



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOCIOAMBIENTAL NA BACIA DE VARGEM DAS  
FLORES NO MUNICÍPIO DE CONTAGEM - MINAS GERAIS

FERNANDA SILVA PACHECO

BELO HORIZONTE

2019

FERNANDA SILVA PACHECO

AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOCIOAMBIENTAL NA BACIA DE VARGEM DAS  
FLORES NO MUNICÍPIO DE CONTAGEM - MINAS GERAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Centro Federal de Educação Tecnológica  
de Minas Gerais como requisito para  
obtenção do título de Engenheira Ambiental e  
Sanitária.

Orientador: Prof. Dr. Vandeir Robson da Silva Matias  
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho

BELO HORIZONTE

2019

FERNANDA SILVA PACHECO

AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOCIOAMBIENTAL NA BACIA DE VARGEM DAS  
FLORES NO MUNICÍPIO DE CONTAGEM - MINAS GERAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao Centro Federal de Educação Tecnológica  
de Minas Gerais como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheira Ambiental e  
Sanitarista.

Data de aprovação: 21 / 11 / 2019

Banca examinadora:

Vandeir Robson da Silva Matias

Prof. Dr. Vandeir Robson da Silva Matias – CEFET-MG - Orientador

Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho  
Prof. Dr. Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho – CEFET-MG – Co-  
Orientador

Floriana De Fátima Gaspar  
MSc. Floriana de Fátima Gaspar – Secretária de Fazenda de Contagem

Matusalém de Brito Duarte  
Prof. Dr. Matusalém de Brito Duarte – CEFET-MG

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha família, por ser meu suporte durante toda a trajetória no CEFET – MG.

Aos meus orientadores, Vandeir Robson da Silva Matias e Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho, pela disponibilidade, oportunidade de crescimento e orientação.

À Floriana Gaspar, pela disponibilização de informações e por ser notoriamente uma defensora da preservação da Bacia de Vargem das Flores.

## RESUMO

PACHECO, F.S. Avaliação do impacto socioambiental na Bacia de Vargem das Flores no município de Contagem – Minas Gerais. 61f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica e Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

A partir da perspectiva da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, a conservação da sua cobertura vegetal e a gestão da expansão urbana, são questões pertinentes a garantia da qualidade de água e consequente abastecimento da população. A Bacia de Vargem das Flores é importante no abastecimento de água dos municípios de Contagem, Betim e em uma parte de Belo Horizonte. Nesse contexto, o presente estudo objetiva avaliar os impactos socioambientais a partir das mudanças no uso e ocupação do solo em Contagem, na área referente a Bacia de Vargem das Flores a partir da perspectiva de mudança do Plano Diretor Municipal que torna a cidade em sua totalidade urbana, e exclui, a região anteriormente considerada rural. Assim, o primeiro passo consistiu na análise do Plano Diretor do município de Contagem dos anos de 2006 e 2019, seguido por obtenção de dados secundários referentes à bacia, elaboração de mapas de uso e ocupação do solo em série histórica iniciada em 1984 e com final em 2019 e visita de campo. Verificou-se que a mancha urbana apresenta aumento de sua área no decorrer dos anos, e que essa expansão coincide com a diminuição da cobertura vegetal da região. Além disso, a mudança do plano diretor flexibiliza a ocupação de novas áreas, sem apresentar programa para recuperar áreas já degradadas, para avaliar impactos de maneira continuada e para garantir o abastecimento de água da população.

Palavras-Chave: Vargem das Flores. Planejamento. Plano Diretor. Contagem.

## **ABSTRACT**

PACHECO, F.S. Social and environmental impact assessment in the Vargem das Flores Basin in Contagem - Minas Gerais. 61f. Monograph (Graduate) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education and Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

From the perspective of the river basin as a planning unit, the conservation of its vegetation cover and the management of urban sprawl, are pertinent issues the guarantee of water quality and consequent supply of the population. The Vargem das Flores Basin is important in the water supply of the counties of Contagem, Betim and a part of Belo Horizonte. In this context, the present study aims to evaluate the social and environmental impacts from the changes in land use and occupation in Contagem, in the area related to the Vargem das Flores Basin from the perspective of change of the Municipal Master Plan that makes the city as a whole. Thus excludes the region previously considered rural. Thus, the first step consisted of the analysis of the Master Plan of the municipality of Contagem from 2006 and 2019, followed by obtaining secondary data related to the basin, preparation of land use and occupation maps in a historical series started in 1984 and ending in 2019 and field visit in certain areas of the basin. It was verified that the urban area has increased its area over the years, and that this expansion coincides with the decrease of the vegetation cover of the region. In addition, the change in the master plan makes it easier to occupy new areas, without introducing a program to recover already degraded areas, for continued impact assessment and to ensure the population's water supply.

Keywords: Vargem das Flores. Planning. Master Plan. Contagem.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Contagem .....	13
Figura 2 – Representação da antiga zona rural de Contagem .....	16
Figura 3 – Ampliação da área que representa a antiga zona rural de Contagem.....	17
Figura 4 – Esquematização da metodologia adotada .....	23
Figura 5 – Nuvem de palavras – 2006 .....	24
Figura 6 – Nuvem de palavras – 2018 .....	24
Figura 7 – Análise de similitude – 2006 .....	25
Figura 8 – Análise de similitude – 2018 .....	27
Figura 9 – Macrozoneamento .....	28
Figura 10 – Área de Proteção de Mananciais.....	30
Figura 11 – Áreas de Especial Interesse Ambiental.....	31
Figura 12 - Sobreposição das áreas da bacia e regional Vargem das Flores.....	32
Figura 13 – Habitantes Regional Vargem das Flores.....	33
Figura 14 – População em aglomerados subnormais na Regional Vargem das Flores .....	33
Figura 15 – Estabelecimentos rurais - área.....	35
Figura 16 – Estabelecimentos rurais – tipo de problema.....	36
Figura 17 – Tipos de uso e ocupação .....	38
Figura 18 – Uso e Ocupação – 1984 .....	39
Figura 19 - Uso e Ocupação – 1992.....	40
Figura 20 - Uso e Ocupação – 2000.....	41
Figura 21 - Uso e Ocupação – 2008.....	42
Figura 22 - Uso e Ocupação – 2016.....	44
Figura 23 - Uso e Ocupação – 2019.....	45
Figura 24 - Pontos visitados.....	47
Figura 25 - Área 1 – 15 de maio de 2018.....	48

Figura 26 - Área 1 – 13 de dezembro 2018.....	49
Figura 27 – Ponto 1 .....	50
Figura 28 – Ponto auxiliar 1.....	50
Figura 29 – Ponto auxiliar 2.....	50
Figura 30 – Ponto auxiliar 3.....	50
Figura 31 – Ponto 2 .....	50
Figura 32 – Ponto 3 .....	50
Figura 33 – Área 2 – 14 de dezembro 2018.....	51
Figura 34 – Área 3 – 07 de agosto 2019.....	52
Figura 35 – Ponto 4 .....	52
Figura 36 – Ponto 4, nova visualização.....	52
Figura 37 – Ponto 5 .....	53
Figura 38 – Ponto ETE.....	53

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
3.1 GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS .....	12
3.2 INSTITUCIONAL.....	18
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	<b>20</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>23</b>
5.1 ANÁLISE DOS PLANOS DIRETORES .....	23
5.2 ANÁLISE DOS DADOS SECUNDÁRIOS .....	32
5.2.2 PLANO DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL DE VARGEM DAS FLORES .....	34
5.3 ANÁLISE BASEADA NO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS .....	37
5.4 ANÁLISE A PARTIR DA VISITA IN LOCO EM ÁREAS DA BACIA.....	46
5.5 ANÁLISE DO CONJUNTO DE INFORMAÇÕES .....	53
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>58</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Plano Diretor é definido, pela Constituição Federal de 1988, como o instrumento que apoia a política de desenvolvimento e a expansão urbana. No caso do município de Contagem/MG, o último Plano Diretor publicado em 11 de janeiro de 2018, tornou a cidade 100% urbana, extinguindo as áreas rurais existentes anterior a sua publicação. (CONTAGEM, 2018). Assim, a região do reservatório de Vargem das Flores, que contava com legislação específica, no Plano Diretor pretérito, Lei Complementar nº 33, de 26 de dezembro de 2006, com medidas para minimizar impactos nos recursos hídricos e na perenização do reservatório para sua área considerada zona rural, passou a ser considerada área urbana com base no novo Plano Diretor. Tal ocorrência implica a perda de proibições de usos tais quais: Uso residencial multifamiliar; Parcelamento do solo em lotes inferiores a 20.000 m<sup>2</sup>; Uso de defensivos agrícolas e de qualquer utilização que acarretasse poluição dos recursos hídricos. (CONTAGEM, 2006).

O reservatório de Vargem das Flores está compreendido na área abrangida pela Bacia Hidrográfica de Vargem das Flores, sua construção ocorreu em 1972, em uma parceria entre as prefeituras de Contagem e Betim. A bacia ocupa 55% do território municipal e o Sistema de Vargem das Flores atende, em termos de abastecimento, 15% da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) e 70% do município de Contagem. (PMSB, 2003). Fato esses que justificam a importância da preservação da área da Bacia e da represa para garantir o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, como preconiza a Constituição Federal (1988), e que também, fundamenta a relevância desse trabalho na análise dos impactos causados pelo uso e ocupação do solo ao longo dos anos.

Esse trabalho propõe avaliar as mudanças quanto ao uso e ocupação do solo em Contagem na área referente a Bacia de Vargem das Flores. Essa verificação será realizada por comparação e correlação entre os mapas que serão gerados, e os disponibilizados no domínio digital da Prefeitura de Contagem, que possuem as classes de zoneamento municipal, curvas de nível, a divisão das bacias hidrográficas da cidade e a drenagem, produzidos pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

A bacia hidrográfica pode ser pensada como unidade de planejamento ambiental. Por meio de sua gestão, pode ser gerida a expansão da ocupação urbana

de um município, bem como de outras atividades como mineração, lazer, centros industriais, entre outros. Assim, há possibilidade de alinhar o desenvolvimento municipal com a preservação de corpos hídricos, e conseqüente manutenção ou aprimoramento da qualidade da água que posteriormente venha a ser captada, tratada e distribuída para o consumo humano. Além disso, prezar por uma boa qualidade da água pode diminuir custos futuros relacionados ao seu tratamento. Diante das premissas expostas, o presente estudo se propõe a apresentar a Bacia Hidrográfica de Vargem das Flores como uma unidade de planejamento.

Espera-se demonstrar as pressões sofridas pela Bacia de estudo, os impactos dessa pressão para a população da Região Metropolitana de Belo Horizonte e a proposição de medidas de mitigação dos impactos ambientais negativos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar os impactos socioambientais a partir das mudanças no uso e ocupação do solo em Contagem, na área referente a Bacia de Vargem das Flores a partir da perspectiva de mudança do Plano Diretor Municipal que torna a cidade em sua totalidade urbana.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar as dimensões ambientais, físicas e sociais da Bacia de Vargem das Flores;
- Identificar as consequências para a bacia acerca da mudança na legislação para tornar o município 100% urbano;
- Verificar os impactos socioambientais ocasionados pela ocupação urbana e/ou industrial na Bacia de Vargem das Flores.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A bacia hidrográfica pode ser considerada como uma unidade de planejamento ambiental com vistas à solução de problemas e otimização de recursos, por meio da participação dos usuários, setor público e setor privado (LIMA, et. al 2006).

#### 3.1 Gestão de bacias hidrográficas

De acordo com Tucci (1997), bacia hidrográfica é uma captação natural da água precipitada na qual o escoamento converge para um único ponto de saída. É um conjunto de superfícies vertentes e redes de drenagem de cursos d'água que se encontram até formar um leito único no exutório.

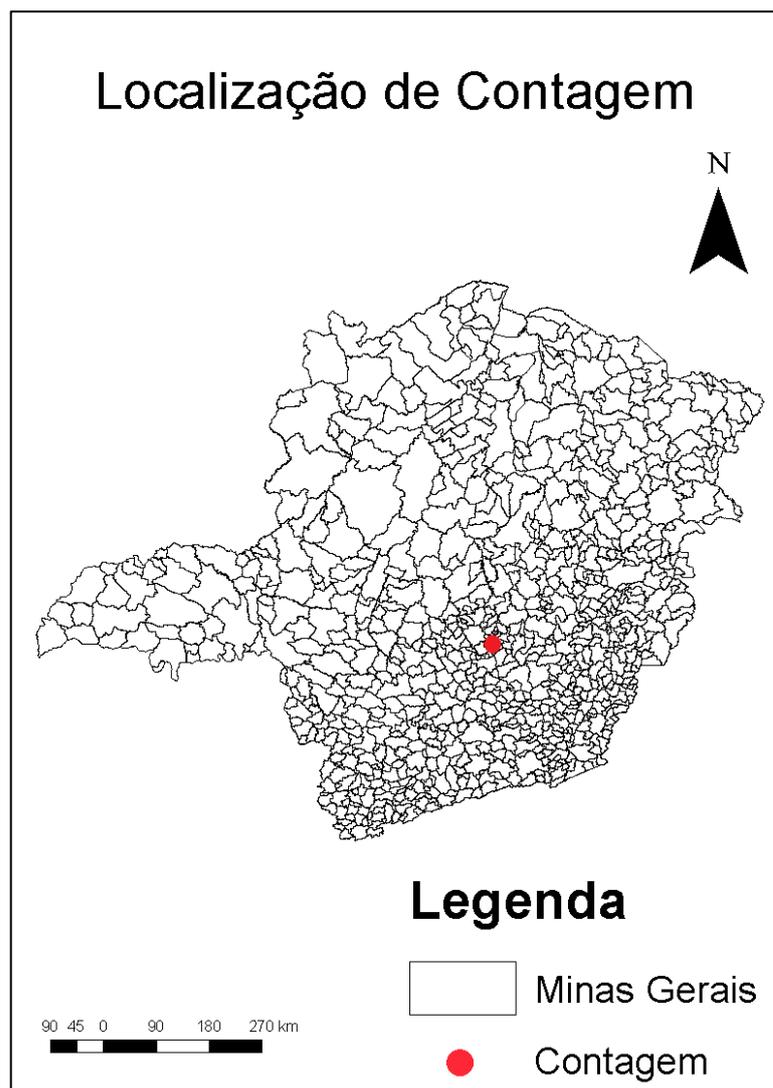
Em 1992, a Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente, que ocorreu em Dublin, Irlanda, já preconizava que nas décadas seguintes a importância da gestão de bacias hidrográficas aumentaria. Foi discutido que a elaboração e implementação dos planos de manejo integrados, que consideram aspectos físicos, sociais e econômicos, deveriam ter alta prioridade em termos governamentais e ser respaldado por acordos internacionais. (WMO, 1992).

No Brasil, o ponto inicial de discussões acerca da gestão de bacias hidrográficas ocorreu em 1976, em um acordo entre o Ministério de Minas e Energia e governo do Estado de São Paulo, com o objetivo de melhorar as condições ambientais da bacia do Alto Tietê e de Cubatão. Com os resultados dessa parceria, em 1976 foi instaurado o reconhecimento da crescente complexidade dos problemas Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), que culminou em comitês executivos de diversas outras bacias hidrográficas, como Paraíba do Sul e Ribeira de Iguape. (PORTO, M.F.A e PORTO, R.L, 2018).

A barragem de Vargem das Flores teve suas obras de construção encerradas em 1974 e formou seu reservatório de água com a finalidade de abastecimento público. Esse sistema foi construído como parte do planejamento do Serviço Autônomo Municipal de Águas e Esgoto (SAMAE), que atuava em Contagem na década de 1960. Em termos federais, na década de 1970, atuava no Brasil o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) o qual o município de Contagem aderiu e efetivou essa adesão por meio da concessão municipal dos serviços de água e esgoto

à Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). Assim, em 1974, juntamente a todo o sistema de esgotamento sanitário e de água, a represa de Vargem das Flores foi transferida da gestão da SAMAE para a COPASA. (CONTAGEM, 2009). A Figura 1 a seguir demonstra a localização da Bacia de Vargem das Flores com relação ao estado de Minas Gerais.

**Figura 1:** Contagem.



**Fonte:** Autoria própria.

Vargem das Flores está inserida no Sistema Integrado da Bacia do Rio Paraopeba, que é responsável por abastecer 50% da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). (COPASA, 2011). A represa possui perímetro de 54 km e altitude média de 838 metros. O reservatório chega a armazenar 44.000.000 m<sup>3</sup> de água provenientes das sub-bacias do Ribeirão Betim, Córrego Morro Redondo, Córrego

Água Suja e Córrego Boa Vista, que contribuem com 81% da água de acumulação da represa. As nascentes do entorno e tributários menores contribuem com os 18% restantes. De todas as contribuições para a bacia, 87% situam-se em Contagem. (CONTAGEM, 2009).

Em 2006 foi criada a Área de Proteção Ambiental de Vargem das Flores (APA), definida pela Lei Ordinária nº 16197, de junho de 2006. A APA constitui uma unidade de conservação de uso sustentável, está localizada nos municípios de Contagem e Betim e tem como objetivos conservar os recursos ambientais, garantir qualidade dos recursos hídricos, contribuir para ordenar o uso e ocupação do solo e promover a recuperação de áreas degradadas. (MINAS GERAIS, 2006).

Em pesquisas realizadas por Pedra (2014), foi analisada a cobertura vegetal nas áreas de preservação permanente (APP) da bacia do reservatório Vargem das Flores, por meio da delimitação de áreas de APP e utilização do *software* ArcGIS®. Assim, em seus resultados, aponta que os tipos de solo predominantes na região são o latossolo vermelhoamarelo e o argissolo vermelho-amarelo e as coberturas vegetais são representadas pelo Cerrado Típico e Floresta Semidecídua.

A degradação ambiental e conseqüente alteração de ecossistemas no âmbito das cidades, têm associação com o desenvolvimento econômico, crescimento desordenado e, particularmente, a partir da mudança de uma comunidade rural para uma comunidade urbana em um período efêmero de tempo. (STANGANINI e LOLLO, 2018). As questões ambientais estão diretamente ligadas às demandas sociais, econômicas e políticas. De uma forma geral, a urbanização, quando planejada de forma fragmentada e sem articulação dos projetos, não atinge uma qualidade mínima desejada e compromete soluções para a integração urbano-ambiental. (DENALDI e FERRARA, 2018).

Os surgimentos de impactos ambientais devidos à urbanização são favorecidos pela falta de atuação do poder público por meio da percepção acerca das condições limitantes do meio físico em áreas de expansão da mancha urbana. Esses impactos podem acarretar em inundações, erosões, assoreamento e baixa disponibilidade hídrica. (STANGANINI e LOLLO, 2018).

Outro impacto relacionado à urbanização é a diminuição da permeabilidade do solo devido a pavimentação de áreas. Esse fator pode sobrecarregar o sistema de drenagem devido ao aumento de velocidade de escoamento causada pela

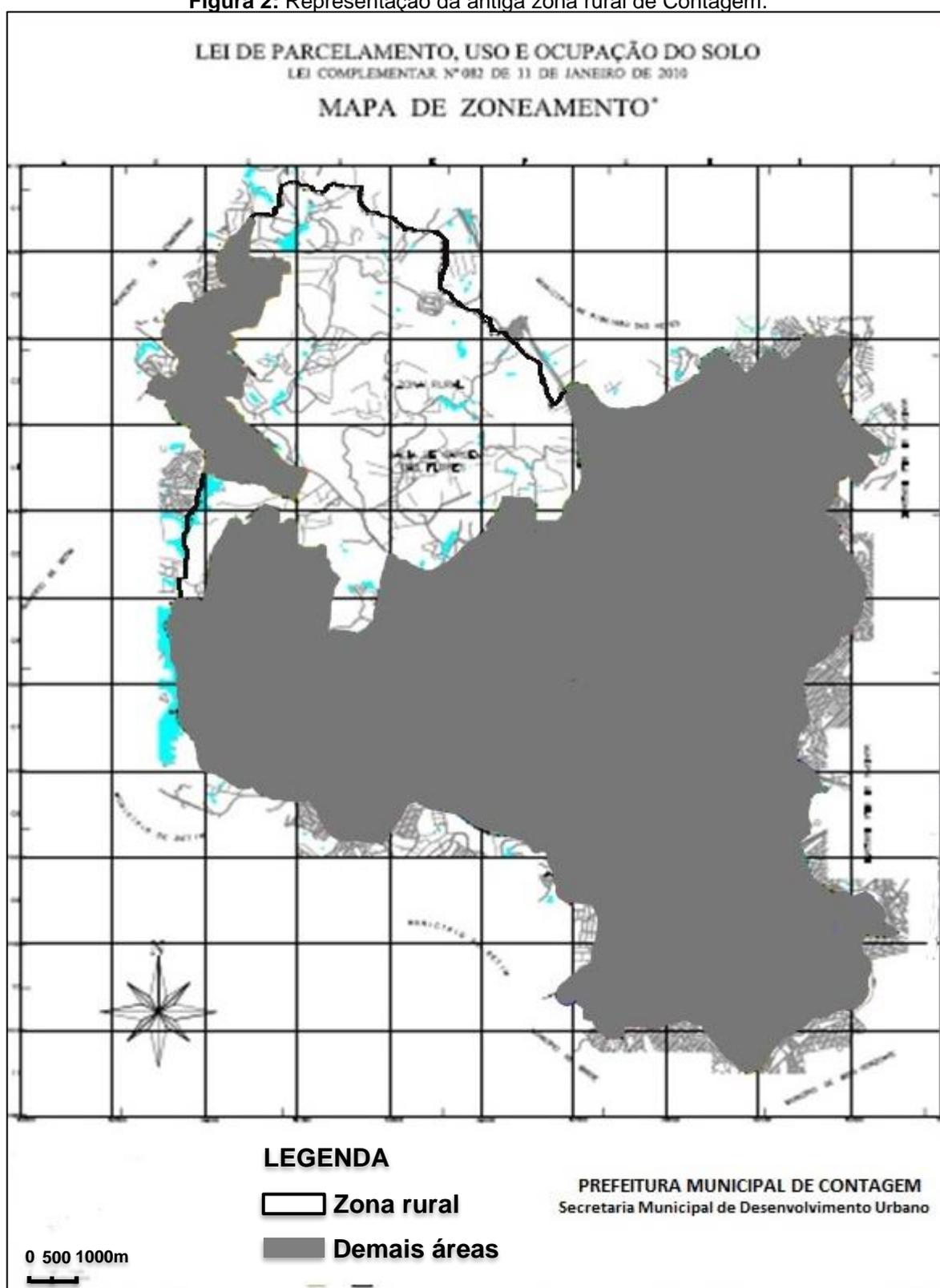
impermeabilização e a alteração da capacidade de infiltração da água no solo. (SANTOS, RUFINO e BARROS, 2017).

Em suas pesquisas realizadas para avaliar o avanço da degradação ambiental em decorrência do processo de crescimento da área urbana em São Carlos – São Paulo, Stanganini e Lollo (2018), em um período de averiguação 5 anos compreendido entre os anos de 2010 e 2015, apontam que o modelo de avanço desordenado da área urbana provoca ao meio ambiente impactos tais quais: destruição de nascentes, aumento da vulnerabilidade de regiões de recarga de aquíferos, erosão e supressão de áreas de vegetação nativa, referentes a áreas de preservação permanente. A expansão urbana foi guiada pelo fator econômico que não considerou as limitações do meio ambiente e, que assim, não visa o processo de desenvolvimento sustentável, que consiste em alinhar os pilares ambiental, social e econômico para suprir as necessidades da geração atual sem comprometer as gerações futuras (FEIL e SCHREIBER, 2017). Outra questão levantada foi que áreas já degradadas não têm incentivos e planos de gestão, para recuperação.

Em outro estudo, Pereira, Collares e Lorandi (2016), relata que áreas urbanizadas apresentam alta relevância quanto se trata de impactos ambientais em bacias e que para facilitar a compreensão a respeito dos impactos das ocupações, as sub-bacias devem ser consideradas como unidades de análise. Já Santos, Rufino e Barros (2017), em sua pesquisa em Campina Grande – Paraíba afirmam que a impermeabilização do solo, como consequência da expansão urbana, acarreta no aumento do escoamento superficial devido à sobrecarga dos sistemas de microdrenagem.

A área rural de Contagem possuía significativa extensão se comparada ao município, como pode ser observado na Figura 2, e representada pela área em coloração branca na posição noroeste do município.

Figura 2: Representação da antiga zona rural de Contagem.

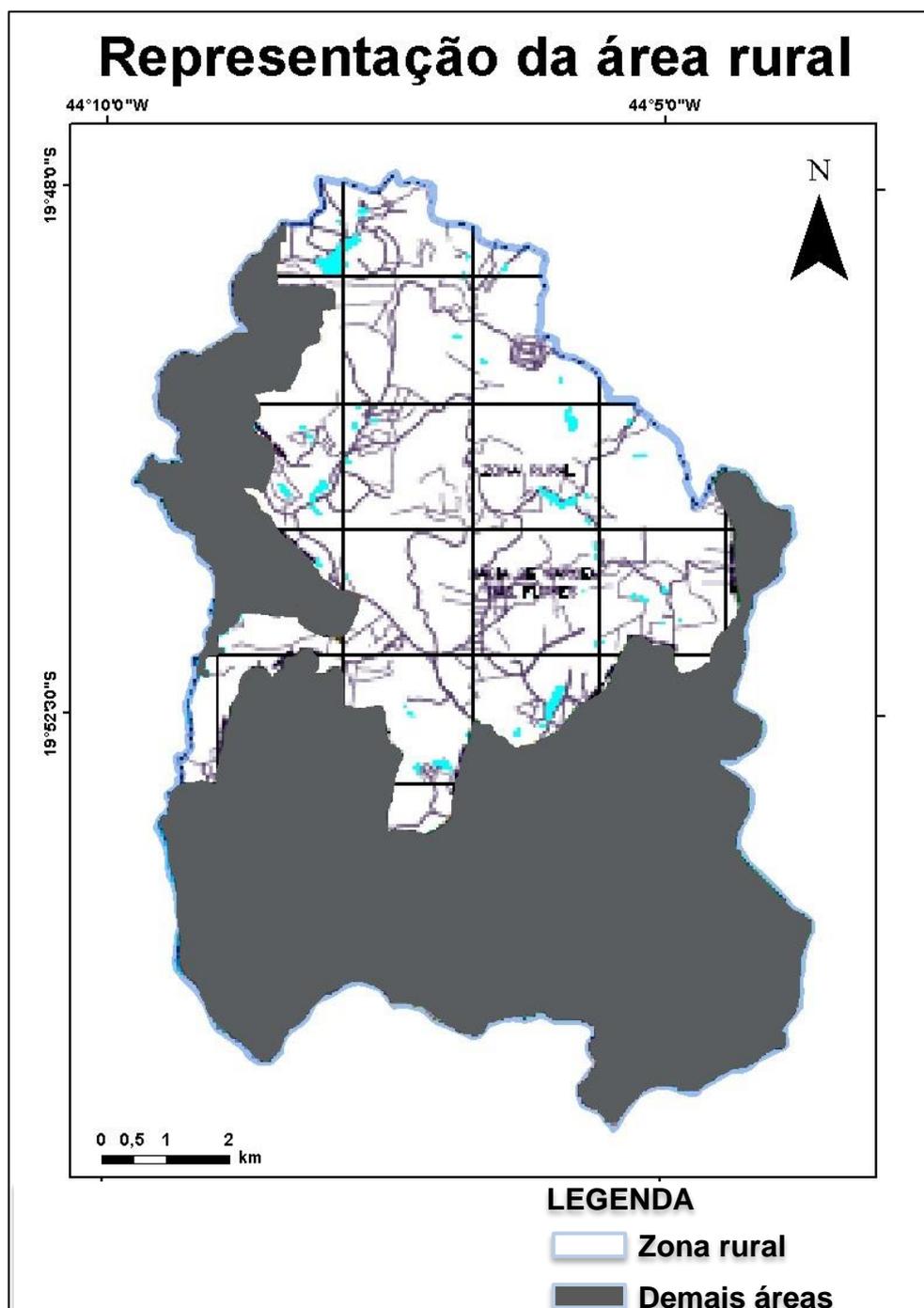


Fonte: SMDU. Prefeitura de Contagem, 2010. Adaptação.

Uma adaptação da Figura 2 permite uma análise mais abrangente sobre as regiões que perderam o caráter rural, mais especificamente, a percepção desse

cenário na Bacia de Vargem das Flores, a qual representava parte significativa da bacia, como pode ser observado na Figura 3.

**Figura 3:** Ampliação da área que representa a antiga zona rural na Bacia.



**Fonte:** Adaptação. SMDU. Prefeitura de Contagem, 2010.

Pela análise da Figura 3, observa-se que a área rural estava localizada na Bacia de Vargem das Flores, ao norte e na região central, e possui área significativa quanto a área da bacia.

### 3.2 Institucional

O Estatuto da Cidade, sancionado pela lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e em vigor desde 10 de outubro de 2001, conduz os modos de uso e ocupação do solo. Os instrumentos do Estatuto da Cidade têm como suporte o Plano Diretor instituído pela Constituição Federal de 1988. (BRASIL, ESTATUTO DAS CIDADES, 2002). Ele atualiza a obrigatoriedade do Plano Diretor em seu Art. 41 e o torna obrigatório de forma mais abrangente:

- Para cidades que possuam mais de vinte mil habitantes;
- Cidades que sejam integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas;
- Cidades que estejam contidas dentro da aplicação do § 4º do art. 182 da Constituição Federal que determina o aproveitamento adequado do solo urbano que não esteja em utilização ou esteja subutilizado;
- Cidades que contenham áreas de especial interesse turístico, inseridas em áreas de influência de empreendimento de que gerem significativo impacto ambiental e que contenham áreas sujeitas a impactos de grande magnitude referente a deslizamentos, inundações e processos geológicos.

No primeiro capítulo do Estatuto das Cidades são determinados parâmetros que devem ser seguidos como base para a estruturação da política pública. (BRASIL, ESTATUTO DAS CIDADES, 2002). Dentre os instrumentos, para o tema de uso e ocupação do solo correlacionado ao novo Plano Diretor de Contagem, cinco têm destaque quanto ao tema discutido:

I – garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;

IV – planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;

VI – ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar:  
a) a utilização inadequada dos imóveis urbanos;  
b) a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;

h) a exposição da população a riscos de desastres naturais; (Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011).

i) a exposição da população a riscos de desastres. (Incluído dada pela Lei nº 12.608, de 2012);

VII – integração e complementaridade entre as atividades urbanas e rurais, tendo em vista o desenvolvimento socioeconômico do Município e do território sob sua área de influência;

XII – proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico.

O direito às cidades sustentáveis pode ser classificado com um direito difuso e vai de encontro a cidades mais democráticas. Assim, as cidades sustentáveis passam a ser um direito fundamental da pessoa humana. (BRASIL, ESTATUTO DAS CIDADES, 2002). De acordo com ROSELAND (1997), as cidades sustentáveis são aquelas que conseguem obter um padrão de vida aceitável e ao mesmo tempo não causar prejuízos ao ecossistema e aos ciclos biogeoquímicos, de maneira a constituir o tipo mais durável de assentamento humano.

No quarto instrumento, o Estatuto da Cidade entende-se que os equilíbrios sociais e ambientais sofrem influência quanto ao crescimento e desenvolvimento urbano. O sexto instrumento incrementa a Lei de Uso e Ocupação do solo com a inserção de uma visão que estimula usos específicos quando se tem incompatibilidades entre o uso do solo e o que é preconizado pelo instrumento. No sétimo instrumento, é salientado a relação vínculo entre regiões urbanas e rurais, que amplia a dimensão do Estatuto para as regiões rurais do município. (BRASIL, ESTATUTO DAS CIDADES, 2002).

Os instrumentos urbanísticos devem garantir o direito às cidades sustentáveis por meio da proteção do meio ambiente e aos diversos tipos de patrimônio, como preconizado no décimo segundo artigo. (BRASIL, ESTATUTO DAS CIDADES, 2002).

Observa-se também que devido a alteração do Plano Diretor existe a relação com as áreas de Reserva Legal. A área de reserva legal é definida pelo Novo Código Florestal, LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012, e obrigatória a todo imóvel classificado como rural, que tem de manter parte do seu imóvel, de acordo com as classificações da lei, com vegetação nativa. Ela é classificada como uma área de uma propriedade rural que tem a função de dentre outros objetivos, propiciar uso sustentável dos recursos naturais e manter a conservação dos processos.

Silva e Ranieri (2014), classificam em sua pesquisa que a compensação relativa a reserva legal é um mecanismo com potencial para equilibrar o desenvolvimento e a conservação ambiental em terras não públicas. A conservação ocorre por meio da efetiva manutenção de áreas de vegetação nativa remanescentes.

O planejamento urbano é para que ocorra uma ocupação racional e seja alcançado um equilíbrio ambiental. Nesse contexto, o Plano Diretor orienta no sentido do equilíbrio do desenvolvimento urbano. Além disso, o cumprimento dos instrumentos e do planejamento, são importantes para garantir os direitos básicos da população, principalmente as de renda baixa e em situação de vulnerabilidade. (HONDA et al., 2014).

#### 4. METODOLOGIA

A presente pesquisa utiliza-se da metodologia qualiquantitativa. A primeira etapa configura-se de uma revisão bibliográfica pertinente a pesquisa a partir do levantamento de temas como Plano Diretor e gestão de bacias hidrográficas. Concomitantemente, o Plano Diretor do ano de 2006 foi comparado com o atual Plano Diretor do município de Contagem por meio do *software* Iramuteq®<sup>1</sup>, o qual indicará as palavras mais recorrentes em cada plano, por meio de uma nuvem de palavras, além de apresentar a interligação dos temas abordados, por meio de uma análise de similitude, para assim permitir identificar as mudanças mais significativas entre os planos diretores. A partir dos resultados do *software* foi feita uma análise direcionada dos planos diretores, a partir das palavras mais encontradas e suas interligações.

A segunda parte utiliza-se de um levantamento de dados secundários afim de realizar o diagnóstico socioambiental da área de estudo.

Foi obtido, no mês de abril do ano de 2019, na Secretaria de Fazenda do Município de Contagem, para suporte de pesquisa ao presente trabalho o Plano de Desenvolvimento Ambiental de Vargem das Flores (PDA). Segundo o PDA, os estudos foram elaborados por especialistas das diversas áreas do conhecimento em 9 relatórios temáticos, Demográfico, Caracterização da Ocupação Urbana, Caracterização da Ocupação Rural, Estudos Geológicos, Estudos Hidrológicos, Estudos da Qualidade da Água, Análise da Estrutura Institucional, Análise dos Aspectos Legais e Pesquisas Sócio Econômicas (PDA, 1997). Assim, o levantamento

de dados secundários se dará a partir da obtenção de dados em dois tipos de fontes: dados do IBGE, referente ao Censo de 2010; Secretaria de Fazenda de Contagem: na obtenção do Plano de Desenvolvimento Ambiental de Vargem das Flores (PDA - Vargem das Flores).

A terceira etapa parte de uma metodologia corresponde a uma análise espacial de Sistema de Informações Geográficas (SIG), na qual será classificado o uso e ocupação do solo da área da Bacia de Vargem das Flores, em série histórica, que permita identificar a expansão de cada tipo de uso por meio de mapas. A classificação será categorizada entre: vegetação, solo exposto/vegetação rasteira, área urbana consolidada, mineração e Represa de Vargem das Flores.

A classificação vegetação é referente ao tipo de vegetação mais densa. Solo exposto/vegetação rasteira diz respeito a áreas em que a cobertura vegetal foi retirada ou que apresenta vegetação rasteira, com sinais de intervenção humana. A área urbana consolidada é referente ao adensamento populacional, vias de trânsito e indústrias. Mineração é referente a duas empresas que mineram areia e brita em Contagem a MVB – Mineração Bela Vista a sudoeste da bacia, e a Martins Lanna, localizada mais a leste. A classificação quanto ao solo exposto e vegetação rasteira foram agrupadas pois, ambas podem ser caracterizadas como tipo de intervenção humana que altera a cobertura natural do solo, porém, ainda sem a presença de áreas urbanas consolidadas, já a área urbana consolidada teve adensamento populacional, vias e indústrias agrupados. A área de mineração foi delimitada manualmente, a cada ano estudado. Já a represa, foi delimitada manualmente uma única vez e utilizada para todos os anos.

Os mapas foram produzidos de acordo com a seguinte sequência de etapas: obtenção da delimitação da área da Bacia de Vargem das Flores localizada no município de Contagem em formato shapefile no site da Prefeitura de Contagem, obtenção da imagem de satélite no *Google Earth Pro*®, georreferenciamento das imagens, classificação supervisionada dos tipos de uso e ocupação, geração de polígonos para cada tipo de classificação e posterior verificação das áreas dos polígonos gerados. As áreas dos polígonos refletem a área total de cada tipo de uso e ocupação. Após a classificação, as áreas de mineração estavam contidas, majoritariamente, na área urbana consolidada, por ter pixels em tonalidade semelhantes. Assim, para cada ano foi subtraída a área de mineração obtida da área

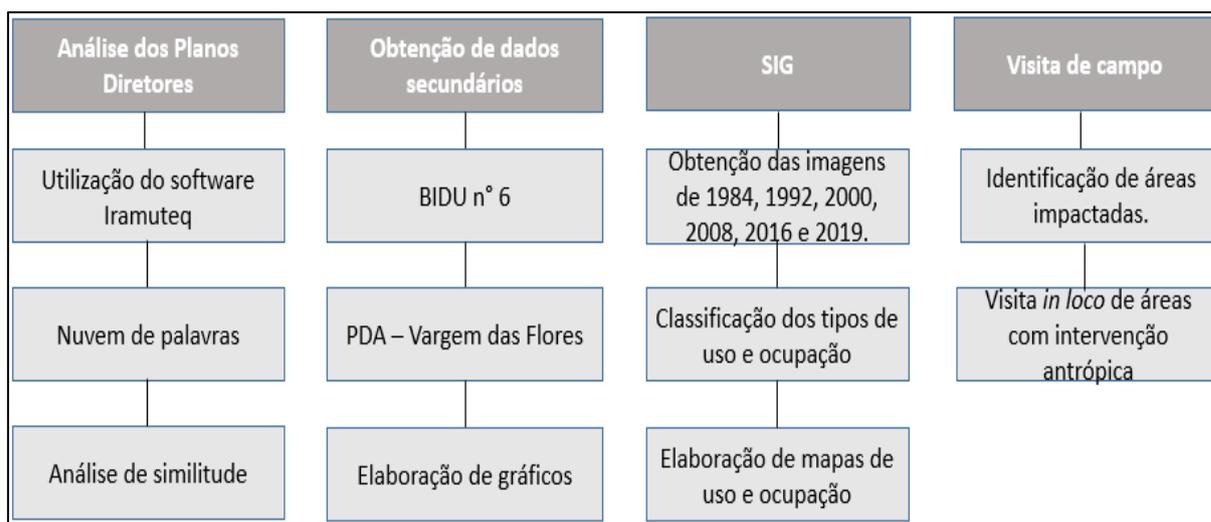
<sup>1</sup> O Iramuteq é um *software* livre de análise de conteúdo por meio de palavras. de cunho qualitativo.

do polígono referente a área urbana. O mesmo ocorreu para a Represa de Vargem das Flores, que possuía *pixels* em tonalidade parecidas com a vegetação, a qual também teve sua área de polígono subtraída da classificação vegetação. Todas as áreas obtidas foram tabeladas para permitir análise mais detalhada das expansões do uso do solo da bacia.

Após a obtenção e análise dos mapas produzidos, foram identificadas regiões de expansão urbana e com características de modificação antrópica pós aprovação do Plano Diretor (2018), com posterior visita *in loco* nas áreas de maior relevância quanto a expansão do uso e ocupação. A identificação dessas áreas ocorreu por meio de uma análise visual das modificações por meio do *Google Earth Pro*®, comparando o cenário do uso e ocupação do ano de 2016 (antes da aprovação do atual Plano Diretor) com o uso e ocupação do ano de 2019 (pós aprovação do atual Plano Diretor) conjuntamente com a análise dos mapas elaborados. Para permitir visualizar as áreas visitadas foram elaborados mapas por meio das imagens do *Google Earth Pro*® com a identificação dos locais visitados e utilizado o *Google Maps*, para auxiliar no caminho a ser percorrido para chegar aos locais. Essa visita visa identificar a infraestrutura local, impactos ambientais e obtenção de relatório fotográfico.

A Figura 4 a seguir esquematiza a metodologia adotada. Para a etapa referente ao Sistema de Informações Geográficas (SIG) as imagens foram obtidas no *software Google Earth Pro*, que possui série histórica de imagens de satélite da área estudada entre os anos de 1984 e 2016. Assim, dentre esses anos foram escolhidos os anos de 1984, 1992, 2000, 2008 e 2016, por terem diferença de oito anos entre si e por oito anos de diferença ser considerado um período passível de ocorrerem mudanças significativas. Além disso, também foi obtida e trabalhada imagem do ano de 2019, que representa o ano de elaboração da presente pesquisa e a situação local após o início da vigência do atual Plano Diretor do município de Contagem. Todas as fotos são referentes ao mês de dezembro de seus respectivos anos, exceto a do ano de 2019 que se refere ao mês de agosto.

**Figura 4:** Esquematização da metodologia adotada.



**Fonte:** Autoria própria.

A utilização de mais de uma metodologia auxilia na sustentação da pesquisa. Para Andrade (2010), na escolha das metodologias deve ser observada a aproximação com o objeto de estudo sem a ideia de superioridade de um método sobre o outro. Assim, cada método tem suas características, que se adequam às questões específicas do propósito do que se pretende investigar.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente tópico são apresentados os resultados obtidos por meio da aplicação da metodologia escolhida e as discussões acerca do que foi atingido.

### 5.1 Análise dos planos diretores

O *software* Iramuteq® apontou as palavras mais utilizadas com relação aos trechos em que a Bacia de Vargem das Flores era citada nos planos diretores de 2006 e 2018.

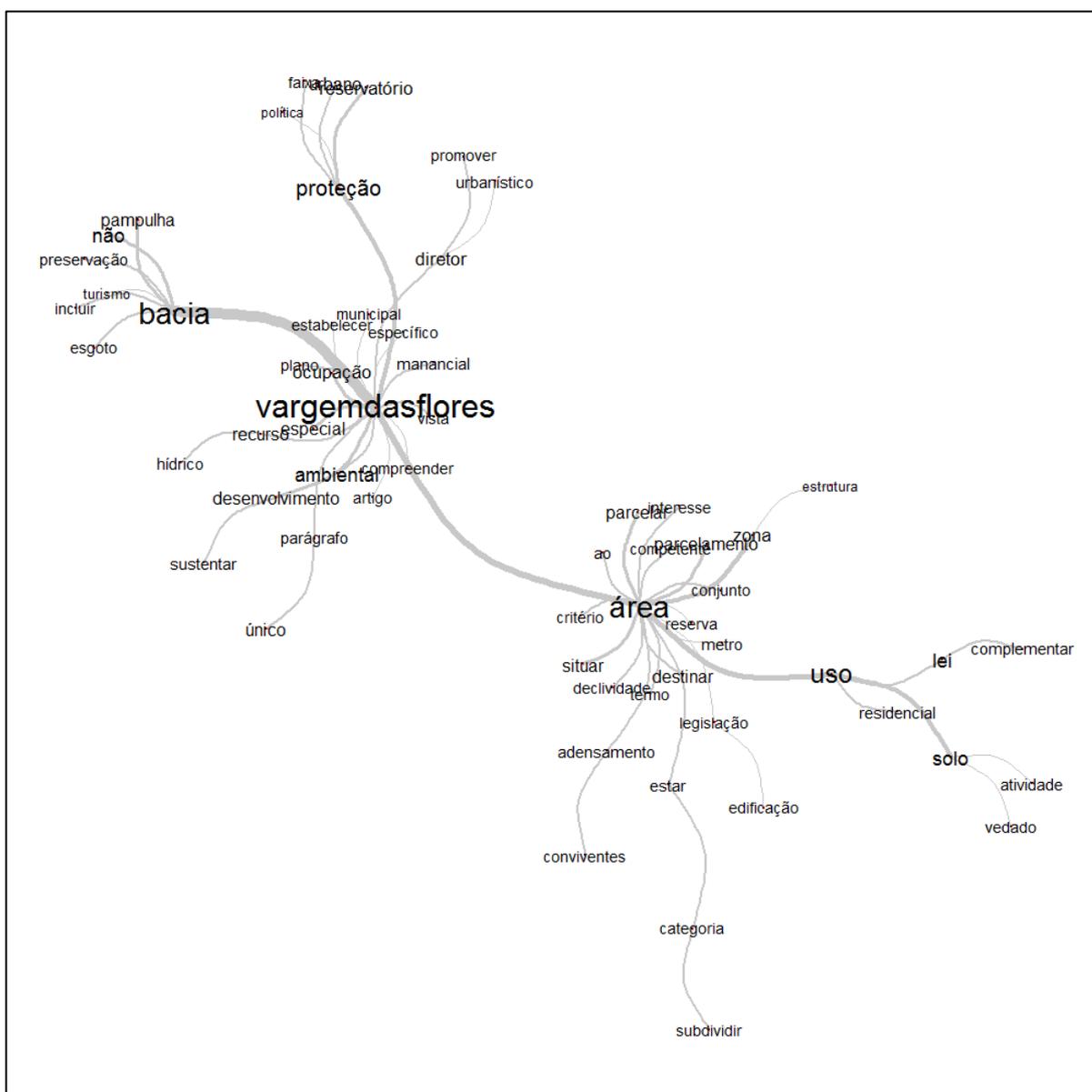
Para o Plano Diretor de 2006, as palavras mais citadas foram bacia, área e Vargem das Flores, com 24, 20 e 20 citações, respectivamente. A palavra uso teve 14 citações e proteção e lei 10, cada. Todas as outras palavras tiveram menos de 10



Além disso, mesmo obtendo menos do que 10 citações, as palavras desenvolvimento sustentável, perenização, conservação, econômico e manutenção, se destacam se comparado aos anos anteriores.

Além disso, foi observada a conexão entre as palavras citadas, o que permitiu observar as interligações de temas abordados acerca da bacia. Essa conexão pode ser observada por meio das Figuras 7, para o plano de 2006 e Figura 8, para o plano de 2018, a seguir.

**Figura 7:** Análise de similitude – 2006.



Fonte: Iramuteq.

Pela análise de similitude, é observado que a palavra Vargem das Flores, no Plano Diretor de 2006 é relacionada as palavras ambiental, desenvolvimento, ocupação, compreender, manancial e com a palavra proteção, que por sua vez se interliga a política, urbano e reservatório. A palavra bacia possui ligação com as palavras Pampulha, preservação, turismo e esgoto. A palavra área é que possui mais interligações, nas quais se destacam critério, adensamento, edificação, parcelamento, estrutura e interesse. Já a palavra uso, interligada diretamente a palavra área, se relaciona com lei, solo, residencial e vedado.

No Plano Diretor de 2006, a palavra desenvolvimento está inserida no contexto de Área de Proteção de Mananciais (APM), que caracteriza as áreas na bacia destinadas à proteção do recurso hídrico, além de estar relacionada a delimitação do uso e ocupação do solo para estabelecer os usos permitidos que visem o desenvolvimento sustentado. O desenvolvimento também é citado em termos de desenvolvimento econômico, diretamente relacionado ao turismo, na qual deveria ser implementada uma política de turismo ecológico que visasse a preservação e elaboração do Plano de Desenvolvimento Sustentado Bacia de Vargem das Flores (esse documento não foi encontrado para ser analisado na presente pesquisa), um estudo da bacia previsto pelo plano e que deveria obter análise e parecer do Conselho Municipal de Meio Ambiente. (CONTAGEM, 2006).

Já a palavra ocupação está relacionada aos zoneamentos previstos e ao Plano de Desenvolvimento sustentado, que previa levantamento das áreas irregulares de ocupação consolidada para averiguar possibilidade de regularização conciliada a proteção dos mananciais. A palavra bacia está ligada ao trecho que remete que a função primordial de Vargem das Flores é preservar a quantidade e qualidade de água em seu reservatório. Além disso, é apontada a necessidade de conciliar a ocupação urbana com a conservação dos recursos hídricos. (CONTAGEM, 2006).

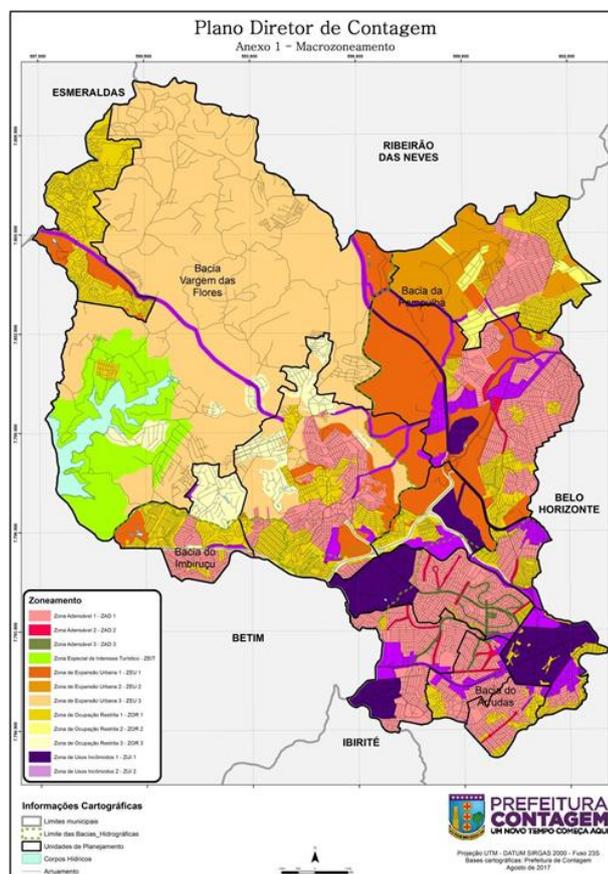
Quanto a área rural, era vedado o uso residencial multifamiliar, com objetivo de proteger os recursos hídricos e a perenização do reservatório de Vargem das Flores. Para além desses pontos, também é importante ressaltar que era previsto a compatibilização da expansão urbana com a proteção dos recursos hídricos. Quanto a área rural, é pertinente ressaltar também a área destinada a reserva legal, citada no plano e obrigatória por legislação federal referente ao Código Florestal. Ainda sobre a



No plano de 2018, é ressaltado que a função primordial das propriedades visa a proteção dos recursos hídricos. Como objetivo do Plano Diretor, são destacados a geração de condições para dinamizar a economia e ampliar as funções urbanas do município, bem como compatibilizar expansão urbana com proteção dos recursos hídricos, em especial mananciais de Vargem das Flores. No artigo sexto fica definido que a área urbana coincide com o perímetro do município, o que caracteriza a extinção da zona rural. (CONTAGEM, 2018).

Em algumas partes do zoneamento da cidade, a ocupação residencial fica restringida a determinadas condições, as palavras mais recorrentes como interligações na análise de similitude, estão diretamente relacionadas ao zoneamento. No Plano Diretor, são definidas zonas de ocupação restrita (ZOR) que consistem em áreas parceladas ou já ocupadas nas quais o adensamento é caracterizado com restrições, denominadas como ZOR-1, ZOR-2 e ZOR-3. A localização espacial das zonas descritas pode ser observada na Figura 9, que consiste no Anexo 1 da Lei Complementar nº 248, de 11 de janeiro de 2018. (CONTAGEM, 2018).

**Figura 9:** Macrozoneamento.



Fonte: Prefeitura de Contagem.

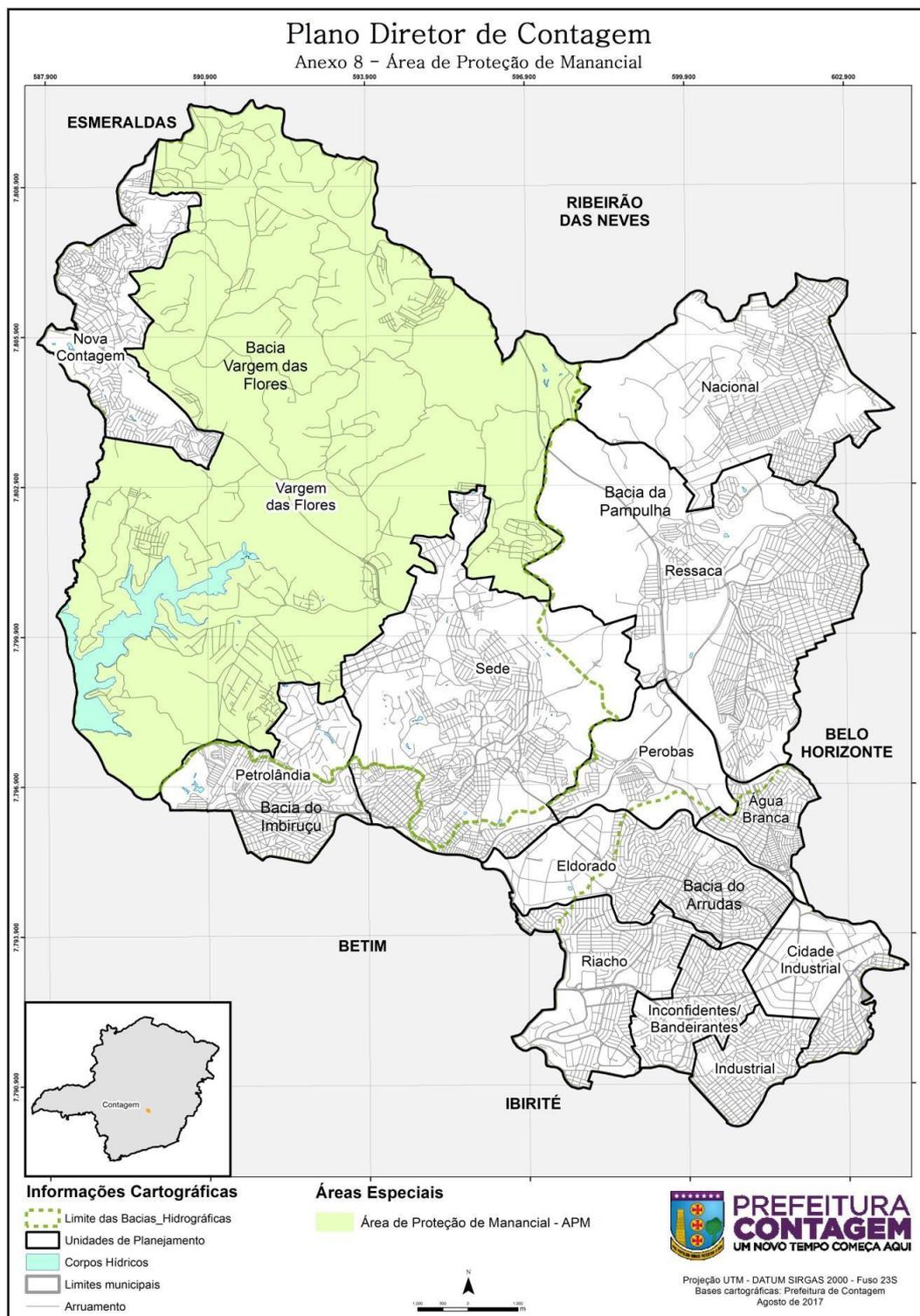
A bacia de Vargem das Flores contém as ZUI-2, ZOR-1, ZOR-3. A ZUI-2 consiste em uma área de uso incômodo, na qual as áreas são destinadas predominantemente a atividades de grande porte e/ou que tenham potencialidades incômodas, e existam em coexistência ao uso residencial. Na ZOR-1, que consiste em áreas deficientes de infraestrutura viária ou saneamento, é determinado que em áreas sem reversão de esgoto, implantar edificação destinada a uso residencial multifamiliar fica limitada à utilização da Quota de Terreno por Unidade Residencial de, no mínimo, 120m<sup>2</sup>. Já a ZOR-3, que consiste em áreas situadas na bacia de Vargem das Flores, são categorizadas restrições ao adensamento como forma de manutenção e conservação da rede hidrográfica para proteger os recursos hídricos e garantir a perenização do reservatório de Vargem das Flores. Para além dessas definições, há também, a Zona de Especial Interesse Turístico (ZEIT), que compreende como área parte da Sub-bacia do Córrego Bela Vista ou Madeira e a sub-bacia de contribuição direta do reservatório de Vargem das Flores, sua destinação é de modo preferencial a atividades que incluam lazer, recreação e turismo.

Na bacia também há a Zona de Expansão Urbana 1 (ZEU-1) em que são definidas como áreas com potencial de adensamento, ocasionado por condições favoráveis de esgotamento sanitário e sendo caracterizada como área de expansão prioritária do município. Zona de Expansão Urbana 3 (ZEU-3), que compreende a maior parte da bacia, classificada como destinadas exclusivamente ao Desenvolvimento Sustentável da região na qual, se houver sistema de rede pública de abastecimento de água, os lotes devem ter área mínima de 1000m<sup>2</sup> quadrados e, nas regiões inseridas no perímetro da aglomeração urbana Retiro/Nova Contagem, que contenham sistema de esgoto sanitário e estejam interligados à Estação de Tratamento de Esgotos – ETE – de Nova Contagem, poderão ser seguidos os parâmetros de ocupação do solo da ZOR-1. (CONTAGEM, 2018).

Outra delimitação é referente a bacia é a Área de Proteção de Mananciais (APM), nesse caso, o parcelamento do solo está condicionado a apresentação de laudo geológico/geotécnico que ateste a estabilidade do solo, não podendo ocorrer lotes que apresentem mais de um terço de sua área com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento). Além disso, são definidas áreas *non aedificanti*, que consistem em áreas próximas ao reservatório de Vargem das Flores, distantes menos de 30 metros das margens e as áreas lindeiras ao reservatório que tenham altitude inferior à cota oitocentos e quarenta e cinco metros, além de todas as calhas aluviais

e áreas susceptíveis a enchentes. A Área de Proteção de Mananciais pode ser observada na Figura 10, que consiste no Anexo 1 da Lei Complementar nº 248, de 11 de janeiro de 2018. (CONTAGEM, 2018).

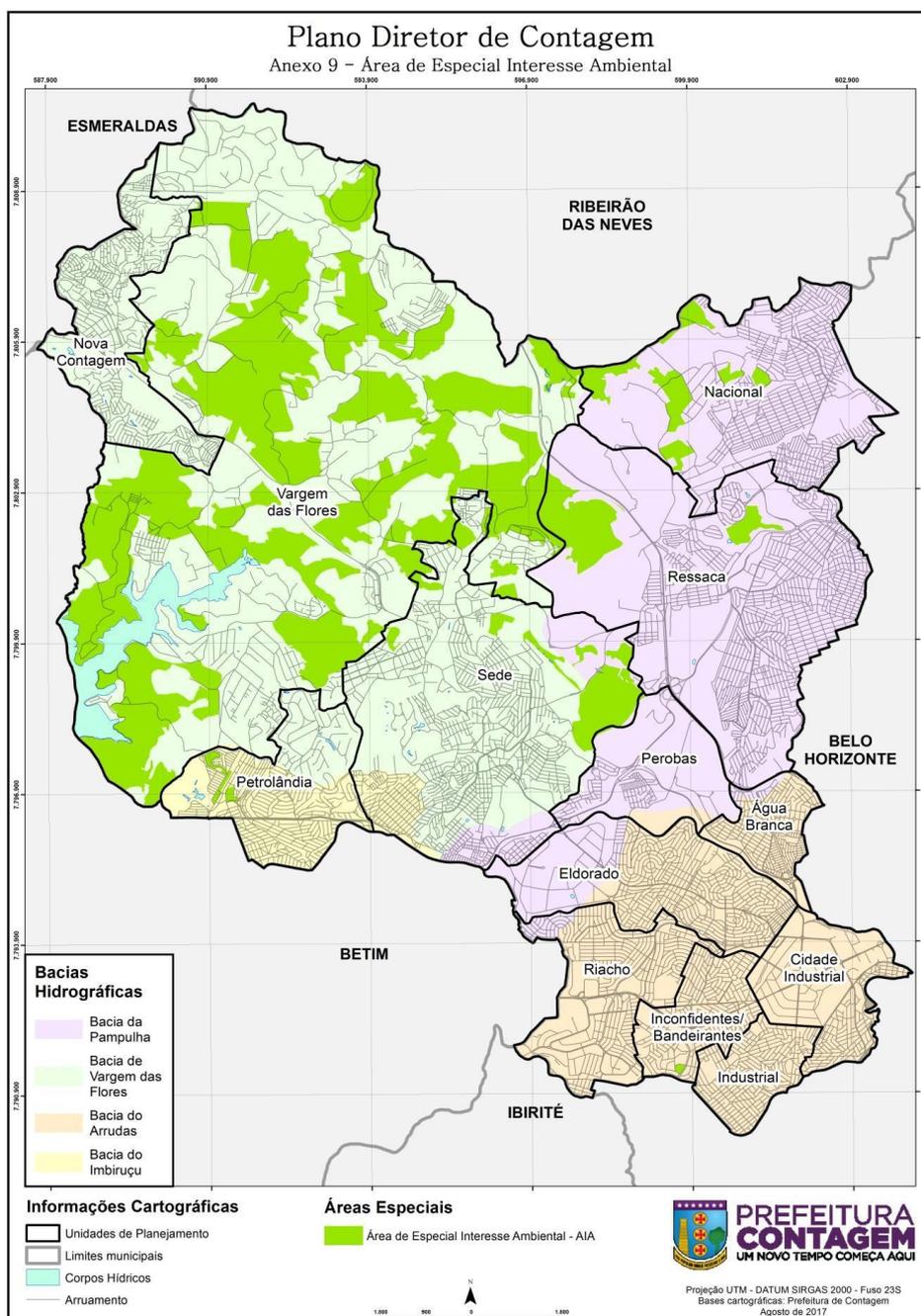
**Figura 10:** Área de Proteção de Mananciais.



Fonte: Prefeitura de Contagem.

Além das APM, há também presente na bacia as Áreas de Especial Interesse Ambiental, como pode ser observado na Figura 11, que consiste no Anexo 1 da Lei Complementar nº 248, de 11 de janeiro de 2018. (CONTAGEM, 2018).

**Figura 11:** Áreas de Especial Interesse Ambiental.



**Fonte:** Prefeitura de Contagem.

Essa área é definida como locais com cobertura vegetal e/ou outros atributos ambientais relevantes, com objetivo de preservação das águas, do habitat da fauna e da estabilidade. (CONTAGEM, 2018).

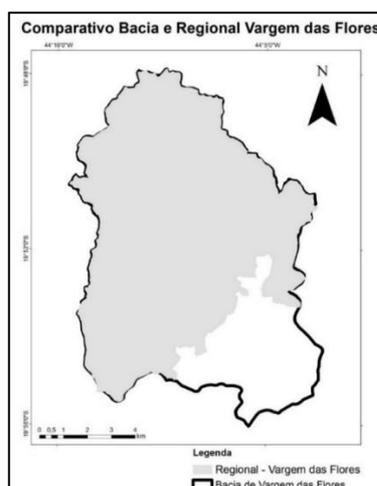
De acordo com Mello et al. (2014), a conservação de ambientes florestados é importante para a manutenção das espécies da fauna, pois as espécies não sobreviverem em áreas muito pequenas ou conseguem transpor áreas que sejam abertas. Já segundo Tundisi e Matsumura-Tundisi (2010), a vegetação também é importante para manter a qualidade da água e a recarga de aquíferos, pois a remoção da cobertura vegetal potencializa a degradação das águas superficiais e acelera a sedimentação, o que diminui o estoque de água em nascentes e represas.

## 5.2 Análise dos dados secundários

O município de Contagem está situado na Região Metropolitana de Belo Horizonte e possui uma população estimada em 659.070 habitantes de acordo com o último censo realizado, em 2010. Sua densidade demográfica é de 3.090,33 hab/km<sup>2</sup>, área territorial de 195,045 km<sup>2</sup> e possui esgotamento sanitário adequado em 92,2% de seu território. (IBGE, 2010).

A obtenção de dados secundários referentes a Bacia de Vargem das Flores foi dificultada pela ausência de pesquisa e produção de dados recentes da área de estudo. Assim, para além do PDA – Vargem das Flores, referente ao ano de 1997, os dados utilizados foram obtidos no Boletim de Informações e Dados Urbanos (BIDU nº 6 de 2014) e são referentes a Regional Vargem das Flores. A Figura 12 a seguir representa a área da Bacia sobreposta a área da Regional, gerada pelo geoprocessamento.

**Figura 12:** Sobreposição das áreas da bacia e regional Vargem das Flores.

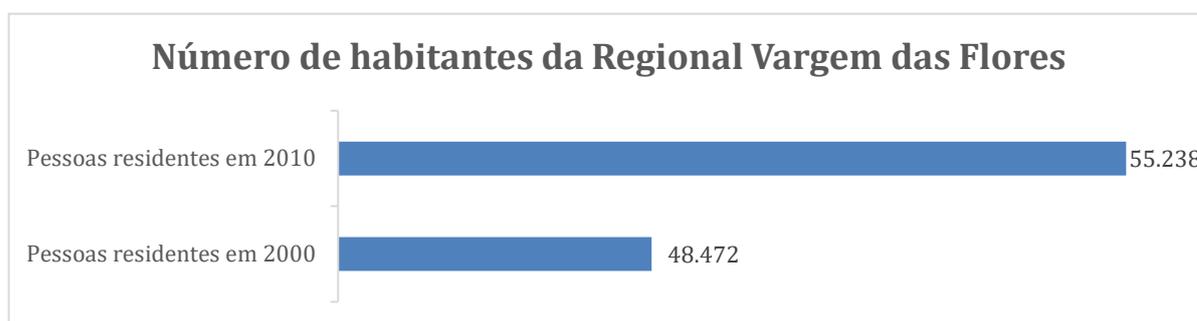


**Fonte:** Autoria própria.

Percebe-se que os dados obtidos para a regional não condizem com toda a área da bacia, pois a mesma também contém parte da regional Sede e Petrolândia. Assim, é importante observar que os dados levantados a seguir para essa área refletem parcialmente a realidade da bacia.

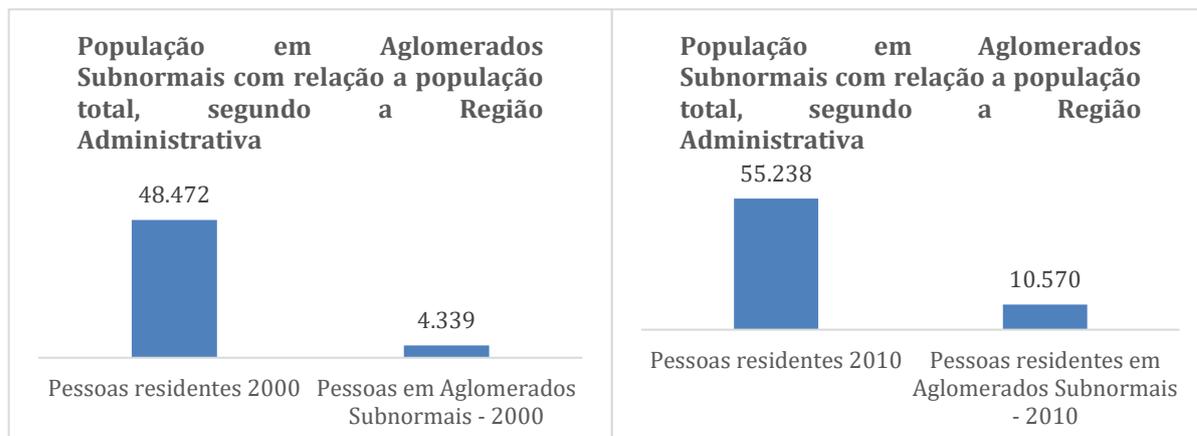
As informações obtidas no BIDU, para a Regional de Vargem das Flores, foram sintetizadas em gráficos, representados pelas Figuras 13 e 14 a seguir.

**Figura 13:** Habitantes Regional Vargem das Flores.



**Fonte:** BIDU, nº 6, 2014.

**Figura 14:** População em aglomerados subnormais na Regional Vargem das Flores.



**Fonte:** BIDU, nº 6, 2014.

Em 10 anos, entre 2000 e 2010, a população residente na Regional Vargem das Flores teve um aumento de 12,25% em seu número de habitantes, o que representa 6.766 moradores. O aumento do número de residentes foi acompanhado por um aumento no número de pessoas residindo em aglomerados subnormais. De 2000 para 2010, houve um aumento de 6.231 habitantes nos aglomerados. Enquanto em 2000, 9% dos habitantes com relação a população total da regional viviam em aglomerados, em 2010 esse número passou a ser 19,1%. De acordo com o IBGE

(2006), os aglomerados subnormais têm como característica carência de serviços públicos e assistências, ausência de posse da terra e são constituídos por 51 ou mais unidades habitacionais.

### **5.2.2 Plano de Desenvolvimento Ambiental de Vargem das Flores**

O primeiro ponto levantado no Diagnóstico do PDA – Vargem das Flores e pertinente a essa pesquisa, é referente ao transporte de sedimento. Segundo o estudo realizado em 1997, o desmatamento, a introdução de pastagens de criação extensiva, a agricultura as estradas vicinais, a atividade de mineração de agregados e de areais e a urbanização contribuíam para um transporte de sedimentos na região da bacia, associado a provável assoreamento do reservatório de Vargem das Flores.

Quanto a qualidade da água é levantado que no ano de elaboração do diagnóstico o enquadramento do reservatório era na Classe I, em termos de qualidade da água, de acordo com a Deliberação Normativa COPAM Nº 14/95. Essa classe é referente a água com bons parâmetros de qualidade e, de acordo com a Deliberação Normativa COPAM nº 10, de 16 de dezembro de 1986, vigente à época e atualmente revogada, são águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado, recreação de contato primário, proteção das comunidades aquáticas, irrigação de hortaliças que não são consumidas cruas e proteção de comunidades aquáticas em terras indígenas. Em um comparativo com o ano de 2015, o reservatório passou a ser classificado como classe III (ESTADO DE MINAS, 2015) e, de acordo com a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008, que a caracteriza como uma classe destinada ao abastecimento humano, após tratamento convencional ou avançado - característica que implica que do ano de 1997 até a presente data, houve alteração nos parâmetros de qualidade do reservatório que acarretaram em uma redução da qualidade da água da classe I para a Classe III, pois o tratamento não pode mais ser simplificado - irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, pesca amadora, recreação de contato secundário - fato que também caracteriza uma redução de qualidade da água pois, a recreação passa a não ser destinada ao contato primário e à dessedentação de animais, pois a recreação deixa de ter o caráter primário -.

Quanto a zona rural, para caracteriza-la foi realizado, pelos pesquisadores, o recenseamento das propriedades rurais na área da bacia, fundamentado em levantamento de campo, por meio de fotos aéreas de março de 1995 e aplicação de questionário, com aspectos referentes aos moradores, condições de saneamento básico, uso do solo da propriedade, às características tecnológicas da produção de caráter comercial e tendências quanto ao loteamento urbano. Assim, foi identificado que havia predominância de estabelecimentos rurais pequenos, com menos de 10 hectares, conjuntamente a outros 8, que superavam 100 hectares. Os resultados obtidos podem ser observados na Figura 15 a seguir.

**Figura 15:** Estabelecimentos rurais – área.

ESTRATOS DE AREA	FREQUENCIA	PROPORÇÃO (%)
Menores de 10 hectares	86	42,8
Entre 10 e 20 hectares(exclusive)	25	12,4
Entre 20 e 50 hectares(exclusive)	21	10,4
Entre 50 e 100 hectares (exclusive)	21	10,4
Com 100 hectares ou mais	8	4,0
Sem declaração de área	40	20,0
Total	201	100,0

**Fonte:** PRAXIS, Levantamento das Propriedades Rurais, junho de 1997.

Observa-se que a sub-bacia do Água Suja (1173,1 ha) representava o maior total de área, enquanto a sub-bacia do Laje, a menor área total (163,2 ha). Quanto a ocupação da zona rural, foram levantadas no território da Bacia 308 moradias rurais, e declarados como moradores rurais 977 pessoas. Dentre as propriedades levantadas, 8,1% das moradias declararam acesso à rede pública, enquanto as outras fontes consistiam de cisterna, utilização de nascentes e 7,1% de moradias declararam não terem nenhuma fonte de água disponível para abastecimento. Quanto ao esgotamento sanitário 81,8% das moradias utilizam fossa negra ou rudimentar e 12,3% faziam o lançamento a céu aberto ou em córregos. Além disso, somente 3 moradias tinham acesso à rede pública de esgoto.

Também foi elaborado levantamento quanto a percepção de problemas de poluição hídrica por meio de um questionário com questões abertas. Os resultados obtidos por sub bacia foram tabulados e determinados em classe quanto a poluição de córregos, presença de lixo, desmatamento/assoreamento e vários (classificados como problemas nem sempre citados, como poluição sonora provocada pela atividade da Pedreira Martins Lana), os resultados são representados na Figura 16. A sub-bacia

classificada como de contribuição direta é referente ao córrego Olaria ou Chiqueiro, que possuem áreas reduzidas.

**Figura 16:** Estabelecimentos rurais – tipo de problema.

SUB-BACIAS	TIPOS DE PROBLEMAS									
	Poluição de córregos		Presença de lixo		Desmatamentos/ Assoreamento		Vários		Total de problemas	
	ABS.	%	ABS.	%	ABS.	%	ABS.	%	ABS.	%
Água Suja	36	59,0	21	34,4	1	1,6	3	4,9	61	100,0
Morro Redondo	21	58,3	11	30,6	1	2,8	3	8,3	36	100,0
Betim	14	63,6	6	27,3	0	0,0	2	9,1	22	100,0
Contribuição Direta	13	38,2	19	55,9	2	5,9	0	0,0	34	100,0
Bela Vista	2	40,0	1	20,0	0	0,0	2	40,0	5	100,0
Batatal	2	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	100,0
Laje	2	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	100,0
Total	90	55,6	58	35,8	4	2,5	10	6,2	162	100,0

**Fonte:** PRAXIS, Levantamento das Propriedades Rurais, junho de 1997.

Percebe-se, que a poluição de córregos aparece, como problema mais citado de maneira geral, entre as sub-bacias, seguido por presença de lixo. O desmatamento e assoreamento, obtiveram juntos 2,5% das respostas sobre os problemas ambientais.

Por fim, também foi caracterizado o processo de ocupação. Segundo os autores, na década de 40, a Regional Sede, correspondia a maior parte da área ocupada, sendo praticamente a única área urbanizada da bacia. Na década de 50, ocorreu um *boom* de crescimento urbano no município decorrente da ocupação da Cidade Industrial. Já na década de 60, Contagem era destaque quanto ao crescimento demográfico da Região Metropolitana de Belo Horizonte, porém, o número de aprovações de novos projetos na bacia de Vargem das Flores obteve decréscimo. Na década de 70, foi implementado o reservatório de Vargem das Flores, porém, as aprovações de parcelamento do solo mantiveram proporcionais a década anterior. Na década de 80, há um decréscimo nos parcelamentos, associado pelos autores por possibilidades de redução ocasionadas por legislações de regulamentação do uso do solo como a Lei Federal 6766/79 de Parcelamento do Solo Urbano e DL 17/81 do Conselho Deliberativo da Região Metropolitana. Porém, é ressaltado que nessa mesma década foi implantado o conjunto habitacional Nova Contagem, que está localizado a oeste da bacia. Na década de 90, analisada até o ano de 1997, é destacado que ocorria crescimento expressivo, principalmente, no entorno e nas

áreas livres de Nova Contagem, que contavam com a implantação de loteamentos clandestinos, além de serem verificados reparcelamentos de lotes na área urbana e rural.

### **5.3 Análise baseada no Sistema de Informações Geográficas**

Os Sistemas de Informações Geográficas constituem sistemas computadorizados que permitem sobrepor informações espaciais de bacias hidrográficas e sua atratividade pode ser explicada pela sua flexibilidade. Além da sobreposição, as informações são armazenadas de maneira digital e há possibilidade de comparação e correlação de dados que podem ser apresentados de forma visual e gráfica. (PIRES, SANTOS e DEL PRETTE, 2002).

O estudo de Leite (2013), no qual sensoriamento remoto e o geoprocessamento foram utilizados para caracterizar o meio físico, aponta que as utilizações dessas ferramentas são relevantes para o planejamento e caracterização física da área de estudo no procedimento metodológico. Com o intuito de planejar o crescimento urbano aliado ao desenvolvimento econômico, os sistemas de informações geográficas e o sensoriamento remoto têm sido utilizados para gerar produtos que permitem subsidiar tecnicamente as decisões dos planejadores e tomadores de decisões. (STANGANINI e LOLLO, 2018).

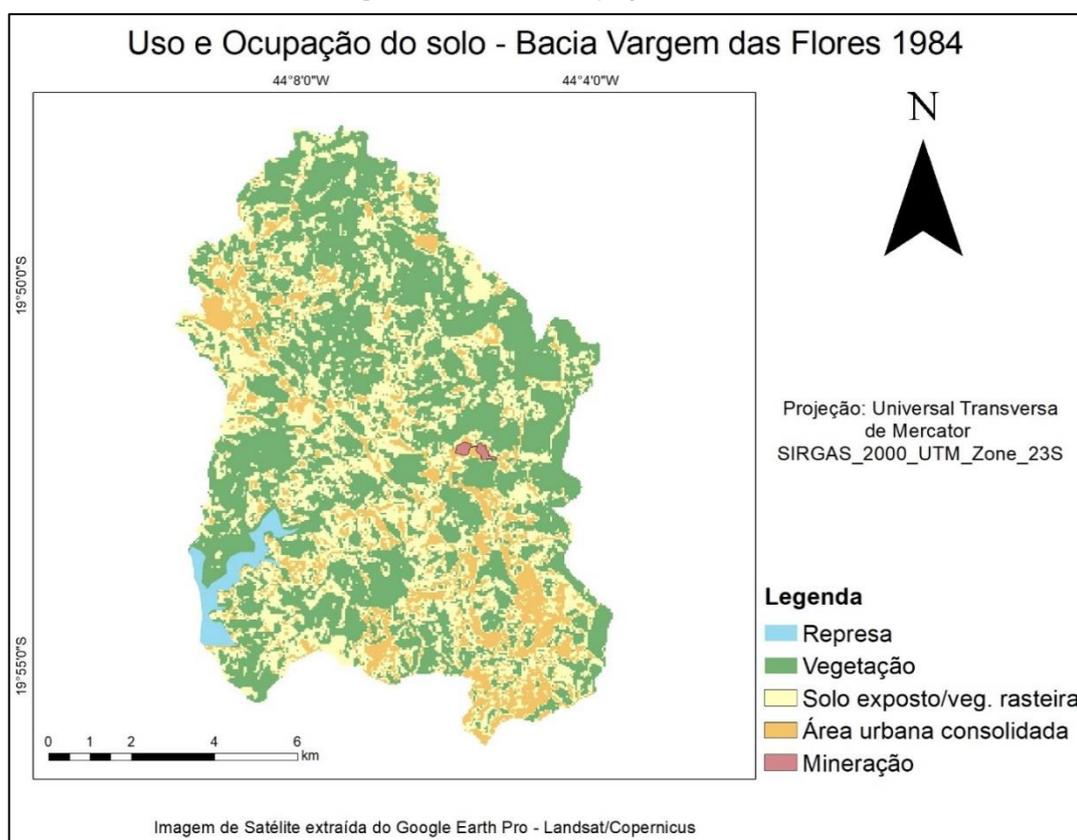
A aplicação do geoprocessamento na presente pesquisa, por meio da classificação supervisionada do uso e ocupação do solo permitiu elaborar os seis mapas a seguir, que refletem respectivamente sobre os anos de 1984, 1992, 2000, 2008, 2016 e 2019 e que permitem visualizar as expansões dos tipos de uso ao longo desses anos. A Figura 17, demonstra os resultados obtidos.

**Figura 17:** Tipos de uso e ocupação

2019	Área (km <sup>2</sup> )	%
Solo exposto ou vegetação rasteira	28,6553	27,67%
Vegetação	40,0915	38,71%
Área urbana consolidada	32,0992	30,99%
Mineração	0,8230	0,80%
2016	Área (km <sup>2</sup> )	%
Solo exposto ou vegetação rasteira	28,7284	28,05%
Vegetação	43,2628	42,24%
Área urbana consolidada	27,7160	27,06%
Mineração	0,8230	0,80%
2008	Área (km <sup>2</sup> )	%
Solo exposto ou vegetação rasteira	34,6638	33,10%
Vegetação	48,1472	45,98%
Área urbana consolidada	19,4372	18,56%
Mineração	0,5805	0,56%
2000	Área (km <sup>2</sup> )	%
Solo exposto ou vegetação rasteira	34,7280	33,24%
Vegetação	48,3567	46,28%
Área urbana consolidada	18,9301	18,12%
Mineração	0,5805	0,56%
1992	Área (km <sup>2</sup> )	%
Solo exposto ou vegetação rasteira	33,4318	32,01%
Vegetação	55,6385	53,27%
Área urbana consolidada	12,9292	12,38%
Mineração	0,5477	0,52%
1984	Área (km <sup>2</sup> )	%
Solo exposto ou vegetação rasteira	35,5225	34,17%
Vegetação	52,1027	50,12%
Área urbana consolidada	14,2602	13,72%
Mineração	0,1842	0,18%

**Fonte:** Autoria Própria.

É perceptível que a área de adensamento populacional e solo exposto/vegetação rasteira aumentou de maneira considerável, ao mesmo tempo em que a área de vegetação teve seu tamanho reduzido. Para além das classificações acima, a área da Represa de Vargem das Flores foi classificada com área de 1,8934 km<sup>2</sup> para todos os anos analisados. Os resultados foram analisados em conjunto com os mapas representados pelas Figuras 18, 19, 20, 21, 22 e 23.

**Figura 18:** Uso e Ocupação – 1984.

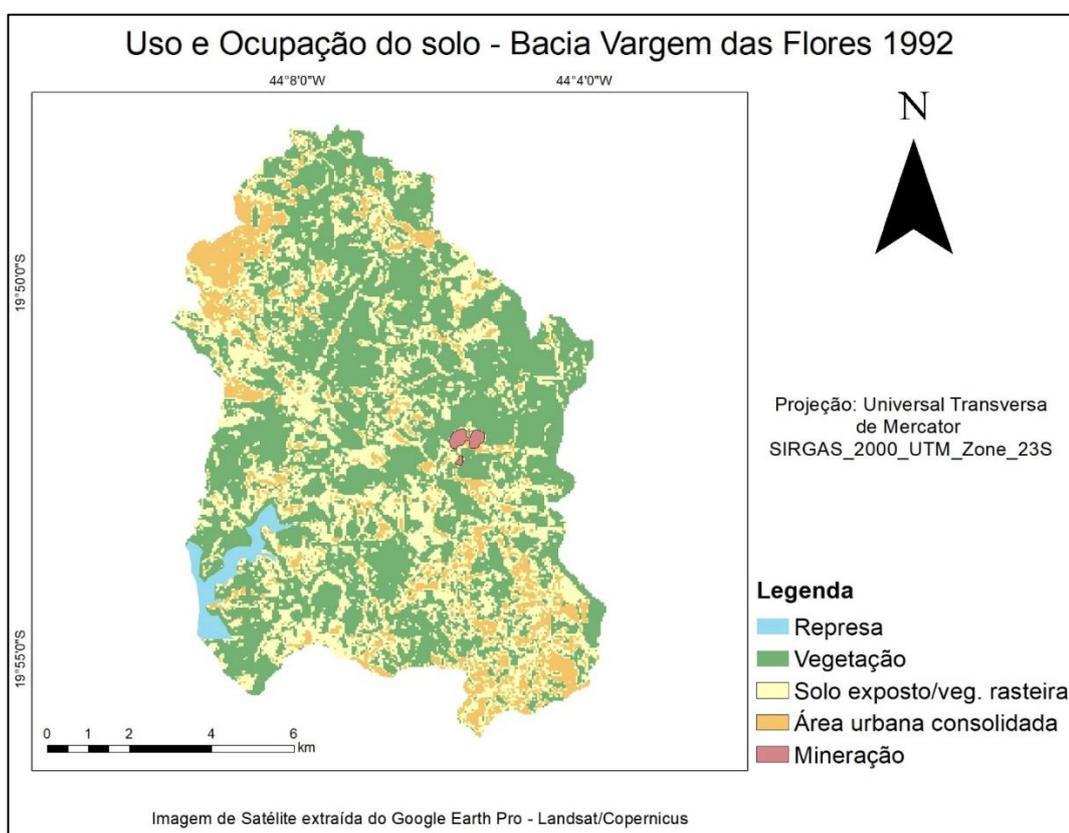
**Fonte:** Autoria Própria.

Pela Figura 18, no ano de 1984, a ocupação urbana na região da bacia estava mais consolidada a sudeste. Também havia um início de ocupação a noroeste, próximos a divisa com o município de Esmeraldas. Pontos mais isolados de ocupação podem ser vistos na região central da bacia e próximos a Represa de Vargem das Flores. Já as áreas de solo exposto e vegetação rasteiras, possuíam distribuição mais uniforme por toda bacia. A vegetação mais robusta apresentava áreas de maior conservação ao norte, leste e oeste da bacia, além da área a oeste da represa.

Essas observações podem ser conectadas aos percentuais representativos de cada área. O maior percentual, no ano de 1984 era relativo a vegetação, que representa 50,21% de toda área da bacia, seguido de solo exposto/vegetação rasteira, com 34,23%, e área urbana consolidada, representando 13,56%. Nesse ano, a mineração representava em termos territoriais, 0,18% da área da bacia. Se somados os percentuais de área urbana consolidada e solo exposto/vegetação rasteira, tem-se 47,79%, o que demonstra que a vegetação mais robusta tinha maior representação em termos de área total.

A análise do mapa obtido para o ano seguinte de verificação, 1992, demanda maior atenção por apresentar um resultado de crescimento de vegetação e de diminuição de área urbana consolidada se comparado ao ano 1984. Esse resultado pode ser atribuído a qualidade da imagem de satélite obtida para este ano. Como a qualidade não representava a melhor condição de trabalho, a classificação atribuiu a tonalidade de pixels de área consolidada em tonalidades mais escuras e *pixels* de vegetação rasteira, *pixels* relacionados à vegetação. O resultado pode ser observado na Figura 19 a seguir.

**Figura 19:** Uso e Ocupação – 1992.

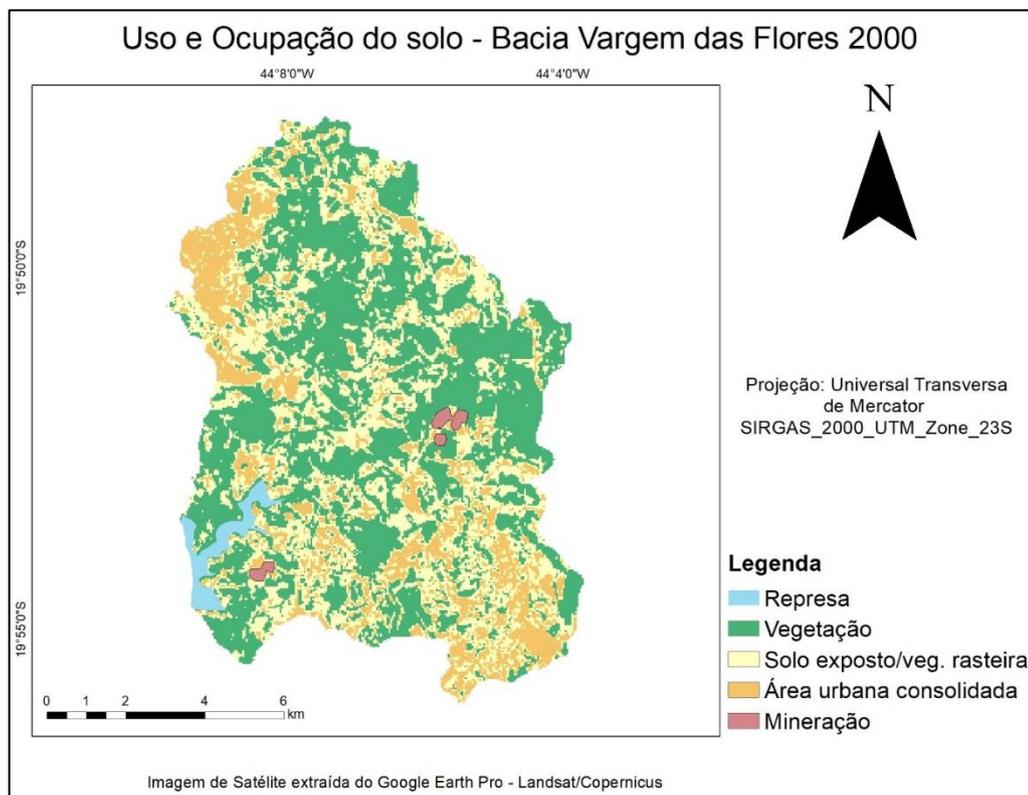


**Fonte:** Autoria Própria.

Como os resultados obtidos pela classificação não foram considerados satisfatórios devido a diminuição de área urbana consolidada apresentada, a análise de 1992 se atém a área de mineração, que apesar da qualidade da imagem obtida, pôde ser delimitada por se destacar das áreas ao entorno e ter características próprias. Assim, é possível observar que, passados oito anos desde 1984, a área de lavra obteve avanço de 0,34%, o que representa 360 m<sup>2</sup>.

O mapa obtido para o ano de estudo seguinte, 2000, pode ser observado na Figura 20 a seguir.

**Figura 20:** Uso e Ocupação - 2000



**Fonte:** Autoria própria.

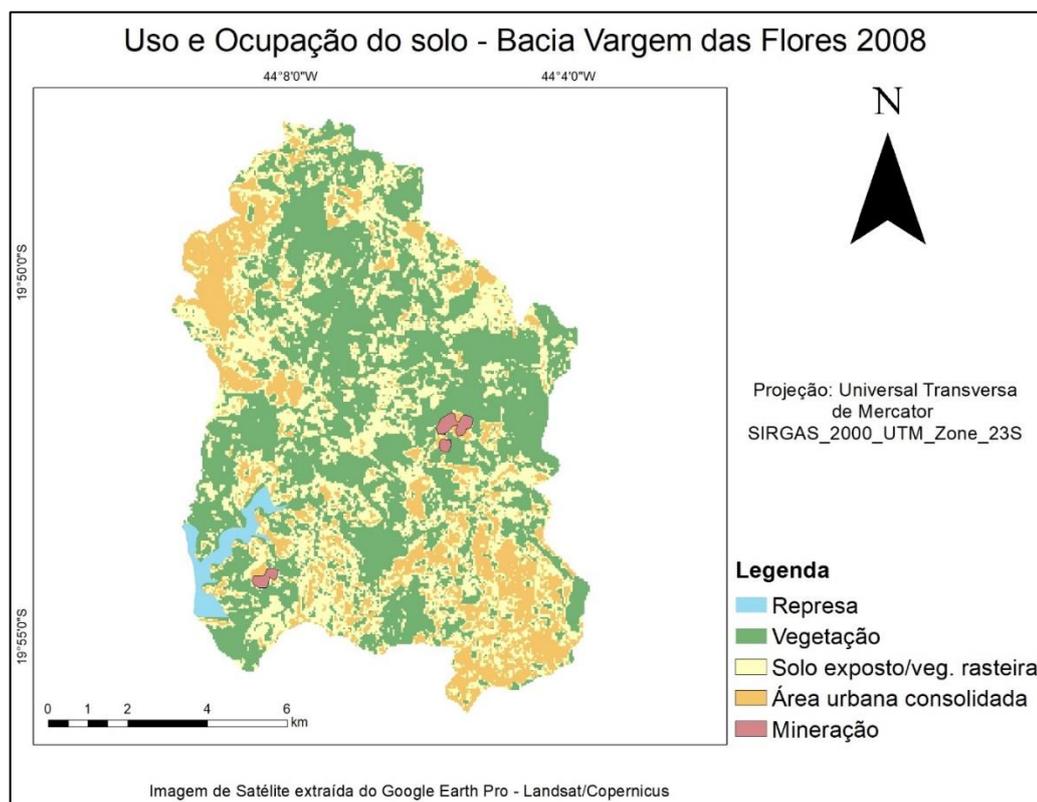
Em uma primeira observação, é perceptível a consolidação da ocupação urbana a noroeste da bacia, com relação a primeira observação dessa área, em 1984, percebe-se o avanço da mancha urbana em direção ao sul da bacia. Nos locais que nessa área antes apresentavam características de vegetação rasteira/solo exposto e vegetação mais densa, passaram a apresentar território significativo de adensamento populacional. Bem como, a parte mais ao norte da bacia, apresenta uma maior classificação de solo exposto/vegetação rasteira, esse avanço ocorreu em áreas classificadas anteriormente como vegetação, quando comparada a Figura 18, o que gerou uma maior fragmentação nas áreas de vegetação. Em contrapartida, algumas áreas mais centro da bacia, com vegetação mais fragmentada por solo exposto e vegetação rasteira, passaram a ser conectadas. Outra mudança significativa é relacionada à atividade de mineração. Percebe-se que em uma região mais próxima à represa de Vargem das Flores, está localizada atividade de mineração, da empresa MVB – Mineração Bela Vista, que não estava presente em 1992. Por meio do

geoprocessamento foi possível identificar que em linha reta, a distância até a represa do ponto mais perto da área de mineração delimitada é cerca de 1014 metros.

Em termos percentuais, a área urbana consolidada passa a representar 18,12% da bacia, aumento em consonância com a expansão urbana citada. O solo exposto/vegetação rasteira, 33,10%, valor percentual menor que o ano de 1984 e em consonância com a transformação dessa classificação em área de adensamento populacional. Para além das áreas de solo exposto/vegetação rasteira que passaram a ser unidades de moradia, a vegetação classificada como mais robusta também teve essa modificação após 1984, pois representa 43,28% da área da bacia, comparativamente menor do que o primeiro ano analisado. A mineração, agora representada por duas empresas em diferentes locais, passou a representar 0,56% da área da bacia, em um total de 580000 m<sup>2</sup>.

O próximo ano analisado, 2008, representa o cenário dois anos após a Lei complementar nº 33, de 26 de dezembro de 2006, que institui o Plano Diretor pretérito. O mapa está refletido na Figura 21 a seguir.

**Figura 21:** Uso e Ocupação 2008.



**Fonte:** Autoria própria.

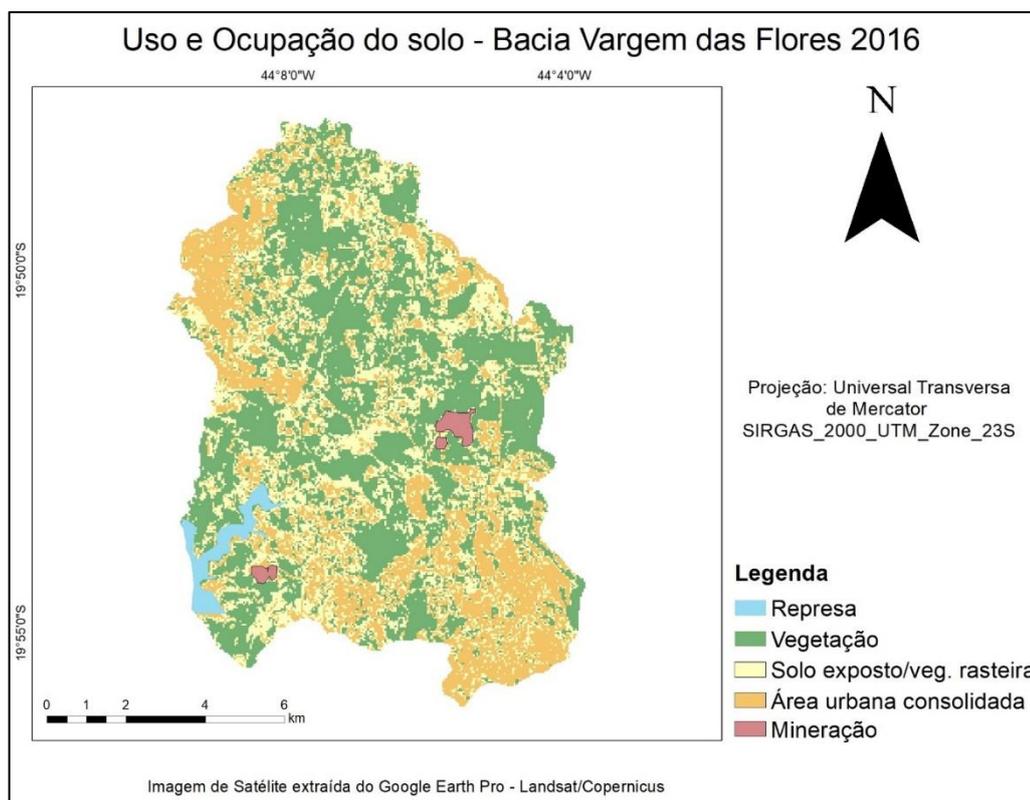
Na imagem referente ao ano de 2008 é possível observar que a área urbana consolidada a sudeste da bacia obteve expansão em sua área em locais antes classificados como solo exposto ou vegetação rasteira. Além disso, a região sul da bacia, ao leste da represa apresentou avanço de área de solo exposto e vegetação rasteira, bem como de área urbana consolidada. Essas classificações se expandiram em áreas que no mapa de 2000, referente a Figura 20, eram representadas pela classificação vegetação.

A área urbana consolidada a noroeste da bacia, ainda apresenta avanços e, estes ocorrem em áreas classificadas como solo exposto e vegetação rasteira no ano de 2000. Além disso, é possível observar, a nordeste da bacia, um avanço quanto a solo exposto e vegetação rasteira sobre áreas que em mapas anteriores representavam vegetação.

Em termos percentuais, pode-se observar que a redução ou aumento de áreas ocorreu de maneira menos significativa do que nas comparações anteriores. Comparando ao ano de 2000, a área urbana consolidada passou de 18,12% da área da bacia para 18,56%, enquanto o solo exposto teve queda percentual, sendo representado por 33,24% em 2000 e 33,12% em 2008. A vegetação também teve sua área reduzida, na qual passou de 46,28% para 45,98%. A área de mineração não teve avanços significativos entre os anos comparados.

A redução em termos de solo exposto e vegetação rasteira condiz com o avanço da área urbana consolidada, como observado no mapa. Ademais, a diminuição da área de vegetação condiz com o avanço de solo exposto e vegetação rasteira. Os valores numéricos permitem observar que o avanço da área urbana sob o solo exposto e vegetação rasteira foi maior do que o avanço da vegetação rasteira e solo exposto sobre a vegetação pois, o primeiro aumentou seu percentual enquanto o segundo, mesmo sobre avanço na vegetação, teve seu percentual diminuído.

O ano seguinte de análise, 2016, representa o cenário da bacia dois anos antes da aprovação do atual Plano Diretor que extingue a área rural do município de Contagem. Sua representação pode ser observada na Figura 22 a seguir.

**Figura 22:** Uso e Ocupação 2016.

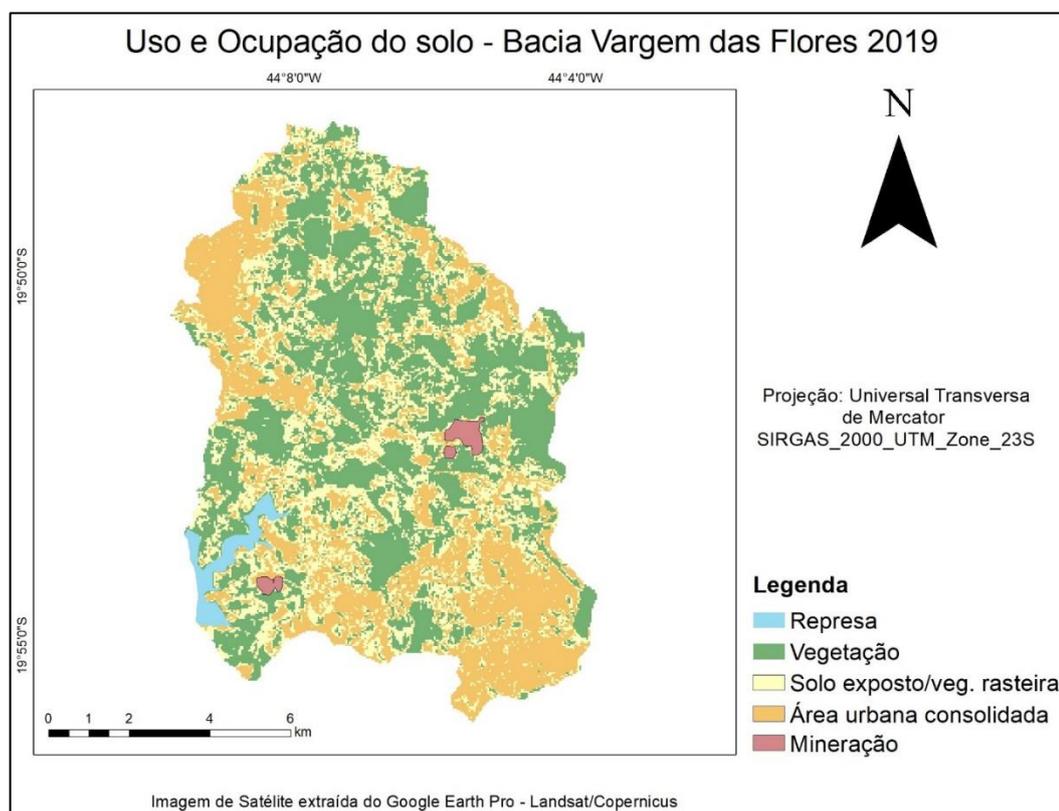
**Fonte:** Autoria própria.

É possível observar que no ano de 2016 a área urbana consolidada tem grande destaque nas regiões sudeste e noroeste da bacia. O avanço dessas áreas na região noroeste permaneceu e áreas classificadas como solo exposto e vegetação rasteira passaram a ter essa classificação. Porém, de maneira mais significativa, é perceptível, visualmente, que a região sudeste obteve esse avanço de forma mais acentuada de maneira que a mancha urbana se consolidou sobre a classificação de solo exposto e vegetação rasteira. Além disso, a área ao sul da bacia e a leste da represa, também teve esse mesmo avanço de maneira significativa, porém, em termos de área, uma ocupação menor comparada a parte sudeste. Nas áreas nordeste, central e norte, também é possível perceber o avanço da área urbana consolidada que se apresentada em vários fragmentos em áreas as quais, em 2008, haviam solo exposto e vegetação rasteira. As áreas de vegetação, apresentam maior fragmentação do que em 2008, principalmente na região central e em regiões próximas a represa de Vargem das Flores. Essa fragmentação apresenta tanto características de solo exposto e vegetação rasteira quanto de área urbana consolidada. Já a área de mineração é representada por uma expansão da lavra mais ao norte da bacia.

De modo geral, as áreas de solo exposto e vegetação rasteira, pela análise do mapa, representa área total menor do que no ano anterior, o que é corroborado pelos dados de áreas percentuais obtidos. Em 2008, essa classificação representava 33,1% da área da bacia, já em 2016, esse valor passou a ser de 28,05%. A vegetação teve redução em termos de área da bacia de 45,98% de representação para 42,24%. Já a área urbana consolidada, apresentou tendência contrária, e passou de 19,43% para 27,71%, bem como a mineração que teve sua expressão aumentada de 0,55% para 0,8%. Os valores indicam a tendência observada no mapa de 2016, a área urbana consolidada obteve avanço significativo sobre a área de solo exposto e vegetação rasteira que, mesmo com a mudança de algumas áreas de vegetação mais robusta para a classificação solo exposto ou vegetação rasteira entre 2008 e 2016, não compensou em termos de área a ponto de permanecer igual ou maior do que no ano anteriormente avaliado.

A próxima e última análise de uso e ocupação do solo é referente ao ano de elaboração da presente pesquisa e a representação do cenário após a vigência do Plano Diretor de 2018. As classificações podem ser observadas na Figura 23 a seguir.

**Figura 23:** Uso e Ocupação 2019.



**Fonte:** Autoria própria.

O mapa representativo do ano de 2019 consolida a questão da ocupação urbana de Contagem que se relaciona com a extinção da área rural do município. É possível perceber uma consolidação ainda maior dessas áreas nas regiões noroeste, sul e sudeste, que apresentam expansão desde o primeiro ano analisado, 1984. Além disso, se comparados aos anos anteriores a região nordeste da bacia, apresenta características de expansão da mancha urbana em características semelhantes às regiões noroeste e sudeste, com expansões que avançam da borda da bacia para a parte interior e que apresentam sucessão de vegetação robusta que passa para área de solo exposto e vegetação rasteira e que, ao longo dos anos analisados, passa a ser classificada como área urbana consolidada.

Outro fator que pode ser observado é quanto a área de vegetação rasteira e solo exposto nas proximidades da represa de Vargem das Flores. Para além de uma ocupação urbana que se apresenta consolidada desde o mapa representativo do ano de 2000. As áreas de vegetação robusta seguem a tendência de anos anteriores e sofrem pressão e diminuição de área devido a avanços de áreas consolidadas e de solo exposto ou vegetação rasteira. As áreas de mineração não apresentaram avanço se comparadas a 2016.

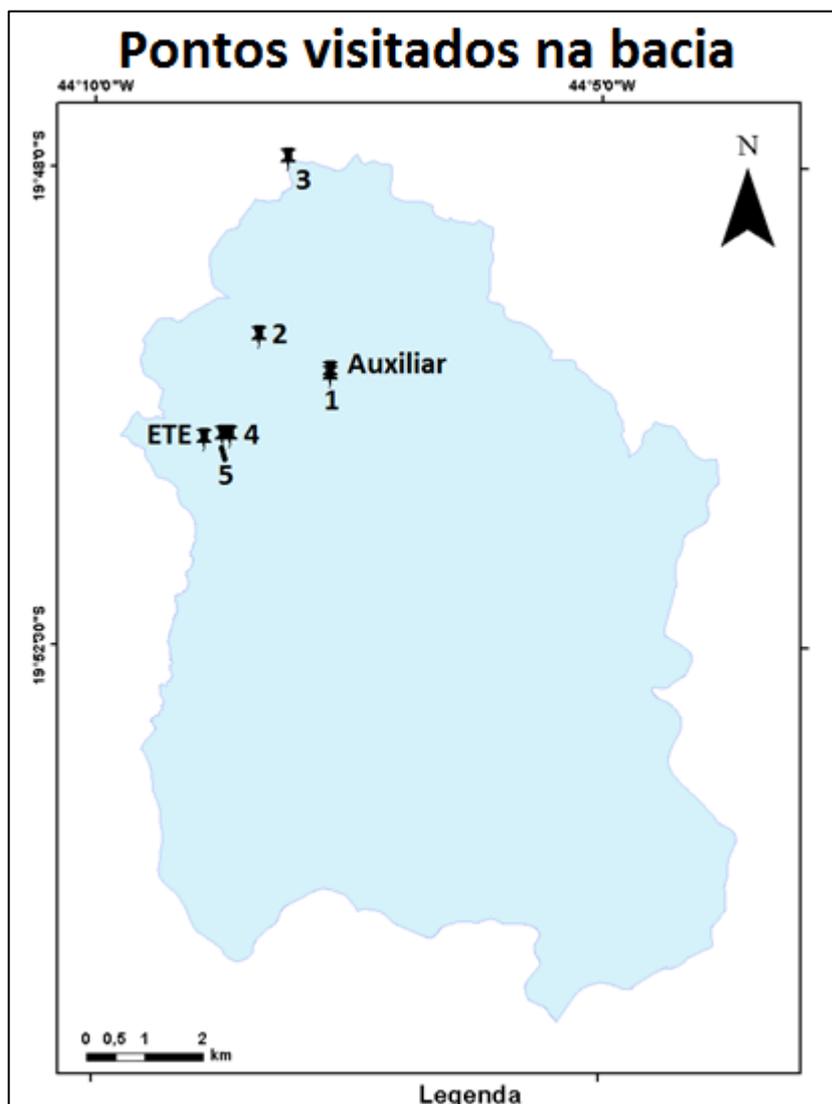
Em termos percentuais percebe-se que a diminuição da área de vegetação de 2016 para 2018 ocorreu, principalmente, por avanço da área urbana consolidada. A área urbana passou de 27,06% da área da bacia em 2016 para 30,99% em 2019. Concomitantemente, a área de solo exposto e vegetação rasteira passou de 28,05% para 27,67%, apresentando assim, característica de redução. Porém, a área de vegetação mais robusta também diminuiu de 42,24% para 38,71%. Assim, a expansão da área urbana consolidada teve impacto direto na redução de vegetação entre os anos comparados.

#### **5.4 Análise a partir da visita in loco em áreas da bacia**

A visita foi realizada no dia 04 de outubro de 2019 e foi observada uma modificação significativa na cobertura vegetal em duas partes da bacia. A primeira, denominada Área 1, está localizada ao norte da bacia e possui área de 233 hectares e a segunda, denominada Área 2, está localizada mais a noroeste e possui área de 1,7 hectares, delimitadas no *Google Earth Pro*. Para verificar *in loco* tais modificações,

foram escolhidos pontos estratégicos que permitissem a obtenção de fotografias dos locais. Todos os pontos visitados estão representados na Figura 24.

Figura 24: Pontos visitados.



Fonte: Autoria Própria.

Os pontos 1, 2, 3 e auxiliar foram selecionados para a visita na área com intervenção antrópica escolhida, denominada na presente pesquisa como Área 1. Devido as impossibilidades de acesso ao local devido a, aparentemente, se tratar de área particular, foi feito contato com a Arquiteta e Urbanista Floriana Gaspar, da Secretaria de Fazenda de Contagem, para buscar informações sobre a área. Assim, foram disponibilizadas fotos do ponto denominado no mapa como auxiliar, tiradas no dia 23 de julho de 2019, que está localizado acima do ponto 1. Para representar a

Área 1 e o motivo da escolha dessa área, foram extraídas imagens do *Google Earth Pro*® do ano de 2018 e 2019, que demonstram a abertura de vias em áreas que antes continham vegetação mais robusta. A Figura 25, representa uma imagem do dia 15 de maio de 2018.

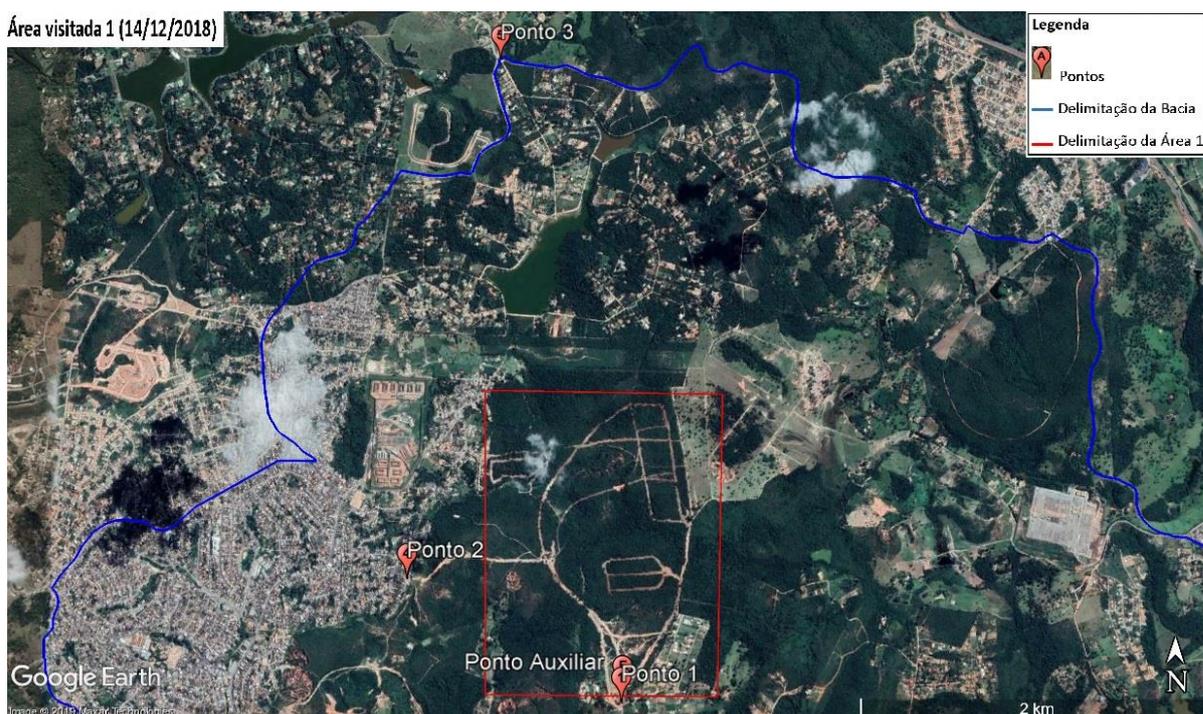
**Figura 25:** Área 1 – 15 de maio de 2018.



**Fonte:** Google Earth.

Percebe-se, que a delimitação da área 1, em vermelho, está sob uma área com pouca intervenção antrópica e alguns traçados de vias. Esse cenário, sofre alteração a partir da perspectiva de análise da imagem de 14 de dezembro de 2018, em que a Área 1, apresenta novas vias abertas em meio a vegetação. Essa ocorrência pode ser observada na Figura 26.

**Figura 26:** Área 1 – 13 de dezembro 2018.



**Fonte:** Google Earth.

Observa-se que a mesma área delimitada anteriormente apresenta novos traçados, e que essas novas vias ocupam boa parte da área delimitada, o que apresenta, a priori, um impacto visual caracterizado pela retirada da cobertura vegetal e consequente transformação da paisagem para uma área antropizada. Outra questão, relacionada a análise dos planos diretores, é referente a essa delimitação estar inserida na ZEU-3, classificada como área de expansão urbana e desenvolvimento sustentável. Ao analisar as imagens de agosto de 2019, disponibilizadas no *Google Earth Pro*®, não é perceptível mudanças significativas quanto aos traçados desde dezembro de 2018.

As fotografias obtidas na visita *in loco* podem ser observadas a seguir, caracterizadas pelo ponto 1, na Figura 27, auxiliar, nas Figuras 28, 29 e 30, ponto 2, representado na Figura 31 e ponto 3, Figura 32.

**Figura 27:** Ponto 1.



**Fonte:** Acervo pessoal.

**Figura 28:** Ponto auxiliar 1.



**Fonte:** Floriana Gaspar.

**Figura 29:** Ponto auxiliar 2.



**Fonte:** Floriana Gaspar.

**Figura 30:** Ponto auxiliar 3.



**Fonte:** Floriana Gaspar.

**Figura 31:** Ponto 2.



**Fonte:** Acervo pessoal.

**Figura 32:** Ponto 3.



**Fonte:** Acervo pessoal.

As Figuras 28 a 30, permitem perceber as vias presentes na Figura 26, do ponto de vista do observador na superfície do solo. É perceptível a possibilidade de impacto ambiental ocasionado pela retirada de vegetação na abertura dos traçados, que na região da bacia pode ser representado pelo aumento do assoreamento de nascentes, rios e da própria represa, degradação da qualidade da água, além de prejudicar a sobrevivência da fauna. Já as Figuras 27, 31 e 32, indicam as barreiras encontradas para acessar a Área 1, e também indicam caráter de terreno particular.

Outra área analisada foi a denominada Área 2. Essa delimitação foi escolhida por ser notada retirada da cobertura vegetal tanto pelas imagens do *Google Earth Pro*®, quanto pelos mapas de uso e ocupação gerados. A Figura 33, indica a área de estudo e sua situação em 14 de dezembro de 2018.

**Figura 33:** Área 2 – 14 de dezembro 2018.

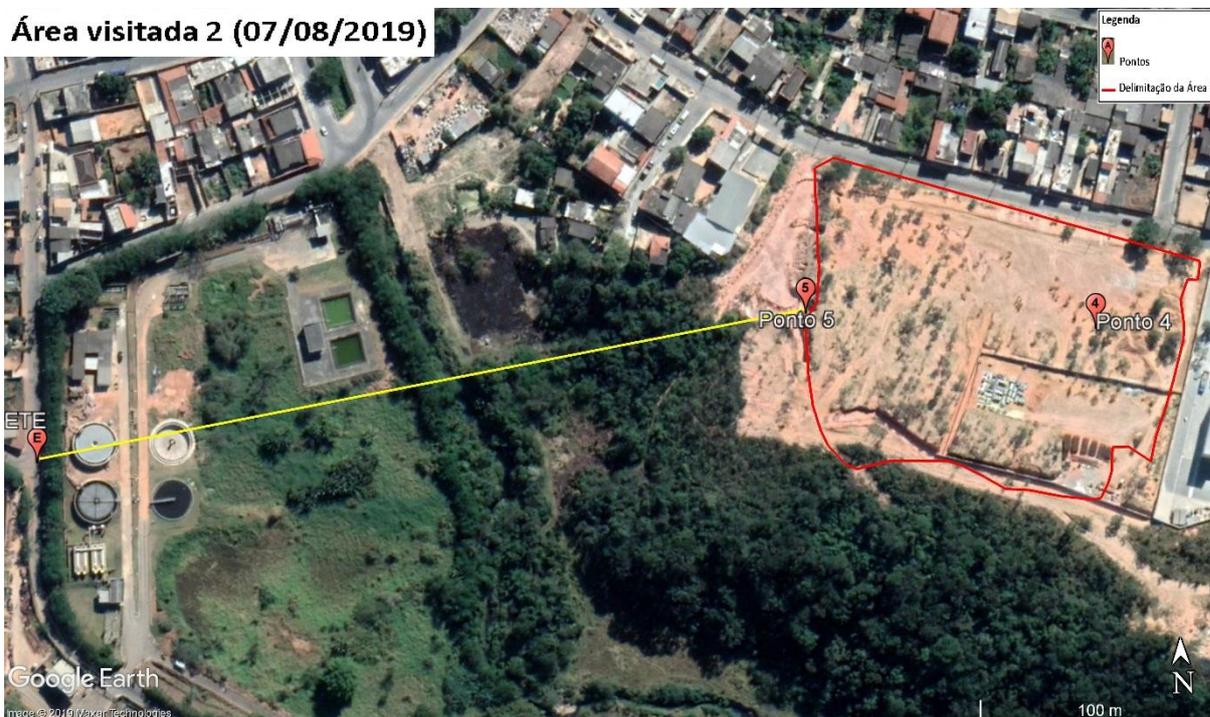


Fonte: Google Earth.

Na Figura 33 foram delimitados os pontos 4 e 5, nos quais foram obtidos fotografias na visita realizada e o ponto o qual é observada uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Nova Contagem. Percebe-se que a área delimitada apresenta cobertura vegetal pouco alterada na data analisada. Porém, ao ser

comparada com a imagem do dia 07 de agosto de 2019, é observada uma mudança significativa da cobertura do solo. Essa mudança pode ser observada na Figura 34.

**Figura 34:** Área 3 – 07 de agosto 2019.



**Fonte:** Google Earth.

Pela Figura 34, a Área 2, de 1,7 ha, teve sua vegetação suprimida em quase toda sua totalidade. Percebe-se que ao redor da área existe, predominantemente, ocupação urbana, o que pode indicar, a tendência de construção da delimitação. A observação que pode ser considerada um fator que minimize o impacto é quanto à ETE, presente a uma distância de 327 metros em linha reta do Ponto 5. As Figuras 35 e 36 representam o relatório fotográfico do Ponto 4, enquanto as Figuras 37 e 38, representam o Ponto 5 e ETE, respectivamente.

**Figura 35:** Ponto 4.



**Fonte:** Acervo pessoal.

**Figura 36:** Ponto 4, nova visualização.



**Fonte:** Acervo pessoal.

**Figura 37:** Ponto 5.

**Fonte:** Acervo pessoal.

**Figura 38:** Ponto ETE.

**Fonte:** Acervo pessoal.

As Figuras 35 e 36, permitem perceber o solo descoberto da Área 2, com presença de árvores de maneira isolada no terreno. Situação diferente da obtida na Figura 33 da imagem de satélite, que demonstra que em dezembro de 2018, a cobertura vegetal era predominante. Além disso, foi observado na visita, no ponto 5, Figura 37, que foi elaborada uma estrutura que aparenta ser utilizada para permitir o escoamento de água, fato que pode estar ligado a um aumento de escoamento superficial. A presença de cobertura vegetal influencia diretamente o escoamento superficial, quanto mais exposto o solo, maior o escoamento, produção e transporte de sedimentos. (SANTOS et al, 2000). De acordo com Tucci e Clarke (1997), a retirada da vegetação ocasiona aumento do albedo, com maior absorção de onda curta de radiação e menor reflexão, maior variação de temperatura, diminuição da evaporação e redução da variação de umidade em camadas mais profundas do solo. Já Nowak, Crane e Stevens (2006), apontam a importância das áreas verdes na filtragem de poluentes atmosféricos como material particulado e gases. Por fim, a Figura 38, demonstra a ETE com fotografia a partir do Ponto 4, em imagem com zoom, que apresenta certa proximidade do local à ETE.

## 5.5 Análise do conjunto de informações

Ao analisar o conjunto de informações obtidas por meio das quatro etapas da metodologia, percebe-se que há interligações entre os impactos que permitem uma avaliação mais abrangente e robusta.

Inicialmente, nota-se que os planos diretores apresentam preocupação com a proteção do recuso hídrico e, em ambos, existe o Área de Proteção de Mananciais, essa recorrência de temas relaciona-se com questões apontadas no PDA – Vargem das Flores. Primeiramente, pela mudança de Classe do Reservatório de Vargem das Flores de I para III, fato que aponta uma alteração negativa nos padrões de qualidade da água. Além disso, no mesmo estudo, em pesquisa com a população da extinta zona rural - que pela Figura 3, estava presente em uma parte significativa da bacia – foi levantada uma percepção da população quanto a poluição de córregos no ano de 1997, fato que pode ser somado a informações da mesma área de que o sistema de esgotamento mais comumente utilizado era fosse negra ou rudimentar, além de percentual de 12,3% de lançamento a céu aberto.

Costa e Guilhoto (2014), apontam que os funcionamentos de fossas rudimentares não atuam de modo a evitar contaminação dos recursos hídricos e apontam como impacto ambiental a eutrofização das águas. Outro fator relacionado a pressão sobre a rede hídrica está relacionada a expansão urbana apontada tanto no PDA – Vargem das Flores quanto como observado na evolução dos mapas de uso e ocupação. Segundo Tundisi e Matsumura-Tundisi (2011), a alta taxa de urbanização caracteriza-se como um dos principais impactos, diretos e indiretos, no ciclo hidrológico. Os impactos vão desde enchentes, alteração de drenagem e deslizamento, até acarretamento de problemas à saúde humana. Além disso, no Brasil, as expansões das manchas urbanas provocaram aumento de demanda de água e degradação de mananciais acompanhadas de poluição e contaminação.

Ainda sobre a expansão urbana, é possível perceber essa característica também a partir dos dados do BIDU, que aponta um crescimento na população da Regional Vargem das Flores entre os anos 2000 e 2010, além de mais do que dobrar o número de pessoas residentes em aglomerados subnormais. Concorda-se com Guerra e Cunha (2011) que discorrem sobre os problemas ambientais atingirem com maior intensidade áreas ocupadas por pessoas de classes menos favorecidas, por estarem mais próximas de indústrias, locais insalubres e suscetíveis às enchentes.

Pela análise dos mapas de uso e ocupação do solo, foi observada uma tendência de substituição da cobertura do solo de 1984 a 2019. Desde as primeiras análises foi perceptível que nas análises dos anos seguintes as áreas com cobertura vegetal mais robusta foram substituídas por áreas de solo exposto e vegetação

rasteira, bem como, áreas de vegetação rasteira e solo exposto foram substituídas por áreas classificadas como ocupação urbana consolidadas. Assim, as regiões de vegetação preservada se tornaram cada vez mais fragmentos desconectados e com área total reduzida. Além disso, houve expansão das áreas de mineração na série histórica avaliada, questão que havia sido apontada no PDA, conjuntamente com o desmatamento e a urbanização, como fatores contribuintes para o transporte de sedimentos e possível assoreamento do reservatório de Vargem das Flores.

Por fim, as Área 1 e Área 2 abordadas na presente pesquisa e representadas nas Figuras 26 e 34, respectivamente, além das fotografias representativas dessas áreas, demonstram que a tendência de substituição de cobertura do solo levantada ao longo da análise dos mapas de uso e ocupação se mantém. Essa dinâmica tende a continuar pois ela é respaldada pela mudança de Plano Diretor, que passa a ser mais permissível ao parcelamento do solo, ao permitir que os loteamentos possam ser inferiores a 20.000 m<sup>2</sup> na região que anteriormente era considerada rural e passou a ser classificada como Zona de Expansão Urbana 3 (ZEU -3). O próprio zoneamento, ao classificar áreas como de expansão urbana, dita características de tendência para os próximos anos na bacia. De maneira positiva, é observada a proximidade da ETE à Área 2, se associada a possível ligação de ocupações futuras na região a rede de tratamento de esgoto. Além disso, a imposição de limitação de quota residencial a ocupações multifamiliares em áreas sem reversão de esgoto na ZOR-1, também representa uma dada contribuição à conservação das águas.

Ainda de acordo com o Guerra e Cunha (2011), o impacto ambiental é indivisível e, separar o impacto biofísico do social, é uma tarefa cada vez mais difícil, o que faz com que a minimização desses impactos tenha que ser pensada de forma abrangente e integrada, de modo a considerar a cidade e locais mais distantes. Para Tundisi e Matsumura-Tundisi (2011) o sistema integrado permite a visão abrangente dos problemas e abarca as questões sociais econômicas no planejamento e na gestão dos recursos hídricos.

Essa integração deve ocorrer ainda por meio da articulação de diversos setores. As universidades têm sua participação caracterizada nos diagnósticos quali-quantitativos, em geração de banco de dados, suporte técnico na implementação de políticas públicas e no desenvolvimento de métodos e tecnologias. O setor público na implantação de políticas referentes aos comitês de bacias, projetos de recuperação

e conservação dos recursos e acesso à informação. O setor privado no suporte à implantação das políticas públicas, desenvolvimento e financiamento tecnológico. E por fim, os usuários na participação ativa da recuperação e conservação, nos programas de educação ambiental e no levantamento de informações ao Ministério Público e setores públicos. (Tundisi e Matsumura-Tundisi, 2011 apud Tundisi e Straskraba, 1995).

## 6. CONCLUSÃO

A análise da bacia de Vargem das Flores realizada no presente estudo permitiu a percepção de que o modo de ocupação da área da bacia não condiz com características de preservação e proteção, e vai em desconformidade das próprias preconizações do Plano Diretor quanto a conservação dos recursos hídricos.

Foi evidenciada uma tendência cada vez maior de ocupações urbanas ao longo da bacia que ocasionam redução de vegetação. Expansão essa que historicamente já afetou a qualidade de água na Represa de Vargem das Flores percebida por meio da reclassificação de classe de qualidade da água em um período de 18 anos (1997 a 2015).

Ao extinguir a área rural de Contagem, aumentando a possibilidade de número de loteamentos na região da bacia, a legislação municipal contribuiu para aumento de pressão ocasionado por expansões das manchas urbanas e supressão da vegetação, sem apresentar plano contundente para minimização de impactos ambientais e sociais, visto que o número de aglomerados subnormais já apresentou tendências crescentes. Ao limitar loteamentos por quota de terreno por unidade residencial em áreas sem reversão de esgoto e não apresentar nenhum plano para desenvolvimento de sistema de esgotamento sanitário para essas regiões, o Plano Diretor demonstra que um problema histórico da região foi ignorado e que, inclusive, o impacto desse cenário na qualidade da água da represa que abastece o município, também foi desconsiderado em prol de uma expansão urbana sem planejamento. A população de Contagem será afetada tanto em condições de habitantes com ausência de infraestrutura já apontadas como deficientes em termos de saneamento, quanto em termos da qualidade da água de abastecimento municipal.

A tendência observada de retirada da cobertura vegetal remete a uma das preocupações mais atuais devido a mudança de plano diretor, já que a tendência era de que na área rural essa cobertura estaria mais preservada devido à reserva legal e a restrição de área mínima de loteamento. A ausência de plano consistente para recuperação de áreas degradadas na bacia e avaliação de impacto continuada para avaliar as implicações da mudança do Plano Diretor reflete uma lei que se preocupou em fazer mudanças sem se planejar para suas consequências.

A proximidade do presente estudo com a data de mudança do Plano Diretor do município de Contagem acarreta na necessidade de acompanhamento das mudanças nos próximos anos pois, na presente pesquisa, foi observado o horizonte de tempo de um ano e oito meses após a extinção da zona rural.

Outro ponto que pode aperfeiçoar as características levantadas é estudar a bacia também na região representada por Betim e, assim, classifica-la para além dos limites de Contagem. Além disso, as áreas que foram visitadas devem ser acompanhadas para verificar qual tipo de empreendimento, industrial ou residencial, tende a se instalar nessas localizações, além de suas áreas de ocupação pois, inicialmente, elas representam o início das mudanças no uso e ocupação do solo perante a nova legislação.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1. Acesso em 15 mar. 2019.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil:** promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Juarez de Oliveira. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990. 168 p. (Série Legislação Brasileira).

BRASIL, ESTATUTO DA CIDADE. **Guia para implementação pelos municípios e cidadãos: Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais de política urbana** – 2. Ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002. 273 p. – (Séries fontes de referência. Legislação; n. 46).

CONTAGEM. **Atlas Geográfico, Histórico e cultural do município de Contagem – Minas Gerais.** Prefeitura Municipal de Contagem – Secretaria Municipal de Educação e Cultura, 2009. Disponível em: < <http://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/comunicacao/atlascontagem.pdf> > . Acesso em 05 mai. 2019.

CONTAGEM. **Informações Urbanísticas.** Prefeitura Municipal de Contagem. Disponível em: < <http://www.contagem.mg.gov.br/?guia=892627> > . Acesso em 10 set. 2019.

CONTAGEM. **Lei complementar nº 33, de 26 de dezembro de 2006.** Institui o Plano Diretor do Município de Contagem e dá outras providências. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a/mg/c/contagem/lei-complementar/2006/3/33/lei-complementar-n-33-2006-institui-o-plano-diretor-do-municipio-de-contagem-e-da-outras-providencias> > . Acesso em 15 mar. 2019.

CONTAGEM. **Lei complementar nº 248, de 11 de janeiro de 2018.** Institui o Plano Diretor do Município de Contagem e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/legislacao/lec002482017-20180112090505.pdf> > . Acesso em 15 mar. 2019.

CONTAGEM, SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO - SMDU. **Macrozoneamento.** Disponível em: < [http://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/downloads/macrozoneamento\\_lc\\_082.pdf](http://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/downloads/macrozoneamento_lc_082.pdf) > . Acesso em 05 mai. 2019

COPASA. **Relatório Anual e de Sustentabilidade.** Disponível em: < [http://www.copasa.com.br/wps/wcm/connect/764e139b-b05b-4190-8c16-37e379ef814c/relatorioanualcopasa2011\\_portugues.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=764e139b-b05b-4190-8c16-37e379ef814c](http://www.copasa.com.br/wps/wcm/connect/764e139b-b05b-4190-8c16-37e379ef814c/relatorioanualcopasa2011_portugues.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=764e139b-b05b-4190-8c16-37e379ef814c) > . Acesso em 05 mai. 2019.

COSTA, C.C; GUILHOTO, J.J.M. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa biodigestora. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro: Vol.19, n.spe, pp. 51-60, 2014.

DENALDI, R.; FERRARA, R.N. A dimensão ambiental da urbanização em favelas. **Revista Ambiente e Sociedade**, São Paulo: Vol. 21, 2018.

ESTADO DE MINAS. **Esgotos lançados em Vargem das Flores deixam a água imprópria para consumo humano**. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/04/12/interna\\_gerais,636686/vargem-das-flores-agoniza.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/04/12/interna_gerais,636686/vargem-das-flores-agoniza.shtml)>. Acesso em 06 de out. 2019.

FEIL, A.A; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE.BR**, vol. 14, n. 3, Artigo 7, Rio de Janeiro, Jul./Set. 2017.

GUERRA, A.J.T; CUNHA; S.B. **Impactos Ambientais e Urbanos no Brasil**. 8° ED. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 418p.

HONDA, S. C. A. L.; VIEIRA, M. C.; ALBANO, M. P.; MARIA, Y. R. Planejamento ambiental e ocupação do solo urbano em Presidente Prudente (SP). **Revista Brasileira de Gestão Urbana**. vol.7, n.1, p.62-73, 2015.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/contagem/pesquisa/23/27652>>. Acesso em 05 mai. 2019.

IBGE. **Aglomerados Subnormais – Informações territoriais**. Ano 2006. Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/000000151648112\\_02013480105748802.pdf](https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/000000151648112_02013480105748802.pdf)>. Acesso em 1 abr. 2019.

LEITE, B. S. **Caracterização do meio físico em bacias hidrográficas com suportes de sensoriamento remoto e geoprocessamento**. 2013. 46 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2013.

LIMA, G.A; GENEROSO, C.M; SANTOS, C.M; SILVA, L.A; SOUSA, R.G. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: estudo de caso Ribeirão Isidoro. **Revista IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais**. Campina Grande/PB, 2016.

MELLO, K.; PETRI, L.; LEITE, E.C.; TOPPA, R.H. Cenários ambientais para o ordenamento territorial de áreas de preservação permanente no município de Sorocaba, SP. **Revista Árvore**, Viçosa: Vol.38, n.2, mar/abr, 2014.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicação - Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 13/05/2008. Retificação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 20/05/2008.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 10, de 16 de dezembro de 1986**. Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamento de efluentes nas coleções de águas, e dá outras providências. Diário do Executivo – “Minas Gerais” - 10/01/1987.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 14, de 28 de dezembro de 1995**. Dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do rio Paraopeba. Diário do Executivo – “Minas Gerais” - 29/12/1995.

MINAS GERAIS. **Lei no 16.197 de 27 de junho de 2006**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental de Vargem das Flores, situada entre os Municípios de Betim e Contagem e dá outras providências. Minas Gerais Diário do executivo, Minas Gerais, 26 de junho 2006.

NOWAK, D. J.; CRANE, D. E.; STEVENS, J.C. **Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States**. Urban Forestry & Urban Greening, v.4, n.3, p.115-23, 2006.

PEDRA, F.T.C. **Análise da cobertura vegetal nas áreas de app da bacia do reservatório Várzea das Flores – MG**. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2014.

PEREIRA, T.C; COLLARES, E.G; LORANDI, R. Uma análise de intervenções antrópicas em uma bacia hidrográfica como subsídio ao zoneamento ambiental. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia: Vol. 28, p. 243-255, mai-ago, 2016.

PIRES, J. S.; SANTOS, J. E. dos; DEL PRETTE, M. E. **A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais**. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Eds.) Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus, BA: Editus, 2002. p. 17- 35.

PORTO, M.F.A e PORTO, R.L. Gestão de bacias hidrográficas. **Revista Estudos Avançados**. Vol. 22. São Paulo, jun, 2018. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a04.pdf> >. Acesso em 1 abr, 2019.

PMSB. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Contagem, 2003**. Disponível em: < <http://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/legislacao/pmsb-28-02-2013.pdf> >. Acesso em: 20 mar. 2019.

PRAXIS. **Plano de Desenvolvimento Ambiental de Vargem das Flores**. 152p. 1997.

Prefeitura de Contagem. **Boletim de Informações e Dados Urbanos - BIDU**. 6. Ed. Disponível em: < [http://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/downloads/bidu\\_6.1.pdf](http://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/downloads/bidu_6.1.pdf) >. Acesso em 05 jun. 2019.

ROSELAND, M. Dimensions of the eco-city. **Cities Magazine**. Volume 14, Issue 4, August 1997, Pages 197-202.

SANTOS, C. A. G.; SUZUKI, K.; WATANABE, M.; SRINIVASAN, V. S. Influência do tipo da cobertura vegetal sobre a erosão no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 92-96, 2000.

SANTOS, K.A; RUFINO, I.A.A; BARROS, M.N.M.F. Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande – PB. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro: Vol.22, n.5, set – out, 2017.

SILVA, J. S e RANIERI, V.E.L. O mecanismo de compensação de reserva legal e suas implicações econômicas e ambientais. **Revista Ambiente e Sociedade**, São Paulo: Vol. 17, n.1, mar. 2014.

STANGANINI, F.N.; LOLLO, J.A. O crescimento urbano da cidade de São Carlos/SP entre os anos de 2010 e 2015: o avanço da degradação ambiental. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, São Paulo: 10(Supl.1), p. 118-128, 2018.

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/ Editora da UFRGS, 1997.

TUCCI, C. E. M. 1997. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.2, n.1, p. 135-152, 1997.

TUNDISI, J.G; TUNDISI-MATSUMURA, T. **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2011.

TUNDISI, J.G; TUNDISI-MATSUMURA, T. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Revista Biota Neotrop**, Campinas: Vol.10, n.4, out/dez. 2010.

WMO. The Dublin Statement and Report of the Conference. **International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century**. 26-31 January 1992. Dublin, Ireland. Disponível em: < <http://www.wmo.int/pages/prog/hwrrp/documents/english/icwedece.html> >. Acesso em 1 abr. 2019.