


---

**ECOLOGIA**

---

## **FLORA SHELLARD CORREA**

# **DINÂMICA DA PAISAGEM: UM MODELO APLICADO AO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA**



Rio Claro  
2015

FLORA SHELLARD CORREA

**DINÂMICA DA PAISAGEM: UM MODELO  
APLICADO AO MUNICÍPIO DE CARAPICUÍBA**

Orientador: Prof. Dr. Thiago Sanna Freire Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Milton Cezar Ribeiro

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto de Biociências da  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de  
Mesquita Filho” – Câmpus de Rio Claro,  
para obtenção do grau de Ecóloga.

Rio Claro

2015

574.5  
C824d      Correa, Flora  
              Dinâmica da paisagem: um modelo aplicado ao município de  
              Carapicuíba / Flora Correa. - Rio Claro, 2015  
              51 f. : il., figs.

Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade Estadual  
Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro

Orientador: Thiago Sanna Freire Silva

Coorientador: Milton Cezar Ribeiro

1. Ecologia. 2. Dinâmica da paisagem. 3. Sensoriamento remoto. 4.  
Dinâmica urbana. 5. SIG. 6. Ecologia da paisagem. 7. Modelos espaciais  
dinâmicos. I. Título.

## AGRADECIMENTO

Agradeço inicialmente ao meu orientador Thiago a quem durante todo o desenvolvimento do projeto me deu suporte necessário para realiza-lo da melhor forma possível, me incentivando a seguir com as minhas ideias e trabalhar em cima delas. Agradeço também aos meus co-orientadores Carol e Milton, que mesmo distantes me deram todo apoio e suporte necessário para um bom trabalho.

Ao pessoal do laboratório (Ecodynos) que foram essenciais para minha pesquisa e crescimento acadêmico, também não podem ficar de fora de meus agradecimentos. Primeiramente Annia, que me ensinou grande parte do que aprendi no Lab, com GRANDE paciência, Jeferson, Luiz, Swanni, Júlio, João e muitos outros, que sempre foram solícitos em me ajudar e tirar minhas dúvidas e o principal, a descontraírem o ambiente de pesquisa. Sem vocês o trabalho não teria chegado onde chegou! Ainda devo muitas cervejas a vocês e espero paga-las um dia! Obrigada também ao pessoal do LECC, que também se fez presente no desenvolvimento deste trabalho.

Valeu galera da ECO e ressalvas especiais a Ecologia 2010. Acho que me ajudaram de tantas maneiras diferentes que nem sei pelo que agradecer direito. A sala como um todo por ver as diferentes atuações de um ecólogo e saber que teremos ótimos profissionais e indivíduos para o mundo transtornado em que vivemos. Obrigada as meninas, mulheres maravilhosas que fizeram parte desse LOOOONGO caminho que foi a graduação! Xica, Kanela, Pits, e Zhu, grandes companheiras de vida, agradeço muito por ter tido vocês perto de mim esses anos todos, principalmente neste final interminável!!

Obrigada pessoal de São Paulo, grandes amigos da escola, os quais nunca consegui ficar muito tempo afastada e por tudo ser show quando estou com vocês. Soraya e Ivony também, tenho extremo carinho por vocês e certeza que foi fundamental o apoio que me deram a vida toda.

Agradeço claro ao pessoal de casa, Papito, Maminha, Jú, Zero, Fredy e Merlyn. Por me incentivarem a fazer este projeto, mesmo demorando pacas para termina-lo, por escutarem minhas milhões de reclamações sobre as dificuldades que tinha e ainda tenho em terminar a graduação. Acho que agora vai!!

Por fim, um agradecimento especial a Cau (Claudia). Real moradora de Carapicuíba, que nasceu no Norte de Minas Gerais e veio morar na grande periferia de São Paulo na busca por trabalho. Sinto muito pelas dificuldades que passou, mas agradeço por ter caído ao meu lado. Espero que um dia, trabalhos como este possam proporcionar a você, sua família e tantas outras pessoas, a mesma oportunidade de vida que tenho.

## RESUMO

A qualidade de vida para o ser humano depende do resultado das relações entre os processos biológicos, ecológicos, culturais e socioeconômicos que acontecem no espaço. Assim, a preocupação com a influência de zonas urbanas sobre o meio ambiente e a população tem sido um tema de crescente importância no Brasil, associando o desenvolvimento de novas políticas de gestão e reestruturação de grandes cidades. Nessa discussão, incluiu-se a questão da transformação da paisagem em ambientes urbanos, com impacto na manutenção dos serviços ecossistêmicos e na qualidade de vida da população humana. Este estudo propôs a caracterização da evolução da cobertura e uso do solo para a cidade de Carapicuíba, na Grande São Paulo, através da elaboração de seis mapas temáticos de uso e ocupação do solo do município, entre o período de 1962 e 2013. Além disso o projeto também pretendia fazer a modelagem de cenários futuros de mudanças, através de uma abordagem baseada no uso integrado de sensoriamento remoto, sistema de informações geográficas e modelos espaciais dinâmicos. Os mapas temáticos foram elaborados através de três mosaicos de fotografias aéreas adquiridas em 1962, 1972 e 1994, uma imagem orbital do sensor Ikonos de 2002, um mosaico de ortofotos aéreas adquirido em 2008, e uma imagem do sistema orbital RapidEye adquirida em 2013, para avaliação da dinâmica de ocupação da superfície da terra. As datas de imageamento disponíveis conseguiram representar momentos diferentes na história do município, referentes a acontecimentos importantes e que influenciaram significativamente na alteração da paisagem urbana: o grande crescimento demográfico e a construção das vias de acesso a Carapicuíba. As análises de dados e discussões apontam que o tipo de via de acesso à Carapicuíba e o tipo de uso do solo urbano, influenciaram na estratificação socioeconômica e na conservação de cobertura vegetal da cidade.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto, Dinâmica urbana, SIG, Modelos espaciais dinâmicos, Ecologia da paisagem, Ecognition

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	5
2 OBJETIVOS.....	9
3 MÉTODOS.....	10
3.1 Área de Estudo .....	10
3.2 Mosaico, ortorretificação e georreferenciamento das fotos aéreas e imagens aéreas de satélite.....	13
3.2.1 Mosaicos e georreferenciamento.....	13
3.2.2 Georreferenciamento dos mosaicos.....	19
3.3 Segmentação, escolha de legendas e mapeamento do intervalo de 1962-2013....	22
3.3.1 Segmentação.....	22
3.3.2 Mapeamento .....	26
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS DE MAPEAMENTO E SIMULAÇÃO .....	28
5 CONCLUSÃO.....	44
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

O termo Ecologia da paisagem surgiu na metade do século passado (TROLL, 1939; SCHREIBER, 1990), mas nas últimas décadas tem passado por um rápido desenvolvimento tanto em sua teoria quanto em suas aplicações. Desta forma, ecologia da paisagem passou de uma disciplina “regional”, praticada principalmente na Europa central e oriental, para uma ciência “global”, aparecendo em diversos currículos universitários, com grande variedade de aplicações ecológicas e em diferentes escalas (WU & HOBBS, 2002).

Nesta pesquisa foram usados aspectos da História Ambiental, fazendo a ponte entre a História Natural e História Social, a fim de aprofundar o entendimento de como os ambientes naturais são afetados pelos seres humanos ao longo do tempo, e, inversamente, como estes são afetados pelos ambientes, e com que resultados (WORSTER, 1991). Além disso, também foram utilizados importantes pontos da perspectiva da história ecológica, estudando ecossistemas passados, e detalhando o processo de transformação da paisagem ao longo do tempo (CRUMLEY, 2003), tentando pensar no passado para compreender o presente e estipular o futuro.

Não apenas sistemas naturais como florestas, desertos, e oceanos, “isolados” das atividades humanas – considerando neste caso ambientes fisicamente alterados – devem ser considerados como constituintes de uma paisagem. Segundo Metzger (2001), a paisagem pode também ser definida como uma ciência interdisciplinar, que lida com as interações entre a sociedade humana e seu espaço de vida, natural ou construído.

Numerosos exemplos vindos do passado distante, como a tragédia da Ilha de Páscoa, o desmatamento na Grécia antiga ou a perda de recursos biológicos da Europa Medieval, evidenciam que o processo de mudança ambiental e transformação da paisagem não são absolutamente fenômenos de hoje. A diferença se dá na escala, no potencial e na dinâmica das mudanças ambientais contemporâneas, sem precedentes na História (OLIVEIRA, 2010). Martinelli e Pedrotti (2001), ainda afirmam que os problemas ambientais da atualidade são nitidamente sociais pois emergem da sociedade e não da natureza.

O desenvolvimento não planejado, o crescimento populacional e econômico e a urbanização serviram como alavancas e criaram bases para os problemas sociais e

ambientais das cidades modernas. Embora estas áreas correspondam apenas a uma parcela pequena de toda a superfície terrestre, a sua pegada ecológica é muito mais extensa (HEROLD et al, 2003). Os impactos ambientais gerados pelas zonas urbanas passam dos limites da própria cidade, o que acaba por atingir as funções e serviços ecossistêmicos (DEFRIES, 1999; DAILY, 1997; PICKETT et al., 1997; EL ARABY, 2002; ALBERTI, 2005; SHEPHERD, 2005 E RHEMTULLA, 2007) afetando direta e indiretamente o bem estar das pessoas, como afirmou Milton Santos (1996) ao dizer que a natureza física (espaço geográfico) e a sociedade são indissociáveis.

Podemos, neste contexto, citar o exemplo da cidade de São Paulo, na região Sudeste do Brasil. Embora esta seja o principal pólo financeiro e administrativo (pensando na administração das empresas) do país, centralizando, até 2008, 57% do PIB do estado e 18,9% do PIB nacional (EMPLASA, 2011), a preservação de matas nativas, a implantação de parques, praças e reservas, ou até mesmo a arborização em calçadas, são projetos de importância ambiental e social, que foram até então esquecidos ou colocados em segundo plano nas prioridades governamentais e pela própria população.

Não fugindo deste cenário, o município de Carapicuíba, entre outros, localizado na Zona Oeste da região da Grande São Paulo, cresceu de forma desordenada a partir da metade do século XX. Devido ao baixo preço de mercado, resultado da desvalorização da terra em comparação à cidade de São Paulo e sua relativa proximidade com este centro urbano, Carapicuíba tem hoje uma das maiores concentrações populacionais brasileiras (IBGE, 2010), que junto da falta de ordenamento territorial, esgotaram sua flora e fauna regional. Desta maneira, este município, que viu o desgaste de suas bases social e ambiental por mais de quarenta anos, se mostra como um bom modelo de caos urbano e um espaço que necessita de medidas que transformem para melhor sua realidade.

Atualmente, é amplamente aceito pela comunidade científica que o crescimento urbano em escala global continuará em ritmo acelerado, principalmente nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos (UNITED NATIONS, 2005, MONTGOMERY, 2008). No entanto, os fatores de transformação da terra, como o desmatamento e a expansão urbana, são complexos e regionalmente dependentes (KASPERSON, 1997), e é necessário que ao mesmo tempo ocorra uma proteção aos recursos naturais (LATIF, 2009) e geração de bem-estar social. Embora o ritmo de expansão demográfica de Carapicuíba tenha diminuído, é fundamental que se criem ferramentas para estimar os movimentos futuros de ocupação e uso do solo, e prevenir ou mitigar seus impactos.



Neste âmbito, modelos preditivos computacionais de uso do solo são ferramentas que dão suporte às análises de causa e consequência das transformações da utilização da terra, a fim de melhor compreender o processo de ocupação solo e sua função ‘socioambiental, e auxiliar no planejamento e políticas que mediem esse tipo de atividade (VERBURG et al., 2004). Generalizando, os modelos preditivos de uso da terra são ferramentas úteis e de fácil acesso, que complementam os conhecimentos já existentes de análise de mudanças no uso da terra e podem embasar melhores decisões (CONSTANZA & RUTH, 1998).

Uma vez que as análises ecológicas vão muito além da escala local, desde a paisagem (FERREIRA et al., 2003; HALL et al., 2004; TURNER et al., 2004) até todo o globo (ASNER et al., 2003; LATIFOVIC & OLTROF, 2004; AWAYA et al., 2004), o sensoriamento remoto tornou-se essencial à estes tipos de pesquisa, por ser o único a fornecer dados confiáveis, de maneira contínua, para grandes áreas e com baixo custo de aquisição, permitindo responder muitas das questões ecológicas (KERR & OSTROVSKY, 2003; COHEN & GOWARD, 2004; WULDER et al., 2004). Bons exemplos podem ser observados através de estudos já realizados como Burnnet et al. (2003), que demonstrou através de imagens multi-temporais e modelagem preditiva que práticas atuais de uso da terra, se não controladas, vão levar a fragmentação significativa de florestas boreais no Norte da Europa. Estudos de níveis de poluição atmosférica (MILES et al., 2003), monitoramento do desflorestamento (BATISTELLA et al., 2003) e estudos em áreas urbanas com implicações para a conservação urbana e qualidade de vida (BUGNET et al., 2003; GREENHILL et al., 2003) também mostram uma boa aplicação e a importância do sensoriamento remoto para pesquisas científicas de cunho ambiental. Sabendo que a identificação de transformações espaciais é, por sua vez, um dos campos mais importantes nas pesquisas de sensoriamento remoto (COPPIN, 2004; MAS, 1999), empregado juntamente aos sistemas de hardware e softwares, estas metodologias se tornam grandes ferramentas para o mapeamento, compreensão do espaço urbano e funcionamento de uma cidade (WENG, 2001; XIAO, 2006).

Considerando as exposições anteriores, podemos concluir que o uso combinado de sensoriamento remoto e modelagem preditiva pode ajudar significativamente na compreensão das causas e efeitos das mudanças ambientais. Além disso, com o mundo cada vez mais urbanizado, o foco na satisfação das necessidades humanas no contexto urbano é vital. Com a urbanização cada vez mais ameaçando a existência de um meio

ambiente preservado, e tendo a consciência de sua importância sobre o bem-estar humano, estudos desta temática precisam ser uma imprescindível prioridade de investigação (WU & HOBBS, 2002; MATSUOKA & KAPLAN, 2008) e seus resultados devem possuir peso político, de forma a sair dos institutos e centros de pesquisa onde foram realizados e colocados em prática.

Neste contexto, o presente trabalho pretendeu responder às seguintes perguntas: 1). De que forma o crescimento demográfico e as diferentes vias de acesso a Carapicuíba influenciaram no crescimento urbano e perda de áreas naturais do município, entre o período que vai desde 1962 a 2013? 2). Considerando as variáveis utilizadas, de que forma se deu esta ocupação? 3) Como o entendimento do histórico de ocupação, combinado com diferentes variáveis ambientais e socioeconômicas, pode ser utilizado para estimar o uso e ocupação do solo do município de Carapicuíba para o ano de 2050, caso o modelo de urbanização permaneça o mesmo?

## 2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi caracterizar e compreender os fatores atuantes sobre a evolução da expansão urbana e mudanças no uso e cobertura da terra para a cidade de Carapicuíba, e sua relação com a conservação das áreas naturais urbanas. Para isso foram usadas ferramentas de sensoriamento remoto e modelos computacionais preditivos, os quais tentou-se gerar estimativas espacializadas de uma possível situação futura do uso e cobertura do solo no município e buscando os seguintes objetivos específicos:

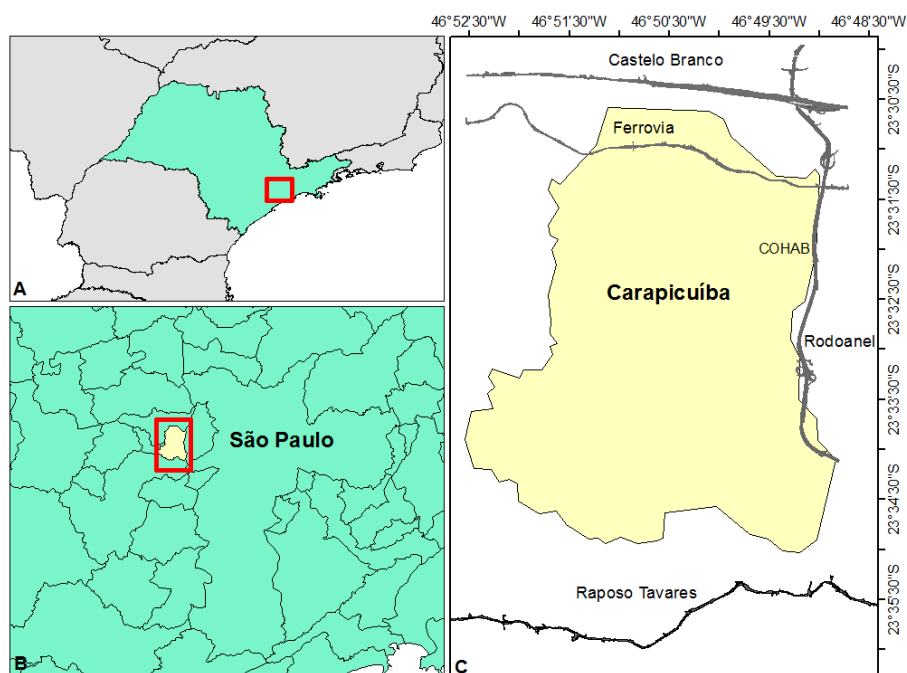
- 1) Produzir uma base de dados georreferenciada e coregistrada de dados de imagens aéreas e imagens de satélite de alta resolução espacial para o município de Carapicuíba/SP, no intervalo de tempo de 1962 a 2013;
- 2) Mapear a cobertura urbana e florestal do município de Carapicuíba/SP para os anos de 1962, 1972, 1994, 2002, 2008 e 2013, utilizando métodos de análise de imagens baseada em objetos (OBIA);
- 3) Avaliar a relação entre indicadores socioeconômicos e ambientais, a expansão urbana e a perda de cobertura florestal no município de Carapicuíba/SP, no intervalo de tempo de 1962 a 2013;
- 4) Com base nos dados anteriores, parametrizar um modelo espacial dinâmico de transição da cobertura terrestre, para simulação da evolução da cobertura urbana e vegetal no município de Carapicuíba/SP, utilizando o software IDRISI.

### 3 MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudo

A área de estudo selecionada compreende todo o município de Carapicuíba (23.53°S, 46.84°W), localizada na Zona Oeste da Grande São Paulo, com divisas para os municípios de Barueri, Jandira, Cotia e Osasco (Figura 1). Como afirma Ab'Saber (2003), é uma região de domínio morfoclimático de Mata Tropical atlântica, com as características específicas deste tipo de ambiente, como grande índice de endemismos (THOMAZ et al. 1998), e grande riqueza de espécies e diversidade florística (JOLY et al. 1991; MORI et al. 1983).

Figura 1: A) Localização do município de Carapicuíba no Brasil; B) Localização de Carapicuíba no estado de São Paulo; C) Referência das principais vias de acesso ao município e COHAB.



Fonte: mapa elaborado pela autora.

Desde o século XVII, as terras pertencentes ao atual município eram ocupadas por sesmarias de colonos portugueses e constituíam a capitânia de São Vicente. Posteriormente foram doadas aos jesuítas (Companhia de Jesus), com todos os “bens” que continham, entre eles roças, edifícios e índios (Guarulho), que já viviam lá e ali criando um aldeamento indígena (PETRONE, 1995; KOK, 2011). Segundo Arruda

(2010), a área hoje ocupada pela grande São Paulo, neste período, encontrava-se subdividida em unidades produtivas, conduzida por seus sesmeiros.

Partindo destes relatos é possível assimilar uma inicial ocupação da região do município à produção agrícola e o desenvolvimento de pequenas edificações que já modificavam a paisagem antes caracterizada por Mata Tropical Atlântica (AB`SABER, 2003).

Após a expulsão dos jesuítas do Brasil em 1759, os indígenas continuaram a morar e a roçar áreas dispersas pelo território do aldeamento, e junto da permanência destes foram ocorrendo paulatinas invasões pelos colonos (PETRONE, 1995). Em 1803, a pobreza era grande na região, porém ainda ficaram algumas famílias que plantavam milho, feijão e algodão (KOK, 2011), provocando uma contínua transformação no ambiente.

Passado o século XVIII, com grande presença da produção de cana de açúcar na região paulista – concentrando-se principalmente em Itu, Campinas, Porto Feliz, Mogi Mirim e Sorocaba (LUNA, 2010), a introdução de café em São Paulo (província de Piratininga), nos anos de 1800, desencadeou grandes transformações na maior parte do estado, e que por sua vez influenciaram o atual município de Carapicuíba.

Foi somente ao final do século XIX, quando o país possui aproximadamente 10% da população nas cidades (SANTOS, 1993) que o processo de urbanização da sociedade começa realmente a se consolidar, impulsionado pela Proclamação da República, pela necessidade do trabalhador livre e por uma indústria ainda incipiente ligada as atividades da cafeicultura e as necessidades básicas do mercado interno (MARICATO, 2000).

Juntamente à valorização da agricultura cafeeira em São Paulo e da necessidade de expansão e dinamização desta produção, a construção das estradas de ferro como a D. Pedro II, Bragantina, Noroeste, Paulista, Araraquarense, entre outras, surgiram como consequência da modificação profunda que o sistema de transporte do estado precisava na segunda metade do século XIX (ALBERTO SALES, 1983; NASCIMENTO, 2010; MILLIET, 1982).

Entre o final do século XIX e início do século XX, Manaus, Belém, Porto Alegre, Curitiba, Santos, Recife, São Paulo e especialmente Rio de Janeiro são cidades que passavam por mudanças que buscavam saneamento ambiental, embelezamento e resultaram na segregação territorial. Maricato (2000) aponta o desenvolvimento do mercado imobiliário de cunho capitalista como um estímulo para a exclusão de parte da população para as franjas da cidade.

Então, no início do século XX, Carapicuíba passa a sofrer um adensamento populacional por conta do estímulo proporcionado pela ferrovia Sorocabana (hoje administrada pela CPTM) e especialmente pela presença de uma estação (GIESBRECHT, 2013). Contudo, as terras mais próximas do antigo aldeamento continuaram como área rural, com propriedades de variadas dimensões e usos – moradias com roças, sítios de recreio e pequenas granjas.

Na década de 50, o município já era caracterizado como um subúrbio pobre de São Paulo (COSTA, 1958) e sofria um expressivo crescimento da ocupação do território como reflexo do crescimento econômico da capital paulista, estimulado pelo Plano de Metas de Juscelino Kubitschek. Contudo, o grande boom demográfico foi no período de 70, menos de dez anos depois da emancipação do município (1964), com uma intensa migração para São Paulo, redirecionada para os municípios vizinhos. É nesse momento que Carapicuíba se firma como cidade dormitório e passa por um processo de periferização (PELEGRINO, 2013). Essa dinâmica demográfica foi, em parte, estimulada pelos governos federal e estadual. Em 1964, com a criação do Banco Nacional de Habitação, uma autarquia federal, incentivou-se o desenvolvimento de políticas habitacionais na periferia dos grandes centros econômicos, o que resultou na implantação no município, em 1972 pela Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo – COHAB - de um enorme conjunto habitacional com 14 mil unidades, a COHAB Castelo Branco (Figura 1). Contudo, a política habitacional foi insuficiente para dar conta do grande fluxo populacional, gerando uma ocupação do solo de forma clandestina e desordenada que marca a periferia até hoje (ROLNIK, 1997).

Maricato (2011) ainda aponta que as transformações urbanas que ocorreram no Brasil a partir da segunda metade do século passado, são resultados da falta de controle do solo e segregação territorial e urbana somados a grande liberdade do mercado imobiliário, o desemprego, o abandono de políticas sociais e privatização de serviços públicos.

As chácaras que existiam no município até a década de 60 foram substituídas por loteamentos populares, mas também por alguns poucos loteamentos de classe média alta. Tanto a população de baixa renda como os moradores de classe média alta deslocavam-se e deslocam-se diariamente para a capital, seja pela estrada de ferro e estradas como a Raposo Tavares, asfaltada na década de 1950 e a Castelo Branco construída na década de 70. A existência dessas interligações com a capital foram fatores que também estimularam o adensamento demográfico de Carapicuíba (PELEGRINO, 2013).

Atualmente, o município possui uma dualidade nas ocupações de suas terras, que foram fenômenos decorrentes do crescimento da metrópole paulista e da concentração do capital. Um tipo de moradia é aquele destinado às classes de renda média alta que fogem da metrópole em busca da “natureza e ar puro”, e outro tipo de moradia encontra-se nos loteamentos destinados à população de baixo poder aquisitivo que se refugia na periferia onde os preços são menores (CARLOS, 2013).

### 3.2 Mosaico, ortorretificação e georreferenciamento das fotos aéreas e imagens aéreas de satélite

#### 3.2.1 Mosaicos e georreferenciamento

Foram adquiridas um total de 56 fotografias aéreas correspondentes as épocas de 1962, 1972 e 1994, uma imagem do sensor orbital IKONOS do ano de 2002 e um conjunto de duas ortofotos adquiridas no ano de 2008, sendo todos os materiais cedidos pelo Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento, coordenado pelo Prof. Ailton Luchiari, na Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Além dessas, também foi obtida através do site do Ministério do Meio Ambiente, uma imagem RapidEye de 2013. Algumas características do sensor IKONOS e RapidEye podem ser observadas na tabela a seguir (Tabela 1).

Tabela 1: Especificações dos sensores orbitais RapidEye e IKONOS

<b>Especificações</b>	<b>RapidEye (2013)</b>	<b>IKONOS (2002)</b>
Início da operação	2008	1999
Resolução espacial	5 metros	0.82 m X 3.2 m

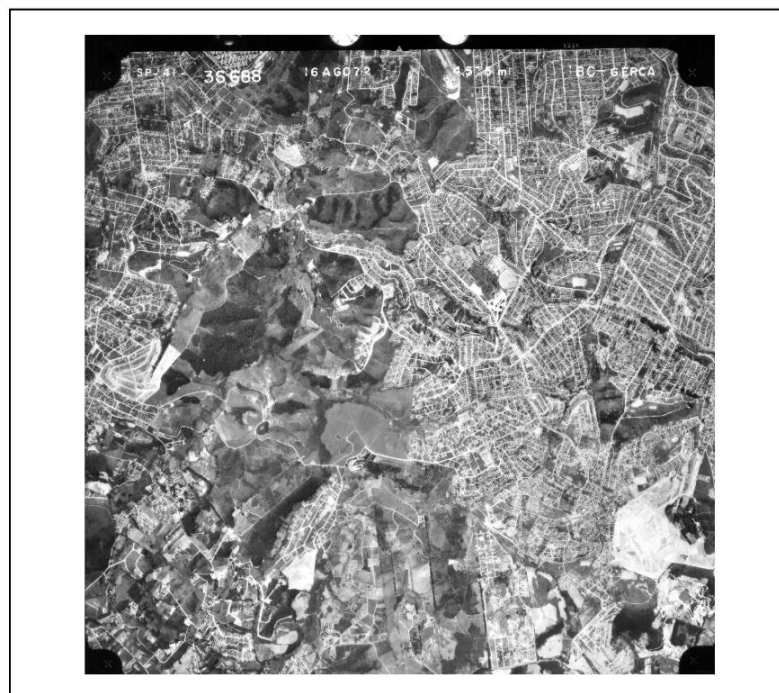
Bandas espectrais	Vermelha Azul Verde Infravermelho próximo Vermelho Limítrofe	Pancromática (526 a 929 nm) Multiespectral Azul (445 a 516nm) Verde (506 a 595 nm) Vermelho (632 a 698 nm) Infravermelho próximo (NIR) (757 a 853 nm)
Largura da faixa imageada	77 km	1.3 km
Visada off-nadir	+/- 65°	Até 60°
Resolução radiométrica	12 bits por pixel	11 bits por pixel

Fonte: Dados retirados de SPACEIMAGING, 2015 e GLOBALGEO, 2015

As fotografias aéreas, as quais já foram disponibilizadas em meio digital (Figura 2), foram recortadas para a retirada das bordas e pontos indesejáveis da imagem, como por exemplo, marcas fiduciais (Figura 3). Inicialmente, tentou-se realizar georreferenciamento individual de cada fotografia através do software ArcGis 10, resultando em grandes erros de posicionamento quando sobrepostas à única imagem referente a todo o município. Por este motivo, optou-se pela geração de mosaicos ortorretificados das fotografias aéreas, utilizando o software Agisoft PhotoScan Professional Edition 1.0.4.

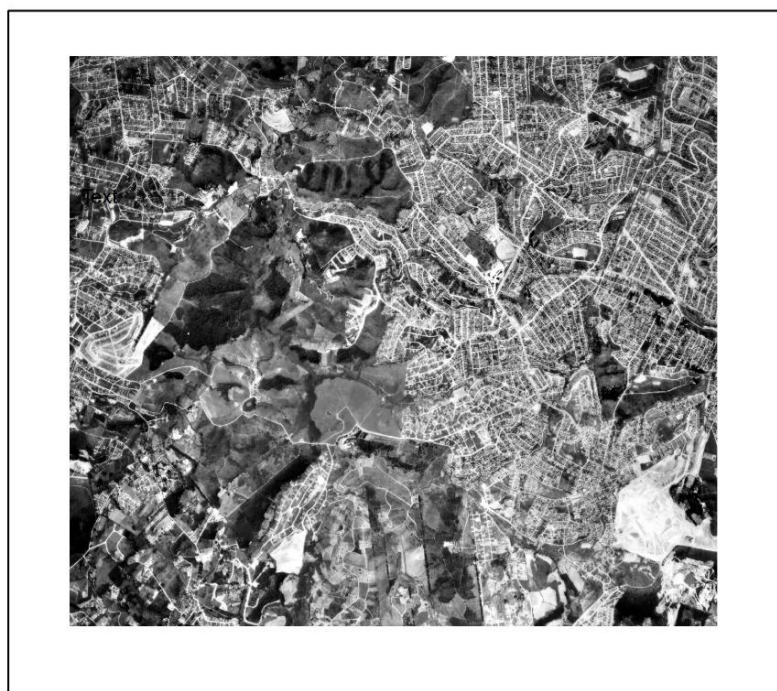


Figura 2: Fotografia aérea original escaneada, com marcas fiduciais, do município de Carapicuíba, referente ao ano de 1972.



Fonte: Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento-USP

Figura 3: Fotografia aérea de Carapicuíba em 1972, após recorte de bordas.



Fonte: Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento-USP. Editado pela autora

O software PhotoScan é um programa que permite o processamento rápido de diversas imagens, ou fotografias aéreas, através de um processo totalmente automatizado, e gerando dados fotométricos de qualidade. As principais características do programa são: geração de nuvem de pontos (esparsa/ densa) com coordenadas “x,y,z”, geração de grade irregular (normal e texturizada), definição do sistema de coordenadas, geração de modelo digital de elevação (DEM), georreferenciamento (usando log de vôo ou pontos de controle), e geração de imagens ortorretificadas (AGISOFT, 2014).

Cada geração de mosaico, utilizando o software já citado, foi composta por três etapas: 1) alinhamento automático das imagens. Neste estágio, o software PhotoScan encontra a posição da câmera e a orientação para cada imagem, construindo então um modelo de nuvem de pontos de controle; 2) a partir da nuvem de pontos densa (Figura 4), o programa calcula as informações de profundidade para cada câmera; 3) Através da reconstrução da nuvem de pontos densa, o software produz um modelo 3D (Figura 5). É importante ressaltar que, ao selecionarmos a nuvem de pontos densa para este estudo, surgiram alguns problemas no processo de construção do mosaico, resultando em erros nas imagens geradas, especialmente para fotografias mais antigas.

Mesmo com as fotografias de uma região do município contendo pontos de controle visualmente claros entre as imagens, algumas partes das imagens foram cortadas ou borradas durante o processo de geração dos mosaicos (Figura 6). Isso ocorreu para as datas de 1962 e 1994. Outro problema também encontrado foi a quantidade de fotografias que deveriam ser processadas, por exemplo para a época de 1962, que como continha o maior número de fotografias (29) em comparação com as demais épocas, exigindo um poder de processamento elevado, nem sempre possível de ser executado em computadores comuns.

Segundo o manual do software Agisoft PhotoScan Professional (AGISOFT, 2014), quando as imagens aparecem cortadas e partes importantes são perdidas durante a reconstrução geométrica, isto indica que foi selecionado, pelo próprio programa, um volume de reconstrução errado, em outras palavras, o programa não seleciona pontos comuns suficientes para gerar um mosaico completo. Como o PhotoScan usa um padrão de algoritmo de seleção de volume de reconstrução automática, este pode produzir seleções indesejáveis em alguns casos. Todas as partes que ficaram fora do volume de reconstrução selecionada são ignoradas e não incluídas no modelo final. O algoritmo também não é muito indicado para grandes volumes de reconstrução, pois resulta em

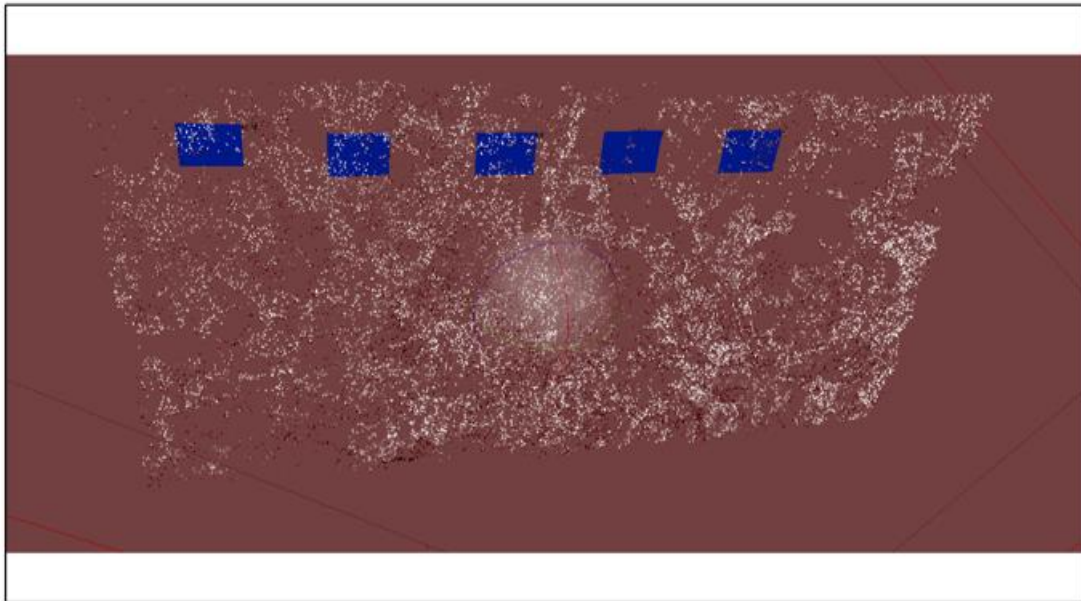
longo tempo de processo e consumo grande de memória, como foi o caso para as fotos de 1962.

Para corrigir este problema, de acordo com o indicado pelo manual do programa, utilizou-se a reconstrução de volume manual. Esta ferramenta possibilita que o próprio pesquisador selecione uma parte da imagem, como por exemplo regiões com defeito, para que o programa refaça o processo de reconstrução sobre esta área. Contudo, este processo também não gerou o resultado esperado e os erros não foram totalmente corrigidos. A solução encontrada para a questão foi então utilizar diferentes formas de processamento das fotos para cada época.

O problema foi resolvido, para a data de 1962, ao montar diferentes mosaicos, sendo eles separados por regiões como: Norte, Sul, Centro, Norte + Centro, e Centro + Sul. Isso fez com que vários mosaicos se sobrepusessem, não sobrecarregando o computador. Já para a imagem de 1994, este método não foi suficiente. Embora tenha levado mais tempo que as outras, ao final, a imagem de interesse só foi obtida após diversos processamentos das fotos separadas, ou seja, quando obtida uma imagem com defeito, esta era descartada e todas as fotografias aéreas eram processadas novamente sem a construção de mosaicos menores como no caso de 1962.

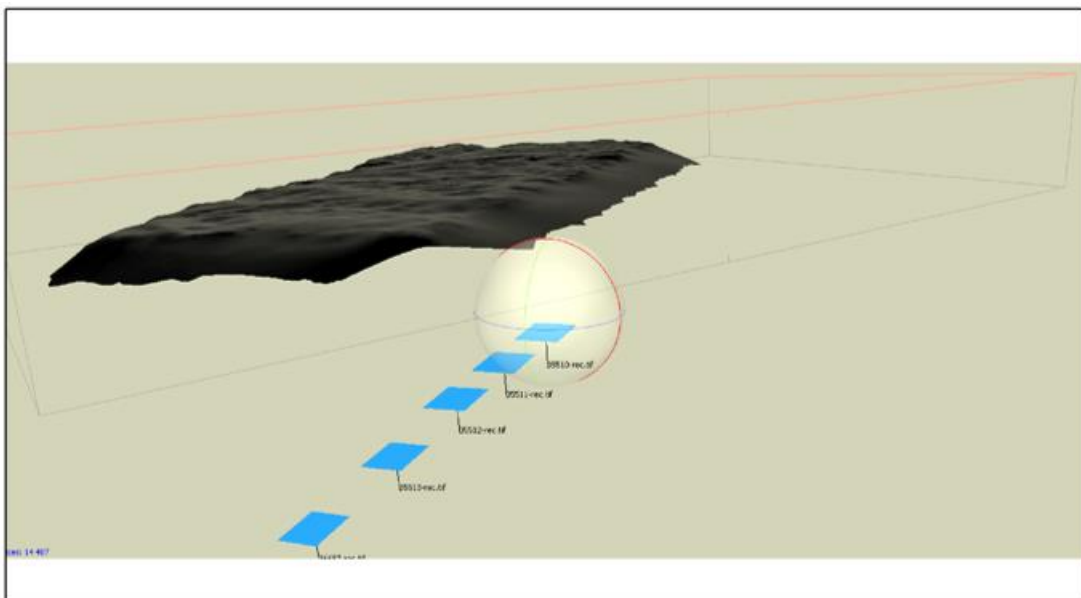
É fundamental garantir um alto nível de sobreposição das imagens para toda região imageada para obtenção de bons resultados ao final do processo. Quanto maior a sobreposição entre as imagens, mais densa será a nuvem de pontos, o que favorece a obtenção de mosaicos e modelos de superfície mais precisos. Neste estudo, os mosaicos finais apresentaram grande sobreposição para a região central da área de estudo, havendo uma diminuição gradual de sobreposição em direção às bordas da região, resultando em distorção da imagem em seus extremos. Segundo o manual do software PhotoScan, esse resultado é esperado e é um fator que deve ser levado em consideração no momento da aquisição das imagens, para que toda a área de interesse esteja com um alto nível de sobreposição e as bordas possam ser eliminadas sem comprometer a informação da área de interesse.

Figura 4: Processo de geração de nuvem de pontos densa através do software Agisoft PhotoScan, utilizando cinco fotos aéreas.



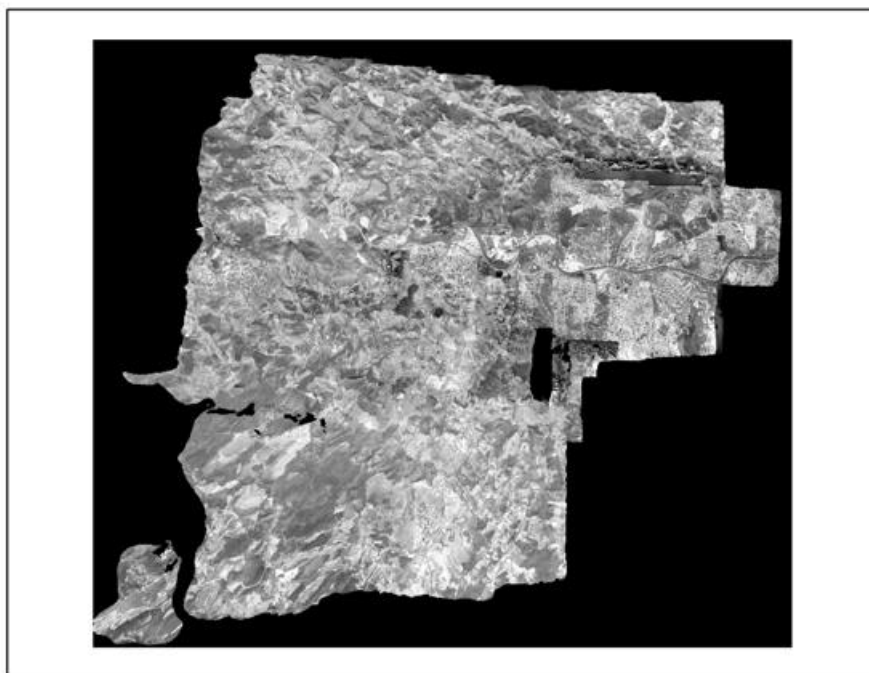
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 5: Geração de mosaico 3D utilizando o software Agisoft PhotoScan.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 6: Mosaico de fotografias aéreas de Carapicuíba, com defeito, gerados através do software Agisoft PhotoScan.



Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.2.2 Georreferenciamento dos mosaicos

Após a geração dos mosaicos das fotografias aéreas, foi necessário o georreferenciamento dos mesmos para garantir o posicionamento geográfico correto de cada mosaico antes da etapa de mapeamento. Neste processo foi usado o software ArcGis 10, através da ferramenta de criação de pontos de controle, a qual permite a seleção de pontos partir de uma imagem referência (previamente selecionada e já contendo as informações geográficas da região) e a reprojeção da imagem ainda não georreferenciada para um espaço de coordenadas selecionado.

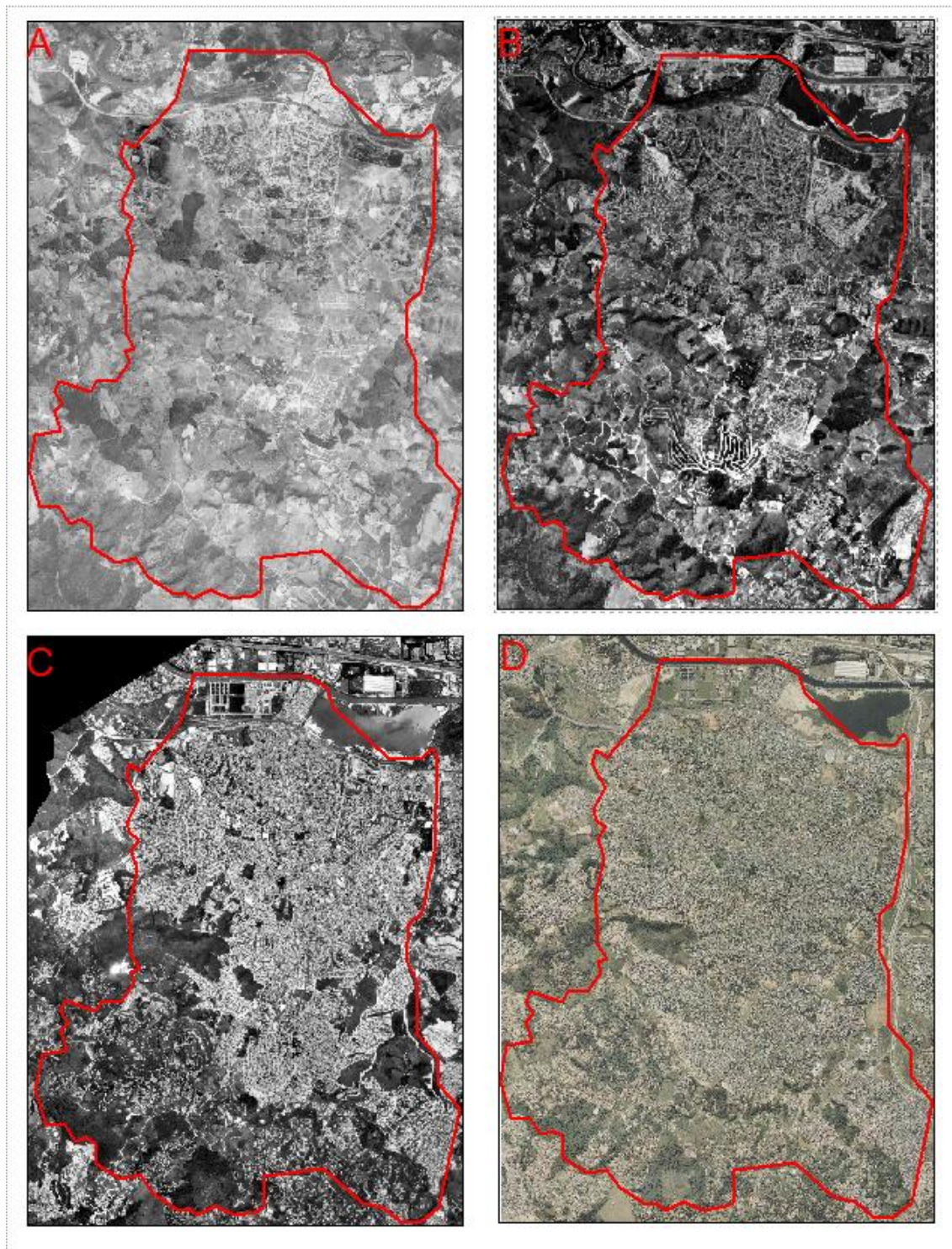
O mosaico de ortofotos referentes a 2008 foi utilizado como imagem de referência para todas as demais épocas (1962, 1972 e 1994). Esta escolha foi feita com base na comparação das ortofotos e imagens IKONOS de 2002 (as duas fontes de dados adquiridas já georreferenciadas) com imagens do programa gratuito Google Earth™. Como as ortofotos demonstraram menores discrepâncias em relação à base de dados Google Earth™, optou-se por utiliza-las como imagem referência.

Durante o georreferenciamento, foram adquiridos pontos de controle principalmente em lugares como ruas e esquinas, devido à falta de outras referências que apresentassem longo tempo de permanência, como construções e fragmentos florestais. Por ser uma região sujeita à franca transformação da paisagem agrícola/rural para urbana, o problema de ausência de feições comuns entre as datas ocorreu até mesmo em um intervalo de tempo pequeno, como 10 anos, e como é de se esperar devido ao fator tempo, foi observado especialmente para o mosaico da década de 60. Para as épocas de 1972 e 1994, a utilização de apenas 30 pontos de controle se mostrou suficiente para o georreferenciamento, o qual foi avaliado através de extensa e detalhada inspeção visual. Porém, para o mosaico de 1962, sentiu-se muita dificuldade em encontrar esses pontos e a sobreposição de imagens não ficou aceitável. Com a aquisição de 33 pontos de controle adicionais, totalizando 63 pontos, foi possível chegar a um bom resultado para esta época.

Ainda para a data 1962, devido à dificuldade de sobreposição de pontos com outras épocas, foram feitos mosaicos georreferenciados finais utilizando polinômios tanto de 2° quanto de 3° grau, diferente dos outros mosaicos que se utilizaram de polinômios de 1° grau. O uso de polinômios de maior grau possibilita que a imagem fique mais distorcida, porém facilita a sobreposição com as outras épocas. Mesmo com os polinômios de maior grau, ocorreu um deslocamento da imagem, evidenciado principalmente nas regiões mais externas do mosaico, mas ajustando melhor a sobreposição das diferentes datas.

Para todas as imagens resultantes (Figura 7) do processamento das fotografias aéreas (1994, 1972 e 1962), a resolução máxima obtida foi de 60 centímetros, e a mínima de 350 centímetros. A partir destes resultados, dois conjuntos de dados foram gerados para estas épocas, um com grade de 60 centímetros, através da interpolação, e outro com grade de 350 centímetros, por agregação.

Figura 7: A) Mosaico final de Carapicuíba, georeferenciado, referente a 1962; B) Mosaico final de Carapicuíba, georeferenciado, referente a 1972; C) Mosaico final de Carapicuíba, georeferenciado, referente a 1994; D) Mosaico de ortofotografias retificadas de Carapicuíba em 2008, usada como referência para georeferenciar os outros mosaicos.



Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.3 Segmentação, escolha de legendas e mapeamento do intervalo de 1962-2013

#### 3.3.1 Segmentação

Uma vez que as imagens de 1962, 1972, 1994, 2002, 2008 e 2013 foram devidamente mosaicadas e georreferenciadas, o processo seguinte compreendeu a definição da legenda de classificação, e o mapeamento das classes definidas. Com o auxílio da Profa. Dra Carolina Moutinho Duque de Pinho, especialista em Geografia Urbana, docente da Universidade Federal do ABC, especialista no uso de geoinformática e imagens de alta resolução para o estudo de processos de urbanização, optou-se pela classificação de cobertura do solo através da análise de imagens baseada em objetos (OBIA).

O método OBIA é muito utilizado para a classificação de imagens de alta resolução, principalmente em áreas urbanas (HOFMAN, 2001; HEROLD ET AL., 2003; PINHO, 2005). Ele permite que o pesquisador utilize seus conhecimentos semânticos sobre a cena e desenvolva modelos que representem objetos neste ambiente, e suas relações. Existem algumas dificuldades em relação a aplicação de OBIA, ocasionadas pela complexidade computacional dos processos de segmentação de imagem e extração de atributos, assim como a existência de poucos estudos sobre mapeamento da cobertura da terra em regiões intra-urbanas de cidades latino-americanas (MYINT ET AL., 2011; PINHO, 2005; HOFMAN et al., 2008). Contudo, a integração de OBIA à uma segmentação de multi-resolução, algoritmos de "data mining" e "hierarquical networks" se mostrou como uma boa técnica para realizar o mapeamento de cobertura do solo de área intra-urbana usando imagens IKONOS (PINHO et al., 2012).

A classificação é o processo de tomada de decisão sobre a classe de cobertura mais provável para cada elemento. Na abordagem "orientada à objeto", os elementos considerados não são mais os pixels isolados, e sim grupos de pixels (regiões ou objetos). A grande vantagem em se considerar regiões é que o número de variáveis disponíveis para classificação aumenta, pois além dos dados espectrais, é possível descrever cada região usando parâmetros de forma, textura e associação entre objetos (BLASCHKE, 2014).

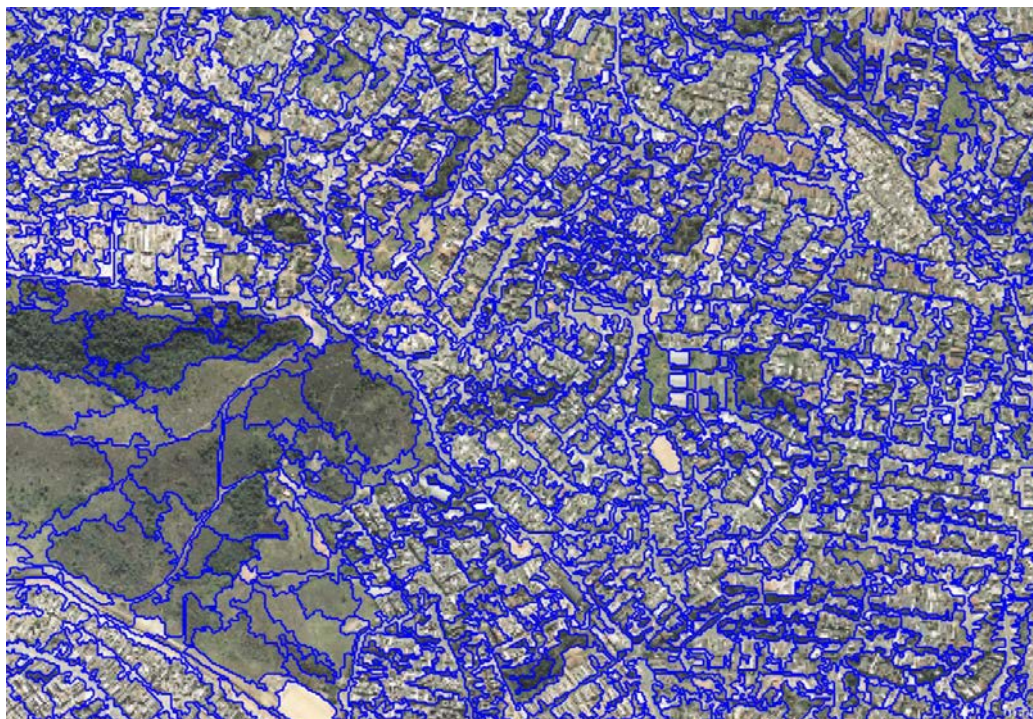
Para o processo de segmentação, foi utilizado o programa eCognition Developer 64, o qual possui a tecnologia OBIA em seu contexto (BAATZ et al., 2001; TRIMBLE,



2014). Além disso, o programa pode realizar análises de multiescala para diferentes tipos de geodados (Earth observation data), pela inclusão de informações do contexto, permitindo a combinação de diversos tipos de dados e a integração entre sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas.

O algoritmo de segmentação usado no trabalho foi o algoritmo “Multiresolution Segmentation”. Este método gera objetos ou segmentos homogêneos baseados nas informações espectrais e contextuais, utilizando os parâmetros escala, cor, forma, compactação e “*smoothness*” (Figura 8). Este algoritmo é um procedimento de otimização que, para um determinado número de objetos na imagem, minimiza a heterogeneidade média e maximiza a homogeneidade (ECOGNITION, 2011).

Figura 8: Segmentação de imagem IKONOS de 2002, utilizando o software eCognition Developer e algoritmo “*Multiresolution Segmentation*”, com escala 30.



Fonte: Elaborado pela autora.

Determinar a escala de segmentação correta é muito importante e deve ser um dos primeiros passos antes da segmentação. Esta ferramenta, determina o tamanho dos objetos nas imagens, que afeta diretamente na qualidade da segmentação (BLASCHKE, 2014; MEINEL & NEUBERT, 2004). Conforme o valor da escala aumenta, os objetos são compostos por mais elementos e abrangendo uma área maior da imagem. Por

exemplo, dependendo da imagem utilizada, os objetos podem representar desde um telhado de uma casa, até todo um bairro residencial.

Assim, foram realizados testes de otimização do algoritmo, para que depois fosse possível determinar a escala ideal de segmentação para cada época e a avaliação das legendas correspondentes ao tipo de uso e ocupação do solo. Os testes de segmentação foram realizados diversas vezes para cada imagem, e seus valores finais variaram devido não apenas às características das próprias imagens (colorida ou em tons de cinza, escala original), mas também pelas próprias características da paisagem, como grandes campos e matas, que são elementos mais simples, homogêneos ou residenciais em meio as áreas naturais, que tornam a imagem mais complexa, com muitos elementos misturados.

A escala selecionada para cada época pode ser observada na Tabela 2. O parâmetro de escala escolhido foi determinado experimentalmente, baseado na análise visual das próprias imagens. Optou-se pelo valor de escala que conseguisse separar de forma mais efetiva áreas naturais, regiões de pasto/gramíneas, solo exposto e regiões construídas/urbanas, que tinham maior adensamento de construções.

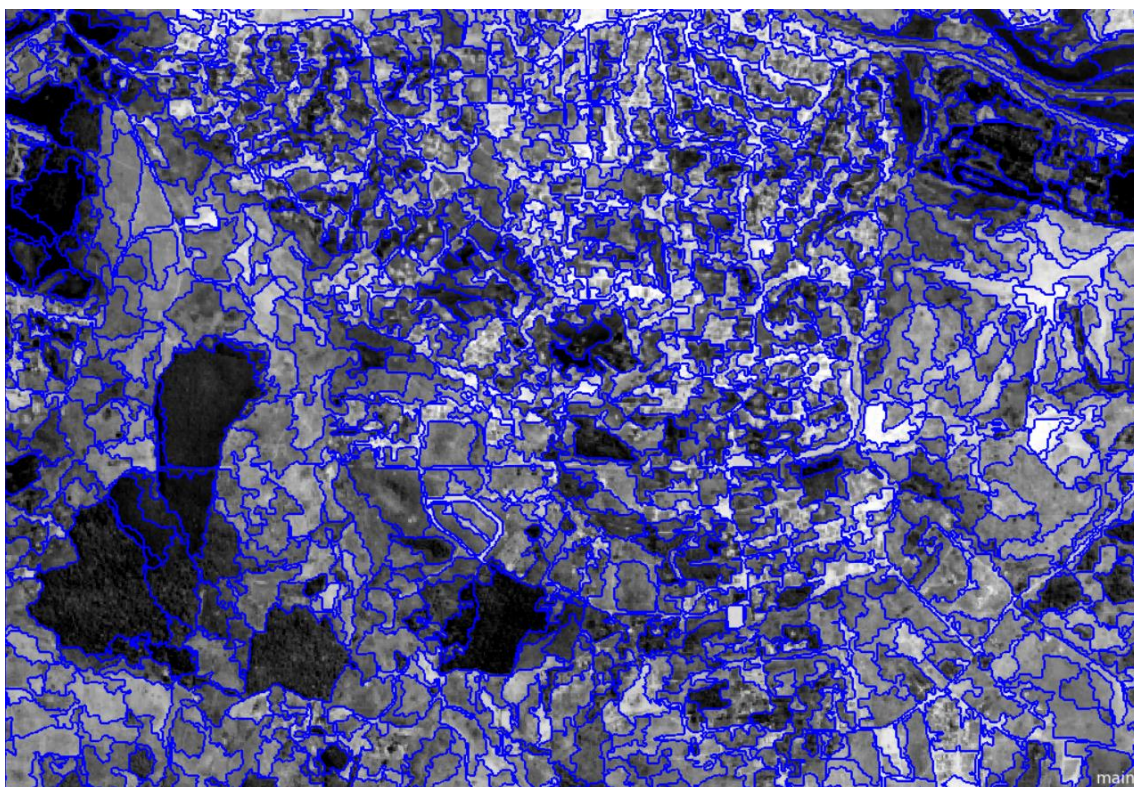
Tabela 2- Otimização do parâmetro de escala para segmentação da cobertura vegetal, cobertura rasteira, solos expostos e áreas urbanas em imagens de alta resolução do município de Carapicuíba, SP, utilizando o algoritmo de segmentação multi-resolução do software eCognition 8.0.

<b>Imagem</b>	<b>Parâmetro de Escala</b>
RapidEye	30
Ortofoto 2008	30
Ikonos 2002	30
Mosaico 1994	30
Mosaico1972	30
Mosaico1962	50

O valor da escala para a imagem de 1962 (Figura 9) teve um valor maior que as demais, devido à imagem se apresentar mais homogênea, tanto em termos de composição da paisagem, quanto menor resolução visual resultante da escala e da qualidade do

equipamento usado durante o imageamento, dificultando a definição dos elementos da imagem final.

Figura 9: Segmentação de mosaico de foto aérea, referente a data de 1962, utilizando o software eCognition Developer e algoritmo “*Multiresolution Segmentation*”, com escala 50.



Fonte: Elaborado pela autora.

Outro ponto importante para uma boa segmentação através do algoritmo “*Multiresolution segmentation*” é a escolha de valor de forma e compactação. Eles agregam diferentes pesos na segmentação para estes fatores, podendo modificar os objetos de acordo com o interesse do pesquisador. Para este projeto, foram determinados valores de 0.3 para forma “*shape*” e 0.5 para compactação “*compactness*”.

Tabela 3: Características utilizadas para geração dos mapas temáticos através da ferramenta “*samples*”, que usa os atributos como base para classificação de cada categoria.

ATRIBUTOS	BASEADOS EM:
Media	Valor de camada
Assimetria	
Menor valor de pixel	Pixel
Máximo valor de pixel	
Diferença média com relação aos vizinhos	Vizinho mais próximo
Diferença media com relação aos vizinhos mais escuros	
Diferença media com relação aos vizinhos mais brilhantes	
Extent	Geometria
Média de sub-objetos: desvio padrão	Textura de valor de camada baseado em sub-objeto
Standard mean diff.Diferença médiade desvio com relação aos vizinhos dos sub-objetos	
Area de sub-objects: média	Textura de forma baseado em sub-objetos
Area de sub-objetos: desvio padrão	
Densidade de sub-objetos: média	

### 3.3.2 Mapeamento

Feito a escolha da melhor escala de segmentação, o processo seguinte foi determinar as legendas de classificação correspondentes às feições observadas nas imagens, e de acordo com o interesse do estudo. O intuito deste projeto foi discutir a evolução do uso e cobertura do solo de Carapicuíba, atentando para as perdas de áreas naturais e crescimento urbano. Pensando nisso como um processo de ocupação, existiriam classes intermediárias que fazem a conexão entre a ocupação por vegetação florestal e ocupação por construções ao longo do tempo, como desmatamento e exposição do solo para a urbanização.

Para este estudo, as legendas que atenderam de forma satisfatória o objetivo da pesquisa foram: “Construção”, “Áreas Naturais”, “Gramíneas/Vegetação Rasteira”, “Solo Exposto” e “Água”.

Inicialmente, a classificação dos objetos foi realizada através da criação de regras para diferenciação das características espectrais de cada fisionomia. Investigando os limiares de brilho, homogeneidade e desvio padrão, para cada classe, seriam criadas as regras de classificação de cada imagem. Porém, diversos problemas apareceram o que dificultou determinar regras que fizessem uma classificação satisfatória.

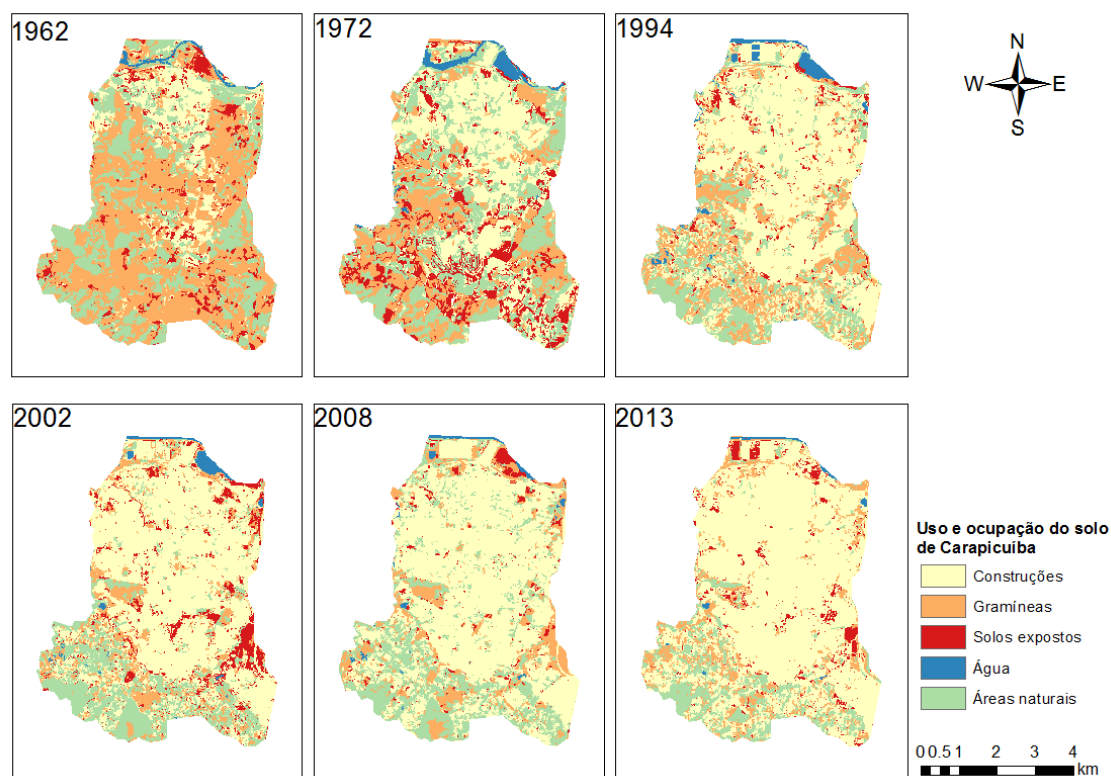
A começar pelas imagens em tons de cinza, referentes aos anos de 1962, 1972 e 1994, a ausência de informação espectral já impôs uma limitação no uso de atributos, principalmente os limiares de brilho, homogeneidade, média e desvio padrão. Além disso, algumas destas imagens estavam estouradas, ou muito escuras em outras partes, resultando em uma confusão na classificação. Por exemplo, as ruas se misturavam muito com áreas de solo exposto por ambos terem limiares de brilho muito próximos, ou até mesmo em regiões claramente urbanas, por estarem muito escuras, acabavam por se agruparem com áreas naturais. Para as imagens coloridas, apesar de facilitarem o uso de limiares por conterem mais atributos que podem ser analisados, ainda surgiram muitas confusões entre as classes, o que resultaria em muito mais trabalho para a correção manual da classificação.

Por fim, foi feito uso do algoritmo de classificação supervisionada pelo vizinho mais próximo (“*Nearest Neighbor*”), que permite a classificação automática (“samples”) através de amostras de treinamento tomadas para cada classe. A ferramenta “samples” permite lidar com amostras de classificação de vizinho mais próximo e para configurar as definições do vizinho mais próximo (ECOGNITION, 2011). Ou seja, usa os valores e características do entorno para classificar amostras selecionadas pelo pesquisador. As características selecionadas podem ser observadas na Tabela 3. O mapeamento final ficou muito mais próximo do mapa de interesse e foi pouco usada a correção manual, mesmo assim, sendo necessária.

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS DE MAPEAMENTO E SIMULAÇÃO

Após a segmentação e classificação das imagens, foram elaborados um total de seis mapas temáticos, como previsto. Os resultados podem ser observados nas Figuras 10. A evolução e transformação do tipo de uso do solo do município de Carapicuíba é clara e de fácil percepção quando os mapas são analisados respeitando uma ordem cronológica, do mais antigo para o mais atual.

Figura 10: Mapas finais do uso e ocupação do solo de Carapicuíba, referentes aos anos de 1962, 1972, 1994, 2002, 2008 e 2013, utilizando o software eCognition.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a análise, desenvolvimento de mapas complementares e geração de modelo preditivo para o município de Carapicuíba, optou-se pela utilização do módulo Land Change Modeler (LCM) do software IDRISI. O LCM prove de ferramentas que permitem assistência e projeção das transformações de uso e ocupação do solo, além de análises de implicações para o habitat de espécies (EASTMAN et al., 2005; GONTIER et al., 2009).

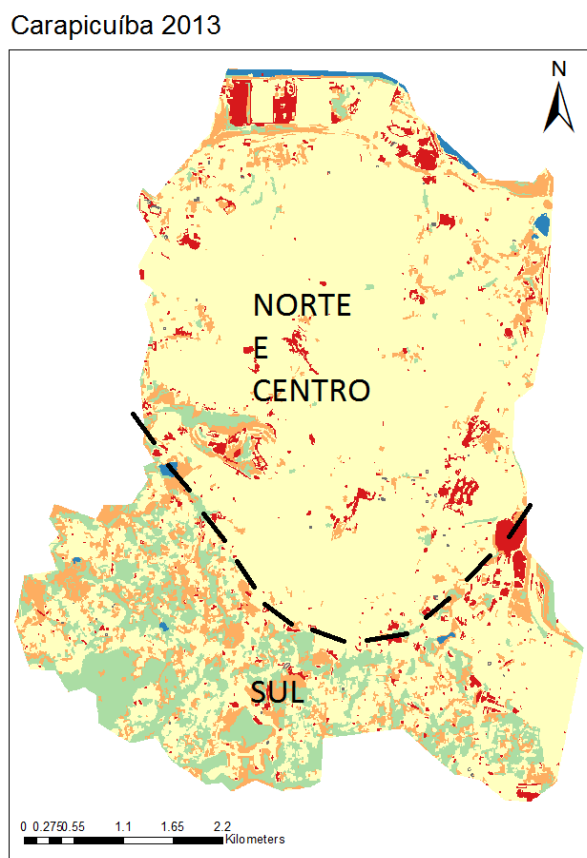
Para este trabalho foram realizadas três análises, cálculo das mudanças de área, transições e modelagem. Através de mapas temáticos de uso do solo, de diferentes momentos para uma mesma região, o programa faz comparações entre um dado e outro, analisando um estágio de cobertura do solo para outro, ou seja, visualiza a dinâmica de transformação da paisagem. O programa também possibilita a criação de gráficos e diferentes mapas auxiliares de acordo com o interesse do pesquisador, como mapa perdas e ganhos para uma única classe, “trocas” entre duas classes específicas, etc. Desta forma, o programa calcula as mudanças de área e possibilita análises mais embasadas, que por sua vez, deram maior suporte para a discussão do presente estudo.

O segundo passo é a modelagem dos potenciais de transição, onde é identificado o potencial de transição da terra. No LCM são gerados diversos mapas de potenciais de transição, de uma classe para outra, usando como referência diversas variáveis, tanto estáticas como elevação e topografia regional, quanto dinâmicas como mapas de ruas e estradas. A partir dos resultados obtidos nesta modelagem, é possível gerar uma previsão de mudança, um cenário futuro para a paisagem estudada e para uma data determinada pelo próprio pesquisador (TERRSET, 2015).

Inicialmente podemos apontar a diferença entre duas regiões no município de Carapicuíba (Figura 11), que se desenvolveram de formas diferentes e que assim poderiam ser analisadas separadamente como processos distintos. A primeira é a região que ocupa a maior parte do município, compreendendo basicamente a região Norte e Central. Já a segunda compreende principalmente a região mais ao Sul.

Caracterizando estas duas regiões, pode-se dizer que a ocupação do solo por um uso mais urbano (construções) se deu de forma mais concentrada e extensa na região Central e Norte da cidade, quando comparada à região Sul, que se deu de forma dispersa e se intercalando com áreas naturais.

Figura 11: Divisão visual do município de Carapicuíba para o ano de 2013, usando como parâmetro para a divisão a cobertura vegetal e urbana.



Fonte: Elaborado pela autora.

Carlos (2013) aponta esta dualidade formadora das periferias de São Paulo, resultante de fenômenos decorrentes do crescimento da metrópole paulista e da concentração do capital, assim como a liberalização econômica e sua crescente desregulação que consolidaram as condições favoráveis para a produção dos fatos urbanos (MARICATO, 2011; MATTOS, 2005). Um tipo de moradia é aquele destinado às classes de renda média-alta, que fogem dos problemas da metrópole (poluição, congestionamento, violência) em busca da “natureza e ar puro”. Outro tipo de moradia encontra-se nos loteamentos destinados à população de baixo poder aquisitivo, que se refugia na periferia onde os preços são menores (PELLEGRINO, 2013, MATTOS, 2005).

No caso de Carapicuíba, seus diferentes processos de ocupação já foram muito comentados por diversos estudiosos, não referentes à mesma cidade, mas mostrando que existe um contraponto à urbanização da pobreza-periferia ou favelização, que toma



grande parte do município em questão. A ocupação irregular de baixa renda divide o entorno das cidades com um modelo de ocupação dispersa, sendo esta segunda formação urbana, também conhecida como “urban sprawl”, responsável pela formação dos característicos subúrbios americanos (MARCUSE,1997; MATOS, 2004; REIS FILHO, TANAKA, 2004 E KIEFER, 2003).

Mattos (2005) assinala ainda as estratégias habitacionais das famílias, onde geralmente prevalece uma acentuada preferência pela moradia unifamiliar isolada. Isso ocorre particularmente no caso das famílias dos setores habitacionais com maior renda, que além da preferência pela moradia individual, evidenciam inclinação por situar-se a maior distância possível dos setores habitacionais de menor renda, o que gera a continua aparição de novos bairros, geralmente localizados em lugares privilegiados da periferia urbana.

Sabendo que as aglomerações podem ter uma estrita relação com elementos como rodovias, ferrovias, polos econômicos, e etc. (OJIMA, 2007), os modelos de urbanização de Carapicuíba foram analisados com um olhar também sobre as vias de acesso do município, como uma maneira de complementar a caracterização do uso do espaço e compreender as influências que tornam a cidade o que ela é hoje.

A começar pelas primeiras épocas mapeadas, sendo elas 1962 e 1972, já contávamos com a presença de duas principais vias de acesso a Carapicuíba (Figura 1), sendo elas a Rodovia Raposo Tavares (SP-270) ao Sul, e a Ferrovia da CPTM ao Norte da cidade.

A Rodovia Raposo Tavares, denominada Rodovia São Paulo- Paraná no período anterior a 1954, por ser uma estrada, tem estrita relação com veículos motorizados. Esse fator, associado a inúmeros outros que incentivaram o uso de automóveis individuais no Brasil desde a década de 30 (REIS, 2010), tornaram as vias de rodagem praticamente de uso privado. Seguindo esta linha de raciocínio, na qual o transporte público cada vez perdeu mais espaço nas ruas e estradas e o uso de carros foi limitado principalmente s classes mais altas, podemos pensar na `Rodovia Raposo Tavares como uma forma de gargalo para o tipo de população que se estabeleceu em seu entorno, refletindo na urbanização de Carapicuíba.

Em sua maioria, a região Sul da cidade passou a ser ocupada por pessoas que tinham condição de comprar e manter um automóvel, e assim utilizar a rodovia para se deslocarem para a capital paulista ou interior. Já a ferrovia, atualmente administrada pela Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM), pode ser analisada como uma forma de transporte público, que passou a ser de interesse maior pelas populações de rendas mais baixas, que tinham um poder de consumo menor.

Mattos (2005) aponta a importância do desenvolvimento da indústria de automóveis, assim como o uso de veículos e implantação de estradas para a construção do espaço e as novas formações metropolitanas na América Latina, dizendo que:

A propensão a metropolização expandida não poderia se explicar sem a participação do acelerado crescimento do parque automobilístico e da generalização do uso de veículos automotores para transporte individual e coletivo, especialmente a partir da década de 1980. Durante esta fase do desenvolvimento desses países, parte pela elevação de renda pessoal e parte pela tendência de queda nos preços desses produtos como consequência da abertura, criou-se um persistente e significativo aumento da taxa de motorização na maioria das economias emergentes latino-americanas, o que permitiu maior viabilidade às preferências das famílias por locais mais afastados, situados em lugares escolhidos na periferia metropolitana. Mais tarde, isso acabou por gerar uma demanda crescente por infra-estrutura urbana. Desde então, as vias e estradas, especialmente as autopistas, se firmaram como eixos da expansão urbana, contribuindo para acentuar, em muitos casos, uma morfologia tentacular (MATTOS, 2005, p. 254).

É importante considerar o fato de que entre 1956 e 1961, durante o governo do Presidente Juscelino Kubitschek, a implementação do Plano de Metas propiciou a instalação das indústrias automobilísticas por completo em todo o país, expandindo as indústrias produtoras de bens de consumo duráveis, e reforçando a concentração econômica já existente no estado de São Paulo. Ou seja, neste ponto, percebemos a força que a indústria de carros estava tomando, assim como um dos grandes motivos pelo qual a periferia de São Paulo passou a receber tantos imigrantes nos anos seguintes, com a

perspectiva de empregos e serviços estimulados pela grande economia paulista (SANTOS, 1993).

Neste mesmo momento, pós década de 50, junto do início da formação da Região Metropolitana (RM) de São Paulo, Carapicuíba se firma como cidade dormitório e passa por um processo de periferização (PELLEGRINO, 2013). Santos (1993) aponta dois elementos essenciais que descrevem estas regiões periféricas que constituíam as RMs, e que são bem representadas em Carapicuíba: a) são formadas por mais de um município, com o município núcleo - que lhes dava o nome - representando uma área bem maior que as demais; b) são objeto de programas especiais, como moradia, levados adiante por órgãos regionais especialmente criados com a utilização de normas e de recursos boa parte federais.

Assim sendo, em 1972, fruto da criação do Banco Nacional de Habitação, Carapicuíba passou a fazer parte de um grupo de municípios que recebeu investimentos na área de moradias populares, no caso, foi construída a COHAB Castelo Branco (Figura 12). Então, a construção de moradias populares no município também foram, assim como as vias de acesso, fatores de importância para o grande adensamento populacional da região (PELLEGRINO, 2013).

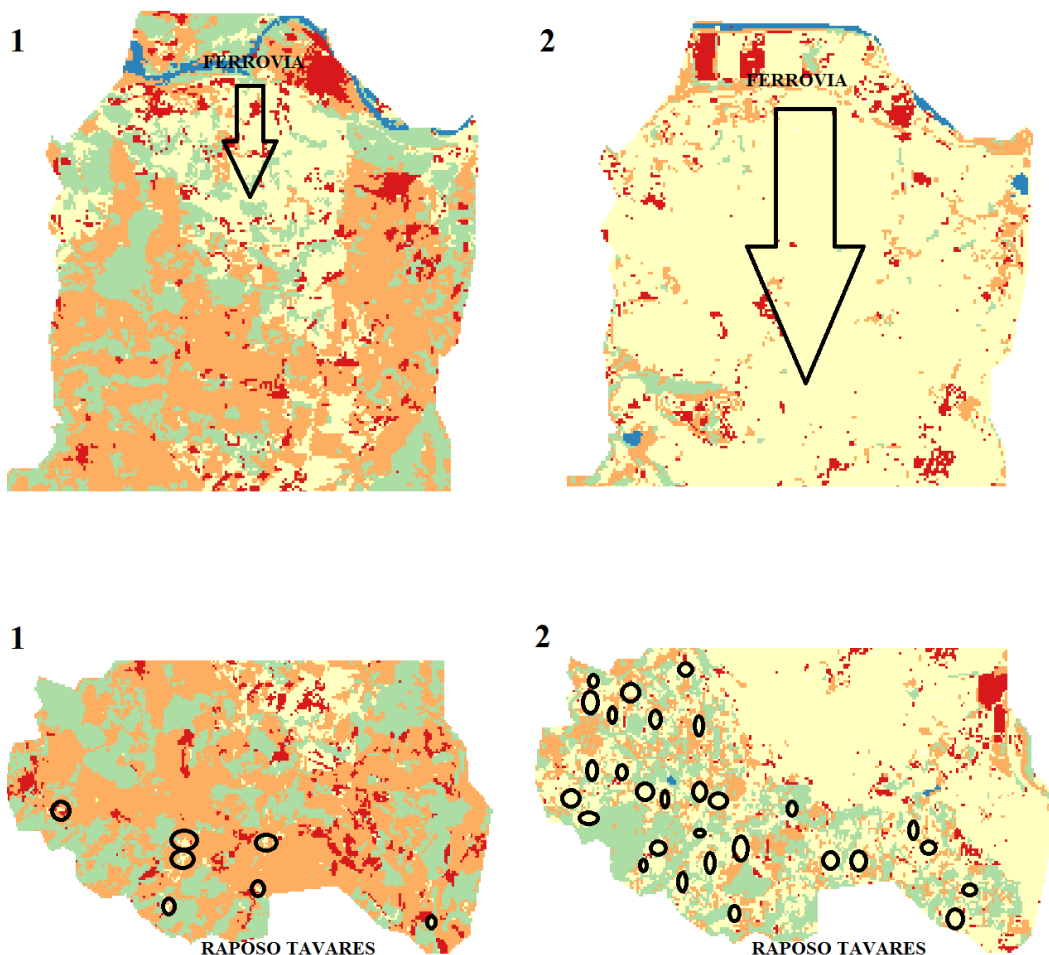
Se a cidade é uma construção social do espaço, podemos pensar que a urbanização de Carapicuíba teria um caráter determinado pela população que a ocupa. Então, a região mais ao Sul e próxima da Raposo Tavares teve seu espaço usado de forma que atendessem os interesses das classes médias e altas que começaram a se fixar nestas áreas, como maior arborização, casas e sítios com grandes terrenos e menos construções.

Para o resto do município que, nesta análise, não teria sofrido tanto com a influência da rodovia SP-270 (regiões Centro e Norte) houve um adensamento urbano superior à região Sul, e por consequência, uma maior perda de cobertura vegetal. Segundo Ojima (2007), ambas as formas de ocupação comentadas, descritas por ele como policêntrica, horizontal, referentes a construções baixas e mais dispersas e monocêntrica, verticalizada, como prédios concentrados em uma região, só são formas descontroladas de expansão urbana.

Villaça (1998) completa este pensamento, dizendo que parece haver uma forte relação entre o crescimento físico das cidades e as vias regionais de transporte. Segundo o autor as rodovias- especialmente as expressas- geram um crescimento mais rarefeito e descontínuo enquanto as ferrovias provocam crescimento fortemente nucleado, partindo seu crescimento junto das estações (Figura 12). Isso se deve as diferenças de

acessibilidade oferecidas pelos dois tipos de via. Na ferrovia a acessibilidade só se concretiza nas estações; na rodovia pode se concretizar em qualquer ponto.

Figura 12: Representação do crescimento nucleado estimulado pela ferrovia (estação) e o crescimento disperso favorecido pela rodovia (carro), tendo como referência os anos de 1962 e 2013.

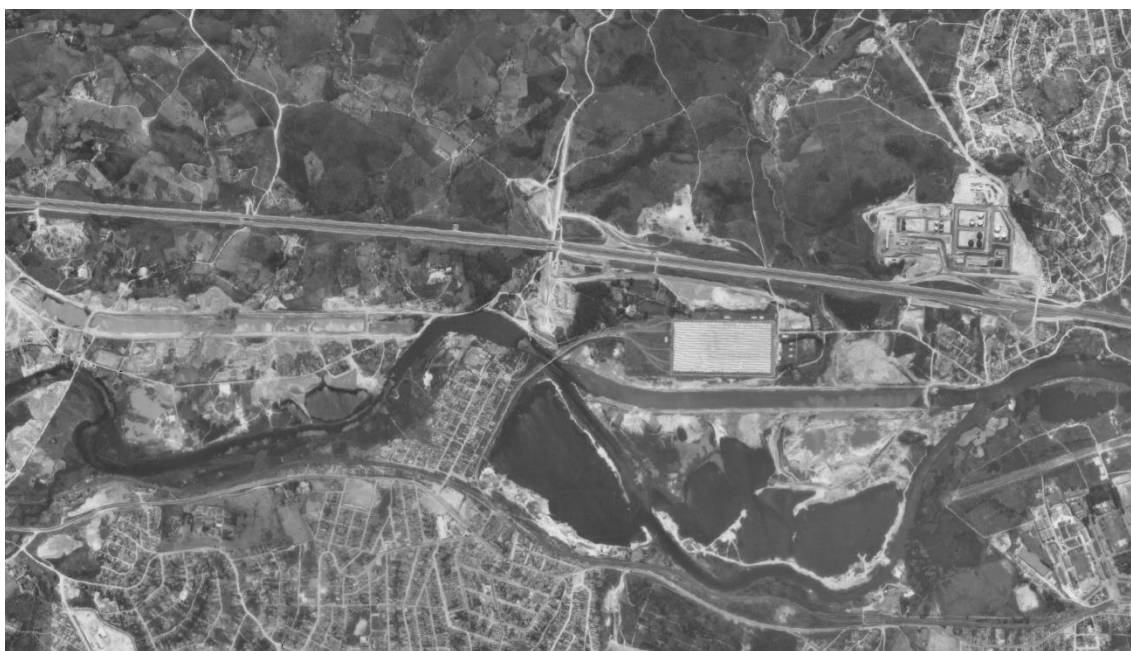


Fonte: Elaborado pela autora.

Então, em 1962 e 1972, quando o processo de periferização estava se iniciando, podemos ver o início dos dois tipos de ocupação descontrolada nos extremos do município, onde por sua vez, se encontram as vias de acesso, estrada e ferrovia. É bom frisar que o crescimento espacial urbano de Carapicuíba não foi um movimento contínuo. O que marcamos como início da urbanização, referentes a década de 60 e 70, na verdade foi um movimento de retomada do crescimento de um núcleo antigo que havia estagnado e voltou a crescer neste período (VILLAÇA, 1998).

Outros dois processos que influenciaram no uso da terra, não apenas em Carapicuíba, mas em tantos outros municípios ao seu entorno, foram a construção da Rodovia Castelo Branco (SCHUTZER, 2012) e a retificação do Rio Tietê (ZANIRATO, 2011). Na década de 70, período em que as obras tanto de construção quanto retificação estavam ocorrendo, a região Norte – região mais próxima à rodovia e ao rio – foi a mais afetada. Este fato pode ser observado quando comparados os mapas e as fotografias originais de 1972 e 1994 (Figura 13 e 14). Não apenas o rio mudou seu percurso, como a região ocupada por construções cresceu e adensou.

Figura 13: Região Norte de Carapicuíba em 1972, enfatizando o processo de retificação do Rio Tietê, construção da Rodovia Castelo Branco e início das instalações industriais na várzea do rio.



Fonte: Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento- USP

A metade do século XX marcou um momento de concentração industrial no estado de São Paulo, com a instalação da indústria pesada de bens de produção, na região da Grande São Paulo (FRACALANZA, 2004). O crescente aumento da população, de serviços e de indústrias nesta região levou ao entendimento de que se fazia necessária a retificação do canal do Rio Tietê, o que por sua vez, acentuou ainda mais a ocupação de sua várzea.

Além de Carapicuíba, Osasco, Barueri e Guarulhos - este último em outra região da Grande São Paulo - seguiram o processo industrial de São Paulo e se tornaram cidades

conurbadas (ZANIRATO, 2011). Devido a estes movimentos de ocupação na várzea do Rio Tietê, as construções no limite Norte de Carapicuíba tomaram uma área ainda mais extensa e concentrada. Nas figuras 13 e 14 também é possível observar a presença de indústrias nesta região, ressaltando a importância da industrialização na ocupação do solo do município.

Figura 14: Zona industrial na região Norte de Carapicuíba e entorno da marginal do Rio Tietê, já retificado, no ano de 1972.

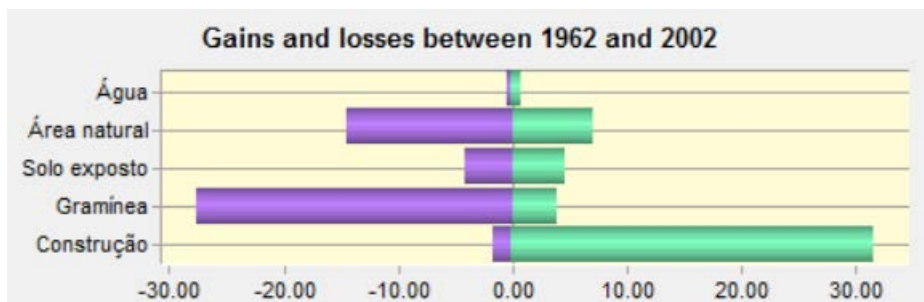


Fonte: Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento- USP

Em 2002, uma nova via de acesso foi inaugurada no limite leste do município, o Rodoanel Mario Covas. Esta foi uma tentativa de desafogar o trânsito da cidade de São Paulo, fazendo a ligação entre as principais estradas que chegavam a capital, sem a necessidade de nela adentrar (CCR, 2014). Neste momento, Carapicuíba já tem grande parte de seu espaço ocupado por construções, tanto por uma urbanização mais concentrada quanto mais dispersa.

Apesar de grande parte do território do município já estar ocupado, com ganho em torno de 30% em quarenta anos (Figura 15), e a construção do trecho Oeste do Rodoanel aparecer como uma resposta ao grande adensamento urbano, crescimento populacional e priorização do transporte sobre rodas, esta infraestrutura viária resultou ainda em uma maior expansão da ocupação por construções em Carapicuíba.

Figura 15: Ganhos e perdas, em porcentagem, para cada classe de cobertura no município de Carapicuíba, no intervalo de tempo de 1962 a 2002, calculada utilizando o software IDRISI.

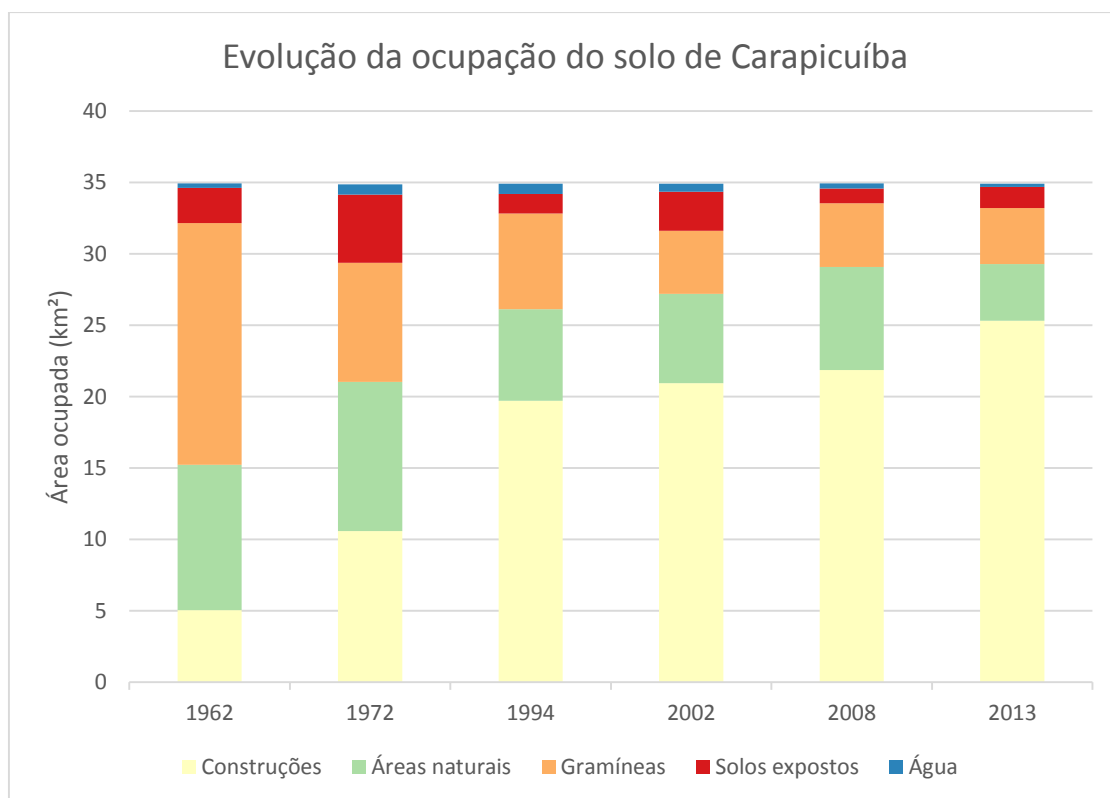


Fonte: Elaborado pela autora e gerado no software IDRISI

Segundo Volpe (2009), o relatório produzido pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, em 2005, relata que existem no trecho Oeste do Rodoanel Mario Covas 30 assentamentos precários que correspondem a cerca de 31,6 km da via, de um total de 32km. Vicentini (2010) ainda completa, dizendo que passados oitos anos da inauguração do trecho Oeste, observa-se então a ocupação progressiva do entorno ou das áreas de influência direta da via. Esse entorno, localizado na periferia da Região Metropolitana de São Paulo, passa a configurar e a reafirmar uma nova especialidade de periferia, onde autoconstruções, favelas e condomínios fechados são servidos por vias e rodovias, dividem o mesmo território e produzem processos de segregação espacial, tanto residencial quanto na circulação.

Concluindo sobre a dinâmica de ocupação de Carapicuíba, as áreas urbanizadas e/ou construídas apresentaram expressivo crescimento quando comparadas com as outras classes desde o ano de 1962, quando houve acréscimo de pessoas devido a imigração, favorecidas pelas vias de deslocamento que cruzam ou são próximas ao município.

Figura 16: Gráfico de ocupação para cada classificação, para cada época mapeada, do município de Carapicuíba.



Fonte: Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento- USP

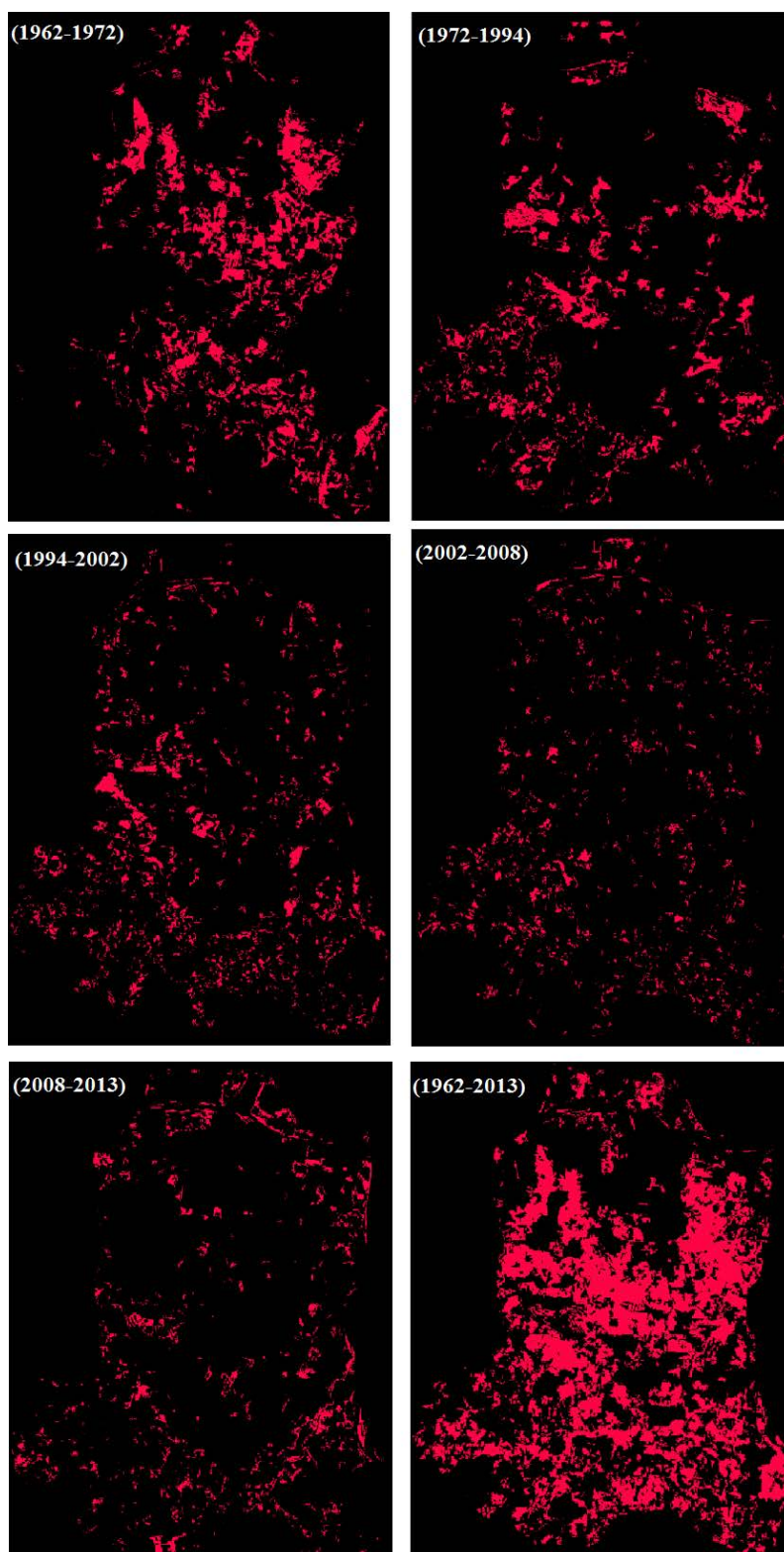
Entre o intervalo de tempo estudado, que vai de 1962 a 2013 (Figura 16), as áreas ocupadas por construções apenas cresceram, e, apesar de terem se estabilizado entre os anos de 1994 e 2008, tiveram um acréscimo de aproximadamente 21 km<sup>2</sup>, valor quatro vezes maior que a área urbanizada presente no começo da década de 60. Em resposta ao crescimento das áreas urbanas, as áreas usadas como pasto/agricultura/loteamentos tiveram um decréscimo quase de mesma grandeza em 50 anos. Ao todo, foram transformados em torno de 13km<sup>2</sup> de vegetação rasteira, sendo que deste total, 9km<sup>2</sup> se perderam em um período de apenas dez anos, referentes a 1962 a 1972.



Através do gráfico também podemos observar então a dinâmica de ganhos e perdas para cada classificação do uso do solo, centrando as análises nas principais classes de ocupação. De modo geral, as áreas naturais da década de 60 a 70 tiveram pouca alteração em seus valores, diferente da vegetação rasteira que teve uma redução de até perto dos 10 Km<sup>2</sup> e nos indicando que o crescimento das ocupações, neste período, se deu principalmente sobre as gramíneas. De 1974 a 1994 as áreas naturais tiveram uma redução de aproximadamente 4km<sup>2</sup>, mas que até 2008 pouco se modificaram. Porém, entre 2008 e 2013 o desmatamento dessas áreas aumentaram e perderam cerca de 3km<sup>2</sup>, um valor muito próximo ao que se perdeu em quase vinte anos.

Ao analisarmos os mapas de transição entre as diferentes épocas, podemos ressaltar outros pontos interessantes para a discussão dos resultados. Quando olhamos para as datas mais antigas, como 1962 e 1972, podemos perceber que elas possuem uma quantidade de áreas naturais maiores que as de 2008 e 2013, que são as mais atuais. Porém o que chama mais atenção é a ocupação por gramíneas e áreas de ocupação urbana que o município tinha a quarenta, cinquenta anos atrás (Figuras17).

Figura 17: Mapas gerados pelo software IDRISI, mostrando a dinâmica de transição de áreas ocupadas por vegetação rasteira para ocupação por construções, entre épocas, sendo a última imagem representando a dinâmica total.



Fonte: Elaborados pela autora

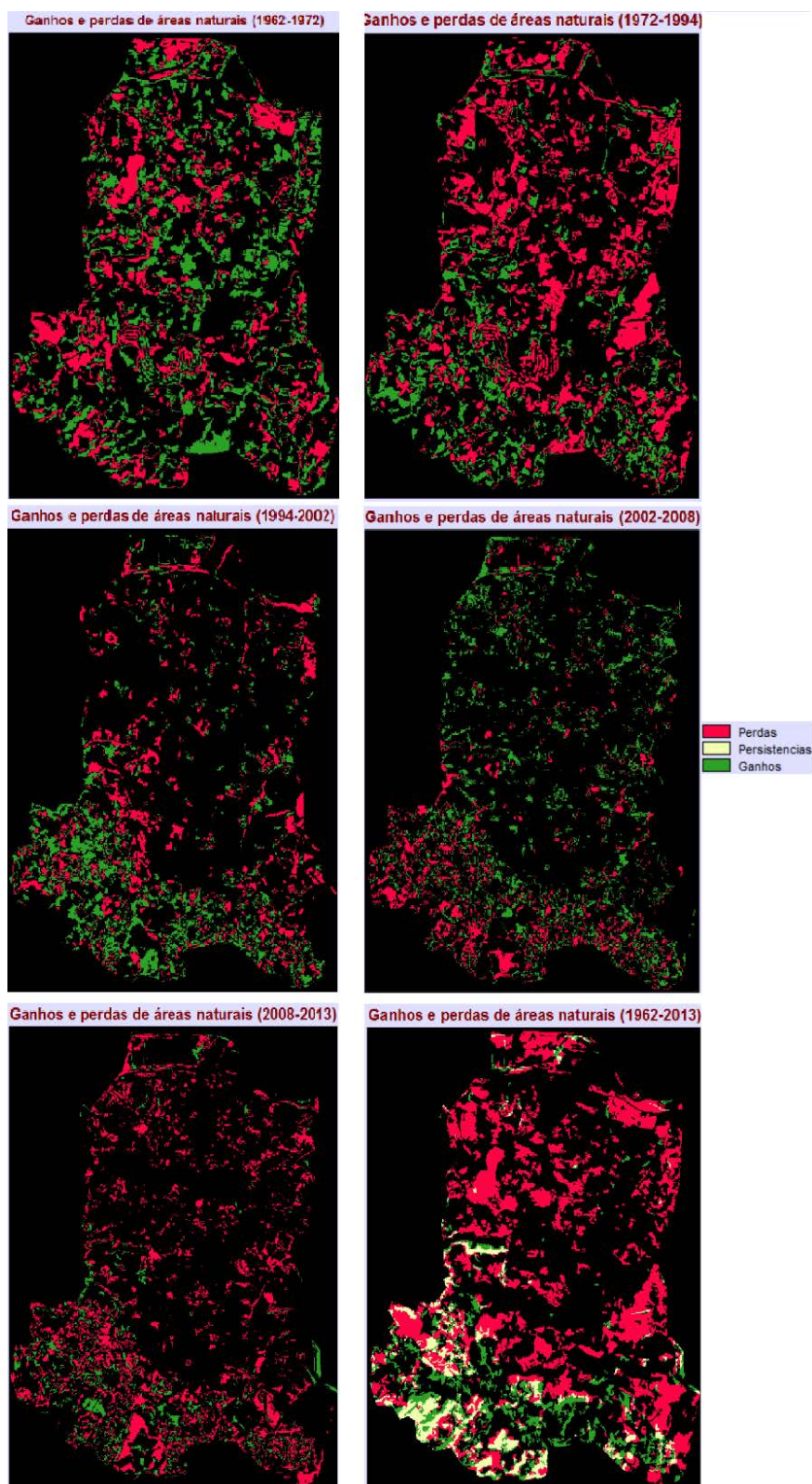
A grande área ocupada por gramíneas (vegetação rasteira), nos mostra que a paisagem, há muitos anos, já havia sido em grande parte alterada e transformado pelo homem. Por ser uma região caracterizada por vegetação de Mata Tropical Atlântica (AB`SABER, 2003), a presença expressiva desta outra fitofisionomia nos mostra que a região era direcionada à produção agrícola, pasto ou loteamentos.

Se tratando das regiões cobertas por gramíneas, que seria também uma das principais classes de ocupação do solo, esta chegou a um terço do que havia no período de aproximadamente 50 anos. Pelos dados ainda é possível assumir que a vegetação rasteira deu lugar principalmente a áreas urbanizadas, mostrando então, um processo de passagem de área rural/loteamentos para urbana.

Analisando a dinâmica das áreas naturais, podemos perceber, com o auxílio do mapa de perdas e ganhos de áreas naturais (Figuras 18), que entre 1962 e 2013, as perdas se concentraram principalmente onde a expansão urbana ocorreu de forma menos dispersa. Já os ganhos ocorreram principalmente na região Sul, onde há maior dispersão de construções. Como afirma Ojima (2007), este tipo de dispersão urbana menos concentrado intuitivamente pode apresentar menor continuidade de áreas verdes e maior demandas automotivas, o que faz muito sentido para Carapicuíba, quando pensamos nas análises anteriores sobre a ocupação do espaço e meios de locomoção.

Fechando a análise sobre a evolução das áreas naturais do município, a extensão destas reduziu-se a quase metade do que havia na década de 60 e que por mais que não fosse a classe mais representativa, estava dentre as principais e a grandeza de sua redução pode ter grande significado, se tratando de questões ecológicas. Pois mesmo ter se preservado, ao menos em formato de cobertura vegetal, na região Sul, a fragmentação e baixa conectividade resultam em diversos outros problemas que podem chegar a por exemplo extinções de espécies locais até perda de biodiversidade global (ADAMS & DOVE, 1989; ROLSTAD, 1991), que podem ser tão prejudiciais quanto somente a falta destas áreas naturais.

Figura 18: Mapas gerados pelo software IDRISI, mostrando a dinâmica de perdas e ganhos de áreas naturais, entre épocas. A última imagem representa a dinâmica total, mostrando ainda as áreas naturais que persistiram.



Fonte: Elaborados pela autora

Em relação a classificação de solos expostos, é importante ressaltar que apesar de ser uma classe pouco significativa em termos numéricos, esta classe tem grande peso quando pensamos nos processos de transformação da terra. O solo exposto nos mostra que, se tratando de um ambiente tropical e de grande densidade vegetal, e considerando a janela de tempo do estudo, sua aparição é resposta a intervenção humana.

Observando o gráfico de evolução de solo exposto (Figura 16) ao longo do tempo, podemos ver a existência de dois picos, referentes as épocas de 1972 e 2002. Analisando os mapas temáticos anteriores e posteriores a década de 70, podemos pensar no solo exposto como um estágio da dinâmica de uso do solo, pois o solo exposto ocupou o que antes era área natural e principalmente gramíneas, e veio a se tornar construção em sua maioria. Há que se levar em consideração também, que neste período, Carapicuíba estava passando por um momento de grande crescimento populacional e que por essa razão, é de se esperar que ocorra realmente uma grande transformação do espaço atendendo as demandas sociais, como moradia, comércio, transporte etc.

Já para a época de 2002, o pico de solo exposto não segue exatamente essa mesma ordem de sucessão. Inicialmente podemos apontar uma diferença que é concentração de solo exposto em poucas manchas grandes, enquanto que em 1972 eram manchas menores e mais espalhadas. A razão desta nova estruturação pode ter ocorrido por duas razões, sendo elas a grande ocupação de áreas construídas que limitou novas ocupações a poucas regiões e a construção do Rodoanel no limite Leste do município.

No início dos anos 2000, Carapicuíba já apresentava grande parte de seu território ocupado por regiões urbanas, assim, novas construções ficaram concentradas a poucas áreas abertas que restaram. Além disso, a construção do Rodoanel, como já foi comentado anteriormente, possibilitou e favoreceu a instalação de novas construções em seu entorno, indicando através da existência de solos expostos onde posteriormente vão surgir novos espaços urbanos no município. Esta transformação pode ser observada no mapa de 2008. Assim, podemos observar mais uma vez a grande influência das vias de deslocamento sobre a caracterização espacial e social de um ambiente.

## 5 CONCLUSÃO

A partir da análise de dados e discussão podemos concluir que a preservação da cobertura vegetal de áreas naturais sofreu influência dos modelos de ocupação de Carapicuíba o que levou as áreas de vegetação a se limitarem a Região Sul. Porém, há também de se considerar que a preservação da cobertura vegetal não significa manutenção de um meio ambiente sadio, ou seja, conservação efetiva dos meios bióticos e abióticos regionais.

Podemos ainda fechar este estudo completando que os diferentes processos de uso e ocupação do espaço, como infraestrutura viária, ferroviária, serviços de assistência social de moradia, influenciaram na estratificação social no município e por consequência atuaram de maneiras diferenciadas sobre a dinâmica da paisagem do município.

Sendo assim, podemos ainda dizer que, estudos como esse nos mostram que os programas de planejamento e gestão territorial deveriam levar em consideração estas diferenças expressas em uma mesma região. Desta forma é possível direcionar diferentes projetos de assistência social e preservação do meio ambiente específicos para cada realidade, tornando estes programas muito mais efetivos e duradouros.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. *Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorias, 2003.

ACEVEDO, M. F. et al. *Models of natural and human dynamics in forest landscape: cross-site and cross-cultural synthesis*. Geoforum, 2008.

ADAMS, L. W., DOVE, L. *Wildlife reserves and corridors in urban environments*. National Institute for Wildlife, Columbia, Maryland, 1989.

AGISOFT. 2014. Disponível em:< <http://www.agisoft.com>>. Acessado em: 29/09/2014.

ALBERT, M. *The effects of urban patterns on ecosystem function*. International Regional Science Review 28, 2005, p. 168–192

ALMEIDA, C. M., MONTEIRO, A. M. V., CÂMARA, G., SOARES-FILHO, B. S., CARQUEIRA, G. C., PENNACHIN, C. L., BATTY, M. *Gis and Remote Sensing as tools for the simulation of urban land-use change*. International Journal of Remote Sensing, 2005, 759-774.

AN, L., LIDERMAN, M., QI, J. SHORTRIDGE, A. LIU, J. *Exploring complexity in a human-environment system: an agent-based spatial model for multidisciplinary and multiscale integration*. Annals of Association of American Geographers 95, 2005.

ARRUDA, J. A. J. *São Paulo nos séculos XVI-XVII*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo: POIESIS, 2010.

ASNER, G.P.; SCURLOCK, J. M. O.; HICKE, J. A. *Global synthesis of leaf area index observations: implications for ecological and remote sensing studies*. Global Ecology and Biogeography 12, 2003, p. 191–205.

AWAYA, Y.; KODANY, E.; TANAKA, K.; LIU, J.; ZHUANG, D.; MENG, Y. *Estimation of global net primary productivity using NOAA images and meteorological data: changes between 1988 and 1993*. International Journal of Remote Sensing 25, 2004, p.1597–613.

BAATZ, M., BENZ, U., DEHGHANI, S., HEYNEN, M., HOLTJE, A., HOFMANN, P., LINGENFELDER, I., MIMLER, M., SOHLBACH, M., WEBER, M. WILLHAUCK, G. eCognition. *Object Oriented Image Analysis*. User Guide. Definies Imaging. Munchen.Germany, 2001.

BATISTELLA, M.; ROBERSON, S.; MORAN, E.F. *Settlement design, forest fragmentation, and landscape change in Rondonia, Amazonia*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 69, 2003, p. 805–12.

BUGNET, P., CAVAYAS, F. & GAGNON, L. *Automatic mapping of woodlands in urbanized environments based on panchromatic IKONOS images – case of the Montreal Metropolitan region*. Canadian Journal of Remote Sensing 29, 2003, p. 755–69.

BLASCHKE, T., Hay, G. J., Kelly, M., Lang, S., Hofmann, P., Addink, E., ... Tiede, D. *Geographic Object-Based Image Analysis – Towards a new paradigm. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 87, 2014, 180–191.

BURNETT, C.; FALL, A.; TOMPPO, E.; KALLIOLA, R. *Monitoring current status of and trends in boreal forest land use in Russian Karelia. Conservation Ecology* 7. Retrieved 19, 2003.

CARLOS, A. F. A. *A cidade*. 9 ed, São Paulo: Contexto, 2013, p.55.

CCR. Concessionária do Rodoanel Oeste S. A. Disponível em :<  
[http://www.rodaneloeste.com.br/resources/files/misc/b5fe3b092f7e4fdd8f398fc5fc5bf540\\_CC R%20RodoAnel\\_2012-2011.pdf](http://www.rodaneloeste.com.br/resources/files/misc/b5fe3b092f7e4fdd8f398fc5fc5bf540_CC%20RodoAnel_2012-2011.pdf)>, acessado em 28/05/2014.

COHEN, W.B. & GOWARD, S.N. *Landsat's role in ecological applications of remote sensing. Bioscience* 54, 2004, p. 535–45.

CONSTANZA, R. & RUTH, M. *Using dynamic modeling to scope environmental problems and build consensus. Environmental Man-agement* 22, 1998, p. 183–195.

COPPIN, P. et al. *Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. International Journal of Remote Sensing* 25, 2004, p. 1565-1596.

COSTA, E. Vda. *Cotia e Itapeverica da Serra, subúrbios agrícolas*. In: AZEVEDO, A. *A cidade de São Paulo*. V. IV. Os subúrbios paulistanos. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1958,p.109-152.

CRUMLEY, C. L. *Historical ecology: integrated thinking at multiple temporal and Spatial scales*. Paper presented at conference on World System History and Global Environmental Change, Lund University, Sweden, 2003. p. 19-22.

DEAN, W. *A industrialização de São Paulo (1880-1945)*. 3ed. São Paulo: Difel, 1970.

DEFRIES, R.S. et al. *Combining satellite data and biogeochemical models to estimate global effects of human-induced land cover change on carbon emissions and primary productivity. Global Biogeochem. Cycles* 13, 1999, p.803–815

ECOGNITION DEVELOPER. *Reference Book*. Munchen: Trimble Documentation, 2011.

FERREIRA, L.G.; YOSHIOKA, H.; HUETE, A.; SANO, E.E. *Seasonal landscape and spectral vegetation index dynamics in the Brazilian Cerrado: an analysis within the Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA)*. *Remote Sensing of Environment* 87, 2003, p.534–50.

FRACALANZA, A. P. *Produção socialdo espaço e degradação da água na região metropolitana de São Paulo*. Encontro da ANPPAS, 2004.

EL ARABY, M. *Urban growth and environmental degradation. Cities* 19, 2002, p. 389–400.



GLOBALGEO, disponível em: < <http://www.globalgeo.com.br/satelite/rapideye/>>, acessado em: <01/10/2015>.

GmbH, D. I. eCognition Object Oriented Image Analysis–Manual, Munich, Ger many. 2001.

GIESBRECHT, R. M. **Estações ferroviárias**. Atualizado em 2013. Disponível em : <<http://www.estacoesferroviarias.com.br/c/carapic.htm>>, acessado em 27/05/2014.

GREENHILL, D.R.; RIPKE, L.T.; HITCHMAN, A.P.; JONES, G.A.; WILKINSON, G.G. *Characterization of suburban areas for land use planning using landscape ecological indicators derived from Ikonos-2 multispectral imagery*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 41, 2003, p.2015–21.

HALL, O., HAY, G.J., BOUCHARD, A. and MARCEAU, D.J. *Detecting dominant landscape objects through multiple scales: an integration of object-specific methods and watershed segmentation*. Landscape Ecology 19, 2004, p.59–76.

HEROLD, M., LIU, X.; CLARKE, K. C. *Spatial metrics and image texture for mapping urban land use*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 69 ed, 2003, p. 991-1001.

HEROLD, M.; CLAKE, K.C.; SCEPA, J. *Remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land use*. Environment and Planning 34, 2003. p.1443-1458.

HOFMANN, P. Detecting buildings and roads from IKONOS data using additional elevation information. GeoBIT/GIS, 6 ed, 2001, p. 28-33.

HOFMANN, P. STROBI, J., BLASCHKE, T.; KUX, H. Detecting informal settlements from QuickBird data in Rio de Janeiro using an object-based approach. In Object-Based Image Analysis: spatial Concepts for Knowledge-Driven Remote Sensing Applications. Berlin, 2008, p.531-554.

IBGE. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>, Acessado em 21/05/2014

JOLY, C. LEITAOFILHO, H. F. & SILVA, S. M. *O patrimônio florístico- The floristic heritage*. In: Mata Atlântica- atlantic rain Forest (G. I. Câmara, coord.) Ed. Index Ltda. E Fundação S. O. S Mata Atlântica, São Paulo, 1991.

KASPERSON, J.E.; KASPERSON, R.E.; TURNER II, B.L. Regions at risk. Exploring environmental criticality. Environment 39, 1997. p.4–15.

KERR, J.T. & OSTROVSKY, M. *From space to species: ecological applications of remote sensing*. Trends in Ecology and Evolution 18, 2003. p.299–305.

KIEFER, M. J. *Suburbia and its discontents*. Harvard Design Magazine, n.19, p.1-5, 2003.

KOK, G. *A presença indígena nas capelas da Capitania de São Vicente (século XVII)*. Espaço Ameríndio (UFRGS), v. 5, 2011p. 45-73.

LATIF, A.; SABET SARVESTANI, M. *Urban sprawl pattern recognition using remote sensing and GIS, case study Shiraz City, Iran*. In: Proceedings of urban remote sensing joint event, Shanghai, 2009.

LATIFOVIC, R. & OLTJOF, I. *Accuracy assessment using sub-pixel fractional error matrices of global land cover products derived from satellite data*. Remote Sensing of Environment 90, 2004. p.153–65.

LUNA, F. V. *São Paulo no século XVIII*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo: POIESIS, 2010.

MARCUSE, P. *The enclave, the citadel and the ghetto: what has changed in the post fordist U.S. city*. Urban Affairs Review, v.33, n.2, Nov. 1997.

MARICATO, E. *O impasse da política urbana no Brasil*. Petrópolis: Vozes. 2011. No prelo.

MARICATO, E. *Metrópoles desgovernadas*. Estudos Avançados, 25 (71), 2011.

MARICATO, E. *Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras*. São Paulo em perspectiva, 14 (4), 2000.

MARTINELLI, M., PEDROTTI, F. *A cartografia da unidade de paisagem: questões metodológicas*. Revista do Departamento de Geografia, [S.l.], v. 14, p. 39-46, mai. 2011. ISSN 2236-2878. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47311>>. Acesso em: 07 Out. 2015. doi:<http://dx.doi.org/10.7154/RDG.2001.0014.0004>.

MATOS, C. A. de. *Redes, nodos e cidades: transformação da metrópole latino-americana*. In: RIBEIRO, L. C. de Q. (Org.) *Metrópoles entre a coesão, a fragmentação, a cooperação e o conflito*. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2004.

MATSUOKA, R. H. & KAPLAN, R. *People needs in the urban landscap: Anayises of landscape and urban planning contributions*. Landscape and Urban Planning, Ed. Elsevier, 2008.

MAS, J.F. *Monitoring land-cover changes: A comparison of change detection techniques*. International Journal of Remote Sensing 20, 1999. p.139-152,

METZGER, J.P. 2001. *O que é ecologia de paisagens?* Biota Neotrop. Disponível em :<<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/fullpaper?bn00701122001+pt>>, acessado em 05/06/2014.

MILLIET, S. *Roteiro do café e outros ensaios*. 4ed. Estudos Rurais. São Paulo: HUCITEC, 1982.

MILES, V.V.; BOBYLEV, L.P.; MAXIMOV, S.V.; JOHANNESSEN, O.M.; PITULKO, V.M. *An approach for assessing boreal forest conditions based on combined use of*

*satellite SAR and multi-spectral data*. International Journal of Remote Sensing 24, 2003. p.4447–66.

MONTGOMERY, M. R. *The urban transformation of the developing world*. Science. 319, 2008. p. 761-764.

MORI, S. A. & BOOM, B. M. *Southern bahian moist forests*. Bot. Rev., 1983. p. 155-232.

NASCIMENTO, J. L. do. *São Paulo no século XIX*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo: POIESIS, 2010, p 75-77.

OJIMA, R. *Dimensões da urbanização dispersa e uma proposta metodológica para estudos comparativos*. R. bras. Est. Pop., São Paulo, v. 24, n. 2, p. 277-300, jul./dez. 2007.

OLIVEIRA, R. R. & MONTEZUMA, R. C. M. *História ambiental e Ecologia da paisagem*. Mercator 19, 2010. v.14, 117-128.

PASSAVENTO, S. J. *Com os olhos no passado: a cidade como palimpsesto*. Esboços-Revista do programa de Pós-Graduação em História da UFSC, v.11, n.11, 2004, p. 25-30.

PELLEGRINO, B. R. *Urbanização e periferação na metrópole paulista; uso do território no município de Carapicuíba e a questão habitacional (1970-2012)*. Trabalho apresentado no 14º. EGAL. Perú, 2013.

PEREZ-VEGA, A., MAS, J. LIGMANN-ZIELINSKA. *Comparing two approaches to land use/cover change modeling and their implications for the assessment of biodiversity losses in a deciduous tropical forest*. Environmental Modelling & Software, 29, 2011.

PETRONE, P. *Aldeamentos paulistas*. São Paulo: Edusp, 1995.

PINHO, C. M. D., FONSECA, L. M. G.; KORTING, T. S.; ALMEIDA, C. M.; KUX, H. J. H. *Land- cover classification of an intra- urban environment using high- resolution images and object- based image analysis*. International Journal of Remote Sensing, 2012, p. 5973-5995.

PINHO, C. M. D.; FEITOSA, F. F.; KUX, H. *Classificação automática de cobertura do solo urbano em imagem IKONOS: comparação entre a abordagem pixel-a-pixel e orientada a objetos*. In: XII Brazilian Symposium on Remote Sensing, 16-21 April 2005, Goiania, 2005, p. 4217-4224. CD-ROM.

PICKETT, W. BURCH, S. DALTON, T. Foresman, M. Grove, R. Rowntree. *A conceptual framework for the study of human ecosystems in urban areas*. Urban Ecosystems 1, 1997. p. 186–199.

REIS FILHO, N. G.; TANAKA, M. (Org.) *Brasil, estudos sobre dispersão urbana*. São Paulo: Fapesp, 2007.

RHEMTULLA, J.M.; MLADENOFF, D.J. & CALYTON, M.K. *Regional land-cover conversion in the U.S. Supper Midwest: magnitude of change and limited recovery (1850–1935–1993)*. Landscape Ecology 22, 2007.p. 57–75.

ROLNIK, R. *A cidade e a lei: legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo*. São Paulo, Studio Nobel/ Fapesp, 1997.

ROLSTAD, J. *Consequences of forest fragmentation for the dynamics of bird populations: conceptual issues and the evidence*. Biological Journal of the Linnean Society, 1991, 149-163.

SALES, A. *A pátria paulista*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1983.

SANTOS, M. A. dos. *O trabalho do geógrafo do terceiro mundo*. Hucitec: São Paulo, 1996, 113p.

SANTOS, W.G. dos. *Razies da desordem*. Rio de Janeiro, Rocco, 1993.

SANTOS, M. *A urbanização brasileira*. São Paulo, Hucitec, 1993.

SCHREIBER, K. F. The history of landscape ecology in Europe. Changing Landscapes: An Ecological Perspective. I.S. Zonneveld and R.T.T. Forman Springer. New York, 1990. p. 21-34.

SECRETARIA de Estado de Desenvolvimento Metropolitano; EMPLASA. Por dentro da Região Metropolitana. São Paulo: Emplasa, junho de 2011 Disponível em: <<http://www.emplasa.sp.gov.br/emplasa/RMSP/rmsp.pdf>> acessado em 26/05/2014

SHEPHERD, M. *A review of current investigations of urban-induced rainfall and recommendations for the future*. Earth Interactions 9, 2005. p. 1–27

SPACEIMAGING. Disponível em : < <https://apollomapping.com> >, acessado em 02/02/2015.

TERRSET. *Manual*. Clark Labs: EUA, 2015.

THOMAS, W. W.; CARVALHO, A. M. A.; GARRISON, J.; ARBELAEZ, A. L. *Planet endemism in two forests in southern Bahia, Brazil*. Biod. Conser, 1998. p. 311-322

TRIMBLE. *User Guide*. Trimble Documentation: Munique, 2014, p.2.

TROLL, C. Luftbildplan und ökologische Bodenforshung. Zeitschrift der Gesellschaft fur Erdkunde, Berlin, 1939. p. 241-298.

TURNER, D.P.; OLLINGER, S.V.; KIMBALL, J.S. *Integrating remote sensing and ecosystem process models for landscape- to regional-scale analysis of the carbon cycle*. Bioscience 54, 2004. 573–84.

UNITED NATIONS. *World Urbanization Prospects: The 2005 Revision Population Database*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division, United Nations, New York, 2005.

VERBURG, P. H., SCHOT, P. P., DIJST, M. J., VELDKAMP, A. *Land use change modelling: current practice and research priorities*. *GeoJournal* 61, 2004. p.309-304

VILLAÇA, F. *Espaço Intra-urbano no Brasil*. Brasil, Studio Nobel, 1998.

VICENTINI, J. S. B. *A reprodução de processos de segregação espacial na periferia da Região Metropolitana de São Paulo: o entorno do Rodoanel Mario Covas (Trecho Oeste)*. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 150 p. 2010.

VOLPE, L. L. *Análise da paisagem no entorno dos eixos viários: o exemplo do Rodoanel Mario Covas na Região Metropolitana de São Paulo*. Dissertação (Mestrado Geografia física)- Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 208 p. 2009.

WENG, Q. *A remote sensing-GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in Zhijiang Delta, China*. *International Journal of remote Sensing* 22, 2001. p. 1991-2014.

WORSTER, D. *Para fazer uma História Ambiental*. *Estudos Históricos* 4 , 1991. p.198-215.

WU, J. and HOBBS, R. *Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis*. *Landscape Ecology* 17, 2002. p.355–65.

WULDER, M.A., HALL, R.J., COOPS, N.C. and FRANKLIN, S.E. *High spatial resolution remotely sensed data for ecosystem characterization*. *Bioscience* 54, 2004. p.511–21.

XIAO, J. et al. *Evaluating urban expansion and land use change in Shikiazhuang, China, by using GIS and remote sensing*. *Landscape and Urban Planning* 75, 2006. p.69-80.

ZANIRATO, S. H. *História da ocupação e das intervenções na várzea do rio Tietê*. *Revista Crítica Histórica*. Ano II, nº 4, 2011.