



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

GUILHERME DOS SANTOS DEMARCHI

**MAPEAMENTO TEMPORAL E PROJEÇÃO FUTURA DA
ÁREA DA MANCHA URBANA DO MUNICÍPIO DE
LONDRINA (PR) UTILIZANDO GEOTECNOLOGIAS**

Londrina
2013

GUILHERME DOS SANTOS DEMARCHI

**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.

Orientador: Prof^o. Dr Osvaldo Coelho Pereira
Neto.

Londrina
2013

GUILHERME DOS SANTOS DEMARCHI

**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.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador Dr. Osvaldo Coelho Pereira
Neto
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profª Drª. Adriana Castreghini de Freitas
Pereira
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profª Mª. Nathália Prado Rosolém
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 11 de Dezembro de 2013.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família (em especial à minha mãe, irmã e ao meu padrasto), por me dar todo o suporte e incentivo, além dos bons momentos durante as férias e feriados.

Um agradecimento à minha querida vó Marlene, por ser a melhor cozinheira do mundo e por me tratar como um verdadeiro filho. Um agradecimento também às minhas queridas: Tia Ady e Vó Cida, falecidas em 2004 e 2008, respectivamente; Sei que de algum lugar estão olhando por mim.

Agradeço a alguns amigos, que com o passar do tempo me provaram que merecem tal denominação. Em destaque: Vinícius Biazoto Gomes, Wagner Eikiti Suzuky da Cunha, Fabrício Doná Ernica, Nina Casagrande, Haroldo José da Silva Jr, Sara Nunes Rodrigues, Roberto Antônio Capuano Jr e Diego Gajardoni Lot.

Agradeço aos amigos de Birigui (Trutas), irmãos de longa data: Sei que nossa amizade vai além das distâncias.

Um agradecimento à Londrina e as pessoas que aqui residem, por ser uma cidade tão especial e por ter um povo tão acolhedor.

Agradeço ao Escobar (Argentino) pela ajuda que me proporcionou nessa pesquisa e pelo seu dom de reverter situações que muitas vezes parecem perdidas.

Agradeço aos meus professores, banca julgadora e principalmente ao meu orientador, pela ajuda, atenção e suporte sempre que precisei, além de ser um exemplo de ser humano pelo qual me espelho.

E um agradecimento especial ao meu falecido Pai, meu maior guia e fonte de luz nos dias tempestuosos.

“ 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 caminho do mapa
Cada passo, cuidadosamente, no correr do atalho.
E mais, muito mais que isso,
Eu o fiz do meu jeito. ”

Frank Sinatra

DEMARCHI, Guilherme dos Santos. **Mapeamento Temporal e Projeção Futura da Área da Mancha Urbana de Londrina (PR) utilizando Geotecnologias**. 2013. 50p. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geografia – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2013.

RESUMO

O município de Londrina, no norte do estado do Paraná, vem mostrando um grande desenvolvimento urbano em pouco mais de 70 anos de existência, refletindo na expansão de sua mancha urbana. Esse trabalho se propõe a realizar uma análise da mancha urbana do município de Londrina conforme os avanços registrados entre os anos de 1975 e 2011, de 5 em 5 anos, onde a partir de ferramentas e cálculos analisados no software SPRING/INPE, serão gerados gráficos de tendência para projetar a área da mancha urbana para os anos de 2015, 2020, 2025 e 2030. O trabalho tem como ferramenta principal o uso de geotecnologias, que auxiliam e dão maior exatidão e compreensão aos dados da pesquisa. Os resultados obtidos demonstram que há uma desaceleração no crescimento da mancha urbana do município nos últimos anos, muito ligado a fatores físicos, sociais e fenômenos urbanos específicos de uma cidade grande. O presente estudo poderá ser uma importante ferramenta no que diz respeito ao planejamento urbano, podendo auxiliar na tomada de decisões por parte dos órgãos competentes.

Palavras-chave: Mancha Urbana, Londrina, Área, Projeção, Geotecnologias.

DEMARCHI, Guilherme dos Santos. **Temporal Mapping and Projection of Future Urban Area of Stain of Londrina (PR) using Geotechnologys**. 2013. 50p. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Geografia – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2013.

ABSTRACT

The city of Londrina, in the northern state of Paraná, has shown a great urban development in little more than 70 years of existence, reflecting the expansion of its urban sprawl. This work aims to conduct an analysis of the urban sprawl of Londrina as the progress made between the years 1975 and 2011, 5 in 5 years, where from tools and calculations analyzed the software SPRING / INPE will generate graphs trend to design the urban area for the years 2015, 2020, 2025 and 2030. The work has as main tool the use of Geotechnologys, that help and give greater accuracy and understanding of the research data. The results show that there is a slowdown in the growth of the urban sprawl of the city in recent years, very attached to physical, social and urban phenomena specific to a big city. The present study can be an important tool with regard to urban planning, to assist in decision-making by local authorities.

Key words: Urban Sprawl, Londrina, Area, Projection, Geotechnology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Localização da Área de Estudo.....	24
Figura 2 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (1975)	28
Figura 3 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (1980)	29
Figura 4 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (1985)	30
Figura 5 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (1990)	31
Figura 6 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (1995)	32
Figura 7 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (2000)	33
Figura 8 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (2005)	34
Figura 9 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (2011)	35
Figura 10 Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (1975/2011)	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Crescimento Demográfico em Londrina (1991-2013)	18
Quadro 2 – Valores da Mancha Urbana (em Km ²)	38
Quadro 3 – Porcentagem de Crescimento da Mancha Urbana	39
Quadro 4 – Relação entre Área Real e Área Calculada a partir da Tendência	41
Quadro 5 – Lista de Equações de Regressão Linear (1975 a 2030).....	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução e Tendência da Mancha Urbana	40
Gráfico 2 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 1980)	42
Gráfico 3 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 1985)	42
Gráfico 4 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 1990)	42
Gráfico 5 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 1995)	43
Gráfico 6 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 2000)	43
Gráfico 7 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 2005)	43
Gráfico 8 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 2011)	44
Gráfico 9 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 2030)	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Proteção Permanente
ERTS	Earth Resources Technology Satellite
GIS	Geographic Information System
Hab./Km ²	Habitantes por quilômetro quadrado
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPTU	Imposto Predial Territorial Urbano
Km ²	Quilômetro quadrado
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
MDT	Modelagem Digital de Terreno
NASA	National Aeronautics and Space Administration
RMGV	Região Metropolitana da Grande Vitória
RGB	Red Green Blue
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SPRING	Sistema de Processamento de Imagens Georeferenciadas
SPT	Standart Penetration test
TM	Thematic Mapper

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	GEOPROCESSAMENTO, SIG E SENSORIAMENTO REMOTO.....	13
2.2	CONCEITOS DE ÁREA URBANA.....	15
2.3	O MUNICÍPIO DE LONDRINA.....	17
2.3.1	Fatores Históricos, Sociais e Demográficos de Londrina.....	18
2.3.2	Fatores Físicos de Londrina.....	20
2.4	REVISÃO TEÓRICA: ESTUDOS DE CASO.....	21
3	MATERIAIS	23
3.1	SOFTWARE SPRING.....	23
3.2	SATÉLITE LANDSAT.....	23
3.3	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	23
4	METODOLOGIA GERAL	24
4.1	METODOLOGIA NA DIFERENCIAÇÃO DAS ÁREAS (URBANO E RURAL).....	26
4.2	METODOLOGIA NA GERAÇÃO DOS GRÁFICOS.....	27
5	RESULTADOS OBTIDOS	27
	CONCLUSÃO	46
	REFERÊNCIAS	48
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	50

INTRODUÇÃO

Os estudos relacionados a fatores de crescimento urbano nos municípios é algo que vem ganhando espaço nas pesquisas atuais e cada vez mais é utilizada nos setores de planejamento urbano das prefeituras. Esse tipo de controle pode trazer grandes benefícios às populações quando se diz respeito aos lugares onde residem essas pessoas, sendo algumas em áreas de risco ou até mesmo ilegais no ponto de vista ambiental.

Esse trabalho tem por objetivo fazer o mapeamento da evolução da mancha urbana do município de Londrina do ano de 1975 até o ano de 2011, de 5 em 5 anos, e a partir disso calcular uma projeção de como estará a área, em km², da mancha urbana de 2015 até o ano de 2030, também de 5 em 5 anos, para a partir daí tentar vincular esse estudo técnico com alguns fatores que podem ter levado à esse tipo de situação no município, além de propor e incentivar futuros trabalhos referentes a essa área.

O uso de ferramentas de SIG e geoprocessamento nesse tipo de trabalho pode trazer grande praticidade para tais estudos, demonstrando de forma prática e completa a forma como tal processo se atua na realidade. No caso do uso voltado para o planejamento urbano pode facilitar a tomada de decisões por parte dos órgãos competentes.

Importante destacar que, além do controle feito sobre a expansão da mancha urbana, uma projeção de como poderia se apresentar sua área nos próximos anos se mostra de fundamental importância para interesses econômicos, imobiliários, industriais, políticos, dentre outros, de todas as prefeituras envolvidas.

No caso de Londrina, é um município que se encontra envolto a uma grande rede urbana, sendo o principal polo de toda uma região do estado, concentrando uma grande rede de comércio e serviços, além da educação e saúde que são referências em toda a região, atraindo pessoas de muitas cidades vizinhas.

Importante esclarecer que ainda não há estudos focados quanto a uma projeção da área da mancha urbana de Londrina para os próximos anos, além é claro da relevância e importância que tal estudo irá trazer para a população local, além das atribuições para com a ciência geográfica e empírica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A forma como o homem se relaciona e interfere no meio em que vive, juntamente com os efeitos dessa interferência, sempre foram uma ferramenta de estudo de grande importância para o Geógrafo, devido a sua capacidade de relacionar e integrar diversos fatores que ajudam a entender a forma como ocorre todo esse processo.

Um trabalho envolvendo fatores como evolução de mancha urbana, geotecnologias e afins, requer um estudo detalhado quanto aos conceitos e principais autores que se propuseram a fazer estudos importantes sobre essas temáticas.

2.1 GEOPROCESSAMENTO, SIG E SENSORIAMENTO REMOTO

As técnicas de geoprocessamento vêm tendo um grande avanço nos últimos anos; graças a essas tecnologias é possível fazer análises e estudos mais precisos e, muitas vezes, em áreas de difícil acesso para o ser humano, otimizando e dando praticidade às pesquisas.

O geoprocessamento pode ser definido como uma tecnologia, isto é, um conjunto de conceitos, métodos, e técnicas erigido em torno de um instrumental tornado disponível pela engenhosidade humana (SILVA e ZARDAN, 2007), além disso, há de se conceitua-lo como um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre base de dados georreferenciados, para transformá-los em informações relevantes (Silva, 2001). Os dados georreferenciados tornam o estudo geográfico muito mais preciso e o mais próximo possível da realidade, trazendo mais confiabilidade e exatidão à pesquisa.

Importante destacar que as técnicas de geoprocessamento tem uma história recente e acompanharam todo esse processo de avanço das geotecnologias, de acordo com Jorge Xavier da Silva (2001), os estudos de geoprocessamento no Brasil foram iniciados em 1975 a partir do projeto RadamBrasil para racionalizar a geração, o armazenamento, a recuperação e a análise do enorme acervo de dados ambientais gerados pelo projeto, e que deveriam recobrir todo o território Brasileiro.

Atualmente, os estudos que se utilizam de geoprocessamento estão difundidos em vários ramos, seja para estudos acadêmicos ou técnicos, nas áreas de engenharia, arquitetura, urbanismo, estudos ambientais, agrários, dentre outros.

Uma ferramenta de essencial importância dentro do Geoprocessamento são os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que em inglês denomina-se *Geographic Informations System* (GIS). Os SIG's são constituídos por uma série de programas e processos de análise, cuja característica principal é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial (TEIXEIRA, et al. 1992), um outro conceito importante é de que o SIG consiste num conjunto de ferramentas capazes de adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais (SILVA et al., 2004).

O desenvolvimento dos SIG's está diretamente ligado aos avanços na computação, onde o primeiro sistema a reunir as características básicas de um SIG foi implementado no Canadá em 1964, sendo chamado *Canadian Geographic Information System*, após isso outros sistemas foram se desenvolvendo, mas de início ficavam limitados a agências federais e estaduais do governo americano e canadense, devido ao seu custo elevado (TEIXEIRA, et al. 1992).

Nas décadas que se seguiram ocorreram avanços consideráveis nos equipamentos e softwares, permitindo o desenvolvimento dos sistemas relacionados ao SIG, além de uma redução nos seus custos, tornando-o uma tecnologia de rápida difusão e aceitação, havendo hoje em dia uma proliferação dos softwares desse ramo (TEIXEIRA, et al. 1992).

Para que um SIG seja criado é preciso que haja uma fonte de dados, que podem ser classificadas em primárias (levantamentos diretos em campo) ou secundárias envolvendo mapas e estatísticas, que são derivadas das fontes primárias. Essa fonte de dados deve ser definida de acordo com a abrangência social do estudo, além do detalhamento, custos, possibilidade de padronização e confiabilidade (TEIXEIRA, et al. 1992).

No Brasil os estudos se utilizando de SIG's estão bem difundidos, principalmente em prefeituras e empresas de mapeamento, no caso das prefeituras é muito utilizado para o planejamento urbano, podendo-se dessa forma efetuar estudos sobre redes viárias, redes de esgoto, áreas de risco para moradia, controle de tráfegos, dentre muitos outros estudos relevantes para a população.

No caso das empresas privadas é muito utilizado quanto a análises ambientais, elaboração de EIV (Estudos de Impacto de Vizinhança) para construção de empreendimentos, georreferenciamento de imóveis rurais, dentre outros, além é claro dos estudos acadêmicos que são realizados dentro das universidades públicas e particulares, espalhadas por todo o país.

Quanto ao Sensoriamento Remoto, na citação abaixo temos uma definição:

É a tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objetos sem contato físico com eles, esta definição, porém, é muito ampla. Guiando-nos por ela poderíamos considerar o telescópio como um instrumento sensor e remontar a origem do sensoriamento remoto aos tempos de Galileu. Embora, de fato, o sensoriamento Remoto tenha o seu desenvolvimento vinculado ao avanço da astronomia, o termo é associado à aquisição de medidas nos quais o ser humano não é parte essencial do processo de detecção e registro dos dados (NOVO, 1989).

Uma definição um pouco mais recente de sensoriamento remoto, segundo obra de Teresa Gallotti Florenzano (2002), é de que é uma tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície.

O termo sensoriamento se refere à utilização de sensores localizados nos satélites que captam a luz refletida pela superfície do planeta e a transformam em imagens digitais. O termo remoto significa que a obtenção das imagens é feita distante do local, ou seja, não há contato físico entre o sensor e a superfície terrestre (FLORENZANO, 2002).

As imagens utilizadas nessa pesquisa são do satélite LANDSAT, um importante satélite destinado à captação de imagens, sendo lançado em julho de 1972 pela NASA, foi o primeiro satélite de uma série de 8 até o momento, e foi desenvolvido para observação de recursos terrestres.

As imagens de sensoriamento remoto são uma grande fonte de informações para os SIG's nos diversos tipos de análise do meio ambiente, dentre os quais os estudos urbanos.

2.2 CONCEITOS DE ÁREA URBANA

As cidades sempre foram o foco de muitos estudos acadêmicos, sua complexidade nas relações internas e a forma como ela se desenvolveu 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, porém nem sempre foi assim. Segundo SANTOS (2008), durante séculos o Brasil como um todo era um país “essencialmente agrícola” a partir do século XVIII é que a urbanização se desenvolve e a cidade torna-se a residência mais importante dos antigos moradores do campo, e que estes só retornam ao campo em momentos de colheita da produção agrícola.

Segundo Fresca (2004), desde a sua introdução até os dias atuais o tema passou por diversas fases de proliferação e/ou recrudescimento dos estudos e de alterações do ponto de vista teórico metodológico. A dinâmica e a complexidade que está por trás do que seja uma definição de área urbana (cidade) estão contidas na citação seguinte:

Tentando explicar o que é uma cidade, no mundo contemporâneo, é tarefa que exige a consideração de vários elementos que se relacionam historicamente em diferentes parcelas dos territórios, com intensidades e dinâmicas específicas em cada caso. Torna-se mais difícil ainda se a posposta é definir a cidade com base nas múltiplas determinações do processo de urbanização (SPOSITO, 2008, p 12 e 13).

Á partir dessa citação é fácil a percepção de que os atuais elementos presentes em cada cidade dependem muito dos fatores históricos, políticos e geográficos. Para compreendê-la é preciso ir além da regressão no tempo, à busca de sua gênese, e proceder a uma análise das diferentes manifestações urbanas no mundo presente.

Ainda segundo Sposito (2008, p. 14), podemos afirmar que a cidade revela os interesses e as ações da sociedade, e ao mesmo tempo, oferece condições para que isso se realize, contribuindo para determinar o próprio movimento oriundo desse conjunto de ações. Ela acrescenta ainda que, atualmente, as paisagens urbana e rural apresentam-se amalgamadas, difusas, com superposições e imbricações de difícil explicação apenas pela observação.

Isso é facilmente perceptível em muitos municípios brasileiros, onde a construções de novos empreendimentos e moradias acabam que por avançar em espaços que anteriormente eram considerados rurais, confundindo realmente o que

pode ser considerado rural e urbano, cabendo às leis municipais definirem tal questão.

O IBGE (2008) define, em uma visão mais técnica, que uma área urbana é a área interna ao perímetro urbano de uma cidade ou vila, definida pela lei municipal da mesma, cabendo à área rural tudo aquilo que pertence ao município, mas que está externa à área urbana. Do ponto de vista da legalidade, é possível fazer a distinção entre o rural e o urbano pelo mapeamento do Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU), composto por uma linha que define a área da expansão da Cidade.

Outros elementos devem ser levados em consideração também para tal análise, tais como a densidade das infraestruturas (água encanada, redes de iluminação, de telefonia e de coleta de esgoto), equipamentos de consumo coletivo (parques, escolas, hospitais, praças), além dos serviços urbanos (coleta de lixo, policiamento, limpeza de vias) dentre outros, elementos esses que permitem o reconhecimento do espaço urbano além das delimitações existentes nos mapas (SPOSITO, 2008).

Segundo um decreto-lei número 311/1938, aprovado ainda durante o período ditatorial de Getúlio Vargas, define que toda sede de município é cidade, e esse conceito persiste até os dias atuais; porém com levantamentos estatísticos, ações de administração pública, busca de informações geográficas, dentre outras (SPOSITO, 2008).

Analisando tais conceitos, é possível observar que as definições do que seja considerado urbano se mostram de uma forma complexa e dinâmica, sendo definidos principalmente por órgãos ligados ao planejamento urbano, baseando-se em uma visão tecnicista onde muitas vezes não se leva em consideração alguns fatores sociais.

2.3. O MUNICÍPIO DE LONDRINA

Levando em consideração que o recorte espacial da pesquisa se trata do Município de Londrina, é importante que se faça um levantamento de algumas questões históricas, além dos fatores físicos e geográficos do município, para que a partir daí se possa analisar a forma com que esses fatores podem ter interferido nos resultados obtidos do presente trabalho.

2.3.1 Fatores Históricos, Sociais e Demográficos de Londrina

Situada no norte no Paraná, a região de Londrina possuía uma terra muito fértil, o que atraiu diversos imigrantes para as plantações de café. A partir de 1922 o governo estadual começou a conceder terras a empresas privadas de colonização, atraindo diversos investimentos estrangeiros, especialmente ingleses (LONDRINA, 2013).

Londrina surgiu em 1929, como um resultado natural do interesse estrangeiro pelas terras férteis, sendo que a criação do Município ocorreu cinco anos mais tarde, através de Decreto Estadual assinado pelo interventor Manoel Ribas, em 3 de dezembro de 1934. Atualmente Londrina é considerada uma cidade grande, com uma população de 537.566 habitantes (IBGE, 2013), sendo a segunda cidade mais populosa do Paraná. (LONDRINA, 2013).

Importante polo de desenvolvimento regional e nacional, Londrina exerce grande influência sobre o norte do Paraná, sendo uma das cidades mais importantes da região sul do Brasil. A região Metropolitana de Londrina abrange 18 municípios, que em conjunto somam pouco mais de 1 milhão de habitantes (IBGE, 2013).

Com uma área de 1.650,809 km², ocupa cerca de 1% de todo o estado do Paraná, sendo que a densidade demográfica do município é de 325,64 Hab./km² (IBGE, 2013). No quadro seguinte, é possível observar a evolução da população de Londrina ao longo dos anos.

Quadro 1 - Crescimento Demográfico em Londrina (1991-2010)

Ano	População
1991	390.100 Hab.
1996	418.526 Hab.
2000	447.065 Hab.
2007	497.833 Hab.
2010	506.701 Hab.

Fonte: (IBGE, 1991, 1996, 2000, 2007, 2010)

Org. DEMARCHI, G.S., 2013

O crescimento demográfico de Londrina pode estar diretamente ligado ao crescimento de sua mancha urbana, como geralmente ocorre nos centros urbanos, por isso a importância de se fazer esse tipo de levantamento.

Alguns fatores históricos do município influenciaram diretamente nos avanços da mancha urbana, fatores esse que se deram de forma muito rápida e intensa, levando em consideração que o município apresentou um grande desenvolvimento, possuindo mais de 500 mil habitantes em menos de 80 anos de história, sendo esse rápido desenvolvimento uma característica marcante do município.

Na década de 1970 houve a implantação de alguns conjuntos habitacionais na zona norte da cidade, conhecido como Cinco Conjuntos. Essas moradias eram de baixa renda, e na época de implantação intensificou o processo de segregação social.

O intenso crescimento e o planejamento inadequado ocasionaram o surgimento de grandes vazios urbanos, ocasionando grande valorização e especulação imobiliária, além de favorecer a disseminação de loteamentos clandestinos.

Nessa época, Londrina apresentou um grande crescimento urbano e, conseqüentemente, de sua mancha urbana, principalmente nos sentidos norte e noroeste. Nesse período a conurbação com o município de Cambé se consolidou, intensificando as relações comerciais entre as duas cidades (Atlas Ambiental, 2009).

Na década de 1980 houve a intensificação na verticalização de Londrina, principalmente na área central e arredores. Grandes investimentos de loteadoras foram feitos na cidade, principalmente para classes média e alta, em regiões como Avenida Higienópolis, Avenida Santos Dumont, Bairros como Shangri-lá e Quebec, em construções de até três pavimentos (Atlas Ambiental, 2009).

No final dos anos 80, a implantação do Shopping Catuaí na região sul da cidade impulsionou o crescimento nessa região, valorizando áreas ao redor e intensificando os vazios urbanos. A disseminação de condomínios horizontais fechados por toda a cidade também auxiliou na expansão urbana, principalmente na região sudoeste da cidade.

Algo importante a ser considerado e que possa ter influenciado de forma decisiva em todo o processo de avanço da mancha urbana no município é o

Plano Diretor da cidade, implementado em 20 de Julho de 1998. Nesse Plano estão inseridas as leis de uso e ocupação do solo, que indicam quais os tipos de atividades que podem ser exercidas em todas as regiões da cidade, além da ordenação dos espaços habitáveis (ROSOLÉM, 2011).

A construção de diversos tipos de empreendimentos pela cidade estão, de certa forma, dependentes de aprovações conforme as leis vigentes no Plano Diretor, fazendo com que haja limitações e “barreiras” em relação aos avanços da mancha urbana, influenciado no desenvolvimento e expansão da mesma (ROSOLÉM, 2011).

O Plano Diretor, no que diz respeito à classificação do zoneamento da cidade, também leva em consideração alguns fatores físicos. Esses fatores também são importantes, pois se caracterizam como barreiras ou facilitadores para os avanços urbanos, onde um levantamento desses fatores pode ser de grande importância para a pesquisa.

2.3.3 Fatores Físicos de Londrina

O Município de Londrina possui uma altitude média de 610 metros, sendo que o ponto mais alto se localiza a leste, próximo ao distrito de Lerroville. O Solo da região é de origem basáltica, entretanto, conforme a sua localização em topografia mais plana e acidentada, apresenta tipos de solos diferentes, com fertilidade variável (LONDRINA, 2013).

O Clima do município é classificado como subtropical úmido mesotérmico, com chuvas o ano todo, mas com tendência a concentração das chuvas no verão, onde a temperatura média anual fica em torno dos 20 graus (MAACK, 2012).

As áreas remanescentes de vegetação natural são poucas no município. A mata dos Godoy e a Reserva Indígena do Apucarantina são formações florestais que demonstram a variedade de gêneros e espécies de vegetação que se encontravam na região (LONDRINA, 2013)

Em relação à Hidrografia, os principais rios do município são: Taquara, Apucarana e Tibagi, esse último com grande potencialidade hídrica. Quanto aos principais ribeirões, são eles: Apertados, Cafezal, Apucarantina, Jacutinga, Cambezinho, Bom Retiro e Quati (LONDRINA, 2013).

Importante também considerar a forma como outros trabalhos envolvendo análise de mancha urbana se desenvolveram em relação ao método e resultados obtidos, onde a partir desses levantamentos é possível observar a eficácia do estudo e no que podem colaborar para o presente trabalho.

2.4 REVISÃO TEÓRICA: ESTUDOS DE CASO

Analisando POLIDORO e PEREIRA NETO (2009) sobre a evolução da mancha urbana em Londrina, as ferramentas e metodologia se mostraram muito semelhantes ao presente estudo; porém a vetorização das imagens foi realizada com um software diferente (*ERDAS Imagine 9.1*), o que não trouxe grandes diferenciações no que diz respeito aos resultados obtidos.

Em relação a BARRETO NETO, et al (2011), que realizaram um mapeamento da expansão urbana da região metropolitana da grande Vitória, ao invés de fazer a edição vetorial das imagens, como no presente estudo, foi realizado um preenchimento das áreas que foram sendo ocupadas pela mancha urbana no passar dos anos, dando uma visualização diferenciada dos mapas. As imagens utilizadas no estudo foram do satélite LANDSAT – TM 5 e 7.

Analisando VALENTE (1999) que realizou uma integração de dados por meio de geoprocessamento, tentando associar o meio físico e suas interações com a mancha urbana na capital do Rio Grande do Sul, foi possível coletar algumas informações importantes. A metodologia envolve a captura, o processamento e a integração de informações provenientes de fontes diversas como mapas temáticos, levantamento aerofotogramétrico, cartas topográficas, dentre outros.

Para isso, é constituída por nove etapas distintas, que utilizam: a) sistema de digitalização para a conversão de informações analógicas para o meio digital; b) modelagem digital do terreno (MDT) para o modelamento e a identificação do relevo, a determinação de declividades, o mapeamento de áreas com isodeclividades e o cálculo do fator topográfico, esse último objetivando a determinação da suscetibilidade à erosão laminar; c) técnicas de processamento e classificação de imagens orbitais para os mapeamentos das áreas inundáveis e da mancha urbana; d) Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) para o processamento e a integração de informações georreferenciadas no computador; e) banco de dados digital para o armazenamento de dados descritivos sobre o meio

físico e parâmetros geotécnicos obtidos em laboratório, sondagens e outras formas de investigação *in situ* (VALENTE, A.L.S., 1999).

A partir dessa metodologia, foi possível observar que a mesma está baseada em um levantamento de diversos fatores físicos, consultando várias formas de mapas e arquivos e se mostrando ser um tipo de estudo bem mais completo do que a presente pesquisa, e conseqüentemente com resultados bem distintos.

Além dos artigos citados anteriormente, foram consultados outros artigos e teses, porém não serão citados de forma aprofundada e específica como os anteriores. De uma forma geral não foi encontrada metodologia semelhante no que diz respeito á uma projeção da área da mancha urbana dos municípios, mas apenas uma análise da evolução ao longo dos anos. Um dos principais motivos é de que provavelmente ainda não há uma metodologia padrão e comumente usada para se projetar a mancha urbana de um município de acordo com dados de anos anteriores.

Em relação às outras teses e artigos consultados, a maioria dos estudos tem seu enfoque voltado à área ambiental, analisando ocupações em áreas de riscos ou em Áreas de Proteção Permanentes (APP). Em alguns casos o enfoque da pesquisa foi analisar a dinâmica da mancha urbana em relação ao planejamento urbano de cada gestão no município, envolvendo assim fatores políticos.

Foi perceptível em alguns artigos uma finalidade voltada para estudos agrônômicos, onde os avanços da mancha urbana poderiam interferir diretamente nas atividades agrícolas do município. Nesse tipo de estudo observou-se uma semelhança ao presente trabalho quanto à metodologia, sendo exclusivamente técnica no que diz respeito às ferramentas e forma de obtenção dos resultados.

Quanto à metodologia empregada em vários trabalhos de análise e edição (vetorização) de imagens, em geral se assemelham bastante à que está sendo empregada no presente estudo; porém em alguns casos fez-se um preenchimento das áreas urbanas ao invés do contorno vetorial, o que não trouxe grandes alterações nos resultados finais.

Na maioria dos casos são utilizadas ferramentas de geoprocessamento e imagens de satélite, onde há algumas variações somente no software utilizado, devido à grande disponibilidade destes no mercado.

3 MATERIAIS

O material utilizado para a realização desse trabalho corresponde a imagens orbitais dos satélites LANDSAT 2, 3 e 5, um computador pessoal e programas computacionais, como o SPRING/INPE - Versão 5.2.2., para a manipulação das imagens e edição dos mapas.

3.1 SOFTWARE SPRING

O SPRING é um software livre desenvolvido pelo INPE, com funções voltadas para o processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a banco de dados espaciais. O SPRING se caracteriza como um SIG que pode ser usado em estudos ambientais, geográficos, geológicos, atividades agrícolas, dentre outros. (CAMARA, G. et al., 1996)

A escolha do SPRING como Software de edição e manipulação de imagens se deve ao fato de ser um software de fácil utilização, além de possuir todas as ferramentas necessárias para a realização do presente estudo.

3.2 SATÉLITE LANDSAT

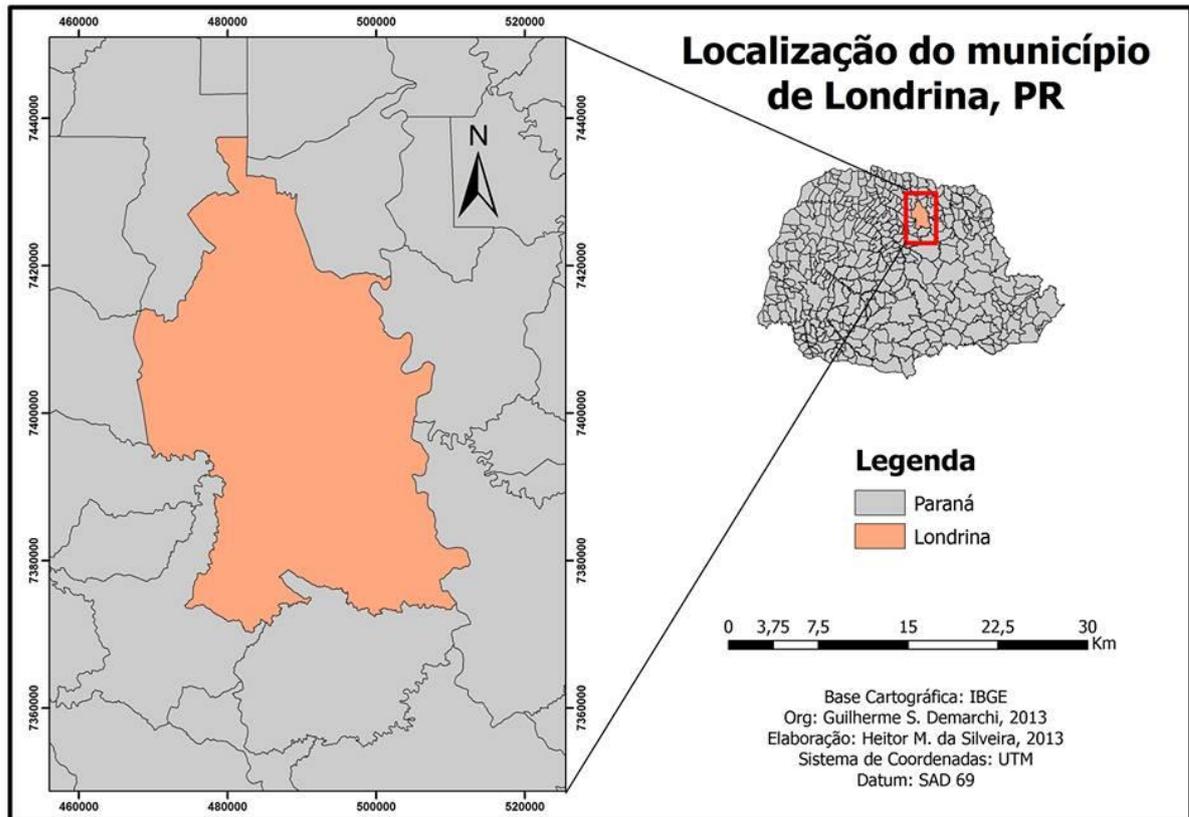
O LANDSAT é um satélite lançado pela NASA na segunda metade da década de 60, sendo dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres. O satélite foi inicialmente denominado ERTS (Earth Resources Technology Satellite), onde apenas em 1975 passou a ser chamado de LANDSAT (EMBRAPA, 2013).

Com o passar dos anos, conforme o lançamento das versões mais atuais do satélite, a qualidade na resolução das imagens foi melhorando, passando de 80 metros na primeira versão, até apenas 30 metros, nas versões mais atuais. (EMBRAPA, 2013).

3.3 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Londrina se localiza na porção norte do estado brasileiro do Paraná, na região Sul do Brasil. O mapa com a localização do município é mostrado a seguir.

Figura 1 – Mapa de localização da Área de Estudo.



4 METODOLOGIA GERAL

A metodologia se divide em três etapas.

A primeira consiste em uma seleção bibliográfica, para reflexões teóricas, que serão utilizadas no decorrer da pesquisa, além da aquisição do *software* citado acima, que será utilizado durante todo o trabalho.

A segunda etapa se baseia na manipulação e edição das imagens de satélite, essa etapa se divide em sete frentes:

- Frente 1: Aquisição das imagens de satélite necessárias para a pesquisa.

A Aquisição das imagens é gratuita, basta realizar um cadastro no site do INPE informando, dentre outros itens, a finalidade pela qual a pessoa utilizará as imagens. As imagens estão disponíveis no site: <<http://www.inpe.br/>>.

- Frente 2: Aumento do contraste das imagens, sendo esse contraste do tipo linear.

Esse procedimento de realizar o contraste das imagens é devido ao fato das imagens coletadas no site do INPE apresentarem uma tonalidade muito escura, o que dificulta a visualização das mesmas.

No aumento linear de contraste as barras que formam o histograma da imagem de saída são espaçadas igualmente, uma vez que a função de transferência é uma reta.

- Frente 3: Georeferenciamento das imagens

Esse procedimento é necessário devido ao fato das imagens coletadas no INPE não apresentarem georeferenciamento. Uma ferramenta do SPRING chamada "registro" permite que você faça coleta de pontos de referência de uma imagem georreferenciada, relacionando esses pontos com os mesmos pontos em uma imagem não georeferenciada, fazendo com que as 2 imagens fiquem "sobrepostas". Quanto mais pontos de referência forem coletados, mais preciso fica o georeferenciamento das imagens.

- Frente 4: Contorno vetorial da mancha Urbana;
- Frente 5: Cálculo dos perímetro das áreas;
- Frente 6: Geração das tabelas com os valores coletados e calculados;
- Frente 7: Geração dos gráficos com os valores projetados;

A terceira etapa consiste em organizar os dados obtidos e então fazer uma discussão acerca dos principais fatores desse processo, tentando relacionar com o conteúdo teórico da pesquisa.

4.1 METODOLOGIA NA DIFERENCIAÇÃO DAS ÁREAS (URBANO E RURAL)

O Contorno vetorial da mancha urbana do município de Londrina, nos diferentes anos utilizados, baseou-se em uma diferenciação de cores, de acordo com as bandas utilizadas no software SPRING.

Nas imagens referentes aos anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2011, o satélite utilizado foi o LANDSAT-5, contendo as bandas 3 (radiação vermelho), 4 (radiação infravermelho próximo) e 5 (radiação infravermelho médio) para cada imagem.

Na imagem referente ao ano de 1975 o satélite utilizado foi o LANDSAT-2, e na imagem referente ao ano de 1980 foi utilizado o LANDSAT-3. Para esses dois últimos anos as bandas utilizadas foram as 4 (radiação verde), 5 (radiação vermelho), 6 (radiação infravermelho próximo).

Durante a definição do Sistema RGB, para a melhor visualização das imagens, fez-se a opção pela combinação Banda 3 = Azul, Banda 4 = Verde e Banda 5 = Vermelho. Essa combinação faz com que os elementos presentes na imagem se assemelhem o mais próximo possível das cores reais, o que ajuda a distinguir as áreas urbanas e rurais do município.

Nas imagens referentes aos anos de 1975 e 1980, a combinação foi efetuada de modo a diferenciar de forma satisfatória a mancha urbana dos demais elementos da imagem. Na edição vetorial, as áreas referentes à ocupação urbana possuem uma tonalidade de roxo, enquanto às áreas de vegetação e solo não possuem uma coloração verde e rosa, respectivamente.

No caso desses 2 anos, a combinação utilizada foi Banda 4 = Azul, Banda 5 = Verde e banda 6 = Vermelho. O motivo dessa combinação, diferentemente dos outros anos, não foi deixar as cores no mapa o mais próximo possível do real, mas sim haver a maior diferenciação e contraste possível entre o rural e o urbano, devido ao fato de que a resolução dessas imagens não serem ideais para tal finalidade.

A metodologia no contorno vetorial das imagens se baseia justamente nessa distinção de cores que o SPRING faz conforme a relação do Sistema RGB e a captação feita pelos sensores remotos, não se baseando em fatores sociais ou políticos para a diferenciação das áreas.

4.2 METODOLOGIA NA GERAÇÃO DOS GRÁFICOS

Partindo dos dados coletados das áreas contornadas de cada mapa, com valores em quilômetros quadrados, propôs-se fazer uma relação entre os valores reais e os valores estimados de projeção da área da mancha urbana.

O método utilizado para isso foi de criar um gráfico com os valores, utilizando os dados dos primeiros anos analisados para, a partir de uma equação de regressão, criar uma tendência de valores para os anos seguintes. Esses valores foram colocados em gráficos, um a um, para demonstrarem como se deu a evolução desses valores em cada ano.

Importante destacar que a distância temporal entre os mapas foi de 5 anos, exceto entre os anos de 2005 e 2011, que foi de 6 anos, e a projeção de 2011 para 2015, que foi de 4 anos. Para os demais anos a distância de 5 anos foi mantida. Isso aconteceu devido à impossibilidade de encontrar imagens de satélite com boa qualidade para o ano de 2010.

Com esse cálculo pode-se também observar as disparidades existentes entre os dados reais e os dados estipulados 1975 e 2011.

5 RESULTADOS OBTIDOS

Os mapas com o contorno da mancha urbana de Londrina para os anos de 1975, 1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2011 são exibidos nas figuras 2 a 9.

Figura 2 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (1975)

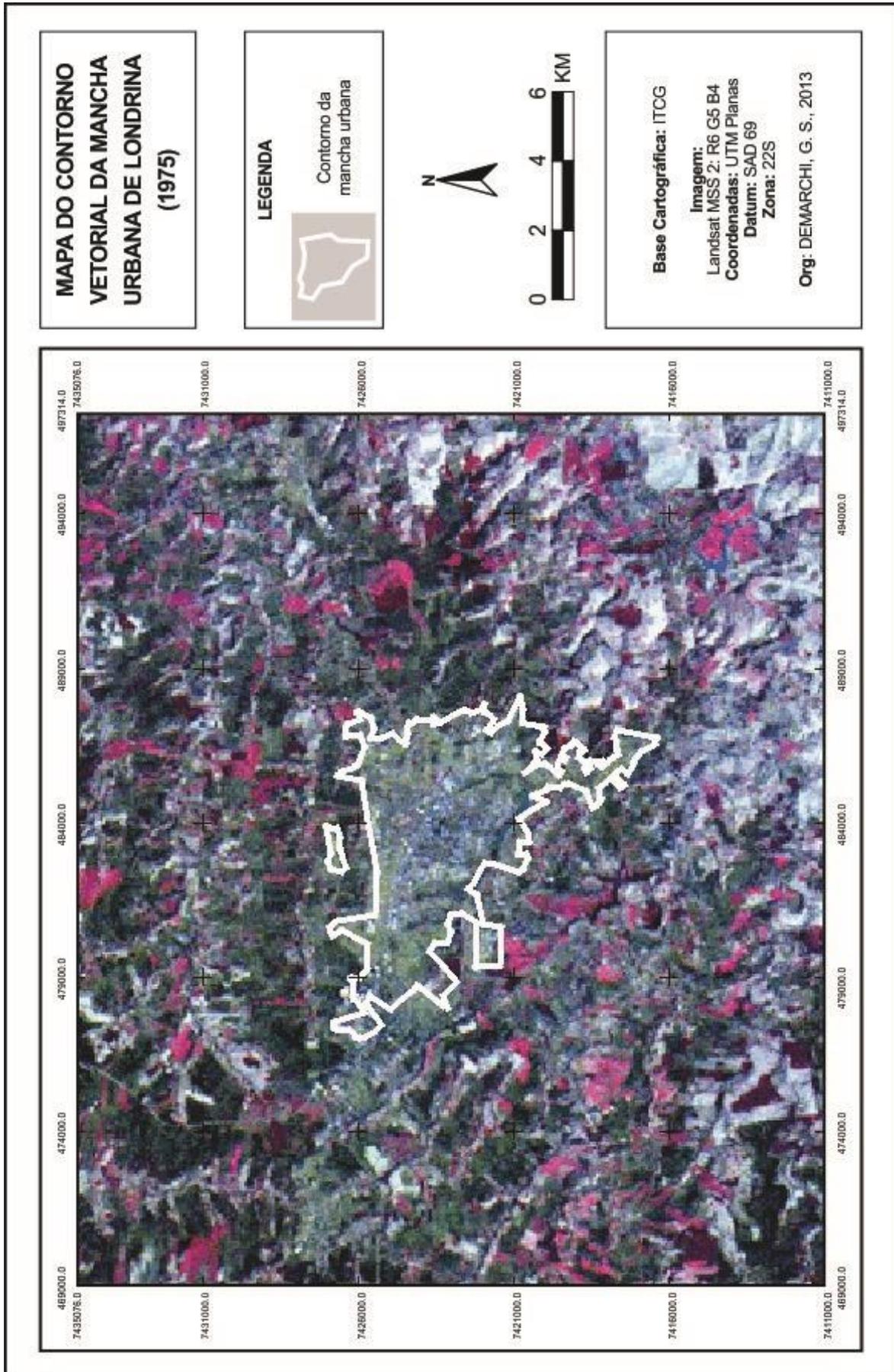


Figura 3 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (1980)

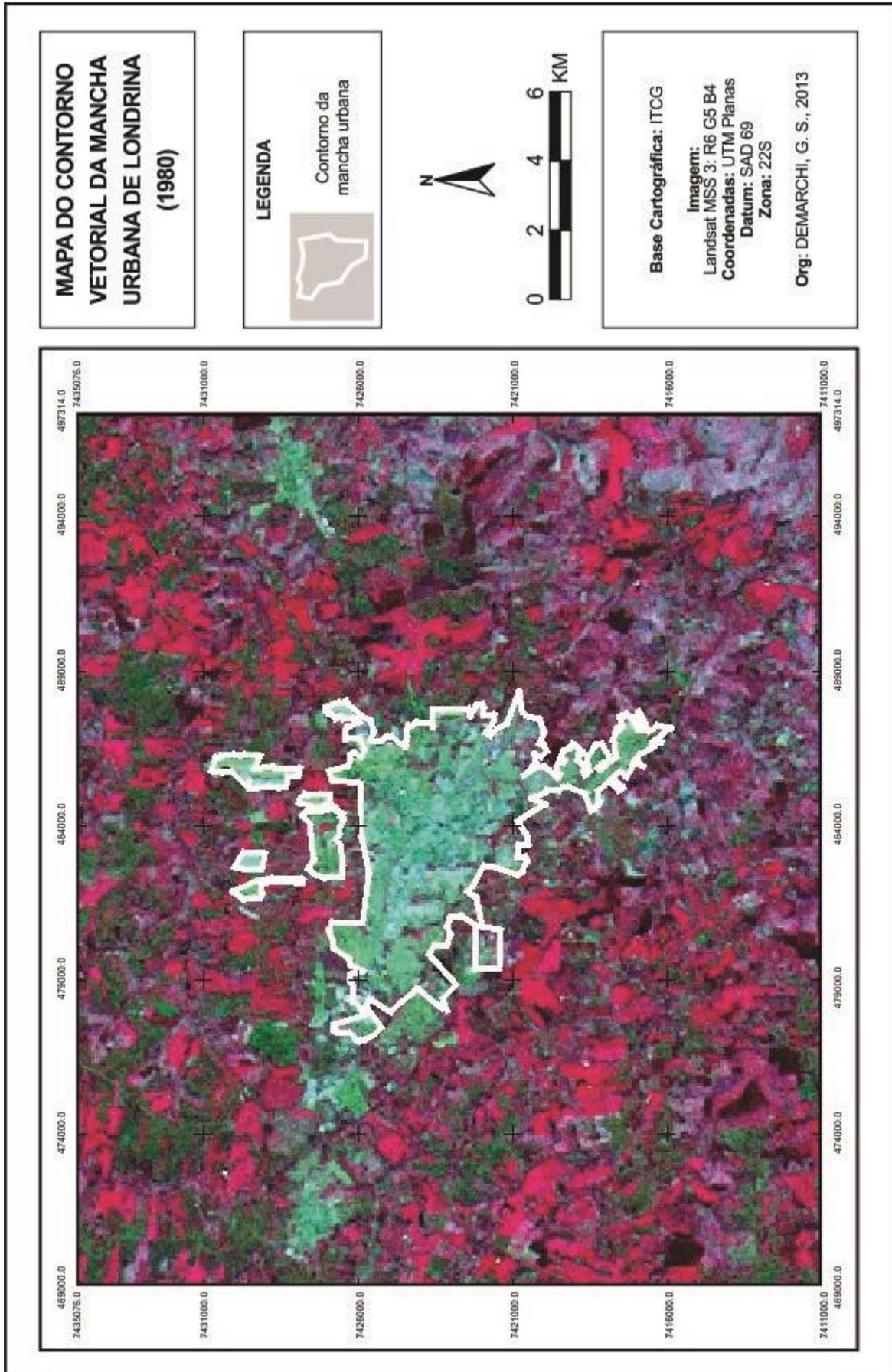


Figura 4 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (1985)

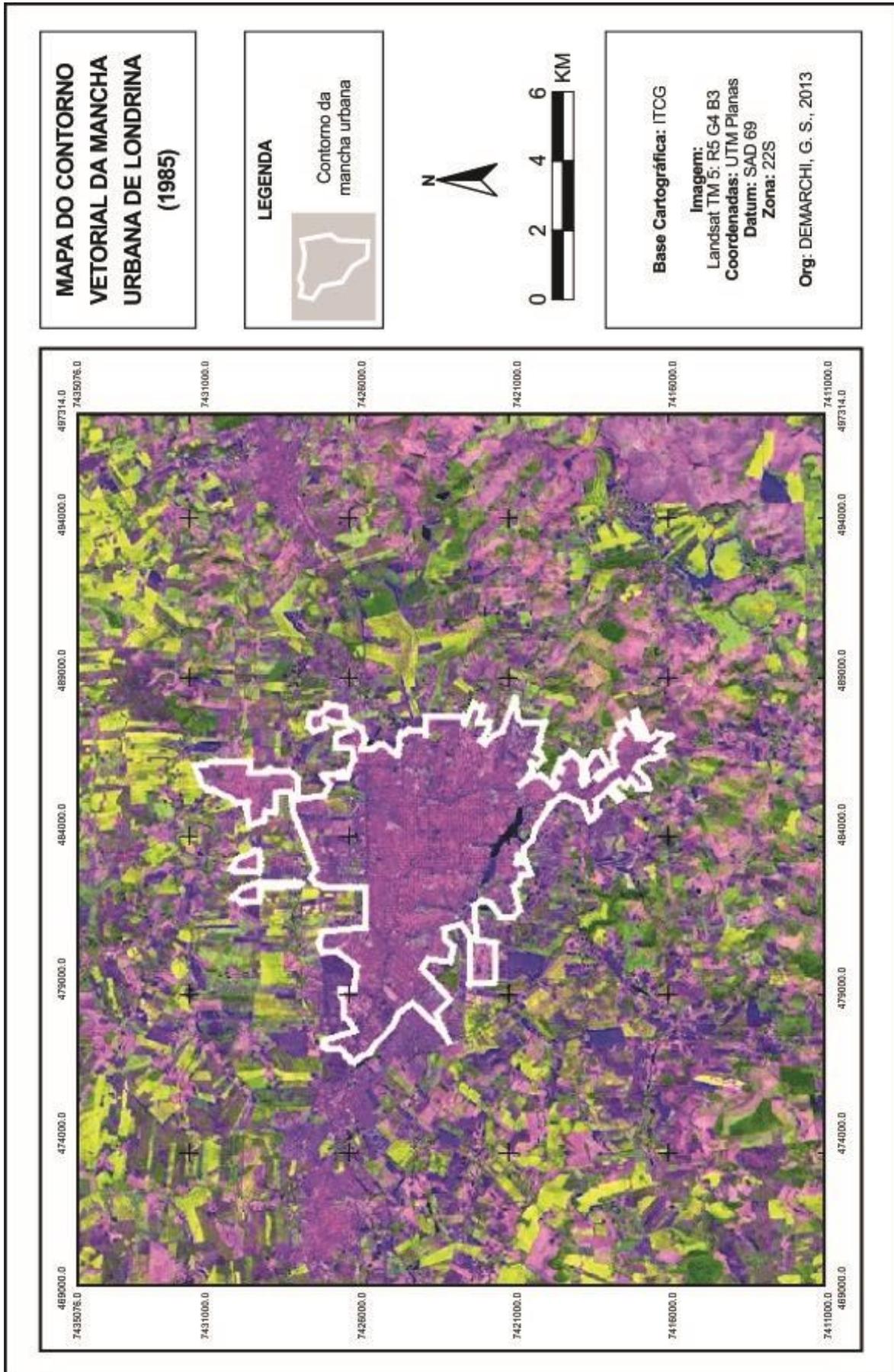


Figura 5 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (1990)

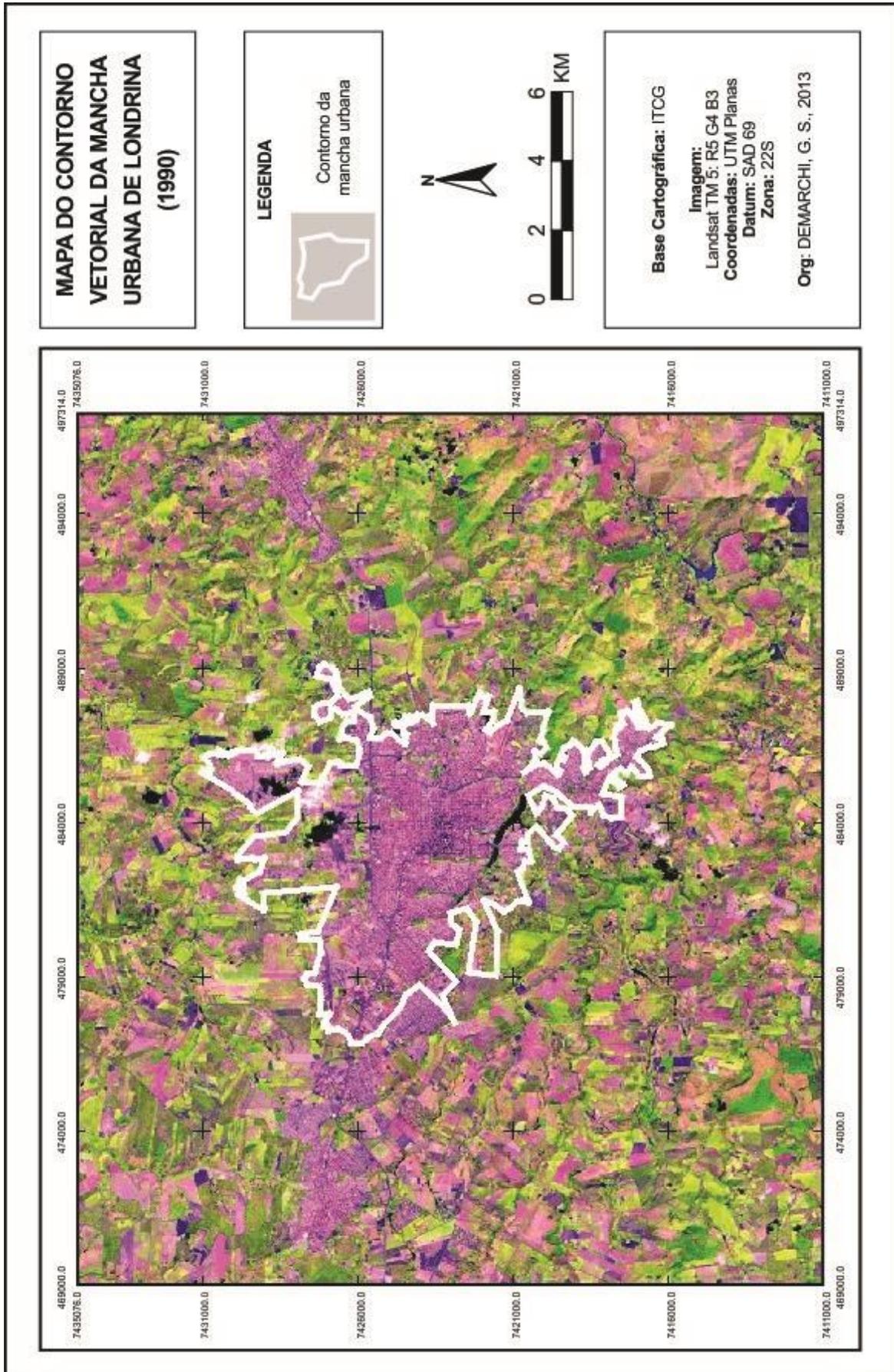


Figura 6 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (1995)

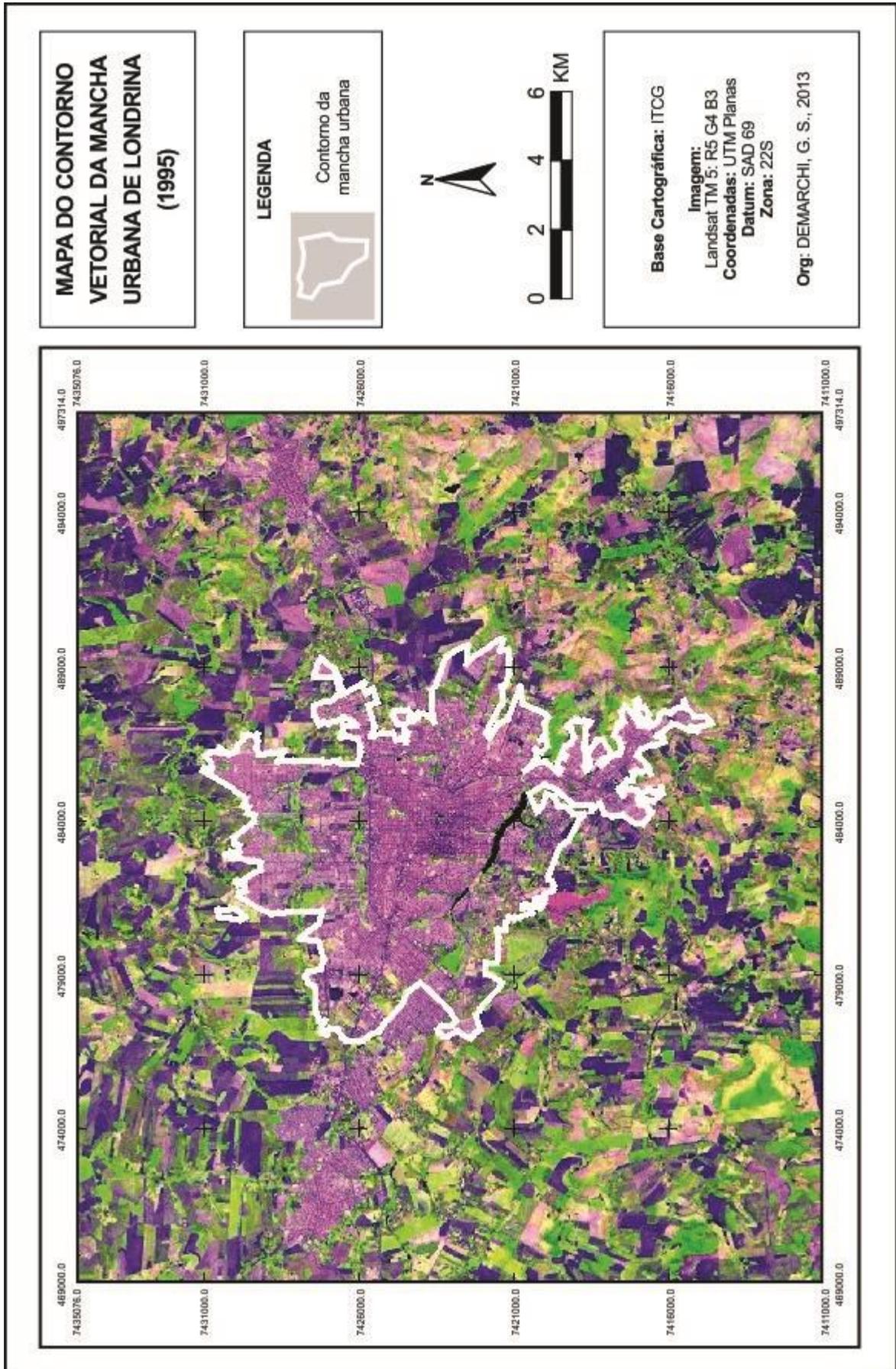


Figura 7 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (2000)

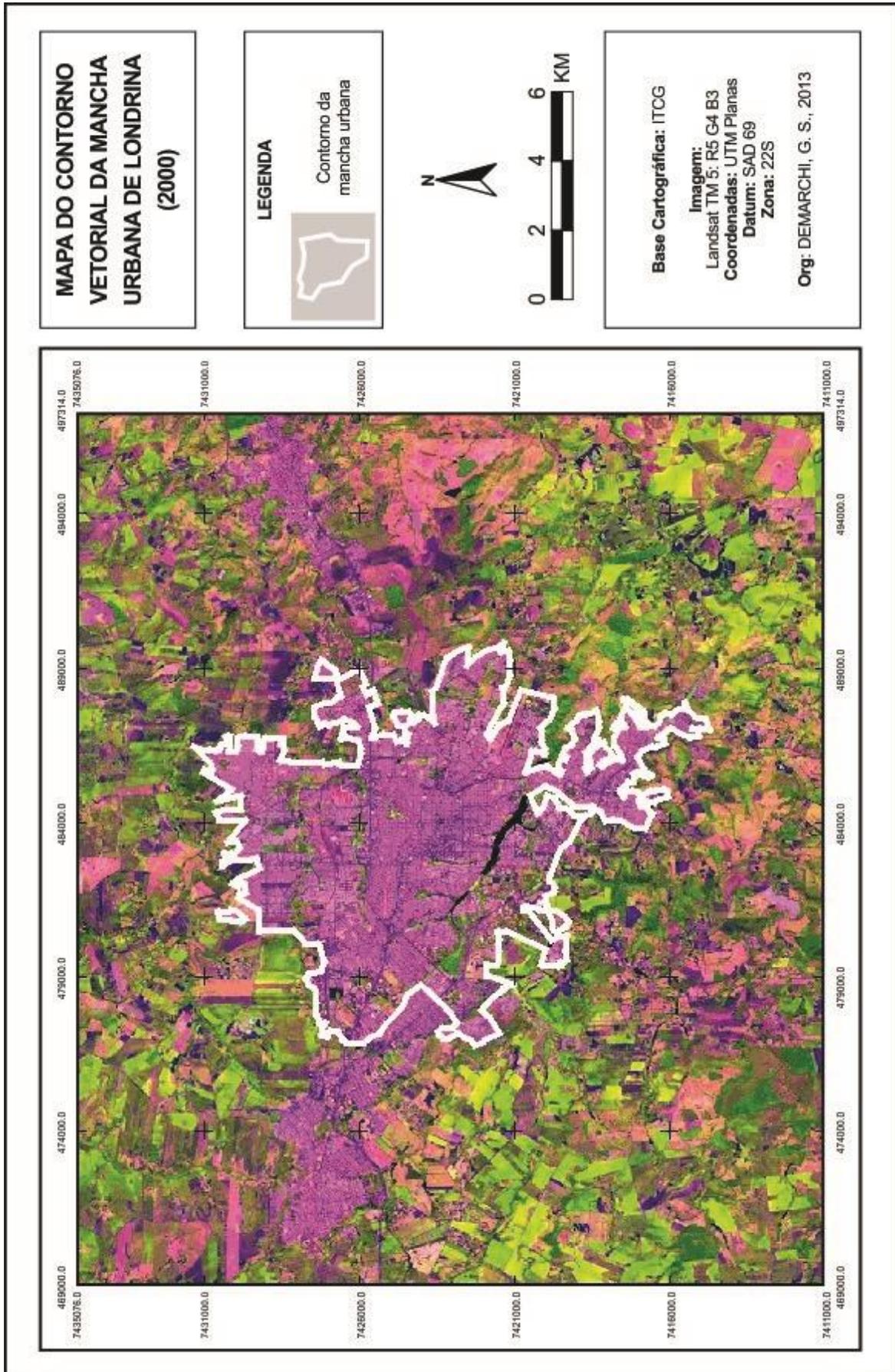


Figura 8 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (2005)

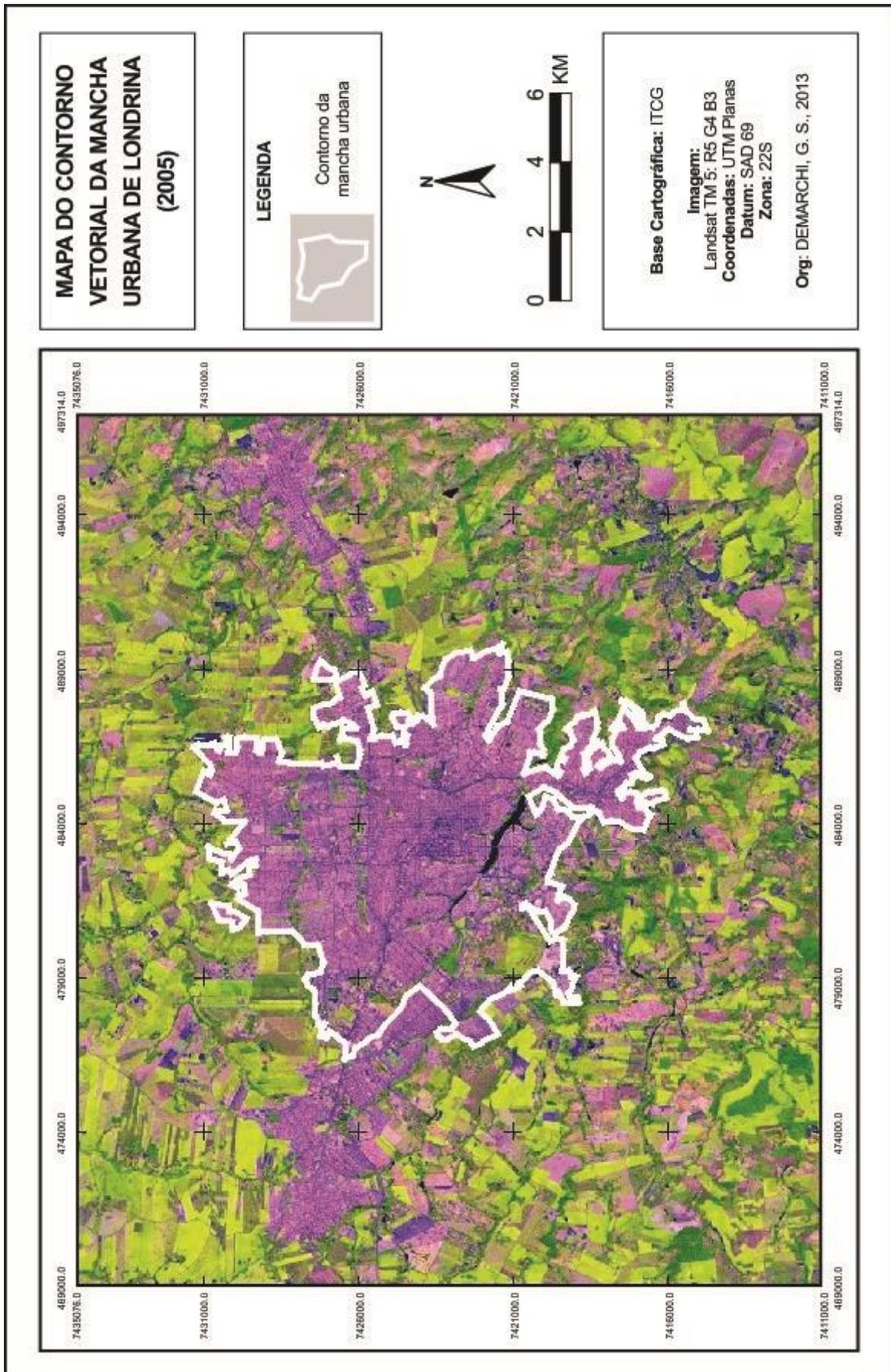
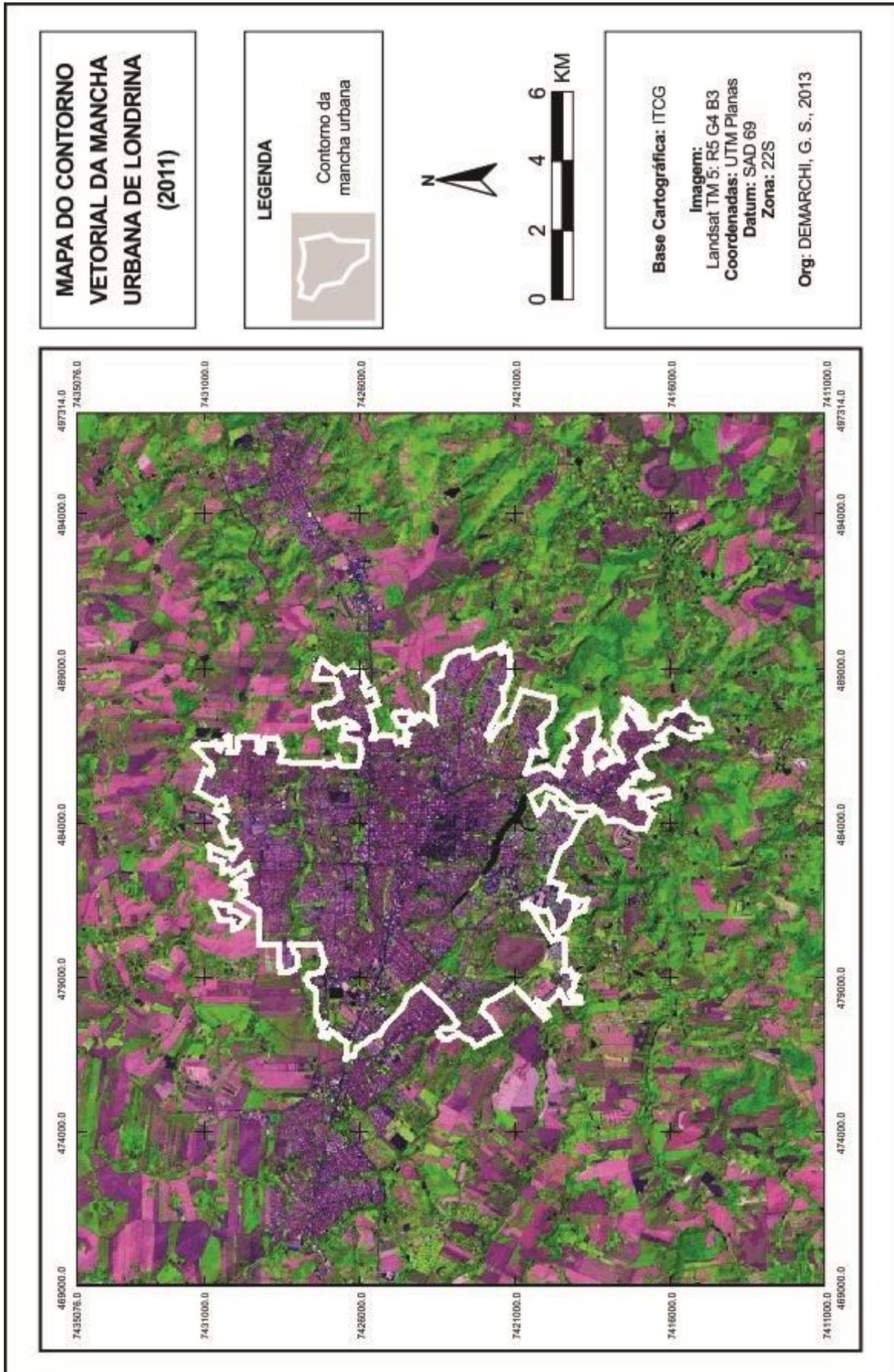


Figura 9 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (2011)



Observando os mapas das figuras de 2 a 9, é facilmente perceptível que o município de Londrina teve um grande crescimento nos setores norte e sul, enquanto as regiões leste e oeste apresentaram uma expansão muito pequena se comparada com as demais.

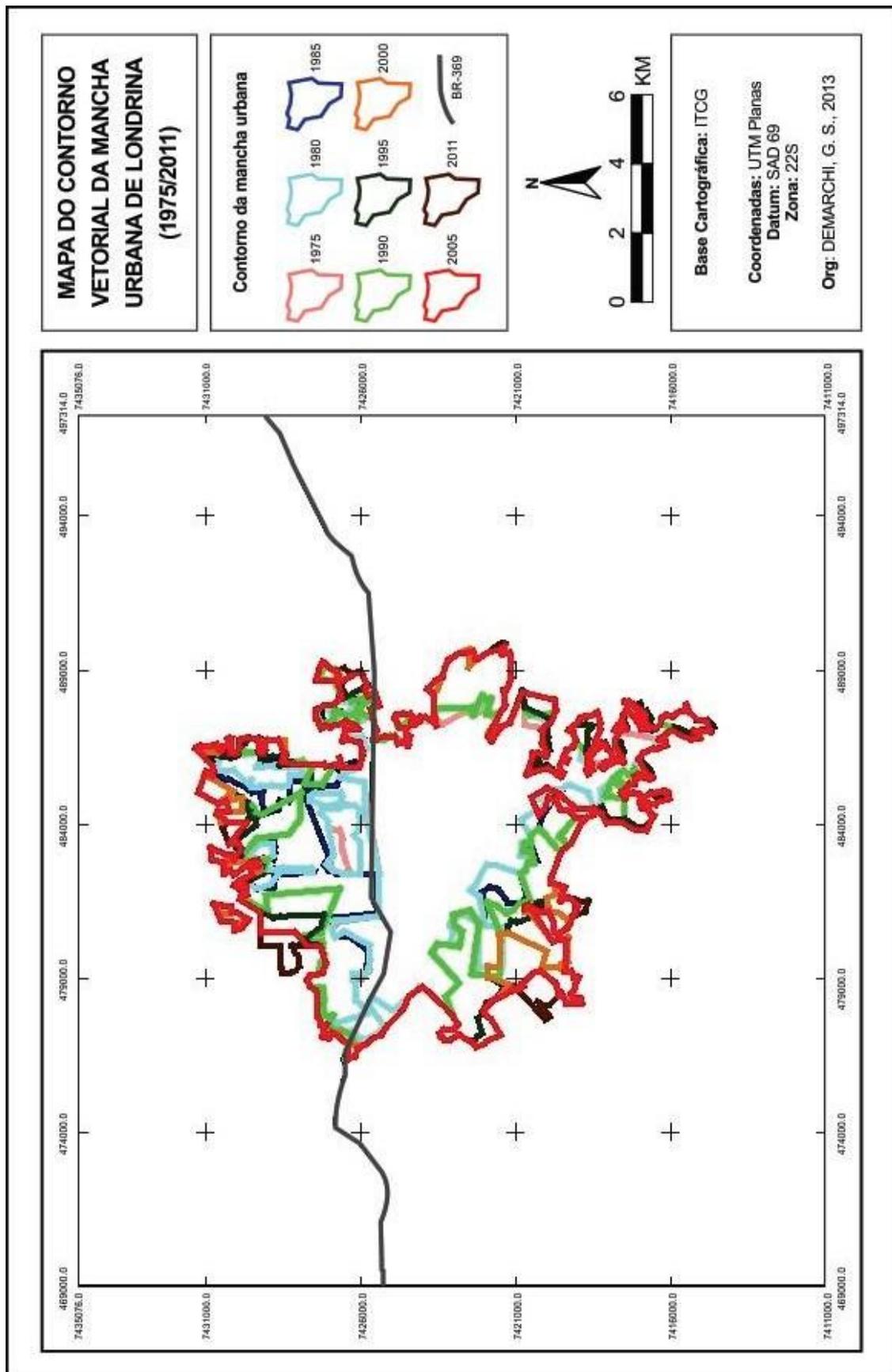
Relacionando esses resultados com alguns processos que ocorreram no município de Londrina, no caso da zona norte a criação dos Cinco Conjuntos na década de 70 resultou em um grande avanço da mancha urbana nessa região, onde no início da implantação dessas habitações o aparecimento de “ilhas urbanas” foi muito comum, principalmente nos mapas referentes aos anos de 1975, 1980 e 1985.

O fato de não ter havido verticalização nesse processo de implantação dos cinco conjuntos intensificou os avanços da mancha urbana devido ao grande número de residências unifamiliares, que lado a lado ocuparam uma grande área nessa região.

No caso da zona sul de Londrina, a implantação do shopping Catuaí em 1990 intensificou a valorização imobiliária e a vinda de comércio e serviços para uma região que não se caracterizava como integrante de uma mancha urbana. Outro fator importante nessa região é a disseminação dos condomínios fechados, que interferiram de forma semelhante ao que ocorreu com o Shopping Catuaí.

A figura 10 mostra o mapa que representa a evolução da mancha urbana de forma agregada, para melhor visualização desse processo no município de Londrina.

Figura 10 – Mapa do Contorno Vetorial da Mancha Urbana de Londrina (1975/2011)



No caso desse mapa, a grande diferenciação de cores nas zonas Norte e Sul comprova que a dinâmica e o crescimento foram maiores nessas regiões da cidade, se relacionando com os argumentos apresentados anteriormente.

A linha que cruza o mapa representa a BR-369, uma importante rodovia federal que atravessa o município de Londrina e que, no caso desse mapa, serviu de referência e parâmetro para o avanço da mancha urbana.

Após a elaboração dos contornos da mancha urbana nesse período, calculou-se a área de cada mancha urbana a partir da ferramenta “Medida de Classes” do SPRING. Essa ferramenta calcula automaticamente a área de cada polígono selecionado.

Os dados são apresentados no quadro 2.

Quadro 2 - Valores da mancha urbana (em Km²).

Ano da Imagem	Área em Km ²	Aumento da área em Km ²
1975	44.74	-
1980	51.54	6,80
1985	60.37	8,83
1990	75.29	14,92
1995	95.02	19,73
2000	101.29	6,27
2005	106.58	5,29
2011	108.81	2,23

Fonte: O autor

Observando o quadro, percebe-se que no período de 36 anos analisado na pesquisa, a área da mancha urbana teve um aumento aproximado de 143%, apresentando alguns picos de crescimento nesse período.

A partir desses dados foi possível calcular, em porcentagem, o crescimento da mancha urbana de um ano para o outro, para ficar mais fácil a visualização desses picos de crescimento.

Quadro 3 – Porcentagem de Crescimento da Mancha Urbana.

Ano da Imagem	Área em Km ²	Crescimento (%)
1975	44.74	X
1980	51.54	De 1975 a 1980 = 15,1
1985	60.37	De 1980 a 1985 = 17,0
1990	75.29	De 1985 a 1990 = 24,7
1995	95.02	De 1990 a 1995 = 26,2
2000	101.29	De 1995 a 2000 = 6,5
2005	106.58	De 2000 a 2005 = 5,2
2011	108.81	De 2005 a 2011 = 2,0

Fonte: O autor

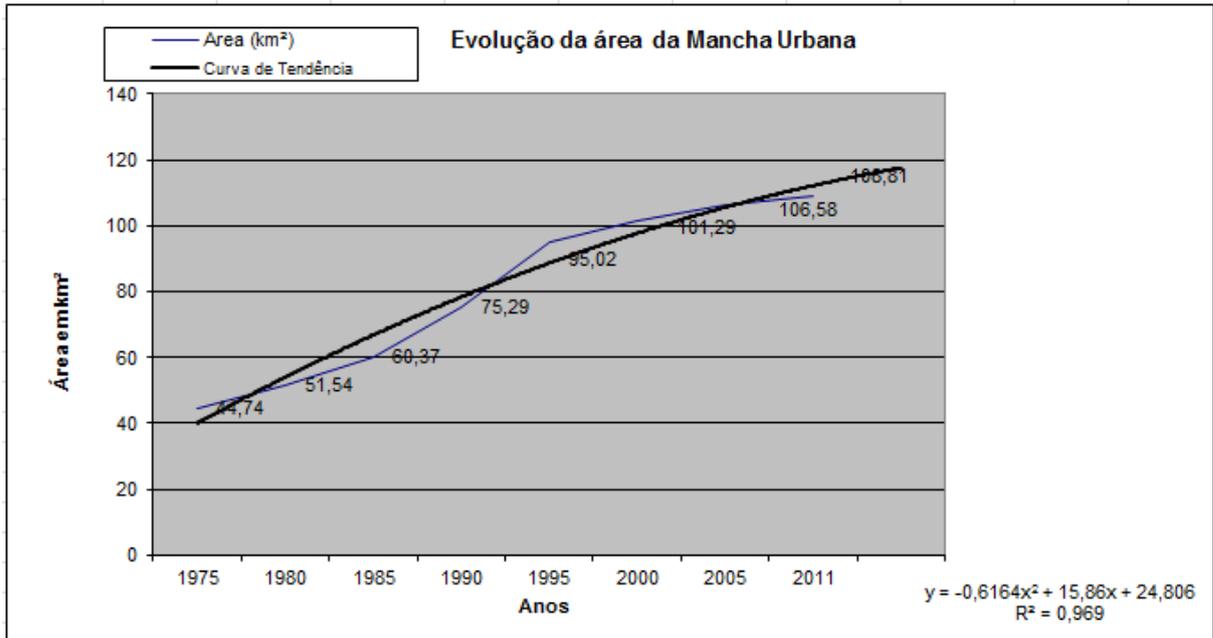
Analisando o quadro, é possível observar que entre 1975 e 1995 a mancha urbana de Londrina teve um crescimento acelerado, muito ligado aos fatores citados anteriormente. De 1995 até 2011 é facilmente perceptível que há uma desaceleração no crescimento da mancha urbana em Londrina.

Um provável motivo dessa desaceleração é a grande verticalização que ocorreu na cidade, tomando como exemplo a região da Gleba Palhano, onde a forte concentração de prédios em uma área relativamente pequena, que em anos anteriores a 1995 já fazia parte da mancha urbana do município, fez desacelerar o crescimento da mancha urbana, enquanto o crescimento populacional continuava em expansão.

Após a implantação do Shopping Catuaí, que era relativamente longe do centro da cidade, a ocupação dos vazios urbanos no decorrer dos anos foi muito constante em Londrina, ocupação essa que não reflete na expansão da área total, pelo fato de já estarem localizadas dentro da mesma.

A partir dos valores apresentados no quadro 3, foi possível gerar o gráfico 1 para demonstrar a tendência dos valores coletados nesse período.

Gráfico 1 – Evolução e tendência da Mancha Urbana.



Fonte: O autor

A esquerda do gráfico no eixo Y observam-se os valores da área da mancha urbana em km², enquanto os valores da horizontal representam os anos analisados na pesquisa. A linha azul representa os valores reais, enquanto preto pontilhada demonstra a tendência desses valores.

Partindo desses dados analisados e utilizando as equações de regressão geradas pelo *software* EXCEL, foi possível elaborar o quadro de valores de acordo com as tendências dos gráficos, onde pode-se observar as disparidades entre os dados reais e os dados que seguem essa tendência.

Quadro 4 - Relação entre área real e área calculada a partir da tendência.

Ordem	Ano	Área Real (km ²)	Área resultante da tendência (km ²)
1	1975	44,74	-X-
2	1980	51,54	-X-
3	1985	60,37	58,34
4	1990	75,29	71,23
5	1995	95,02	93,26
6	2000	101,29	118,66
7	2005	106,58	121,01
8	2011	108,81	120,54
9	2015	-X-	117,62
10	2020	-X-	121,76
11	2025	-X-	124,68
12	2030	-X-	126,37

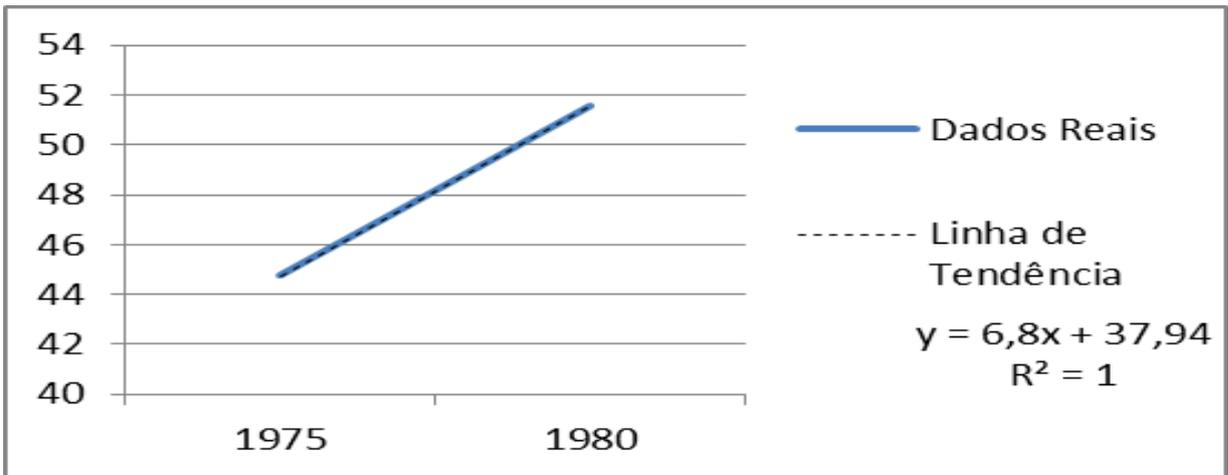
OBS: A anotação -X- refere-se à informação inexistente

Fonte: O autor

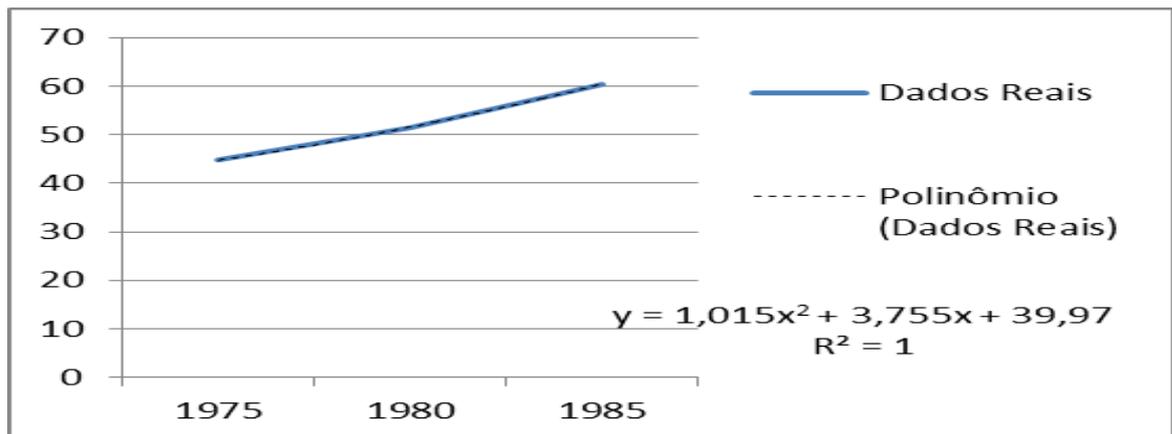
Os dados da coluna “Área Real” representam os valores reais coletados a partir da mancha urbana de cada ano analisado, enquanto os valores da coluna “Área resultante da Tendência” em negrito foram obtidos a partir das fórmulas advindas de cada gráfico, onde se substituíam o valor de “x” pelos números de ordem 1 a 12 em sequência, representando em cada número um ano de análise. Os números em negrito representam dados de projeção.

Utilizando a fórmula de regressão linear que o gráfico fornece, fez-se a substituição do valor de “x” pelos números de ordem 9, 10, 11 e 12, que representam respectivamente os anos de 2015, 2020, 2025 e 2030, para que a partir daí se-pudesse obter os valores futuros desses anos, seguindo a tendência dos valores dos anos anteriores.

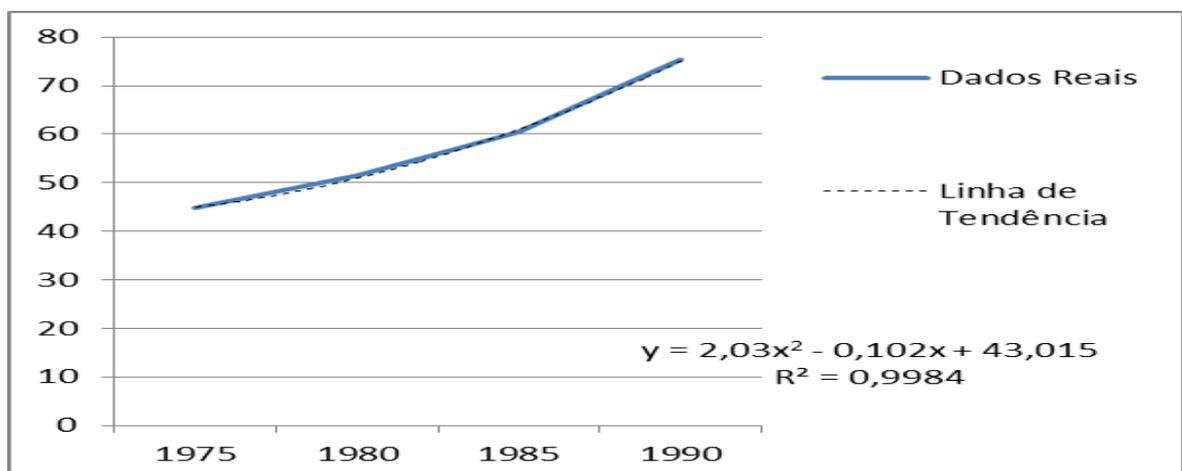
Para melhor visualização da maneira como a curva de tendência foi evoluindo com o passar dos anos, juntamente com as alterações que foram ocorrendo nas equações de regressão simples, serão mostrados um a um os gráficos gerados a partir dos dados coletados.

Gráfico 2 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 1980)

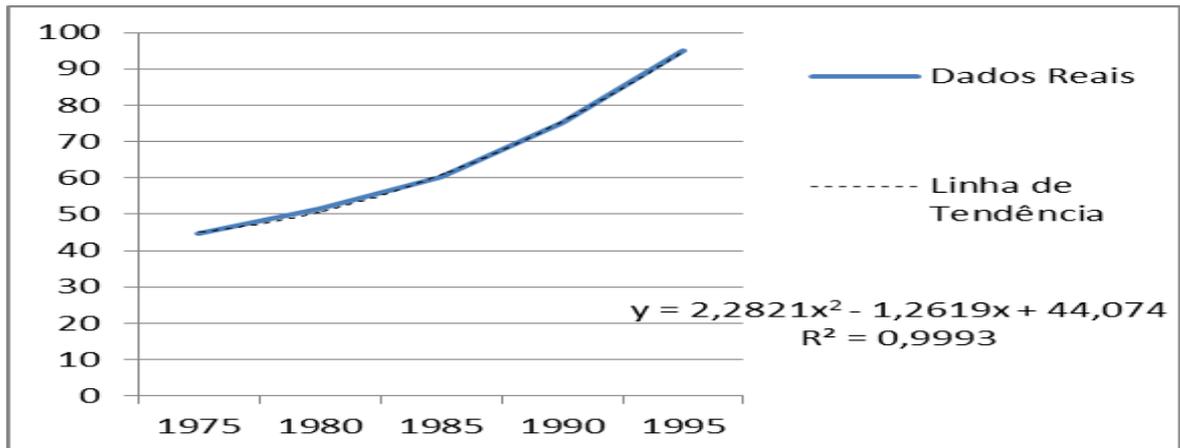
Fonte: O autor

Gráfico 3 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 1985)

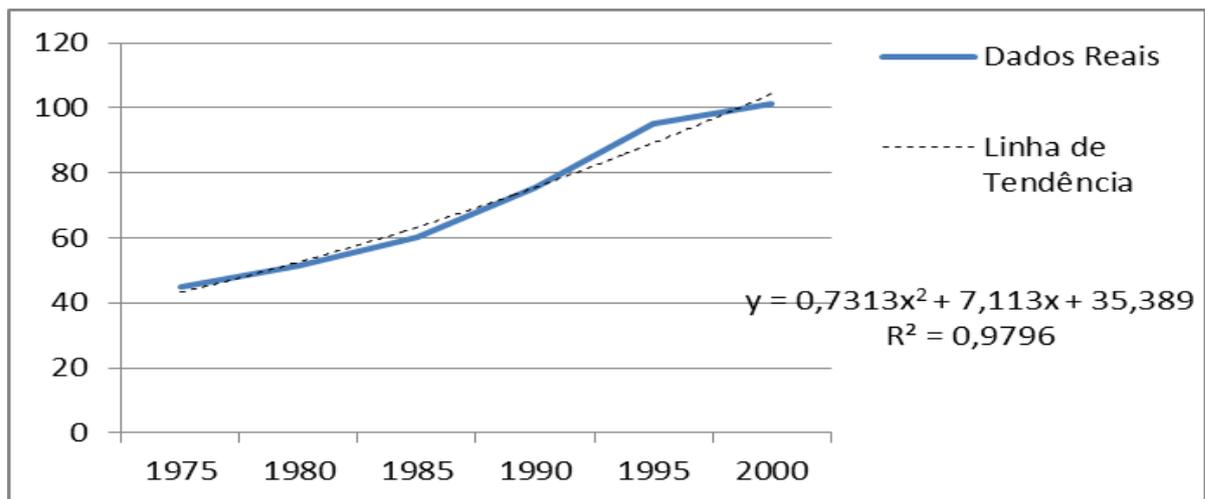
Fonte: O autor

Gráfico 4 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 1990)

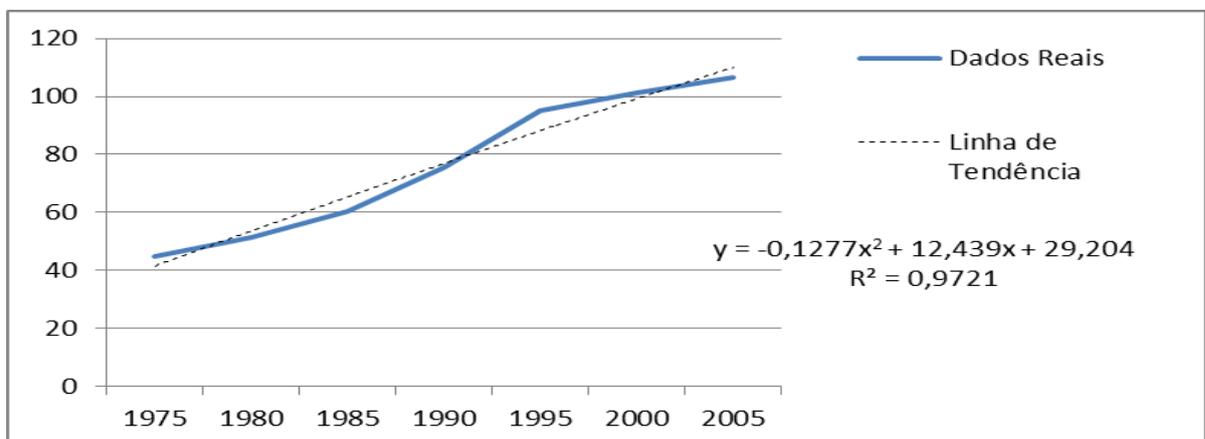
Fonte: O autor

Gráfico 5 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 1995)

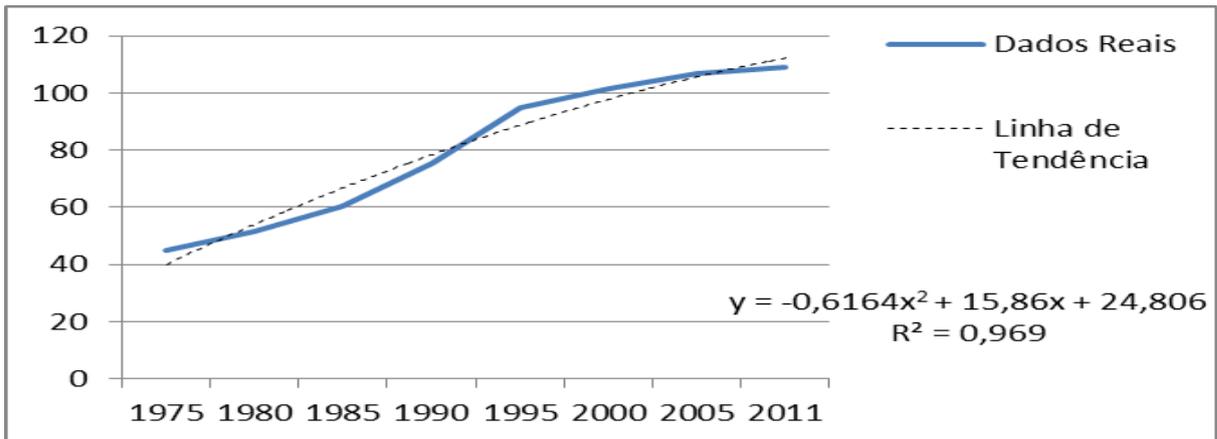
Fonte: O autor

Gráfico 6 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 2000)

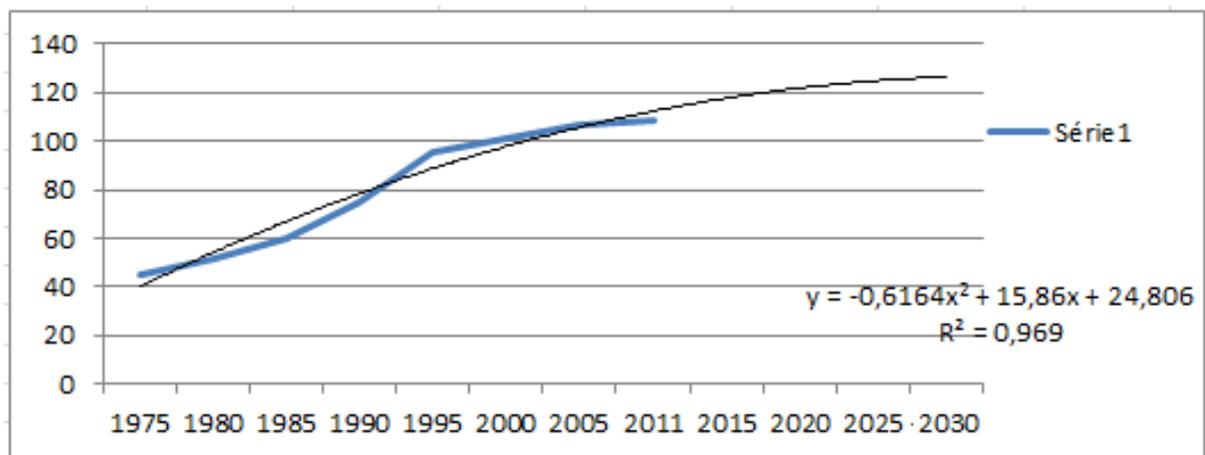
Fonte: O autor

Gráfico 7 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 2005)

Fonte: O autor

Gráfico 8 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 2011)

Fonte: O autor

Gráfico 9 – Linha de Tendência e Equação Linear (1975 – 2030)

Fonte: O autor

Observando a evolução desses gráficos é possível perceber que a linha de tendência vai, cada vez mais, apresentando uma variação menor, com a linha da evolução da mancha urbana estando cada vez mais na horizontal, diferente dos anos anteriores onde o crescimento se mostrou de forma muito mais elevada.

Próximo ao ano 2000 a curva de tendência sofre uma alteração considerável, sendo reflexo da diminuição do crescimento da mancha urbana, demonstrando uma nova tendência para o município de Londrina. Essas alterações refletiram também na equação de regressão, pois a partir desse momento o valor de X^2 passou de positivo para negativo e os valores de crescimento da área da mancha urbana começaram a se estabilizar.

Importante considerar que a partir dos elementos presentes nos gráficos é possível fazer considerações relevantes em relação ao crescimento da mancha urbana em Londrina, já que todos os resultados obtidos nos mesmos são reflexos de um estudo acerca de 36 anos de crescimento no município. No quadro 5 apresenta-se uma listagem de todas as equações obtidos para que se possa visualizar melhor esse processo.

Quadro 5 – Lista das Equações de Regressão Linear (1975 a 2030)

Ordem	Anos relacionados	Equação de regressão linear
1	1975,1980	$y = 6,8x + 37,94$
2	1975 a 1985	$y = 1,015x^2 + 3,755x + 39,97$
3	1975 a 1990	$y = 2,03x^2 - 0,102x + 43,015$
4	1975 a 1995	$y = 2,2821x^2 - 1,2619x + 44,074$
5	1975 a 2000	$y = 0,7313x^2 + 7,113x + 35,389$
6	1975 a 2005	$y = -0,1277x^2 + 12,439x + 29,204$
7	1975 a 2011	$y = -0,6164x^2 + 15,86x + 24,806$
8	1975 a 2015	$y = -0,6164x^2 + 15,86x + 24,806$
9	1975 a 2020	$y = -0,6164x^2 + 15,86x + 24,806$
10	1975 a 2025	$y = -0,6164x^2 + 15,86x + 24,806$
11	1975 a 2030	$y = -0,6164x^2 + 15,86x + 24,806$

Obs: Os dados em negrito são os que apresentam equação com o X² negativo.

Fonte: O autor

De acordo com o quadro 5, as equações a partir da Ordem 7 se mantiveram idênticas devido à linha de tendência ser a mesma e por haver pouca variação entre os dados que a geraram.

A relação dos fatores físicos com os resultados da pesquisa pode estar no fato de que algumas áreas muito acidentadas podem desacelerar ou até mesmo impedir o avanço da mancha urbana, resultando em modificações na sua área. Outro exemplo pode ser constatado em regiões onde há a existência de Ribeirões ou até mesmo passagem de rios, o que dificulta as ocupações humanas.

De maneira geral, todos os processos que ocorrem no município de Londrina que de alguma forma interferem na expansão da mancha urbana, como os que foram relatados anteriormente, tendem a continuar ocorrendo, levando em consideração que processos como verticalização e ocupações de áreas que anteriormente eram considerados vazios urbanos são constantes no município.

A desaceleração no crescimento da mancha urbana do município é uma realidade que tende a se manter nos próximos anos, seguindo a tendência do presente trabalho. Além disso, o contexto de impedimento físico ao avanço da mancha urbana sugere trabalhos futuros demonstrem as direções para onde a cidade está se expandindo.

CONCLUSÃO

Observando os resultados obtidos e os estudos teóricos dessa pesquisa, é facilmente perceptível que o crescimento da mancha urbana do município de Londrina está muito ligado a fatores físicos, econômicos, imobiliários, políticos, de uso do solo, dentre outros, que interferem diretamente no seu processo de expansão urbana.

A implantação dos Cinco Conjuntos na região norte, a grande verticalização da região da Gleba Palhano, a disseminação de condomínios fechados, em sua maior parte na zona sul da cidade, dentre outros fatores, interferiram de forma a acelerar ou frear esse processo.

Outros fatores como regiões de relevo acidentado e áreas de conurbação com outros municípios também se mostraram relevantes nessa dinâmica, tendo como exemplo os casos da zona oeste, em conurbação com Cambé, e zona Leste, ocorrendo esse processo com Ibiporã. A região acidentada na porção sul traz algumas limitações para a expansão urbana nessa região.

A utilização de mapas, quadros e gráficos foram de essencial importância para a melhor visualização e compreensão dos dados obtidos, que ajudaram a reforçar todo o conteúdo e a relação destes com fatores que vão muito além de cálculos matemáticos.

Quanto aos objetivos desse trabalho, conclui-se que foram atingidos com êxito, uma vez que cumpriu todos os procedimentos metodológicos estabelecidos para a pesquisa, além dos recortes e da problemática estarem, durante toda a pesquisa, de fácil compreensão ao usuário.

Importante destacar que o método utilizado se baseia em um estudo técnico, não levando em consideração fatores físicos e sociais e sim em números absolutos, porém procurou relacionar os resultados obtidos com fatores históricos e

sociais, que estão diretamente ligados no processo de expansão da mancha urbana em todos os anos analisados no município de Londrina.

Essa pesquisa foi realizada a partir de um entendimento de que seria importante fazer uma projeção de como poderia estar a área da mancha urbana de Londrina em anos futuros, levando em consideração que esse estudo pode ser de grande importância no planejamento urbano do município, além de incentivar e nortear novos estudos na área.

REFERÊNCIAS

ATLAS AMBIENTAL – Expansão Urbana de Londrina. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/atlasambiental/>> Acesso em 12 de Dez.2013

BARRETO NETO, A.A. ; FABRIZ, A. ; LORENA, R.B. **Mapeamento Espaço temporal da expansão urbana da Região Metropolitana da Grande Vitória, no período de 1991 a 2009, no estado do espírito santo.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. XV. 2011. Curitiba. Anais XV SBSR. Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN. P. 07-14.

CAMARA G, SOUZA RCM, FREITAS UM, GARRIDO J. - Computers & Graphics, 20: **Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling.** (3) 395-403, May-Jun, 1996.

COSTA, A.N. ; ALVES.M.G. **Monitoramento da expansão urbana no município de Campo dos Goytacazes – RJ, utilizando geoprocessamento.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. XII. 2005. Goiânia. Anais XII SBSR. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. P. 16-21.

EMBRAPA – Satélite LANDSAT. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/txt/landsat.htm>>. Acesso em 10 Dez. 2013. A

FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para Estudos Ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FRESCA, T.M. **A rede urbana no norte do Paraná.** Londrina: EDUEL, 2004.

IBGE – Noções Básicas de Cartografia – Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/elementos_representacao.html>. Acesso em 19 Abril 2013. A

IBGE – **Evolução populacional de Londrina.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/populacao.php?lang=&codmun=411370&search=parana|londrina|infograficos:-evolucao-populacional-e-piramide-etaria>>. Acesso em 26 Set. 2013. B

LONDRINA, Prefeitura de – História de Londrina. Disponível em: <http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=category&id=5&Itemid=4>. Acesso em 26 Set. 2013.

LONDRINA, Prefeitura de – Londrina em Dados. Disponível em: <http://www1.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=543&Itemid=558>. Acesso em 27 Set. 2013. B

MAACK, REINHARD, **Geografia física do estado do Paraná.** 4 ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012. 526 p.

MOURA, A.C. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano** – 2º Ed. Belo Horizonte: Ed. Da Autora, 2005.

NOVO, Evelyn M. L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto - Princípios e Aplicações**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1989.

POLIDORO, M. PEREIRA NETO, O.C. **Análise da Evolução da mancha urbana em Londrina-PR através das técnicas de sensoriamento remoto**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. XIV. 2009. Natal. Anais XIV SBSR. Universidade Estadual de Londrina – UEL. P. 811-818

ROSOLÉM, N. P. **Visualização cartográfica da expansão da cidade de Londrina por meio de coleção de mapas digitais**. 2011. 126f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Dinâmica Espaço Ambiental) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira**. 5. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SANTOS, M. **Manual de Geografia Urbana**. São Paulo: HUCITEC, 1981.

SILVA, J.X. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

SILVA, J.X; Z Aidan, R.T. **Geoprocessamento & Análise Ambiental** – 2º Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

SPOSITO, E.S. **Redes e Cidades**. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

TEIXEIRA, A.L.A. ; MORETTI, E. ; CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica**. Rio Claro: Edição do Autor, 1992.

VALENTE, A.L.S. **Integração de dados por meio de Geoprocessamento, para a elaboração de mapas geotécnicos, análise do meio físico e suas interações com a mancha urbana: o caso de Porto Alegre**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. Disponível em < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5247>>. Acesso em 31 Out. 2013.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ARCHELA, R.S.; BARROS, M.V.F. **Atlas Urbano de Londrina**. Londrina: EDUEL, 2009. 128p.

BLASCHKE, T.; KUX, H. **Sensoriamento Remoto e SIG: Novos sistemas sensores: Métodos inovadores**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

BRASIL ESCOLA – História de Londrina. Disponível em: <<http://cidadebrasileira.brasile scola.com/parana/historia-londrina.htm>>. Acesso em 25 Set. 2013

EMBRAPA – Sistemas Orbitais de Monitoramento e Gestão Territorial. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/cbers.htm>>. Acesso em 18 Abril 2013. B

GAZETA DO POVO – **Criação dos Cinco Conjuntos em Londrina**. Disponível em <<http://www.jornaldelondrina.com.br/online/conteudo.phtml?id=1142828>>. Acesso em 26 Nov. 2013

HID, A.R. **Repositório Digital**. Disponível em <<http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/78730>>. Acesso em 31 Out. 2013.

INPE – Departamento de Processamento de Imagens (DPI). Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT123_PT.php>. Acesso em 23 Nov/2013.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em 18 Abril 2013.

LOURENÇO, J.M. **Expansão urbana**. DINALIVRO, 2003.

MEDEIROS, C.N. ; PETTA, R.A. **Uso de sensoriamento remoto e processamento digital de imagens utilizadas para mapear a mancha urbana do município de Parnamirim (RN)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. XII. 2005. Goiânia. Anais XII SBSR. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. P.16-21.

OLIVEIRA, I. M. ; COSTA S. M. F. **Monitoramento da Expansão urbana , utilizando dados de sensoriamento remoto – estudo de caso**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. X. 2001. Foz do Iguaçu. Anais X SBSR. UNIVAP, 2001. P. 1131 – 1138.