




UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

A large white circle is centered on the page, set against a gray background. The circle is partially obscured by gray corner shapes in the top-left and bottom-right corners, creating a frame-like effect.

**PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO
EM
GEOGRAFIA**

ALESSANDRA FAGUNDES DA SILVA

**EXPANSÃO URBANA E MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO DA
TERRA: O CASO DA CIDADE DE BIRIGUI/SP**

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

RIO CLARO

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

ALESSANDRA FAGUNDES DA SILVA

EXPANSÃO URBANA E MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO
DA TERRA: o caso da cidade de Birigui/SP

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Andréia Medinilha Pancher

Rio Claro - SP

2020

S586e Silva, Alessandra Fagundes da
Expansão urbana e mudanças no uso e ocupação da terra : o caso da cidade de Birigui/SP / Alessandra Fagundes da Silva. -- Rio Claro, 2020
99 f. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
Orientadora: Andréia Medinilha Pancher

1. Urbanização. 2. Geotecnologias. 3. Problemas ambientais. 4. Área de preservação permanente. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

ALESSANDRA FAGUNDES DA SILVA

EXPANSÃO URBANA E MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO
DA TERRA: o caso da cidade de Birigui/SP

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher (Orientadora)

Instituto de Geociências e Ciências Exatas/UNESP/Rio Claro-SP

Prof. Dr. Lindon Fonseca Matias

Instituto de Geociências/UNICAMP/Campinas-SP

Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci

Instituto de Geociências e Ciências Exatas/UNESP/Rio Claro-SP

Conceito: APROVADA

Rio Claro/SP, 18 de Fevereiro de 2020

*Dedico este trabalho à minha família, ao meu
companheiro e aos meus amigos.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus guias espirituais, que me auxiliaram durante a realização desta pesquisa, principalmente nos momentos de desalento e desespero.

Aos meus pais, Ednalva e Claur, e meus irmãos, André e Aline, por todo apoio, carinho e compreensão.

Ao Júlio, presente que Rio Claro me deu, por todo apoio, paciência, ajuda nos trabalhos de campo e discussões.

À Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher, por ter me concedido a oportunidade de realizar este trabalho.

À Prefeitura Municipal de Birigui, pelos documentos cartográficos concedidos.

À EMPLASA, pela concessão das ortofotos de 2010.

À USP, pela disponibilização das fotografias aéreas de 1962.

Aos amigos e colegas, que me acompanharam e me apoiaram até esta etapa: Ana Cecília, Jaqueline, Patrícia, Clívia, Franciele, Estêvão e Valéria.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos no período de Maio de 2017 a Junho de 2018.

À banca de qualificação, composta pelos professores Dr. Roberto Braga e a Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci.

À banca de defesa, composta pelos professores Dr. Lindon Fonseca Matias e Profa. Dra. Cenira Maria Lupinacci, pelos apontamentos, críticas, observações e sugestões pertinentes ao aprimoramento deste e de futuros trabalhos que poderão surgir.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da UNESP, *Campus* de Rio Claro.

À coordenação da Escola Estadual “Tancredo de Almeida Neves”, localizada na cidade de Cuiabá-MT, pelas liberações que me foram concedidas para o desenvolvimento das atividades do mestrado no ano de 2018.

À coordenação da Escola Estadual “André Avelino Ribeiro”, localizada na cidade de Cuiabá-MT, pelas liberações que me foram concedidas para o desenvolvimento das atividades do mestrado no ano de 2019.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente no desenvolvimento desta pesquisa.

Muito obrigada!

*Negro drama, entre o sucesso e a lama
Dinheiro, problemas, invejas, luxo, fama
Negro drama, cabelo crespo e a pele escura
A ferida, a chaga, à procura da cura*

*Negro drama, tenta ver e não vê nada
A não ser uma estrela, longe meio ofuscada
Sente o drama, o preço, a cobrança
No amor, no ódio, a insana vingança*

*Negro drama, eu sei quem trama e quem 'tá comigo
O trauma que eu carrego pra não ser mais um preto fodido (...)*

Negro Drama – Racionais MCs

RESUMO

A urbanização tem sido um importante fenômeno social e econômico, refletindo em mudanças na paisagem e nos padrões de uso e ocupação da terra. Essa é considerada um sistema cultural da sociedade industrial, que se desenvolveu a partir do século XVIII. Com esse processo, observou-se o desenvolvimento das cidades e o rápido adensamento de sua população. O aumento do tamanho dos centros urbanos têm causado alterações na dinâmica dos fenômenos ambientais, recolocando em destaque as contradições da relação sociedade-natureza. A Geografia ressurgiu com o papel de fazer frente a esta problemática, através das discussões sobre os problemas ambientais de forma integrada. Dentro deste contexto, esta pesquisa objetivou analisar as mudanças no uso e ocupação da terra causada pelo processo de expansão urbana em Birigui/SP. Para se atingir o objetivo proposto, utilizou-se a metodologia de Moura (2014), que se baseia na aplicação de técnicas de geoprocessamento em análises espaciais urbanas. O processo de expansão urbana no município foi causado por três fatores: pelo processo de industrialização endógeno, pelo processo de desconcentração industrial da cidade de São Paulo, que se iniciou na década de 1980 e pela nova fase da urbanização brasileira, concentrada em cidades pequenas e médias, que ganhou força na década de 1990. Em 2019, a população total do município era de 123.638 habitantes. Destes, 97,68% residiam em sua área urbana, que possui terrenos com declives favoráveis à ocupação urbana (51,5% da área possui declives entre 2 e 8%). Porém, observou-se vários conflitos de uso nas áreas que deveriam ser preservadas. Os mapeamentos de uso e ocupação da terra mostram que a área, que possuía 9,95% de ocupação urbana em 1962, apresentou ocupação urbana de 44,6% em 2010, e 50,8% em 2019. Além disso, pode-se observar em 2019 a existência de novos loteamentos nas áreas limítrofes da cidade, com a ocupação de áreas que eram destinadas ao uso agrícola nos cenários de 1962 e 2010. Dessa forma, considera-se que a cidade de Birigui continua com seu processo de expansão populacional e urbana, mas que esta deve ser acompanhada de uma maior preocupação com os problemas ambientais resultantes.

Palavras-chave: Urbanização; Geotecnologias; Problemas Ambientais; Área de Preservação Permanente.

ABSTRACT

Urbanization has been an important social and economic phenomenon, reflecting in alterations in landscapes and in patterns for usage and occupation of land. It is considered a cultural system from the industrial society, which was developed from the 18th century. With it, it had been observed the development of cities and the rapid expansion of their population. The increasing size of the urban centers have caused changes in the dynamics between the environmental phenomena, highlighting once again the contradictions found in society-nature relationship. Geography rises with the role to face this issue, using debates about environmental issues in an integrated way. In this context, this research aimed the analysis of changes in land usage and occupation caused by urban expansion process occurred in Birigui/SP. To achieve the proposed goal, the methodology proposed by Moura (2014) was used, which has bases in application of geoprocessing techniques for spatial-urban analysis. It is considered also that the urban expansion in the municipality was caused by three factors: an endogenic process of industrialization, an industrial decentralization in São Paulo municipality, started in the 1980 decade and the new urbanization phase in Brazil, concentrated in small and medium cities, which gained strength in 1990 decade. In 2019, the total population of the municipality was 123,638 habitants. Of these, 97,68% lived in their urban area, which has land with slopes favorable to urban occupation (51,5% of the area has slopes between 2 and 8%). However, several conflicts of use were observed in the areas that should be preserved. The mapping of land use and occupation show that the area, which had 9,95% of urban occupation in 1962, had an urban occupation of 44,6% in 2010, and 50,8% in 2019. In addition, observe in 2019 the existence of new allotment in the areas bordering the city, with the occupation of areas that were intended for agricultural use in the scenarios of 1962 and 2010. Thus, it is considered that the city of Birigui continues with its population expansion process and urban, but that this must be accompanied by a greater concern with the resulting environmental problems.

Keywords: Urbanization; geotechnology; environmental problems; permanent preservation area.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Estrutura de um SIG. Fonte: Davis e Câmara (2001, p. 43)..... | 27 |
| Figura 2 - Localização da área de estudo. Elaborado pela autora. | 31 |
| Figura 3 - Geologia - perímetro urbano de Birigui/SP. Fonte: PERROTTA <i>et. al.</i> (2005). Organizado pela autora..... | 33 |
| Figura 4 - Hipsometria – perímetro urbano de Birigui/SP. Organizado pela autora..... | 35 |
| Figura 5 - Vagões que abrigaram os primeiros moradores de Birigui..... | 37 |
| Figura 6 - Primeira casa construída em Birigui..... | 37 |
| Figura 7 – Cidade de Birigui – 1914. Fonte: Acervo Museu Histórico "Dr. Renato Cordeiro". | 38 |
| Figura 8 - Correção do mapa de declividade..... | 49 |
| Figura 9 - Processo de georreferenciamento. Organizado pela autora..... | 50 |
| Figura 10 - Mapa de declividade - perímetro urbano de Birigui/SP. Elaboração e organização: a autora. | 59 |
| Figura 11 - Mapa de uso e ocupação da terra do perímetro urbano de Birigui/SP - 1962. Elaboração e organização: a autora. | 63 |
| Figura 12 - Mapa de uso e ocupação da terra do perímetro urbano de Birigui/SP - 2010. Elaboração e organização: a autora. | 64 |
| Figura 13 - Mapa de uso e ocupação da terra do perímetro urbano de Birigui/SP - 2019. . Elaboração e organização: a autora. | 65 |
| Figura 14 - Expansão urbana de Birigui, conforme a delimitação por bairros, por décadas. Organizado e elaborado pela autora. | 69 |
| Figura 15 - Expansão da mancha urbana de Birigui, conforme a delimitação por bairros, por períodos. | 73 |
| Figura 16 - Uso e ocupação da terra na nascente do córrego Biriguizinho – 1962 e 2019. | 77 |
| Figura 17 - Área de nascente do córrego Biriguizinho – 1962..... | 77 |
| Figura 18 - Área de nascente do Córrego Biriguizinho. . Fotos: Alessandra Fagundes (2017). | 77 |
| Figura 19 - Mudanças no uso e ocupação na região do “Lago da Raquete” – 1962 e 2019. ... | 78 |
| Figura 20 - Inundação do Lago da Raquete, após chuvas intensas. Foto: autor desconhecido (2017). | 79 |
| Figura 21 - Inundação no Córrego Biriguizinho – Avenida João Cernack. Foto: Autor desconhecido (2017)..... | 79 |

| | |
|--|----|
| Figura 22 - Queda de margem – córrego Nunes. Foto: Alessandra Fagundes (2017). | 79 |
| Figura 23 - Queda de margem – Córrego Biriguzinho. Foto: Alessandra Fagundes (2017). . | 80 |
| Figura 24 - Ocupação das margens do córrego da Piscina. Foto: Alessandra Fagundes (2019). | 80 |
| Figura 25 - Situação de um trecho da margem do médio curso do córrego Matadouro. | 81 |
| Figura 26 - Mapa de conflito de uso em APP - 1962. Elaborado pela autora. | 83 |
| Figura 27 - Mapa de conflito de uso em APP - 2019. Elaborado pela autora. | 84 |
| Figura 28 - Pontos visitados nos trabalhos de campo. Elaborada pela autora..... | 86 |
| Figura 29 - Situação das APP. Fotos: Alessandra Fagundes (2017,2018 e 2019). | 87 |
| Figura 30 - Situação das APP. Fotos: Alessandra Fagundes (2017,2018 e 2019). | 89 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Climograma - Birigui/SP. Fonte: Cepagri (2018). Organizado pela autora..... | 30 |
| Gráfico 2 - Evolução Populacional (1970-2019). Fonte: IBGE (2019). Org: Alessandra Fagundes..... | 41 |
| Gráfico 3 - Evolução das Taxas Anuais de Crescimento Populacional: Brasil, Estado de São Paulo e Birigui..... | 42 |
| Gráfico 4 - Uso e ocupação da terra do perímetro urbano de Birigui – 1962, 2010 e 2019. Elaborado pela autora. | 66 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Evolução da População Absoluta e das Taxas Anuais de Crescimento - total e urbano -..... | 40 |
| Tabela 2 - Evolução da População e das Taxas Anuais de Crescimento Populacional: | 42 |
| Tabela 3 - Parâmetros para a elaboração das classes de declividade | 48 |
| Tabela 4 - Classes de declividade e distribuição em Birigui/SP | 60 |
| Tabela 5 - Expansão da mancha urbana de Birigui-SP, por período, entre 1952 a 2019, a partir dos perímetros dos bairros e loteamentos..... | 72 |
| Tabela 6 - Taxa média de crescimento geométrico da mancha urbana de Birigui - 1959 a 2019 | 76 |
| Tabela 7 - Distribuição das classes de uso e ocupação da terra nas APP de Birigui/SP – 1962 e 2019..... | 85 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Trabalhos de campo. Org: A autora. | 51 |
| Quadro 2 - Chaves de interpretação das classes de uso e ocupação da terra..... | 54 |
| Quadro 3 - Legenda do mapa de expansão urbana de Birigui. Organizado pela autora. | 55 |
| Quadro 4 - Extensão das classes de uso e ocupação da terra do perímetro urbano de Birigui – 1962, 2010 e 2019. Elaborado pela autora. | 66 |
| Quadro 5 - Bairros. Elaborado pela autora. | 74 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 15 |
| 2.1. O processo de urbanização | 15 |
| 2.2. As questões ambientais e urbanas | 21 |
| 2.3. A perspectiva sistêmica para os estudos ambientais | 24 |
| 2.4. O geoprocessamento como processo metodológico..... | 25 |
| 3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 30 |
| 3.1. Localização e caracterização fisiográfica | 30 |
| 3.2. Histórico de ocupação e desenvolvimento econômico de Birigui/SP | 36 |
| 3.3. Aspectos socioeconômicos | 40 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS | 44 |
| 4.1. Objetivos e aplicações do sistema de análise apoiada por geoprocessamento | 44 |
| 4.2. Organização da base de dados para montagem do SIG..... | 44 |
| 4.2.1. Levantamento bibliográfico e construção da base cartográfica..... | 45 |
| 4.2.2. Carta de declividade | 46 |
| 4.2.3. Tratamento das imagens aerofotogramétricas | 49 |
| 4.2.4. Trabalhos de campo..... | 50 |
| 4.2.5. Cartas de uso e ocupação da terra..... | 51 |
| 4.2.6. Mapa de expansão urbana..... | 54 |
| 4.2.7. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) | 55 |
| 4.3. Uso do SIG nas análises ambientais urbanas..... | 56 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 58 |
| 5.1. Levantamentos Ambientais | 58 |
| 5.2. Prospecções Ambientais | 81 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 91 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 94 |

1. INTRODUÇÃO

A urbanização tem sido um importante fenômeno social e econômico. Esse processo mundial refletiu em mudanças fundamentais na paisagem e nos padrões de uso e ocupação da terra. A rápida expansão urbana, observada principalmente em países em desenvolvimento, continuará a ser uma questão fundamental nas mudanças globais que afetam as sociedades humanas no século XXI (DENG *et al.*, 2009).

A urbanização é considerada um sistema cultural característico da sociedade industrial capitalista, pois ao mesmo tempo em que configura uma forma específica de organização do espaço (a cidade), difunde um sistema cultural específico, com valores, atitudes e comportamentos “urbanos” (CASTELLS, 1983).

A cidade se apresenta como um objeto complexo, difícil de definir, podendo ser considerada como um espaço de comércio e serviços, um espaço de produção não agrícola, um espaço central para a gestão do território, como o lugar que vive uma parcela considerável da população, como vários núcleos em uma região ou país, ou como espaço urbano (CORRÊA, 1989; LEFEBVRE, 2001; SOUZA, 2003).

A urbanização acelera os resultados das mudanças ambientais globais, causando modificações nos sistemas terrestres. Apesar de o homem ser um componente do ecossistema, começou a desenvolver suas atividades como se fosse um elemento afastado do meio físico e biológico em que vive. Desse modo, passou a dominá-lo, controlando a matéria e a energia necessárias para o desenvolvimento das estruturas econômicas e sociais do mundo moderno (DREW, 2005).

No caso brasileiro, a dinâmica territorial brasileira caracteriza-se pela urbanização, diversificação econômica e desigualdades regionais. Em paralelo a esses processos, observou-se também o aumento dos chamados problemas urbanos, como a violência, a segregação residencial, a pobreza, a mobilidade e a degradação ambiental, de maneira que ocorre nas cidades a interação entre os problemas sociais e os problemas ambientais, levando a ocorrência e existência de tragédias sociais (MOURA; MORAN, 2017; SOUZA, 2003).

Dessa forma, os conjuntos de problemas ambientais nas áreas urbanas recolocam em destaque “as contradições da produção social do espaço e das formas de apropriação da natureza”, fazendo com que a questão ambiental seja “compreendida como um produto da intervenção da sociedade sobre a natureza”, dizendo respeito não apenas a problemas relacionados à natureza, mas também aos decorrentes da ação social (RODRIGUES, 1998, p.8).

Neste contexto, faz-se necessário repensar e discutir o papel da Geografia frente a essa problemática. A discussão dos problemas ambientais não pode ser realizada de maneira fragmentada, sendo necessária a compreensão de seus diversos componentes de forma integrada, dentro de uma perspectiva espacial e temporal, que insira a perspectiva humana e que expresse a organização do espaço geográfico (MENDONÇA, 2001; MOURA; MORAN, 2017).

Na segunda metade do século XX, a discussão dos problemas referentes ao meio ambiente se tornou uma preocupação mundial. Iniciou-se o desenvolvimento de estratégias de longo prazo, visando à proteção e a melhoria dos sistemas ambientais, com a introdução de novos elementos que resultassem em novas maneiras de se conceber estes problemas. Neste sentido, a abordagem ambiental passou a ser considerada a partir da perspectiva da interação sociedade-natureza, com o retorno da concepção de que o homem está na natureza, e não fora dela. Esta mudança paradigmática possibilitou o retorno dos geógrafos à discussão da problemática ambiental (MENDONÇA, 2001; SOUZA, 2009).

A concepção integrada dos estudos ambientais necessitou de um aporte teórico-metodológico que abarcasse sua complexidade. Isso estimulou o surgimento de estudos na Geografia com a utilização de um novo paradigma que possibilitasse a obtenção de respostas a essas novas demandas: a abordagem sistêmica. Esta permitiu o desenvolvimento de ferramentas que buscavam abarcar a complexidade da realidade estudada, sem considerá-la como uma mera somatória das partes.

Para estudos desta natureza, as geotecnologias permitiram a integração dos processos causadores das modificações ambientais. Segundo Fitz (2008), as geotecnologias são entendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências e áreas correlatas, auxiliando no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, de gestão e de manejo de diversos aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico.

Dessa forma, observou-se o desenvolvimento de muitos trabalhos na Geografia que utilizam as geotecnologias como ferramenta de aplicação na compreensão de fenômenos ambientais: análise da fragmentação da paisagem, apoio da gestão de biodiversidade, percepção ambiental, compreensão da geomorfologia em áreas urbanas, identificação e definição de áreas para implantação de atividades com alto risco ambiental, qualidade de vida, distribuição da criminalidade e a expansão intra-urbana das cidades. Além disso, estas ferramentas propiciam a criação da informação ambiental, possibilitando o desenvolvimento de modelagens de cenários futuros de expansão urbana, a identificação de áreas de risco ambiental e social, à distribuição espacial de equipamentos urbanos, a fragilidade ambiental e

as áreas conflituosas para o uso urbano. (RAMOS; CÂMARA; MONTEIRO, 2007; XAVIER DA SILVA; ZAIDAN, 2011).

Diante de tais perspectivas, buscou-se compreender as mudanças no uso e ocupação da terra na cidade de Birigui, estado de São Paulo. A escolha desta área de estudo se justifica pelo fato da mesma ter apresentado um crescimento urbano atrelado a três fatores: ao processo de industrialização endógeno, iniciado nos anos 1960; ao processo de desconcentração industrial, iniciado nos anos 1980; e a nova fase da urbanização brasileira, concentrada em cidades pequenas e médias, que ganhou força após a década de 1990. Estes elementos, combinados, criaram modificações nas paisagens, como a supressão de nascentes, a canalização de cursos d'água, a impermeabilização de vertentes, e a supressão de mata ciliar, gerando impactos, como as enchentes e os processos erosivos.

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo fundamental analisar as alterações no uso e ocupação da terra causada pelo processo de expansão urbana em Birigui. Para se atingir o objetivo proposto, utilizou-se a metodologia de Moura (2014), que se baseia na aplicação de técnicas de Geoprocessamento em análises espaciais urbanas.

Em consonância com o objetivo principal, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Realizar a análise da evolução do uso e ocupação da terra no perímetro urbano de Birigui para os anos de 1962, 2010 e 2019.
- b) Analisar a expansão urbana de Birigui, no período de 1950-2019, para avaliar a direção e a intensidade de sua expansão.
- c) Identificar os conflitos de uso, através da análise da legislação vigente (Lei Lehmann – Lei nº 6.766/79, Novo Código Florestal - Lei nº 12.651/2012, Lei do Plano Diretor do Município – Lei Complementar nº 17, de 10/10/2006, Lei do Uso do Solo Urbano do Município – Lei Complementar nº 26, de 13/12/2007).

Assim, esta dissertação organiza-se da seguinte forma: inicialmente, apresenta-se a fundamentação teórica, que compreende a base teórico-metodológica da pesquisa. Após, apresenta-se a área de estudo, bem como suas características físicas e socioeconômicas. Em seguida, discute-se a metodologia empregada no trabalho, seguida pela apresentação dos resultados e das discussões.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo estão apresentados os conceitos fundamentais que nortearam o desenvolvimento da pesquisa. Neste sentido, apresenta-se um histórico sobre o processo de urbanização, as discussões referentes às questões ambientais e urbanas, a abordagem sistêmica nos estudos ambientais e a adoção do geoprocessamento como processo metodológico.

2.1. O processo de urbanização

O objeto de estudo desta pesquisa é a cidade, que se apresenta como “um produto dos processos sócio-espaciais que refletem a interação entre várias escalas geográficas” (SOUZA, 2010, p.52), sendo um fenômeno gerado pela interação complexa de agentes, interesses, significados e fatores estruturais, sendo assim, um objeto muito complexo e difícil de definir (SOUZA, 2003).

Para Corrêa (1989), o interesse em se conhecer a cidade deriva do fato de essa ser a área onde vive parcela crescente da população, com a concentração de investimentos, capital e dos conflitos sociais. Para o autor, a cidade é considerada como espaço urbano, definido como um complexo conjunto de usos da terra, como o centro da cidade, as áreas comerciais, industriais e residenciais, as áreas de lazer e as áreas de expansão, sendo ao mesmo tempo um espaço fragmentado e articulado; um reflexo da sociedade, pois materializa as contradições da sociedade capitalista; um condicionante social, pois as formas espaciais desempenham uma importância nas condições e nas relações de produção; um conjunto de símbolos e um campo de lutas.

O espaço urbano na sociedade capitalista é um produto social, resultante das ações de vários agentes através do tempo, como os proprietários dos meios de produção, os donos de terra, os agentes imobiliários, o Estado e os grupos sociais excluídos (CORRÊA, 1989). Porém, a compreensão da urbanização como processo e das cidades como forma concretizada deste processo, perpassa pela compreensão dos processos que deram complexidade às formações urbanas. (SOUZA; 2003; SPOSITO, 2017).

Os primeiros aglomerados populacionais de que se tem conhecimento surgiram no período neolítico, também chamado de “Revolução Agrícola”. Este período caracterizou-se pelo desenvolvimento de técnicas que permitiram aos agricultores produzirem mais do que poderiam consumir (CASTELLS, 1983; SOUZA; 2003; SPOSITO, 2017).

Porém, a existência de um aglomerado de pessoas (a aldeia) e o aparecimento de novas técnicas de produção agrícola não seriam elementos suficientes para se caracterizar uma cidade. Foi necessário o desenvolvimento de um sistema de divisão e distribuição do trabalho, fomentando assim o desenvolvimento de uma sociedade de classes, com complexa organização social (CASTELLS, 1983; SOUZA, 2003).

Observou-se então a criação de instituições sociais, como os centros religiosos, administrativos e políticos; a transformação do papel de alguns homens nas aldeias em chefes políticos, à volta a centralidade do papel do homem e ao retorno da mulher em condição secundária. Além disso, criou-se um ambiente para condições de relação de exploração entre os aldeões e o caçador-chefe. Esses elementos abriram caminho para a criação das primeiras cidades na Antiguidade (SPOSITO, 2017).

Na Antiguidade, as primeiras cidades eram localizadas nos vales de grandes rios, possuíam uma organização dominante e uma organização espacial interna bem definida, com a elite e as instituições religiosas no centro, traçados de ruas e muros. O crescimento dessas cidades permitiu que houvesse o fortalecimento de sua força política, criando condições para a constituição de impérios, que foram responsáveis pela expansão da urbanização na Europa. Essas cidades possuíam uma complexa divisão do trabalho, exerciam dominação política e permitiam o aumento da capacidade produtiva e de distribuição de alimentos (CASTELLS, 1983; SPOSITO, 2017).

Na Idade Média, observou-se o declínio das cidades imperiais, com o conseqüente advento do modo de produção feudal, como organização política, econômica e social. Observou-se o advento de uma nova estrutura social, centrada no latifúndio e na servidão. A terra passou a ser a única fonte de subsistência, e a soberania política passou para as mãos dos senhores feudais. Porém, as contradições desse modo de produção desencadearam o renascimento das cidades, a partir da reativação do comércio como atividade urbana, lançando as bases para a estruturação do modo de produção capitalista (CASTELLS, 1983; SPOSITO, 2017).

A primeira fase do modo de produção capitalista – o capitalismo mercantil ou comercial – reforçou o processo de urbanização, transformando a terra em mercadoria. Esta fase permitiu também, segundo Lefebvre (2001, p. 13) a constituição “de uma rede de cidades, ligadas por vias terrestres, fluviais e marítimas, e por relações comerciais e bancárias”, constituindo uma divisão social interurbana do trabalho.

A segunda fase do modo de produção capitalista – capitalismo industrial – impulsionou a urbanização, no sentido do aumento da população urbana em relação à

população total (SPOSITO, 2017). Castells (1983) considera que a urbanização ligada à primeira revolução industrial é um processo de organização do espaço, que repousa sobre dois fatos fundamentais:

1) a decomposição das estruturas sociais agrárias e a emigração da população para as cidades, fornecendo mão de obra para a indústria;

2) a passagem de uma economia doméstica para uma economia de manufatura, e depois para uma economia de fábrica, permitindo, ao mesmo tempo, a constituição de um mercado consumidor, a concentração de mão de obra e a constituição de um meio industrial.

Para Castells (1983), a existência de mão de obra e mercado atrai as indústrias para as cidades, mas as indústrias atraem empregos e serviços. Porém, onde há matéria-prima e meios de transporte, a indústria coloniza e provoca a urbanização. Portanto, a indústria torna-se o elemento dominante de transformação da paisagem, pois, segundo Sposito (2017) é a forma que a sociedade se apropria da natureza e a transforma.

Para Sposito (2017), a industrialização dentro deste contexto é um processo mais amplo, pois se caracteriza pelo predomínio da atividade industrial sobre as demais atividades econômicas, com sua produção possuindo um caráter urbano, transformando a cidade em sua base territorial, causada pela concentração de capital e força de trabalho. Portanto, para a autora, o entendimento da urbanização a partir do desenvolvimento industrial perpassa pela compreensão do desenvolvimento do capitalismo.

O desenvolvimento do capitalismo industrial provocou transformações na urbanização, principalmente no que se refere ao papel das cidades e na estrutura interna dessas cidades. A crescente especialização funcional que a industrialização provocou, reforçou a divisão social e territorial do trabalho (SPOSITO, 2017).

Nas últimas décadas, o mundo observou um aumento populacional em suas áreas urbanas (MAARSEVEEN; MARTINEZ; FLACKE, 2019). Segundo o relatório *World Urbanization Prospects: the 2018 revision*, da divisão populacional do *Department of Economic and Social Affairs*, das Nações Unidas (UN DESA), o futuro da população mundial é urbano. Com mais de 55% da população mundial vivendo em áreas urbanas (em 1950, eram 30%), a urbanização determina a distribuição espacial da população mundial, sendo uma das quatro megatendências demográficas, em conjunto com o crescimento da população global, o envelhecimento da população e a migração internacional (UNITED NATIONS, 2019).

Estimativas e projeções da urbanização indicam que no meio do século, 68% da população mundial viverá em áreas urbanas. Prevê-se um acréscimo de 2,5 bilhões de pessoas

vivendo em áreas urbanas, entre os anos de 2018-2050, com quase 90% do aumento concentrado na Ásia e na África (UNITED NATIONS, 2019).

A UNDESA define a urbanização como

a complex socio-economic process that transforms the built environment, converting formerly rural into urban settlements, while also shifting the spatial distribution of a population from rural to urban areas. It includes changes in dominant occupations, lifestyle, culture and behaviour, and thus alters the demographic and social structure of both urban and rural areas. A major consequence of urbanization is a rise in the number, land area and population size of urban settlements and in the number and share of urban residents compared to rural dwellers (UNITED NATIONS, 2019, p. 10).

A urbanização altera estrutura demográfica e social das áreas urbanas e rurais, podendo ser considerada como um elemento positivo no crescimento econômico, na redução da pobreza e no aumento do Produto Interno Bruto (PIB). Porém, também reflete em consequências negativas, como a rápida expansão urbana, a degradação ambiental, más condições de vida e problemas de acessibilidade (MAARSEVEEN; MARTINEZ; FLACKE, 2019; UNITED NATIONS, 2019).

Como reflexo desse processo mais amplo, no Brasil, segundo Martine e McGranahan (2010), a urbanização refletiu numa das mais aceleradas transições urbanas da história mundial, na segunda metade do século XX, transformando um país, que durante séculos se constituía em um país agrário (SANTOS, 2013), em um país urbano e metropolitano.

Goulart Reis Filho (1968 *apud* Santos, 2013) apresenta o que seria os primórdios da urbanização brasileira, entre os anos 1500 a 1720, em três principais etapas: a primeira, entre os anos de 1530 e 1570, tendo como pontos importantes a criação do Rio de Janeiro, em 1567, e de Filipeia da Paraíba, em 1585; a segunda, entre os anos de 1580 e 1640, com a fundação de uma vila e três cidades, e entre 1610 e 1620, com a fundação de nove vilas; e a terceira etapa, entre 1650 e 1720, com a fundação de trinta e cinco vilas e a elevação de duas delas à categorias de cidades: Olinda e São Paulo.

A partir do século XVII, a urbanização se desenvolve com a consolidação da residência dos proprietários de terra nas cidades. Porém, a urbanização só atingiu maturidade no século XIX, e pelo menos mais um século para adquirir as condições com as quais a conhecemos hoje. No final do século XIX, ocorreu a primeira aceleração do fenômeno urbano: de 5,4% de moradores urbanos em 1872, para 9,4% em 1900 (SANTOS, 2013).

Entre os anos de 1890 e 1920, a população urbana brasileira cresceu 4% (de 6,8% a 10,7%). Porém, entre 1920 e 1940, a população urbana triplicou, com uma taxa de

crescimento de 31%, de 4.552.000 de habitantes em 1920, para 6.208.699, em 1940. No Estado de São Paulo, o crescimento urbano foi na ordem de 43%, impulsionado pelo processo de urbanização do interior (SANTOS, 2013).

Segundo Santos (2013), o Brasil era um grande arquipélago, formado por diversos espaços que evoluíam por lógicas próprias, ditadas pelas relações com o mundo exterior. Esse quadro se rompeu a partir da segunda metade do século XIX, a partir do ciclo econômico do café, no interior do Estado de São Paulo. Nesta região, introduziram-se avanços nos processos de produção e comercialização, como a mecanização da produção, o transporte ferroviário, a melhoria dos portos, a criação de meios de comunicação. Além disso, a criação do trabalho assalariado atraiu migrantes, gerando mudanças significativas no perfil da mão de obra, dando origem a um mercado interno (MARTINE; MCGRANAHAN, 2010).

Com base nesta nova dinâmica “o processo de industrialização se desenvolve, atribuindo a dianteira a essa região, e, sobretudo ao seu polo dinâmico, o Estado de São Paulo” (SANTOS, 2013, p. 30).

Esse período de crescimento econômico foi interrompido pela quebra da bolsa de valores norte-americana, em 1929, e pela crise global que se instalou após o incidente. O baque fez com que se criassem novas condições políticas, vindas do poder público, com o objetivo de se empreender uma nova organização econômica, voltada para o mercado interno, pautada na industrialização via substituição de importações (MARTINE; MCGRANAHAN, 2010; SANTOS, 2013).

Portanto, a partir dos anos 1940-1950, a lógica da industrialização prevalece. A industrialização é considerada por Santos (2013, p.30)

(...) como processo social complexo, que tanto inclui a formação de um mercado nacional, quanto os esforços de equipamento do território para torna-lo integrado, como a expansão do consumo em formas diversas, o que impulsiona a vida de relações (leia-se terciarização) e ativa o próprio processo de urbanização.

Convém ressaltar que o processo de urbanização brasileira, em curso desde a metade do século XX, se assemelha ao processo que ocorreu na Inglaterra, no século XVIII: o aumento da população residindo em áreas urbanas teve a indústria como principal motor de expansão.

Santos (2013) considera que o Brasil teve três estágios de urbanização: o primeiro estágio, chamado de “urbanização aglomerada”, que data da revolução urbana brasileira até os anos 1950, com o aumento dos núcleos com mais de 20 mil habitantes; o segundo, a

“urbanização concentrada”, com o aumento de cidades de tamanhos médios; e o terceiro estágio, a metropolização, com um número significativo de cidades grandes e médias (em torno de meio milhão de habitantes ou mais).

No período que compreende os anos entre 1940 e 1980, houve um aumento expressivo da população urbana em cidades cada vez maiores, com mais de meio milhão de habitantes, levando ao processo de “metropolização”. As taxas de urbanização, que eram de 26,35% em 1940, chegaram a quase 70% em 1980. Esse processo era movido pelas políticas desenvolvimentistas nacionais, pelo estoque de migrantes em áreas rurais e pelo crescimento vegetativo da população nas cidades (MARTINE; MCGRANAHAN, 2010; SANTOS, 2013).

Porém, a partir da década de 1980, o país começou a apresentar uma diminuição das tendências de aglomeração em áreas metropolitanas. Essas áreas, que obtiveram na década de 1970 uma taxa de crescimento urbano de 4,2% a.a., cresceram 2,6% a.a. na década de 1980. Três fatores podem ter contribuído para essa mudança: a queda nas taxas de fecundidade, a crise econômica que assolou o país nas décadas de 1980 e 1990, e a desconcentração espacial da indústria (MARTINE; MCGRANAHAN, 2010).

Os problemas econômicos da década de 1980 elevaram os índices de desemprego e pobreza nas metrópoles, gerando fluxos de migração de retorno e de emigração para o exterior, com taxas de crescimento importantes nas cidades não-metropolitanas (MARTINE; MCGRANAHAN, 2010). No Estado de São Paulo, o processo de desconcentração industrial para cidades próximas da capital transformou essas cidades em polos de atração para novas populações migrantes.

Na década de 1990, 75% da população residiam em áreas urbanas; nos anos 2000, 81%, e nos anos 2010, 84%. Durante esse período, as regiões metropolitanas continuavam a serem as áreas com os maiores contingentes populacionais urbanos, porém, passaram a apresentar um decréscimo nas suas taxas de crescimento. O crescimento populacional urbano do período foi observado nas cidades pequenas, com até 100 mil habitantes, e nas cidades médias, de 100 a 500 mil habitantes. Dessa forma, passou-se a ter um aumento da população urbana em cidades não metropolitanas, indicando a importância do interior como novos polos de retenção ou absorção de população, configurando então, uma nova fase do processo de urbanização brasileira. (BAENINGER, 2010; BAENINGER; PERES, 2011).

Inserido no contexto do estado de São Paulo, o crescimento urbano de Birigui foi impulsionado pela consolidação das atividades industriais e pelo processo de desconcentração industrial do Estado de São Paulo, iniciado nos anos 1980, e consolidado nos anos 1990. Portanto, a cidade de Birigui se expandiu na nova fase da urbanização brasileira.

Martine e McGranahan (2010) consideram que o país chegou a um certo nível de maturidade em sua transição urbana. Porém, essa transformação de um país rural para um país urbano veio acompanhada de usos e ocupações do solo problemáticas, repercutindo em impactos socioambientais (SYDENSTRICKER-NETO; SILVA; MONTE-MÓR, 2015).

A percepção de que as atividades humanas causavam impactos na sociedade suscitou a necessidade de se discutir maneiras adequadas de ocupação e organização dos espaços. Esses problemas trouxeram as questões ambientais para os debates contemporâneos, expondo os conflitos resultantes da relação entre a sociedade e a natureza (SANTOS; ROSS, 2012).

Dessa forma, convêm apresentar uma breve evolução das discussões sobre as questões ambientais e urbanas no mundo e no Brasil.

2.2. As questões ambientais e urbanas

Na década de 1960, a população começou a entender que o desenvolvimento da sociedade urbano-industrial gerava efeitos negativos para as populações residentes nestes locais. Neste período, enquanto alguns países europeus iniciavam suas primeiras discussões sobre as questões ambientais, no Brasil o assunto se encontrava distante da agenda política nacional. As preocupações estavam relacionadas ao desenvolvimento econômico e a redução das desigualdades sociais, com foco nas reformas de base, como a reforma agrária, do ensino e urbana (BRAGA, 2010).

Em 1972 ocorreu a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, na Suécia. Neste evento, foram elencados 26 princípios que deveriam nortear a relação homem-natureza, conhecidos como “Declaração de Estocolmo”. Neste mesmo ano, ocorreu o lançamento do livro *“The Limits to Growth”*, como resultado de uma série de pesquisas realizadas pelo Clube de Roma e pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), o qual apresentavam previsões catastróficas para o futuro da vida na terra. Os pesquisadores pregavam a ideia de finitude no debate econômico, com crescimento zero e controle populacional. Além disso, a ideia de sustentabilidade foi colocada pela primeira vez como algo importante (MEADOWS et. al. 1978).

Na década de 1980, as questões sobre meio ambiente e desenvolvimento econômico passaram a ser uma preocupação mundial. O mundo observava um aumento populacional que impactava os níveis de produção e consumo. Assim, os recursos naturais, antes tidos como infinitos, passaram a ser entendidos como finitos. Portanto, havia a necessidade de se pensar uma nova forma de desenvolvimento. Em 1987, foi apresentado à Assembleia Geral da ONU

o relatório “*Our Common Future*”, também conhecido como “Relatório Brundtland”. Este relatório não apresentava uma previsão de decadência sobre o futuro do mundo, mas sim “a possibilidade de uma nova era de crescimento econômico, que tem que se apoiar em práticas que conservem e expandam a base de recursos ambientais” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p.1).

O conceito de desenvolvimento sustentável foi reconhecido e institucionalizado em 1992, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida também como “Cúpula da Terra”, “Eco-92” ou “Rio 92”, sediada na cidade do Rio de Janeiro, no Brasil. Durante esta conferência, a comunidade política internacional admitiu a necessidade de se conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação dos recursos da natureza.

De modo retrospectivo, vale salientar que no Brasil, foi aprovado em 1965 o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.771) e a Lei de Proteção à Fauna (Lei nº 5.197/1967). Nesta mesma década emergiu o debate sobre a reforma urbana, através do Seminário Nacional de Habitação e Reforma Urbana, em 1963. Após 1964, o governo incorpora uma agenda urbana, com a criação do Banco Nacional da Habitação (BNH) e o Serviço Federal de Habitação e Urbanismo (SERFHAU) (BRAGA, 2010).

Durante as décadas de 1960 e 1970, houve um maior desenvolvimento das políticas urbanas em detrimento das políticas ambientais. Em 1979 foi instituída a Lei de Parcelamento do Solo (Lei nº 6.766) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Urbano (Lei nº 83.355). Porém, nas décadas 1980 e 1990, a situação se inverteu, ou seja, as políticas urbanas instituídas durante o período militar foram extintas, ao passo que foram criadas importantes políticas ambientais. Nesta época, foi institucionalizada a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6938/1981), foram criados o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA (Lei nº 7.735/1989) e o Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA (Lei nº 6.938/1981), além de instrumentos de gestão ambiental e do Ministério do Meio Ambiente, em 1992 (BRAGA, 2010).

A Constituição Brasileira de 1988 trouxe avanços em relação às políticas urbanas e ambientais. Houve a criação de agências reguladoras federais e de conselhos, bem como de legislação específica nas esferas federal, estadual e municipal. Nas políticas urbanas, houve o reconhecimento da função social da cidade e a aprovação do Estatuto da Cidade (Lei 10.257, de 10 de julho de 2001), que instituiu o plano diretor municipal como instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Este deve ser elaborado em conjunto com

toda a sociedade, e deve ser aprovado por lei municipal (BRASIL, 2009; SYDENSTRICKER-NETO; SILVA; MONTE-MÓR, 2015).

O Estatuto da Cidade regulamentou os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, que estabeleceram diretrizes gerais da política urbana no Brasil. Sua aprovação se deu após 12 anos de discussões e negociações no Congresso Nacional, sendo aclamada internacionalmente e promovida como um marco regulatório adequado para o oferecimento de bases jurídicas para estratégias governamentais comprometidas com a reforma urbana (FERNANDES, 2013).

O Estatuto estabelece “(...) normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental” (BRASIL, 2009, p.9). Além disso, objetiva ordenar o desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante diretrizes gerais, dentre as quais se destacam-se: garantia do direito a cidades sustentáveis; gestão democrática; cooperação entre os governos, a iniciativa privada e à sociedade; ordenação e controle do uso do solo; justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização; preservação do patrimônio natural e cultural, regularização fundiária (BRASIL, 2009).

Em relação às políticas ambientais, convém destacar a importância da Lei 12.651, de 12 de Maio de 2012, conhecida como “Novo Código Florestal” (BRASIL, 2012). Esta dispõe sobre a proteção da vegetação nativa nas áreas rurais e urbanas, revogando o Código Florestal de 1965. Esse novo código apresenta diversas alterações em relação ao antigo, porém continua sendo um dos documentos mais importantes de preservação ambiental do Brasil.

A efetiva aplicação desses instrumentos de planejamento urbano e ambiental perpassa pela necessidade de se levantar e produzir informações sobre diferentes aspectos da sociedade e da natureza. Essas informações devem ser adquiridas de forma sistemática, permitindo o desenvolvimento de estudos que se baseiem numa abordagem integrada e que busquem compreender a complexidade das relações socioambientais.

Dessa forma, esta pesquisa buscou resultados para atender essa perspectiva de integração. Para o propósito, tomou-se por base um arcabouço teórico-metodológico e técnico baseado na análise sistêmica, a fim de realizar uma análise integradora sobre os aspectos socioambientais de Birigui.

2.3. A perspectiva sistêmica para os estudos ambientais

A concepção teórica que norteia o desenvolvimento dessa pesquisa é a Teoria Geral dos Sistemas aplicada à Geografia. Segundo Christofolletti (1979), a aplicação da análise sistêmica na Geografia favoreceu e dinamizou o desenvolvimento da chamada Nova Geografia. Essa teoria foi concebida nos Estados Unidos, em 1929, por R. Defay e Ludwig Von Bertalanffy. As primeiras aplicações da teoria foram na Biologia, em 1932.

Um sistema pode ser definido como um “conjunto organizado de elementos e de interações entre os elementos” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 4-5). Segundo Christofolletti (1979), os sistemas devem ter:

- Elementos ou unidades: que são suas partes componentes.
- Relações: componentes encontram-se inter-relacionados, através de ligações que denunciam os fluxos.
- Atributos: são as qualidades que se atribuem aos elementos ou ao sistema.
- Entrada (input): é constituída por aquilo que o sistema recebe.
- Saída (output): é todo produto resultante da transformação do elemento de entrada.

Os sistemas podem ser classificados conforme vários critérios. “Para a análise ambiental, o critério funcional e o da composição integrativa são os mais importantes” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 4).

Considerando os critérios funcionais, os sistemas podem ser isolados, que não perdem nem recebem matéria e energia; e não isolados, que mantêm relações com outros sistemas. Os sistemas não isolados podem ser fechados, quando há permuta de energia e matéria, ou abertos, onde ocorrem trocas constantes de energia e matéria, sendo os mais comuns. Entre os exemplos de sistemas abertos, tem-se a bacia hidrográfica, o homem, uma vertente, uma cidade, uma indústria, entre outros (FOSTER, RAPOPORT E TRUCCO, 1957 apud CHRISTOFOLETTI, 1999).

Considerando a composição integrativa, os sistemas mais relevantes para a análise ambiental podem ser morfológicos, que são constituídos pelas propriedades físicas e de seus elementos; em sequência, que são formados por uma cadeia de subsistemas; de processos-respostas, que são gerados pela combinação de dois sistemas (os sistemas morfológicos e de processos-resposta); e controlados, que segundo Christofolletti (1999, p.7)

são aqueles que apresentam a ação do homem sobre os sistemas de processos-resposta. A complexidade é aumentada pela intervenção humana. Quando se examina a estrutura dos sistemas de processo-respostas, verifica-se que há certas variáveis chaves, ou válvulas, sobre as quais o homem pode intervir para produzir modificações na distribuição de matéria e energia dentro dos sistemas em sequência, e consequentemente, influenciar nas formas com que eles estão relacionados.

Nesta pesquisa, utilizaram-se os critérios abarcados pelos sistemas controlados, pois consequências podem ser atribuídas à intervenção do homem, como a introdução de novas espécies vegetais ou a mudança no uso da terra em determinada área, causando os impactos antrópicos no sistema ambiental (CHRISTOFOLETTI, 1999).

As análises integradas, que quando trabalhadas conceitualmente aparentavam ser muito complexas, tornaram-se mais fáceis com o auxílio do geoprocessamento. A ferramenta trouxe um ganho às análises sistêmicas, melhorando a aproximação entre o modelo de estudo e a realidade (MOURA, 2014).

Dessa forma, serão apresentados os conceitos relacionados ao geoprocessamento, cujas ferramentas são utilizadas nas análises ambientais integradas.

2.4. O geoprocessamento como processo metodológico

O geoprocessamento consiste num conjunto de tecnologias que possibilita a manipulação, análise, simulação de modelagens e a visualização de dados georreferenciados. Este utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. Essas técnicas operam sobre uma base de dados (os registros de ocorrências) georreferenciados, para transformá-los em informação (acréscimo de conhecimento) relevante (CÂMARA; DAVIS, 2001; FITZ, 2008; XAVIER-DA-SILVA, 2009).

Xavier da Silva (2009) evidencia que não devemos confundir o geoprocessamento com a Cartografia Digital, o Sensoriamento Remoto e o *Global Navigation Satellite System* (GNSS). A Cartografia Digital, o Sensoriamento Remoto e o GNSS são destinados a gerar e a garantir a qualidade do dado geográfico. Já o geoprocessamento possibilita a geração da informação ambiental.

A Cartografia Digital possibilita a correta representação dos dados ambientais, utilizando-se dados geodésicos, de topografia, de processamento gráfico, entre outros, baseando-se em referenciais que permitam a identificação confiável dos eventos e processos,

em conjunto com as medições de suas extensões e direções espaciais (XAVIER-DA-SILVA, 2009; XAVIER-DA-SILVA; ZAIDAN, 2012).

O Sensoriamento Remoto “é a tecnologia que permite obter imagens – e outros tipos de dados – da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície” (FLORENZANO, 2011, p. 9). O termo “sensoriamento” refere-se à obtenção de dados por meio de sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas e orbitais. O termo “remoto” significa distante e é utilizado, porque a obtenção desses dados é feita sem o contato físico entre o sensor e os objetos na superfície terrestre (FLORENZANO, 2011).

As atividades relacionadas ao Sensoriamento Remoto não estão limitadas somente pela aquisição dos dados. Essas também abarcam os procedimentos de processamento, análise, identificação e classificação dos dados. Esses processos permitem que os dados físicos sejam transformados em informações possíveis de serem utilizadas nas pesquisas ambientais (XAVIER-DA-SILVA, 2009; FLORENZANO, 2011; XAVIER-DA-SILVA; ZAIDAN, 2012).

O GNSS é constituído por sistemas de satélite de abrangência global, que tem o objetivo de determinar instantaneamente a posição de qualquer objeto ou um usuário na superfície da terra. O princípio básico de navegação pelo GNSS consiste na medida de distância entre o usuário e quatro satélites com posições conhecidas (MONICO, 2008). O uso dessa tecnologia é crescente nos estudos ambientais, pois há um esforço de melhoria na geração dos dados ambientais. A exatidão e a precisão dos dados obtidos estão associadas aos equipamentos utilizados nos levantamentos de dados. Para posicionamentos de detalhe, utiliza-se um receptor geodésico; para posicionamentos e delimitações de área, utilizam-se receptores topográficos, e para levantamentos sumários, utilizam-se os receptores de navegação (XAVIER-DA-SILVA, 2012).

As informações obtidas por essas tecnologias são comumente integradas em ambientes computacionais, conhecidos como Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ou *Geographical Information System* (GIS). Segundo Menezes e Fernandes (2013), o SIG é uma geotecnologia de geoprocessamento com capacidade de trabalhar com amplo volume e complexidade de dados necessários para estudos integrativos, além de permitir a manipulação de informações geográficas, oferecendo condições para atualizá-las, capacitando o sistema para o monitoramento dos temas analisados com a implantação de uma base de dados.

Um SIG deve ser compreendido como uma ferramenta de tomada de decisão por parte do usuário (FITZ, 2008). Longley *et. al.* (2013, p. 13) definem SIG como

(...) sistemas computacionais feitos para armazenar e processar informação geográfica. Eles são ferramentas que melhoram a eficiência e efetividade do tratamento da informação de aspectos e eventos geográficos. Eles podem ser usados para muitas outras tarefas úteis, como armazenar grandes quantidades de informação geográfica em bancos de dados, realizar operações analíticas numa fração do tempo necessária para fazê-lo manualmente e automatizar o processo de confecção de mapas úteis.

Um SIG é constituído pelos seguintes componentes (FITZ, 2008; LONGLEY *et. al.*, 2013):

- Hardware: plataforma digital utilizada pelo usuário, na qual ele interage para a realização de operações de SIG.

- Software: programas, módulos, e sistemas utilizados. É utilizado localmente na máquina do usuário.

- Banco de dados: registros das informações resultantes de uma pesquisa. Consiste em uma representação digital de aspectos selecionados de alguma área específica do espaço geográfico, para servir na resolução de problemas.

- Procedimentos: gerenciamento de todos os componentes.

- Pessoas: são os profissionais que mantém, concebem, programam e mantém um SIG com dados, interpretando seus resultados.

Um SIG possui diversos usos, destacando-se: ferramenta para produção de mapas; suporte para análise espacial de fenômenos; banco de dados geográficos, funções de armazenamento e recuperação de informação espacial. Os usos estão vinculados à estrutura do sistema, que se relaciona às necessidades dos usuários (DAVIS; CÂMARA, 2001; FITZ, 2008).

A figura 1 apresenta esquematicamente a estrutura de um SIG.

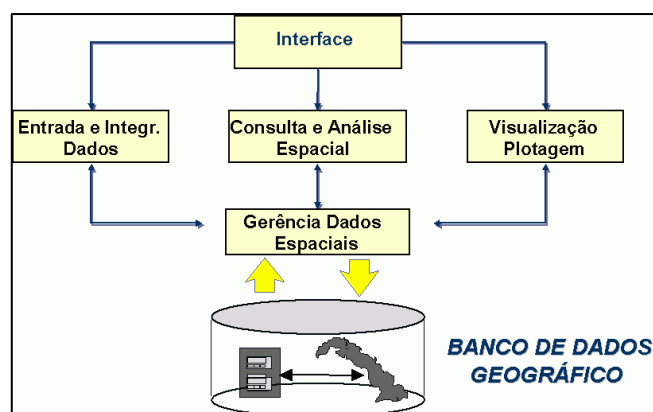


Figura 1 - Estrutura de um SIG. Fonte: Davis e Câmara (2001, p. 43).

A interface consiste no nível mais próximo do usuário, sendo o elemento que define como o sistema é operado e controlado. O nível intermediário abrange as operações de visualização, análise, entrada, edição e saída de dados. O nível interno engloba o sistema que gerencia, armazena e oferece a opção de recuperação de dados espaciais (CÂMARA; QUEIROZ, 2001).

O conhecimento desses elementos é importante para que se possam entender os procedimentos utilizados na representação dos dados geográficos em ambiente computacional, possibilitando assim, a geração e extração de informações provenientes dos mesmos.

Nas análises espaciais, o geoprocessamento está relacionado à ideia de modelagem, pois tem por objetivo representar a realidade de forma simplificada, buscando respostas sobre correlações e comportamentos de variáveis ambientais, resultando “em ganho de conhecimento a respeito da realidade estudada” (MOURA, 2014, p. 46).

No planejamento urbano, o geoprocessamento consiste em um suporte tecnológico, “com o qual estudos, avaliações de impactos, monitoramentos da evolução de fenômenos, simulações e a representação cartográfica de unidades de manejo podem ganhar em agilidade e precisão” (SOUZA, 2010, p. 310).

Entre as possíveis aplicações do geoprocessamento no planejamento urbano, destacam-se: as plantas de valores, os cadastros técnicos, os zoneamentos, os levantamentos e análises da carência infraestrutural e situação fundiária e as avaliações de risco ambiental (desmoronamentos, deslizamentos e enchentes) (SOUZA, 2003).

Nas análises ambientais, pode-se utilizar o geoprocessamento em estudos de zoneamento ambiental, planos de manejo, delimitação de áreas de proteção legal, potencial turístico (XAVIER-DA-SILVA; ZAIDAN, 2012), fragilidade ambiental (ROSS, 1994; ROSS, 1995; SANTOS; ROSS, 2012; THOMAZINI, 2013), vulnerabilidade socioambiental (CREPANI *et. al.* 2001), mapeamento de risco a inundação (RESENDE; MARQUES; OLIVEIRA, 2017), gestão de recursos hídricos, transformações no uso da terra e nos mapeamentos geomorfológicos (MENDES; 2015; FRANZIN, 2017).

Nesta pesquisa, o geoprocessamento foi aplicado para analisar as transformações no uso da terra da cidade de Birigui causadas pela expansão urbana e os conflitos de uso derivados desse processo. Estudos sobre a temática desenvolvida nessa pesquisa têm sido realizados, tendo como instrumental metodológico o uso do geoprocessamento.

Rubira (2016) realizou uma análise multitemporal da expansão urbana de Maringá/PR relacionada com o aumento populacional do município, que influenciou a mudança da

paisagem das áreas verdes do espaço urbano. Para a análise multitemporal, o autor utilizou-se de fotografias aéreas para as décadas de 1970, 1980 e 1990 e imagens de satélite *QuickBird* para a década de 2000, e *World View*, para a década de 2010. A evolução populacional foi analisada através de dados dos censos demográficos promovidos pelo IBGE. A análise da evolução da malha urbana foi realizada com o uso de dados adquiridos na Prefeitura Municipal de Maringá, IBGE e referenciais metodológicos de estudos anteriormente realizados. Os dados foram manuseados nos *softwares CorelDRAW X5* e *ArcGIS 9.3*.

Bargos, Lago e Ferraz (2017), desenvolveram um estudo para uma microbacia no município de Lorena/SP, que objetivou mapear e classificar as formas de uso da terra em suas áreas de preservação permanente (APP). Para se atingir os resultados propostos, as autoras realizaram a delimitação da APP conforme o Código Florestal (BRASIL, 2012), e a classificação das formas de uso da terra nestas áreas, através de vetorização em tela das feições, no *software ArcGis 10.3*.

Vieira e Vieira (2018) desenvolveram um estudo sobre a expansão urbana no município de Cordeirópolis/SP. Para se atingir os objetivos propostos, os autores realizaram a classificação dos limites dos bairros por décadas, conforme informações do Plano Diretor Municipal do município e a vetorização manual do uso da terra, utilizando-se ortofotos digitais, no *software ArcGIS 10.3*, além de trabalhos de campo.

Martins e Matias (2019) desenvolveram uma pesquisa sobre a distribuição dos usos da terra urbana no município de Santos/SP. Para isto, os autores mapearam a distribuição dos principais tipos de atividades encontradas no município, através de técnicas de interpretação visual de fotografias aéreas e de técnicas geoestatísticas, com o emprego do estimador de densidade Kernel, no *software ArcGis 10.2*.

A seguir, apresenta-se a caracterização de Birigui/SP, destacando seus aspectos físicos, históricos, de desenvolvimento da cidade e socioeconômicos.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo, apresentam-se informações relativas à localização de Birigui/SP, bem como suas características físicas, seu contexto histórico e econômico e seus aspectos urbanos e populacionais.

3.1. Localização e caracterização fisiográfica

A área de estudo da pesquisa compreende o perímetro urbano do município de Birigui, que se localiza na região noroeste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas geográficas 21°13'52"S e 21°19'50"S, e 50°17'41"W e 50°23'05"W. Com uma extensão territorial de 55,8 km², a área encontra-se a 521 km da capital, integrando a Região Administrativa de Araçatuba (9ª Região Administrativa). O acesso a cidade pode ser realizado pelas rodovias Marechal Rondon (SP-300) e Engenheiro Gabriel Melhado Filho (SP-461) (BIRIGUI, 2018) (Figura 2).

O clima da área, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, ou seja, tropical úmido, com invernos secos (outono-inverno) e verões quentes e úmidos, com chuvas frequentes e intensas (primavera-verão). A temperatura do mês mais frio do ano é superior a 18°C, com máximas nos meses mais quentes do ano (cerca de 35°C) (Gráfico 1).

Durante a maior parte do ano, a massa de ar Tropical Atlântica possui forte atuação na cidade, sendo responsável pela estabilidade no inverno e instabilidade no verão. No verão, há a atuação intensa das massas de ar Tropical Continental e Equatorial, enquanto no inverno, predomina a atuação da massa de ar Polar Atlântica (GOMES, 2011; CEPAGRI, 2018).

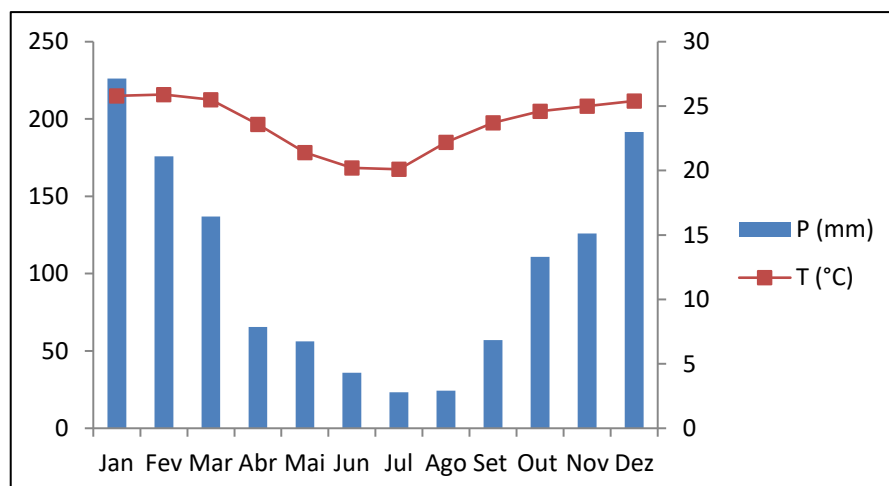


Gráfico 1 - Climograma - Birigui/SP. Fonte: Cepagri (2018). Organizado pela autora.

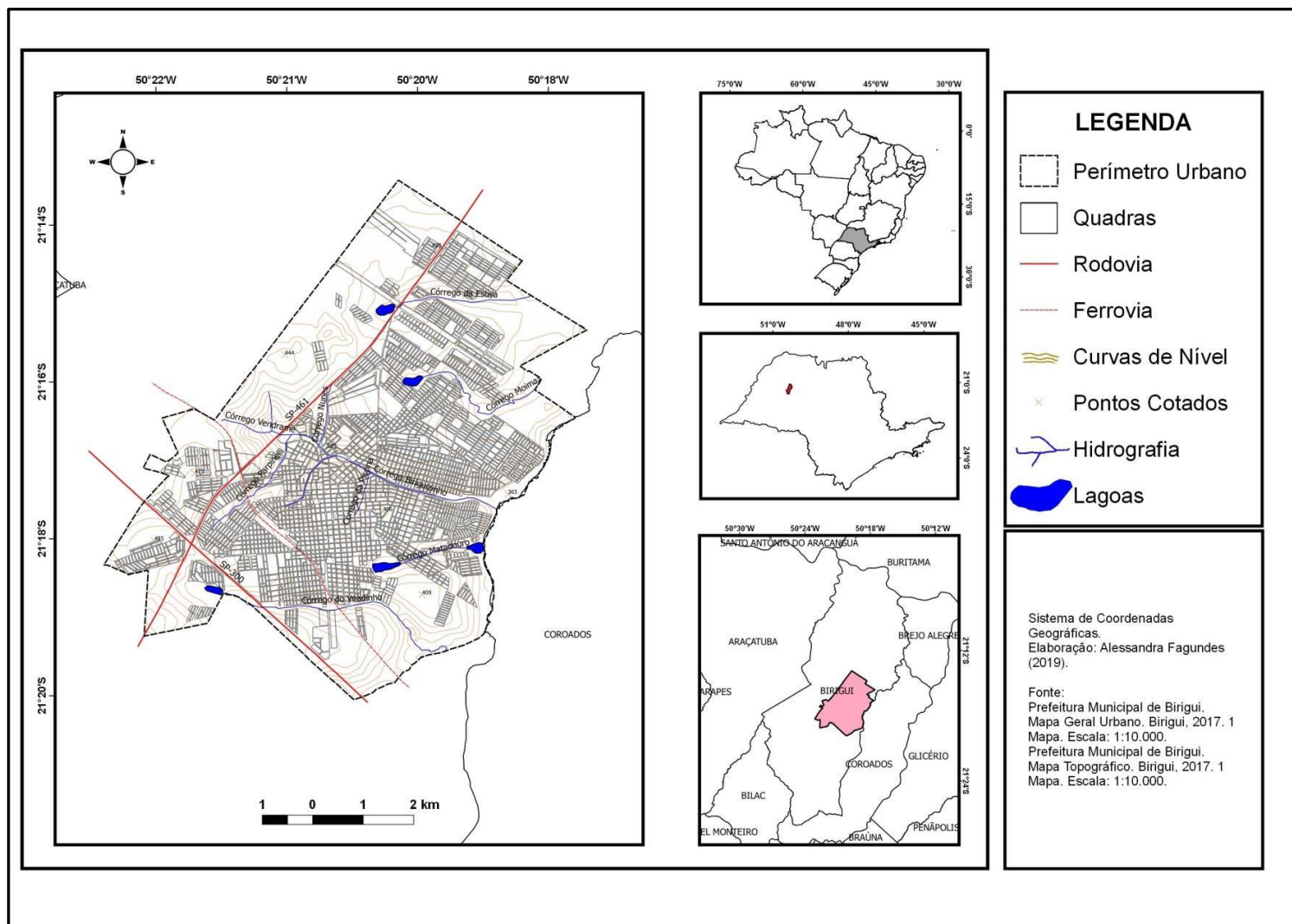


Figura 2 - Localização da área de estudo. Elaborado pela autora.

Quanto a litologia, a cidade se encontra em uma zona de transição entre duas formações da Bacia Bauru: Araçatuba e Vale do Rio do Peixe (Figura 3).

Segundo Batezelli *et. al.* (2003, p.11)

A Formação Araçatuba é uma unidade constituída por arenitos muito finos, siltosos e siltitos arenosos, de coloração cinza esverdeada, geralmente maciços, por vezes apresentando estratificações plano-paralelas e sutis estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte (até 40 cm de comprimento), características de ambiente lacustre. (BATEZELLI *et.al.*, 2003, p. 11).

Para Fernandes e Coimbra (2000), o ambiente deposicional da unidade é caracterizado como paludal, com águas salinas rasas e pouco agitadas, sujeitas a períodos de exposição, em área de caráter endorreico, baixa e alagadiça, de águas rasas e estagnadas, como um pântano, brejo ou charco, com a ocorrência de pequenos lobos deltaicos amalgamados e/ou de dunas eólicas baixas.

A Formação Vale do Rio do Peixe foi definida por Fernandes (1998) e corresponde a unidade de maior extensão aflorante da parte leste da Bacia Bauru. Faz parte da subdivisão da Formação Adamantina, proposta por Soares *et. al.* (1980). Como seção de referência, possui sedimentos aflorantes no km 87 da rodovia SP-457, entre as localidades de Rancharia e Iacri, no vale do Rio do Peixe.

A unidade é composta por estratos de espessura submétrica, de arenitos finos a muito finos, marrom-claro a alaranjado, intercalados com siltitos ou lamitos arenosos, de contatos pouco ou não erosivos. Tem estratificação cruzada tabular e acanalada de médio e pequeno porte (FERNANDES e COIMBRA, 2000).

O contexto deposicional consiste em depósitos essencialmente eólicos, acumulados em extensas áreas planas, na forma de lençóis de areia, com dunas baixas, alternados com depósitos de loesse. Os lamitos podem ter sido depositados em depressões, em corpos aquosos rasos e efêmeros, criados em período de elevação do lençol freático (FERNANDES e COIMBRA, 2000).

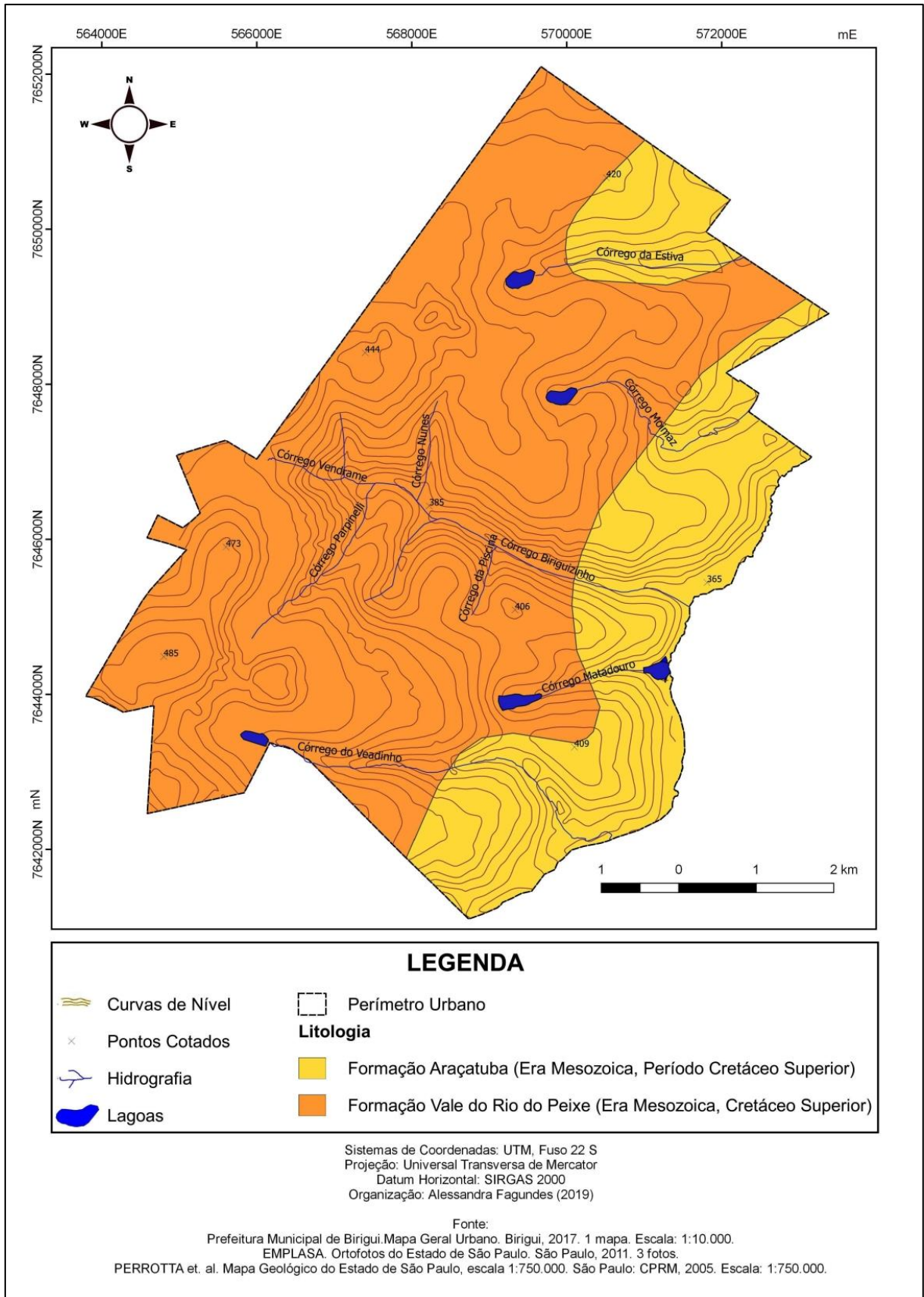


Figura 3 - Geologia - perímetro urbano de Birigui/SP. Fonte: PERROTTA *et. al.* (2005). Organizado pela autora.

Quanto aos solos, a área urbana tem predominância de Latossolos Vermelho-Amarelo, de textura média; são profundos, bem drenados e com baixa fertilidade. Essa variação é característica da região do Planalto Ocidental, sendo desenvolvidos a partir de arenitos, localizando-se em regiões de relevo suavizados, com declividades variando de 0% a 20%. Esses solos apresentam elevada permeabilidade, baixa retenção de água e baixa coesão, podendo ter estresse hídrico nos períodos de estiagem e maior susceptibilidade a erosão nos períodos chuvosos. Quimicamente, são solos ácidos e com baixa retenção de cátions (OLIVEIRA, *et. al.*, 1999).

Em relação ao relevo, a cidade de Birigui se localiza no Planalto Ocidental Paulista, unidade morfoescultural pertencente à Bacia Sedimentar do Paraná. O relevo é suavemente ondulado, com predomínio de colinas amplas e baixas, com topos aplainados e vertentes convexas, com altitudes que variam de 370 a 485 m (Figura 4), e declives em torno de 0% a 15 % (ROSS; MOROZ, 1996; GOMES, 2011).

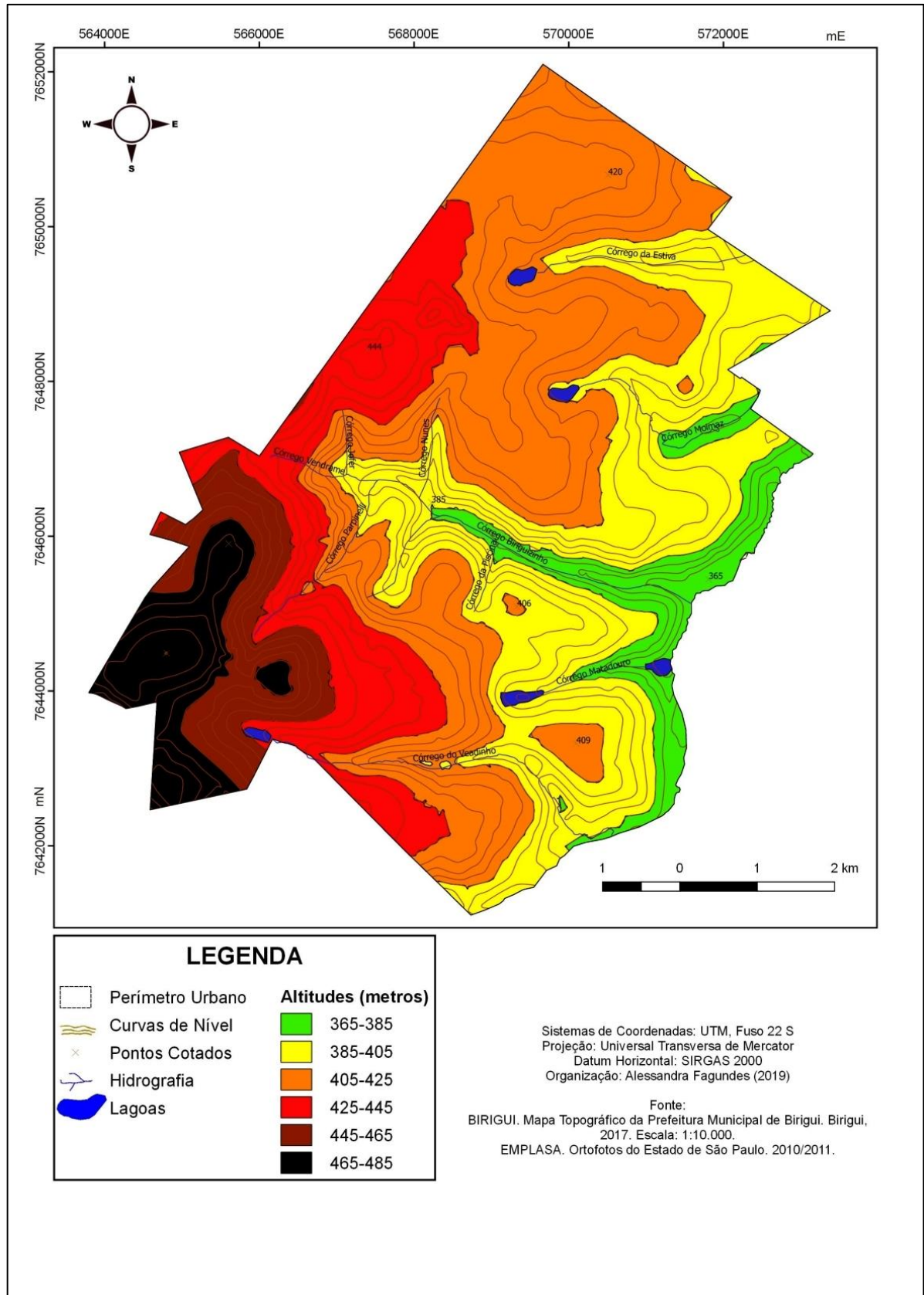


Figura 4 - Hipsometria – perímetro urbano de Birigui/SP. Organizado pela autora.

A cidade faz parte da bacia hidrográfica do rio Tietê, que integra o complexo hidrográfico do rio Paraná. A rede hidrográfica é composta por rios perenes, com canais retilíneos, (em alguns trechos, sinuosos), apresentando padrão dendrítico (GOMES, 2011). A área urbana contempla 5 bacias hidrográficas: bacia do córrego Biriguzinho, bacia do córrego Matadouro, bacia do córrego do Veadinho, bacia do córrego Moimaz e bacia do córrego da Estiva.

Quanto à vegetação, a cidade se encontra em uma área de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado. Porém, devido à expansão da ocupação do século XIX e o desenvolvimento da agricultura, a vegetação atual se resume a alguns fragmentos de Mata Atlântica e matas ciliares (GOMES, 2011).

3.2. Histórico de ocupação e desenvolvimento econômico de Birigui/SP

O nome “Birigui” deriva-se de “mberú-gui”, que significa mosca que sempre vem. Sendo originário da língua indígena tupi-guarani, adveio da abundância na região do mosquito birigui (*lutzomyia longipalpis*), da família dos flebotomíneos. (RAMOS, 1961; BIRIGUI, 2018).

O município teve sua origem a partir da construção da Estrada de Ferro Noroeste. No início, era apenas uma chave na clareira, situada entre os quilômetros 259 e 261, denominada “Chave de Birigui”. A partir de dezembro de 1908, passou a ser ponto de parada de locomotivas e em 7 de dezembro de 1911, Nicolau da Silva Nunes (1880-1969) fundou o povoado, no quilômetro 261 da estrada de ferro (RAMOS, 1961; BIRIGUI, 2018).

Nicolau da Silva Nunes nasceu em 30 de outubro de 1880, na aldeia de Silves, distrito de Vila Real, Conselho de Peso da Régua, freguesia de Moura Morta, província de Trás-os-Montes, Portugal. Chegou ao Brasil em 1892, na cidade de Rio de Janeiro, onde trabalhou com o tio em atividades comerciais por oito anos. Em 1896, mudou-se do Rio de Janeiro, indo inicialmente a Bahia, passando por Minas Gerais e chegando a São Paulo anos depois, passando a residir em Sales Oliveira (esse município faz parte da região metropolitana de Ribeirão Preto), dedicando-se à lavoura e ao comércio (RAMOS, 1961; CUNHA, 1997).

Em 1911, após a leitura de um artigo no jornal “O Estado de São Paulo” sobre uma viagem ao Mato Grosso, Nicolau migrou pra a região, adquirindo 400 alqueires de terras na “Chave de Birigui”, devido a sua “exuberância e fertilidade”. A compra foi realizada em Penápolis, por 10 contos de réis, no dia 12 de novembro de 1911. No dia 7 de dezembro de 1911, Nicolau e sua família, juntamente com Francisco Galindo de Castro, Francisco Romero

e Manoel Ignácio, chegam a Chave, dando origem ao vilarejo. No início, devido aos ataques dos índios Caingangues (ou Coroados), passaram a morar em dois vagões emprestados pela Companhia de Trem (RAMOS, 1961; CUNHA, 1997) (Figura 5).



Figura 5 - Vagões que abrigaram os primeiros moradores de Birigui
Fonte: Acervo Museu Histórico "Dr. Renato Cordeiro", s/d.

A primeira casa construída no local era constituída de pau-a-pique, e localizava-se na confluência das atuais ruas Silvares e Fundadores (Figura 6). Em 1912, havia no local de 30 a 40 casas de pau-a-pique. Neste mesmo ano, Manuel Bento da Cruz funda a companhia de Terras, Madeira e Colonização, tendo como desbravadores Roberto Clark e James Mellor (RAMOS, 1961; CUNHA, 1997, BIRIGUI, 2018).



Figura 6 - Primeira casa construída em Birigui.
Fonte: Acervo Museu Histórico "Dr. Renato Cordeiro", s/d.

Em 10 de novembro de 1914, com 200 casas e mais de 1.000 pessoas residentes, o vilarejo foi elevado à categoria de Distrito de Penápolis (Figura 7). Os imigrantes, provenientes de outras regiões do Estado de São Paulo, que chegaram à região desenvolviam atividades agrícolas, principalmente relacionadas à cultura cafeeira. Estas atividades possibilitaram a emancipação do vilarejo, elevando-o a categoria de município em 8 de dezembro de 1921, dez anos após a sua fundação. Com o declínio da cultura cafeeira, houve uma diversificação das atividades econômicas, com destaque para a produção de algodão e a criação de gado. (RAMOS, 1961; GOMES, 2011; BIRIGUI, 2018).



Figura 7 – Cidade de Birigui – 1914. Fonte: Acervo Museu Histórico "Dr. Renato Cordeiro".

A partir da segunda metade do século XX, a modernização agrícola e o avanço do processo de industrialização ganharam destaque no município. No meio agrário, a produção de café, algodão e amendoim, que sustentavam a economia do município até a década de 1960, foram substituídas por novas culturas, como a soja, o milho e o sorgo, nas pequenas e médias propriedades, e pela criação de gado, nas grandes propriedades. (GOMES, 2011; SUGUIMOTO, 2011).

A partir da década de 1980, a cultura da cana-de-açúcar foi inserida no município por meio do Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), durante os anos de 1975 a 1979, com o surgimento do Programa Nacional do Álcool (Proálcool – 1975), e do plano estadual (Pró-Oeste-1980) (SUGUIMOTO, 2011). Atualmente, a cultura canavieira corresponde a principal atividade agrícola do município.

Quanto à industrialização, Rizzo (2004) considera que em Birigui essa atividade se iniciou na década de 1940, com a instalação de empresas voltadas à agricultura, como a

Anderson Clayton e a Birigui Óleo (Biol), que atuavam no setor de óleo bruto de algodão e amendoim. Além dessas empresas, surgiram fábricas de pequeno porte, relativas ao setor moveleiro.

Na década de 1940, ocorreu a instalação de duas sapatarias voltadas à produção de botas, botinas e sapatões: a Selaria e Sapataria Noroeste, instalada em 1941, de propriedade da Família Tokunaga, e a Indústria de Calçados Biriguiense, instalada em 1947, de propriedade do imigrante turco Avak Bedouian. Vale salientar, que o Sr. Avak trabalhou em fábricas de calçado na cidade de São Paulo, migrando para Birigui após um convite dos sogros, que já moravam no município (RIZZO, 2004; CICERO, 2011).

No ano de 1958, foi instalada a primeira fábrica de calçados infantis, a “Ramos e Assumpção”, que tinham como proprietários os irmãos Antônio e Francisco Ramos de Assumpção, de descendência portuguesa, originários da zona rural do município. Após adquirirem conhecimentos na produção de calçados infantis na cidade de São Paulo, perceberam que em Birigui não havia muitas fábricas especializadas neste seguimento. Desta forma, retornaram a Birigui e montaram a primeira fábrica (RIZZO, 2004).

Na década de 1960, foram criadas 8 novas empresas de calçados infantis em Birigui, com destaque para a “Indústria de Calçados Bical” e a “Indústria de Calçados Rassum (Rahal e Assumpção)”, a qual tornou-se a “Kiuty Indústria e Comércio de Calçados” nos anos 1980 (RIZZO, 2004).

Na década de 1970, a indústria de calçado infantil se desenvolveu, tendo como resultados o elevado número de empresas instaladas e o aumento da produção, que atingiu oito milhões de pares em 1978. Em 1971, uma publicação do “Jornal Exclusivo”, da cidade de Novo Hamburgo, no Estado do Rio Grande do Sul, divulgou o potencial do município e o intitulou como a “Capital Nacional do Calçado Infantil” (SOUZA; BARBOSA, 2009). Neste período, se iniciou a formação de mão de obra especializada para a inserção internacional do calçado infantil biriguiense.

A década de 1980 consolidou a indústria calçadista no município. O setor vivenciou, segundo Souza e Barbosa (2009), um extraordinário crescimento industrial, alimentado pelo “boom” da formação de novas empresas. Neste período, o município era responsável pela produção de 73% dos calçados infantis do Estado de São Paulo e 30% dos calçados produzidos no Brasil, chegando a uma produção de 25 milhões de pares anuais.

Os anos 1990 foram marcados por crise, pela reestruturação e modernização do setor calçadista biriguiense. Muitas empresas que se instalaram nas décadas de 1960, 1970 e 1980, encerraram as suas atividades nos anos 1990. Outras se fortaleceram e buscaram se

modernizar para se tornarem competitivas frente ao cenário de abertura econômica e aumento da concorrência internacional, através da busca da qualidade do produto e da incorporação de tecnologia nos processos produtivos (SOUZA; BARBOSA, 2009).

Nos anos 2000, o polo calçadista retomou seu crescimento, que foi parcialmente interrompido na década de 1990. Ocorreu um aumento das exportações, no número de empregados e na produção, que atingiu 60 milhões de pares em 2008. Vale salientar, que em 2006, as empresas criaram o Arranjo Produtivo Local (APL) de calçados, buscando fortalecer a competitividade das empresas do setor (SOUZA; BARBOSA, 2009).

Em 2018, de acordo o Sindicato das Indústrias do Calçado e Vestuário de Birigui (SINBI) havia no município aproximadamente 350 empresas do setor calçadista, responsáveis pela geração de 13.000 empregos diretos e uma produção de 42 milhões de pares de calçados, com faturamento total anual na casa dos R\$ 1,37 bilhões.

3.3. Aspectos socioeconômicos

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Prefeitura Municipal e da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Fundação SEADE), em 2019 a população estimada de Birigui era de 123.638 habitantes, com uma densidade demográfica de 226,66 hab./km² (o município possui 530 km²) e uma densidade populacional urbana de 447 hab./km².

A tabela 1 apresenta a evolução populacional do município de Birigui entre os anos de 1970 e 2019.

Tabela 1 - Evolução da População Absoluta e das Taxas Anuais de Crescimento - total e urbano - Birigui/SP - 1970-2019

| Ano | População Total | Taxa de Crescimento da População Total (% a.a.) | População Urbana | População Urbana (%) | Taxa de Crescimento da População Urbana (% a.a.) |
|------|-----------------|---|------------------|----------------------|--|
| 1970 | 34.976 | - | 27.185 | 77,72% | - |
| 1980 | 50.893 | 3,82% | 45.326 | 89,06% | 5,25% |
| 1990 | 75.125 | 3,97% | 70.567 | 93,93% | 4,53% |
| 2000 | 94.300 | 2,30% | 91.018 | 96,52% | 2,58% |
| 2010 | 108.728 | 1,43% | 105.487 | 97,02% | 1,49% |
| 2019 | 123.638 | 1,44% | 120.766 | 97,68% | 1,51% |

Elaborado pela autora.

O gráfico 2 apresenta a taxa de crescimento populacional total, urbano e rural do município de Birigui, entre as décadas de 1970 a 2019.

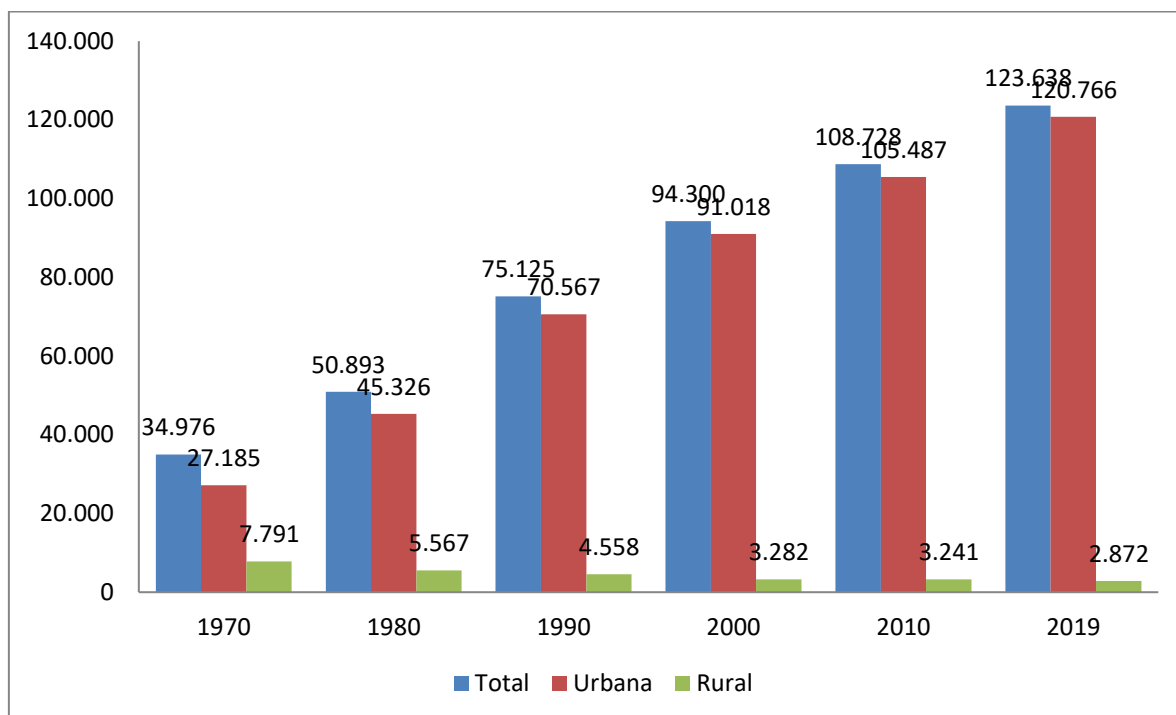


Gráfico 2 - Evolução Populacional (1970-2019). Fonte: IBGE (2019). Org: Alessandra Fagundes.

De acordo com os dados da tabela 1 e do gráfico 2, entre os anos de 1970 e 2019, o município apresentou crescimento populacional médio de 2,5% ao ano, especialmente nas décadas de 1980 (3,82%) e 1990 (3,97%), que também apresentaram as maiores taxas de crescimento urbano (5,25% e 4,53%, respectivamente). Em 1970, o município possuía 34.976 habitantes, dos quais 27.185 residiam na área urbana (77,72%). Em 2019, a população total do município era de 123.638 pessoas, sendo que deste total, 120.766 habitantes residiam na área urbana do município, ou seja, 97,68% da população total.

A tabela 2 e o gráfico 3 apresentam um comparativo do crescimento populacional de Birigui em relação ao Brasil e ao Estado de São Paulo.

Tabela 2 - Evolução da População e das Taxas Anuais de Crescimento Populacional:
Brasil, Estado de São Paulo e Birigui - 1970-2019

| População | | | |
|-----------------------------|-------------|---------------------|---------|
| Censos | Brasil | Estado de São Paulo | Birigui |
| 1970 | 94.508.583 | 17.958.693 | 34.976 |
| 1980 | 121.150.573 | 25.375.199 | 50.893 |
| 1991 | 146.917.459 | 31.546.473 | 75.125 |
| 2000 | 169.590.693 | 36.969.476 | 94.300 |
| 2010 | 190.755.799 | 41.262.199 | 108.728 |
| 2019 | 210.147.125 | 45.919.049 | 123.638 |
| Taxas de Crescimento | | | |
| 1970/1980 | 2,51% | 3,52% | 3,82% |
| 1980/1990 | 1,95% | 2,20% | 3,97% |
| 1990/2000 | 1,45% | 1,60% | 2,30% |
| 2000/2010 | 1,18% | 1,10% | 1,43% |
| 2010/2019 | 1,08% | 1,20% | 1,44% |

Fonte: IBGE. Organizado pela autora.

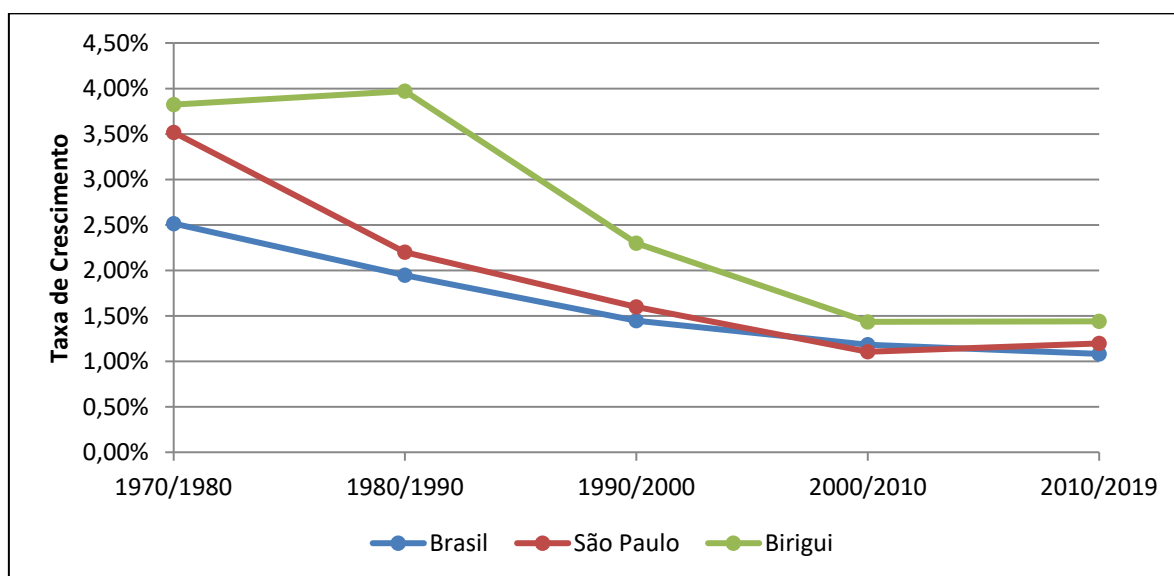


Gráfico 3 - Evolução das Taxas Anuais de Crescimento Populacional: Brasil, Estado de São Paulo e Birigui - 1970-2019. Elaborado pela autora.

Observa-se que a taxa do crescimento populacional de Birigui para o período são superiores ao crescimento observado no Brasil e no Estado de São Paulo. Convém destacar o crescimento expressivo ocorrido entre os anos de 1980 a 1990, de quase 4%. Considera-se que o aumento da população neste período foi ocasionado pela consolidação da atividade calçadista no município. Conforme Souza (2009), nesse período, houve a criação de 171 novas empresas e o emprego de aproximadamente 9.000 trabalhadores.

Quanto aos dados de natalidade e mortalidade, Birigui apresentou em 2017 taxa de natalidade de 12,69 por mil, e a de mortalidade infantil, de 14,05 por mil. A taxa de mortalidade na infância foi de 17,39 por mil. O município apresenta uma taxa de mortalidade da população de 15 a 34 anos de 86,34 (por cem mil habitantes nesta faixa etária), e da população de 60 anos ou mais de 3.549,96 (por cem mil habitantes nesta faixa etária) (SEADE, 2019).

Em relação às condições de vida do município, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de Birigui foi de 0,780 em 2010, sendo considerado alto, pois a média do Estado de São Paulo é de 0,783. O IDHM sintetiza três aspectos do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano do município.

Segundo dados do Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, elaborado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e pela Fundação João Pinheiro (FJP), as dimensões que mais contribuíram para o IDHM do município foi longevidade, com índice de 0,869, seguida de renda (0,743), e de educação (0,734) (PNUD, 2014; SEADE, 2018). Em 2014, Birigui ocupava a 128ª posição entre 5.565 municípios brasileiros (atualmente, o Brasil possui 5.570 municípios) e a 66ª posição entre os 645 municípios paulistas.

No que se refere às pessoas ocupadas, em 2017, o município abrangia 37.831 pessoas (31,3% da população), com renda média mensal de 2,0 salários mínimos (o salário mínimo vigente no período era de R\$937,00). (IBGE, 2019).

Os dados sobre educação mostram que em 2010, 62,97% da população de 18 a 24 anos possuía pelo menos o ensino médio completo; a taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais era de 4,50% e a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade era de 98%. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) para os anos iniciais do ensino fundamental da rede pública era de 7,3, sendo o 132º do país, e o 40º do Estado de São Paulo; para os anos finais do ensino fundamental da rede pública era de 5,7, sendo o 162º do país, e o 52º do Estado. (IBGE, 2019; SEADE, 2019).

Quanto à economia, o município foi responsável por 0,06% na participação das exportações do Estado em 2017. Em 2015, a agropecuária teve participação de 2,20% no total do valor adicionado, a indústria, 28,68% e os serviços, 69,13%. O Produto Interno Bruto (PIB) do município foi de R\$ 3.274.072,24, em 2016, o que gerou uma participação de 0,16% no PIB do Estado de São Paulo e um PIB *per capita* de R\$27.389,84. (IBGE, 2019; SEADE, 2019).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa, tomou-se por base a proposta metodológica de Moura (2014), de aplicação do geoprocessamento em análise espacial urbana, com adaptações para a cidade de Birigui/SP. Desse modo, o roteiro metodológico seguiu três etapas de trabalho: a) “Definição dos objetivos e aplicações no uso do sistema de análise apoiada por geoprocessamento”; b) “Organização da base de dados alfanumérica e cartográfica, para organização do Banco de Dados do SIG”; c) “Uso do SIG nas análises ambientais urbanas” (MOURA, 2014, p. 55 e 56).

Os procedimentos relativos à organização dos dados cartográficos, vetorização e geoprocessamento, foram realizados no SIG QGIS, versão 2.18.18 (Las Palmas). Os produtos gerados foram georreferenciados no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), *Datum* SIRGAS 2000, fuso 22S. A escala adotada nesta pesquisa foi a de 1:10.000, comumente adotada para estudos urbanos.

Na sequência, estão detalhadas as etapas executadas no trabalho, com as devidas adaptações.

4.1. Objetivos e aplicações do sistema de análise apoiada por geoprocessamento

Nesta etapa, devem-se definir as questões de interesse a serem respondidas pela análise por geoprocessamento. Assim, nesta pesquisa buscou-se responder as seguintes perguntas:

- Quais foram as mudanças no uso da terra observadas entre os anos de 1962 a 2019, na área que compreendia o perímetro urbano em 2019?
- Como se comportou a direção da expansão urbana em Birigui, no período de 1962 a 2019?
- As legislações ambientais e urbanísticas têm sido cumpridas? Quais conflitos de uso têm sido observados?

4.2. Organização da base de dados para montagem do SIG

Desenvolveu-se esta etapa através das seguintes fases:

- Levantamento bibliográfico e construção da base cartográfica: levantamento dos referenciais teóricos e metodológicos e organização dos dados cartográficos coletados em campo e em instituições; geração do modelo digital de elevação (MDE) e realização de análises para a compreensão da morfologia da cidade, como declividade e hipsometria.
- Trabalho de campo: realizado para a atualização das informações de uso e ocupação da terra e a calibração de resultados obtidos nos processamentos.
- Espacialização dos dados em mapas temáticos: organização dos dados de uso e ocupação da terra, expansão urbana e conflito de uso em Área de Preservação Permanente (APP).
- Conversão de escalas de medição: organização dos dados coletados em aspectos ordinais, como por exemplo, nas classes de declividade, ou nominais, como as informações de uso e ocupação da terra.

4.2.1. *Levantamento bibliográfico e construção da base cartográfica*

O objetivo do levantamento bibliográfico foi o aprofundamento na temática, o conhecimento das pesquisas que foram desenvolvidas sobre o município de Birigui, os referenciais teóricos e metodológicos e a legislação urbana e ambiental, nas esferas federal, estadual e municipal. Realizou-se esta etapa durante todo o desenvolvimento da pesquisa.

Organizou-se a base cartográfica a partir do Mapa Topográfico e do Mapa Geral Urbano da cidade de Birigui, em formato .dwg, ambos na escala original de 1:10.000, de 2017, disponibilizados pela Secretaria de Cadastro Urbano da Prefeitura Municipal, além de uma imagem orbital SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), adaptada e disponibilizada pelo projeto TOPODATA, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), de 2008, com resolução espacial de 30 x 30 m, conforme os procedimentos descritos a seguir:

1 – Conversão de formato dos arquivos (.DWG para .DXF): Os arquivos vetoriais originais encontravam-se na extensão .DWG; assim, para a inserção dessas informações no QGIS, os arquivos foram salvos inicialmente na extensão .DXF, com o auxílio do *software* AutoCAD 2013. Após este procedimento, efetuou-se a importação do arquivo no QGIS (*Projeto, DWG/DXF Import*) e a separação das camadas vetoriais (*Vetor, Gerenciar dados, Dividir uma camada vetorial*). Realizou-se esse procedimento para as seguintes camadas: cotas altimétricas dos levantamentos topográficos, quadras, limites dos bairros, perímetro urbano, ferrovia e rodovia.

2 – Importação de valores de elevação na imagem Topodata para um arquivo vetorial: esses pontos foram obtidos com o objetivo de complementar a base topográfica da Prefeitura para a área externa ao perímetro urbano, necessária para a elaboração do modelo digital de elevação (MDE) e demais produtos derivados, como o mapa de declividade e o mapa hipsométrico.

Inicialmente, definiu-se a projeção da imagem Topodata para o *datum* SIRGAS 2000. Após, efetuou-se o recorte da imagem para os limites do município. Em seguida, criou-se um arquivo vetorial (*shapefile*) com a geometria de pontos, para que fosse possível a coleta dos mesmos na imagem (*Camada, Criar nova camada, Shapefile*).

Os pontos foram adquiridos na imagem, através de procedimentos manuais de vetorização. Após este procedimento, fez-se a transferência dos valores de elevação da imagem para os pontos coletados através do plugin “*Point Sampling Tool*”, disponível em *Complementos, Gerenciar e Instalar Complementos*.

3 – Elaboração do Modelo Digital de Elevação: processamento dos arquivos correspondentes às cotas dos levantamentos realizados pela prefeitura e dos pontos com os valores de elevação importados da imagem Topodata (*Raster, Interpolação, Interpolação*). Em Interpolação, escolheram-se as camadas vetoriais e inseriram-se os atributos de interpolação referentes à altitude. Utilizou-se o método de interpolação “Interpolação Triangular (TIN)”, com células no tamanho de 10 x 10 *pixels*.

4 – Extração das curvas de nível: Após a geração do MDE, realizou-se a extração das curvas de nível (*Raster, Extrair, Contorno*). Em Contorno, escolheu-se o arquivo de entrada raster, o arquivo de saída para as linhas criadas e a equidistância entre as curvas (5 metros). Após o processamento, efetuou-se o procedimento de edição do arquivo, buscando-se identificar imperfeições, como linhas quebradas, cruzamentos entre duas linhas, valores incorretos, que pudessem levar a erros nos processamentos futuros.

4.2.2. Carta de declividade

A elaboração da carta de declividade (ou clinográfica) baseou-se na proposta de De Biasi (1970, 1992), sendo elaborada em meio digital, a partir das curvas de nível e dos pontos cotados da base cartográfica. Essa carta tem como objetivo quantificar a inclinação ou o declive do terreno (CUNHA, 2001). Esse documento cartográfico é importante para se avaliar as áreas mais adequadas para o uso e ocupação da terra nas cidades, além de ser utilizado também como fator restritivo nas leis ambientais.

A proposta de De Biasi (1992) baseia-se na análise da equidistância das curvas de nível e do espaçamento entre as mesmas. Os dados podem ser obtidos, em porcentagem, através da seguinte fórmula:

$$D = N / E \times 100$$

Onde,

D= declividade (em porcentagem);

N= equidistância das curvas de nível (desnível altimétrico);

E= espaçamento entre as curvas de nível (distância horizontal).

Os parâmetros utilizados para a elaboração das classes de declividade foram estabelecidos a partir das diretrizes legais empregadas como critérios de planejamento. Essas foram agrupadas conforme o disposto na Lei Federal nº 6.766, de 19/12/1979 (Lei Lehmann – Parcelamento do Solo) (BRASIL, 1979) e na Lei Complementar nº 37, de 04/08/2011, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano de Birigui/SP (BIRIGUI, 2011).

Conforme a Lei Lehmann, em seu artigo 3º, parágrafo único:

Art. 3º Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo plano diretor ou aprovadas por lei municipal.

Parágrafo único – Não será permitido o parcelamento do solo:

I – em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes; (BRASIL, 1979).

A Lei Complementar nº37/2011, em seu artigo 3º, §5º nos mostra que




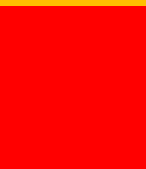

Nenhum parcelamento do solo será permitido em terrenos baixos, alagadiços e sujeitos à inundações, antes de tomadas, pelo requerente, as providências necessárias para assegurar-lhe o escoamento das águas; as obras necessárias para tal fim, poderão ser projetadas, quando for o caso, juntamente com as vias de circulação a serem abertas. (...). Do mesmo modo, não será permitido o parcelamento de terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas as exigências específicas das autoridades competentes (BIRIGUI, 2011).

Santos e Ross (2012), ao apresentarem uma proposta de classificação da declividade para áreas urbanas, reforçam a importância de se considerar as características específicas da área analisada. Vale salientar, que para a análise da fragilidade ambiental em ambientes agrícolas, Ross (1994) propôs as seguintes classes de declividade: 0 a 6%, 6,1 a 12%, 12,1 a

20%, 20,1 a 30% e maior que 30%. A partir dessas classes de referência, Santos e Ross (2012) propuseram uma adaptação para a análise da fragilidade ambiental em áreas urbanas, definindo os seguintes limites: 0 a 3%; 3,1 a 8%; 8,1 a 13%, 13,1 a 20% e maior que 20%.

No caso de Birigui, a área urbana possui declives mínimos menores que 2%, e máximos em torno de 14%. Portanto, partindo-se do conhecimento das características da área de estudo, da legislação, e dos pressupostos de Santos e Ross (2012), realizou-se a seguinte proposta para a representação da declividade, conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros para a elaboração das classes de declividade

| Classe de Declividade | Cor | Parâmetros |
|-----------------------|---|---|
| < 2% |  | Áreas susceptíveis a inundação: urbanização deve ser realizada de forma restritiva (BRASIL, 1979; BIRIGUI, 2011). |
| 2,1% - 5% |  | É possível a urbanização, com baixa restrição quanto às possibilidades de inundação. |
| 5,1% - 8% |  | Urbanização permitida, conforme legislação (BRASIL, 1979, BIRIGUI, 2011). |
| 8,1% - 12 |  | Urbanização permitida, conforme legislação (BRASIL, 1979, BIRIGUI, 2011). |
| >12% |  | Urbanização permitida, conforme legislação (BRASIL, 1979, BIRIGUI, 2011). |

Fonte: Elaborado e organizado pela autora.

Dessa forma, elaborou-se a carta de declividade a partir do MDE, através da opção *Processar, Caixa de Ferramentas, GDAL/OGR, [GDAL] Análises, Declividades*. Após, efetuou-se a correção dos erros advindos do processamento, como cruzamento de classes e falhas oriundas dos processos de interpolação. Para isso, converteu-se o arquivo resultante, que se encontrava em formato raster, para o formato vetorial. Uma amostra do procedimento pode ser conferida na figura 8.

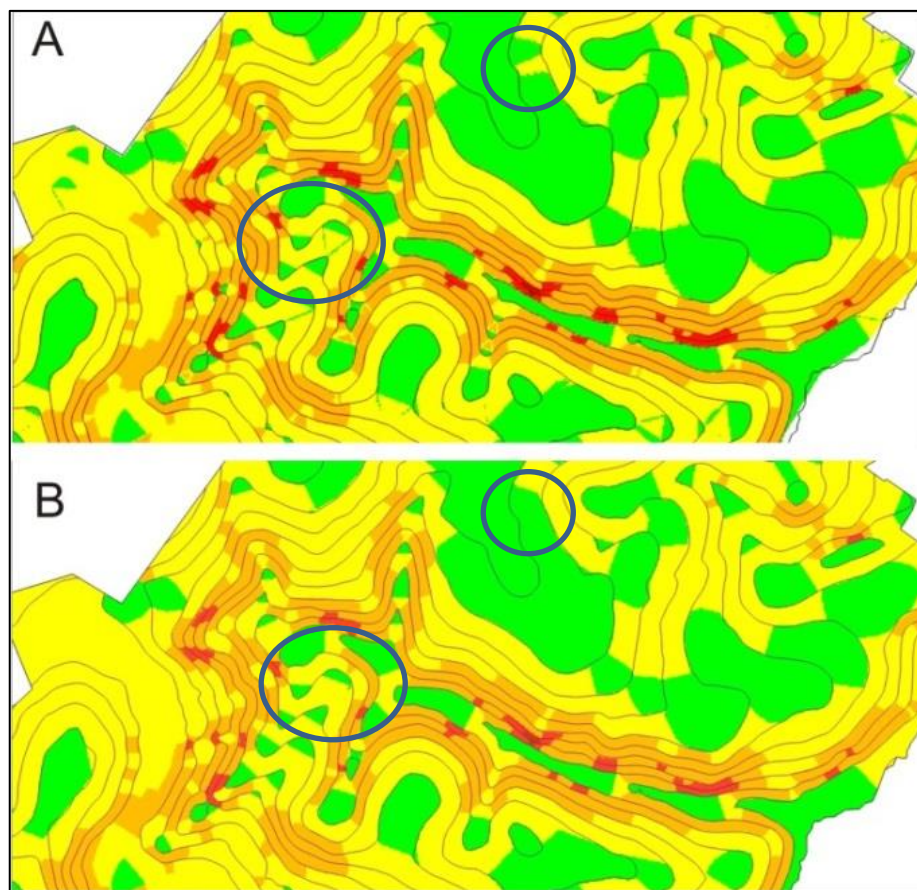


Figura 8 - Correção do mapa de declividade
A – Declividade gerada sem correções. B – Declividade gerada com correções. Org: a autora.

4.2.3. Tratamento das imagens aerofotogramétricas

Nesta etapa, realizou-se o georreferenciamento de sete imagens aerofotogramétricas digitalizadas, na escala de 1:25.000, para o ano de 1962, da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, disponibilizadas pelo Laboratório de Aerofotogrametria e Sensoriamento Remoto da Universidade de São Paulo (LASERE-USP).

A coleta dos pontos de controle foi efetuada com base num mosaico semi-controlado, com a identificação de cinco pontos de controle em três ortofotos digitais, na escala original de 1:25.000 e com resolução aproximada de 1 metro, para o ano de 2010, disponibilizadas pela Empresa Paulista de Mapeamento Metropolitano S.A. (EMPLASA) (Figura 9).

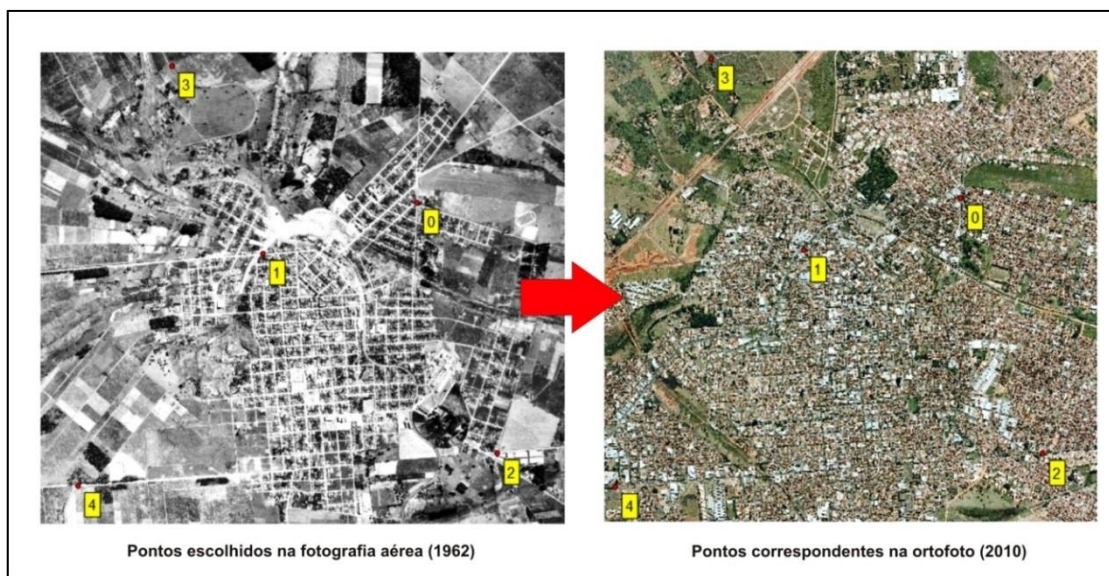


Figura 9 - Processo de georreferenciamento. Organizado pela autora.

Realizou-se o procedimento no ambiente do software QGIS, através do comando *Raster, Georreferenciador, Georreferenciar*. Utilizou-se como tipo de transformação o método “polinomial de primeira ordem”, e como método de reamostragem, o “vizinho mais próximo”.

A transformação polinomial de primeira ordem “é o método de correção geométrica linear que permite o escalonamento, rotação e translação/distorção do arquivo *raster* a ser trabalhado, preservando a colinearidade” (LADIWIG; SILVEIRA; MEDEIROS, 2015, p. 321).

O método de reamostragem “vizinho mais próximo utiliza o valor mais próximo do centro do pixel antigo, para o valor central do novo pixel”, mantendo os valores inalterados, característica importante para o processamento e a classificação da imagem (LADIWIG; SILVEIRA; MEDEIROS, 2015, p. 319).

4.2.4. Trabalhos de campo

O trabalho de campo é um instrumento de trabalho importante para a ciência geográfica, pois promove o contato do pesquisador com a área de estudo, possibilitando, assim, o conhecimento da realidade, a validação dos mapeamentos e a resolução de dúvidas.

Durante a pesquisa, realizaram-se quatro trabalhos de campo, conforme descritos no quadro 1.

| OBJETIVO | DATA |
|---|--------------------|
| Aquisição, junto à Prefeitura Municipal, dos documentos anexos do Plano Diretor Municipal, de 2006. | Março/2017 |
| Reconhecimento da área de estudo. | 31/07 e 01/08/2017 |
| Verificação de mapeamento de uso da terra e registros fotográficos. | 10 a 12/01/2018 |
| Verificação de mapeamentos e registros fotográficos. | 02 e 03/08/2019 |

Quadro 1 - Trabalhos de campo. Org: A autora.

4.2.5. Cartas de uso e ocupação da terra

As cartas de uso e ocupação da terra foram elaboradas através da fotointerpretação de imagens aerofotogramétricas e orbitais e por mapeamento manual das classes temáticas, para os cenários de 1962, 2010 e 2019. Para o cenário de 1962, utilizou-se o mosaico semi-controlado de fotografias aéreas. Para o cenário de 2010, utilizaram-se as três ortofotos digitais, disponibilizadas pela EMPLASA. Para o cenário de 2019, utilizou-se de imagens disponibilizadas pela plataforma Google Earth[®], para a atualização do mapeamento de uso e ocupação da terra do ano de 2010, e da expansão urbana, com reambulação em campo.

Para a definição dos elementos de interpretação, tomou-se por base a proposta de Florenzano (2011): tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização.

A **tonalidade** é um elemento usado para interpretar fotografias ou imagens em preto e branco e está relacionada às variações da energia refletida pela superfície imageada. Quanto mais energia o objeto refletir, mais sua representação estará tendendo ao branco, e quanto mais energia absorver, mais sua representação estará tendendo ao preto. (FLORENZANO, 2011).

A **cor** é um elemento usado para interpretar fotografias ou imagens coloridas, onde as variações de energia refletida são representadas por diferentes cores. A cor do objeto vai depender da quantidade de energia que ele reflete, da mistura entre as cores e da cor que for associada a imagem original em preto e branco. Esse elemento torna o processo de interpretação de imagens mais fácil, pois o olho humano distingue cem vezes mais cores do que tons de cinza (FLORENZANO, 2011).

A **textura** refere-se ao aspecto liso (e uniforme) ou rugoso dos objetos em uma imagem. Essa contém informações quanto às variações dos níveis de cinza/cor em uma imagem. A textura é um elemento muito importante na interpretação de formas de relevo (quanto mais liso, relevo plano, e mais rugoso, relevo acidentado) e na identificação da

cobertura vegetal (áreas de mata são mais rugosas do que uma área de cultura agrícola). (FLORENZANO, 2011).

O **tamanho** é uma função da escala de uma fotografia ou imagem e é relativo aos objetos na imagem, sendo importante na identificação de diferentes objetos (por exemplo, a distinção entre uma área residencial e uma área industrial, ou de um sulco erosivo de uma voçoroca). (FLORENZANO, 2011).

A **forma** é um elemento de interpretação tão importante que alguns objetos são identificados somente com base nesse elemento. De modo geral, as formas irregulares representam objetos naturais (formas de relevo, vegetação, rios, lagos) e as formas regulares representam objetos artificiais ou culturais, construídos pelo homem (indústrias, áreas residenciais, áreas agrícolas, áreas de reflorestamento, etc.). (FLORENZANO, 2011).

O **padrão** pode ajudar na identificação de objetos, pois ele se refere ao arranjo espacial ou à organização espacial desses objetos em uma superfície. Os padrões espaciais de uma cidade, por exemplo, podem ser indicadores de seu nível socioeconômico. (FLORENZANO, 2011).

A **localização geográfica** pode ajudar na identificação de um objeto em uma imagem. As áreas urbanas podem ser localizadas conforme a proximidade de rodovias e rios. O conhecimento do clima, geologia, vegetação e relevo de uma região permite com que não haja confusão entre tipos de ocupação. (FLORENZANO, 2011).

A partir dos elementos de interpretação, podem se elaborar as chaves de interpretação, que são “um conjunto de elementos de interpretação que caracterizam um determinado objeto”, sistematizando e orientando o processo de interpretação de imagens (FLORENZANO, 2011, p.61). Devido à quantidade de produtos de sensoriamento remoto e de objetos a serem identificados, Florenzano (2011) aconselha que cada interprete desenvolva sua suas próprias chaves de interpretação.

Nesta pesquisa, as classes de uso e ocupação da terra foram definidas conforme parâmetros determinados pelo IBGE (2013), os quais seguem quatro princípios básicos:

1. Escala de mapeamento: dependerá dos objetivos do trabalho e do tamanho da área a ser mapeada.
2. Natureza da informação básica: material a ser utilizado para o mapeamento (cartas topográficas, imagens de sensores remotos, fotografias aéreas).
3. Unidade de mapeamento: representação da homogeneidade e diversidade de objetos que recobrem a superfície da terra.

4. Nomenclatura: terminologia de uso da terra dirigida para compilação das atividades humanas. A nomenclatura das classes de uso baseou-se na proposta do IBGE (2013), com adaptações à realidade estudada. O órgão propõe o mapeamento a partir de três níveis:

- Nível I – Classes: escala nacional ou inter-regional; indica as principais categorias de cobertura terrestre do planeta;

- Nível II – Subclasses: escala regional; traduz o uso e a cobertura em uma escala mais regional;

- Nível III - Unidades: escala local (1:10.000 a escalas maiores); explicita os usos propriamente ditos.

Para a elaboração dos mapeamentos do uso e ocupação da terra da cidade de Birigui/SP, utilizaram-se as unidades dos níveis I e III, com a definição de 11 classes de uso e ocupação, tais quais:

- **Área urbanizada**: “Compreende as áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas”. (IBGE, 2013, p. 49).

- **Quadras desocupadas**: espaços localizados na área urbana com arruamentos definidos, contudo, sem qualquer tipo de construção.

- **Indústria**: áreas que possuem construções de médio ou grande porte, além do aspecto geométrico (principalmente retangular), que diferem de residências.

- **Chácara**: predominância de quadras com maiores dimensões, com presença de poucas edificações e vegetação arbórea.

- **Culturas Agrícolas (permanentes ou temporárias)**: áreas cultivadas ou em descanso, de médias a grandes extensões, localizadas nos limites da área urbana. Presença de culturas como: milho, cana, soja, café, sorgo, hortaliças, frutas, entre outros.

- **Pastagens**: área destinada ao pastoreio do gado. Nestas áreas, o solo pode estar coberto com gramíneas, cuja altura pode variar de alguns decímetros a alguns metros.

- **Vegetação rasteira**: Áreas com predominância de vegetação rasteira (gramíneas), com presença de vegetação arbórea e arbustiva, localizadas entre as demais classes de uso. Áreas com extensões variadas, sem uso definido.

- **Vegetação arbórea**: constituída por áreas que possuem vegetação arbustiva com porte e densidade média a alta.

- **Solo Exposto:** áreas que não possuem vegetação, uso urbano ou agrícola identificado.

- **Veredas:** Apresenta formato geométrico irregular, tonalidade escura, e presença de vegetação. Localiza-se nas nascentes dos córregos.

- **Vias Urbanas:** ruas com ou sem pavimentação, rodovias e ferrovias.

Os níveis e classes abarcados nesta pesquisa, com as cores atribuídas aos mapas e os itens de fotointerpretação encontram-se no quadro 2.

| Nível I | Nível II | Cor | Características |
|-------------------------------------|---------------------|-----|--|
| Atividades Antrópicas não Agrícolas | Áreas Urbanizadas | | Identificado pela densidade de edificações, pela forma geométrica retangular das construções e pelo arruamento. |
| | Quadras desocupadas | | Padrão retangular ou quadrado, presença de arruamentos, pavimentados ou não, presença de guias. |
| | Indústrias | | Forma retangular, com a predominância de construções de grande porte. |
| | Solo Exposto | | Apresenta tonalidade escura, textura de média a lisa e forma geométrica irregular. |
| Áreas Antrópicas Agrícolas | Chácaras | | Quadras com lotes de maiores dimensões, com construções esparsas, vegetação arbórea densa e área livre de construção. |
| | Áreas Agrícolas | | Apresenta textura rugosa, áreas extensas, forma linear da plantação e formato geométrico. |
| | Pastagem | | Textura rugosa, com vegetação arbustiva, e textura lisa, com a presença de gramíneas. |
| Áreas de Vegetação Natural | Vegetação Rasteira | | Possui textura rugosa e tonalidade escura. Localiza-se próxima a cursos d'água, nascentes e em áreas verdes urbanas. |
| | Vegetação Arbórea | | Áreas ou pontos isolados de vegetação arbórea e/ou arbustiva, nativas ou reflorestadas, públicas ou privadas, presentes em praças, parques, calçadas, canteiros centrais e no entorno da rede de drenagem. |
| | Veredas | | Apresenta formato geométrico irregular, tonalidade escura, e presença de vegetação. |

Quadro 2 - Chaves de interpretação das classes de uso e ocupação da terra.

Fonte: IBGE (2013). Organizado e elaborado pela autora.

4.2.6. Mapa de expansão urbana

O mapa de expansão urbana de Birigui foi elaborado a partir do Mapa Geral Urbano, de 2017, com a atualização dos bairros para o ano de 2019 a partir da fotointerpretação de imagens da plataforma Google Earth® e de trabalhos de campo. Para a análise da progressão

da mancha urbana foi considerado o ano de criação e/ou regularização dos bairros, através das informações fornecidas pela Secretaria de Obras e Serviços Públicos de Birigui.

Inicialmente, classificaram-se os polígonos dos bairros por nome e década de criação (Quadro 3). Após, calculou-se a área e as taxas de crescimento geométrico da mancha urbana.

| COR | PERÍODO |
|------------|----------------|
| | até 1952 |
| | 1952 a 1959 |
| | 1960 a 1969 |
| | 1970 a 1979 |
| | 1980 a 1989 |
| | 1990 a 1999 |
| | 2000 a 2009 |
| | 2010 a 2019 |

Quadro 3 - Legenda do mapa de expansão urbana de Birigui. Organizado pela autora.

4.2.7. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP)

As Áreas de Preservação Permanente (APP) da área urbana de Birigui foram delimitadas a partir da proposta de Bossle (2016, 2017). Conforme apresentado no artigo 4º do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), identificou-se as seguintes características:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

(...)

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

(...)

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado (BRASIL, 2012).

Dessa forma, realizou-se a delimitação dessas áreas conforme os seguintes procedimentos:

1º) Determinação das faixas marginais dos cursos d'água: Bossle (2016) esclarece que é necessário que essa área seja delimitada, pois a APP de um rio não deve ser delimitada a

partir da linha que se utiliza para representar o curso d'água, mas sim, a partir de suas margens.

2º) Delimitação da APP dos cursos d'água (faixas marginais) e das nascentes, através do comando *Vetor, Geoprocessamento, Buffer de distância fixa*. Para a cidade de Birigui, definiu-se 30 metros para todas as margens dos cursos d'água e 50 metros para as nascentes.

3º) Criação de uma camada vetorial que contém a área comum de APP entre as camadas de cursos d'água e nascentes, através do comando *Vetor, Geoprocessamento, Interseção*. Neste, cruzou-se a camada da APP das nascentes com a camada da APP dos cursos d'água.

4º) Criação das camadas vetoriais que contém apenas a área das APP das nascentes e dos cursos d'água através do comando *Vetor, Geoprocessamento, Diferença*.

5º) Criação da camada da APP do perímetro urbano, através da junção das camadas geradas no 3º e 4º passos, com suas devidas correções, através do comando *Vetor, Geoprocessamento, União*.

4.3. Uso do SIG nas análises ambientais urbanas

Após a execução da etapa de levantamento e organização dos dados, a próxima etapa a ser executada são os procedimentos diagnósticos (MOURA, 2014). Esses procedimentos tem por objetivo a análise da situação ambiental vigente e se dividem em duas etapas (XAVIER-DA-SILVA, 2001; MOURA, 2014).

- 1ª etapa - “Levantamentos Ambientais”. Nesta fase, se realizam a quantificação dos fenômenos observados, a análise histórico-evolutiva das alterações espaciais de determinados fenômenos e a realização de estudos detalhados em áreas particulares.

- 2ª etapa - desenvolvimento das “Prospecções Ambientais”. Esta etapa se divide em “Avaliações Ambientais Diretas”, que resultam da combinação dos dados básicos obtidos na etapa de “Levantamentos Ambientais”, e em “Avaliações Ambientais Complexas”, que utilizam uma ou mais “Avaliações Ambientais Diretas”, como base para novas análises.

Moura (2014) destaca que esta metodologia de análise ambiental apoiada por geoprocessamento foi desenvolvida para se trabalhar no SIG SAGA, desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Porém, a referida autora esclarece que a metodologia pode ser desenvolvida e adaptada para qualquer SIG.

Partindo-se do pressuposto de que as avaliações ambientais diretas são resultantes da integração de dois ou mais dados oriundos da etapa de organização da base de dados, considera-se então que a metodologia de identificação de Conflitos de Uso em Áreas de APP (BOSSLE, 2017) se encaixa na categoria de “Avaliações Ambientais Diretas”, pois é um dado resultante da combinação de dois dados básicos (uso e ocupação da terra e APP).

Dessa forma, elaborou-se o Mapa de Conflito de Uso em APP conforme a proposta de Bossle (2017), para os cenários de 1962, 2010 e 2019. Vale salientar, que não há a necessidade de se atribuir pesos a este mapa, pois esse é resultante do cruzamento de dois mapas disponibilizados em formato vetorial, configurando-se, desta forma, em uma Avaliação Ambiental Direta, ou seja, que abrange duas variáveis para sua elaboração.

No próximo capítulo, se apresentará os resultados obtidos na pesquisa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentam-se os resultados obtidos na pesquisa, referentes ao uso do SIG nas análises ambientais urbanas. Se discutirão os resultados referentes aos procedimentos diagnósticos, que objetivam analisar a situação ambiental vigente (MOURA, 2014).

Na primeira etapa dos procedimentos diagnósticos, intitulada “Levantamentos Ambientais”, se apresentará as informações quantitativas de declividade e uso e ocupação da terra, seguida pela apresentação e discussão das alterações no uso e ocupação da terra para os anos de 1962, 2010 e 2019, bem como da expansão urbana para os mesmos cenários.

Após, apresenta-se os resultados da segunda etapa dos procedimentos diagnósticos, intitulada “Prospecções Ambientais”, referentes à “Avaliação Ambiental Direta” Conflito de Uso em APP.

5.1. Levantamentos Ambientais

Inicia-se a discussão dos levantamentos ambientais através da avaliação da declividade, que em planejamento urbano, tem o objetivo de observar as inclinações de um terreno em relação a um eixo horizontal, em graus ou percentual, com o objetivo de determinar áreas propícias ou não à ocupação urbana, segundo a legislação que trata do uso e parcelamento do solo urbano (SANTOS, 2012; MOURA, 2014).

O perímetro urbano de Birigui localiza-se em uma área que possui relevos planos a ondulados, com predomínio de colinas amplas e baixas, com topos aplainados e vertentes convexas, com declives que variam de 0 a 12% (ROSS; MOROZ, 2011; GOMES, 2011). Aproximadamente 64,40% da cidade se encontram sobre formas de relevo que possuem declives de 2,1 a 8%, que segundo a legislação vigente, permite a ocorrência de ocupação sem restrições (BRASIL, 1979; BIRIGUI, 2011). Os outros 35,60% da cidade se encontram sobre relevos planos e/ou com baixos declives (< 2%), caracterizado por áreas que se localizam nos interflúvios e nos fundos de vales (Figura 10).

Considerando-se o artigo 3º, parágrafo único, inciso I da Lei Lehmann (BRASIL, 1979) e o artigo 3º, parágrafo 3º da Lei de Parcelamento do Solo Urbano de Birigui (BRASIL, 2011), a ocupação das áreas com baixos declives deve ser realizada com restrições, pois não é permitido o parcelamento do solo em terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações, antes que sejam tomadas às devidas providências para assegurar o escoamento das águas.

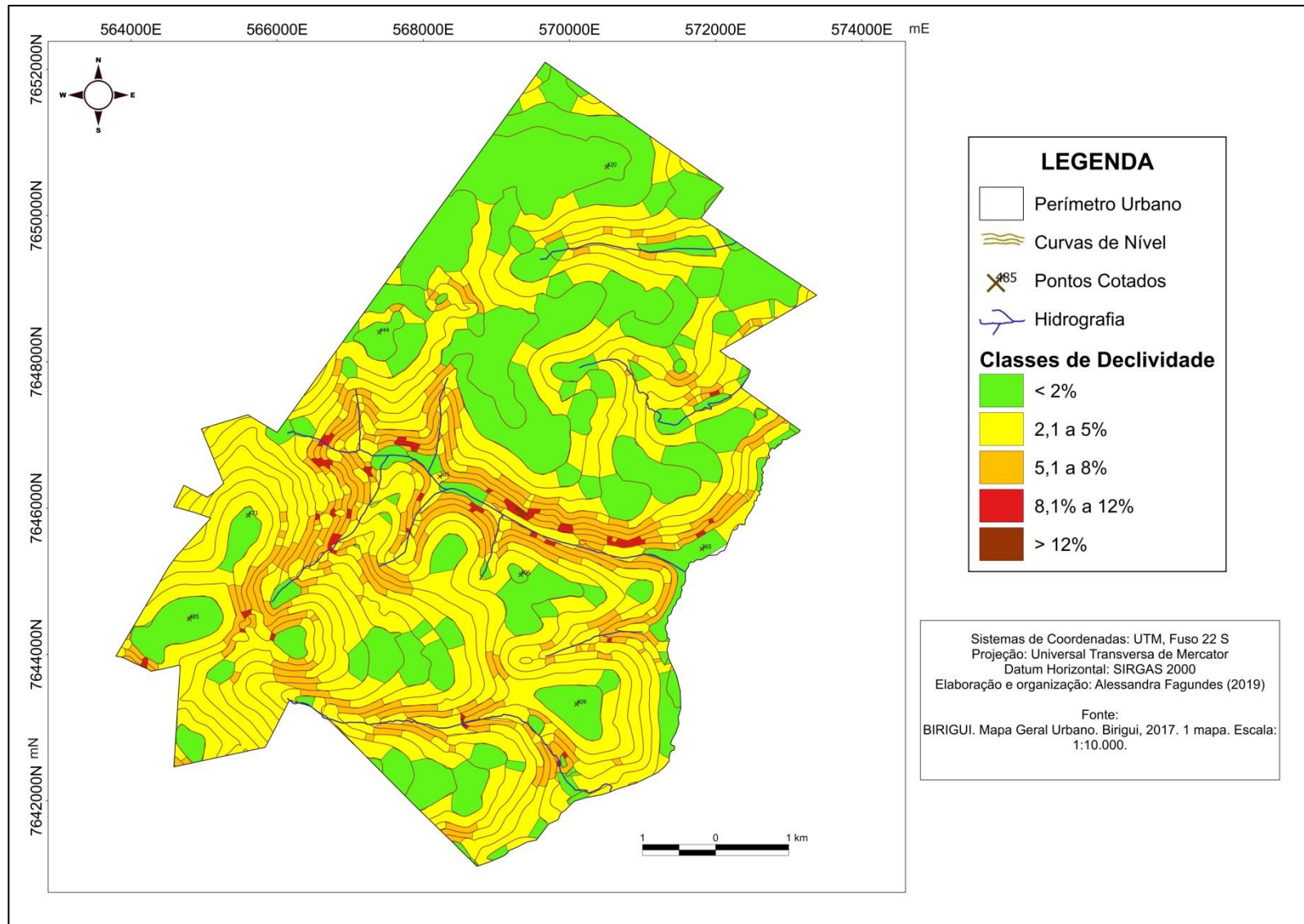


Figura 10 - Mapa de declividade - perímetro urbano de Birigui/SP. Elaboração e organização: a autora.

A tabela 4 apresenta a distribuição das classes de declividade na área de estudo, em porcentagem e em Km².

Tabela 4 - Classes de declividade e distribuição em Birigui/SP

| Classes de Declividade (em %) | Área (em Km²) | Área (em %) |
|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| < 2% | 19,88 | 35,60 |
| 2,1 a 5% | 28,76 | 51,50 |
| 5,1 a 8% | 6,85 | 12,27 |
| 8,1 a 12% | 0,34 | 0,61 |
| > 12% | 0,01 | 0,02 |
| Total | 55,8 | 100 |

Elaborado pela autora.

Observa-se, com base na figura 10 e na tabela 4, que 35,60% do perímetro urbano de Birigui possuem declives menores 2%, que se encontram nos interflúvios entre as bacias dos córregos da Estiva e do córrego Moimaz, nos fundos de vale e nas cabeceiras de drenagem dos córregos da Estiva, Moimaz, Matadouro e do Veadinho. As áreas que possuem de 2,1 a 5% de declividade abrangem 50,27% da cidade, localizadas em sua maioria na região sudoeste da cidade, nos interflúvios e nas vertentes das bacias dos córregos do Matadouro, do Veadinho, Parpinelli e Vendrame.

As áreas com declives que variam de 5,1 a 8% compõem 12,09% da área, e encontra-se em sua maioria nas vertentes dos cursos d'água que compõem a bacia hidrográfica do córrego Biriguizinho, e nas cabeceiras de drenagem dos córregos Biriguizinho, Parpinelli e Nunes. Os declives de 8,1 a 12% (0,61%) e >12% (0,02%) ocorrem em pontos isolados das vertentes dos córregos Biriguizinho, Parpinelli, Moimaz, Jofer, Nunes e Vendrame.

Perante o exposto, considera-se que a área urbana de Birigui possui áreas com declives favoráveis a ocupação urbana. Porém, no decorrer da elaboração dos mapeamentos de uso e ocupação da terra e dos dados obtidos nos trabalhos de campo, foram observadas transgressões quanto às determinações da legislação. Desta forma, serão apresentados os resultados que foram obtidos nos mapeamentos de uso e ocupação da terra para os cenários de 1962, 2010 e 2019.

Escolheu-se mapear o cenário de 1962 pela necessidade de se compreender a organização da paisagem no período que antecedeu a expansão urbana do município. Notou-se que a área apresentava padrões de ocupação que se diferenciam das formas e funções urbanas encontradas nos dias atuais. O aglomerado urbano localizava-se em uma pequena

área, nas margens do córrego Biriguzinho, cercado por usos predominantemente agrícolas, com produção de café, algodão, amendoim, milho, sorgo, soja (GOMES, 2011; SUGUIMOTO, 2011).

Nesta década, já existiam atividades industriais instaladas no município, que eram voltadas à agricultura, ao setor moveleiro e a atividade calçadista. O *boom* industrial e populacional ocorreu após os anos 1970, quando o município iniciou a transição de uma economia pautada na agricultura, para uma economia industrial (CICERO, 2011; RIZZO, 2004; SOUZA, 2004).

Até os anos 1970, o aumento da população urbana era decorrente da população rural que migrava para a cidade, em busca de trabalho nas fábricas de calçados. Posteriormente, a população passou a ter seu crescimento impulsionado pela migração, em busca de trabalho na indústria calçadista (RIZZO, 2004; CÍCERO, 2011).

Durante os anos 1980, o município confirmou a sua vocação industrial, atraindo um número cada vez mais crescente de pessoas, em busca de trabalho na indústria calçadista. Nesta mesma época, iniciou-se o processo de desconcentração industrial da cidade de São Paulo, que resultou no crescimento de novos aglomerados urbanos no interior do país (BAENINGER, 2010; BAENINGER; PERES, 2011).

Desta forma, pode-se considerar que o crescimento urbano de Birigui está atrelado ao desenvolvimento da indústria calçadista, que é considerado por Rizzo (2004) como um processo endógeno de industrialização, que teve seu início na década de 1960, ao processo de desconcentração industrial da cidade de São Paulo, iniciado na década de 1980, e a nova fase do processo de urbanização no Brasil, ocasionado pelo crescimento populacional urbano nas cidades pequenas e médias, nas décadas de 1990 e 2000.

Consequentemente, com o aumento desse contingente populacional, passou a se observar nestas cidades o desenvolvimento de problemas ambientais causados pela necessidade de expansão e produção do espaço urbano, pois as alterações que são realizadas nos ambientes naturais causam modificações nos sistemas, induzindo a processos degenerativos ao ambiente natural (ROSS, 1994).

Portanto, a análise de cenários antigos e recentes de uso e ocupação da terra se faz necessária, pois muitos problemas ambientais existentes nos dias atuais têm como “gatilho” usos e ocupações efetuadas de maneira inadequada no ambiente natural, causadas por concepções de urbanização que desconsideravam o funcionamento dos sistemas naturais.

Desta forma, serão apresentados os resultados obtidos nos mapeamentos realizados para os anos de 1962 (Figura 11), 2010 (Figura 12) e 2019 (Figura 13).

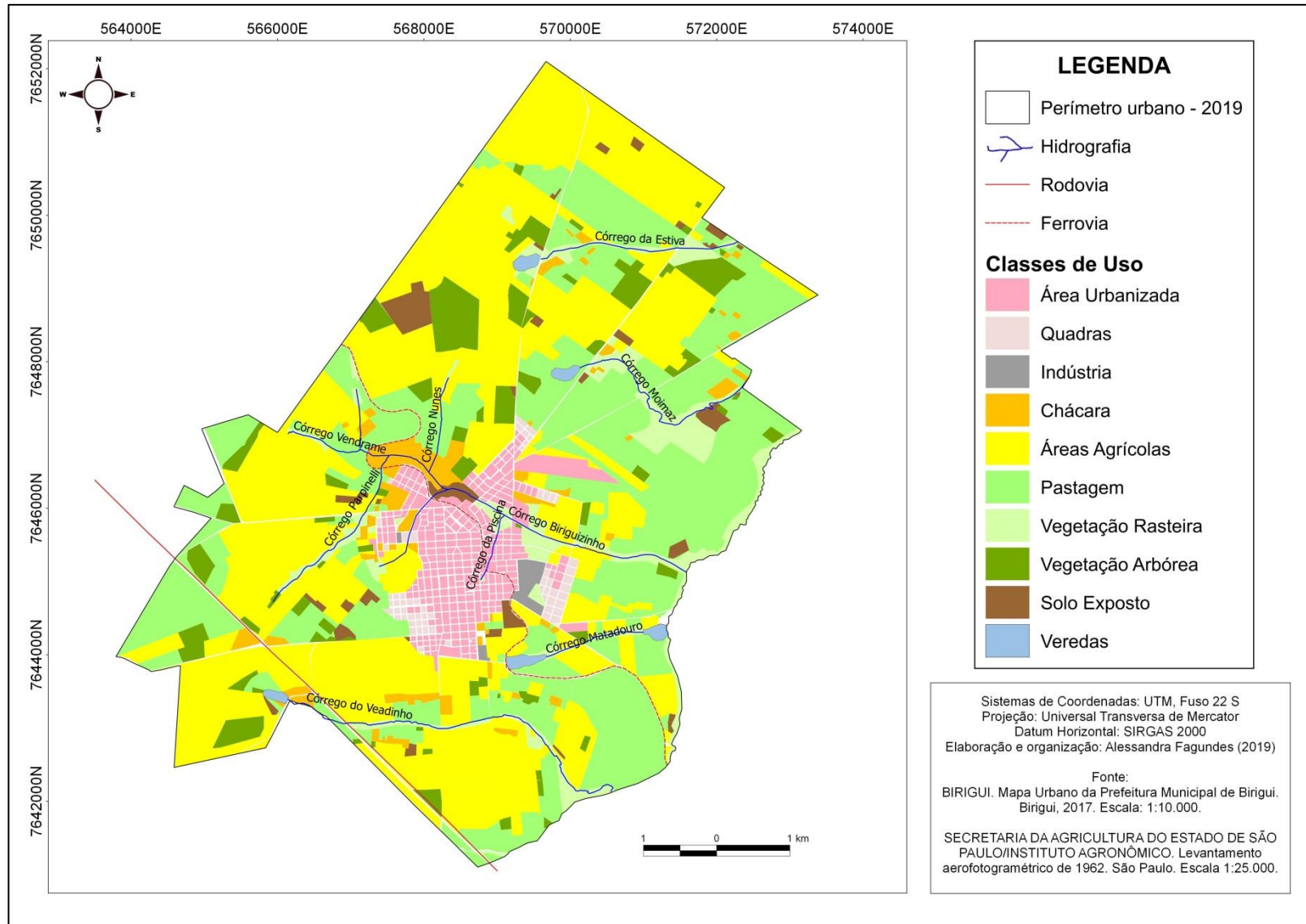


Figura 11 - Mapa de uso e ocupação da terra do perímetro urbano de Birigui/SP - 1962. Elaboração e organização: a autora.

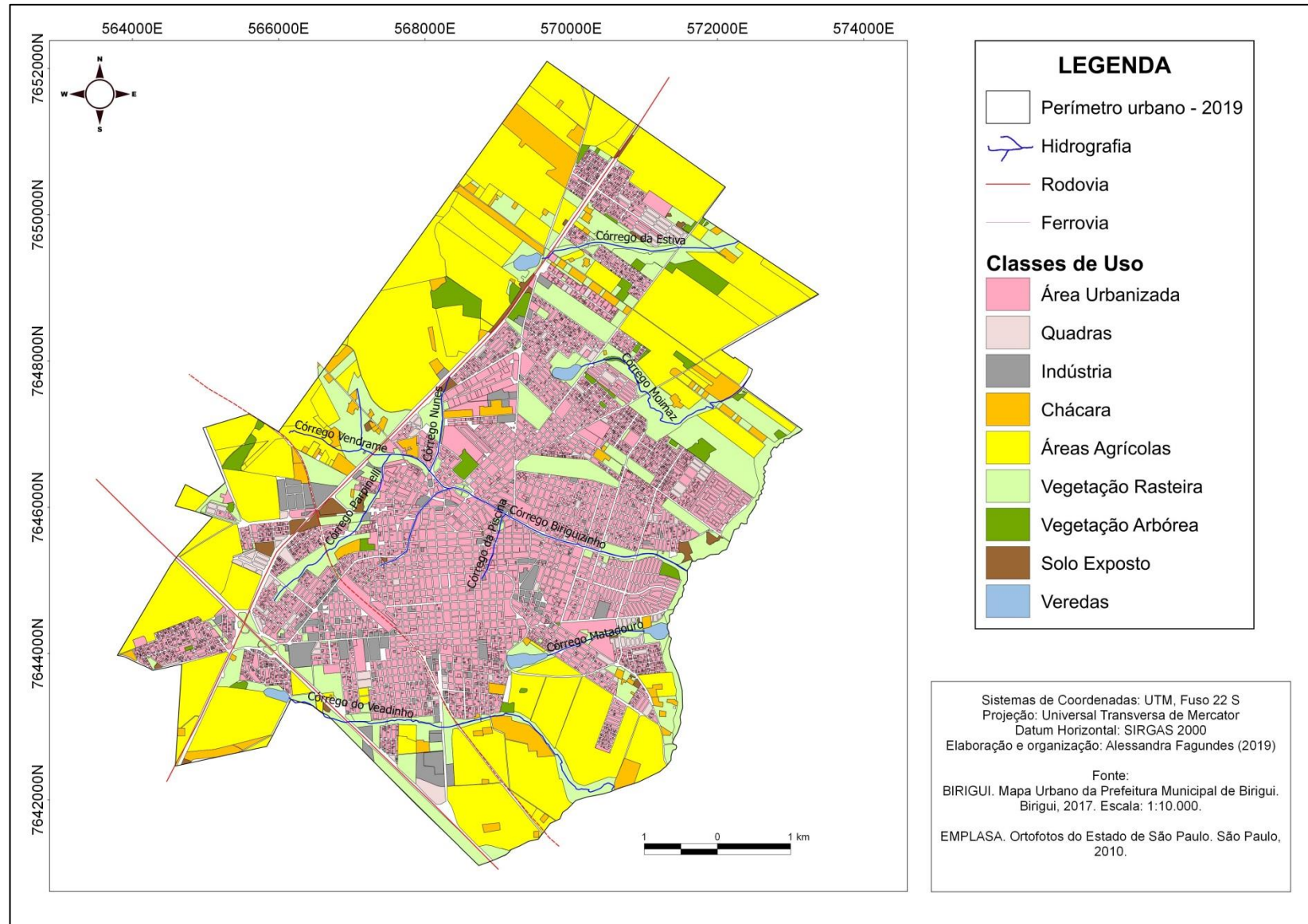


Figura 12 - Mapa de uso e ocupação da terra do perímetro urbano de Birigui/SP - 2010. Elaboração e organização: a autora.

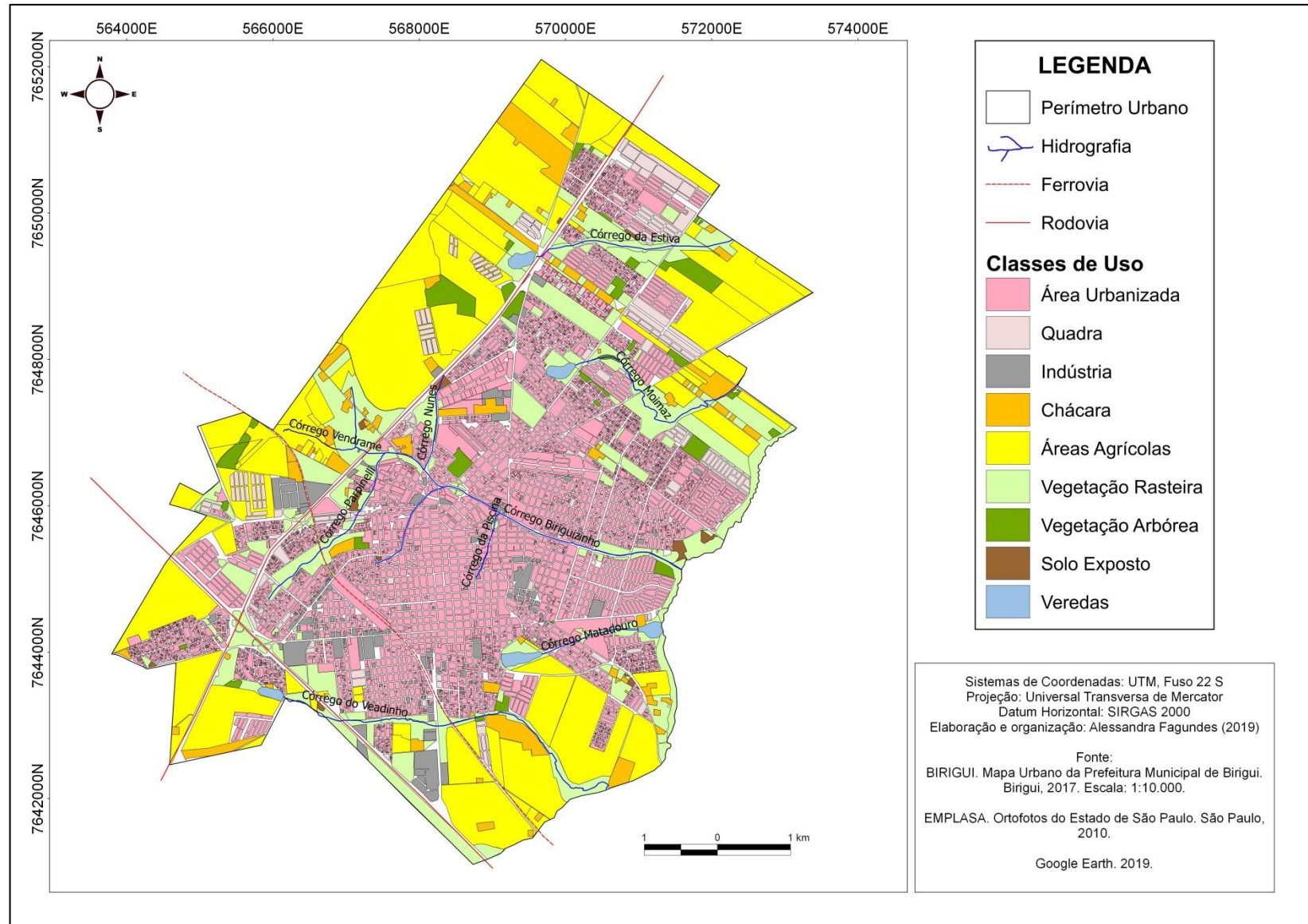


Figura 13 - Mapa de uso e ocupação da terra do perímetro urbano de Birigui/SP - 2019. Elaboração e organização: a autora.

As informações sobre a extensão territorial e a porcentagem das classes de uso e ocupação da terra dos cenários de 1962, 2010 e 2019 encontram-se no quadro 4 e no gráfico 4.

| Classe | 1962 | | 2010 | | 2019 | |
|----------------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | Km ² | % | Km ² | % | Km ² | % |
| Área Urbanizada | 3,07 | 5,50 | 14,07 | 25,22 | 15,86 | 28,42 |
| Quadras | 0,51 | 0,91 | 0,91 | 1,63 | 1,98 | 3,55 |
| Indústria | 0,24 | 0,43 | 1,5 | 2,69 | 1,53 | 2,74 |
| Chácara | 1,6 | 2,87 | 2,33 | 4,18 | 2,28 | 4,09 |
| Área Agrícola | 23,52 | 42,14 | 18,33 | 32,85 | 15,66 | 28,06 |
| Pastagem | 17,37 | 31,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vegetação Rasteira | 3,03 | 5,43 | 8,52 | 15,27 | 8,00 | 14,34 |
| Vegetação Arbórea | 3,39 | 6,07 | 1,04 | 1,86 | 1,06 | 1,90 |
| Solo Exposto | 1,05 | 1,88 | 0,4 | 0,72 | 0,16 | 0,29 |
| Vias (Ruas, Estradas, Ferrovias) | 1,73 | 3,10 | 8,4 | 15,05 | 8,97 | 16,08 |
| Veredas | 0,30 | 0,54 | 0,30 | 0,54 | 0,30 | 0,54 |
| Total | 55,8 | 100 | 55,8 | 100 | 55,8 | 100 |

Quadro 4 – Proporção das classes de uso e ocupação da terra do perímetro urbano de Birigui – 1962, 2010 e 2019. Fonte: Elaborado pela autora.

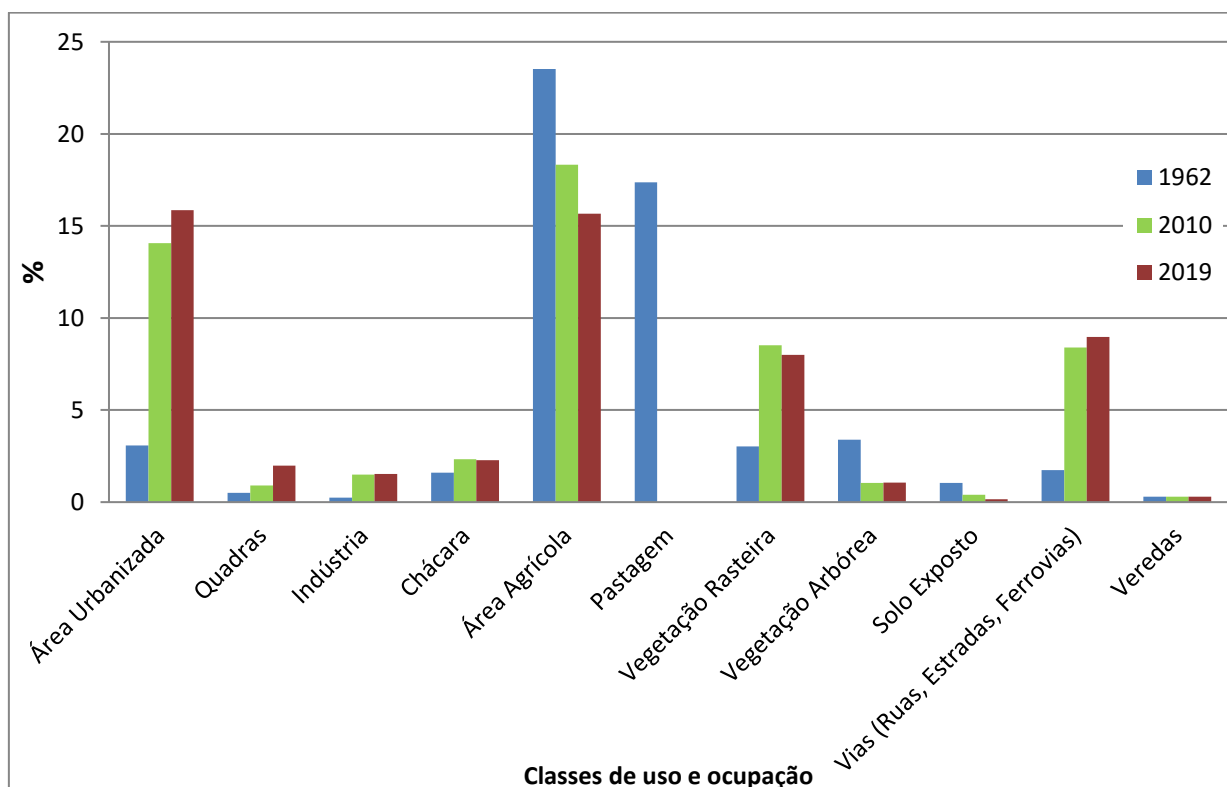


Gráfico 4 - Uso e ocupação da terra do perímetro urbano de Birigui – 1962, 2010 e 2019. Elaborado pela autora.

No cenário de 1962, 23,52 km² (42,17%) do perímetro urbano de Birigui era ocupada por culturas agrícolas, especialmente nas porções Norte, Oeste, Sul e Sudoeste; 17,37 km² (31,12%) da área eram ocupadas por pastagens, destacando-se as porções Noroeste, Leste e Sudoeste; ambos os usos totalizavam 73,29% da área com atividades agropecuárias. A ocupação urbana totalizava 5,55 km² (9,95%) e se constituía pelas classes área urbanizada, quadras (Sudoeste e Sudeste), indústrias (pequena porção no sentido Leste) e vias urbanas. Nesta década, a cidade ocupava a área central do perímetro urbano e o crescimento ocorria no entorno da área urbana densamente construída. Além disso, considerando-se a disposição das quadras, evidencia-se que a direção do crescimento era no sentido sudeste e sudoeste,

Após 48 anos, em 2010, Birigui apresenta o crescimento urbano em seu estágio de consolidação, com uma ocupação urbana de 24,88 km² (44,58%). As atividades agrícolas possuíam ocorrência em 18,33 km² (32,85%) e ocupavam as porções Norte, Oeste e Sul. Convém ressaltar que a classe pastagem não apresentou ocorrência nos cenários de 2010 e 2019. Nesta década, em relação ao cenário de 1962, houve um crescimento no entorno da área urbana densamente construída, todavia de modo considerável na porção Leste (atingindo o limite do perímetro urbano) e uma expressiva expansão nas porções Noroeste, Norte e Sudeste. Analisando-se a distribuição das quadras, observa-se que a direção do crescimento era no sentido Oeste e Norte. Ainda, vale salientar que a área urbanizada teve uma expansão no entorno da área densamente construída, no entanto, tomando também outras direções, como a Sudoeste e Norte, criando-se vazios urbanos, principalmente nas direções Sudoeste, Norte e Nordeste.

Em 2019, a ocupação urbana no perímetro atingiu 29,73km² (50,79%), sendo observado um aumento de 3,46 km² na área urbanizada. O uso por atividades agrícolas foi de 15,66 km² (28,66%), uma queda de 2,67 km² em relação a 2010. As principais áreas ocupadas pela agricultura, em ordem decrescente, eram Noroeste, Sudeste e Sudoeste. Esse cenário mais recente apresenta novos loteamentos nas porções Norte, Nordeste e Leste, bem como a ocupação dos vazios observados no cenário de 2010, principalmente entre as porções Norte e Nordeste e, em menor proporção, nas porções Leste e Noroeste.

Convém destacar, que nos três cenários a vegetação arbórea é inexpressiva. Em 1962, ocupava 3,39 km² (6,07%) da área; em 2010, 1,04 km² (1,86%); e em 2019, 1,06 km² (1,90%). Durante os trabalhos de campo, notou-se a inexistência de vegetação arbórea na área que concentra a população urbana e principalmente, nas áreas de APP, problema ambiental que será discutido no item referente a análise dos dados do “Mapa de Conflito de Uso em APP”.

Ao se comparar os mapas de uso de 1962 e 2010, é possível considerar que a expansão urbana do município ocorreu em áreas que eram ocupadas por pastagens em 1962, nas direções leste e nordeste do município. Pode-se observar também que áreas de pastagem do cenário de 1962, que foram convertidas em áreas agrícolas em 2010, tornaram-se áreas urbanizadas em 2019.

Em conjunto com o mapeamento da evolução do uso e ocupação das terras, realizou-se o mapeamento da expansão urbana de Birigui, a fim de identificar a intensidade da ocupação urbana e seu direcionamento, no período de 1952 a 2019. Assim, a figura 14 apresenta a expansão da mancha urbana por décadas, abrangendo o período que antecede a 1952 até a década de 2010, conforme a delimitação dos bairros.

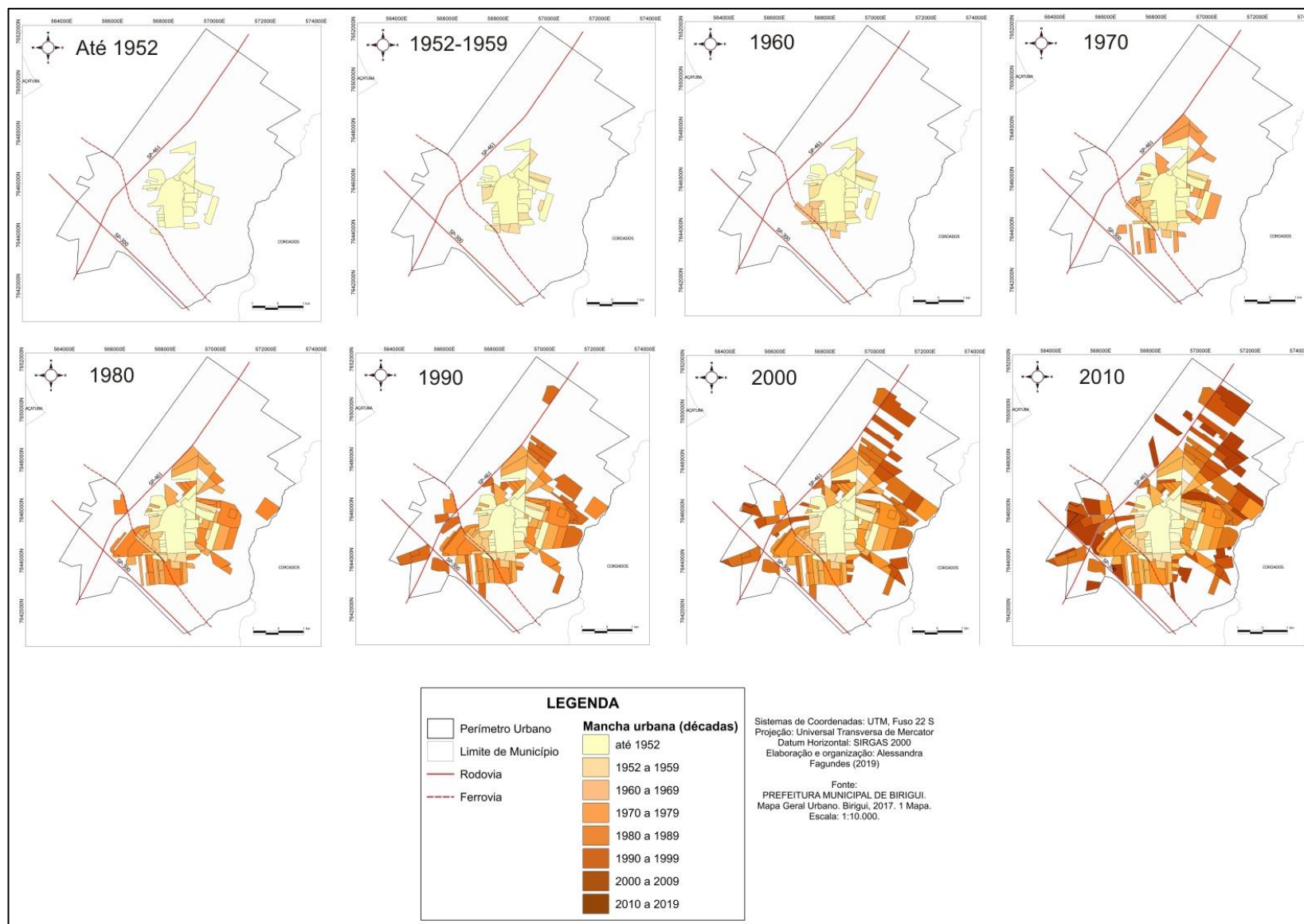


Figura 14 - Expansão urbana de Birigui por décadas, conforme a delimitação por bairros. Organizado e elaborado pela autora.

Até 1952, Birigui possuía 20 bairros, ocupando uma área de 4,48 km² (15,07%): Estância Caiçara, Vila Silves, Jardim Sumaré, Vila Roberto, Centro, Vila Troncoso, Vila Operária, Vila Guanabara, Vila Xavier, Patrimônio Silves, Jardim Costa Rica, Vila Bandeirantes, Vila Staff, Santa Izabel, Vila Cortelazzi, Vila Saudades, Jardim Arco Iris, Vila Giampietro, Vila Gardenal, Patrimônio Santo Antônio. Toda a ocupação encontrava-se nas proximidades do córrego Biriguzinho e, com exceção do bairro dos Bandeirantes, todos os outros bairros estavam instalados de modo contíguo.

Entre 1952 e 1959, houve a criação de 9 bairros, abrangendo uma área de 1,05 km² (3,53%): Jardim Aeroporto, Vila Maria, Vila Brasil, Vila Moimaz, Vila Industrial, Vila Guarujá, Vila Germano, Vila Angélica, Jardim Nossa Senhora de Fátima. Observa-se que a expansão ocorreu nas direções Sul, Oeste e Noroeste, além de um pequeno bairro localizado a Oeste do bairro Bandeirantes, que ocupou uma área de vazio urbano. Vale salientar, que o crescimento continuou no entorno da área urbana consolidada.

Entre os anos 1960 a 1989, período que se observou a transição de uma economia agrícola para uma economia industrial, com o desenvolvimento da atividade calçadista, houve a constituição de mais 31,58% da mancha urbana.

Na década de 1960, a expansão urbana foi menor e houve a criação de 4 bairros (área de 0,75 km²; 2,52%) e da nova estação ferroviária. Os bairros foram: Parque São Vicente, Jardim Morumbi, Jardim Pérola e Jardim Jussara Maria. Nesta década, o vetor de expansão se concentrou na região sudoeste da cidade, próximo a estação ferroviária. Além disso, o crescimento continuou de modo contíguo a mancha urbana densamente construída.

Nos anos 1970, houve a criação de 29 bairros (área de 3,68 km²; 12,38%): Jardim do Lago, Jardim São Conrado, Sítios de Recreio Passaredo, Parque das Nações, Residencial Jardim América, Jardim Recanto dos Pássaros, Jardim Pinheiros, Parque Residencial Pinheiros, Jardim Santa Helena, Jardim Mavan, Parque Residencial Nelson Calixto, Jardim São Paulo, Parque Residencial Braguim, Cidade Jardim, Jardim São Cristóvão, Bosque da Saúde, Jardim Estoril, Jardim Nova Era, Jardim Bela Vista, Jardim Marister, Jardim Toselar, Novo Jardim Toselar, Jardim da Ponte, Jardim Europa, Jardim Primavera, Residencial Parque Capuano, Jardim Tropical, Jardim Icaray, Parque das Paineiras. O crescimento ainda foi contíguo e o vetor de expansão se concentrou nas regiões Norte, Sul e Leste da cidade.

Na década de 1980 houve a criação de 28 bairros (área de 4,96 km²; 16,68%): João Crevelaro, Cohab 3, Jardim Flamengo, Residencial Alphaville, Jardim Popi, Jardim Ipanema, Jardim São Braz, Jardim Planalto, Jandaia Residencial Parque, Jardim São Genaro, Jardim São Genaro II, Jardim Tóquio, Jardim São Vicente, Jardim Kleyton, Residencial Ivone Alves

Palma, Perdizes Residencial Parque, Jardim Bolelli, Vila Isabel Marin, Jardim Stabile, Novo Parque São Vicente, Residencial Alvorada, Jardim Guaporé, Jardim Tangará, Jardim Nova Brasília, Parque Residencial Laluce, Distrito Industrial, Jardim Portão Azul. Essa década foi marcada por uma intensa expansão e os bairros foram ocupando destacadamente as porções Sudoeste, Sul e Leste do perímetro urbano. Vale salientar, que a partir desse período a maior parte dos bairros se instalou no entorno da mancha urbana, mas houve também a instalação de dois bairros afastados da área urbana consolidada: o Colinas Park Residencial, localizado a Oeste, no entroncamento das rodovias SP-300 e SP-461 e o João Crevelaro na porção Leste e no limite do perímetro urbano.

Após o período de consolidação da atividade industrial no município, houve uma expansão significativa entre os anos de 1990 a 2019, com a constituição de 49,82% da mancha urbana.

A década de 1990 apresentou a criação de 27 bairros (4,84 km²): Quemil, Residencial São José, Recanto Verde, Recanto Verde II, Residencial Portal da Pérola, Jardim Itália, Tijuca Residencial Parque, Residencial Monte Líbano, Residencial Aurora, Residencial Monte Líbano II, Jardim Nova Canaã, Jardim Prado, Residencial São Bento, Residencial Ibiza, Residencial Mário Crem dos Santos, Residencial Sandro Piazalunga, Conjunto Habitacional Teresa Maria Barbieri, Residencial São Francisco, Jardim Vista Alegre, Jardim Manuela, Jardim Vale do Sol, Residencial Jardim do Trevo, Colinas Park Residencial, Colinas Park Residencial II, Alto Colinas Residencial, Residencial Enrico Caetano, Residencial Pedro Marin Berbel. O vetor de crescimento urbano nesta década ocorreu nas regiões Nordeste, Leste e Sudoeste da cidade, ocupando o entorno urbano, além de áreas afastadas, criando-se mais vazios urbanos. Como exemplos de bairros afastados, enfatizam-se o bairro Residencial Portal da Pérola (Norte), Colinas Park Residencial, Colinas Park Residencial II, Esplanada Colinas e Residencial Jardim do Trevo (Sudoeste), Residencial Pedro Marin Berbel e Residencial Enrico Caetano.

Na década de 2000, criaram-se 22 novos bairros na cidade (área de 4,04 km²): Jardim Santana, Residencial Art Ville, Chácaras Granville, Residencial Atenas, Residencial Portal da Pérola, Residencial Jardim Santa Luzia, Residencial Simões, Residencial Otton, Residencial Gávea, Jardim Ipê, Residencial Birigui II, Residencial das Aroeiras, Village di Fiori, Bosque da Saúde II, Jandaia Residencial Park II, Esplanada Colinas, Residencial Parque das Árvores, Conjunto Residencial Vilas da América, Vila do Chafariz, Residencial Modelo, Residencial Alanoville, Residencial Decolores. A expansão ocorreu principalmente na porção Nordeste,

com o preenchimento de alguns vazios urbanos, além das direções Sudeste e Sudoeste da cidade.

Entre os anos de 2010 até 2019, identificou-se a criação de 22 novos bairros, que ocupou uma área de 5,93 km² (19,5%): Jardim Monte Carlo, Residencial Copacabana, Alto do Silvares, Jandaia Residencial Parque III, Residencial Veneza, Quinta da Mata, Residencial e Comercial Vitória, Residencial Moimaz, Residencial Candeias, Residencial Acapulco, Residencial Adisa Birigui, Conjunto Habitacional Portal do Parque, Residencial Campo Bello, Villa Lobos Residencial, Boa Vista Residencial, Residencial Parque das Árvores II, Residencial Colina Verde, Residencial Laluce II, Residencial Jequitibá, Village Damha Birigui e Residencial Parque Capuano (Condomínios MRV). Neste período houve maior incremento de bairros nas porções nordeste e sudoeste, com considerável preenchimento dos vazios urbanos. Cabe destacar também, que houve a criação de três bairros desconectados da mancha urbana (Vila Lobos Residencial, Residencial Adisa Birigui e Residencial Jequitibá).

A tabela 5 apresenta a expansão urbana de Birigui, por década, a partir dos perímetros dos bairros.

Tabela 5 - Expansão da mancha urbana de Birigui-SP, por período, entre 1952 a 2019, a partir dos perímetros dos bairros e loteamentos

| Período | Área (km²) | Área (%) |
|----------------|------------------------------|-----------------|
| até 1952 | 4,48 | 15,07 |
| 1952 a 1959 | 1,05 | 3,53 |
| 1960 a 1969 | 0,75 | 2,52 |
| 1970 a 1979 | 3,68 | 12,38 |
| 1980 a 1989 | 4,96 | 16,68 |
| 1990 a 1999 | 4,84 | 16,28 |
| 2000 a 2009 | 4,04 | 13,59 |
| 2010 a 2019 | 5,93 | 19,95 |
| Total | 29,73 | 100,00 |

Elaborado pela autora.

A figura 15 apresenta a expansão urbana de Birigui, em três períodos: até 1959, 1960 a 1989 e 1990 a 2019. O nome dos bairros encontra-se no quadro 5.

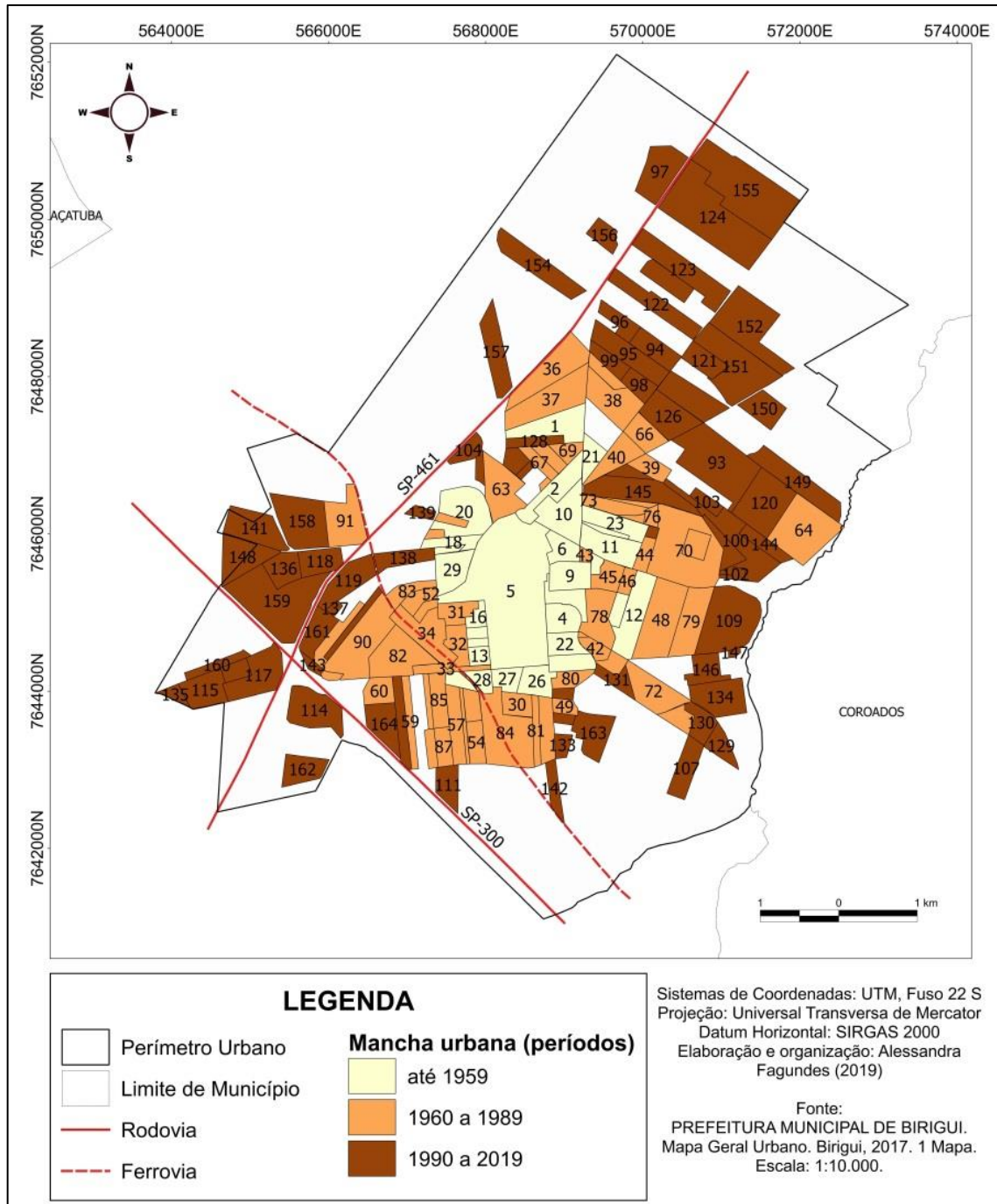


Figura 15 - Expansão da mancha urbana de Birigui, conforme a delimitação por bairros, por períodos.
 Elaborado pela autora.

| | | | | | |
|----|------------------------------|-----|--------------------------------|-----|-------------------------------|
| 1 | Estância Caiçara | 56 | Jardim da Ponte | 111 | Jardim Vista Alegre |
| 2 | Vila Silves | 57 | Jardim Toselar | 112 | Jardim Manuela |
| 3 | Jardim Sumaré | 58 | Jardim Europa | 113 | Jardim Vale do Sol |
| 4 | Vila Roberto | 59 | Jardim Primavera | 114 | Res Jardim do Trevo |
| 5 | Centro | 60 | Residencial Pq Capuano | 115 | Colinas Park Residencial II |
| 6 | Vila Troncoso | 61 | Jardim Tropical | 116 | Alto Colinas Residencial |
| 7 | Vila Operária | 62 | Jardim Icaray | 117 | Colinas Park Residencial |
| 8 | Vila Guanabara | 63 | Parque das Paineiras | 118 | Res Enrico Caetano |
| 9 | Vila Xavier | 64 | João Crevelaro | 119 | Res Pedro Marin Berbel |
| 10 | Patrimônio Silves | 65 | Cohab 3 | 120 | Jardim Santana |
| 11 | Jardim Costa Rica | 66 | Jardim Flamengo | 121 | Residencial Art Ville |
| 12 | Vila Bandeirantes | 67 | Residencial Alphaville | 122 | Chácaras Granville |
| 13 | Vila Staff | 68 | Jardim Popi | 123 | Residencial Atenas |
| 14 | Santa Izabel | 69 | Jardim Ipanema | 124 | Res Portal da Perola II |
| 15 | Vila Cortelazzi | 70 | Jardim São Braz | 125 | Res Jd Santa Luzia |
| 16 | Vila Saudades | 71 | Jardim Planalto | 126 | Residencial Simões |
| 17 | Jardim Arco Íris | 72 | Jandaia Res Parque | 127 | Residencial Otton |
| 18 | Vila Giampietro | 73 | Núcleo da CESP | 128 | Residencial Cávea |
| 19 | Vila Gardenal | 74 | Jardim São Genaro | 129 | Jardim Ipê |
| 20 | Patrimônio Santo Antônio | 75 | Jardim São Genaro II | 130 | Residencial Birigui II |
| 21 | Jardim Aeroporto | 76 | Jardim Tóquio | 131 | Residencial das Aroeiras |
| 22 | Vila Maria | 77 | Jardim São Vicente | 132 | Village di Fiori |
| 23 | Vila Brasil | 78 | Jardim Klayton | 133 | Bosque da Saúde II |
| 24 | Vila Moimaz | 79 | Res Ivone Alves Palma | 134 | Jandaia II Res Parque |
| 25 | Vila Industrial | 80 | Perdizes Residencial Park | 135 | Esplanada Colinas |
| 26 | Vila Guarujá | 81 | Jardim Bolelli | 136 | Res Parque das Árvores |
| 27 | Vila Germano | 82 | Vila Isabel Marin | 137 | Conjunto Res Vilas da América |
| 28 | Vila Angélica | 83 | Jardim Stabile | 138 | Villa do Chafariz |
| 29 | Jd Nossa Sra de Fátima | 84 | Novo Parque São Vicente | 139 | Residencial Modelo |
| 30 | Parque São Vicente | 85 | Residencial Alvorada | 140 | Residencial Alanoville |
| 31 | Jardim Morumbi | 86 | Jardim Guaporé | 141 | Residencial Decolores |
| 32 | Jardim Pérola | 87 | Jardim Tangará | 142 | Res Cristo Redentor |
| 33 | Jardim Jussara Maria | 88 | Jardim Nova Brasília | 143 | Jardim Monte Carlo |
| 34 | Estação Ferroviária | 89 | Parque Res Luluce | 144 | Residencial Copacabana |
| 35 | Jardim do Lago | 90 | Novo Jardim Stabile | 145 | Alto do Silves |
| 36 | Jardim São Conrado | 91 | Distrito Industrial | 146 | Jandaia III Res Parque |
| 37 | Sítios Recreio Passaredo | 92 | Jardim Portão Azul | 147 | Jandaia III Res Parque |
| 38 | Parque das Nações | 93 | Quemil | 148 | Residencial Veneza |
| 39 | Parque Residencial América | 94 | Residencial São Jose | 149 | Residencial Quinta da Mata |
| 40 | Jardim Recanto dos Passáros | 95 | Recanto Verde | 150 | Residencial e Com Vitória |
| 41 | Jardim Pinheiros | 96 | Recanto Verde II | 151 | Residencial Moimaz |
| 42 | Parque Residencial Pinheiros | 97 | Res Portal da Pérola | 152 | Residencial Candeias |
| 43 | Jardim Santa Helena | 98 | Jardim Itália | 153 | Residencial Acapulco |
| 44 | Jardim Mavan | 99 | Tijuca Res Parque | 154 | Residencial Adisa Birigui |
| 45 | Pq. Res. Nelson Calixto | 100 | Res Monte Líbano | 155 | Conj Hab Portal do Parque |
| 46 | Jardim São Paulo | 101 | Res Aurora | 156 | Res Campo Bello |
| 47 | Pq Res Braguim | 102 | Jardim Nova Canaã | 157 | Villa Lobos Residencial |
| 48 | Cidade Jardim | 103 | Res Monte Líbano II | 158 | Boa Vista Residencial |
| 49 | Jardim São Cristovão | 104 | Jardim Prado | 159 | Res Parque das Árvores II |
| 50 | Bosque da Saúde | 105 | Res São Bento | 160 | Res Colina Verde |
| 51 | Jardim Estoril | 106 | Residencial Ibiza | 161 | Res Luluce II |
| 52 | Jardim Nova Era | 107 | Res Mario Crem dos Santos | 162 | Residencial Jequitiba |
| 53 | Jd. Bela Vista | 108 | Res Sandro Piazulunga | 163 | Village Damha Birigui |
| 54 | Jardim Marister | 109 | Conj Hab Tereza Maria Barbieri | 164 | Residencial Pq Capuano (MRV) |
| 55 | Jardim Novo Toselar | 110 | Residencial São Francisco | | |

Quadro 5 – Bairros da cidade de Birigui/SP. Elaborado pela autora.

Ao se analisar a figura 15, nota-se que após a década de 1950, a expansão urbana de Birigui ocorreu de forma radial. Entre o período de 1960 a 1989, os eixos de crescimento ocorreram em direção a Rodovia Marechal Rondon (SP-300) e na direção leste, sentido ao município de Coroados, e na direção nordeste, acompanhando a Rodovia Deputado Roberto Rollemberg (SP-461). Convém destacar a criação de dois bairros distantes do núcleo urbano até então consolidado: o bairro João Crevelaro, localizado na região leste da cidade, limítrofe com o distrito de Coroados, e o Distrito Industrial, localizado na margem esquerda da SP-461, sentido Araçatuba.

Na década de 1990, com a criação do bairro Residencial Portal da Pérola (número 97, na figura 15) próximo do limite do perímetro urbano municipal, houve a determinação do vetor de expansão nas décadas seguintes para a região nordeste do município, com o adensamento da ocupação nas décadas de 2000 e 2010. Na região leste, houve a ocupação das áreas que se localizavam entre as áreas centrais e o Bairro João Crevelaro.

Observou-se também o desenvolvimento de dois eixos de expansão após a década de 2000: na região oeste, no entroncamento das rodovias SP-461 e SP-300, sentido Araçatuba, nas áreas limítrofes ao Distrito Industrial, e na margem esquerda da rodovia SP-300, na região sudeste, sentido Bilac.

Na década de 2010, iniciou-se a ocupação de uma nova área do perímetro urbano, na margem esquerda da rodovia SP-461, indicando o desenvolvimento de um novo eixo de expansão urbana para a década subsequente. Além disso, observou-se também a ocupação de áreas vazias, localizadas na área central e na região Nordeste da cidade.

Buscando compreender o ritmo de desenvolvimento da mancha urbana de Birigui, calculou-se a taxa média de crescimento geométrico entre 1952 e 2019 (Tabela 6). As maiores taxas de crescimento ocorreram nas décadas de 1970 e 1980, com 4,72% e 4,12% respectivamente. Tais dados corroboram com o apresentado por Cicero (2011), Rizzo (2004) e Souza (2004), quanto à consolidação da atividade calçadista e a consequente atração de migrantes para a cidade.

Tabela 6 - Taxa média de crescimento geométrico da mancha urbana de Birigui - 1959 a 2019

| Período | Área Urbana | |
|-------------|-----------------|-----------------------|
| | Km ² | Crescimento anual (%) |
| até 1959 | 5,53 | - |
| 1960 a 1969 | 6,28 | 1,28 |
| 1970 a 1979 | 9,96 | 4,72 |
| 1980 a 1989 | 14,92 | 4,12 |
| 1990 a 1999 | 19,76 | 2,85 |
| 2000 a 2009 | 23,8 | 1,88 |
| 2010 a 2019 | 29,73 | 2,25 |

Elaborado pela autora.

Com base nessa análise da expansão urbana, serão apresentadas as principais alterações que foram observadas em decorrência do uso e ocupação da terra da cidade de Birigui. Através dos mapeamentos e trabalhos de campo, notou-se que a ocupação se desenvolveu de maneiras diferentes em cada região da cidade.

A área que possui a ocupação urbana mais antiga, localizada na região do córrego Biriguizinho, possui um padrão de urbanização que transgride os aspectos físicos e de legislação em muitos locais. Observou-se a impermeabilização de cabeceiras de drenagem, nascentes, fundos de vales e vertentes. Destas, duas áreas merecem destaque: a ocupação na área da nascente do córrego e a criação de um lago artificial na região de encontro do córrego Biriguizinho com o córrego Vendrame.

O alto e médio curso do referido córrego se caracteriza pela urbanização consolidada, com sua área de nascente ocupada e esses segmentos do seu curso retificados. A área que deveria ser preservada com vegetação foi ocupada por uma via (Avenida João Cernack), que faz a ligação de diversas regiões da cidade com a área central.

A figura 16 apresenta o uso e ocupação na área da nascente do córrego Biriguizinho em 1962 e 2019. As figuras 17 e 18 apresentam o uso e ocupação da terra na nascente do córrego Biriguizinho, em 1962 e em 2019, respectivamente.

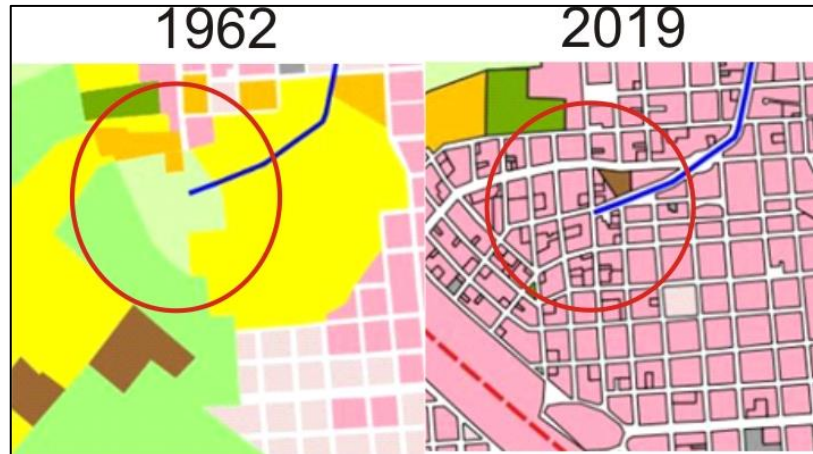


Figura 16 - Uso e ocupação da terra na nascente do córrego Biriguizinho – 1962 e 2019.
Elaborado pela autora.



Figura 17 - Área de nascente do córrego Biriguizinho – 1962.
Fonte: Acervo Museu Histórico "Dr. Renato Cordeiro", s/d.



Figura 18 - Área de nascente do Córrego Biriguizinho. . Fotos: Alessandra Fagundes (2017).

A região da “Praça Anna Nunes Garcia” (Parque do Povo), local conhecido como “Lago da Raquete”, é conhecida pelas transformações que ocorreram nos anos 1960, como resultado dos processos urbanísticos em curso. Este local, que possui altitudes em torno de

385 metros e configura-se em um grande vertedouro de águas fluviais e pluviais, foi transformado, em 1962, em um grande lago artificial, a partir do represamento e da canalização do córrego Biriguizinho (Figura 19 – A, B e C). Nos anos 2000, a área foi aterrada, devido aos problemas que surgiram com as enchentes, sendo transformada em um parque popular (Figura 19 – D, E e F).

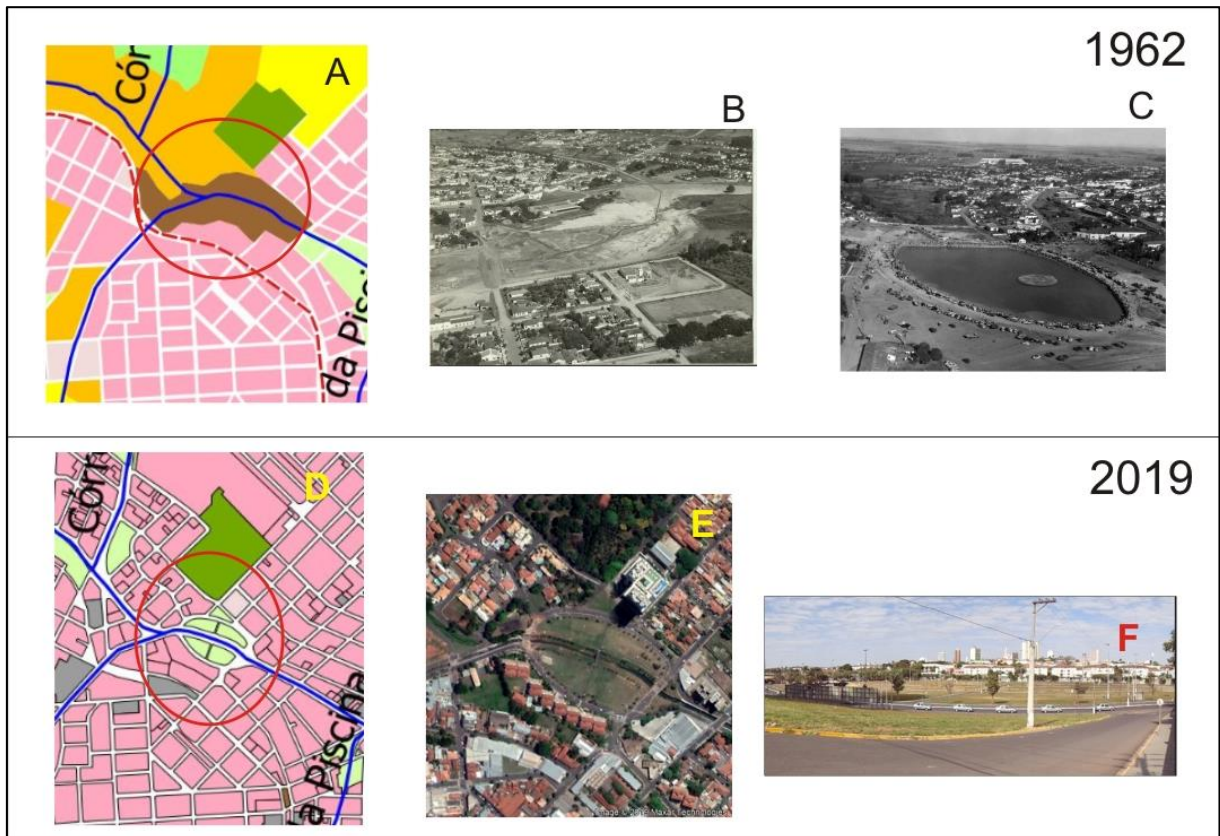


Figura 19 - Mudanças no uso e ocupação na região do “Lago da Raquete” – 1962 e 2019.

Fontes: A – Mapa de uso e ocupação da terra de 1962; B e C - Acervo Museu Histórico "Dr. Renato Cordeiro", s/d; D – Mapa de uso e ocupação da terra de 2019; E – Google Earth (2019); F – Alessandra Fagundes (2017).

Atualmente, nos períodos chuvosos, a área é atingida por problemas de alagamentos, inundações e desmoronamentos de margens dos córregos. No mês de novembro de 2017, no período de chuvas intensas na cidade, ocorreu o transbordamento das águas do córrego Biriguizinho, com a inundação no Lago da Raquete (Figura 20) e na Avenida João Cernack (Figura 21).



Figura 20 - Inundação do Lago da Raquete, após chuvas intensas. Foto: autor desconhecido (2017).



Figura 21 - Inundação no Córrego Biriguzinho – Avenida João Cernack. Foto: Autor desconhecido (2017).

Durante o segundo trabalho de campo, realizado entre os dias 10 a 12 de janeiro de 2018, constataram-se alguns problemas nas avenidas que estão localizadas nos fundos de vale dos córregos que compõem a bacia do Córrego Biriguzinho. No córrego Nunes, em área localizada próximo ao Lago da Raquete, observou-se um desmoronamento das suas margens, próximo a uma ponte (Figura 22).



Figura 22 - Queda de margem – córrego Nunes. Foto: Alessandra Fagundes (2017).

A figura 23 apresenta a queda de margem em um trecho do córrego Biriguizinho, próxima a região do Lago da Raquete, causado pelas fortes chuvas que assolaram a cidade no período que o trabalho de campo foi realizado. A ocupação próxima a essa área é predominantemente urbana, com a existência de condomínios residenciais e comércios, além de possuir um tráfego intenso de veículos.



Figura 23 - Queda de margem – Córrego Biriguizinho. Foto: Alessandra Fagundes (2017).

Situações semelhantes as do córrego Biriguizinho foram encontradas nos córregos da Piscina e Matadouro. No primeiro, a área da nascente encontra-se ocupada e seu curso canalizado, com intenso uso por residências e comércios em suas margens (Figura 24). No segundo, a área da nascente localiza-se em uma vereda, mas seu médio curso está ocupado por uma via urbana, cuja situação é de evidente degradação ambiental (Figura 25).



Figura 24 - Ocupação das margens do córrego da Piscina. Foto: Alessandra Fagundes (2019).



Figura 25 - Situação de um trecho da margem do médio curso do córrego Matadouro.
Foto: Alessandra Fagundes (2019).

Em seguida, serão discutidos os resultados obtidos na segunda etapa dos procedimentos diagnósticos, ou seja, das “Prospecções Ambientais”, referentes às avaliações ambientais diretas.

5.2. Prospecções Ambientais

Segundo Moura (2014), as Prospecções Ambientais são compostas por procedimentos de avaliações ambientais diretas, que resultam da combinação de dados básicos, constituindo os primeiros resultados de avaliações obtidos nas análises e de avaliações ambientais complexas, que utilizam uma ou mais avaliações ambientais diretas como base para novas análises.

Desta forma, será apresentada uma avaliação ambiental direta, que buscou verificar o conflito de uso em áreas de preservação permanente, conforme a legislação vigente. O perímetro urbano de Birigui possui 2,14 km² de APP, que se localizam nas margens dos cursos d’água, nas nascentes e nas veredas. A legislação ambiental prevê que essas áreas sejam unicamente destinadas à existência de vegetação nativa, sendo proibida a sua supressão. Esta pode ocorrer somente em casos que for de interesse público (BRASIL, 2012).

Sabe-se que nas áreas urbanas, a modificação dos cursos d’água e da vegetação para dar lugar a usos e ocupações predominantemente urbanos é constante, principalmente nas áreas de ocupação consolidada. Em Birigui, a sua maioria dos cursos d’água que

compreendem a bacia do córrego Biriguizinho, estão com as APP ocupadas por usos agrícolas e urbanos. Atualmente, a falta de um manejo adequado dessas áreas, nos períodos de chuvas intensas, reflete na ocorrência de alagamentos e quedas de margens.

No mapeamento de uso e ocupação da terra, notou-se que os novos loteamentos que surgiram após os anos 1990, na direção dos córregos Moimaz, da Estiva e Veadinho, há a diminuição dos conflitos de uso em APP. Nos trabalhos de campo, pode-se observar que nas APP das nascentes e dos cursos d'água destes três córregos, há poucas áreas protegidas por mata ciliar. Também, observou-se em alguns pontos a degradação dessas áreas, com o descarte inadequado de resíduos sólidos, pastoreio e a existência de hortas comunitárias.

Para esta análise, foram representados os conflitos de uso para os cenários de 1962 e 2019. Em 1962, estava vigente o Código Florestal e de Águas de 1934 (BRASIL, 1934). Contudo, as faixas de APP foram estabelecidas pelo Código Florestal de 1965 (BRASIL, 1965), quando se evidenciaram as preocupações com a real proteção dos recursos hídricos. Atualmente, quem estabelece as diretrizes para a delimitação das APP, é o Código Florestal de 2012 (BRASIL, 2012).

Para a cidade de Birigui, delimitou-se as APP dos cursos d'água com até 10 metros de largura, no valor de 30 metros, conforme o art. 4º, inciso I; e as nascentes e veredas, com largura de 50 metros, conforme os incisos IV e XI do referido artigo (BRASIL, 2012).

As figuras 26 e 27 apresentam os mapas de Conflito de Uso em APP obtidos para os cenários de 1962 e 2019.

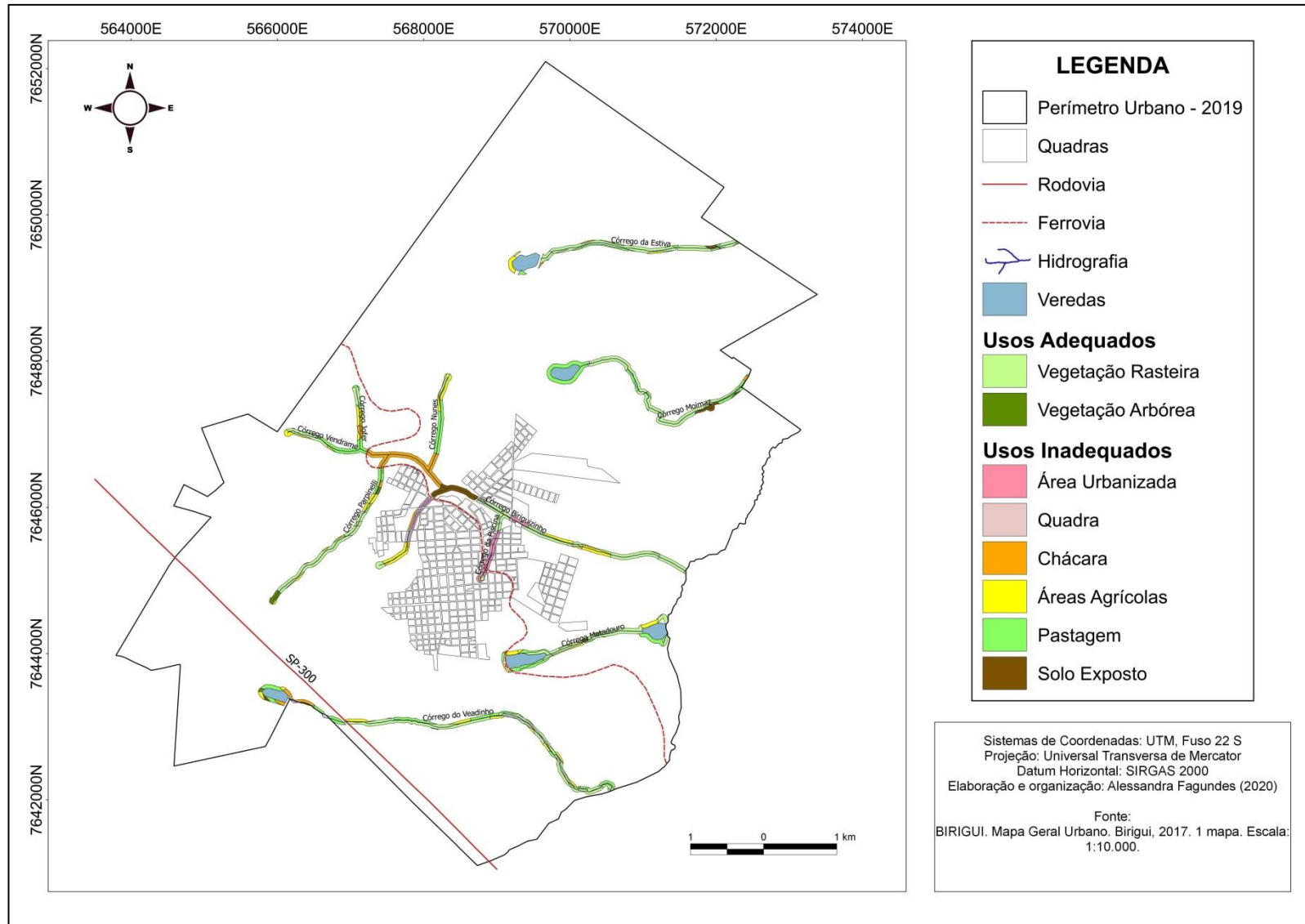


Figura 26 - Mapa de conflito de uso em APP - 1962. Elaborado pela autora.

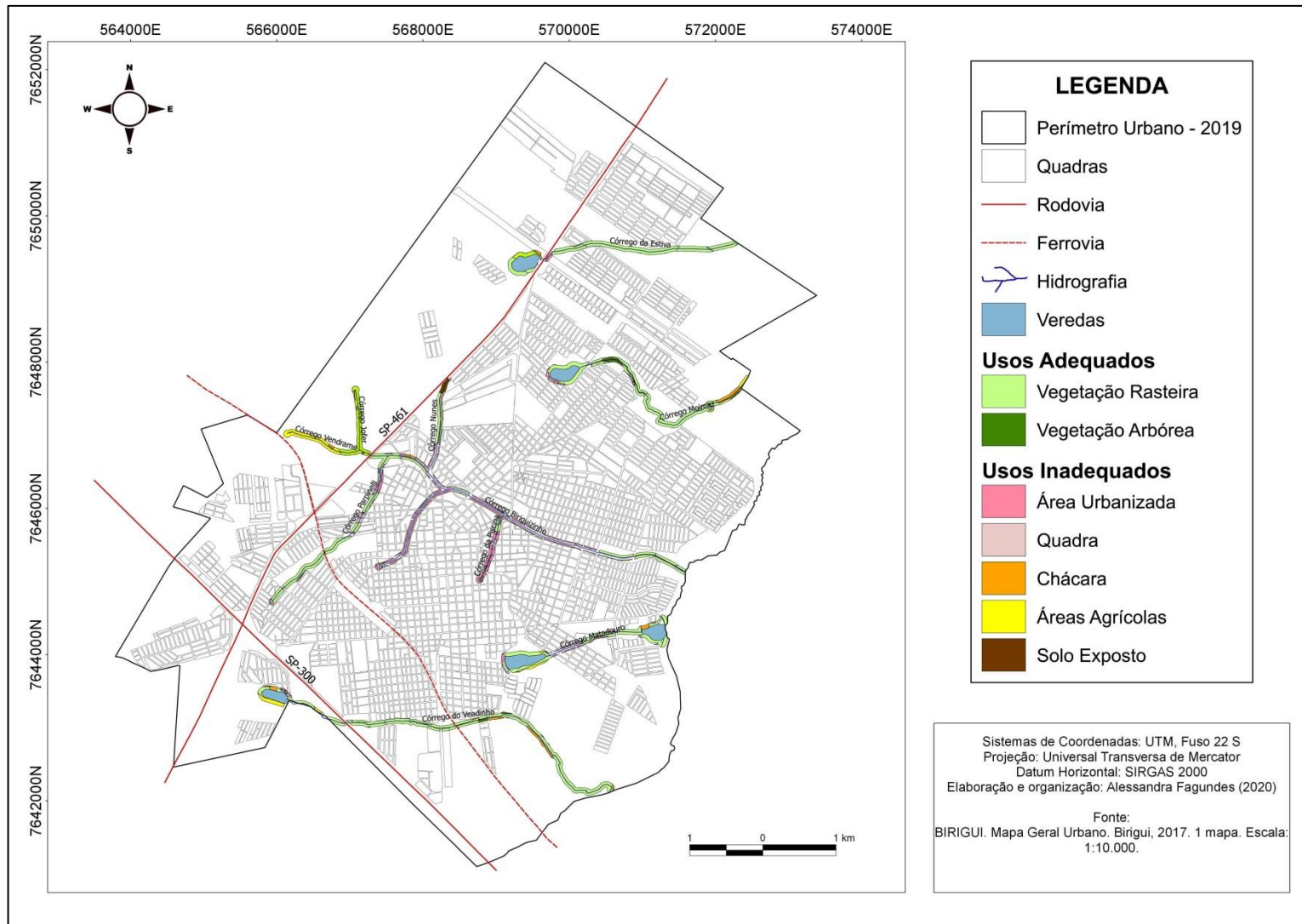


Figura 27 - Mapa de conflito de uso em APP - 2019. Elaborado pela autora.

A tabela 7, apresenta a distribuição das classes de uso e ocupação da terra nas APP do perímetro urbano de Birigui.

Tabela 7 - Distribuição das classes de uso e ocupação da terra nas APP de Birigui/SP – 1962 e 2019.

| Classe | 1962 | | 2019 | |
|----------------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | Km ² | % | Km ² | % |
| Área Urbanizada | 0,03 | 1,40 | 0,2 | 9,35 |
| Quadras | 0,01 | 0,47 | 0,01 | 0,47 |
| Indústria | 0 | 0,00 | 0,01 | 0,47 |
| Chácara | 0,16 | 7,48 | 0,06 | 2,80 |
| Área Agrícola | 0,24 | 11,21 | 0,21 | 9,81 |
| Pastagem | 0,36 | 16,82 | 0 | 0,00 |
| Vegetação Rasteira | 0,97 | 45,33 | 1,27 | 59,35 |
| Vegetação Arbórea | 0,01 | 0,47 | 0,02 | 0,93 |
| Solo Exposto | 0,06 | 2,80 | 0,01 | 0,47 |
| Vias (Ruas, Estradas, Ferrovias) | 0,30 | 14,02 | 0,35 | 16,36 |
| Total | 2,14 | 100 | 2,14 | 100 |

Organizado e elaborado pela autora.

A partir do exposto na tabela 7, 59,35% da APP do perímetro urbano de Birigui encontrava-se ocupada por vegetação rasteira em 2019. Convém destacar a ocupação de 26,65% da APP por usos da terra urbanos (área urbanizada, quadras, indústria e vias). Nestas classes de uso ocorre a impermeabilização do solo, implicando em eventos de enchentes durante períodos de fortes chuvas, conforme apresentado na discussão dos dados referentes ao uso e ocupação da terra.

Para verificar a situação das APP, efetuou-se o registro fotográfico em diversos pontos da cidade, permitindo-se constatar os conflitos de uso existentes. A figura 28 apresenta um mapa com os locais que foram visitados nos trabalhos de campo. A figura 29 (1 a 10) apresenta as imagens registradas nas APP dos córregos da Estiva, Moimaz, Jofer, Parpinelli e da Piscina.

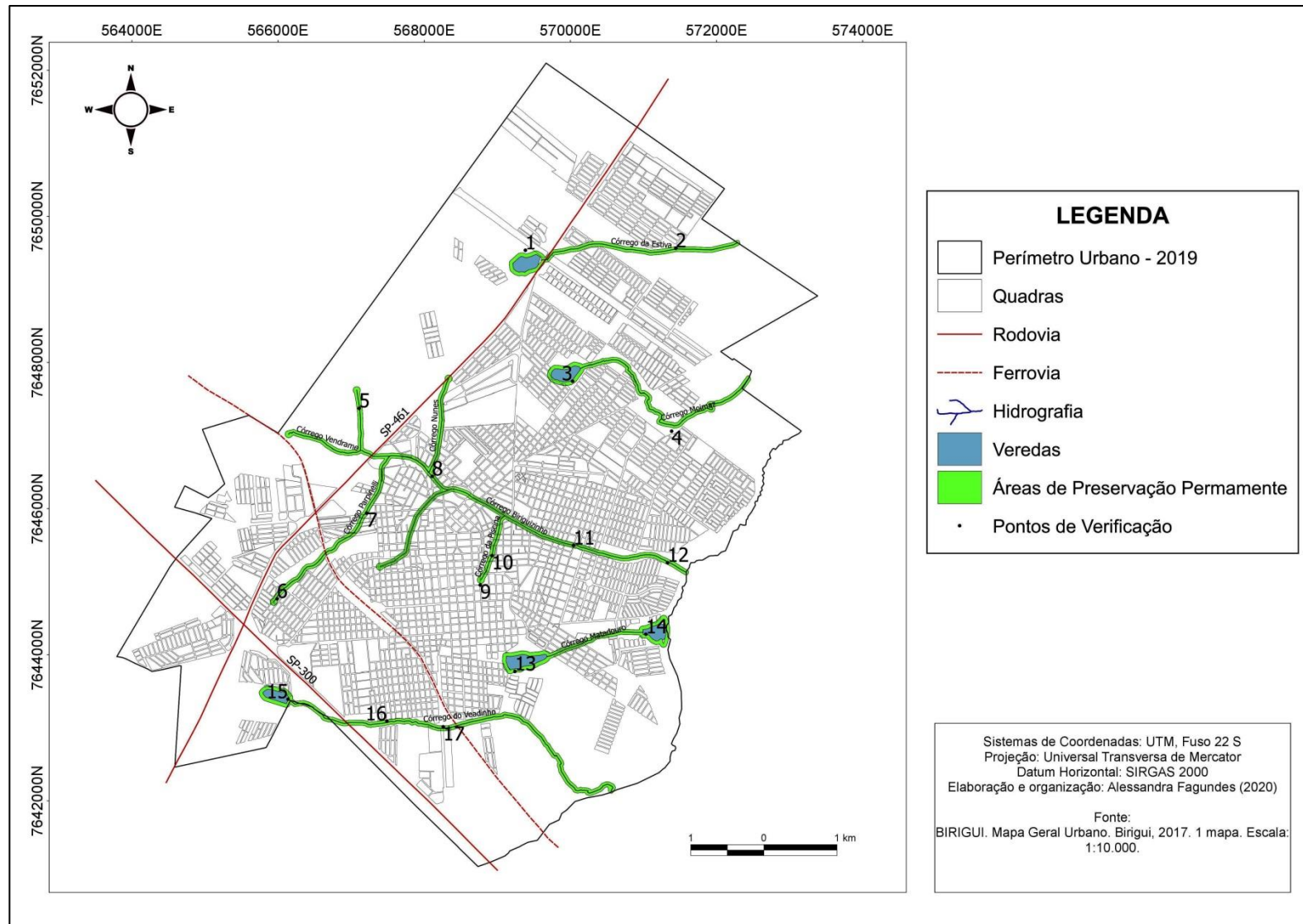


Figura 28 - Pontos visitados nos trabalhos de campo. Elaborada pela autora.



Figura 29 - Situação das APP dos córregos da Estiva, Moimaz, Jofer, Parpinelli e da Piscina. Fotos: Alessandra Fagundes (2017,2018 e 2019)

A foto 1 evidencia a nascente do córrego da Estiva. Como esta se localiza em uma vereda, deve-se ter uma área de preservação permanente de 50 metros, a partir da área brejosa encharcada (BRASIL, 2012). Até o momento do trabalho de campo, a área atendia à legislação, mas conforme observado na figura 28, há a existência de loteamentos nas proximidades desta nascente, pois esta região da cidade configura-se como o novo eixo de expansão urbana.

A foto 2 exhibe um trecho do médio curso do córrego da Estiva, localizado na região do bairro Portal da Pérola. Nota-se a existência de vegetação característica de áreas alagadas, observadas em outros trechos de outros córregos da cidade. Neste local, observaram-se pressões do uso urbano, com a existência de uma avenida, que liga esta região da cidade ao centro.

Na foto 3, observa-se ao fundo a nascente do córrego Moimaz. A nascente também localiza-se em uma vereda e sua APP está condizente com o previsto na legislação. Na foto 4, no primeiro plano, visualizam-se os lotes do Residencial Quinta da Mata, e ao fundo, uma área do médio curso do córrego Moimaz.

A foto 5 apresenta a região que se localiza a nascente do córrego Jofer. Esta encontra-se em uma área com uso e ocupação da terra agrícola. A foto 6 evidencia a nascente do córrego Parpinelli, que possui a APP da nascente protegida, conforme a legislação. A foto 7, denota um trecho do córrego Parpinelli, próximo a cabeceira de uma ponte, que, após fortes chuvas, teve as suas margens erodidas. Na foto 8, há outro trecho do córrego Parpinelli, localizado na confluência com o córrego Nunes, que apresenta em suas margens a presença de vegetação rasteira, como gramíneas e taboas.

Na foto 9, observa-se a nascente do córrego da Piscina. De acordo com o mapa de uso e ocupação das terras de 2019, nesta área, há ruas e residências, sendo possível identificar o córrego apenas visitando o local, pois existem bocas de lobo, que emitem barulhos de água corrente. Na foto 10, apresenta-se outro trecho do córrego da Piscina, canalizado e retificado, nas proximidades de uma unidade do Sesc Birigui. Nota-se a inexistência da APP neste trecho do córrego. Atualmente, esta área é atingida por enchentes nos períodos de chuvas intensas.

A figura 30 (11 a 17) apresenta a situação das APP em trechos dos córregos Biriguzinho, Matadouro e do Veado.



Figura 30 - Situação das APP dos córregos Biriguzinho, Matadouro e do Veadinho. Fotos: Alessandra Fagundes (2017,2018 e 2019).

As imagens 11a e 11b, da figura 30, apresenta a situação de um trecho no médio curso do córrego Biriguizinho. A foto 11a demonstra o trecho final da canalização do córrego, que se inicia na Avenida João Cernach e se encerra em uma ponte, localizada na rua Egídio Navarro. Na foto 11b, tem-se a transição do trecho canalizado com o trecho não canalizado. Este foi retificado, pois previa-se a continuidade da obra de canalização do córrego pela Prefeitura Municipal.

A foto 12 revela um trecho do baixo curso do córrego Biriguizinho, nas proximidades do bairro Jardim Canãa e Ivone Alves Palma. Na imagem, nota-se que não há mata ciliar em suas margens e sim gramíneas, podendo favorecer um pouco a infiltração da água da chuva, mas desrespeitando a legislação.

A imagem da foto 13 representa a nascente do córrego Matadouro. Esta também se localiza em uma área de vereda, portanto, há o cumprimento da legislação abrangendo a faixa de 50 metros após a área brejosa (BRASIL, 2012). A imagem 14 exhibe a foz deste córrego, que também se configura como uma vereda. Porém, nas proximidades desta área, observaram-se pressões do uso da terra, com a proximidade de loteamentos, que convergem o escoamento das águas pluviais para a região da foz.

Nas imagens 15a e 15b, verifica-se a situação da nascente do córrego do Veado em 2018. Nos mapeamentos de uso e ocupação, observou-se a existência de vegetação arbórea. Porém, em campo, constatou-se a ocupação dessas áreas com pastagens, com animais soltos no local.

A foto 16 apresenta uma área da APP do córrego do Veado na ponte do bairro Vista Alegre. Nesta, pode-se observar a ocupação da APP com pastoreio e uma horta comunitária. A foto 17 revela outro trecho do córrego do Veado, as margens da Avenida Nelson Calixto. Neste local, observou-se a presença de um sítio, com pastoreio e áreas de erosão de cabeceira.

Assim, essas imagens ilustram os diversos problemas ambientais identificados nas APP da área urbana de Birigui. Os córregos que possuem as faixas de APP apresentam, em vários trechos, sinais de degradação, com a existência de resíduos sólidos, uso das áreas de vegetação rasteira pra pastagem, usos urbanos, entre outros. Na área central da cidade, onde se concentra a ocupação mais antiga, a maior parte das APP foi suprimida, para dar lugar a vias urbanas. Hoje, essas áreas enfrentam os problemas decorrentes do inadequado planejamento urbano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A urbanização, entendida nesta pesquisa como um sistema cultural característico da sociedade industrial capitalista, refletiu na organização dos espaços urbanos de forma complexa, modificando a paisagem e as relações sociais. Esse processo desencadeou a aceleração das mudanças ambientais globais, a diversificação econômica e as desigualdades regionais. O aumento dos problemas urbanos estimulou a retomada das discussões referentes à relação sociedade-natureza.

Nas últimas décadas, o mundo vem observando um aumento populacional em suas áreas urbanas. As projeções populacionais apontam que 68% da população mundial viverá em cidades em 2050. No Brasil, o processo de urbanização ganhou impulso na segunda metade do século XX, atrelado ao desenvolvimento da indústria. O processo que aqui se desenvolveu foi complexo, ocorrendo, segundo Santos (2013), em três estágios: urbanização aglomerada, urbanização concentrada e a metropolização. Hoje, estima-se que 84% da população brasileira residam em áreas urbanas.

Em Birigui, a industrialização com características endógenas, que ganhou impulso na década de 1970, tornou-se o principal fator atrativo de população nas décadas seguintes. Na década de 1980, a cidade tornou-se um polo calçadista de referência nacional, atraindo a atenção de migrantes que estavam em busca de novas oportunidades de trabalho. Em conjunto com essa consolidação, ocorreu o início da desconcentração industrial no Estado de São Paulo, das regiões metropolitanas para regiões interioranas, impulsionando o aumento do crescimento populacional urbano nessas áreas.

Na década de 1990, Birigui observou taxas de crescimento populacional de 2,30% a.a. Esses valores eram muito superiores à média nacional, de 1,45% a.a., e estadual, de 1,60% a.a. A taxa de crescimento urbano neste período foi de 2,58% a.a. Em 2019, Birigui possuía 123.638 mil habitantes. Destes, 120.766 mil residiam na área urbana (97,68%).

O considerável aumento populacional refletiu na intensificação da expansão urbana. Na década de 1980, a área urbanizada de Birigui ocupou 4,96 km², representando 16,68% da área atual, com uma taxa de crescimento de 4,12% a.a. Na década de 1990, Birigui ampliou 4,84km² da área urbanizada, o que representa 16,28% da área atual, com taxa de crescimento de 2,85% a.a.

Em 2019, Birigui possuía um perímetro urbano de 55,8 km², nos quais 29,73 km² são compostos por áreas urbanizadas. Entre os anos de 2010 a 2019, Birigui observou um aumento de 5,93% de suas áreas, correspondendo a 19,95% da área total. A taxa média de

crescimento da mancha urbana para esta década foi de 2,25 a.a. A cidade, que se expandiu nos sentidos leste, para Coroados, sul, em direção a rodovia SP-300, e nordeste, encontra, nesta década, seu eixo de expansão para a região oeste, às margens da rodovia SP-461, sentido Araçatuba.

O aumento da mancha urbana veio acompanhado por mudanças no uso da terra. Em 1962, 73% da área eram ocupadas por culturas agrícolas e pastagem. Em 2010, as áreas agrícolas representavam 32,85%, e em 2019, 28,06%. A área urbanizada, que em 1962 ocupava 5,5% da área, passou a representar quase 45% em 2010, e 51% em 2019.

As mudanças no uso da terra foram acompanhadas de transgressões as características físicas do terreno e à legislação. Com relação ao relevo, 63% da encontra-se em áreas propícias a ocupação urbana, contudo 35,60% da área urbana possuem declives menores que 2%, tornando essas áreas suscetíveis a inundações. Vale salientar, que a cidade não possui áreas com declives maiores que 30%, portanto não é susceptível a deslizamentos de massa ou processos erosivos intensos. Assim, a característica plana de Birigui está associada à configuração do relevo, que possui formas onduladas a suaves.

Os mapeamentos de uso e ocupação da terra (cenários de 1962, 2020 e 2019) e trabalhos de campo permitiram constatar impactos e conflitos causados pelo uso inadequado em áreas de nascentes e em fundos de vale. A cidade apresenta, nos períodos chuvosos, enchentes e alagamentos, concentrados na região do córrego Biriguizinho. Considera-se que esses fenômenos ocorrem hoje com maior intensidade, devido ao aumento da impermeabilização do solo nas vertentes e nas cabeceiras de drenagem, conforme observados nos mapeamentos de uso e ocupação da terra.

Observou-se também a transgressão à legislação, com a ocupação por usos inadequados em áreas de APP. As APP dos córregos da Estiva, Moimaz e do Veadinho, por se localizarem em áreas que foram ocupadas após os anos 1980, encontram-se com a sua área sem usos urbanos, mas sem vegetação arbórea ou arbustiva, conforme observado nos trabalhos de campo. As APP dos cursos d'água que compreende a área da bacia do córrego Biriguizinho encontram-se suprimidas, com suas nascentes aterradas e seus cursos canalizados. A APP do córrego Matadouro possui sua nascente e foz preservadas, mas seu curso encontra-se ocupado por usos urbanos, como ruas e casas, apresentando assoreamento e erosão de margem em vários pontos.

Quanto os procedimentos metodológicos adotados, os dados dessa pesquisa foram obtidos através da adaptação de uma metodologia de geoprocessamento para análises espaciais urbanas, desenvolvida por Moura (2014), com o uso do SIG QGIS, versão 2.18.

Para isso, integraram-se e analisaram-se os dados obtidos a partir da fotointerpretação de imagens aerofotogramétricas, ortofotos, dados topográficos e de cartografia digital, que permitiram a espacialização, quantificação e a produção de informação ambiental.

A escolha de um *software* livre para o tratamento e produção dos dados objetivou demonstrar as potencialidades e limitações do uso desta ferramenta em estudos urbanos. Durante o desenvolvimento da pesquisa, o SIG QGIS apresentou diversas limitações, principalmente na criação da informação morfométrica (hipsometria e declividade), sendo necessária a adoção de procedimentos manuais de correção, auxiliado pelo conhecimento de informações sobre a área.

No ambiente do QGIS, os processos de georreferenciamento e de vetorização manual ocorreram de maneira simples, sendo de fácil manuseio, permitindo-se produzir dados detalhados para a área urbana de Birigui. Porém, para áreas com grande extensão territorial, como cidades inteiras e municípios, sugere-se a realização de mapeamentos automáticos ou semiautomáticos, pois essas metodologias possibilitam a redução do tempo dos mapeamentos manuais, permitindo a realização de análises quantitativas e estatísticas mais apuradas, melhorando a qualidade da informação espacial para a tomada de decisão.

Outra dificuldade encontrada no desenvolvimento da pesquisa foi quanto à falta de dados e estudos detalhados para a cidade e toda sua região. Não foi possível encontrar dados em escala de detalhe para as variáveis: relevo, solo e litologia. Vale salientar, que esses dados são importantes para o desenvolvimento de estudos relativos à fragilidade ambiental, vulnerabilidade ambiental, suscetibilidade a enchentes e a processos erosivos. Portanto, sugere-se que para pesquisas futuras sobre Birigui o levantamento de dados detalhados sobre tais variáveis, buscando assim, contribuir para o melhor entendimento dos processos naturais que ocorrem, além de contribuir para a melhoria dos processos de planejamento urbano.

Desta forma, acredita-se que a contribuição deste estudo está na compreensão dos fatores econômicos e populacionais que permitiram o desenvolvimento urbano de Birigui, no conhecimento da declividade da área de estudo e sua consequência nos impactos ambientais, nas transformações do uso da terra nos últimos 60 anos, na expansão urbana, através da identificação do novo eixo de ocupação que será desenvolvido nesta década, e nos conflitos de uso da terra em APP.

Portanto, espera-se que esse trabalho seja utilizado como referência para futuros estudos acadêmicos na região, além de colaborar para a tomada de decisão pelos gestores públicos para o adequado planejamento urbano e ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAENINGER, R. Crescimento das cidades: metrópole e interior do Brasil. *In*: BAENINGER, R (org.). **População e cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais**. Campinas: Núcleo de Estudos de População-Nepo/Unicamp, Brasília: UNFPA, 2010, p. 209-222. Disponível em: http://www.unfpa.org.br/Arquivos/populacao_cidade.pdf. Acesso em nov. 2019.
- BAENINGER, R.; PERES, R. G. Metrôpoles brasileiras no século 21: evidências do censo demográfico de 2010. **Informe Gepec**, Toledo, v.15, n. 3, p.634-648, 2011. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/6305>. Acesso em nov. 2019.
- BARGOS, D.C.; LAGO, G.M.T.; FERRAZ, F. Geotecnologias aplicadas ao mapeamento e classificação das formas de uso da terra nas áreas de preservação permanente da microbacia do Ribeirão dos Passos (Lorena-SP). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 18, n. 64, p. 47-59, dez 17.
- BATEZELLI, A. et. al. Análise Estratégica Aplicada à Formação Araçatuba (GRUPO BAURU-K) No Centro-Oeste do Estado de São Paulo. **Revista Geociências**, 22: 05-19, 2003.
- BIRIGUI. Lei Complementar nº 37, de 04 de agosto de 2011. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano. **Diário Oficial – Município de Birigui**: Birigui, SP, 2011.
- BIRIGUI (SP). **Prefeitura**. 2018. Disponível em: <http://www.birigui.sp.gov.br/birigui/cidade/nossa_historia.php>. Acesso em: out. 2018.
- BOSSLE, R.C. **ABC do QGIS**. Curitiba: Editora Ithala, 2016.
- BOSSLE, R.C. **QGIS e geoprocessamento na prática**. 2ª ed. Curitiba: Editora Ithala, 2017.
- BRAGA, R. Política urbana e desenvolvimento sustentável: avanços e limites do Estatuto da Cidade. *In*: PPLA 2010: SEMINÁRIO POLÍTICA E PLANEJAMENTO, 2, 2010. Curitiba. **Anais [...]** Curitiba: Ambiens, 2010. [CD].
- BRASIL. Decreto nº 23.793 de 23 de janeiro de 1934. Aprova o Código Florestal. **Diário Oficial da União**: seção 1, Rio de Janeiro, RJ, p.2882, 09 fev. 1934. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-23793-23-janeiro-1934-498279-publicacaooriginal-78167-pe.html>.
- BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 9529, 16 set. 1965. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14771.htm.
- BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 20 dez. 1979. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm.
- BRASIL. **Estatuto da cidade**: lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e legislação correlata. 2ª ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2009.

BRASIL. Lei nº12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 149, n. 102, p. 1-8, 28 mai. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução. CÂMARA, G.; DAVIS, C; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

DAVIS, C; CÂMARA, G. Arquitetura de sistemas de informação geográfica. In: **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CASTELLS, M. **A questão urbana**. 4ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1983.

CEPAGRI. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <<https://www.cpa.unicamp.br>>. Acesso em jul. 2018.

CICERO, E.C. **A Indústria Calçadista de Birigui**: origem, reestruturação produtiva e formação de uma economia de aglomeração. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2011.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**: Introdução. São Paulo: Hucitec, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Ed. da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CORRÊA, R.L. **O Espaço Urbano**. São Paulo: Ática, 1989.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. G.; BARBOSA, C. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico- Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CUNHA, N.M. **A chave de Biriguy**. Bauru: Gráfica Coelho, 1997.

CUNHA, C. M. L. **A Cartografia do Relevo no Contexto da Gestão Ambiental**. 2001. 128 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

DE BIASI, M. A Carta Clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, n.6, USP-FFLCH, 1992.

DE BIASI, M. Cartas de declividade: Confecção e utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 21, 1970, p. 8 – 21.

DENG, J.S. et. al. Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape

pattern in response to rapid urbanization. **Landscape and Urban Planning**. n. 92, p.187-198, 2009.

DREW, D. **Processos Interativos Homem Meio-Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

FRANZIN, M.E. **Avaliação da fragilidade e dos efeitos da urbanização sobre o relevo no setor oeste da cidade de Rio Claro (SP)**. 2018. 109 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2017.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. Revisão estratigráfica da parte oriental da bacia Bauru (neocretáceo). **Revista Brasileira de Geociências**, n.30, vol. 4, p. 717 – 728, 2000.

FERNANDES, E. Estatuto da Cidade, mais de 10 anos depois. **Revista UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, n.1, p.212-233, jan./jun. 2013. Disponível em: https://www.ufmg.br/revistaufmg/downloads/20/10-estatuto_da_cidade_edesio_fernandes.pdf. Acesso em jun. 2017.

FLORENZANO, T.G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3ªed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FITZ, P.R. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FUNDAÇÃO SEADE. **Perfil dos municípios paulistas**. Disponível em: <http://www.perfil.seade.gov.br/> . Acesso em nov. 2019.

GOMES, M.F. **A Cartografia temática aplicada como instrumento de análise e síntese no estudo da qualidade de vida urbana: o caso da cidade de Birigui-SP**. 2011. 217f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados do Censo 2010** – por Município. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat.topwindow.htm?1>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**: Birigui. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=350650&search=sao-paulo|birigui>. Acesso em: Outubro, 2016.

LADIWIG, N.I.; SILVEIRA, L.N.; MEDEIROS, D. Registro de imagem digital efetuado por meio de modelos polinomiais. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 21, n. 1, p. 312-324, 2015.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

LONGLEY, P.A. *et al.* **Sistemas e ciência da informação geográfica**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MAARSEVEEN, M.V.; MARTINEZ, J.; FLACKE, J. GIS in sustainable urban planning and management: a global perspective. *In*: MAARSEVEEN, M.V.; MARTINEZ, J.; FLACKE, J. **GIS in sustainable urban planning and management a global perspective**. Boca Raton: Taylor e Francis, 2019. p. 1-6.

MARTINS, M.I.F.P.O; MATIAS, L.F. Mapeamento da distribuição do uso da terra urbana em Santos (SP). **Revista RA'EGA - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 46, p. 185-203, abr. 2019.

MEADOWS, D.H. et.al. **Limites do Crescimento**. 2ªed. São Paulo: Editora Perspectiva. 1978.

MARTINE, G.; MCGRANAHAN, G. A transição urbana brasileira: trajetórias, dificuldades e lições aprendidas. *In*: BAENINGER, R. (org.). **População e cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais**. Campinas: Núcleo de Estudos de População- Nepo/Unicamp, Brasília: UNFPA, 2010, p. 11-24. Disponível em: http://www.unfpa.org.br/Arquivos/populacao_cidade.pdf. Acesso em nov. 2019.

MENDES, A.C.P. **Alterações morfológicas decorrentes da expansão urbana no setor leste da cidade de Rio Claro (SP): subsídios ao planejamento urbano**. 2015. 178 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2015.

MENDONÇA, F. Geografia socioambiental. **Terra Livre**, São Paulo, n. 16, p. 139-158, jan.-jun. 2001. Disponível em: <https://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/352>. Acesso em 02 mai. 2017.

MENEZES, P.M.L.; FERNANDES, M.C. **Roteiro de cartografia**. São Paulo: Oficina de Texto, 2013.

MONICO, J.F.G. **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Ed. UNESP, 2008.

MOURA, A.C.M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

MOURA, N.S.V.; MORAN, E.F. Problemas ambientais urbanos: questões metodológicas nos estudos geográficos com ênfase na análise geomorfológica e nas mudanças do uso da Terra. *In*: BASSO, L.A.; MOURA, N.S.V.; STROHAECKER, T.M. (org.). **Geografia: dinâmica, conflitos e proposições**. Porto Alegre: wwlivros, 2017. p. 12-30. *E-book*.

OLIVEIRA et.al. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: IAC/Embrapa, 1999. Mapa, escala 1:500.000.

PERROTTA, et. al. **Mapa geológico do estado de São Paulo**: Escala 1:750.000. CPRM, 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BIRIGUI. **Mapa Geral Urbano**. Birigui, 2017. 1 Mapa. Escala: 1:10.000.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BIRIGUI. **Mapa Topográfico**. Birigui, 2017. 1 Mapa. Escala: 1:10.000.

RAMOS, D.S. **A cidade Pérola em capítulos**. Birigui: Edição do autor. 1961.

RAMOS, F.R.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. Territórios Digitais Urbanos. *In*: ALMEIDA, C.M. et. al. **Geoinformação em urbanismo**: cidade real x cidade virtual. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, p. 34-53.

RESENDE, P.S.; MARQUES, D.V; OLIVEIRA, L.A. Construção de modelo e utilização do método de processo analítico hierárquico – AHP para mapeamento de risco à inundação em área urbana. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 61, mar/2017, p.01-18.

RIZZO, M. **A indústria de calçados infantis de Birigui**. 2004. Dissertação (Mestrado em Economia), UNICAMP, Instituto de Economia, Campinas, 2004.

RODRIGUES, A.M. **Produção e consumo no e do espaço**: problemática ambiental urbana. São Paulo: Hucitec, 2003. *E-book*. Disponível em: http://www.labhab.fau.usp.br/wp-content/uploads/2018/01/rodrigues_producaoconsumo.pdf. Acesso em abr. 2017.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. n. 8, p.63-74. 1994.

ROSS, J.L.S. Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. **Revista do Departamento de Geografia da USP**. São Paulo. n. 9, p. 65-75, 1995.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 10, p. 41-58, 1996.

RUBIRA, F.G. Análise multitemporal da expansão urbana de Maringá-PR durante o período de 1947 a 2014 envolvendo o Parque Municipal do Cinquentenário e as principais áreas verdes do município. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 46, p. 333-361, 2016.

SANTOS, J.O.; ROSS, J.L.S. Fragilidade ambiental urbana. **Revista da Anpege**, v.8, n. 10, p. 127-144, ago./dez., 2012. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6511>.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 5ªed. São Paulo: Edusp, 2013.

SOUZA, M.L. **ABC do desenvolvimento urbano**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

SOUZA, M.L. **Mudar a cidade**: uma introdução ao planejamento e à gestão urbanas. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

SOUZA, M. A. B. **Agglomeração calçadista de Birigui**: origem e desenvolvimento. Araçatuba: Editora do escritor, 2004.

SOUZA, M.A.B.; BARBOSA, L.G.B. **O cinquentenário da indústria calçadista de Birigui (1958-2008)**. Birigui: Editora Bearare, 2009.

SPOSITO, M.E.B. **Capitalismo e Urbanização**. 16ed. São Paulo: Contexto, 2017.

SUGUIMOTO, E.I. **A expansão da cana em Birigui e a dinâmica agrária regional**. 2011. 136 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, 2011.

SYDENSTRICKER-NETO, J; SILVA, H.; MONTE-MÓR, R. L. **Dinâmica populacional, urbanização e meio ambiente**. Brasília: UNFPA, 2015. *E-book*. Disponível em: <http://www.unfpa.org.br/Arquivos/urbanismo1.pdf>. Acesso em nov. 2019.

THOMAZINI, L.S. **Análise da fragilidade ambiental em área urbana**: o caso da bacia hidrográfica do córrego do Castelo, Bauru (SP). 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2013.

UNITED NATIONS, DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS - POPULATION DIVISION. **World Urbanization Prospects: the 2018 revision (ST/ESA/SER.A/420)**. New York: United Nations, 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>. Acesso em nov. 2019.

VIEIRA; P.H.; VIEIRA, A.C.A.S. Um estudo da evolução urbana no município de Cordeirópolis/SP: com auxílio do SIG. **Ágora**, Santa Cruz do Sul, v.20, n.02, p. 126-134, jul./dez. 2018.

XAVIER-DA-SILVA, J. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: J. Xavier da Silva, 227 p. , 2001.

XAVIER-DA-SILVA. O que é geoprocessamento? **Revista do Crea-RJ**, Rio de Janeiro, p.42-44, out/nov, 2009.

XAVIER-DA-SILVA, J.; ZAIDAN, R.T. **Geoprocessamento e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

XAVIER-DA-SILVA, J.; ZAIDAN, R.T. **Geoprocessamento e análise ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.