do pixel (ortorretificada)	5,0 m
Tamanho da imagem	Cerca de 77 km de largura, comprimento entre 50 e 300 km, 462 Mbytes/25 km ao longo da órbita para 5 bandas
Expectativa de tempo de vida do satélite	Sete anos
Tempo de revisita	Diariamente fora do nadir/ 5,5 dias (no nadir)
Datum horizontal	WGS84
Bits de quantização	12 bits

Fonte: Costa (2013).

4.2 ECOLOGIA DA PAISAGEM

A palavra Ecologia de Paisagem surgiu como disciplina científica, por meio de Troll em 1939, que buscava estudar questões que relacionava o uso da terra através de fotografias aéreas e interpretação da imagem (NUCCI, 2007).

De acordo com Mcgarigal e Marks (1994 apud Pereira et al. 2001, p.61) a Ecologia da Paisagem é definida como:

O estudo de parâmetros da paisagem, das relações entre as manchas (elementos da paisagem) dentro de um mosaico de várias paisagens, e como estes padrões e interações mudam durante o tempo. Ou seja, considera o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial e os seus efeitos sobre os processos ecológicos, e a administração da heterogeneidade espacial. A ascensão da Ecologia da Paisagem para o primeiro plano da ecologia é o testemunho do reconhecimento crescente que os processos ecológicos afetam e são afetados pela interação dinâmica entre os ecossistemas.

Para compreensão da paisagem é necessário entendimento de alguns conceitos, que são expostos no Quadro 2.

Quadro 2-Definições de alguns conceitos de ecologia da paisagem

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.
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: Costa (2012).

Algumas ferramentas de geoprocessamento permitem calcular a composição da paisagem e as mudanças mediante as métricas de paisagem. O Quadro 3 mostra as características das principais métricas de paisagem (COSTA, 2012).

Quadro 3- Características de algumas métricas de paisagem

Métrica	Caracterização
Número de Manchas	O número de manchas verificadas na paisagem
Área de Classe	Área de cada classe de uso de solo em m ²
Medida de tamanho da mancha	Medida da dimensão de todas as manchas corresponde a uma determinada classe de uso do solo em m ²
Desvio Padrão para as classes Seleccionadas	Raiz quadrada do erro médio quadrático das manchas relativas a classe de uso do solo em análise em m ²
Total de bordas em metros	Somatório do perímetro de todas as manchas da classe de uso do solo selecionada
Média do tamanho das bordas	Média da dimensão do perímetro de todas as manchas correspondentes a uma determinada classe de uso do solo em m ²
Índice de forma média	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	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	Caracteriza o grau de complexidade de um polígono, relacionando o perímetro com a área. O valor mínimo é “1” e máximo é “2”

Fonte: Costa (2012).

4.3 USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

A terra pode ser dividida e utilizada em diversas finalidades. De forma que, dependendo do seu uso ela pode impactar de diversas formas gerando a poluição do ar, aumento de calor, aumento da produção de resíduos sólidos e líquidos, entre outros impactos.

As ações do homem têm grande impacto sobre a qualidade das águas, isso deve ao mal-uso da terra aliada à expansão urbana e industrial (MENEZES et al., 2016). Em consequência, o uso da terra tem afetando a qualidade das águas, principalmente devido ao escoamento de efluentes com carga poluidora aos rios.

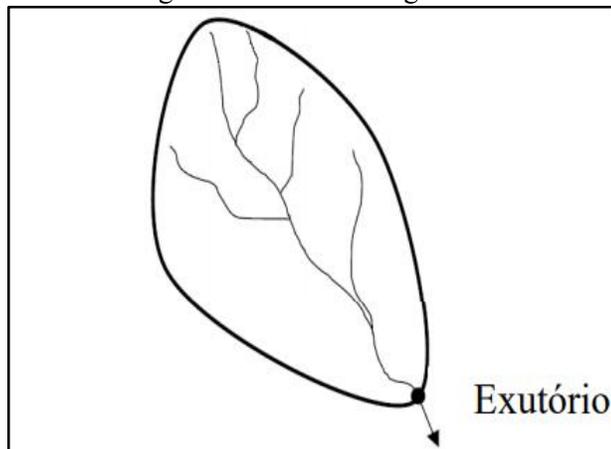
4.4 BACIAS HIDROGRÁFICAS

A bacia hidrográfica é definida por Borsato e Martoni (2004 apud Teodoro et al., 2007) como a área que é limitada por um divisor de águas, que separa uma bacia das outras adjacentes, e que serve também para a captação natural da água de precipitação por meios das

superfícies vertentes. Através da rede de drenagem, composta por cursos d'água que a faz convergir os escoamentos para o exutório, sendo este o único ponto de saída do sistema.

A Figura 3 expõe a representação de uma bacia hidrográfica, em que se tem a reprodução dos cursos d'água pelas linhas, que convergem para o ponto de exutório que é o ponto de menor altitude.

Figura 3 - Bacia Hidrográfica

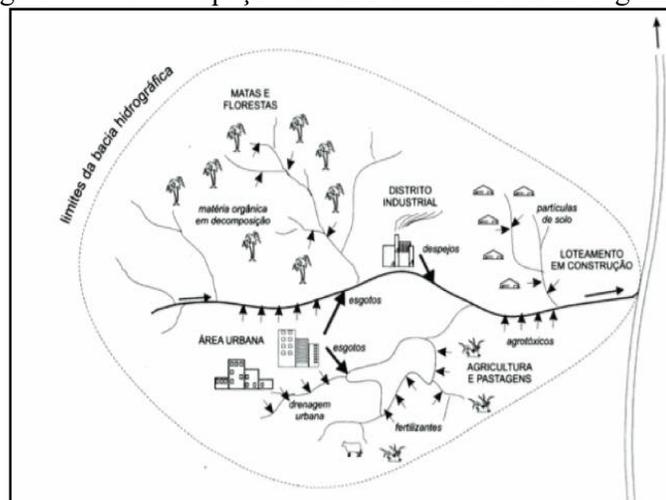


Fonte: Silva (2014).

4.4.1 Uso e ocupação da terra em bacias

No começo do desenvolvimento da sociedade, os seres humanos, ou seja, as pessoas acreditavam que os recursos naturais existentes na Terra eram infinitos, usando-os sem a preocupação mínima com os próximos anos. As pessoas buscavam se agrupar para sobreviver usando todos os recursos existentes nas regiões em que vivem para favorecimento próprio. Consequentemente surgiram às primeiras cidades e nesse contexto o homem buscava organizar o espaço. A Figura 4 mostra o exemplo do uso e ocupação da terra de uma bacia hidrográfica e os possíveis focos de poluição que alteram a qualidade das águas dos rios e lagos (SPERLING, 2005).

Figura 4- Uso e ocupação da terra de uma bacia hidrográfica



Fonte: Sperling (2015).

Antigamente, todos os resíduos sólidos ou líquidos que iam sendo produzidos eram destruídos pelo próprio meio ambiente, mas nos últimos anos com a aglomeração das pessoas em uma única área, a quantidade de resíduos é excessivamente alta.

A partir da década de 1970, percebe-se o homem começou a ter uma preocupação maior com o planejamento, de como usar os recursos de forma sustentável.

Essa mudança de pensamento ocorreu essencialmente devido a verificação de que os recursos que existem na Terra não são infinitos, e que o planeta já estava sofrendo as consequências dessa ocupação sem o mínimo de planejamento. Um exemplo de consequência causada é a poluição das águas, um recurso vital para a sobrevivência dos seres vivos.

As distribuições das águas superficiais não são uniformes no Brasil, sendo que a maior está localizada na Amazônia e a menor porção na região Nordeste (TUCCI et al, 2001). Isso motivou o país a adotar um Sistema Nacional dos Recursos Hídricos.

A lei 9.433 de 1997 no artigo 1º, inciso V, determina a bacia hidrográfica como sendo a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Monte Carmelo está inserido dentro do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, sendo esta uma região que apresenta elevada dependência da agropecuária e da

extração mineral. De antemão, as principais atividades no município já configuram agentes causadores da poluição pontual.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) o município de Monte Carmelo que está localizado em coordenadas geográficas 18° 32' Sul e 47° 45' Oeste, e 19° 00' Sul e 47° 15' Oeste. Com população de 45.772 mil habitantes e com a estimativa para o ano de 2017 de 48.248 mil habitantes e área territorial de 1.343,035 km².

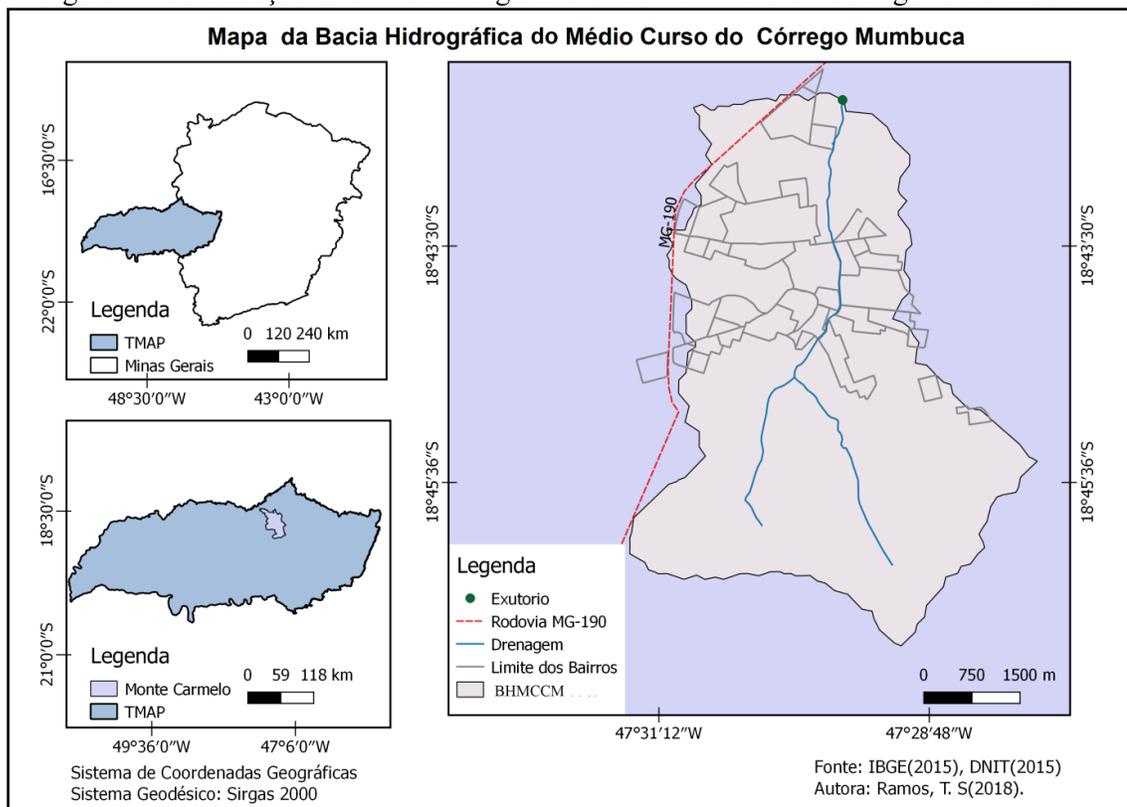
O Perímetro Urbano de Monte Carmelo é drenado em sua maior parte pelo córrego Mumbuca e seus contribuintes, ao exemplo do Córrego Olaria, que atravessa toda a área urbana e com a maioria de suas nascentes na parte da área rural. Sendo assim, ele é responsável por receber as águas residuárias do município. Fato este que de certa maneira degrada a sua condição ambiental natural.

Ao longo do córrego Mumbuca, encontram-se diversos poluidores que influenciam diretamente na qualidade deste curso d'água. Estes são provenientes dos resíduos domésticos, e das empresas de comércios e serviços.

Para esse estudo o ponto definido como o exutório da bacia hidrográfica foi a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), pois nela se recebe as cargas poluentes de esgoto urbano.

Tendo em vista que o ponto definido como exutório, pode-se se dizer que a bacia delimitada está situada no médio curso do córrego Mumbuca. Com área de aproximadamente 34,54548 Km², a Figura 5 mostra a sua localização. Percebe-se que a bacia recobre quase toda a parte urbana se estendendo até a zona rural do município.

Figura 5 - Localização da Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Córrego da Mumbuca



Elaboração: a autora (2018).

5.2 MATERIAL

Os materiais utilizados para a realização desta pesquisa foram softwares, imagens de sensores remotos, bases cartográficas digitais e base de dados secundários. Estes são descritos na seqüência:

- Dados vetoriais do limite municipal de Monte Carmelo e Hidrografia da área fornecidos pelo IBGE do ano de 2015;
- Dados vetoriais dos pontos de comércio existentes na cidade para o ano de 2010 e 2017 fornecido pela Universidade Federal de Uberlândia- Campus Monte Carmelo;
- Imagens orbitais do Satélite *RapidEye* para os anos de 2011, 2014 e 2017, fornecidas pelo *Planet*;
- *Software* livre QGIS *DeskTop* 2.18.18;
- *Software Arcgis Desktop* 10, disponível no laboratório SIGEO da Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo;

- *Software* ENVI 5.1, disponível no laboratório SIGEO da Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo;
- *Software* livre *Google Earth*.

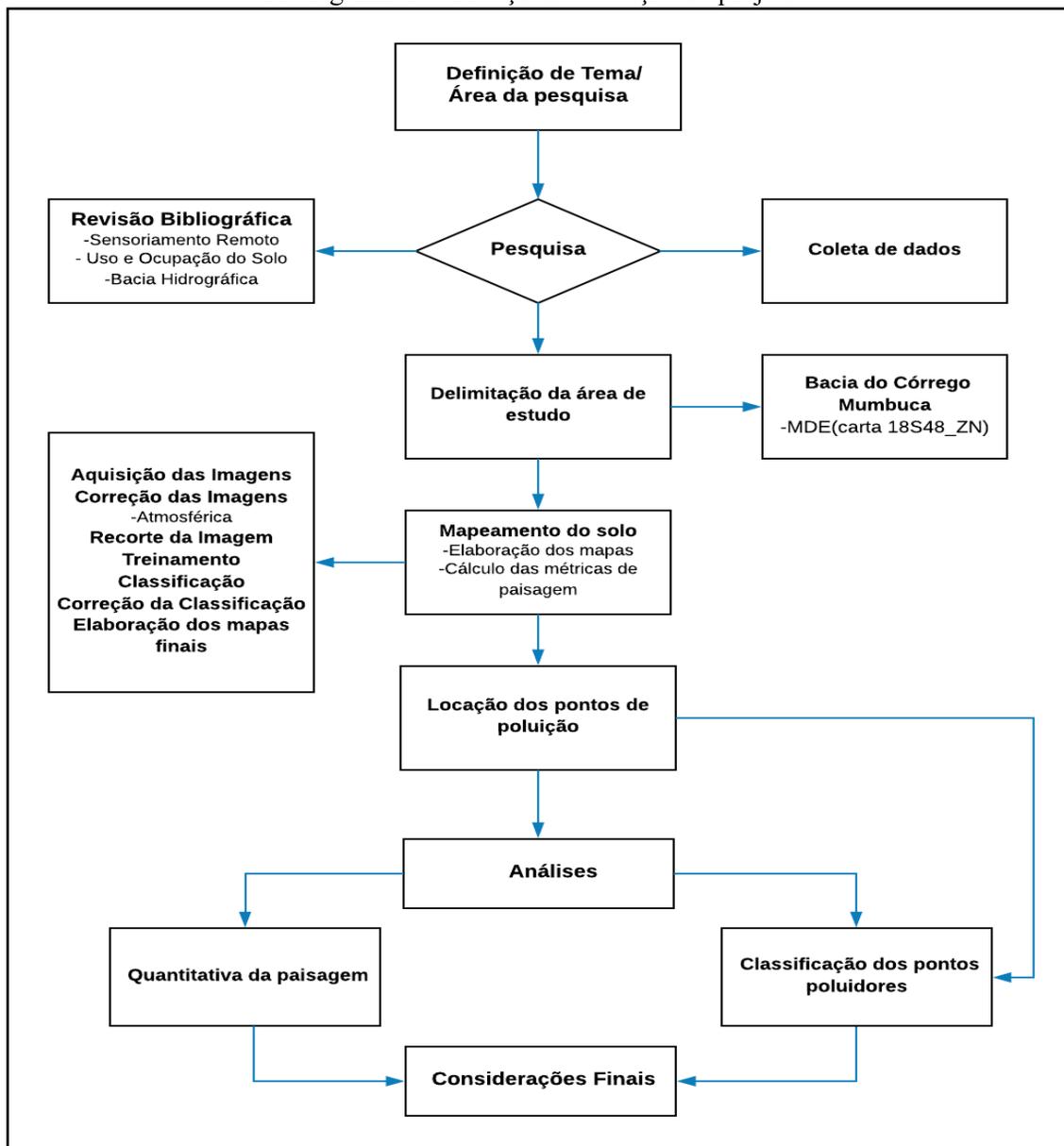
5.3 MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa, foi necessário a execução de várias etapas, sendo essas divididas em 6 tópicos descritos abaixo:

1. Delimitação da bacia hidrográfica;
2. Tratamento das Imagens *RapidEye* e correção da hidrografia;
3. Elaboração dos mapas temáticos de ocupação da terra;
4. Análise quantitativa da paisagem;
5. Identificação e alocação de pontos poluidores;
6. Relação do uso e ocupação da terra na identificação de fontes poluidoras na Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Córrego Mumbuca.

O Fluxograma 1 mostra todas as etapas de execução desta pesquisa de forma simplificada.

Fluxograma 1 – Esboço da execução de projeto



Elaboração: a autora (2018).

5.3.1 Delimitação da Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Córrego Mumbuca

Poucos estudos foram feitos voltados para o córrego Mumbuca, por isso não há disponíveis informações georreferenciadas da bacia do córrego. Houve a necessidade de realizar a delimitação da bacia desta área.

Para delimitação da Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Córrego Mumbuca, foi necessário estabelecer um ponto como exutório, sendo este a ETE do município de Monte

Carmelo, este ponto foi alocado inicialmente no Google Earth, por meio da ferramenta Adicionar Marcador, foi acrescentado um ponto na ETE.

Posteriormente este ponto foi salvo em formato KML e importado no software Arcgis Desktop 10, com a ferramenta no campo *Arc Tool Box*, por meio da ferramenta *Watershed* foi gerada a bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca.

5.3.2 Manipulação das Imagens Rapideye

A área de estudo deste trabalho não tem grande extensão, para se obter um melhor detalhamento da área foi utilizado imagens do satélite *RapidEye*, em que se tem uma resolução espacial de 5 metros depois de as imagens estarem ortorretificadas.

As imagens *RapidEye* foram fornecidas pelo *Planet*, já ortorredificadas, isso significa que o deslocamento do relevo já foi corrigido, para este projeto as imagens utilizadas foram para os anos 2011, 2014 e 2017 de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Data de aquisição das imagens.

Ano	Data
2011	30/11
2014	27/05
2017	11/05

Elaboração: a autora (2018).

Para utilização das imagens foi necessário “mosaica-las” já que a área de estudo se encontra entre duas imagens, no *software* ENVI 5.1, foi possível executar por meio da ferramenta *Seam less Mosaic*. Depois de obtido o mosaico, o recorte foi executado de acordo com o limite da área de estudo no *QGIS DeskTop* 2.18.18.

5.3.3 Elaboração dos mapas temáticos de uso e ocupação da terra

Antes de começar o processo de classificação é fundamental o conhecimento prévio sobre a área de estudo, assim foi necessário alocação de pontos representativos dos tipos de cobertura existentes na região, esses pontos foram alocados por meio do Google Earth para os anos de 2011, 2014 e 2017.

Os pontos alocados podem ser denominados de áreas treinamento, que foram utilizadas para servir como base na classificação supervisionada pelo método da máxima verossimilhança.

De acordo com a Prefeitura de Monte Carmelo, as principais atividades econômicas desenvolvidas na região podem ser observadas no Quadro 5.

Quadro 5 - Atividades econômicas desenvolvidas na região

Atividade	Caracterização
Agropecuária	Algodão, alho, arroz em casca, feijão, milho, mandioca, soja, tomate, trigo, cebola, pimenta e café
Pecuária	Bovinos, suínos e galináceos
Indústrias	Fabricação de Produtos alimentícios e bebidas, no caso de laticínios com produção de queijos de alta qualidade e bebidas lácteas, Condimentos, em produção de temperos e pimentas decorativas
Comercio	Lojas variadas
Fabricação	Telhas
Artesanato	Panelas e potes rústicos de barro

Fonte: Adaptado de Prefeitura Monte Carmelo (2018).

Tendo em vista as atividades econômicas da região, exposto no Quadro 5, o *software* ENVI 5.1 foi usado para o processamento digital das imagens, as classes que foram utilizadas para a classificação do uso e ocupação da terra da região de estudo são:

- Água: Cursos d'água e lagoas;
- Área antrópica: área urbana e vias asfaltadas;
- Cultivo: áreas de agricultura;
- Floresta: florestas e fragmentos de vegetação nativa;
- Pastagem;
- Solo Exposto.

5.3.4 Análise quantitativa da paisagem

Depois da elaboração dos mapas temáticos de ocupação da terra, foi executada a última etapa do procedimento metodológico, a qual realizou a análise quantitativa da estrutura da paisagem. Para tal, as classes de ocupação da terra dos anos de 2011, 2014 e 2017 foram submetidas ao QGIS 2.18.18, juntamente com complemento *Landscape Ecology Statistics*(LecoS) para a extração das métricas de paisagem. Foram computados os seguintes parâmetros:

- *Land Cover* (Área de cada uso da terra);
- *Numberof Patches* (Número de manchas);
- *Mean patch area*(Área média das manchas).

5.3.5 Identificação e alocação de pontos poluidores

Por meio do mapa de uso e ocupação da terra do ano de 2017, juntamente com a *shape* dos estabelecimentos de comércio e serviço para o ano de 2017 foi possível identificar as principais fontes poluidoras do comércio e posteriormente foi feito a alocação desses pontos e análise das suas cargas poluidoras. As cargas poluidoras foram classificadas de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação dos pontos de comércio

Classificação	Valor
Baixo	1
Médio	2
Alto	3

Elaboração: a autora (2018).

5.3.6 Análise dos potenciais vetores que contribuem para a poluição ao longo da Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Córrego Mumbuca

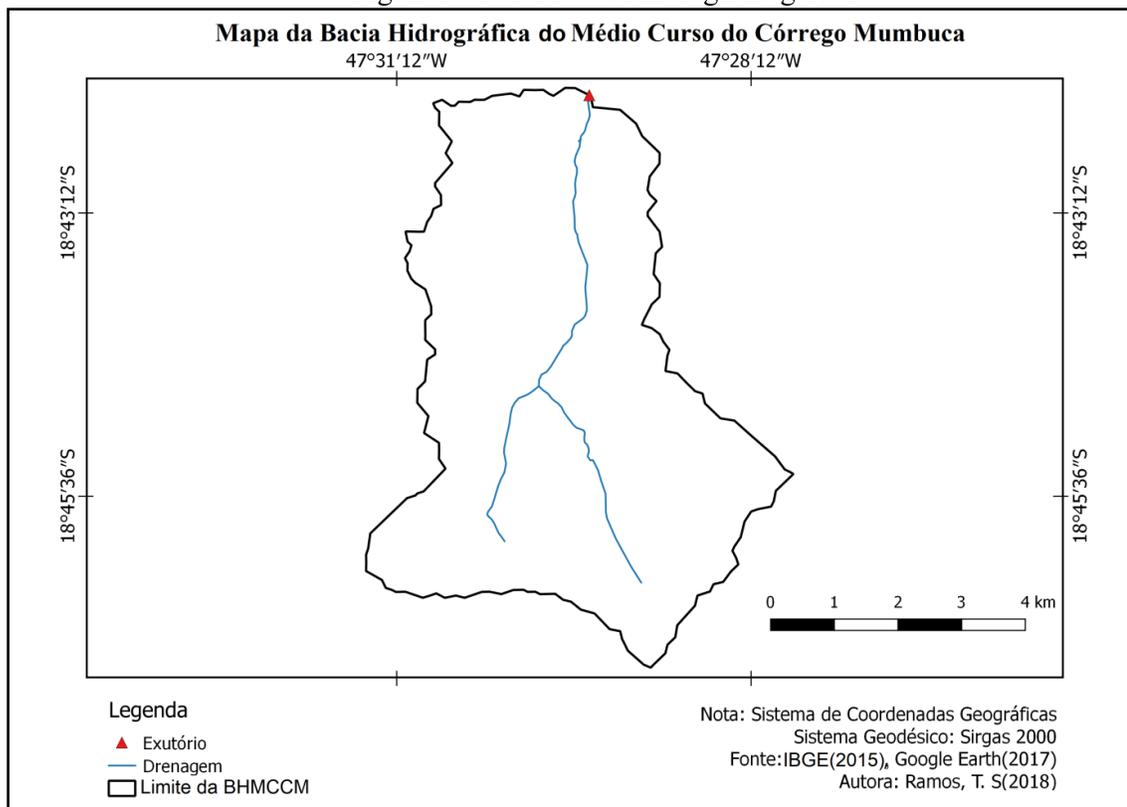
Com os dados que foram fornecidos pela UFU, dos estabelecimentos de comércio e serviço da cidade de Monte Carmelo, juntamente com os mapas de uso e ocupação da terra foi possível identificar os principais estabelecimentos com maior potencial poluidor ao longo da bacia do córrego e quem tem maior contribuição no descarte de resíduos no córrego.

6 RESULTADOS

6.1 BACIA HIDROGRÁFICA DELIMITADA

A Figura 6 expõe a bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca estabelecida com o ponto de exutório a ETE.

Figura 6 - Resultado da hidrografia gerada



Elaboração: a autora (2018).

6.2 MAPAS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA

O uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca exposto na a Tabela 4, mostra as áreas de cada classe em Km², para os anos de 2011, 2014 e 2017. Todas as classes alteraram os valores em relação ao ano de 2011, sendo que algumas diminuíram o seu tamanho e outras aumentaram.

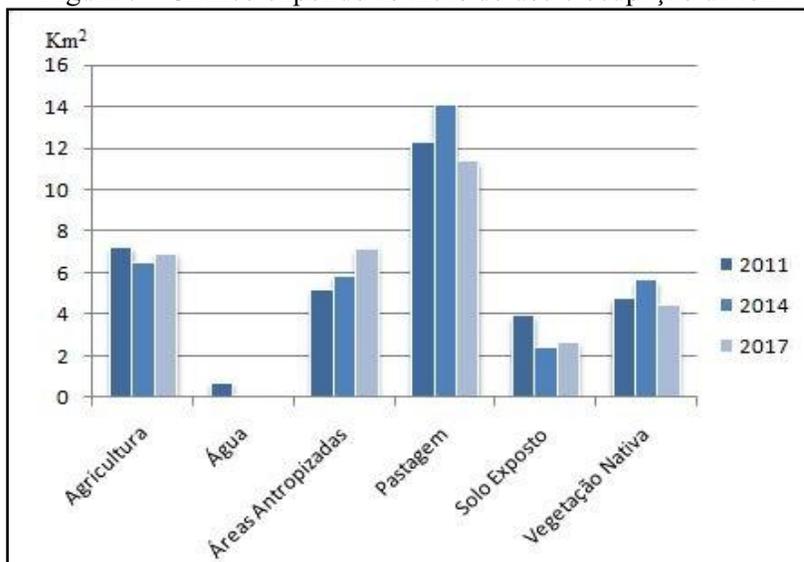
Tabela 4 - Quantificação dá área

Classificação	2011(Km²)	2014(Km²)	2017(Km²)
Agricultura	7.199	6.488	6.913
Água	0.682	0.133	0.078
Áreas Antropizadas (Área Construída e Vias Asfaltadas)	5.174	5.831	7.092
Pastagem	12.267	14.057	11389
Solo Exposto	3.903	2.411	2.635
Vegetação Nativa	4.741	5.626	4.4589

Elaboração: a autora (2018).

As mudanças que o uso e ocupação da terra sofreram ao longo dos anos de 2011, 2014 e 2017 no médio curso da bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca, a Figura 7 mostra estas mudanças através de um gráfico.

Figura 7 - Gráfico expondo as áreas do uso e ocupação da terra



Elaboração: a autora (2018).

As atividades econômicas, desenvolvidas no município têm influência direta no uso e ocupação da terra da região. Diversos fatores têm impactos, sobre a modificação da paisagem desta região.

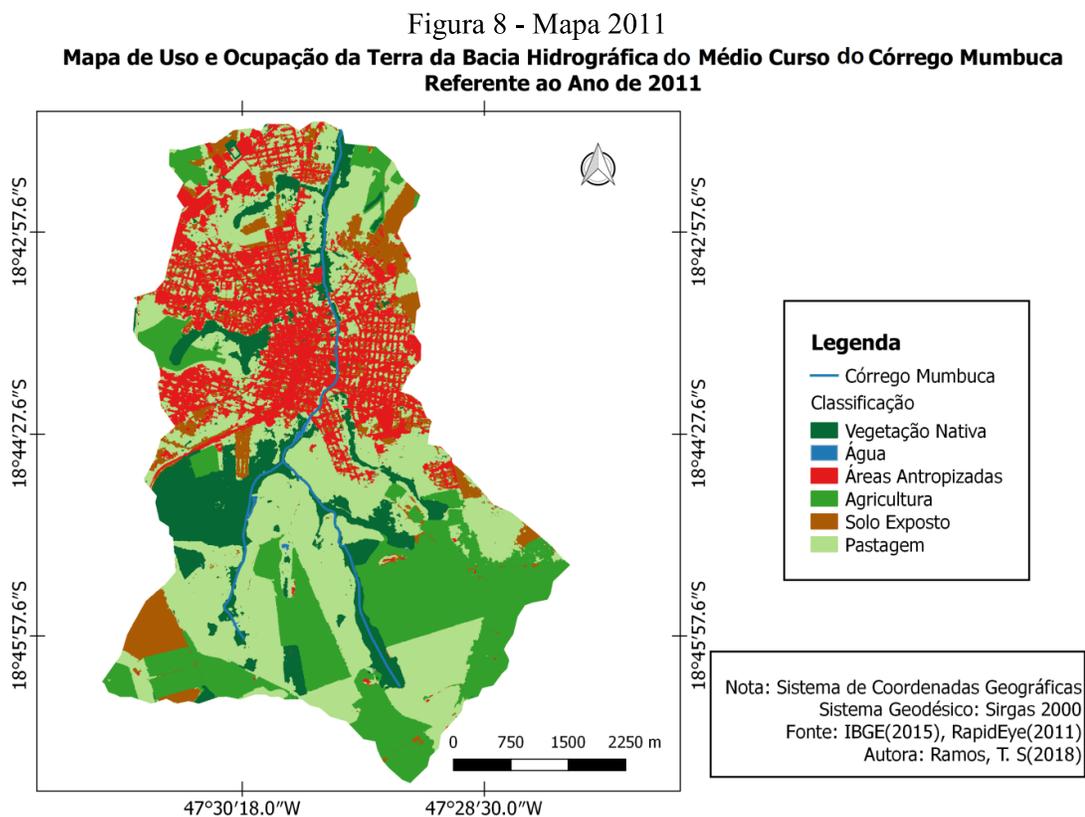
Dentre esses fatores, tem as atividades desenvolvidas nas indústrias da agropecuária, pecuária, as indústrias de produção de telha, o comércio e as fábricas tem maior influência sobre o uso e ocupação da terra na cidade de Monte Carmelo.

O uso e ocupação da terra na região de estudo modificaram e evoluiu ao longo dos últimos anos, a implantação do campus da UFU foi um fator de grande impacto nesse processo, que ocorreu no ano de 2011.

As classes utilizadas nas classificações foram água (lagoas), áreas antropizadas (área construída e vias asfaltadas), agricultura, pastagem, solo exposto e vegetação nativa.

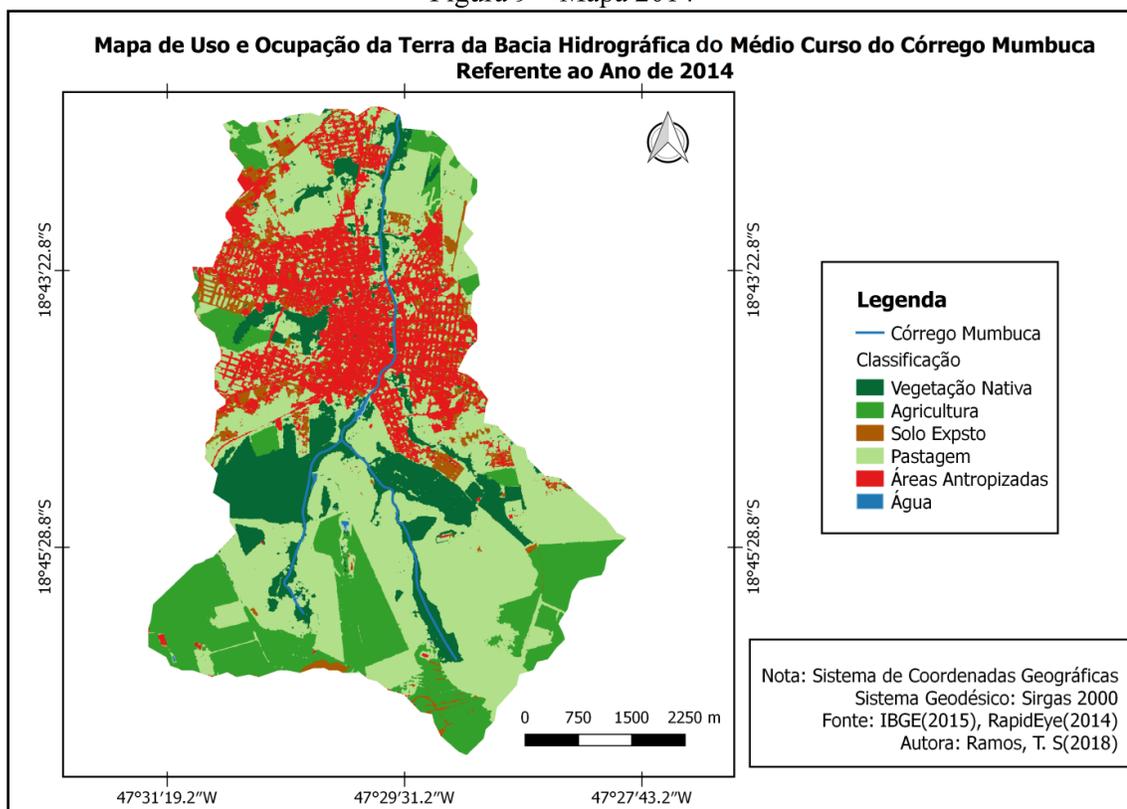
A classificação do uso e ocupação da terra para o ano de 2011 é exposta na Figura 8, visivelmente, percebe-se que ao longo da bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca, se tem a presença de área construída em grande parte de sua extensão, área essa que corresponde a zona urbana no município.

Algumas das áreas classificadas como antropizadas, solo exposto, agricultura, pastagem e podem ser identificadas como áreas de conflito, pois vai contra o Código Florestal, no que diz a respeito da Área de Preservação Permanente (APP), que ao longo do curso hídrico pode ter ou não vegetação nativa, deve ser mantido no mínimo de 30 metros de floresta em rios que tem de 10 metros de largura.



A classificação do uso e ocupação da terra para o ano de 2014 pode ser observada na Figura 9, percebe-se que áreas que apresentavam solo exposto diminuem a presença em relação ao ano de 2011. As áreas identificadas como pastagem ganharam espaço no ano de 2014, ocupando espaço que antes era de áreas de agricultura.

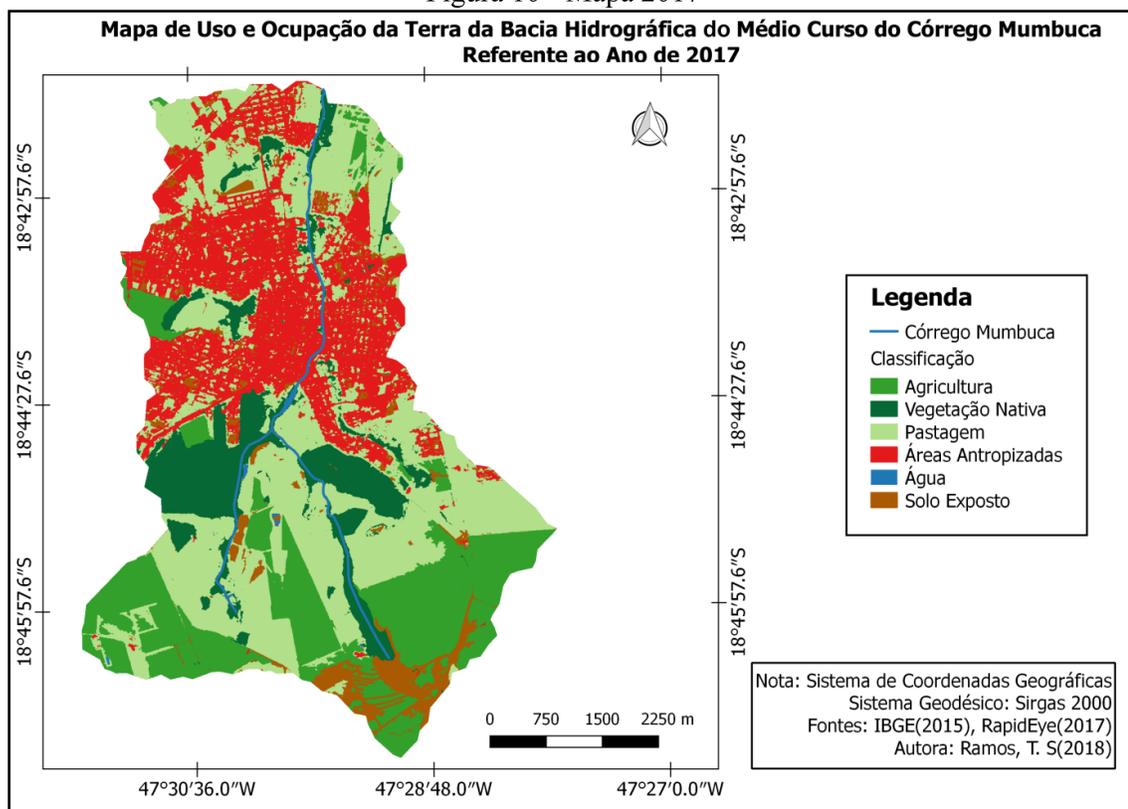
Figura 9 – Mapa 2014



Elaboração: a autora (2018).

A classificação do uso e ocupação da terra para o ano de 2017 é exposta na Figura 10, é possível observar a classificação do uso e ocupação da terra do ano de 2017, visivelmente percebe-se que a pastagem passou a dominar grande parte da Bacia do médio curso do Córrego Mumbuca, ou seja, a vegetação nativa perdeu espaço, sendo assim as áreas de conflito aumentaram em direção as APP.

Figura 10 - Mapa 2017



As mudanças de uso e ocupação da terra podem ocorrer em grandes escalas temporais, ou curtos espaços de tempo. A bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca sofreu inúmeras mudanças, entre os anos 2011, 2014 e 2017, mesmo a escala temporal entre esses anos sendo consideradas curtas.

A escala temporal entre o ano de 2011 e 2017 é de apenas 6 anos, o que pode ser considerado um espaço de tempo curto. Inicialmente é perceptível visualmente que algumas áreas que antes eram classificadas como solos expostos no ano de 2011, no ano de 2017 foram substituídas por agricultura, pastagem e áreas antropizadas.

A vegetação nativa entre esses anos perdeu espaço para a pastagem, agricultura e áreas antropizadas. Esse processo de degradação está ferindo o Código Florestal, no que diz respeito das APP, infelizmente não se tem a fiscalização adequada, o fez com que ocorresse a diminuição da vegetação nativa da região.

A vegetação nativa tem várias funções, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente, dentre elas as mais importantes são: de proteger do solo prevenindo a ocorrência de desastres 30 associados ao uso e ocupação inadequados de encostas e topos de morro, a

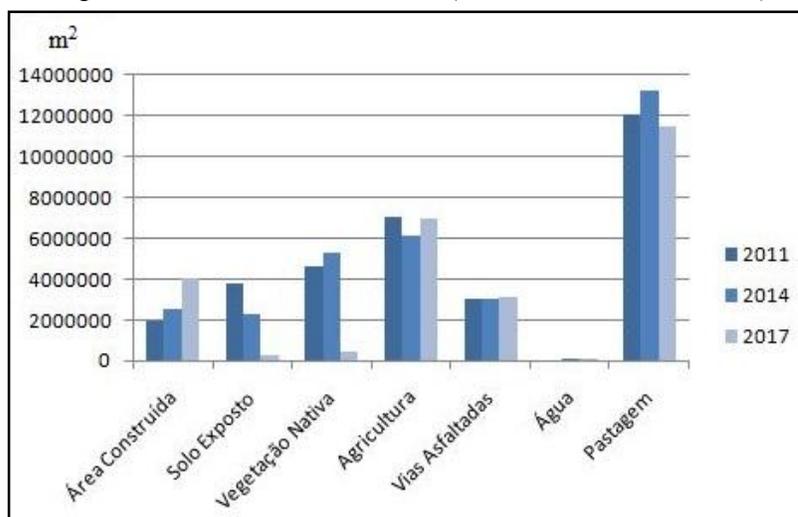
proteção dos corpos d'água, evitando enchentes, poluição das águas e assoreamento dos rios, a manutenção da permeabilidade do solo e do regime hídrico, prevenindo contra inundações e enxurradas, colaborando com a recarga de aquíferos e evitando o comprometimento do abastecimento público de água em qualidade e em quantidade, a função ecológica de refúgio para a fauna e de corredores ecológicos que facilitam o fluxo gênico de fauna e flora, especialmente entre áreas verdes situadas no perímetro urbano e nas suas proximidades a atenuação de desequilíbrios climáticos intra-urbanos, tais como o excesso de aridez, o desconforto térmico e ambiental e o efeito "ilha de calor".

Com a diminuição da vegetação nativa, a bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca, está mais vulnerável, e sujeita a desastres ambientais, ao aumento da poluição no córrego e assoreamento deste, enchentes e inundações, diminuição da diversidade da fauna e da flora.

6.2.1 Métricas da Paisagem

A Figura 11 expõe o resultado do cálculo da métrica de paisagem do *Land Cover* (Área de cada uso da terra), é possível constatar que ocorreu o crescimento das áreas antrópicas (área construída e vias asfaltadas), ou seja, as características originais da região foram alteradas. Como por exemplo, vegetação nativa, que foi substituída em algumas áreas por áreas de cultivo, vias asfaltadas, áreas construídas e também por pastagem. Tudo isso, em decorrência das ações do homem sobre o ambiente. Em consequência se teve o aumento da fragmentação do uso e ocupação da terra entre os anos de 2011, 2014 e 2017.

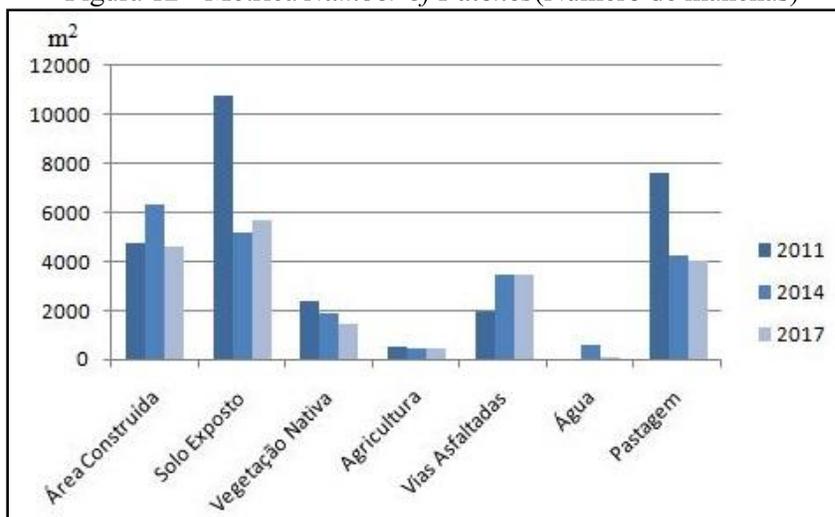
Figura 11 – Métrica *Land Cover* (Área de cada uso da terra)



Elaboração: a autora (2018).

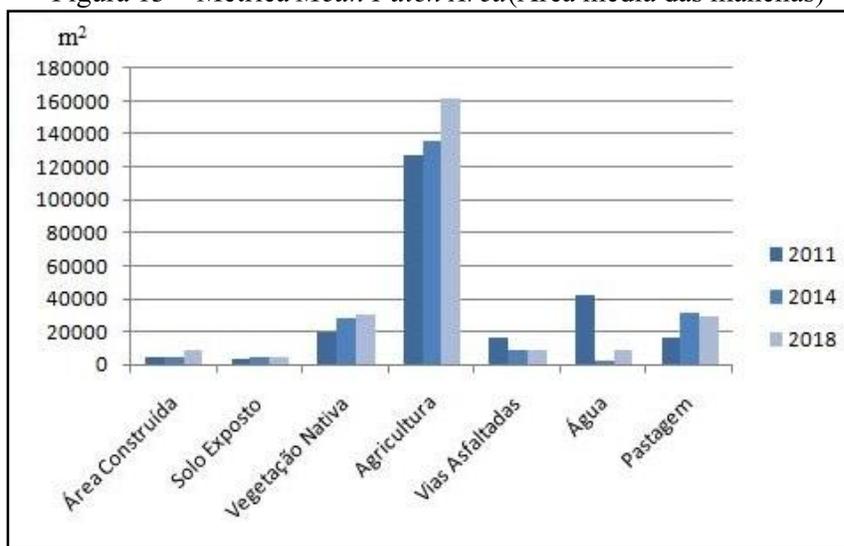
Para a métrica *Number of Patches*(Número de manchas), percebe-se começa elevado para solo exposto, pastagem, vegetação nativa e área construída, porém com o passar dos anos esse número começa a cair, pode-se dizer que a tendência desta métrica é a estabilização do número de aberturas, isso se deve ao esgotamento dos recursos florestais, com a impossibilidade de expansão de desmatamento, a Figura 12 expõe essa métrica. Pode-se dizer que a tendência desta métrica é a redução do número de polígonos, isso se deve ao agrupamento de áreas alteradas, que formaram novas manchas homogêneas maiores.

Figura 12 - Métrica *Number of Patches*(Número de manchas)



Elaboração: a autora (2018).

Considerando a métrica *Mean Patch Area*(Área média das manchas), exposta na Figura 13, houve aumento no tamanho médio das manchas, isso se deve as intervenções antrópicas ocorridas entre os anos de 2011, 2014 e 2017 e pelo agrupamento significativo de manchas contíguas com um tipo de uso da terra específico especialmente a agricultura.

Figura 13 – Métrica *Mean Patch Area* (Área média das manchas)

Elaboração: a autora (2018).

6.3 CLASSIFICAÇÕES DOS PONTOS DE POLUIÇÃO

Ao longo da extensão da bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca, existe um grande número de estabelecimentos de comércio e serviço. Percebe-se que é comum ter uma maior concentração de estabelecimentos no centro da cidade e em bairros mais populosos. Isso se deve a necessidade da população residente na região, que faz com que surjam estes estabelecimentos para suprir tais necessidades.

A classificação dos estabelecimentos segundo a sua potencialidade poluidora foi utilizado vários fatores que os classificam em baixo, médio e alto. Dentre os fatores, está circulação de pessoas, material descartável, atividade exercida ou oferecida. O Quadro 6 expõe o tipo de estabelecimento e a classificação de potencialidade poluidora.

Quadro 6 - Classificação dos pontos poluidores

Tipo de Estabelecimento	Nível	Tipo de Estabelecimento	Nível
Abatedouro	Médio	Infraestrutura	Baixo
Academia	Baixo	INSS	Baixo
Acessória ambiental	Baixo	Internet	Baixo
Acessória automotiva	Baixo	Irrigação	Baixo
Açougue	Médio	Joalheria	Baixo
Advocacia	Baixo	Laboratório	Baixo
Agência Bancária	Baixo	Laticínio	Baixo
Agropecuária	Médio	Lanchonete	Médio
Aluguel de Ferramentas	Baixo	Lanhouse	Baixo
Aluguel de Maquinas Agrícola	Baixo	Lava jato	Médio

Continua...

Tipo de Estabelecimento	Nível	Tipo de Estabelecimento	Nível
Aluguel de Roupas	Baixo	Lavanderia	Médio
Antenas	Baixo	Livraria	Baixo
Armazenagem	Baixo	Locadora	Baixo
Artesanato	Baixo	Loja	Baixo
Artigos para festa	Baixo	Loja de conveniência	Baixo
Asilo	Baixo	Loja de departamento	Baixo
Assistência	Baixo	Loja de peças	Baixo
Associação	Baixo	Loteria	Baixo
Atacadista	Médio	Madeireira	Médio
Atelier	Baixo	Manicure	Baixo
Aterro Sanitário	Alto	Marcenaria	Médio
Auto Escola	Médio	Marmoraria	Baixo
Aviamento	Baixo	Materiais para construção	Médio
Banca de Revista	Baixo	Mercado	Médio
Bar	Médio	Motel	Baixo
Barbeiro	Baixo	Moto pista	Baixo
Biblioteca	Baixo	Motores	Baixo
Bicicletaria	Baixo	Moto Taxi	Baixo
Boate	Baixo	Moveis de Decoração	Baixo
Borracharia	Médio	Oficina	Médio
Café	Baixo	Órgão Municipal	Médio
Calçados	Baixo	Ótica	Baixo
Câmara Municipal	Baixo	Ourives	Baixo
Cartório	Baixo	Pamonharia	Baixo
CDL	Baixo	Panificadora	Médio
Celulares e Acessório	Baixo	Papelaria	Baixo
Cemitério	Alto	Parque de Exposições	Baixo
Cerâmica	Alto	Pastelaria	Baixo
Cerealista	Baixo	Película	Baixo
Chaveiro	Baixo	Perfumaria	Baixo
Clinica	Médio	Pet shop	Baixo
Clube	Baixo	Pintor	Baixo
Condimentos	Baixo	Pizzaria	Baixo
Condomínio	Médio	Placas	Baixo
Confecções	Baixo	Pneus	Baixo
Consultoria	Baixo	Polícia	Baixo
Contabilidade	Baixo	Posto de Combustível	Alto
Cooperativa	Médio	Praça	Baixo
Copiadora	Baixo	Presentes	Baixo
Correspondente Caixa	Baixo	PROCON	Baixo
Costureira	Baixo	Produtos de Limpeza	Baixo
Decoração	Baixo	Produtos Naturais	Baixo
Dentista	Médio	Produtos de Bebe	Baixo
Depósitos	Baixo/Médio /Alto	Promotoria	Baixo
Despachante	Baixo	Prótese	Baixo

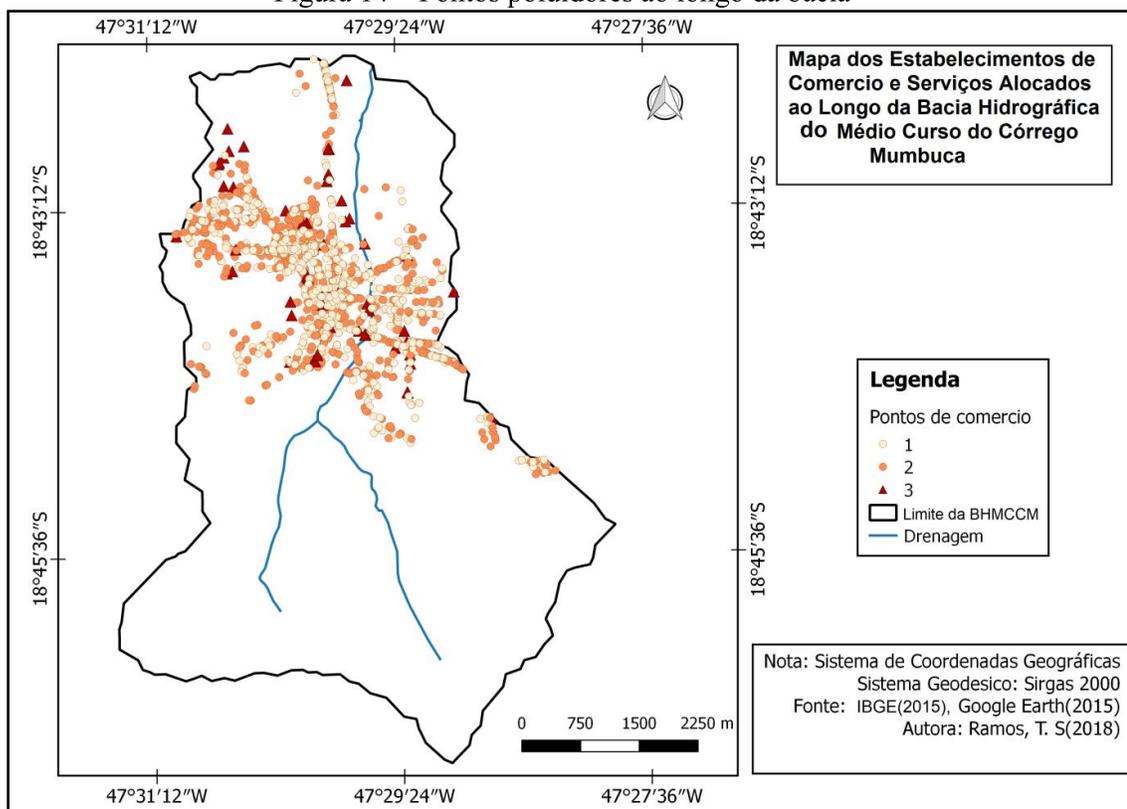
Continua...

Tipo de Estabelecimento	Nível	Tipo de Estabelecimento	Nível
Disk Bebidas	Baixo	PSF	Médio
Tipo de Estabelecimento	Nível	Tipo de Estabelecimento	Nível
Distribuidora de Bebida	Baixo	PVC e Gesso	Médio
Distribuidora de Petróleo	Alto	Quadra Poliesportiva	Baixo
Diversos	Baixo	Quitandaria	Baixo
Eletricista	Baixo	Radio	Baixo
Eletrônicos	Baixo	Relojoaria	Baixo
Embalagens	Baixo	Republica	Baixo
Empréstimo	Baixo	Restaurante	Médio
Enxoval	Baixo	Roupas e acessórios	Baixo
Escolas	Médio	Sacolão	Baixo
Escolas Informática	Médio	Salão de Beleza	Baixo
Escritórios	Baixo	Salgados	Baixo
Espetinhos	Médio	Sapataria	Baixo
Estação de energia	Baixo	Seguradora	Baixo
Estádio	Médio	Segurança	Baixo
Estúdio	Médio	Serigrafia	Baixo
Eventos	Médio	Serralheria	Médio
Faculdade	Médio	Serraria	Baixo
Farmácia	Baixo	Sindicato	Baixo
Ferragens	Médio	Sorveteria	Baixo
Ferro Velho	Alto	Supermercado	Médio
Floricultura	Baixo	Tapeçaria	Baixo
Fotografia	Baixo	Telefonia	Baixo
Fórum	Baixo	Torneadora	Médio
Funerária	Médio	Torrefadora	Médio
Gás	Baixo	Transportadora	Baixo
Gráfica	Baixo	Turismo	Baixo
Hidráulica	Baixo	Universidade	Médio
Hotelaria	Médio	Utilidades	Baixo
Igreja	Baixo	Veículos	Baixo
Imobiliária	Baixo	Vidraçaria	Baixo
Importados	Baixo	Viveiro de Mudas	Baixo

Elaboração: a autora (2018).

Os pontos de comercio ao longo da bacia são expostos na Figura 14, estes pontos têm um total de 1764, sendo aqueles classificados com potencial poluidor baixo 922 pontos, médio 795 e 34 como risco alto.

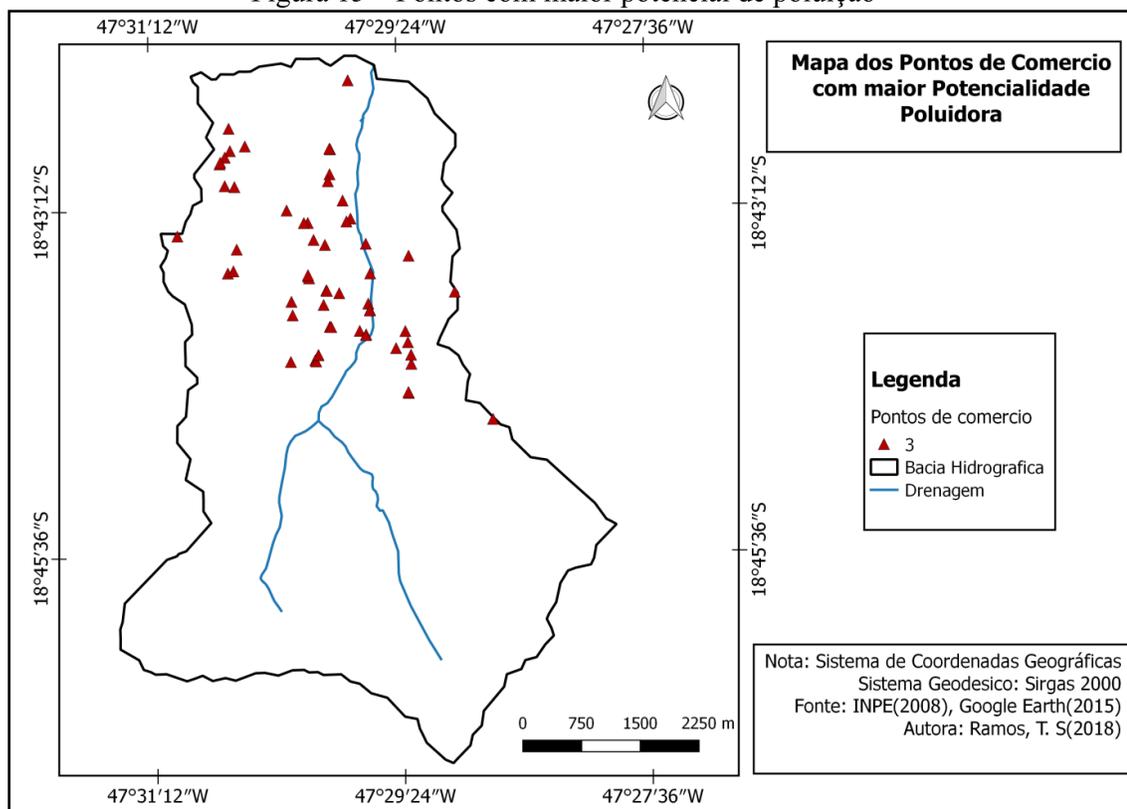
Figura 14 – Pontos poluidores ao longo da bacia



Elaboração: a autora (2018).

Na Figura 15 é possível observar com mais detalhes os pontos com maior potencialidade poluidora ao longo da bacia hidrográfica do médio curso córrego Mumbuca. Visualmente percebe-se que a maior concentração dos pontos com maior potencial poluidor localiza-se nas partes central e inferior da bacia estudada. Ou seja, os estabelecimentos aumentam juntamente com o aumento do número de residentes, sendo esta área de maior concentração o bairro Vila Nova, o mais populoso do município de Monte Carmelo.

Figura 15 – Pontos com maior potencial de poluição



Elaboração: a autora (2018).

6.4 ANÁLISE DOS POTENCIAIS VETORES

6.4.1 Pontos de Entroncamento

Os pontos selecionados para fazer a divisão do córrego em seções, foram os pontos de entroncamento, ou seja, que se têm as vias de circulação e que o córrego que passa nestes pontos, ao longo do córrego Mumbuca foi selecionado cinco pontos de. A Tabela 5 mostra a latitude e longitude destes pontos.

Tabela 5 - Pontos de Entroncamento

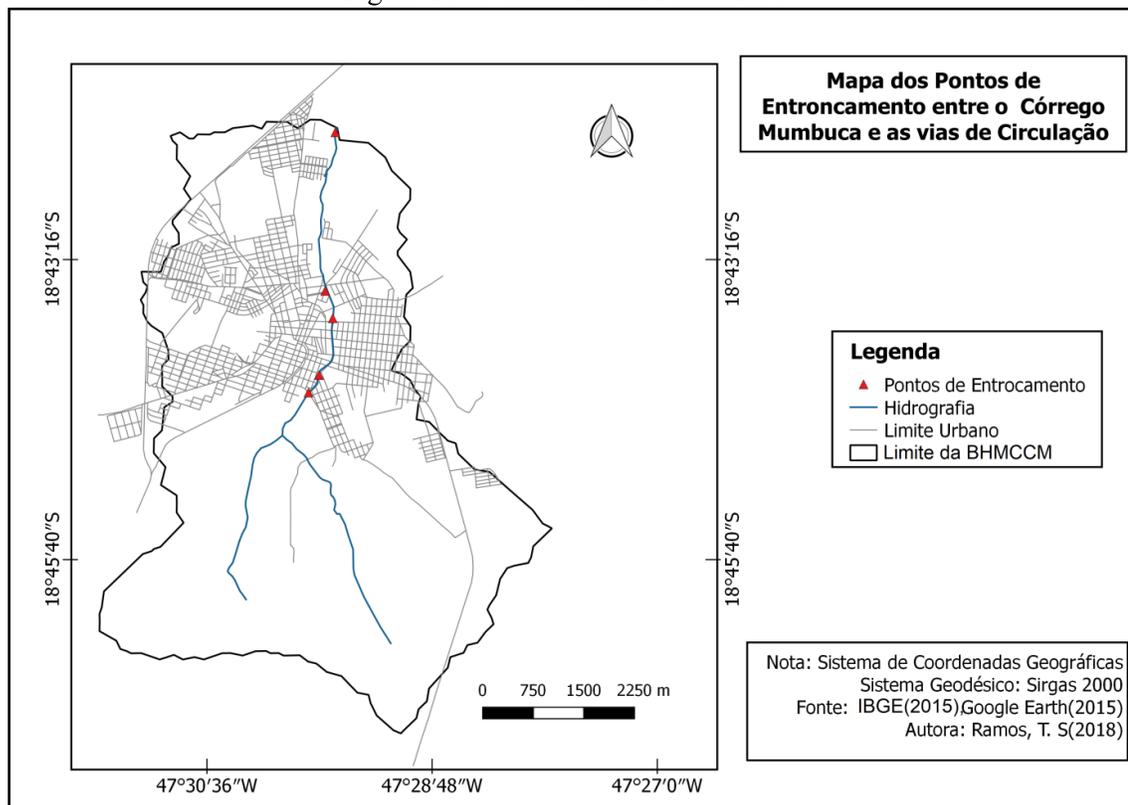
	Latitude	Longitude
Ponto A	18°42'14.54"S	47°29'34.44"O
Ponto B	18°44'19.39"S	47°29'47.26"O
Ponto C	18°43'43.75"S	47°29'35.65"O
Ponto D	18°44'11.05"S	47°29'42.24"O
Ponto E	18°43'30.63"S	47°29'39.30"O

Elaboração: a autora (2018).

A Figura 16 mostra os pontos de entroncamento ao longo do córrego Mumbuca, é possível observar que alguns estão bem próximos ao outro e alguns bem distantes, isso se

deve ao fato destes pontos terem sido escolhidos por estarem ao lado de pontes onde o córrego circula.

Figura 16 - Pontos de entroncamento



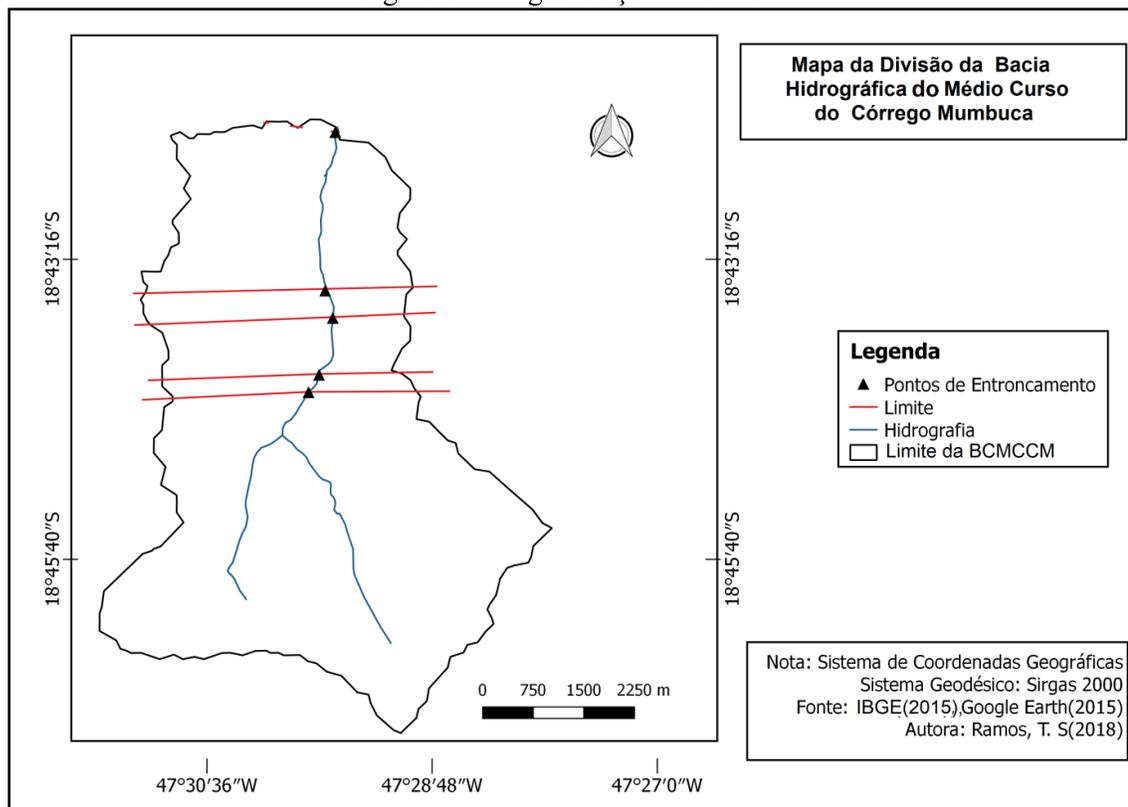
Elaboração: a autora (2018).

Este ponto de entroncamentos das vias urbanas com o córrego nos permite estabelecer uma subdivisão da bacia hidrográfica para uma análise qualitativa por seção da mesma, conforme veremos nos itens a seguir.

6.4.2 Seções

Tendo em vista os pontos de entroncamento das vias de circulação com a bacia do médio curso do hidrográfica do córrego Mumbuca, foi possível fazer a segmentação do córrego em 5 seções que são expostas na Figura 17a seguir.

Figura 17 - Segmentação da Bacia

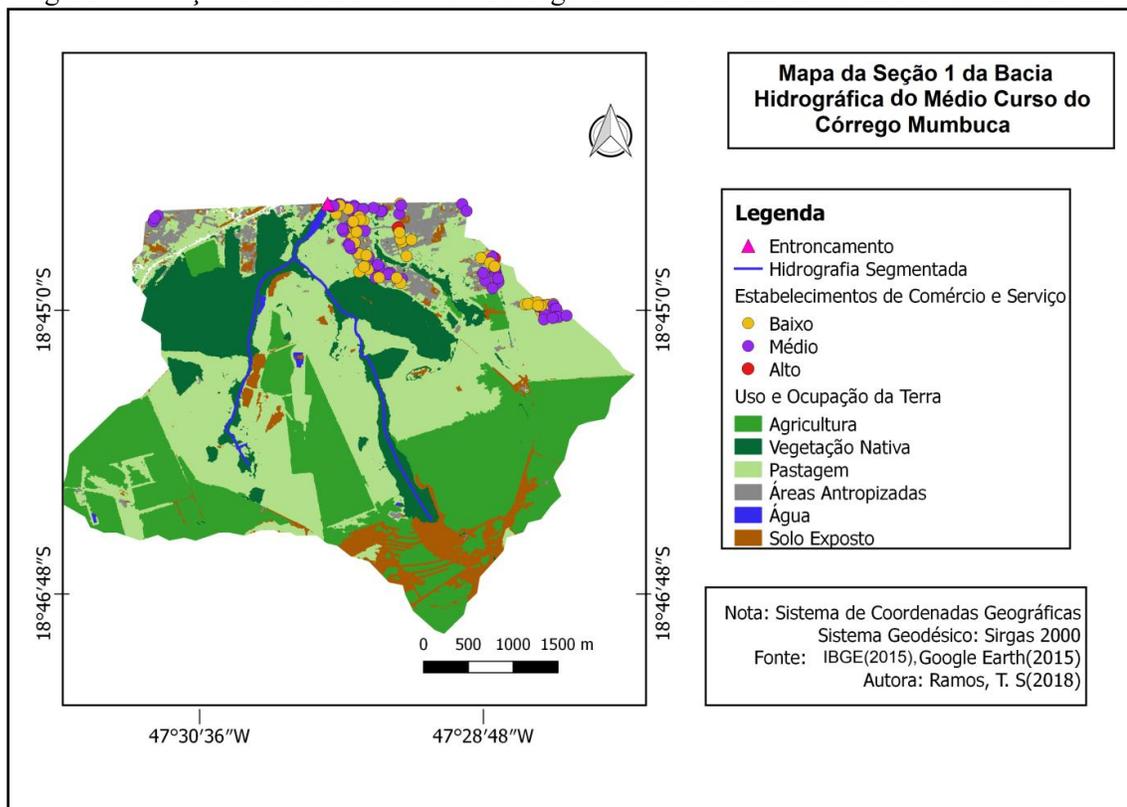


Elaboração: a autora (2018).

6.4.2.1 Seção 1

Na seção 1, que parte das nascentes do córrego e vão até o primeiro ponto de entroncamento na Rua Matusalém, de acordo com o banco de dados fornecido pela UFU dos pontos de comercio para o ano de 2017, apresenta 109 estabelecimentos de comercio e serviço no total, sendo que destes 44 tem classificação de risco baixo, 63 médio e 2 como alto. A Figura 18 expõe estes estabelecimentos de comercio e serviço com a classificação segundo a sua potencialidade poluidora, juntamente com o uso e ocupação do solo da seção 1.

Figura 18 - Seção 1: Das nascentes do Córrego até o entroncamento com a Rua Matusalém



Elaboração: a autora (2018).

É possível observar que nesta seção existe não somente uma baixa interferência antrópica com relação ao meio urbano, caracterizando a área com uma baixa presença de estabelecimentos comerciais e de serviço.

No entanto, cabe destacar, que ao mesmo tempo em que a malha urbana não está muito presente nesta seção, o uso da agricultura se faz presente, conforme os mapas de uso do solo já apresentados, e logo denotam uma possibilidade de poluição por uso de aditivos químicos e demais insumos para a produção agrícola.

Nesta seção, está presente a represa do DMAE que é principal manancial para o sistema de abastecimento de água para a cidade, ao qual também nos apresenta uma preocupação com relação à poluição indireta dado pelo uso da terra.

Na seção se tem a presença dois estabelecimentos com potencial poluidor, que são cerâmicas, que são expostas no Quadro 7.

Quadro 7 - Estabelecimentos presentes na seção 1

Estabelecimento
Cerâmica Carmelitana
Cerâmica Cruzado

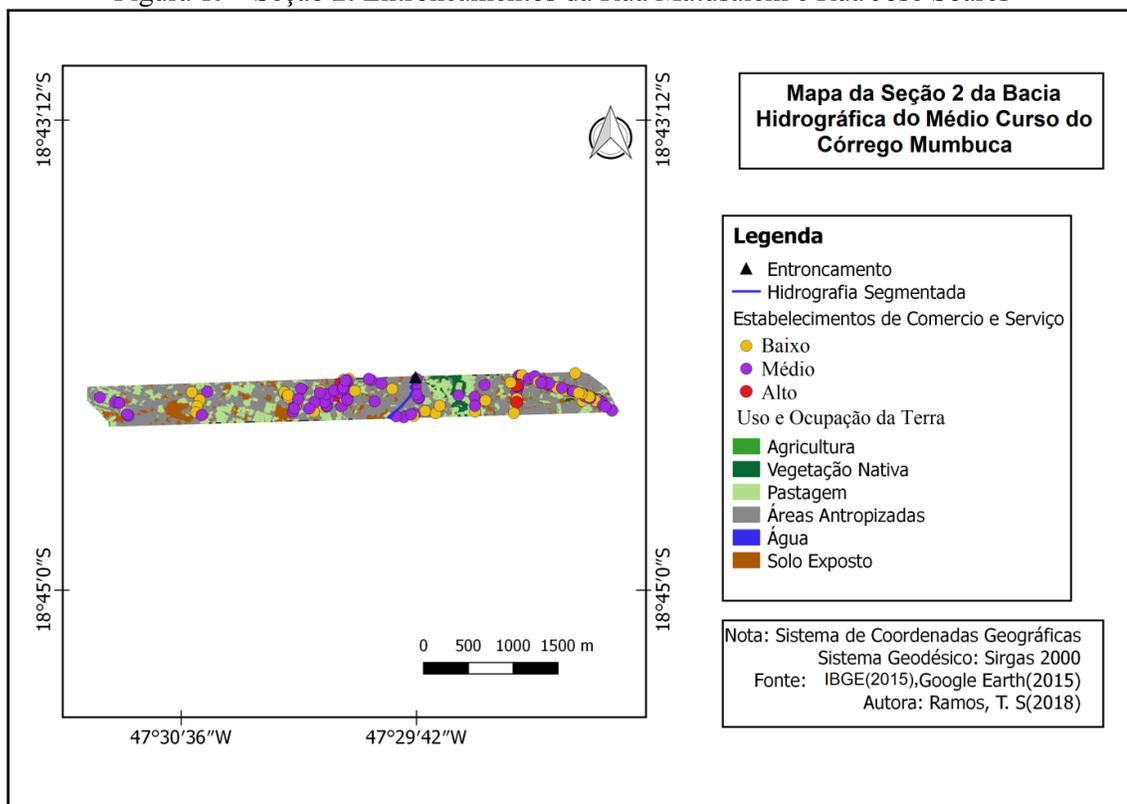
Elaboração: a autora (2018).

Tendo em vista o uso e ocupação da terra nesta área, pode-se dizer que o poluente presente nesta seção vem principalmente das atividades agrícolas que usam herbicidas e pesticidas de forma indiscriminada.

6.4.2.2 Seção 2

A seção 2, delimitada entre os entroncamentos da Rua Matusalém e Rua José Soares é composta por 143 estabelecimentos de comércio e serviço no total, sendo que 48 são classificados segundo a potencialidade poluidora como baixo, 87 como médio e como alto 7 pontos. A Figura 19 expõe estes estabelecimentos localizados na seção 2.

Figura 19 - Seção 2: Entroncamentos da Rua Matusalém e Rua José Soares



Elaboração: a autora (2018).

Assim, é possível observar que nesta seção existe uma interferência antrópica mais alta, com relação ao meio urbano, pois a mesma já se encontra inteiramente na malha urbana

da cidade, caracterizando a área com uma alta presença de estabelecimentos comerciais e de serviço, principalmente aqueles que em nosso julgamento apresentam alto potencial poluidor, mas que não se encontram às margens do córrego.

Na seção 2 se tem a presença de vários estabelecimentos de comércio e serviço, sendo que os pontos que tem maior potencial poluidor exercem atividades como a ceramista, ferro velho e posto de combustível. O Quadro 8 mostra os estabelecimentos classificados com maior potenciais poluidor, presentes nesta seção.

Quadro 8 - Estabelecimentos presentes na seção 2

Estabelecimento
Cerâmica Montreal
Ferro Velho Irmãos Gontijo
Posto Marajai
Posto Uai

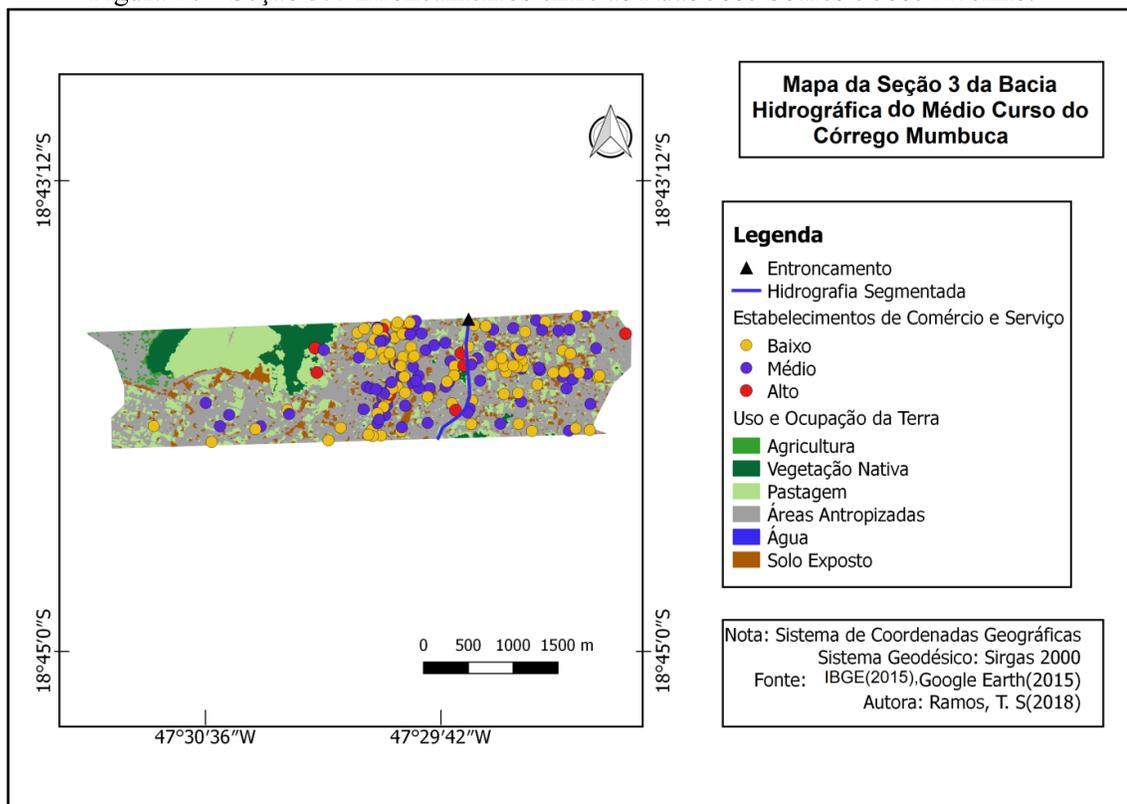
Elaboração: a autora (2018).

Observando a Figura 20 em que se tem o uso e ocupação da terra e pontos poluidores expostos no Quadro 8, é possível observar que o uso da terra nesta seção esta composto por basicamente áreas antropizadas, pastagem e algumas poucas áreas de solo exposto, pode-se dizer que além da poluição do esgoto que vai direto pro córrego, os pontos de comércio também tem grande influência na qualidade desta água, a cerâmica faz descarte indireto por meio da poeira liberada na hora da fabricação dos tijolos e telhas, além do material que é descartado sem autorização, o ferro velho acaba fornecendo de forma indireta metais do estabelecimento e posto de gasolina mesmo com toda segurança acaba fornecendo material inflamável à água presente no córrego. Pode-se dizer que estes materiais acabam chegando ao córrego por meio do escoamento superficial.

6.4.2.3 Seção 3

A Figura 20 mostra os estabelecimentos de comércio e serviço presentes na seção 3, entroncamentos das Ruas José Soares e José Avelino onde se tem 670 pontos no total, sendo classificados segundo a sua potencialidade poluidora, 420 pontos com risco baixo, 242 em médio e 8 com risco alto.

Figura 20 - Seção 3: Entroncamentos entre as Ruas José Soares e José Avelino.



Elaboração: a autora (2018).

Nesta seção 3 tem a presença vários pontos com potencial poluidor alto, dentre as atividades exercidas se tem cerâmica, deposito, distribuidor de petróleo e postos de combustível, a Quadro 9 expõe estes estabelecimentos.

Quadro 9 - Estabelecimentos presentes na seção 3

Estabelecimento
Cerâmica Mineira
Gomes e Alves Comercio de Combustíveis
Posto Alto Paranaíba
Posto Petrobrás
Posto Vila Nova
Posto de Gasolina
Posto Carmelitano
Monte Petro Distribuidora de Petróleo

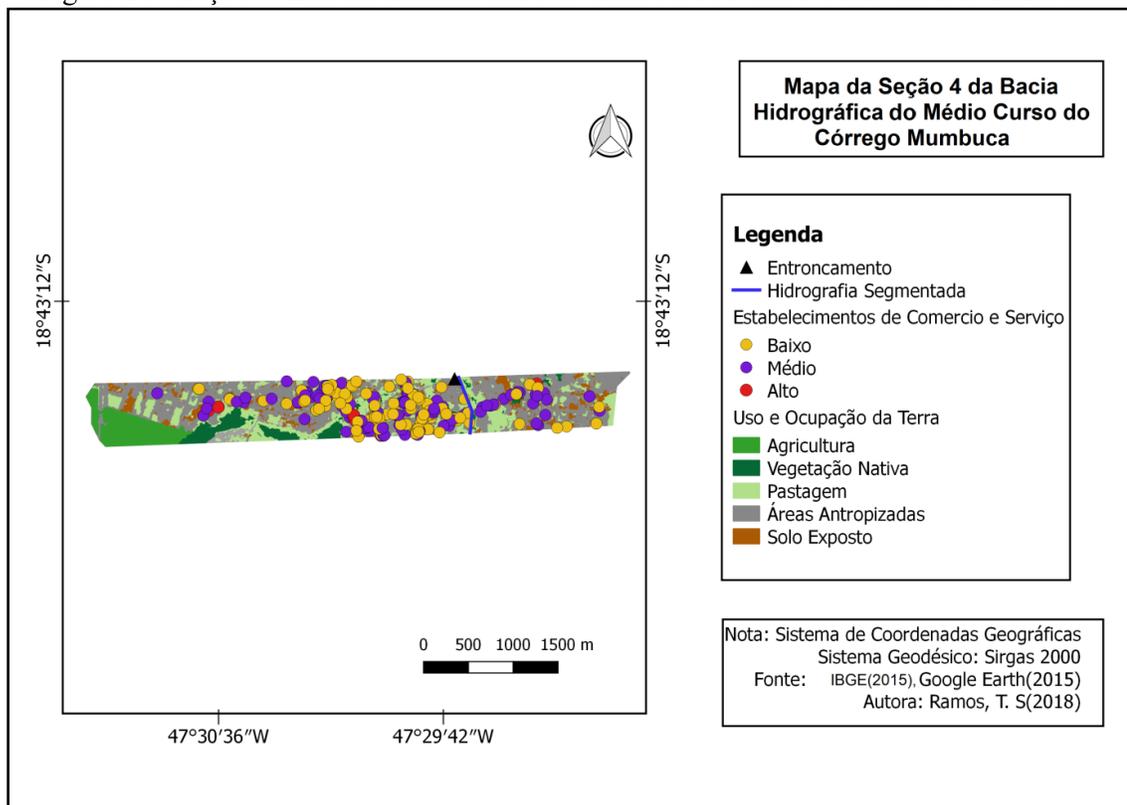
Elaboração: a autora (2018).

6.4.2.4 Seção 4

A seção 4, delimitada pelos entroncamentos entre as Ruas José Avelino e Rua Alferes Euzébio, é composta por 257 pontos de comercio e serviço no total, sendo 135 classificados

com risco de poluição baixo, 115 médio e 6 alto. A Figura 21 mostra estes pontos dentro da seção 4.

Figura 21 - Seção 4: Entroncamentos entre as Ruas José Avelino e Rua Alferes Euzébio



Elaboração: a autora (2018).

O Quadro 10 mostra os estabelecimentos com maior potenciais poluidor, presente na seção 4. Percebe-se a seção 4 é composta na maior parte por área antropizada, os estabelecimentos de comércio e serviço presentes vão desde posto de gasolina, depósito, cerâmica e o cemitério.

Quadro 10– Estabelecimentos presentes na seção 4

Estabelecimentos
Indústria Cerâmica Colina
Posto Santa Rita 1
Posto Santa Rita 2
Posto Zema e Loja de Conveniência
Cemitério Municipal
Deposito Agrícola

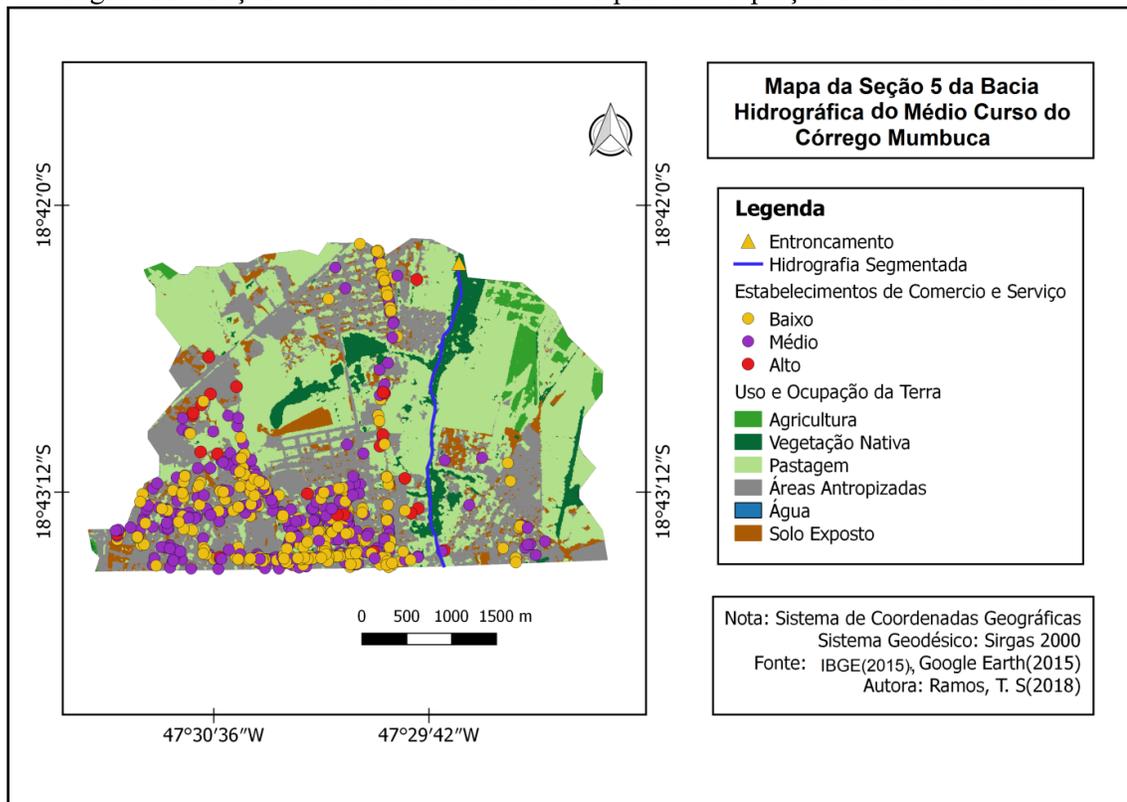
Elaboração: a autora (2018).

Tendo em vista o uso e ocupação da terra, e os pontos com maior potencial poluidor, pode-se dizer que esta seção do córrego esta sujeita a vários pontos de poluição, sendo estes da rede doméstica das casas da região, dos postos de gasolina, o deposito agrícola e principalmente do cemitério presente nesta área.

6.4.2.4 Seção 5

Na quinta seção, delimitada entre o entroncamento da Rua Alferes Euzébio e o ponto de lançamento da Estação de Tratamento de Esgoto do DMAE (Exutório), se tem um total de 591 pontos, sendo 279 classificados com o risco baixo de potencialidade poluidora, 295 como risco médio e 11 como alto, a Figura 22 expõe a seção 5.

Figura 22 - Seção 5: Rua Alferes Euzébio e o ponto de captação da ETE do DMAE



Elaboração: a autora (2018).

O Quadro 11 expõe os estabelecimentos presentes nessa seção, percebe-se que há a grande presença de cerâmicas, postos de gasolina e um ferro velho.

Quadro 11 – Estabelecimentos presentes na seção 5

Estabelecimentos
Cerâmica Taguai
Cerâmica Carmelo
Olaria Minas
Cerâmica Caimam
Cerâmica João Mossi
Cerâmica Mecasa
Estabelecimentos
Cerâmica Real Minas
Ferro Velho Carmelitano
Posto Krill
Olaria 1
Olaria 2

Elaboração: a autora (2018).

7 CONCLUSÃO

Tradicionalmente, as avaliações dos impactos antrópicos com relação ao uso da terra vêm se dando por meio da avaliação da qualidade das águas dos principais rios e córregos que cortam o perímetro urbano, por meio de análises químicas da mesma.

A classificação do uso e ocupação da terra busca mostra o uso da terra de uma região, por meio dos mapas de uso da terra, foi possível perceber que a áreas antrópicas na bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca em Monte Carmelo, vem ganhado um espaço cada vez maior em detrimentos de outras áreas de pastagem, solo exposto, vegetação nativa.

A qualificação do escoamento superficial se deu por meio de uma análise espacial dos elementos antrópicos contidos na bacia do córrego, onde na segmentação da mesma usando-se do entroncamento viários com delimitadores de área podemos observar, e contextualizados que o nível de poluição tende a aumentar da montante à jusante do córrego, observando que o mesmo tem suas nascentes e sua área de escoamento superficial mais próxima à jusante, uma caracterização tipicamente rural, aonde, em uma possível ação mitigatória, o controle dos elementos químicos usados como insumos na agricultura seria necessário.

Nas áreas de escoamento superficial dentro do perímetro urbano, a classificação dos pontos em que foram classificados enquanto maior potencial de poluição se deu com relação à

atividade realizada pelo ponto comercial ou de serviço, considerando o que poderia ser levado pelas águas das chuvas ou de outras formas que causariam impacto direto ao meio hídrico.

Vale lembrar que a característica climática da cidade é de um ano dividido em um período de seca e o outro com maior incidência de chuvas. Assim, é possível considerar também, mas que aqui não seria possível mensurar que durante o período de seca, além de muito material pedológico fino (poeira) que é carregado para dentro do córrego nas primeiras chuvas da primavera, ainda temos os aerossóis aplicados na agricultura, além de todo lixo espalhado no meio urbano que acaba por ser carregado também pelo córrego em questão.

A área da bacia hidrográfica que se tem vegetação nativa vem sendo desmatada e dando o espaço para as áreas antrópicas, é necessário que se tenha uma maior fiscalização nestas áreas para tentar estabilizar esta situação.

O procedimento em questão adotado para a Cidade de Monte Carmelo, para avaliação da bacia hidrográfica do médio curso do córrego Mumbuca pode ser adotado para outras cidades e estudos em outras bacias hidrográficas.

REFERÊNCIAS

- Agencia Nacional das Águas. **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: agos. 2018.
- BRASIL, Lei Nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. v. 21, 2018.
- CARDOSO, H. M. **Análise temporal dos impactos ambientais causados pela mudança de uso e ocupação da terra no entorno da área urbana de Monte Carmelo–MG**. 2017.
- Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto. **Página Dinâmica para Aprendizado do Sensoriamento Remoto**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/engcart/PDASR/rem.htm> l#2>. Acessado em: jun. 2018.
- 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.
- COSTA, E. M. et al. Processamento de imagens RapidEye no mapeamento de uso do solo em ambiente de Mar de Morros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1417-1427, 2016.
- COELHO, V. H. R.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ALMEIDA, C. N.; DE LIMA, E. R. V.; NETO, A. R.; MOURA, G. S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 18, n. 1, 2014.
- COUTO, P. Análise factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em FRAGSTATS. **Investigação Operacional**, v. 24, n. 1, p. 109-137, 2004.
- CROSTA, A. P. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. **Capítulo 8: Classificação**. UNICAMP/Instituto de Geociências, 1999.
- DA SILVA, P. L. F; DA SILVA, A. J. Avaliação do uso e ocupação do solo no município de Pilõezinhos-PB, de 1984-2016 utilizando o geoprocessamento. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 3, n. 1, p. 48-63, 2017.
- DE ANDRADE, M. P. et al. Avaliação do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul na primeira década do século XXI a partir de imagens MODIS – Land Cover. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2015. João Pessoa, **Anais...** INPE, 2015, p. 1961-1968.
- Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **SRTM - Shuttle Radar Topography Mission**. Disponível em: <https://www.cnpem.embrapa.br/projetos/sat/conteudo/missao_srtm.html>. Acessado em: abr. 2018.
- FERREIRA, C. S. Avaliação Temporal do Uso e Ocupação das Terras na Bacia do Rio São Bartolomeu, DF. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) -Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

FLORENZANO, T. G. Iniciação em sensoriamento remoto. **Capítulo 1: Fundamentos de Sensoriamento Remoto**. São Paulo, Oficina de Textos, 2011.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/monte-carmelo/panorama>>. Acessado em: abr. 2018.

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

MENGATTO JÚNIOR, E. A.; SILVA, J. Imagens de alta resolução (rapideye) para elaboração de mapas para planejamento e gerenciamento: estrada parque do Pantanal, MS. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 5., 2014, Campo Grande, MS. Anais... São José dos Campos: INPE, 2014., 2014.

MMA. **Bacias Hidrográficas**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/bacias-hidrograficas>>. Acessado em: abr. 2018.

OLIVETTI, D.; MINCATO, L. R. **Caracterização dos Solos da Bacia do Córrego do Cemitério, Município de Alfenas – MG**. Disponível em: <<http://www.unifal-mg.edu.br/geografia/sites/default/files/file/caract%20dos%20solos%20da%20bacia%20do%20correg%20do%20cemit%C3%A9rio%20alfenas.pdf>>. Acessado em: abr. 2018.

PEREIRA, J. L. G.; THALÊS, M. C.; BATISTA, G. T.; ROBERTS, D. A.; VENTURIERI, A. Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. **Geografia**, v. 26, n. 1, p. 61-61, 2001.

PINHO DE OLIVEIRA, F.; FILHO, E. I. F.; SOARES, V. P.; SOUZA, A. L. Mapeamento de fragmentos florestais com monodominância de aroeira a partir da classificação supervisionada de imagens RapidEye. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, 2013.

PRATES, P. **Dados SRTM com resolução espacial de 30 m são disponibilizados**. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2014/09/25/dados-srtm-com-resolucao-espacial-de-30-m-sao-disponibilizados/>>. Acessado em: 2018.

PREFEITURA DE MONTE CARMELO. Principais atividades econômicas. Disponível em: <<http://www.montecarmelo.mg.gov.br/perfil>>. Acessado em: out. 2018.

ROSA, R. Introdução ao sensoriamento remoto. **Capítulo 1: Princípios Físicos em sensoriamento remoto**. EDEFU, 2009, ed.7.

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

Soluções em imagens de satélite e geoprocessamento. **Ortorretificação de Imagens de Satélites**. Disponível em: <<http://www.engesat.com.br/ortorretificacao-o-que-e/>>. Acessado em: abr. 2018.

Soluções em imagens de satélite e geoprocessamento. **RapidEye**. Disponível em: <
<http://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/rapideye/>>. Acessado em: abr. 2018.

SOUZA, M. E. T. A.; LIBÂNIO, M. Proposta de índice de Qualidade para Água Bruta afluente a estações convencionais de tratamento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 471-478, 2009.

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 em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

SOUZA, K. R.; VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; ALVES, M. L. V.; ANJOS, L. A. P. D.; SOUZA, C. G.; ANDRADE, L. N. Classificação automática de imagem do satélite *RapidEye* para o mapeamento de áreas cafeeiras em Carmo de Minas, MG. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 22-25 Ago., Araxá. **Proceedings...** Araxá: Consórcio Pesquisa Café, 2011. 1 CD-ROM.

TEODORO, V. L.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007.

TUCCI, C. E. M et al. Hidrologia: ciência e aplicação. SILVEIRA, A. L. L. Capítulo 2: Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. **Porto Alegre: Editora UFRGS**, 2013, ed.4.