

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA PAULA FRANCO

EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO URBANA – ESTUDO DE CASO BAIRRO
BOQUEIRÃO (CURITIBA-PR)

CURITIBA

2019

ANA PAULA FRANCO

EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO URBANA – ESTUDO DE CASO BAIRRO
BOQUEIRÃO (CURITIBA-PR)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado por Ana Paula Franco como requisito para a conclusão do curso de graduação em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Setor de Ciências da Terra, Departamento de Geomática, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr Hideo Araki

Coorientador: Prof. Dr. Luís Augusto Koenig Veiga

CURITIBA

2019

ANA PAULA FRANCO

**EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO URBANA – ESTUDO DE CASO BAIRRO
BOQUEIRÃO (CURITIBA-PR)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para a conclusão do curso de graduação em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Setor de Ciências da Terra, Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Orientador: Prof. Dr Hideo Araki

Coorientador: Prof. Dr. Luís Augusto Koenig
Veiga

Prof. Dr. Hideo Araki

Orientador – Departamento de Geomática, UFPR

Prof. Dr. Luís Augusto Koenig Veiga

Coorientador – Departamento de Geomática, UFPR

Prof(a). Dr.. Rodrigo de Campos Macedo

Departamento de Geomática, UFPR

Curitiba, 06 de dezembro de 2019.

Dedico a Deus, a minha família, em especial a minha Mãe e ao, meu Pai (*in memoriam*), que sempre me incentivaram no decorrer do curso e aos meus Irmãos, que iniciaram antes os caminhos de Técnico em Agrimensura e da Engenharia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais esta oportunidade de aprendizado e por ter tido a força e a saúde necessária para finalizar mais esta graduação.

Aos docentes do curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Paraná pelo conhecimento transmitido e a oportunidade oferecida.

Em especial, aos Professores Dr. Hideo Araki e Dr. Luís Augusto Koenig Veiga, meus orientadores durante o desenvolvimento do trabalho, pela dedicação, conhecimentos transmitidos e confiança depositada na realização deste trabalho.

À Coordenação do Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Paraná pela estrutura acadêmica oferecida e apoio ao corpo docente.

Aos meus amigos, do Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Paraná, pelo companheirismo e colaboração nos trabalhos de graduação e nesta última fase.

Agradeço ao IPPUC, IBGE, Biblioteca Pública e Prefeitura de Curitiba e demais órgãos e instituições governamentais que cederam dados e informações usadas neste trabalho.

Agradeço aos meus familiares, por compreender os meus momentos de ausência durante os estudos, na elaboração de trabalhos e realização de provas.

E um agradecimento especial ao professor Dr. Rodrigo de Campos Macedo, pela colaboração e por ter aceitado o convite para a banca.

“... Arrependimentos, eu tive alguns.
Porém, pouquíssimos para mencionar.
Eu fiz o que eu devia ter feito
E passei por tudo consciente, sem exceção.
Eu planejei cada curso traçado
Cada passo, cuidadosamente, no correr do atalho.
E mais, muito mais que isso,
Eu o fiz do meu jeito... ”

My way
Frank Sinatra

RESUMO

Compreender a forma de ocupação e as variações no uso do solo pode ajudar no planejamento urbano e no desenvolvimento das cidades brasileiras. Assim, utilizar imagens de satélites Landsat, mosaicos de ortofotos e arquivos DWG da região de Curitiba para obter informações sobre as transformações ocorridas no uso e ocupação da terra, no bairro Boqueirão, ao longo do tempo, possibilitou verificar as alterações no decorrer dos anos. Além de proporcionar o efetivo conhecimento da área de estudo, ao mapear as alterações na urbanização da área analisada, em especial, quanto ao recobrimento de ruas e áreas públicas de vegetação, este trabalho possibilitou o uso de várias ferramentas da análise de imagens digitais do ENVI e do QGis e de análise vetorial no AUTOCAD. A compilação dos dados em mapas temáticos, acabou sendo de grande utilidade, tanto em relação as imagens de satélite, quanto aos mosaicos de ortofotos e arquivos DWG utilizados. Assim, ressalta-se que em alguns casos, em estudos semelhantes, os dados de maior relevância e que possuam lacunas temporais muito grandes, sejam obtidos por outros meios, como, em levantamentos topográficos e/ou geodésicos da região, visando complementar as informações e facilitar a visualização e análises das mudanças temporais.

Palavras-chave: 1. uso do solo; 2. análise de imagens ;3. mosaicos de ortofotos; 4. análise vetorial; 5. mudanças temporais

ABSTRACT

Understanding land use and land use variations can help in urban planning and the development of Brazilian cities. Thus, using images from Landsat satellites, orthophoto mosaics and DWG archives of the Curitiba region to obtain information about the changes in land use and occupation in the Boqueirão neighborhood, over time, made it possible to verify the changes over the years. In addition to providing effective knowledge of the study area, by mapping the changes in the urbanization of the analyzed area, especially regarding the covering of streets and public areas of vegetation, this work enabled the use of various digital image analysis tools from ENVI. and QGis and vector analysis in AUTOCAD. The compilation of data in thematic maps turned out to be very useful, both in relation to satellite images, orthophoto mosaics and DWG files used. Thus, it is noteworthy that in some cases, in similar studies, the most relevant data and those with very large temporal gaps are obtained by other means, such as in topographical and / or geodetic surveys of the region, aiming to complement the information and facilitate visualization and analysis of temporal changes.

Keywords: 1. land use; 2. image analysis; 3. orthophoto mosaics; 4. vector analysis;
5. temporal changes

LISTA DE FIGURAS

Figura-1: Foto de 1900 da antiga da sede da Fazenda Boqueirão, onde teve início o bairro Boqueirão	14
Figura-2: Foto de 1960 da antiga da Fazenda Boqueirão, onde teve início o bairro Boqueirão	14
Figura-3: Eixo do transporte coletivo do Boqueirão, em 1977.....	16
Figura-4: Evolução da ocupação urbana do município de Curitiba, entre os anos de 1954 e 2012.....	17
Figura-5: Foto antiga do Colégio Estadual Professor Victor do Amaral.....	18
Figura-6: Rua da Cidadania, terminal de transporte do Carmo, inaugurado em 1995, no bairro do Boqueirão.....	18
Figura-7: Praça da Colonização Menonita, na atualidade, no bairro do Boqueirão.....	19
Figura-8: O cemitério do Boqueirão, na atualidade, no bairro do Boqueirão.....	19
Figura-9: Cópia digital do cabeçalho do jornal gazeta do povo, de 04 de janeiro de 1957, sendo (a) e (b) início da página e (c), detalhe da página contendo um anúncio de venda de terreno no bairro Boqueirão.	20
Figura-10: Cópia digital do cabeçalho do jornal gazeta do povo, de 06 de janeiro de 1957, sendo (a) e (b) início da página e (c), detalhe da página contendo um anúncio da venda de lotes no bairro Boqueirão.....	21
Figura-11: Plano de urbanização de Curitiba (Plano Agache) de 1943.....	22
Figura-12: Imagem de 2017 do Parque Náutico localizado no bairro Boqueirão.....	23
Figura-13: Localização do bairro Boqueirão na cidade de Curitiba	24
Figura-14: Limites do Boqueirão na cidade de Curitiba	25
Figura-15: Avenida Marechal Floriano Peixoto no bairro Boqueirão	25
Figura-16: Rua de acesso a Praça da Colonização Menonita no bairro Boqueirão..	26
Figura-17: Resumo das etapas para o estudo da evolução da ocupação urbana no bairro Boqueirão	30

Figura-18: Terminal do Carmo no bairro Boqueirão, sendo observado em (a) a ortofoto de 1991, em (b) 1999 e em (c) 2008	32
Figura-19: Exemplo da resolução espacial imagens de satélite no software ENVI para o recorte da cidade de Curitiba 1991.....	35
Figura-20: Comparação entre os métodos de classificação não supervisionada, IsoData e K-means no EVNI, sendo apresentado em (a) recorte da cidade de Curitiba 2014, em (b) o resultado da classificação pelo método IsoData e em (c) o resultado da classificação pelo método K-Means.....	36
Figura-21: Comparação entre os resultados da classificação não supervisionada pelo método IsoData, sendo apresentado em (a) recorte da cidade de Curitiba 1991 e em (b) recorte da cidade de Curitiba 2014.....	37
Figura-22: Mapa temático da compilação de dados óbitos do IPPUC para a região do bairro Boqueirão.....	38
Figura-23: Mapa temático da classificação de feições na imagem Landsat 7 de 1991.....	38
Figura-24: Mapa temático da classificação de feições na imagem Landsat 7 de 1999.....	39
Figura-25: Mapa temático da classificação de feições na imagem Landsat 8 de 2014.....	39
Figura-26: Região do Terminal do Carmo no bairro Boqueirão, na ortofoto do ano de 1991 no QGis	41
Figura-27: Resultado final do processo de vetorização das feições na ortofoto do ano de 1991 no QGis.....	41
Figura-28: Resultado final do processo de vetorização das feições na ortofoto do ano de 1999 no QGis	42
Figura-29: Resultado final do processo de vetorização das feições na ortofoto do ano de 2008 no QGis.....	42
Figura-30: Mapa temático do resultado final do processo de vetorização das feições na ortofoto do ano de 1991 no QGis.....	43
Figura-31: Mapa temático do resultado do processo de vetorização das feições na ortofoto do ano de 1999 no QGis.....	43
Figura-32: Mapa temático do resultado final do processo de vetorização das feições na ortofoto do ano de 2008 no QGis.....	44

Figura-33: Região do quartel do Boqueirão após processo de vetorização do arruamento do ano de 2008 no QGis.....	44
Figura-34: Loteamentos na região do quartel do Boqueirão após processo de vetorização do arruamento do ano de 2008 no QGis.....	45
Figura-35: Conjuntos residenciais na região do quartel do Boqueirão após processo de vetorização do arruamento do ano de 2008 no QGis.....	45
Figura-36: Detalhe dos conjuntos residenciais na região do quartel do Boqueirão, ano de 2008 no QGis.....	46
Figura-37: Detalhe dos conjuntos residenciais na região oeste do quartel do Boqueirão, ano de 2008 no QGis.....	46
Figura-38: Resultado da pesquisa por nome da via (NMVIA) no QGIS	49
Figura-39: Resultado final da análise do DWG, ano 2000 e 2018, detalhe do Terminal do Boqueirão.....	49
Figura-40: Resultado final da análise do DWG, ano 2000 e 2018, detalhe do Terminal do Carmo.....	50
Figura-41: Resultado final da análise do DWG, ano 2000 e 2018, detalhe do Posto de Saúde e da Praça prof. Lineu F. do Amaral	50
Figura-42: Resultado final da análise do DWG, ano 2000 e 2018, detalhe da passarela elevada.....	51
Figura-43: Quadro comparativo do resultado final da análise do DWG, ano 2000 e 2018.....	51
Figura-44: Quadro comparativo do resultado final da análise do DWG, ano 2000 e 2018	52

LISTA DE ANEXOS

1975_Histórico do Bairro Boqueirão
1991 CLASSIF ISODATA
1991 vetor orto
1991_Mapa Setor Censitário Bairro Boqueirão
1993_Mapa da RMC com Municípios
1999 vetor orto
2000_Boqueirão - Características Populacionais
2000_Famílias por Classe de Rendimento Nominal Mensal_Boqueirão
2000_Mapa Setor Censitário Bairro Boqueirão
2005_Boqueirão - Aspectos Físicos
2005_Mapa Administração Regional Boqueirão
2005_Mapa Regional Boqueirão com Equipamentos
2006_56_Boqueirão_Distância do Bairro ao Marco Zero de Curitiba
2008 vetor orto
2008_Plantas de Loteamento por Bairro na regional Boqueirão em Curitiba
2009_Mapa do Bairro Boqueirão
2014 CLASSIF ISODATA
BOQ 2018
boqueirao mapa ippuc
MAPA ARRUAMENTO BOQUEIRAO PLANTA 01
MAPA ARRUAMENTO BOQUEIRAO PLANTA 02
PASSARELA ELEVADA
POSTO DE SAÚDE
RESUMO DE AREAS
PERFIL-ECONOMICO-REGIONAL-BOQUEIRAO
TERMINAL DO CARMO
TERMINAL DO BOQUEIRÃO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo geral	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 SENSORIAMENTO REMOTO	4
2.2 CLASSIFICAÇÃO EM IMAGENS DIGITAIS.....	8
2.3 EXEMPLOS DA APLICAÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO EM ANÁLISE DO USO DO SOLO.....	10
3 MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1 A ÁREA DE ESTUDO	13
3.2 EQUIPAMENTOS E SOFTWARES	28
3.3 IMAGENS DE SATÉLITE, ORTOFOTOS, ARQUIVOS DWG E ARQUIVO SHAPE	28
3.4 ANÁLISES DAS IMAGENS DE SATÉLITE, MOSAICOS DE ORTOFOTOS E ARQUIVOS DWG.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
6 REFERÊNCIAS.....	55
ANEXOS	56

1 INTRODUÇÃO

As cidades sempre foram o foco de muitos estudos acadêmicos, sua complexidade nas relações humanas e a forma como ela se desenvolve ao longo dos anos motivaram muitos pesquisadores a desenvolverem conceitos sobre os vários elementos que integram o urbano. No Brasil, o desenvolvimento das cidades se deu de forma muito intensa a partir dos anos 50, ajudando a consolidar a formação de diversas regiões metropolitanas.

No entanto, o processo de urbanização brasileiro ocorreu desde o início de forma desordenada e pouco planejada. Este fato passou a ser mais evidente, a partir dos anos 70, quando houve um crescimento urbano devido ao êxodo rural, levando a ocupação inadequada dos solos por todo o país. O crescimento desordenado vem criando problemas na gestão pública desde então, uma vez que é neste ambiente urbano, que as pessoas residem e desenvolvem suas atividades cotidianas.

Segundo o IBGE, em uma pesquisa Nacional por Amostra de domicílios (PNAD), realizado no Brasil em 2015, a maior parte da população brasileira, vive em áreas urbanas. Assim, a expansão urbana apresenta características que evidenciam diferentes épocas, através das marcas visíveis na paisagem, na arquitetura, no zoneamento e no fluxo viário. Estudar as alterações no ambiente urbano, bem como, compreender a forma como esta sendo realizado o uso do solo no Brasil e no mundo, pode oferecer subsídios para um planejamento urbano de qualidade e reduzir custos administrativos.

Os estudos relacionados a fatores de crescimento urbano nos municípios é algo que vem ganhando espaço nos órgãos de planejamento e gestão dos municípios brasileiros. Esse tipo de conhecimento poderá reduzir os gastos públicos e melhorar a qualidade de vida das pessoas que vivem e trabalham no ambiente urbano, indo desde rotas mais eficientes de transportes, até a detecção de áreas de risco de enchentes ou desabamentos, ou mesmo, a determinação das áreas de proteção ambiental.

O uso de ferramentas de sistemas de informação geográfica (SIG) e softwares apropriados para o processamento digital de imagens no planejamento urbano pode trazer grandes vantagens. Hoje em dia, são utilizados computadores de última geração e softwares apropriados para diversas análises relacionadas com a ocupação urbana, estudando rapidamente os dados obtidos em levantamentos de

campo e/ou imagens de satélite, de uma forma muito prática e precisa, do que no passado. Em se tratando dos estudos do uso do solo voltado para o planejamento urbano, o geoprocessamento, aliado ao uso de imagens de satélite, pode facilitar a tomada de decisões por parte dos órgãos competentes.

Considerando que os satélites são frutos do avanço da tecnologia adquirido pela humanidade e que as imagens transmitidas por satélites atualmente possuem uma boa resolução (tanto, temporal, quanto, espacial), de forma a se obter dados cada vez mais detalhados, envolvendo as informações do contexto urbano, o emprego das técnicas de sensoriamento remoto, permitem analisar imagens da superfície terrestre adquirida por meio de sensores de satélites, bem como, acompanhar constantemente uma região, em função da periodicidade da passagem do satélite.

Desse modo, compreender o desenvolvimento urbano, avaliando as alterações no meio urbano, por análises de classificação em imagens de satélite permite atualizar os dados referentes ao crescimento das cidades, servindo de base para os projetos urbanísticos, de forma a fornecer as infraestruturas e equipamentos públicos necessários a população.

1.1 JUSTIFICATIVA

Devido a necessidade para planejar o uso do solo, utilizar técnicas de processamento de imagens digitais para o diagnóstico das características de mudanças de uso do solo na área urbana em estudo, tem grande importância. Além disto, a utilização das análises de imagens de satélite Landsat em uma série temporal, visando comparar suas principais modificações no decorrer do tempo, pode dar subsídios para futuros estudos sobre o tema e despertar nos administradores o interesse pelo mapeamento do crescimento no espaço de áreas urbanas e suas alterações no decorrer do tempo, melhorando a qualidade de vida na região de estudo.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo fazer o mapeamento das modificações no uso do solo, tais como, por exemplo, aquelas ocorridas na camada vegetal, no revestimento do arruamento e variações na densificação de edificações no bairro Boqueirão, no decorrer do tempo, usando para isto, análise de ortofotos, de imagens de satélite Landsat e de dados vetorizados (DWG) da região Curitiba.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Verificar as mudanças de uso do solo, através do mapeamento da evolução da ocupação urbana do bairro Boqueirão, pertencente a região sul do município de Curitiba, utilizando análises de dados de ortofotos da região de Curitiba dos anos de 1991, 1999 e 2008, de imagens Landsat, do ano de 1991, 2002 e 2014, bem como, de arquivos DWG de 2000 e 2018 para determinar as variações da área de estudo, mapeando as alterações ocorridas no espaço da área urbana estudada.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos foram:

- utilizar as imagens de satélite, mosaicos de ortofotos e DWG para detectar as alterações na porção de áreas públicas, parques e praças, com vegetação no bairro;
- analisar as informações obtidas visualmente no processo de classificação das imagens Landsat e da vetorização dos mosaicos das ortofotos comparando-as com os resultados obtidos na análise dos arquivos DWG, visando detectar as alterações no uso da terra no bairro Boqueirão;
- utilizar os resultados obtidos nas análises dos dados vetoriais (ortofotos e DWG) e da classificação das imagens de satélite para listar as principais modificações uso do solo; e
- elaborar uma compilação dos resultados obtidos, na forma de figuras, quadros comparativos e/ou elaboração de mapas temáticos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SENSORIAMENTO REMOTO

As imagens de sensores remotos, como fontes de dados da superfície terrestre, são cada vez mais utilizadas na elaboração e atualização de diferentes tipos de produtos, sejam eles mapas ou informações para a base de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

De um modo geral, as aplicações do sensoriamento remoto servem, por exemplo, para o estudo e levantamento de recursos naturais, monitoramento de desmatamentos e queimadas, previsão e avaliação de impactos ambientais, para estudos de ocupação urbana e o planejamento urbano e rural, para gerar informações visando avaliar disponibilidade e qualidade da água, levantamento de vegetação e planejamento agrícola.

O mapeamento sistemático, realizado por imageamento por satélites, é um importante instrumento para o entendimento da espacialidade dos componentes urbanos e rurais, dando suporte para se realizar estudos em diversas áreas, tais como: as formas de ocupação do solo; os tipos de cobertura do solo presentes em determinadas regiões; visualização dos locais que carecem de infraestrutura e investimentos; localização das áreas verdes; acompanhar a degradação ambiental em áreas de floresta nativa; fazer a estimativa da produção em áreas agrícolas, entre outros.

Os avanços na aquisição, processamento e análise de imagens digitais da superfície terrestre, têm tornado possível quantificar os padrões e dinâmicas das paisagens urbanas e rurais, permitindo uma compreensão do crescimento das cidades, da evolução da paisagem e das mudanças ambientais. Ferramentas geoespaciais como o sensoriamento remoto e o Sistema de Informação Geográfica (SIG) podem fornecer, em pouco tempo e de maneira extensa, dados espaciais atualizados a partir dos quais as informações poderão ser de grande importância para tomadas de decisão em futuras ações de planejamento urbano, em especial quando são utilizadas as imagens de satélite de alta resolução espacial. Satélites como o SENTINEL, IKONOS e WorldView fornecem imagens de alta resolução, as quais são muito eficientes na extração de informações da cena, atingindo um alto nível de detalhamento (GONZALES e WOODS, 2000; CENTENO, 2009). No entanto

devemos levar em consideração o alto custo na aquisição destas imagens de alta resolução espacial e temporal. Assim, ao usar imagens de satélites com disponibilidade gratuita, porém de menor resolução espacial e/ou temporal, tais como, as imagens Landsat, conseguimos obter resultados satisfatórios com um baixo custo, devendo o analista buscar a melhor relação entre custo/benefício e que atenda a precisão necessária ao trabalho.

A aquisição de imagens por satélite da superfície da Terra, para uso em sensoriamento remoto e áreas afins permite a obtenção de várias informações sobre a superfície terrestre, em especial, aquelas necessárias para realizar classificação em imagens digitais de satélite, são úteis, devido a sua praticidade e o baixo custo. Esta importância pode ser ainda maior, quando as imagens são obtidas por satélites artificiais, tais como o Landsat, que varrem a superfície de maneira sistemática, originando uma série de dados com boa resolução espectral e temporal.

De acordo com a Nasa (National Aeronautics and Space Administration), a série Landsat (sigla em inglês para: Land Remote Sensing Satellite) teve início em 1972 nos Estados Unidos com o lançamento do satélite ERTS -1. Segundo o site do INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), o Programa Landsat é uma série de missões de observação da Terra por satélite gerido pela NASA, e hoje esta em sua oitava versão (Landsat 8). O objetivo principal do sistema Landsat foi o mapeamento multispectral da superfície da Terra, possuindo, assim, uma órbita polar heliossíncrona com altitude nominal de 705 km e inclinação orbital de 98°, completa o ciclo de imageamento da Terra a cada 16 dias (INPE, 2017).

O Quadro 1 (<http://climatologia.com.br/landsat>), apresentada, as principais características da série Landsat, indo da versão 1 até a versão 7. Atualmente o único satélite em operação é o LANDSAT 8 (visto que o Landsat 7 teve problemas técnicos em seus sensores), contando com dois principais instrumentos imageadores, possuem 30 m de resolução geométrica, isto é, cada pixel da imagem representa uma área de 0,09 ha de terreno, enquanto a banda 6, possui resolução de 120 m, cada pixel representa 1,4 há, o que permite o mapeamento temático da superfície terrestre (INPE, 2017). Assim, as imagens Landsat têm sido amplamente utilizadas nas últimas décadas nas análises espaço-temporais do uso e ocupação do solo, crescimento urbano e da cobertura vegetal.

Quadro 1: Características dos Satélites LANDSAT

Satélite	Landsat 1	Landsat 2	Landsat 3	Landsat 4	Landsat 5	Landsat 6	Landsat 7	Landsat 8
Lançamento	23/7/1972	22/1/1975	5/3/1978	16/7/1982	1/3/1984	5/10/1993	15/4/1999	11/03/2013
Situação Atual	Inativo (06/01/1978)	Inativo (25/02/1982)	Inativo (31/03/1983)	Inativo (1993)	ativo	Inativo (05/10/1993)	Ativo	Ativo
Órbita	Polar, heliossíncrona							
Altitude	917 km	917 km	917 km	705 km	705 km	705 km	705 km	705Km
Inclinação	99,2°	99,2°	99,2°	98,2°	98,2°	98,2°	98,2°	98,2°
Tempo de Duração da Órbita	103,3 min	103,3 min	103,3 min	99 min	99 min	98,9 min	98,9 min	98,9 min
Horário de Passagem	9:30 AM	9:30 AM	9:30 AM	9:45 AM	9:45 AM	10:00 AM	10:00 AM	10:00
Período de Revisita	18 dias	18 dias	18 dias	16 dias	16 dias	16 dias	16 dias	16 dias
Tempo de Vida Projetado	1 ano	1 ano	1 ano	3 anos	3 anos	s.d.	5 anos	n.d.
Instrumentos Sensores	RBV e MSS	RBV e MSS	RBV e MSS	MSS e TM	MSS e TM	ETM	ETM+	OLI e TIRS

Fonte: Adaptado do USGS (<https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites>).

Após a aquisição da imagem de satélite da região, é utilizada uma sequência de tratamentos de dados envolvendo programas de processamento digital de imagens, tais como, por exemplo, o ENVI ou o QGIS, os quais possuem versões livres para usuários em treinamento e estudantes, bem como, versões para profissionais de empresas habilitadas, para tratar os dados de imageamento da superfície terrestre obtidas por satélites (CENTENO, 2009; MENESES e ALMEIDA, 2012).

As áreas urbanas têm aumentado nas últimas décadas, reduzindo espaços que antes eram ocupados por matas nativas ou ambientes rurais. Na medida em que as cidades crescem e tornam-se superpopulosas, multiplicam-se os problemas relacionados à falta de planejamento, estrutura e gestão para suportar tamanha demanda por espaço e recursos. Isto leva a uma deterioração ostensiva das condições urbano-ambientais em termos de impacto sobre a água, o solo, o ar e as áreas verdes (CENTENO, 2009; MENESES e ALMEIDA, 2012).

Muitas questões sobre a vegetação urbana e rural podem ser tratadas rapidamente, de forma eficaz e com baixo custo, usando métodos e ferramentas geoespaciais, como por exemplo, a classificação de atributos em imagens digitais. Em pouco tempo e em larga escala são obtidos dados espaciais a partir dos quais os atributos da vegetação podem ser identificados e assim especializados e analisados nos mais diversos aspectos, de forma rápida e precisa (MENESES e ALMEIDA, 2012).

Em Sensoriamento Remoto, classificação é uma das técnicas mais utilizadas para o estudo de dados e extração de informações. Classificar, significa a associação de pontos de uma imagem a uma classe ou grupo de classes devido à um padrão homogêneo. Estas classes representam as feições e alvos terrestres tais como: água, lavouras, área urbana, reflorestamento, cerrado, etc. Ao se classificar uma imagem, assume-se que objetos/alvos diferentes apresentam propriedades espectrais diferentes e que cada ponto pertence a uma única classe. Além disso, os pontos representativos de uma classe devem possuir padrões próximos de tonalidade, de cor e de textura.

Desta forma, para realizar uma classificação o analista deverá utilizar de variadas formas de tratamentos e classificação de dados de imagens de satélite, bem como, ferramentas de geoprocessamentos em *softwares* adequados para sensoriamento remoto, processamento digital de imagens (**PDI**) e para fotogrametria, ferramentas que são de grande importância para o cotidiano de um Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor.

Assim, o processamento dos dados visa extrair informações da imagem para formar a base de dados para produzir um produto cartográfico, fotogramétrico ou ser utilizados em sistemas de informações geográficas (SIG). Entre os procedimentos mais comuns estão: Realce de imagem (por modificações no contraste das imagens, com aplicação de filtros apropriados); Composição RGB (utilizando as bandas multiespectrais na região o vermelho, verde e azul, para que a imagem no software demonstre a falsa cor real), Fusão (as bandas multiespectrais na região o vermelho, verde e azul de um sensor e a banda pan-cromática ou thermal de outro sensor) ou pan-sharpening (junção das bandas multiespectrais com a pan-cromática no mesmo sensor), visando melhorar a resolução espacial da imagem final; e, finalmente, a Classificação (separar os dados da imagem de acordo com sua classe) (CENTENO, 2009; MENESES e ALMEIDA, 2012).

Em relação às técnicas de classificação, destaca-se a classificação multiespectral, onde o critério de decisão depende da distribuição de níveis digitais ou níveis de cinza em vários canais espectrais ou em várias bandas, uma vez que, em sensoriamento remoto, quanto maior o número de bandas espectrais, maior será a precisão da classificação. Além disto, as técnicas de classificação podem ser classificadas em: **supervisionada**, ou seja, quando o analista gera amostras das classes e utiliza estas mesmas amostras na classificação de feições pelo analista

(Pixel a Pixel, por exemplo), ou **não supervisionadas**, quando, os programas computacionais utilizados, usam algoritmos próprios para classificar os dados das imagens por regiões, por métodos como o ISOSEG, Bhattacharya ou ClaTex (BELLON, 1999; OLIVEIRA e MATAVELI, 2013).

Após o tratamento dos dados, ocorre a interpretação de imagem obtida, o que pode ser realizada, com a ajuda de fotografias aéreas ou mesmo, de imagem de satélite da região analisada, de forma a gerar os produtos finais do levantamento, ou seja, elaborar cartas topográficas, mapas temáticos, tabelas e gráficos com as informações obtidas.

2.2 CLASSIFICAÇÃO EM IMAGENS DIGITAIS

As técnicas de classificação temática tratam a imagem por meio de modelos estatísticos e probabilísticos, a fim de gerar um mapa temático. No conjunto, essas técnicas de processamento são mais acessíveis, ao utilizar de forma interativa homem-máquina, para extração de informações de uma maneira mais eficaz que os métodos clássicos de interpretação (MENESES e ALMEIDA, 2012).

Desde o início do sensoriamento remoto e da fotogrametria, muitos pesquisadores perceberam uma dificuldade, devido à maioria dos materiais ou alvos mostrar baixos contrastes espectrais de reflectância, emitância e retroespalhamento da radiação eletromagnética, levando ao desenvolvimento de processos mais cuidadosos de processamentos, em muitos casos, os algoritmos computacionais, permitiam extração de informações mais próximas da realidade (MENESES e ALMEIDA, 2012).

Os métodos de classificação são usados para mapear áreas da superfície terrestre que apresentam um mesmo significado em imagens digitais, neste caso a informação espectral de uma cena pode ser representada por uma imagem espectral, onde cada pixel (abreviação do termo em inglês: Picture element, corresponde ao menor numero inteiro que representa uma feição em imagens digitais) tem as coordenadas espaciais x , y e a coordenada espectral L , que representa a radiância de um alvo no intervalo de comprimento de onda de uma banda espectral. Cada pixel de uma banda possui uma correspondência espacial com o outro pixel de sua vizinhança, em todas as outras bandas, ou seja, para uma imagem de K bandas, existem K níveis de cinza associados à cada pixel, sendo um

para cada banda espectral. O conjunto de características espectrais de um pixel é denotado pelo termo "atributos espectrais", assim os classificadores "pixel a pixel" utilizam apenas a informação espectral, isoladamente, de cada pixel para achar regiões homogêneas. Estes classificadores podem ser ainda separados em métodos estatísticos (que utilizam regras da teoria de probabilidade) e determinísticos (que não o fazem) (MENESES e ALMEIDA, 2012; OLIVEIRA e MATAVELI, 2013).

O usuário pode ter interesse em mapear áreas, residencial e industrial, e estas classes dificilmente são caracterizadas por uma única assinatura espectral (representa um vetor de dimensão igual ao número de bandas, cujas coordenadas são medidas de radiância do alvo), devido aos diferentes tipos de alvos presentes, como vegetação, prédios, pavimentação etc. Diante desta dificuldade, em uma classificação, o usuário deve considerar a relação entre a resposta espectral dos alvos e a classe que deseja mapear. O resultado final de um processo de classificação é uma imagem digital que constitui um mapa de um conjunto de pixel classificados, representados por símbolos gráficos ou cores. De forma que processo de classificação digital transforma um grande número de níveis de cinza, em cada banda espectral, em um pequeno número de classes em uma única imagem (MENESES e ALMEIDA, 2012; OLIVEIRA e MATAVELI, 2013).

Nos softwares utilizados no processamento de imagens digitais, como por exemplo, ENVI CLASSIC ou QGIS, estão disponíveis várias ferramentas de classificação automática (não supervisionada) que poderão ajudar na diferenciação das classes, como por exemplo, o ISOSEG. Neste trabalho foi utilizado o software ENVI, com o classificador Isoseg, o qual é denominada de IsoData, sendo um algoritmo de agrupamento de dados não-supervisionado, aplicado sobre o conjunto de regiões (cluster), que por sua vez são caracterizam um tema. Desta forma, o método de classificação usado pelo ENVI (IsoData) utiliza os atributos estatísticos das regiões: a matriz de covariância e o vetor de média, para estimar o valor central de cada classe. Este algoritmo resume-se em três etapas, descritas a seguir (MENESES e ALMEIDA, 2012; OLIVEIRA e MATAVELI, 2013):

(1ª) **Definição do limiar:** o usuário define um limiar de aceitação, dado em percentagem. Este limiar por sua vez define uma distância de Mahalanobis, de forma que todas as regiões pertencentes a uma dada classe estão distantes da classe por uma distância inferior a esta. Quanto maior o limiar,

maior esta distância e consequentemente maior será o número de classes detectadas pelo algoritmo.

(2ª) **Detecção das classes:** as regiões são ordenadas em ordem decrescente de área e inicia-se o procedimento para agrupá-las em classes. Serão tomados como parâmetros estatísticos de uma classe (média e matriz de covariância), os parâmetros estatísticos da região de maior área que ainda não tenha sido associada a classe alguma. Em seguida, associa-se a esta classe com todas as regiões cuja distância de Mahalanobis for inferior a distância definida pelo limiar de aceitação. Assim, a primeira classe terá como parâmetros estatísticos aquelas regiões com maior área. As classes seguintes terão parâmetros estatísticos de média das regiões de maior área, que não tenham sido associadas a nenhuma das classes previamente detectadas. Esta fase repete-se até que todas as regiões tenham sido associadas a alguma classe.

(3ª) **Competição entre classes:** as regiões são reclassificadas, considerando-se os novos parâmetros estatísticos das classes, definidos na etapa anterior.

A segunda fase consiste basicamente na detecção de classes, sendo um processo sequencial que pode favorecer as classes que são detectadas em primeiro lugar. Ao término, de toda a classificação, as regiões estarão associadas a uma classe definida pelo algoritmo, finalizada esta etapa, será possível proceder ao mapeamento das classes, ou seja, transformar a imagem classificada (categoria de imagem) para um mapa temático raster (categoria temática).

2.3 EXEMPLOS DA APLICAÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO EM ANÁLISE DO USO DO SOLO

Estudos sobre a aplicação do sensoriamento remoto em análises do uso do solo vêm ganhando espaço nas publicações de várias instituições sejam elas de pesquisas ou de ensino superior. Este tipo de estudo possui maior importância, quando associado ao uso de técnicas de sensoriamento remoto a utilização de

geoprocessamento. Assim, a necessidade de estimar as características e alterações de uma área, seja urbana ou rural, possui aplicações diretas, em monitoramento, mas também, no planejamento urbano. O uso das imagens de satélite, em forma digital ou papel, são muito importantes e úteis, pois permite avaliar as mudanças ocorridas na paisagem de uma região e num dado período, registrando, por exemplo, dados sobre o uso do solo e alteração na cobertura vegetal em cada momento.

Outro fator importante a ser destacado é quando aliamos o sensoriamento remoto com o geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para analisar os registros do uso da terra ao longo do tempo, em especial, na análise espacial de recursos naturais e no planejamento urbano e rural. Entre os trabalhos encontrados na literatura podemos destacar como aqueles de maior relevância para o tema de estudo, devido ao contexto destes trabalhos e aos resultados obtidos, os artigos e monografias descritos a seguir.

KALISKI *et al.* (2009), realizou estudos visando verificar a utilização dos solos, associados com imagens de satélite, para avaliar os parâmetros de relacionados com as variações temporais no município de Butiá, Rio Grande do Sul. O foco principal do estudo foi analisar o uso e a ocupação da área de estudo, em determinado espaço temporal, avaliando os diferentes usos do solo, com atenção especial as áreas de preservação permanentes relacionadas aos cursos d'água. A análise foi feita por meio do uso de imagens de Sensoriamento Remoto e elaboração de um Sistema de Informação Geográfica.

BERTANI *et al.* (2012), em seu trabalho publicado na Revista Geografar, analisaram o crescimento da mancha urbana do município de Frederico Westphalen - RS, no período de 1987 a 2011, através de imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, no período de tempo entre 1987 e 2011. As bandas centradas em 450, 550 e 660 nm foram restauradas pelo método IHS de 30 para 10 metros. As cenas foram registradas a partir de uma imagem ortorretificada GeoCover 2000 utilizada como referência. Delimitou-se a área referente à mancha urbana do município, a qual foi vetorizada e sobreposta em todas as imagens. Foram realizadas classificações baseadas em procedimentos visuais (classificação manual) ao invés de processamento digital (automatizado) com o intuito de estimar o espaço ocupado pela mancha urbana em cada data.

No trabalho de BERTANI et al. (2012), os resultados permitiram estimar o crescimento da mancha urbana em intervalos de três anos e foram confrontados com dados demográficos do censo. A maior taxa de expansão foi verificada para o período entre 2008 e 2011. Entre os anos de 1987 e 2011 o crescimento verificado correspondeu a 295,23 ha, o que equivale a 109,05% de aumento em relação a 1987. Em geral, a cidade de Frederico Westphalen apresentou uma expansão radial. Como esperado, os resultados do processo de mapeamento apresentaram uma concordância significativa com o crescimento da população urbana.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Visando verificar as mudanças de uso do solo, através do mapeamento da evolução da ocupação urbana do bairro Boqueirão, pertencente a região sul do município de Curitiba, através da análise visual de dados de ortofotos da região de Curitiba dos anos de 1991, 1999 e 2008 e de imagens Landsat, do ano de 1991, 2002 e 2014, para determinar as variações da área de estudo e posteriormente, comparar seus resultados com os arquivos DWG (2000 e 2018) de forma a realizar o mapeamento das alterações ocorridas no espaço da área urbana estudada, foi utilizada a divisão por bairros da cidade de Curitiba, segundo o senso demográfico realizado pelo IBGE em 2010.

3.1 A ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 O Bairro Boqueirão de Antigamente

O texto a seguir sobre o bairro Boqueirão de antigamente é uma compilação das informações encontradas no site da Prefeitura de Curitiba (IPPUC, 2019); com a de SALDANHA (1995) e de FENIANOS (2000), foi adicionado ao trabalho, visando introduzir as características históricas do bairro, bem como, dar informações ao leitor de como foi o desenvolvimento da região de estudo.

A palavra boqueirão tem o seu significado, no dicionário português, como sendo um “covão”, “*grande boca*”, significando também uma “*abertura de um canal*”, “*rua que dá para o rio*” ou até mesmo uma “*quebrada entre montes*”. Não se sabe, ao certo, qual destes significados foi o mais usual para determinar o nome de uma fazenda que estava localizada muito longe do centro da velha Curitiba do século XIX (IPPUC, 2019; SALDANHA, 1995).

As terras que formavam a Fazenda Boqueirão (Figura-1 e 2), de 1.000 alqueires, ou seja, vinte mil metros quadrados compunham-se de extenso banhado, porém, de solo fértil, campo de pasto e mata nativa, de forma que, era utilizada para a criação de gado, cavalos e de onde se extraía madeira. Um documento datado de 1856 dava como proprietário o Cel. Manoel Antonio Ferreira, filho do Sargento-Mor Antonio José Ferreira e de Maria Caetano de Jesus. Esta propriedade abrangia grande parte do atual bairro do Xaxim, tendo como uma das divisas, a velha Estrada

de São José dos Pinhais, atualmente a Rua Francisco Derosso, único acesso para a sede da fazenda, que tinha a enorme moradia e instalações, nos fundos no atual supermercado Big. Com a morte do Cel. Manoel Antonio Ferreira, em 1885, a grande propriedade foi desmembrada. Em 1910, um dos herdeiros o Major Theolindo, talvez motivado pela enfermidade da esposa, vendeu a sua parte da fazenda para o Dr. Victor Ferreira do Amaral, seu filho Homero Ferreira do Amaral e seu genro Alexandre Hortey Gutierrez. O valor da venda, segundo escritura foi de 50 contos de réis (IPPUC, 2019; SALDANHA,1995).

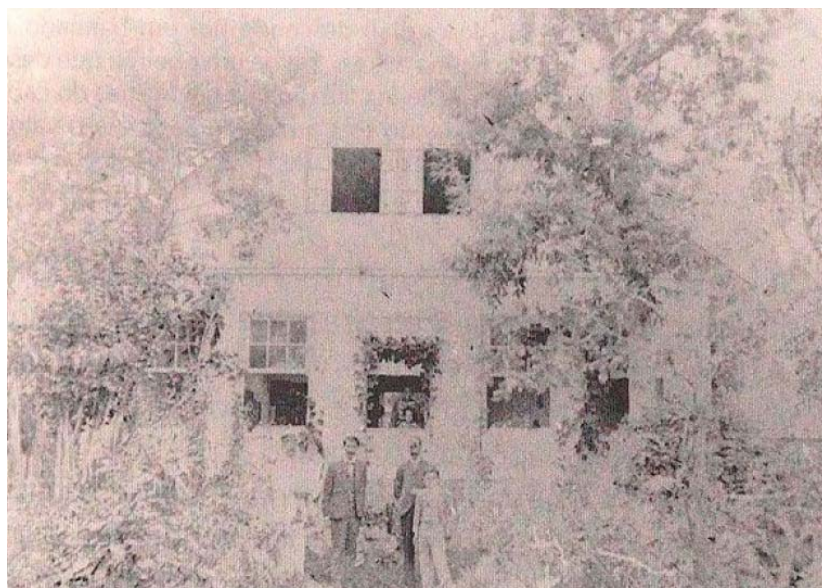


Figura-1: Foto de 1900 da antiga da sede da Fazenda Boqueirão, onde teve início o bairro Boqueirão (FONTE: FENIANOS, 2000).



Figura-2: Foto de 1960 da antiga da Fazenda Boqueirão, onde teve início o bairro Boqueirão (FONTE: FENIANOS, 2000).

Em 1933, a família Ferreira do Amaral e a família Gutierrez fundaram a Cia. Territorial Boqueirão, com a finalidade de lotear e comercializar os 960 alqueires, o que possibilitou a criação de 12. 000 mil lotes urbanos de 15x50 m e cerca de 150 lotes coloniais, pequenas chácaras, de 02 alqueires cada. As vendas começaram em 1934 e foram encerradas após 50 anos. Na primeira década do loteamento, muitas foram as dificuldades para o comercialização, pois naquela época a Av. Marechal Floriano terminava na esquina da Av. Guairá, atual Av. Presidente Kennedy, nas proximidades do Hospital Nossa Senhora da Luz (IPPUC, 2019; SALDANHA,1995).

Para trazer moradores à região, a Cia. Boqueirão fez a doação de 33 alqueires para a Fazenda Nacional, na condição de se construir um grande quartel militar, cujas obras foram dificultadas pela falta de acesso ao local. A única alternativa de acesso era pela Estrada do Uberaba, atual Av. Salgado Filho e por uma ruela aberta na propriedade do comerciante Antonio Andreghetto, que transpunha o Rio Belém por uma rústica ponte de madeira, seguindo pelo traçado da rua nº 32, atual Rua Profª Joanita Bernet Passos, já que neste local o banhado era menos encharcado, podendo-se assim chegar às obras do (IPPUC, 2019; SALDANHA,1995). Somente na década de 1940, os herdeiros de Antonio Parolim e de Roberto Hauer decidiram abrir a Av. Marechal Floriano até onde hoje fica o terminal Hauer, início do loteamento Boqueirão (Figura-3), posteriormente, foi estendida até o limite do bairro com o município de São José dos Pinhais (SALDANHA, 1995; FENIANOS (2000).



Figura-3: Eixo do transporte coletivo do Boqueirão, em 1977 (FONTE: Curitiba Antiga, 2018).

O exército teve grande participação na abertura da avenida Marechal Floriano. As primeiras vendas foram ao preço de 01 conto de réis cada lote urbano, sendo 20 mil réis de entrada e o restante em 140 prestações mensais de 07 mil réis, sem juros e sem correção. Poucas foram as pessoas que adquiriram os lotes para construção imediata de seus moradias, principalmente pela falta de qualquer melhoria pública no local. Naquela época as ruas eram abertas pelos próprios moradores e uma grande parte dos lotes coloniais foram adquiridos pela comunidade Menonita, que se dedica a produção de leite e atividades hortigranjeiros. Muitos se instalaram na atual Rua Cristiano Strobel, conhecido como Rua das Peras, pela grande quantidade de árvores dessa fruta plantadas em frente às propriedades. Formou-se, na região, um núcleo de pequenas chácaras com trabalho agrícola e criação de gado leiteiro. As leiterias caracterizaram-se como atividade marcante no bairro e os Menonitas atribuíram à produção leiteira o caráter empresarial, quando em 1945, David Tows fundou a Cooperativa Mista do Boqueirão (IPPUC, 2019; SALDANHA,1995).

Além, da grande doação feita à Fazenda Nacional, muitas foram as doações feitas ao município de Curitiba: Largo do Carmo onde está o Santuário Nossa Senhora do Carmo e a Rua da Cidadania; Praça da Colonização Menonita; área do terminal do Boqueirão; área onde foi construído o núcleo Moradias Meia Lua; Praça Joaquim M. de Almeida Torres (passarela); área do Centro de Saúde 24 Horas e Praça Pref. Lineu Ferreira do Amaral; área onde funciona o 3º Distrito Rodoviário Municipal; área onde está o Vila Hauer o Boqueirão Futebol Clube; área onde está o Nacional Futebol Clube e a Escola Municipal Wenceslau Braz; área onde foi construído o Colégio Victor do Amaral; área da Escola Municipal Lapa; área das Praças Florisval Campello e Padre Agostinho Legros e finalmente a área sob o viaduto da linha férrea (IPPUC, 2019; SALDANHA,1995).

O cemitério do Boqueirão foi construído pela comunidade Menonita e posteriormente transferido para a Prefeitura, que fez sua ampliação. Foi ainda preservada grande parte da mata nativa, no local da velha moradia e sede da fazenda, proximidades do Big. Estas obras e iniciativas da comunidade Menonita, consolidaram o crescimento do bairro tornando-se um dos maiores da capital paranaense (IPPUC, 2019; SALDANHA,1995). Algumas imagens destes locais relacionados com a comunidade Menonita no bairro Boqueirão estão sendo apresentados abaixo (Figura-4 até 8).

A Figura-4 apresenta o mapa temático elaborado pelo IPPUC (2012), nele pode-se observar a evolução da ocupação urbana do município de Curitiba, entre os anos de 1954 e 2012, especificamente na região do bairro Boqueirão (código 56, destacado por um retângulo vermelho na Figura-4), pode-se observar que já havia moradores na região desde 1934, mas que a sua ocupação plena só foi obtida após o ano 2000.

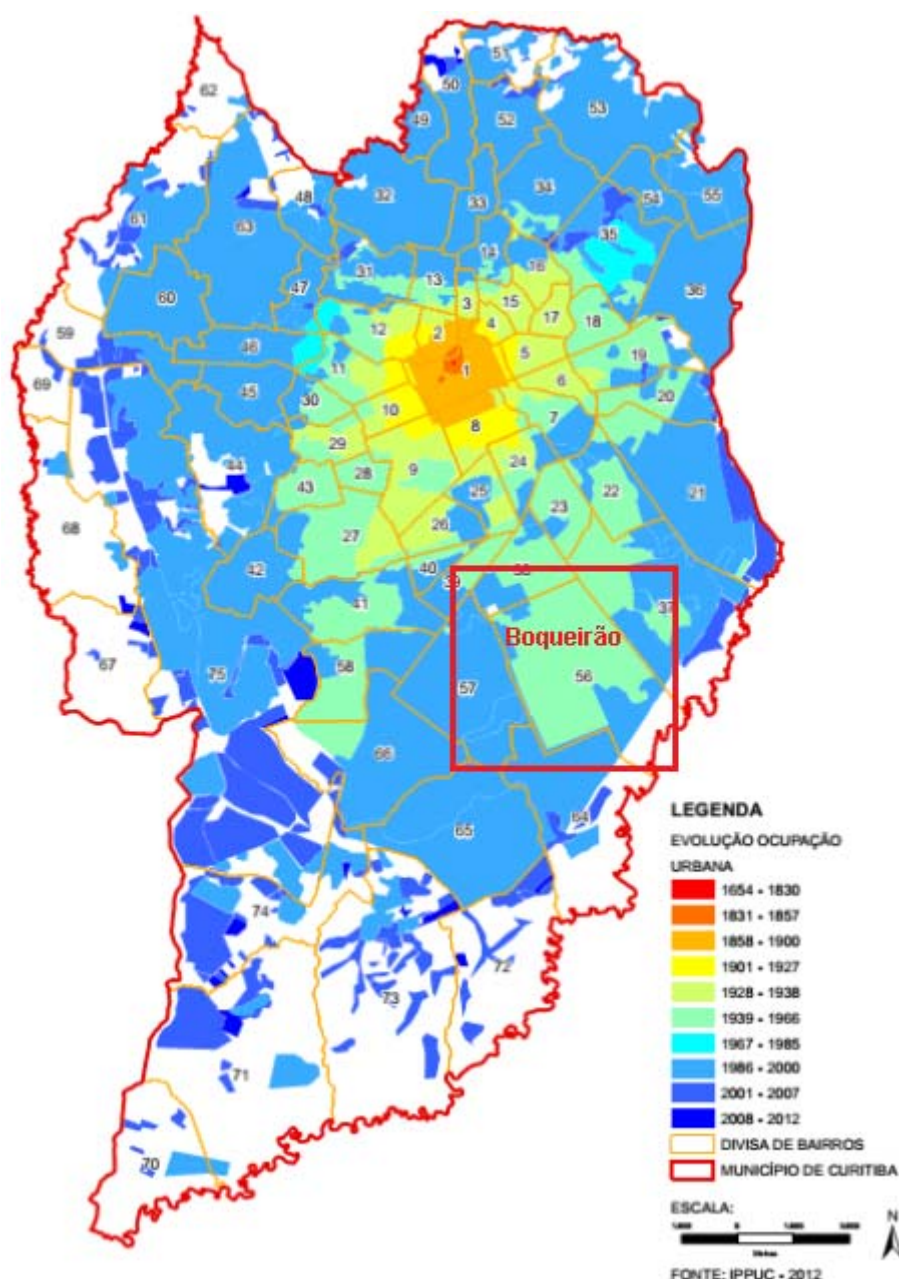


Figura-4: Evolução da ocupação urbana do município de Curitiba, entre os anos de 1954 e 2012 (FONTE: IPPUC, 2019).



Figura-5: Foto da antiga do Colégio Estadual Professor Victor do Amaral (FONTE: <http://www.curitiba-parana.net/mapas/boqueirao.htm>).



Figura-6: Rua da Cidadania, terminal de transporte do Carmo, inaugurado em 1995, no bairro do Boqueirão (FONTE: <http://www.curitiba-parana.net/mapas/boqueirao.htm>).



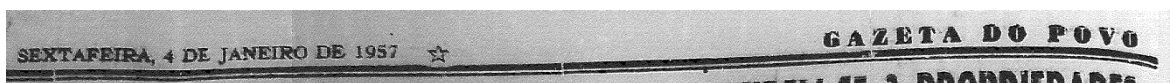
Figura-7: Praça da Colonização Menonita, na atualidade, no bairro do Boqueirão (FONTE: <http://www.curitiba-parana.net/mapas/boqueirao.htm>).



Figura-8: O cemitério do Boqueirão, na atualidade, no bairro do Boqueirão (FONTE: <http://www.curitiba-parana.net/mapas/boqueirao.htm>).

Além das propagandas diárias em jornais e rádios da cidade, enormes painéis fixados nos principais pontos da capital diziam das facilidades e vantagens na aquisição dos terrenos no Boqueirão. Na esquina da Av. Marechal Floriano, com a Av. Presidente Kennedy, existia um enorme painel, que mostrava um garoto colocando uma moeda de 200 réis (vinte centavos) num cofrinho, com os dizeres "economize 200 réis por dia e adquira um lote no Boqueirão". Outro dizia: "uma nova cidade está surgindo e 6 quilômetros da Rua XV de Novembro, vá ver os maravilhosos terrenos do Boqueirão e crie galinhas e cuide da sua horta. Lá no Boqueirão, a horta quase brota sem plantar e as galinhas nascem quase espontaneamente" (IPPUC, 2019; SALDANHA,1995).

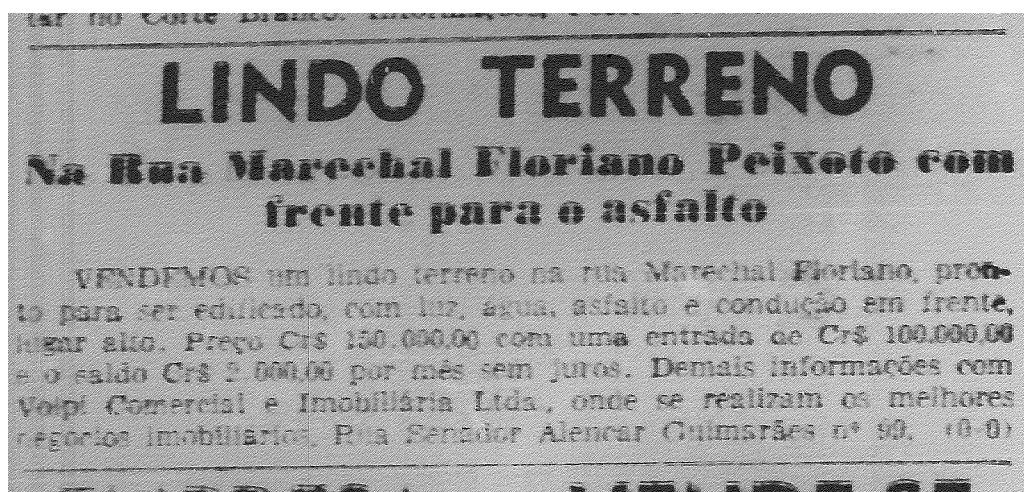
Alguns anúncios históricos do jornal gazeta do povo que foram encontrados nas pesquisas realizadas, nos arquivos da biblioteca pública de Curitiba, aqueles considerados de maior relevância sobre o tema, estão sendo apresentados nas figuras a seguir (Figura-9 e 10):



(a)

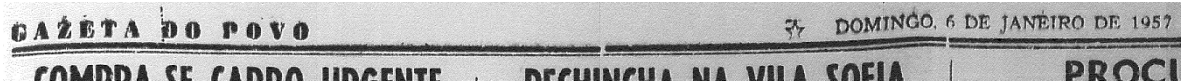


(b)

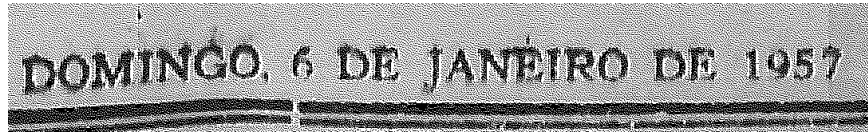


(c)

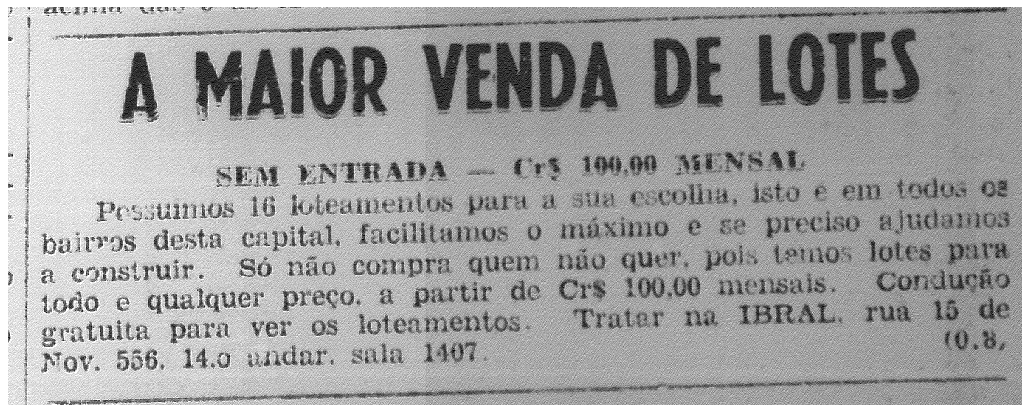
Figura-9: Cópia digital do cabeçalho do jornal gazeta do povo, de 04 de janeiro de 1957, sendo (a) e (b) início da pagina e (c), detalhe da pagina contendo um anúncio de venda de terreno no bairro Boqueirão.



(a)



(b)



(c)

Figura-10: Cópia digital do cabeçalho do jornal gazeta do povo, de 06 de janeiro de 1957, sendo (a) e (b) início da página e (c), detalhe da página contendo um anúncio da venda de lotes no bairro Boqueirão.

No Plano de Urbanização de Curitiba de 1943 (Plano Agache, Figura-11), o qual adotava um sistema radial de vias ao redor do centro e que deixou marcas até a nossa atualidade, tais como, as grandes avenidas, como Av. Visconde de Guarapuava, Av. Sete de Setembro e a Av. Marechal Floriano Peixoto, o antigo Boqueirão era enquadrado além da sua última perimetral (AP-3). Além disto, os loteamentos aprovados nessa região eram considerados para serem drenados em direção das radiais mais próximas, de modo a evitar sua expansão desordenada. O Plano também indicava para as áreas compreendidas no baixo Belém (Figura-12), sujeitas à inundações, que fossem privadas de edificações e estradas, pois demandaria obras de drenagem e saneamento (IPPUC, 2019).

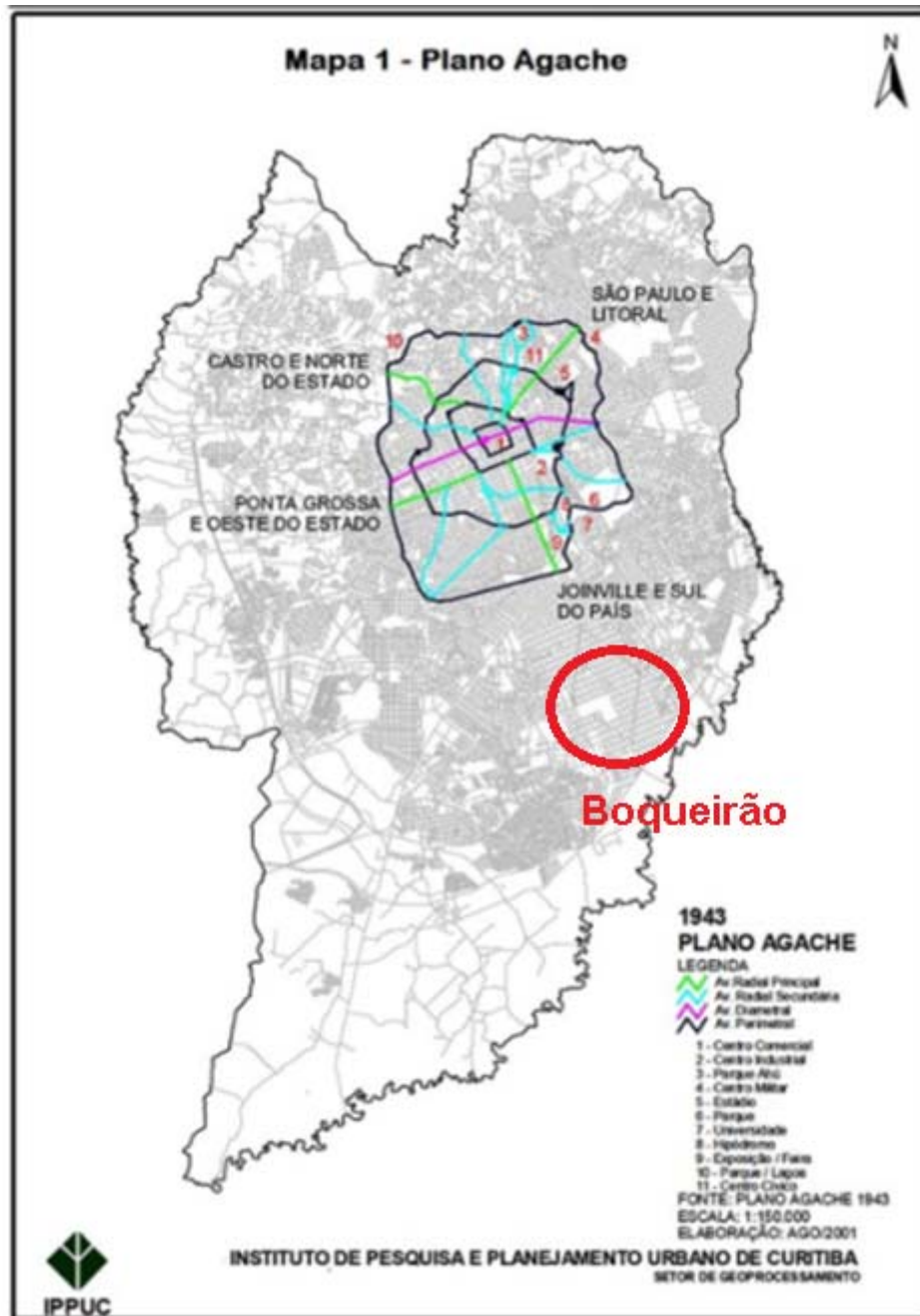


Figura-11: Plano de urbanização de Curitiba (Plano Agache) de 1943 (FONTE: IPPUC, 2019).



Figura-12: Imagem de 2017 do Parque Náutico localizado no bairro Boqueirão (FONTE: PERFIL ECONÔMICO DA REGIONAL BOQUEIRÃO, 2017).

Em 1966, o Plano Diretor de Curitiba também não previa dispositivos para a ocupação do antigo Boqueirão, para a prefeitura parte deste era definido como ZR-5, ou seja, tendo como características a predominância de uso residencial e restrição à verticalização e ao adensamento, sendo permitido instalar comércio e serviço, assim eram permitidos estabelecimentos agrícolas e hortigranjeiros, com residências de seus usuários. Apesar de que as previsões dos planos vigentes não induzissem ao crescimento da região, o antigo Boqueirão teve um significativo desenvolvimento, demandando ao poder público a revisão de metas para atender às necessidades de infraestrutura local saneamento (IPPUC, 2019).

Nos anos 70 os sítios e chácaras restantes da região deram lugar à novos loteamentos e as leiterias, aos poucos, foram transferidas para outras regiões. A região do Boqueirão foi aprovado oficialmente como bairro através do Decreto nº 774/1975 e com a seguinte delimitação administrativa: Ponto inicial na confluência dos rios Belém e Iguaçu. Segue pelo Rio Iguaçu, Av. Marechal Floriano Peixoto, Ruas Maestro Carlos Frank, Cristiano Strobel, Cel. Luiz dos Santos, Humberto Ciccarino, André F. Camargo, Chanceler Osvaldo Aranha, Irmã Flávia Borlet, Irmã Maria Lúcia Roland, Rio Belém até o ponto inicial, como pode ser visto nas Figuras 13 e 14, apresentadas a seguir (IPPUC, 2019), compreendendo uma área de 14,80 km².

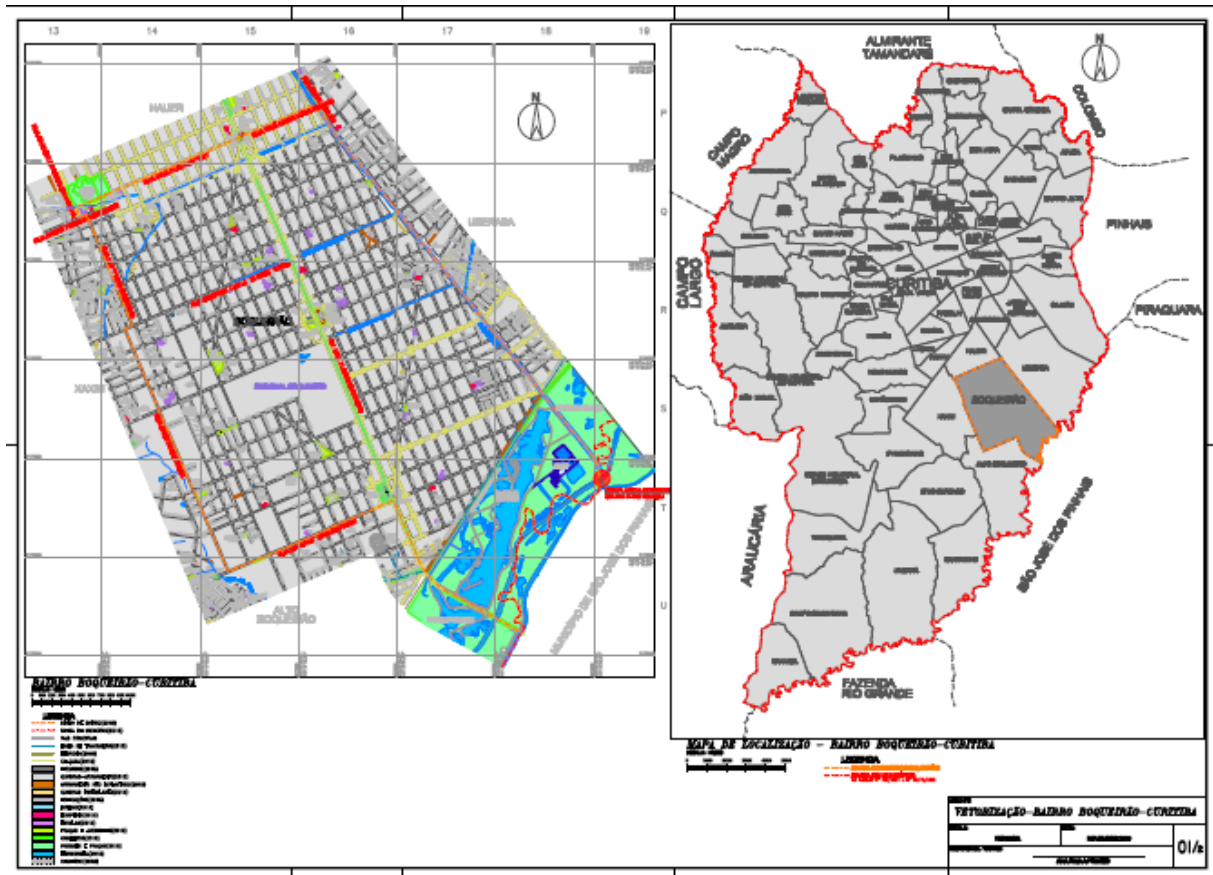


Figura-13: Localização do bairro Boqueirão na cidade de Curitiba (FONTE: O autor, 2019).

3.1.2 O Bairro Boqueirão da Atualidade

Boqueirão é um dos maiores bairros da capital paranaense, está situado na região sudoeste do município, com uma área de 14,80 km² e população de 68.495 habitantes (IBGE, 2010). Fica há exatos dez quilômetros do centro da cidade, há cerca de vinte minutos de carro e sua principal via de acesso é a **Avenida Marechal Floriano Peixoto** (Figura-14 e 15) que conecta o centro à zona Sul, à **BR-116** e a **São José dos Pinhais** (IPPUC, 2019).

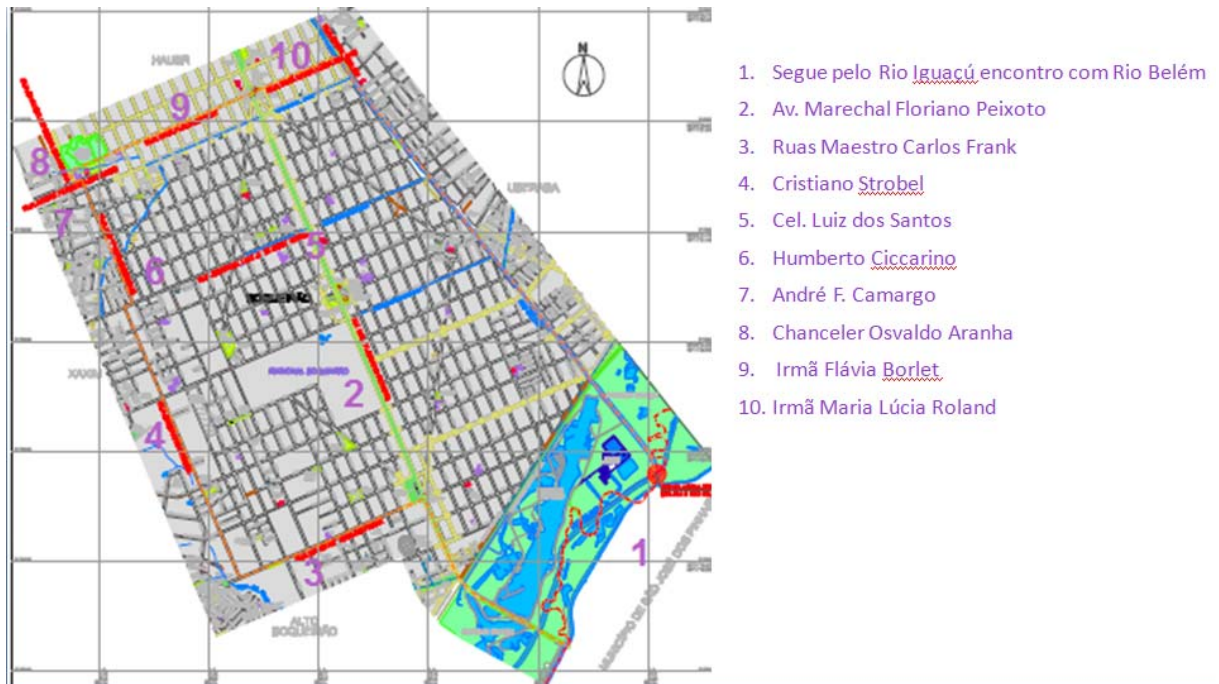


Figura-14: Limites do Boqueirão na cidade de Curitiba (FONTE: O autor, 2019).



Figura-15: Avenida Marechal Floriano Peixoto no bairro Boqueirão (FONTE: IPPUC, 2019).

Boqueirão é um bairro predominantemente residencial (Figura-16), apesar da grande atividade comercial da região, com destaque para comércio de tecidos e malhas fixado principalmente na Rua Bley Zorning. (pólo têxtil). O forte da economia do bairro é a concentração de indústrias de todos os tamanhos, incluindo, indústrias metalúrgicas, automobilística, compensados de madeira, móveis e marcenaria,

fábricas de roupas, entre outras (PERFIL ECONÔMICO DA REGIONAL BOQUEIRÃO, 2017).



Figura-16: Rua de acesso a Praça da Colonização Menonita no bairro Boqueirão (FONTE: IPPUC, 2019).

Segundo os dados da Secretaria Municipal de Finanças (SMF), a Regional Boqueirão possui 26,5 mil estabelecimentos formais o que corresponde a 10,7% do total de Curitiba. É a quarta maior regional em número de estabelecimentos, sendo o comércio o setor que tem maior representatividade na Regional Boqueirão participando com 46%, ou seja, 26,5 mil estabelecimentos, enquanto que o setor serviços representa 35% e a indústria 19% (PERFIL ECONÔMICO DA REGIONAL BOQUEIRÃO, 2017).

A grande oferta de serviços faz o bairro parecer uma cidade pequena, e o acesso facilitado ao comércio é um dos motivos pelos quais os moradores gostarem de viver lá. A população atual localizada dentro do bairro Boqueirão (antigas terras da Fazenda Boqueirão) é superior a existente em mais de 70% dos municípios do Paraná e poucas são as cidades paranaenses que possuem serviços públicos iguais aos existentes no Boqueirão. A Tabela 01, apresentada abaixo, demonstra os valores para a população, do bairro Boqueirão e seus arredores como podem ser visto, a população do bairro em estudo, apresentou um crescimento de 6,8% entre os censos demográficos realizados pelo IBGE de 2000 e 2010 (PERFIL ECONÔMICO DA REGIONAL BOQUEIRÃO, 2017)

A Tabela 01 e a Tabela 05, extraídas na sua íntegra do documento em pdf: PERFIL ECONÔMICO DA REGIONAL BOQUEIRÃO, 2017 (elaborado pela Agência

Curitiba), demonstram os valores para a população, do bairro Boqueirão e seus arredores. Além do crescimento da população do bairro em estudo (de 6,8%) entre os anos de 2000 e 2010, pode-se observar (Tabela 05,) que a Prefeitura de Curitiba espera que ocorra um aumento da população na região, e que, no caso do bairro Boqueirão especificamente, poderá chegar a aproximadamente de 81.687 pessoas, em 2030. No entanto, este número poderá sofrer alterações, possivelmente para um número maior, devido ao fato de o bairro ser um polo econômico em expansão e ponto de entrada de vários imigrantes, como os haitianos, ao quais tendem a se estabelecer na região devido a oferta de empregos e o baixo valor do aluguel na região.

TABELA 01 - POPULAÇÃO DA REGIONAL BOQUEIRÃO - 2000 E 2010

Regional e Bairros	População		Variação 2000/2010 (%)
	2000	2010	
Regional Boqueirão	188.192	197.346	4,9
Boqueirão	68.495	73.178	6,8
Xaxim	54.691	57.182	4,6
Alto Boqueirão	51.155	53.671	4,9
Hauer	13.851	13.315	-3,9
Total CURITIBA	1.587.315	1.751.907	10,4

FONTE: IBGE-Censo Demográfico 2000 e 2010 / IPPUC-Banco de Dados

TABELA 05 - POPULAÇÃO PROJETADA DOS BAIRROS DA REGIONAL BOQUEIRÃO EM CURITIBA - 2016 A 2030

Bairros	População Projetada						
	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.025	2.030
Alto Boqueirão	55.950	56.174	56.389	56.596	56.795	57.640	58.243
Boqueirão	77.421	77.836	78.237	78.622	78.993	80.566	81.687
Hauer	12.829	12.782	12.736	12.692	12.649	12.469	12.341
Xaxim	59.439	59.660	59.873	60.078	60.275	61.112	61.708
Regional Boqueirão	205.639	206.451	207.234	207.988	208.712	211.787	213.979
Total CURITIBA	1.901.017	1.915.621	1.929.700	1.943.255	1.956.275	2.011.567	2.050.983

FONTE: IBGE - Projeção populacional 2016 a 2030 / IPPUC/Banco de Dados

Já em relação ao rendimento médio nos domicílios particulares permanentes na **Regional Boqueirão**, segundo o IBGE, em 2010, foi de R\$ 2.837,22, ou seja, 25% abaixo de rendimento médio mensal obtido pelo Município de Curitiba, que foi de R\$ 3.776,22. Outros dados e informações sobre o bairro Boqueirão, obtidas do

site Curitiba em dados da Prefeitura e do IPPUC, juntamente com a versão em pdf do documento PERFIL ECONÔMICO DA REGIONAL BOQUEIRÃO, 2017 (elaborado pela Agência Curitiba), estão sendo apresentados em anexo.

3.2 EQUIPAMENTOS E SOFTWARES

Os processamentos foram realizados no notebook CCE INFO, com um processador intel dual core, windows 7 Ultimate e softwares apropriados para a análise de imagens digitais, em suas respectivas versões para windows, tais como, o ENVI, QGIS e o AUTOCAD.

3.3 IMAGENS DE SATÉLITE, ORTOFOTOS, ARQUIVOS DWG E ARQUIVO SHAPE

Foram utilizadas imagens da região de estudo nos anos de 1991, 1999 e 2008 (por ortofotos) e de imagens Landsat dos anos de 1991, 2002 e 2014. As imagens de satélites utilizadas foram do Landsat 7 para os anos de 1999 e 2002 (LANDSAT_7_ETMPAN_19990926_220_078_L2_BAND 1-8, LANDSAT_7_ETMXS_20020902_220_078_L2_BAND 1-8) e do Landsat 8, para o ano de 2014 (LC08 L1TP 220078 20140130 20170426 01 T1 B1-10), com as seguintes especificações gerais, obtidas no software ENVI:

Projeção: Brasil – UTM SAD 69 (Fuso 22)

Pixel: 30 x 30 meters

Datum: SouthAmerican 1969 mean

UL Geo: 49°23'28" W, 25°21'18"S

UL Map: 661893.980, 7194729.123

Com relação aos dados iniciais contidos nas ortofotos, vale a pena ressaltar, que foram obtidas no site do IPPUC, sendo que as ortofotos do ano 1991, não possuíam dados de sua execução, mas podemos presumir que foi realizado por alguma empresa da região de Curitiba, enquanto, que do ano de 1999 e de 2008, são indicados os seguintes dados técnicos:

Ortofotos de 1999:

- Cobertura Aérea:

Executado por: ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos Ltda.

Data de execução: Novembro/1999, Dezembro/1999 e Março/2000.

Contratante: Prefeitura Municipal de Curitiba.

- Ortorretificação:

Executado por: ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos Ltda.

Escala efetiva: 1/2.000.

Resolução espacial: 0,2 metro.

Datum horizontal: SAD69 (original).

Ortofotos de 2008

- Cobertura Aérea:

Executado por: ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos Ltda.

Data de execução: Novembro/2007 e Janeiro/2008.

Contratante: IPPUC (Instituto de Pesquisa e Planejamento de Curitiba).

- Ortorretificação:

Executado por: Setor de Geoprocessamento (IPPUC).

Escala efetiva: 1/3.000.

Resolução espacial: 0,3 metro.

Datum horizontal: SAD69 (original).

Já os dados em DWG e shape que foram utilizados, foram obtidos diretamente no site do IPPUC. No entanto, para os arquivo DWG dos anos 2000 e de 2018, foi observado que não havia no site maiores informações e nem tão pouco as referencias de como foram constituídos os dados. O próprio site utilizado para acessar a base de dados do IPPUC (<http://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm>) possui o seguinte comentário sobre os arquivos DWG:

“O IPPUC e a Prefeitura de Curitiba não produzem mapas ou bases cadastrais em formato DWG. Os arquivos DWG aqui disponibilizados são resultado de conversão de outros formatos e podem apresentar falhas originadas neste processo.”

Em relação ao arquivo no formato shape (2018), o site do IPPUC fornece os seguintes dados técnicos sobre os arquivos:

Datum: SAD69 / original).

Projeção Cartográfica: UTM-22 (-51°).

3.4 ANÁLISES DAS IMAGENS DE SATÉLITE, MOSAICOS DE ORTOFOTOS E ARQUIVOS DWG

A metodologia utilizada neste trabalho foi a mesma utilizada por DEMARCHI (2013), com algumas adaptações, tais como, a divisão por etapas (dividindo em três etapas) e aliar o uso da análise de imagens de satélites com análises das ortofotos e arquivos DWG.

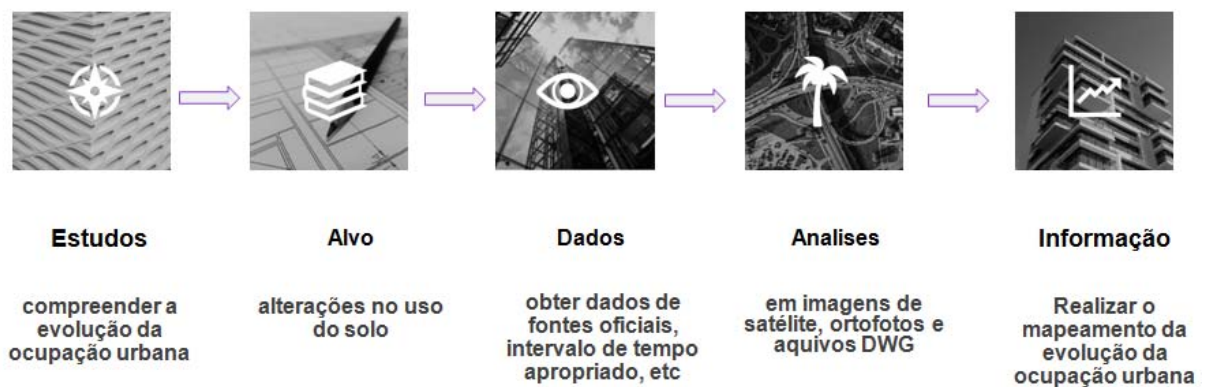


Figura-17: Resumo das etapas para o estudo da evolução da ocupação urbana no bairro Boqueirão (FONTE: O autor, 2019).

A primeira etapa do trabalho foi iniciada com a seleção bibliográfica, compreendendo a pesquisa de artigos de jornais com anúncios de casas, lotes e terrenos da região de estudo, usando os arquivos da biblioteca pública, artigos científicos, monografias e teses (com pdf disponíveis na internet), para as reflexões teóricas, que foram utilizadas no decorrer da pesquisa e no decorrer do trabalho. Em seguida, foi iniciado o processo de aquisição dos dados (vetoriais e numéricos), ortofotos e imagens de satélites, arquivos tipo DWG, entre outros, da região

estudada, utilizados durante todo o trabalho, em sites, tais como, o do IBGE, do INPE, do USGS, da prefeitura municipal de Curitiba, do IPPUC, etc.

A seguir foi dado início ao processo de manipulação e edição dos dados e das imagens. Após a etapa de pré-processamento dos dados foi realizada a análise e processamento dos mosaicos e das imagens de satélites da região de estudo, através dos procedimentos de classificação não supervisionada das imagens de satélites (pelo método ISOSEG), usando a ferramenta de classificação IsoData do ENVI e da vetorização das feições de maior relevância na região, tais como, vegetação, arruamento e corpos de água, no QGis nos mosaicos obtidos das ortofotos, usando isto, a distinção visual do analista conforme a relação de tons de cinza e/ou de cores do sistema RGB, não se baseando em fatores sociais ou políticos para a diferenciação das áreas.

Nesta fase também foi realizado um estudo relacionando os dados fornecidos pelo IPPUC em arquivos tipo DWG dos anos 2000 e 2018, para verificar as modificações ocorridas neste intervalo de tempo, usando para isto o software AUTOCAD. Finalizando as análises, os resultados obtidos para os arquivos DWG foram comparados com aqueles obtidos nas análises das imagens de satélites e das ortofotos, de forma a identificar as principais modificações no uso do solo, visando coletar os dados e informações que seriam utilizadas na elaboração dos mapas temáticos no QGis e planta do bairro Boqueirão no AUTOCAD.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Gostaria de iniciar a parte referente aos resultados e discussão, indicando ao leitor o motivo da escolha da região de estudo, foi por motivos sentimentais. Os motivos sentimentais se devem ao fato de que a autora do trabalho mora na região desde o seu nascimento e tendo seus pais adquiridos a casa no final dos anos 60, nos primeiros anos de casados, a região é bem conhecida pela autora do trabalho e possui a escala e as informações necessárias para a elaboração deste estudo.

Já uma segunda razão também sentimental para a escolha da região de estudo, seria como uma forma de homenagear o pai da aluna, falecido no decorrer do curso, no início de 2017 não resistiu ao câncer, sendo um modo de ter sua companhia no final da graduação, uma vez que contribui tanto para sua educação. O fato de a autora utilizar uma região bastante conhecida para o estudo o bairro Boqueirão, em especial a região próxima ao terminal do Carmo e do Quartel do Boqueirão (região escolhida para um estudo mais detalhado), contribui para que a região de estudo possuísse as modificações no uso do solo que poderiam ser visualizadas nas imagens e nas metodologias utilizadas neste trabalho. Já era de conhecimento prévio que a região do Carmo passou por modificações no uso do solo início dos anos 90 (Figura-18), com a construção da Rua da Cidadania do Carmo pela prefeitura de Curitiba, assim tanto a escala de estudo (uma pequena região do bairro) quanto as alterações no uso do solo na região possibilitaram a avaliação dos dados e as análises por comparação visual do analista.

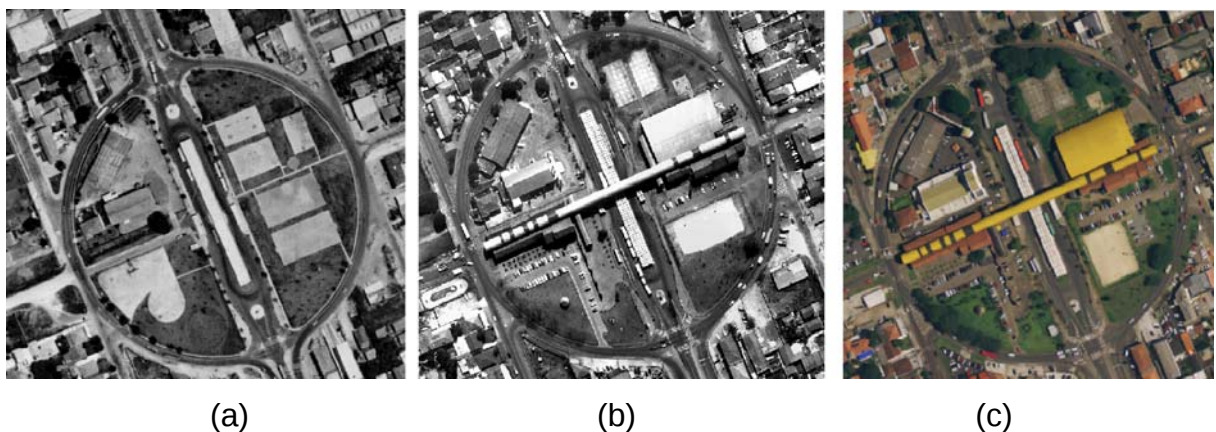


Figura-18: Terminal do Carmo no bairro Boqueirão, sendo observado em (a) a ortofoto de 1991, em (b) 1999 e em (c) 2008 (FONTE: O autor, 2019).

A mesma sequência utilizada para a elaboração dos processamentos dos dados foi utilizada na apresentação dos resultados obtidos. Assim, após definir o tema e a região de estudo, a metodologia consistiu em uma seleção bibliográfica. Nesta etapa, foi muito interessante verificar a maneira como estes dados são disponibilizados, em especial, as microfilmagens dos jornais antigos da região de Curitiba, realizados pela biblioteca pública, os quais contribuem para manter viva a memória e ajudam em estudos históricos das mais variadas formas e que podem ser consultados livremente por qualquer pessoa.

Além disto, foi ainda nesta etapa inicial do trabalho que foram obtidos os dados (vetoriais em DWG), ortofotos e imagens de satélites da região estudada, utilizadas durante todo o trabalho, em sites, de fontes oficiais. Após a aquisição destes dados foi observado que eles possuíam uma temporalidade interna, por exemplo, entre somente as imagens de satélite Landsat (1991, 2002 e 2014) ou somente as ortofotos (1991, 1999 e 2008) ou somente nos arquivos DWG (2000 e 2018), que permitia a verificação nas modificações no uso do solo, mas que esta temporalidade não era a mesma entre os diferentes dados (entre as imagens de satélites, as ortofotos e arquivos DWG entre si), uma coisa que seria muito difícil de obter devido as diferentes fontes utilizadas. No entanto, uma vez que havia dados, por exemplo, imagens de satélites e ortofotos e/ou ortofoto e arquivos DWG ou imagens de satélites e arquivos DWG de anos muito próximos e que complementavam as informações entre si, foram utilizados em conjunto, para que os dados de uma maneira geral, indicassem as modificações no uso do solo na região de estudo.

Outro ponto a ser destacado na etapa de aquisição de dados, em relação as imagens de satélite e das ortofotos da região de interesse, já processadas e analisadas pela prefeitura de Curitiba, foram obtidas gratuitamente e estavam disponíveis ao público, em sites oficiais, tais como, o do IPPUC e da Prefeitura de Curitiba, mas também necessitaram de uma visita ao setor de geoprocessamento do IPPUC para sua aquisição, sendo finalizada a aquisição de dados somente no final de setembro.

Seguindo a etapa de aquisição dos dados e imagens digitais, foi dado início a etapa de processamento dos dados, por classificação das imagens de satélite Landsat. Esta etapa serviu como um norteador para as demais análises, ou seja,

serviu para ter conhecimento das principais classes relacionadas ao uso do solo que estavam presentes na região de estudo. Ainda na etapa de classificação das imagens de satélite cabe salientar que as imagens de satélite não apresentaram um bom resultado em relação a sua resolução espacial quando utilizada somente a região estudo, por exemplo, que possibilitasse um recorte menor, usando o bairro apenas, destacando os detalhes do bairro. Assim, foi feita a classificação não supervisionada no recorte da imagem Landsat na cidade de Curitiba, para, a seguir, usando o zoom (*close*) no bairro, fazer a análise da região de estudo.

Além disto, foram realizadas análises em regiões específicas, tais como, a região próxima ao terminal do Carmo ou do quartel do Boqueirão, de forma a facilitar a identificação visual da área em análise na imagem digital e de limitar os estudos em áreas de vegetação e com urbanização, tais como aquelas contendo arruamento, quadras e lotes. O mesmo procedimento de realizar a análise em pequenas regiões contendo áreas de vegetação e de urbanização e que pudessem apresentar as modificações estudadas neste trabalho foi utilizado nos mosaicos elaborados com as ortofotos da região (com uma resolução espacial de 1m), de forma a complementar as análises da classificação de imagem. Os resultados obtidos na classificação das feições nas imagens de satélite Landsat foram comparados visualmente, tanto entre si, quanto com aqueles provenientes da análise vetorial das ortofotos e do DWG.

Antes de realizar a classificação das feições no ENVI usando a ferramenta IsoData, foi feito um teste na imagem de satélite Landsat de 2014 para determinar se este seria o melhor método para a classificação não supervisionada, usando também o método K-Means (Figura-20).

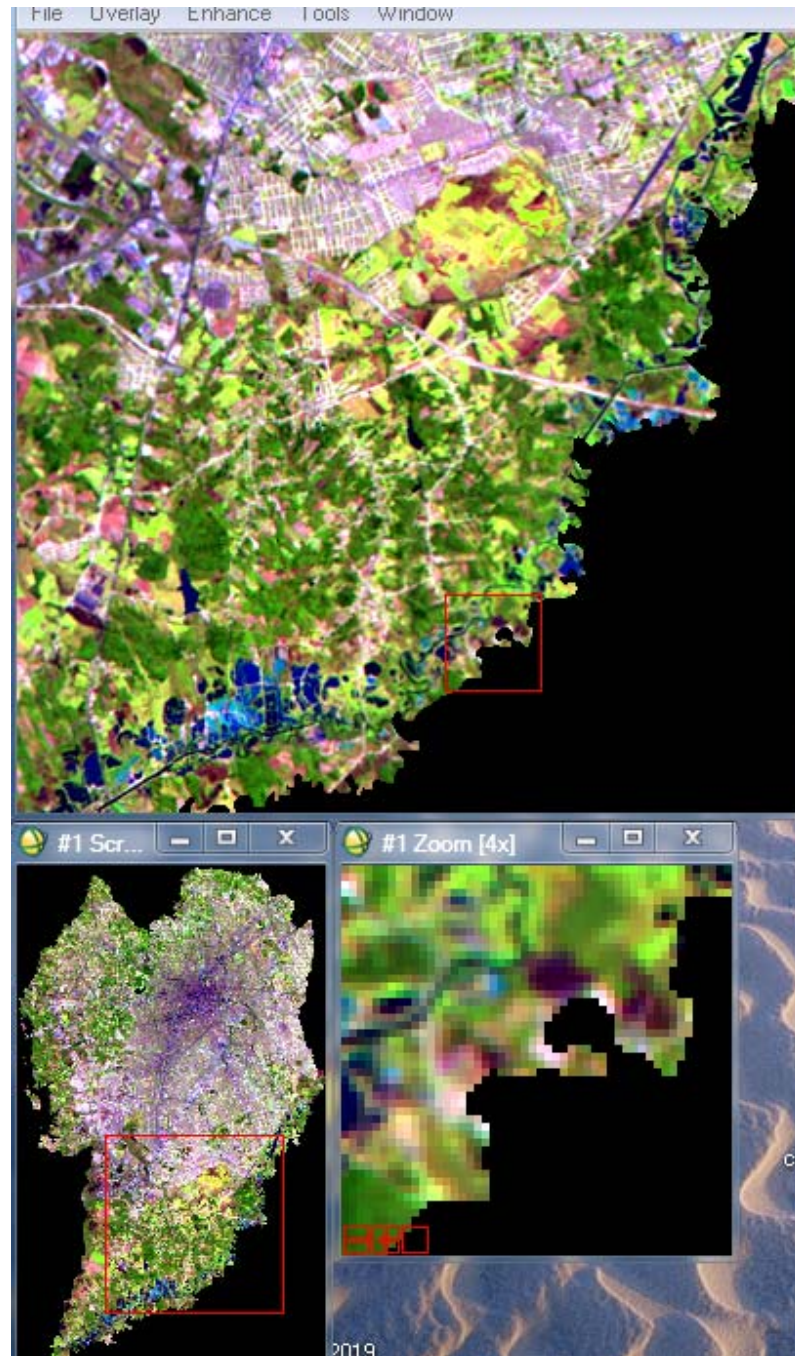


Figura-19: Exemplo da resolução espacial imagens de satélite no software ENVI para o recorte da cidade de Curitiba 1991, em RGB (FONTE: O autor, 2019).

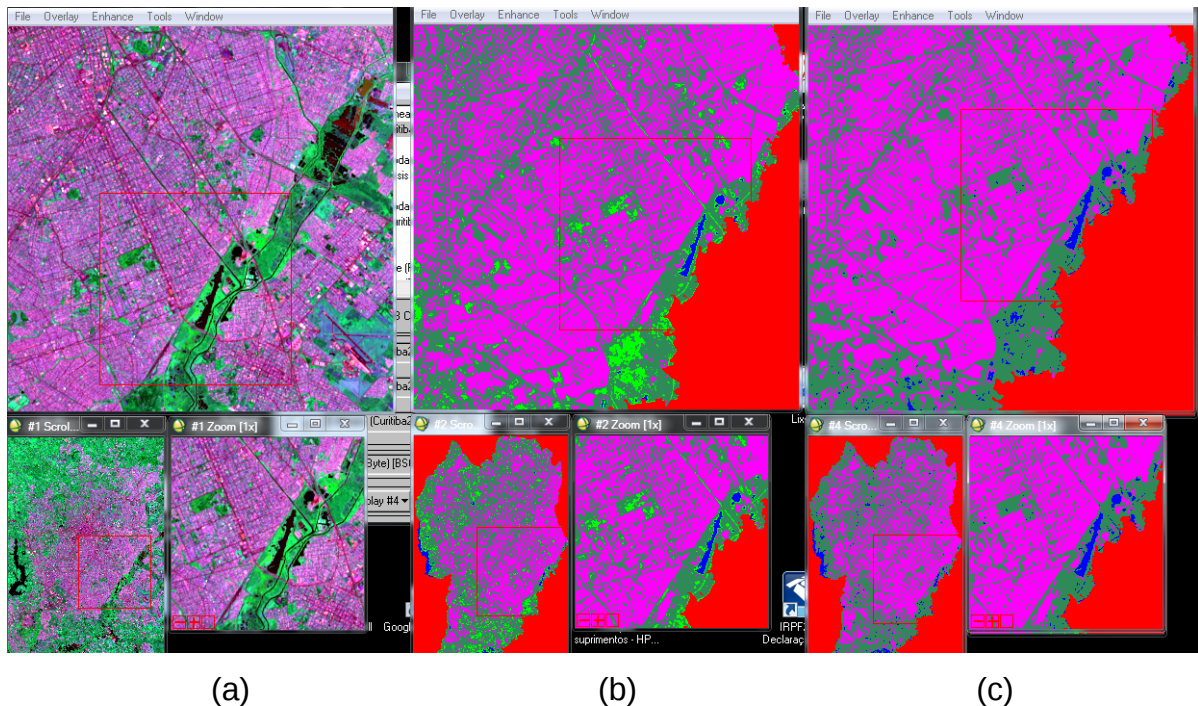


Figura-20: Comparação entre os métodos de classificação não supervisionada, IsoData e K-means no EVNI, sendo apresentado em (a) recorte da cidade de Curitiba 2014, em (b) o resultado da classificação pelo método IsoData e em (c) o resultado da classificação pelo método K-Means (FONTE: O autor, 2019).

Ao compararmos o detalhe do recorte da cidade de Curitiba 2014 (zoom) com os resultados obtidos pelos métodos de classificação não supervisionada IsoData e K-Means pode-se verificar que o método IsoData, foi mais eficaz para a classificação, uma vez que apresentou mais classes e conseguiu diferenciar a vegetação próxima aos corpos de água, fato não observado no método K-Means. Desta forma, o classificador utilizado para as demais imagens de satélite foi o IsoData. A Figura-21 apresenta o resultado geral da classificação das imagens de satélites para a cidade de Curitiba nos anos de 1991 e 2014.

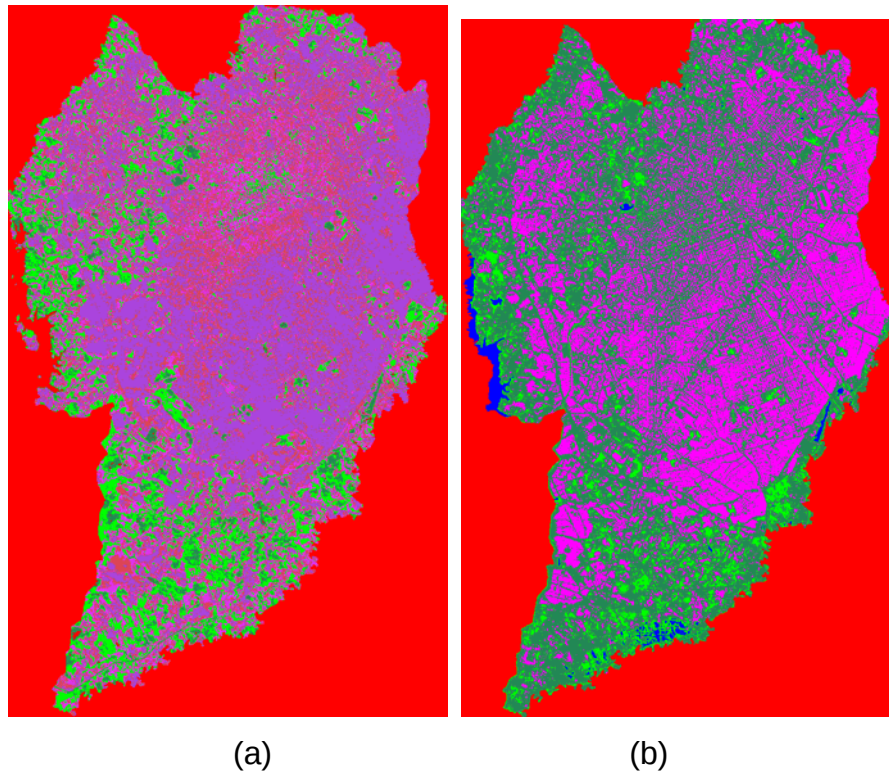


Figura-21: Comparação entre os resultados da classificação não supervisionada pelo método IsoData, sendo apresentado em (a) recorte da cidade de Curitiba 1991 e em (b) recorte da cidade de Curitiba 2014 (FONTE: O autor, 2019).

Após a classificação das feições nas imagens de satélites dos anos de 1991, 1999 e 2008, o resultado obtido em cada ano foi salvo como uma figura no formato .tif, as quais foram inseridas no software QGis e utilizadas para a elaboração de mapas temáticos (Figura-22 até 25), estes mesmos mapas, como arquivo pdf, estão sendo apresentados em anexo. Sendo apresentada na Figura-22 uma compilação das informações para região, resultando em um mapa temático dos arquivos tipo shape dos dados para o ano de 2018 do IPPUC, servindo de base de comparação para as análises das imagens de satélites classificadas, dos mosaicos e do DWG. Assim, comparando o resultado obtido no mapas temáticos, ou seja, o mapa referente aos shapes com o resultado da classificação das imagens de satélites, podemos verificar a presença das 4 classes principais (vegetação baixa, vegetação alta, áreas urbanizadas e água). Apesar do software não separar corretamente em alguns casos solo exposto de arruamento ou arruamento de vegetação do seu entorno ou lotes e quadras, durante a classificação não supervisionada, foi possível verificar nas imagens classificadas formas que indicam urbanização na região de

estudo, tais como, as linhas de arruamento ou polígonos que poderiam ser associados aos lotes e quadras.

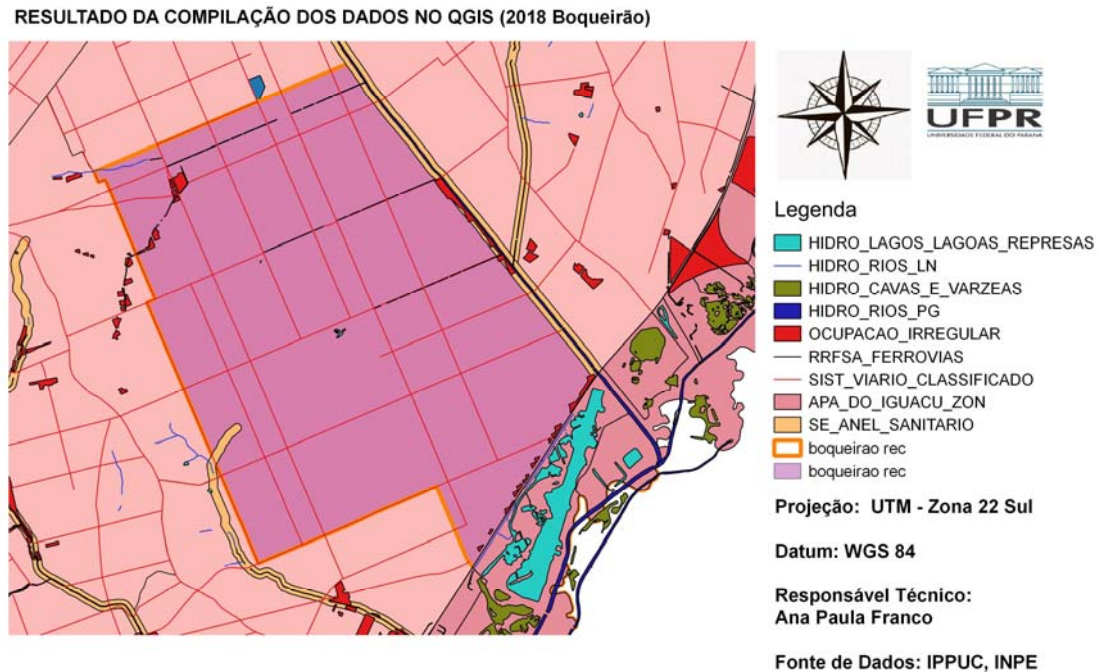


Figura-22: Mapa temático da compilação de dados obtidos do IPPUC para a região do bairro Boqueirão (FONTE: O autor, 2019).

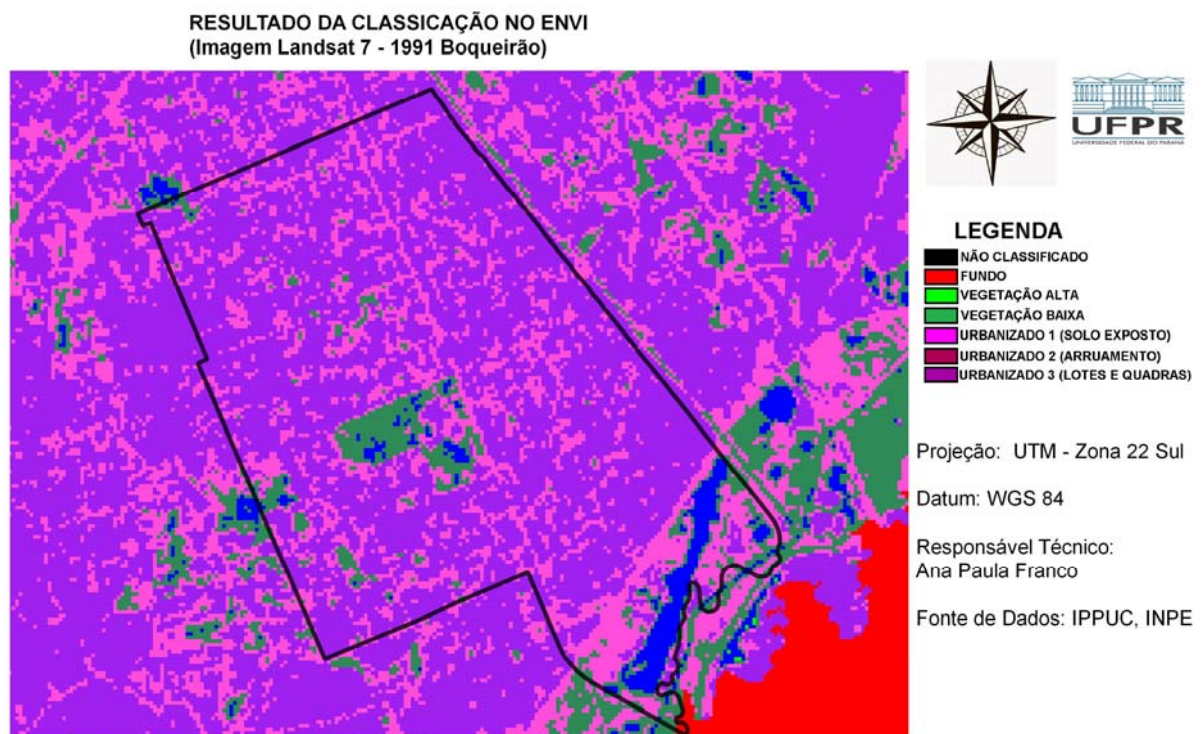


Figura-23: Mapa temático da classificação de feições na imagem Landsat 7 de 1991(FONTE: O autor, 2019).

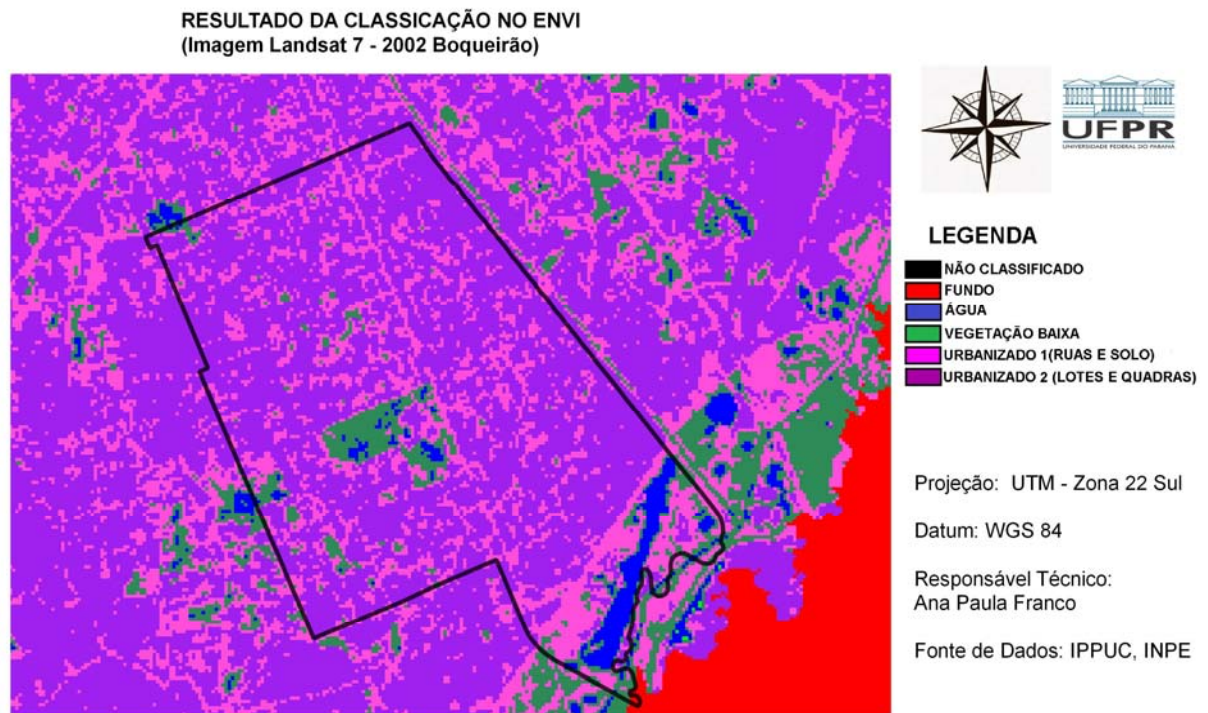


Figura-24: Mapa temático da classificação de feições na imagem Landsat 7 de 1999 (FONTE: O autor, 2019).

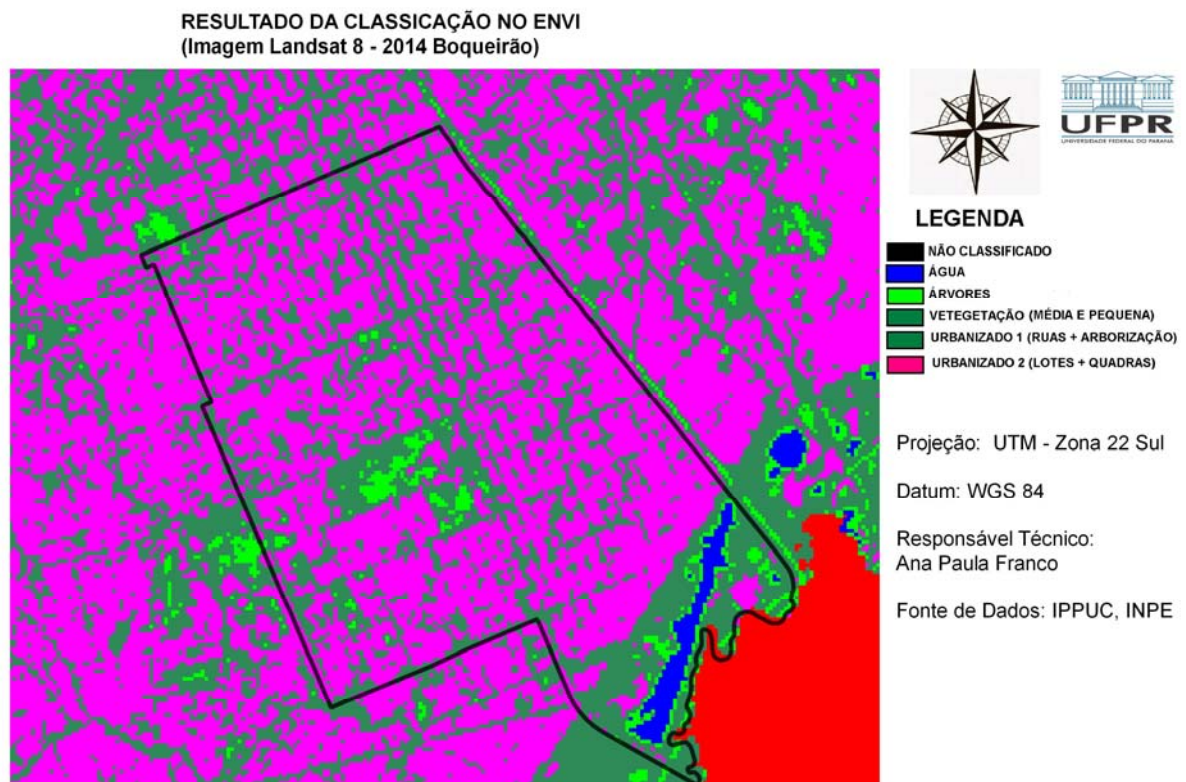


Figura-25: Mapa temático da classificação de feições na imagem Landsat 8 de 2014 (FONTE: O autor, 2019).

Analisando os resultados obtidos na classificação das feições no ENVI através de seus respectivos mapas temáticos, podemos observar que de todas as imagens de satélites utilizadas, a de 2014 foi a que apresentou o melhor resultado na classificação de suas feições, uma vez que foi possível discriminar entre vegetação de pequeno e médio porte das de grande porte (árvores) e discriminar a água da vegetação de seu entorno. No entanto, ainda na classificação da imagem de satélite de 2014, o arruamento acabou sendo “confundido” com a vegetação ou mesmo, com solo exposto como em todas as imagens anteriores.

Usando os resultados obtidos na classificação das imagens digitais como sendo uma primeira observação para as mudanças principais no uso do solo na região do bairro Boqueirão e que deveriam ser utilizadas para indicar o caminho a ser seguido nas demais análises, de forma a confirmar as modificações observadas nas imagens de satélites por outros procedimentos técnicos, foi iniciado o processo de vetorização das feições nas ortofotos de 1991, 1999 e 2008. O resultado final do processo de vetorização nos mosaicos (ortofotos) foram utilizadas para a elaboração de mapas temáticos no software QGis (Figura-26 até 37), estes mesmos mapas, como arquivo pdf, estão sendo apresentados em anexo.

Inicialmente, as variações de cores em RGB na ortofoto de 2008 facilitou o processo de vetorização das feições, uma vez que nas demais ortofotos em níveis de cinza, acabou sendo mais complicada a visualização, por exemplo, mesmo aproximando a cena, ainda ficava difícil de distinguir vegetação rasteira da vegetação alta ou mesmo entre ruas asfaltadas e de saibro, o que tornou o processo de vetorização mais demorado nestas imagens. Este fato pode ter sido agravado pelas diferentes perspectivas, bem como, dos equipamentos utilizados na aquisição das imagens, em especial para os anos de 1991 e 1999, por ser em níveis de cinza, sombras e pequenas obstruções ficarão mais complicadas para serem analisadas do que na ortofoto de 2008. Além disto, foi possível fazer, após a comparação visual, a constatação de modificações semelhantes entre a análise vetorial das ortofotos com as classes obtidas nas imagens de satélites, uma vez que as regiões de vegetação e urbanizadas aquelas regiões onde as ortofotos indicaram mudanças com maior relevância (os retângulos coloridos na Figura-34).

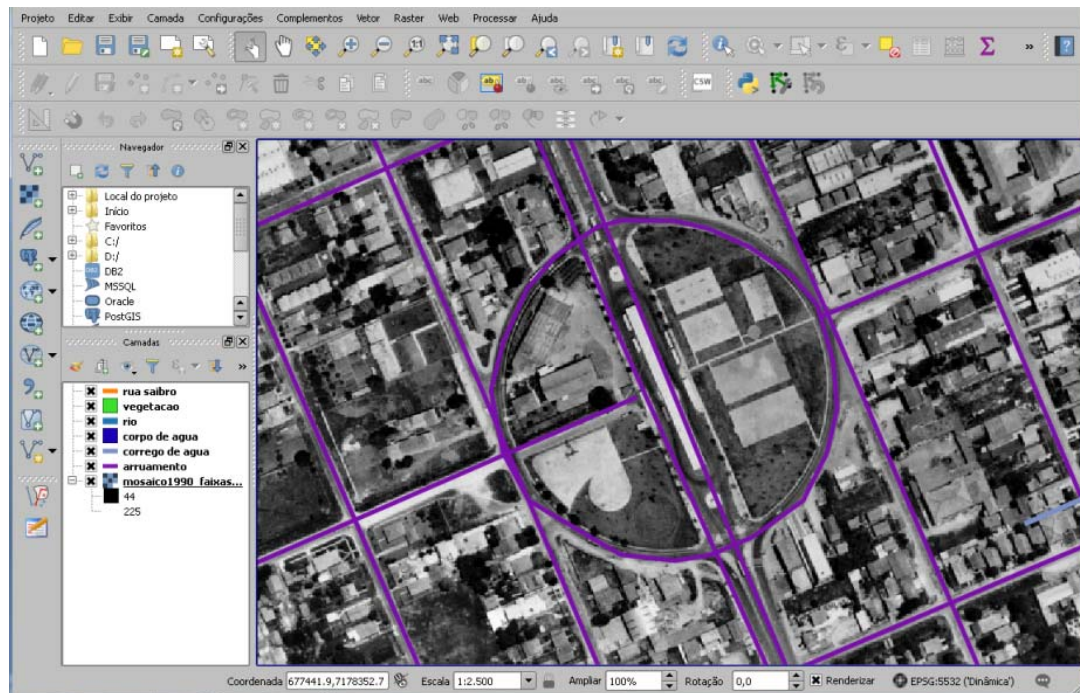


Figura-26: Região do Terminal do Carmo no bairro Boqueirão, na ortofoto do ano de 1991 no QGis (FONTE: O autor, 2019).



Figura-27: Resultado final do processo de vetorização das feições na ortofoto do ano de 1991 no QGis (FONTE: O autor, 2019).



Figura-28: Resultado final do processo de vetorização das feições na ortofoto do ano de 1999 no QGis (FONTE: O autor, 2019).



Figura-29: Resultado final do processo de vetorização das feições na ortofoto do ano de 2008 no QGis (FONTE: O autor, 2019).

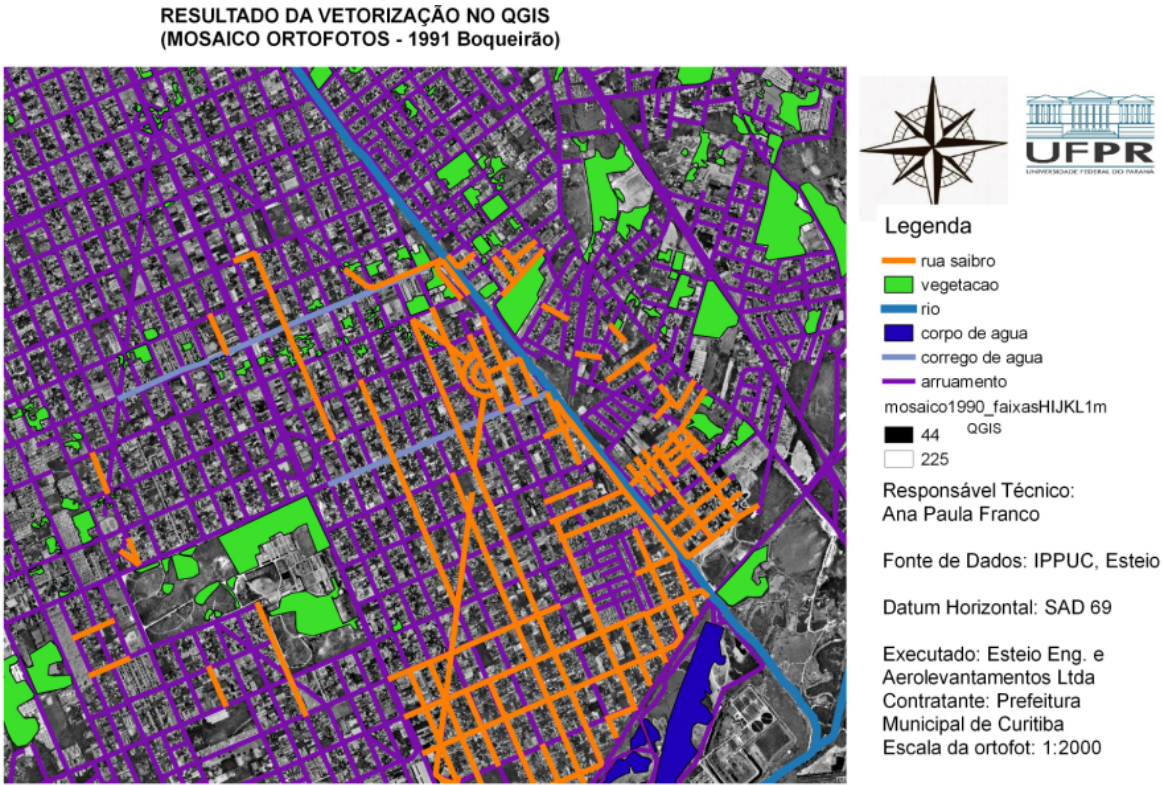


Figura-30: Mapa temático do resultado final do processo de vetorização das feições na ortofoto do ano de 1991 no QGIS (FONTE: O autor, 2019).

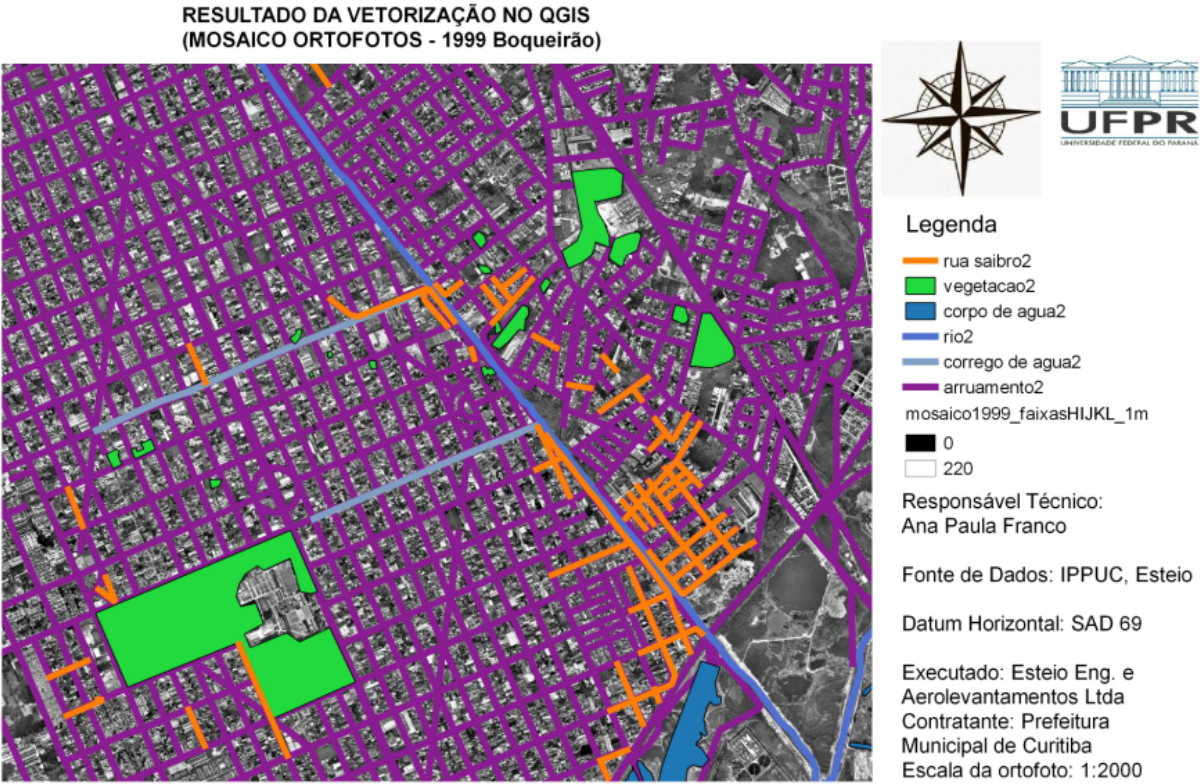


Figura-31: Mapa temático do resultado do processo de vetorização das feições na ortofoto do ano de 1999 no QGIS (FONTE: O autor, 2019).

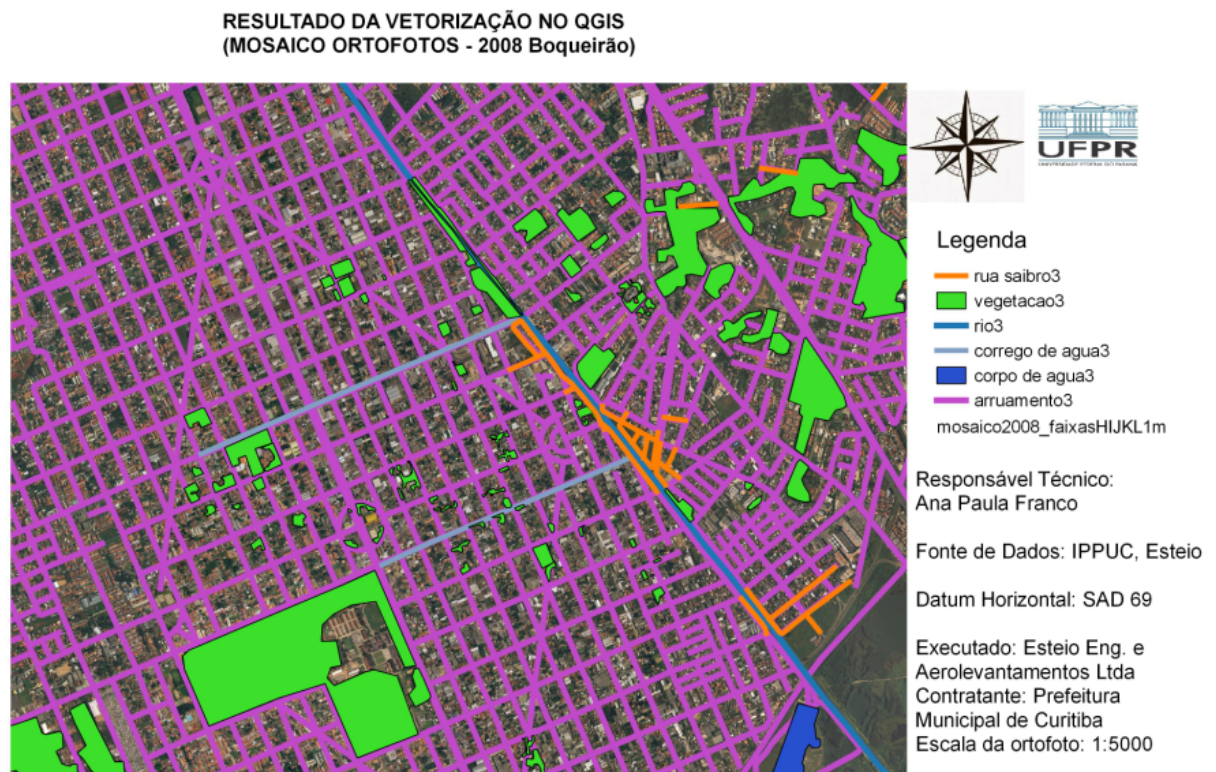


Figura-32: Mapa temático do resultado final do processo de vetorização das feições na ortofoto do ano de 2008 no QGIS (FONTE: O autor, 2019).



Figura-33: Região do quartel do Boqueirão após processo de vetorização do arruamento do ano de 2008 no QGIS (FONTE: O autor, 2019).



Figura-34: Loteamentos na região do quartel do Boqueirão após processo de vetorização do arruamento do ano de 2008 no QGis (FONTE: O autor, 2019).



Figura-35: Conjuntos residenciais na região do quartel do Boqueirão após processo de vetorização do arruamento do ano de 2008 no QGis (FONTE: O autor, 2019).



Figura-36: Detalhe dos conjuntos residenciais na região do quartel do Boqueirão, ano de 2008 no QGis (FONTE: O autor, 2019).



Figura-37: Detalhe dos conjuntos residenciais na região oeste do quartel do Boqueirão, ano de 2008 no QGis (FONTE: O autor, 2019).

Ainda com relação a análise vetorial do bairro Boqueirão foi observado que a região, de maneira geral, não sofreu grandes alterações quando analisa-se o arruamento, por exemplo, pois em sua grande maioria trata-se de loteamentos antigos, as alterações observadas quanto ao arruamento, refere-se ao alargamento de pistas, tal como, os das ruas principais, como o da Av. Marechal Floriano Peixoto, e no seu tipo de revestimento, uma vez que quase todos as ruas já existentes no bairro estão com revestimento asfáltico e quase não existem mais ruas de saibro, apenas nas regiões nas quais os terrenos maiores foram recentemente loteados, ainda ocorrem a presença deste tipo de revestimento. Além disto, podemos observar que existem quadras com medidas inferiores (novos loteamentos a oeste do quartel do Boqueirão) quando comparados aquelas quadras mais antigas, como as observadas na região do terminal do Carmo.

A forma de urbanização na região também foi sendo alterado no decorrer do tempo, uma vez que, pode-se observar que os grandes lotes e as áreas de chácaras do início do bairro, foram sendo loteados, muitas vezes em lotes com metragem abaixo da original (15x45 m), como pode ser observado na região do retângulo vermelho na Figura-34 e que possuem, muitas vezes, varias edificações no mesmo terreno, na forma de conjuntos habitacionais, como pode ser observado na Figura-33 até a 37.

Outro ponto a ser salientado quanto a análise vetorial, esta relacionado com as variações na vegetação do bairro, pode-se observar que no decorrer do tempo, o bairro apresentou um aumento na quantidade de vegetação, tanto em relação as áreas verdes em terrenos particulares (áreas de paisagismo e ajardinamento em lotes), quanto em áreas públicas, tais como, aquelas ao longo do trecho rio Belém, praças, parques e terminais de ônibus. O que pode ter contribuído para este aumento da área verde é a política publica que incentiva a preservação de áreas verdes pela cidade, uma vez que na região do bairro, existem dois pontos de maior concentração de áreas verdes, sendo uma deles o quartel do Boqueirão e o outro o Parque Náutico, ambos apresentaram um crescimento na área de vegetação.

Assim, após as classificações das imagens Landsat e das análises das ortofotos terem indicado as modificações no uso do solo, em especial em relação às áreas de vegetação e urbanizadas, foi realizado os estudos dos arquivos DWG, visando quantificar, mesmo de uma forma aproximada as modificações em áreas publicas de vegetação, uma vez que este atributo foi um dos que estavam presentes

em todo o conjunto de dados originais (indo desde as imagens de satélites até os arquivos shape). Os resultados dos estudos da área vetorizada em DWG estão sendo apresentados na Figura-39 até a Figura-44, aqui deve-se atentar para a forma como foi utilizada a simbologia nas figuras, uma vez que, as regiões com “hachuras” das figuras estão sendo associadas com o arquivo DWG do ano 2000, enquanto que aquelas com cor sólidas e “não hachuradas”, estão sendo associadas com o arquivo DWG de 2018. Inicialmente, cabe salientar que nesta etapa do trabalho foi observada a falta de uma padronização e detalhamento durante a restituição de informações, o que em alguns casos, como na restituição de praças e arruamentos, de uma forma geral, estavam próximos da região onde deveriam estar no DWG, mas apresentavam generalizações e poucos detalhes nos contornos entre as diferentes épocas consideradas (ano de 2000 e de 2018), o que ocasionou uma demora nesta etapa do trabalho.

Em outros, a falta de informação no arquivo vetorizado, como por exemplo, a rua Irmã Maria Lúcia Roland, próxima a Passarela do Hauer e que representa um dos limites entre os bairros Boqueirão e Hauer (Figura-14), foi considerada com sendo uma continuação da rua Irmã Flávia Borlet, mas na realidade são ruas complementares, com nomes diferentes, o que pode levar ao erro de interpretação. O mesmo fato foi verificado com os arquivos shape, como pode ser visto na Figura-38, quando utilizada a pesquisa por nome da via (NMVIA) no QGIS (Figura-38). Assim, sugere-se que em estudos semelhantes, os dados de maior relevância que possuam lacunas temporais, sejam obtidos por levantamentos topográficos, visando complementar as informações.

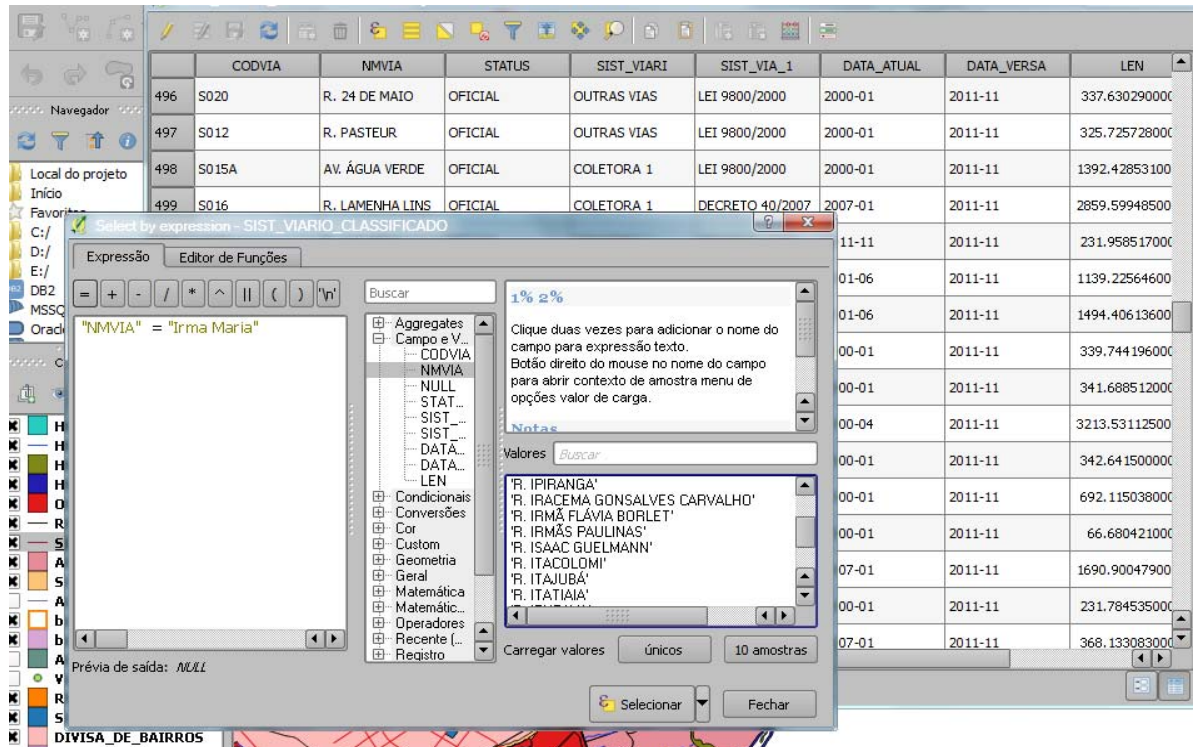


Figura-38: Resultado da pesquisa por nome da via (NMVIA) no QGIS (FONTE: O autor, 2019).

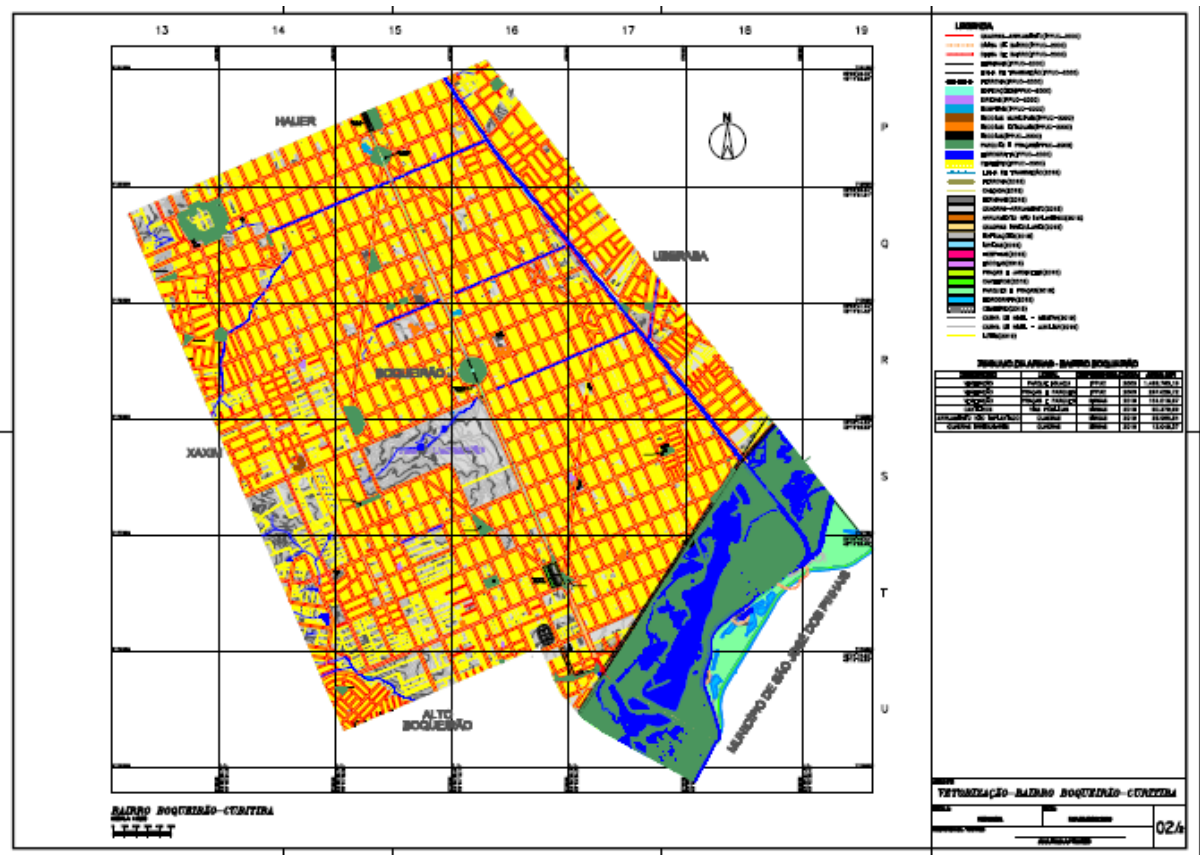


Figura-39: Resultado final da análise do DWG, ano 2000 e 2018 (FONTE: O autor, 2019).

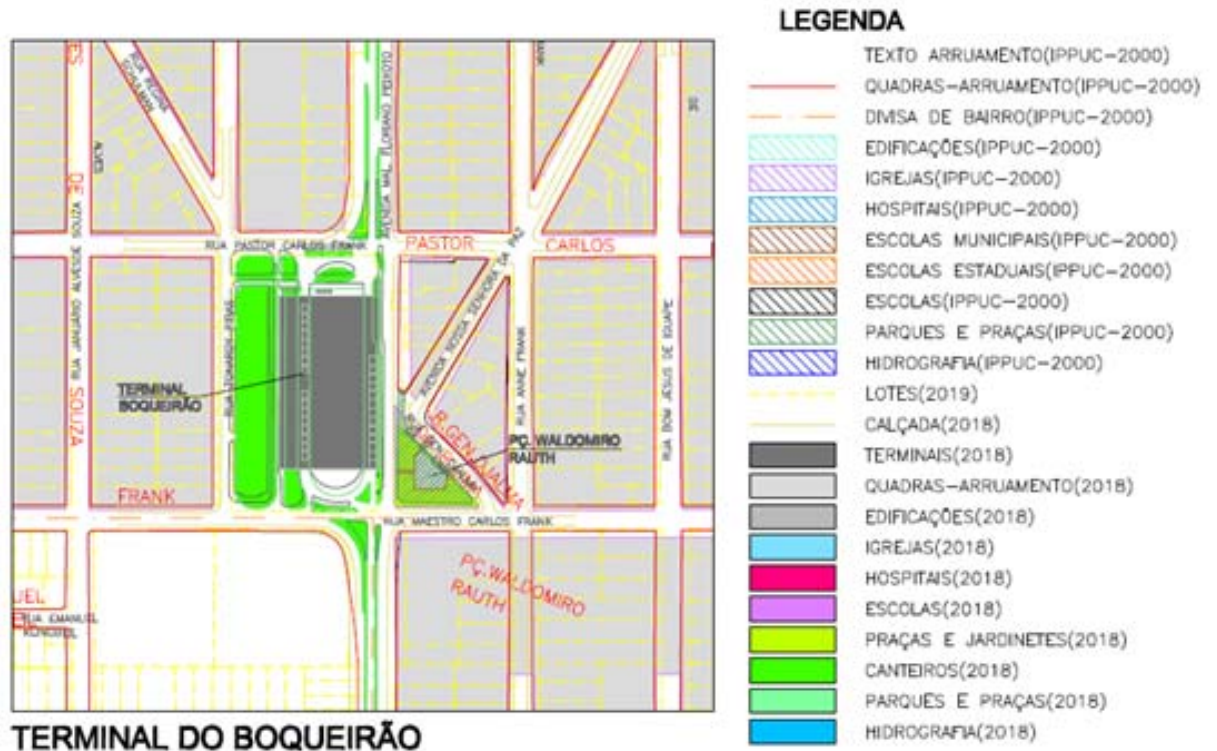


Figura-40: Resultado final da análise do DWG, ano 2000 e 2018, detalhe do Terminal do Boqueirão (FONTE: O autor, 2019).

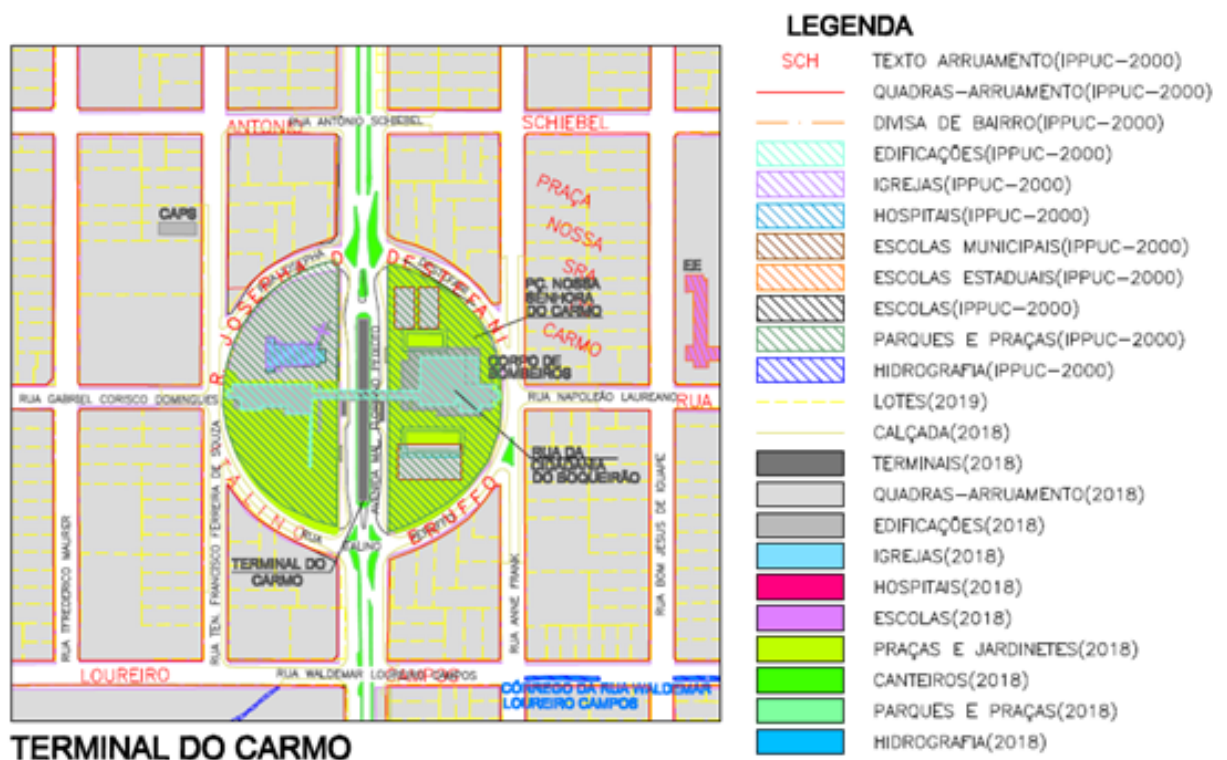


Figura-41: Resultado final da análise do DWG, ano 2000 e 2018, detalhe do Terminal do Carmo (FONTE: O autor, 2019).

RESUMO DE ÁREAS - BAIRRO BOQUEIRÃO

DESCRIÇÃO	LOCAL	REFERÊNCIA	DATA	ÁREA (m²)
VEGETAÇÃO	PARQUE IGUAÇU	IPPUC	2000	1.498.760,19
VEGETAÇÃO	PRAÇAS E PARQUES	IPPUC	2000	267.029,72
VEGETAÇÃO	PRAÇAS E PARQUES	SIRGAS	2019	161.016,97
CANTEIROS	VIAS PÚBLICAS	SIRGAS	2019	50.379,99
ARRUAMENTO NÃO IMPLANTADO	QUADRAS	SIRGAS	2019	26.965,84
QUADRAS IRREGULARES	QUADRAS	SIRGAS	2019	12.048,57

Figura-44: Quadro comparativo do resultado final da análise do DWG, ano 2000 e 2018 (FONTE: O autor, 2019).

A Figura-38 apresenta um detalhamento similar ao da Figura-22, a qual demonstra o mapa temático da compilação de dados obtidos do IPPUC para a região do bairro Boqueirão no QGis, como era esperado, uma vez que resultados de dados da mesma região. Já na Figura-39 e as seguintes, em especial na Figura-44, a qual apresenta um quadro comparativo do resultado final da análise do DWG, ano 2000 e 2018 (Figura-43). Neste quadro da Figura-44 pode-se observar as variações na área verde pública, as quais podem ser em grande parte relacionada com ampliação e novas edificações de órgãos públicos, indicando também uma alteração na quantidade total de área verdes públicas, mas não podemos descartar que as diferenças entre os métodos utilizados na obtenção dos dados em DWG iniciais, que podem ter influenciado neste resultado.

Além disto, cabe ressaltar também que devemos levar em consideração as obras de engenharia mais recentes na região (entre 2018 e 2019), em especial, aquelas de renovação no revestimento do arruamento acompanhada de plantio de novas mudas e implantação de novos canteiros e da realização e implantação dos demais projetos de paisagismo, cujos os dados ainda não estavam disponíveis ao público no momento de aquisição dos dados iniciais, também poderão alterar o resultado da análise de DWG quando inseridos em uma nova análise, com medições em campo recentes, por exemplo.

Desta forma, para utilizar as métricas em relação as modificações na vegetação em áreas públicas, de uma forma mais fiel a realidade, indicasse que o interessado entre em contato com a prefeitura de Curitiba, para obter informações oficiais sobre este tipo de alterações para na haver equívocos. Outra constatação após realizar as análises dos dados, seria de que a escala utilizada possibilitou a

verificação das mudanças, pois foi ao nível de bairro, foi adequada para verificar as modificações no uso do solo na região do bairro Boqueirão. No entanto, ressalta-se que seja utilizado um processo padronizado na restituição e dados em vários formatos, mas dos mesmos anos, por exemplo, assim o resultado estaria vinculado as mudanças e não aos erros na vetorização.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foi possível utilizar imagens de satélites Landsat, mosaicos de ortofotos e arquivos DWG da região de Curitiba para obter informações sobre as transformações ocorridas no uso e ocupação da terra, no bairro Boqueirão. Além disso, proporcionam o efetivo conhecimento da área de estudo, mapeando as alterações na área analisada, em especial, quanto ao recobrimento de ruas e nas áreas públicas de vegetação.

A compilação dos dados em mapas temáticos, devido as “lacunas temporais” dos dados disponíveis, acabou sendo um verdadeiro desafio. Além disto, no decorrer da etapa de elaboração dos estudos da área vetorizada em DWG, demonstrou a falta de uma padronização durante a restituição de informações, o que em alguns casos, como na denominação de ruas, pode levar ao erro de interpretação. Assim, sugere-se que em estudos semelhantes, os dados de maior relevância que possuam lacunas temporais, sejam obtidos por levantamentos topográficos e/ou geodésicos, visando complementar as informações. Além disto, os dados em DWG e suas alterações poderão ser foco de um novo estudo, visando utilizar as análises, bem como, suas dificuldades na elaboração de artigos científicos na área de Engenharia Cartográfica.

6 REFERÊNCIAS

CENTENO, J. A. S; Sensoriamento Remoto e Processos de Imagens Digitais, CURITIBA, 2009.

DEMARCHI, G. S. MAPEAMENTO TEMPORAL E PROJEÇÃO FUTURA DA ÁREA DA MANCHA URBANA DO MUNICÍPIO DE LONDRINA (PR) UTILIZANDO GEOTECNOLOGIAS. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção de título de Bacharel em Geografia da Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2013.

FENIANOS, Eduardo Emílio. Boqueirão, Alto Boqueirão e Hauer – Gigantes Pela Própria Natureza – Coleção Bairros de Curitiba, vol.22. Curitiba: Ed. UniverCidade, 2000. 52p.

GONZALES, R. C. e WOODS, R. E., PROCESSAMENTO DE IMAGENS DIGITAIS, São Paulo: editora Edgard Blucher Ltda, 2000, p. 509

Mapa do Bairro - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba ([http://ippucnet.ippuc.org.br/Bancodedados/Curitibaemdados/anexos/2005_Mapas%20do%20Bairro%20Boqueirão%20\(56\).pdf](http://ippucnet.ippuc.org.br/Bancodedados/Curitibaemdados/anexos/2005_Mapas%20do%20Bairro%20Boqueirão%20(56).pdf))

MENESES, P. R. e ALMEIDA, T. INTRODUÇÃO AO PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO, UNB, Brasília, 2012.

OLIVEIRA, H. N. B. Dissertação de mestrado do Curso de Pós-graduação em Informática, elaborada por, SEGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS LANDSAT TM, sob a orientação da profa dra Olga R. P. Bellon, Setor de Ciências Exatas da UPFR, Curitiba, 1999, p. 97.

OLIVEIRA, B. S. e MATAVELI, G. A. V., Avaliação do desempenho dos classificadores Ioseg e Bhattacharya para o mapeamento de áreas de cana-de-açúcar no município de Barretos-SP, publicado em: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

SUTIL, Marcelo Saldanha. Boletim Informativo da Casa Romário Martins, **Boqueirão: O Bairro da História da Cidade**. Curitiba: Fundação Cultural de Curitiba, v22, nº106. 1995.

<http://curitibaemdados.ippuc.org.br/>

<https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/perfil-da-cidade-de-curitiba/174>

<http://www.dgi.inpe.br/>

<http://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm>

<http://ippuc.org.br/mapasinterativos/OrtofotosDownload/>

<http://www.portal.ufpr.br/normalizacao>

<https://turismo.curitiba.pr.gov.br/conteudo/dados-gerais-da-cidade/61>

ANEXOS