UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

**Cobertura da terra intraurbana para inferências sobre a
qualidade de vida na cidade de Marília/SP**

Agnes Silva de Araujo

São Paulo

2015

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS
HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

**Cobertura da terra intraurbana para inferências sobre a
qualidade de vida na cidade de Marília/SP**

Agnes Silva de Araujo

Discente

Prof. Dr. Ailton Luchiari

Orientador

Dissertação apresentada ao programa de Pós graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre.

Linha de pesquisa: Informações geográficas, representação e análise

São Paulo-SP

Dezembro/2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

A658c Araujo, Agnes
Cobertura da terra intraurbana para inferências
sobre a qualidade de vida na cidade de Marília/SP /
Agnes Araujo ; orientador Ailton Luchiari. - São
Paulo, 2015.
123 f.

Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Filosofia,
Letras e Ciências Humanas da Universidade de São
Paulo. Departamento de Geografia. Área de
concentração: Geografia Física.

1. espaço intraurbano. 2. qualidade de vida. 3.
índices e indicadores sociais. 4. cobertura da terra
intraurbana. 5. análise de imagens baseada em
objetos geográficos (GEOBIA). I. Luchiari, Ailton ,
orient. II. Título.

Nome: ARAUJO, A. S.

Título: Cobertura da terra intraurbana para inferências sobre a qualidade de vida na cidade de Marília/SP

Dissertação apresentada ao programa de Pós graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre.

Aprovado em: _____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por sempre iluminar e abençoar meu caminho.

Ao Cnpq e a PROAP (Programa de apoio à pós-graduação) pelo auxílio financeiro.

Ao Professor Ailton pela oportunidade de realização dessa pesquisa e pela orientação sempre muito valiosa. Obrigada por fazer parte da minha caminhada acadêmica evolutiva.

Aos técnicos e amigos Pablo Nepomuceno (LASERE) e Germano de Castro Gandra (LABCART) pelas inúmeras discussões sobre o tema da pesquisa, por terem sempre insights interessantes. Por toda a ajuda técnica, por toda a paciência e por sempre me salvarem quando o computador parecia não colaborar com os processamentos necessários.

As professoras Rúbia Gomes Morato e *Mariana* Abrantes Giannotti pela contribuição na banca de qualificação, nos cursos ministrados, que muito contribuíram para a evolução dessa pesquisa.

A todos meus familiares. Á minha mãe Sandra, ao meu pai Denis, aos meus irmãos: Vitor, Deninho e Rafael, pelo amor, força, equilíbrio e incentivo que sempre encontro em vocês.

A minha querida amiga Ana Clara Cerminaro, pela revisão e contribuição na leitura da dissertação. Pelo companheirismo e amizade, hoje e sempre.

RESUMO

O entendimento do espaço intraurbano das cidades requer a observação, identificação e compreensão da relação de padrões e formas espaciais para o desvendamento de seus conteúdos e compreensão dos processos que atuam na produção e reprodução do mesmo. Mapas temáticos de cobertura e uso da terra e de índices e indicadores sociais comumente são utilizados para adquirir informação sobre os padrões existentes na cidade, uma vez que são fontes de dados para a elaboração de diagnósticos, ordenamento e gestão dos territórios. Esta pesquisa tem como objetivo correlacionar à classificação de cobertura da terra intraurbana da cidade de Marília/SP elaborada a partir de imagens orbitais de alta resolução utilizando-se do método de análise de imagens baseada em objetos (GEOBIA) com os índices e indicadores sociais de qualidade de vida, qualidade ambiental, educacional e de nível socioeconômico para inferências sobre a qualidade de vida e a segregação socioespacial na cidade de Marília/SP. Para a espacialização e processamento dos dados quantitativos e qualitativos foram utilizadas técnicas de geoprocessamento, por meio do uso de um Sistema de Informações Geográficas, técnicas estatísticas e de sensoriamento remoto, que permitiram análises espaciais dos dados elaborados. Os resultados foram apresentados e a metodologia proposta demonstrou-se promissora para ser aplicada na atualização de informações do espaço intraurbano para subsidiar o planejamento urbano e a gestão territorial e consequentemente, contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população.

Palavras-chaves: espaço intraurbano, geotecnologias, análise de imagens baseada em objetos geográficos (GEOBIA), análise espacial, índices e indicadores sociais, qualidade de vida.

ABSTRACT

The understanding of intraurban space in cities requires the observation and identification of the relationship between spatial patterns for the unveiling of its contents to understand the processes involved in the production and reproduction of these spaces. Thematic land cover/land use maps and social indicators maps are commonly used to acquire information on the existing spatial patterns, they are an important data source for land planning and management, and hence, are crucial in zoning projects. This research aims to correlate intraurban land cover classification maps from the city of Marília/SP developed from high resolution satellite images using the image analysis based on objects (GEOBIA) method with the indices and social indicators of quality of life, environmental quality, education and socioeconomic level for inferences about the quality of life and socio spatial segregation in the city of Marília/SP. For the spatial distribution and processing of the quantitative and qualitative data, geoprocessing techniques were applied, through the use of a Geographic Information System, statistical techniques and remote sensing, which allowed spatial analysis of data created. The results were presented and the proposed method was demonstrated promising to be applied in updating intraurban space information to support urban planning and land management and, consequently, contribute to improving the population's quality of life.

Key-words: intraurban spaces, geotechnologies, Geographic Object Based Image Analysis (GEOBIA), spatial analysis, social indicators, quality of life.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Relação entre objetos sob análise e resoluções espaciais diferentes	26
Figura 02: Representação da segmentação multiresolução, utilizando o algoritmo FNEA	28
Figura 03: Operação realizada para obtenção da área efetivamente urbanizada dos setores censitário	36
Figura 04: Mapa de localização do espaço intraurbano do município de Marília/SP	37
Figura 05: Centro comercial de Marília. Rua São Luiz	40
Figura 06: Zona Pericentral de função residencial na cidade de Marília/SP, vista da porção Leste da cidade	41
Figura 07: Zona Pericentral de função residencial na cidade de Marília/SP, vista da porção Norte da cidade	42
Figura 08: Rodovia Rachild Rayes, localização da cidade Universitária à esquerda	42
Figura 09: Cidade Universitária vista de frente	43
Figura 10: Rodoviária localizada na Zona Periférica de Marília, vista da Avenida das Esmeraldas	43
Figura 11: Mapa da disposição dos Bairros e das vias de circulação principal de Marília/SP	45
Figura 12: Carta imagem do espaço intraurbano de Marília, utilizada na elaboração do mapa de cobertura da terra	50
Figura 13: Rede hierárquica das classes de cobertura	57
Figura 14: Legenda do mapa de classificação da cobertura da terra intraurbana de Marília, contendo suas relações hierárquicas	58
Figura 15: Ilustração do primeiro procedimento de segmentação executado	60
Figura 16: Ilustração do segundo procedimento de segmentação executado	60
Figura 17: Mapas dos pontos de amostragem de ocupação da terra, aquisição por GPS em trabalho de campo realizado nos dias 05/01/2015 a 29/01/2015	65
Figura 18: Exemplo de técnica de dasimetria em setores censitários	66
Figura 19: Fluxograma da proposta metodológica para inferências sobre a qualidade de vida intraurbana	70
Figura 20: Localização das antigas fábricas em Marília – proximidade à ferrovia no centro de Marília	72
Figura 21: Localização das antigas fábricas de Marília ao longo da linha férrea (1978) no centro de Marília	73
Figura 22: Gráfico de crescimento demográfico da cidade de Marília/SP	74
Figura 23: Mapa de qualidade ambiental de Marília	76
Figura 24: Mapa de índice educacional da população de Marília	77
Figura 25: Mapa de índice de nível socioeconômico da população de Marília	78
Figura 26: Mapa de índice de qualidade de vida da população de Marília	80
Figura 27: Entrada do condomínio horizontal - Garden Park e Moradas do Bosque - localizados na porção Leste da cidade de Marília	82

Figura 28: Novo Bairro - Limeirinha e Condomínio Terra Nova, do programa Federal “Minha casa, minha vida” localizados na Zona Norte de Marília/SP	84
Figura 29: Mapa de cobertura da terra intraurbana de Marília/SP. Elaborado por: Agnes Silva de Araujo	86
Figura 30: Recorte do mapa da cobertura da terra intraurbana de Marília e Imagem utilizada para elaboração da classificação	87
Figura 31: Matriz de confusão da classificação da cobertura da terra intraurbana de Marília	90
Figura 32: Mapa dasimétrico dos setores censitários escolhidos como amostragem	92
Figura 33: Matriz de correlação dos dados	94
Figura 34: Ilustração da correlação existente entre áreas de lazer com piscinas e vegetação herbácea e arbórea. Imagem WorldView II – Condomínio Garden Park em Marília/SP	95
Figura 35: Ilustração da correlação existente entre áreas de lazer com lagos e vegetação arbórea. Imagem WorldView II – região da zona oeste de Marília/SP	96
Figura 36: Ilustração da correlação negativa existente entre pavimentação e vegetação arbórea. Imagem WorldView II – região da zona centroeste de Marília/SP	96
Figura 37: Ilustração da correlação negativa existente entre telhados de cerâmica e de cimento e vegetação arbórea e nível socioeconômico. Imagem WorldView II – região da zona sul de Marília/SP	97
Figura 38: Ilustração da correlação existente entre existência de vegetação arbórea, o padrão residencial e o índice de qualidade de vida no espaço intraurbano de Marília. Imagem WorldView II – região oeste e sul de Marília/SP	98
Figura 39: Ilustração da correlação existente entre pavimentação e telhados de cimento esmaltado e telhados de cimento amianto. Imagem WorldView II – região oeste e sudeste de Marília/SP	99
Figura 40: Ilustração da correlação existente entre lajes de concreto pintada, piscinas e o índice de qualidade de vida. Imagem WorldView I -I condomínio Garden Park e Esmeralda - região oeste de Marília/SP	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Interpretação de valores de índice <i>kappa</i>	32
Tabela 02: Tabela de taxas de crescimento geométrico da população de Marília	75
Quadro 01: Tabela de especificações técnicas do sensor WorldView II	48
Quadro 02 : Chave de interpretação das classes de cobertura	52

LISTA DE SIGLAS

ALOS	Advanced Land Observing Satellite
AR	Área Relativa
AVNIR	Advanced Visible and Near Infrared Radiometer
EP	Exatidão do Produtor
FIRJAN	Federação das Indústrias do Rio de Janeiro
FNEA	Fractal Net Evolution Approach
GEOBIA	Geographic Object Based Image Analysis
GLCM	Gray Level Co-occurrence Matrices
GLONASS	Sistema Russo de Navegação Global por Satélite
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQVU	Índice de Qualidade de Vida Urbana
LASERE	Laboratório de Sensoriamento Remoto
MAUP	Modifiable Areal Unit Problem
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NN	Nearestneighbor
OBIA	Object Based Image Analysis
PIB	Produto Interno Bruto
PRISM	Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping
PROAP	Programa de Apóio à Pós-graduação
RGB	Red, Green and Blue
RPC	Rational Polynomial Coefficients
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SP	São Paulo
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
UNIMAR	Universidade de Marília
UNIVEM	Centro Universitário Eurípedes de Marília
UNESP	Universidade Estadual Paulista

ÍNDICE

1.	Introdução	1
2.	Objetivos	2
2.1.	Geral	2
2.2.	Específicos	2
3.	Justificativa	3
4.	Fundamentação Teórica	4
4.1.	O espaço urbano	4
4.2.	As cidades médias	10
4.3.	O conceito de qualidade de vida	13
5.	Fundamentação Metodológica	15
5.1.	Índices e indicadores sociais	15
5.2.	As geotecnologias	21
5.2.1.	<i>SIGs (Sistemas de Informações Geográficas)</i>	21
5.2.2.	<i>Sensoriamento Remoto e Análise de Imagens baseada em Objetos Geográficos (GEOBIA)</i>	23
5.2.2.1	Segmentação multiresolução	27
5.2.2.2	Classificação de cobertura da terra	29
5.2.2.3	Avaliação da qualidade da classificação de cobertura da terra	31
5.3.	O trabalho de campo em geografia	34
5.4.	Dasimetria	35
6.	Área de Estudo	37
7.	Procedimentos técnicos e operacionais	46
7.1.	Elaboração de índices e indicadores sociais	46
7.2.	Elaboração do mapa de cobertura da terra	48
7.2.1.	<i>Elaboração da chave de interpretação e rede hierarquica</i>	51
7.2.2.	<i>Procedimentos de Segmentação</i>	58
7.2.3.	<i>Construção de regras para classificação da imagem</i>	61
7.3.	Amostragem dos setores censitários e execução das técnicas de dasimetria	66

7.4. O cálculo da correlação entre a cobertura da terra intraurbana e os índices elaborados.....	67
8. Resultados	71
8.1. Marília e sua conformação espacial e populacional.....	71
8.2. A qualidade de vida em Marília.....	75
8.3. O uso dos dados de cobertura da terra para inferências sobre a qualidade de vida na cidade de Marília.....	85
8.4. Análise espacial e estatística dos dados para inferências sobre a qualidade de vida na cidade de Marília.....	91
9. Considerações Finais	101
10. Referências Bibliográficas	103
Anexos.....	112

1. Introdução

A importância de se compreender os novos fenômenos no espaço intraurbano, assim como a dinâmica das cidades, vem da necessidade de se obter dados e informações atuais para subsidiar o planejamento urbano. A complexidade dos espaços urbanos da sociedade atual nos leva a buscar entender como se dá a separação de classes sociais nas cidades. Já é unanimidade na comunidade científica a afirmação de que tal separação não é apenas espacial, mas tem suas bases no nível social.

Os agentes sociais que produzem o espaço nas cidades buscam estratégias para agir de forma organizada, racionalizando este espaço, que se materializa na forma de padrões espaciais e que refletem a complexidade das relações sociais. Este padrão é visivelmente notável nas áreas de função residencial, padrão denominado segregação socioespacial. Apesar da segregação socioespacial já ser considerada categoria de análise intrínseca no que se refere aos espaços metropolitanos (SANTOS, 1990; CALDEIRA, 2000; CARLOS, 2001; SPOSATI, 1996, 2001; MARQUES; TORRES, 2011; SEABRA, 2006, VILLAÇA, 2011; ROGGERO, 2009), começa a ser discutida e analisada no âmbito das cidades pequenas e médias (MELLAZZO, 2006; SPOSITO, 2007; AMORIM FILHO; SENA FILHO, 2005). A particularidade das cidades médias como objeto de estudo reside no fato de ser uma específica combinação entre tamanho demográfico, funções urbanas e organização de seu espaço intraurbano, tornando-a um objeto de estudo complexo e diferenciado.

A cidade de Marília, objeto de estudo desta pesquisa, localizada no oeste paulista a 443 km da capital, se apresentou como campo fértil para esta discussão uma vez que foi considerada uma cidade média a partir de suas especificidades (MELLAZZO, 2006; SPOSITO, 2007). Em análises anteriores verificou-se existência de espaços segregados na cidade de Marília e como se deu sua dinâmica no período entre 2000 e 2010 (ARAUJO, 2013). No entanto, observou-se a necessidade de implementação de outras variáveis de dados como uso e ocupação da terra para novas análises mais específicas.

As geotecnologias e os métodos que envolvem a análise espacial são ferramentas importantes para a obtenção de dados de forma rápida e eficaz. O sensoriamento remoto apresenta-se como uma ferramenta interessante, devido ao avanço dos sensores orbitais. Assim, pode-se contar com uma resolução espacial e espectral condizente com o nível de detalhamento necessário aos estudos intraurbanos, além de novos métodos

semiautomáticos para a extração de informações sobre a cobertura da terra. Esses métodos e técnicas reduzem significativamente o tempo de processamento dos dados.

É necessário, porém, verificar a acurácia dos dados obtidos e das representações cartográficas considerando o método de obtenção e elaboração dos mesmos. Almeida, Câmara e Monteiro (2007) apontam para o fato de que a realidade existe independente das representações humanas e que esta realidade pode ser percebida pelos sentidos e instrumentos de medida, sendo assim a linguagem e representações tem um papel fundamental neste processo.

A metodologia proposta nessa pesquisa pretende articular o uso de técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica a partir de dados socioeconômicos, de qualidade de vida e de cobertura da terra intraurbana. Estes foram correlacionados em uma análise estatística integrada para inferências sobre a qualidade de vida da população de Marília, visando assim, compreender os processos de produção e reprodução deste espaço.

Pretende-se assim, a elaboração de uma pesquisa que possa ser aplicada na atualização de informação sobre o espaço intraurbano, subsidiando o planejamento e a gestão territorial e, conseqüentemente, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população.

2. Objetivos

2.1. Geral

Esta pesquisa tem como objetivo analisar espacialmente a possível correlação entre dados da cobertura da terra intraurbana e índice de qualidade de vida para inferências sobre a segregação socioespacial da população da cidade de Marília.

2.2.Específicos

- Elaboração e avaliação qualitativa de um mapa de uso e ocupação da terra para a cidade de Marília/SP a partir do método de classificação de imagens de sensoriamento remoto orientada ao objeto.
- Elaboração e avaliação de índices e indicadores sociais como: índices socioeconômicos, educacionais e um índice síntese de qualidade de vida.

- Integração dos dados de uso e ocupação da terra com os dados socioeconômicos e populacionais em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) e análise estatística entre os mesmos.
- Analisar as correlações entre dados de cobertura da terra intraurbana e o índice de qualidade de vida para inferências sobre a segregação socioespacial da população de Marília.

3. Justificativa

O conhecimento da qualidade de vida da população de Marília/SP se faz de extrema importância não só para as esferas públicas do governo, que podem se utilizar dessa análise para o planejamento de políticas públicas e municipais, mas também para o setor privado, direcionando investimentos. Além de servir de embasamento para a contestação e reivindicação da população que carece de recursos.

Através da análise dos dados por setores censitários correlacionados aos dados de cobertura e ocupação da terra, pode-se observar onde se localizam as transformações demográficas e socioeconômicas, assim como os padrões de cobertura da terra na identificação da localização das diferentes classes sociais no espaço intraurbano. Observando onde se faz necessária a implementação de políticas públicas para que sejam minimizados os processos de deterioração dos sítios naturais, da qualidade do meio ambiente, do agravamento dos problemas sociais e da constituição dos espaços segregados.

Sendo assim, esta pesquisa visa demonstrar uma metodologia de obtenção e análise integrada dos dados para subsidiar o planejamento e gestão territorial pública e privada.

4. Fundamentação Teórica

4.1. *O espaço urbano*

No processo de formação da geografia enquanto ciência houve inúmeras rupturas de paradigmas metodológicos e epistemológicos. É necessário, portanto, uma preocupação imediata a respeito da orientação teórica e metodológica na organização do raciocínio da pesquisa científica. Quando falamos sobre geografia e seu objeto de estudo, o espaço, a discussão automaticamente é levada ao plano do método. Como aponta Santos (1996), é necessário uma preocupação ontológica para compreender o espaço e sua natureza, sendo assim é necessário desvendar as categorias que permitem analisá-lo, encontrando conceitos a partir da observação da realidade em um movimento que seja também verdadeiro no seu retorno.

A Geografia sofreu uma ruptura epistemológica profunda entre as décadas de 1950 e 1960, quando a revolução quantitativa e teórica assumiu frente enquanto novo paradigma. O pensamento geográfico também sofreu influência dessa nova Geografia, uma vez que as monografias regionais descritivas começaram a ser superadas em detrimento das análises quantitativas. As proposições de modelos matemáticos que explicassem as localizações e distribuição dos fenômenos geográficos ganharam centralidade. (GOLLEDGE, 2006)

Neste contexto, houve uma produção de estudos territoriais que observava a cidade em seus vários elementos decompostos (áreas comerciais, industriais, residenciais, estudos demográficos, etc) produzindo as chamadas teorias pontuais de localização, sob influência da escola de Economia, cuja visão de articulação dessas várias áreas funcionais, ou seja, a visão de conjunto de um todo articulado demonstrou-se débil. Em contrapartida, a produção teórica da escola de Chicago, no final da década de 1920 e 1930, empreendeu esforços para formular modelos espaciais que priorizassem essa visão articulada e de conjunto.

Neste período, no que se refere à produção científica da Escola de Chicago, a segregação scioespacial começava a ser discutida entre os núcleos de pesquisa, uma vez que a observação de padrões espaciais era notável nas cidades norte americanas e européias. A segregação residencial implica uma separação espacial das diferentes classes sociais fragmentadas, cuja lógica dos padrões espaciais não é posta aleatoriamente (CORREIA, 2004).

Analisando os três modelos clássicos de conformação das cidades: o primeiro modelo de segregação, formulado por Kohl (1841), generalizou a maneira como os grupos sociais estavam distribuídos nas cidades da Europa continental, tratava-se da realidade pré-industrial. Segundo Kohl (1841), a cidade era marcada pela segregação da elite junto ao centro e na periferia se localizavam os pobres. O segundo modelo, proposto por Burgess (1925) generaliza um quadro de segregação onde os pobres residem no centro e a elite na periferia da cidade, devido ao momento histórico de migração das elites para os subúrbios nas cidades americanas. Trata-se uma evolução na qual a cidade descrita por Kohl (1841) passa à fase industrial do capitalismo, para uma organização espacial da segregação de acordo com o que foi escrito por Burgess. No modelo de Hoyt (1933) a segregação deixa de assumir o padrão dos círculos em torno do centro e passa a ser dividido em setores a partir do centro. A lógica de Hoyt (1933) está na tendência auto segregativa da população de alto status, que se expande através de um eixo de circulação que corta as melhores áreas da cidade, de onde podem exercer um efetivo controle do território. Existe um segundo processo relativo à existência e reprodução das classes sociais, que é a mutabilidade da segregação, sendo este um processo dinâmico, envolvendo espaço e tempo. Esta dinâmica gerou, de um lado, novos bairros habitados pelos grupos sociais de status. Tal dinâmica do processo de segregação significa uma mudança na estrutura da segregação dos padrões de Kohl (1841) e Hoyt (1933). (GOLLEDGE, 2006; ADAMS, 2005)

O que fica evidente é que a Escola de Chicago já fazia avanço no que se refere ao conceito de segregação espacial, observando também a morfologia e função dos espaços intraurbanos das cidades, partindo da formulação de modelos cartesianos para compreendê-los e observá-los. Compreende-se, portanto, que o processo de segregação urbana não é em nada novo. No entanto, hoje em dia, a segregação socioespacial ganha complexidade.

Santos (1996) aponta para uma similaridade entre os objetos e uma atenuação das diferenças morfológicas entre os lugares. No entanto, nota-se uma reorganização dos territórios, mediante uma redistribuição dos papéis e funções, estas transformações ocorrem simultaneamente nas vias e meios de transporte, na estrutura produtiva, nas relações de trabalho e monetarização, hábitos de consumo e formas de controle.

As novas formas urbanas criadas para atenderem as novas necessidades repercutem e a elas são atribuídos valores específicos de acordo com os usos e funções que exercem e, principalmente, porque atribuem um valor a atividade ali localizada. É neste sentido que são criadas as raridades urbanas e conseqüentemente um processo de segregação. Assim, cada lugar, cada subespaço se define por sua existência física – forma – e pela sua existência correlacional - conteúdos. Existência essa que se baseia nos processos de racionalização do espaço. Esse processo pode ser refletido no espaço da cidade através da propriedade privada do solo, que transforma o espaço em raridade. Essa raridade do espaço é o que se reproduz no capitalismo como mercadoria, ou seja, o espaço é fragmentado e comercializado em parcelas no mercado.

Santos (1996) afirma que a marcha do processo de racionalização, que atingiu a economia, a cultura, a política e as relações interpessoais e os comportamento individuais, no século XX, abrange o próprio meio de vida dos homens, o meio geográfico. Assim, quais seriam as condições de racionalidade que produzem e reproduzem o meio geográfico? De acordo com Santos (1996) o espaço poderia ser considerado racional uma vez que é campo das ações instrumentais.

O período atual que se iniciou no pós guerra, denominado por Santos (1996) de período técnico científico informacional, foi atingindo todos os níveis da vida social e atingiu o nível do espaço geográfico. Neste momento histórico, as novas relações entre “espaço” e “tempo”, agora juntos sob uma base empírica, dão suporte as ações globalizadas. Assim, de acordo com Santos (1996) a análise do espaço geográfico levanta três questões:

1. “O espaço geográfico foi remodelado e é considerado como um conjunto indissociável entre sistemas de ações e sistemas de objetos.
2. No plano global, as ações, mesmo ‘desterritorializadas’, constituem normas de uso dos sistemas localizados de objetos, enquanto no plano local o território, em si mesmo, constitui uma norma para o exercício das ações.
3. A partir dessas duas ordens, se constituem, paralelamente, uma razão global e uma razão local que em cada lugar se superpõe e, num processo dialético, tanto se associam, quando se contrariam. É nesse sentido que o lugar defronta o mundo, mas, também, o confronta, graças à sua própria ordem.” (SANTOS, 1996, p. 267)

Quais as relações e mediações entre as transformações socioeconômicas nacionais ou planetárias e regionais e a morfologia-funcional dos espaços intraurbanos? Existe uma relação imediata?

De acordo com Villaça (2001), as mediações passam pelas características

nacionais que definem a estrutura e os conflitos de classe, pela dominação política e econômica através do espaço intraurbano. Na estrutura espacial intraurbana esses traços aparecem por meio da segregação, que é considerada como processo central definidor dessa estrutura. As cidades brasileiras, por terem sido produzidas por um mesmo Estado, por uma mesma formação social e no mesmo momento histórico, apresentam traços comuns de organização intraurbana. Esses traços comuns são uma mistura de modelos teóricos, o modelo de círculos concêntricos, que faz referência ao desenvolvimento centro-periferia, não é suficiente para explicar a disposição de bairros de classes e a estrutura segregativa do espaço intraurbano neste momento. Esses bairros de classes, imbricados no modelo centro-periferia, desenvolvem-se em forma de setores e é esta setorização que prevalece na estruturação do espaço intraurbano.

(...) a força mais poderosa (mas não única) agindo sobre a estruturação do espaço intra-urbano tem origem na luta de classes pela apropriação diferenciada das vantagens e desvantagens do espaço construído na segregação espacial dela resultante. Esta, como será mostrada, é uma condição necessária para o exercício da dominação por meio do espaço intra-urbano. (VILLAÇA, 2001, p. 45)

Carlos (2013) afirma que é no plano da morfologia urbana, que se notam as fronteiras e os limites traçados sob a orientação da acumulação privada de capital, e a segregação espacial aparece como produto desses processos e relações, que se materializam no espaço. Nesse sentido, a concentração de riquezas é expressa no acesso a cidade como condição, meio e produto da reprodução da sociedade. Assim, são nas formas (na morfologia urbana) que se notam os processos e, a partir disso, pode-se desvendar o espaço urbano.

A atuação espacial dos proprietários dos meios de produção, dos proprietários fundiários e dos promotores imobiliários, diretamente ou indiretamente, se faz de modo desigual criando e reforçando a segregação residencial, que é característica da cidade inserida no sistema capitalista de produção. O Estado, por sua vez, também atua na organização espacial da cidade como grande industrial e consumidor de espaço e localizações específicas, proprietário fundiário e promotor imobiliário, sem deixar de ser agente de regulação do uso do solo e o alvo dos movimentos sociais urbanos.

No entanto, é através das políticas de implantação de serviços públicos que a atuação do Estado se faz de modo mais esperado. As leis e normas que dizem respeito

ao uso do solo e o código de obras, constituem outro atributo do Estado no que se refere ao espaço urbano. É preciso então considerar que a ação do Estado se processa em três níveis político-administrativos: o municipal, o estadual e o federal, e cada um destes níveis de atuação muda de acordo com o discurso que encobre os interesses dominantes. É evidente que a atuação do Estado visa criar condições de realização e reprodução da sociedade capitalista (CORRÊA, 2004).

Apoiando-se no método da economia política, Santos (1990) propõe uma análise que enfoca a problemática urbana, nas condições mundiais atuais, partindo do pressuposto de que o Estado, não só realiza a reprodução da sociedade capitalista e das desigualdades, como também infere diretamente em muitos aspectos da vida. O papel do Estado na segregação residencial vem relacionado ao da classe dominante, que segrega os outros grupos sociais à medida que controla o mercado de terras, a incorporação imobiliária e a construção, direcionando seletivamente a localização dos outros grupos sociais no espaço urbano. Esta classe, indiretamente atua através do Estado. A segregação aparece assim com um papel duplo: o primeiro de ser um meio de manutenção dos privilégios por parte da classe dominante e um segundo de controle social por esta mesma classe sobre os outros grupos sociais, controle este que está diretamente ligado a necessidade de manter grupos sociais desempenhando papéis aos quais foram destinados dentro da divisão social do trabalho, garantindo assim que se reproduzam as relações sociais de trabalho.

É certo de que todos os processos acima citados, conjuntos tem parte da produção e reprodução da segregação e desigualdades no espaço urbano. Partindo do pressuposto de que o Estado legitima a ação de todos esses atores sociais podemos afirmar que este também pode ser responsável por políticas públicas de integração espacial e também social. “Em qualquer circunstância, entretanto, a produção da segregação e da desigualdade de acesso não é automática ou natural, e a dinâmica política importa.” (MARQUES, 2005, p.49)

De acordo com Marques (2005), é partindo desse pressuposto, devemos pensar nos mecanismos que o Estado pode empreender para desenvolver políticas públicas redistributivas. Para isso este deveria compreender os processos contidos em determinado espaço intraurbano, as diferentes situações de pobreza e desigualdade de acesso, existentes do espaço intraurbano, para que conduza políticas públicas redistributivas eficientes. Nos últimos anos, nos deparamos com o aumento do problema

de políticas públicas mal direcionadas pelo Estado, por conta de usos de indicadores sociais sintéticos e superficiais, que não capturam os detalhes fundamentais dos processos e estruturas contidas em cada espaço intraurbano, pois existe uma heterogeneidade não capturada por tais sínteses totalizantes. O espaço intraurbano vem demonstrando sua crescente complexidade e os índices devem demonstrá-la de maneira que a identificar os padrões que estão sendo criados.

É de notável a importância a necessidade de diferenciar expressões e conceitos como espaço urbano e intraurbano para melhor compreendermos o nível de detalhamento ao qual estamos nos referindo. De acordo com Villaça (2001), a expressão “espaço urbano”, “estrutura urbana” e outras semelhantes estão, hoje, vinculadas irremediavelmente com a componente urbana do espaço regional. O que parte dos autores da literatura espacial chama de espaço urbano é na verdade o processo de urbanização que os espaços regionais, nacionais, continentais e até mesmo planetários estão sujeitos. Portanto, faz-se necessário o emprego de outra expressão para designar o arranjo interno de tais espaços, utilizando-se assim expressões como espaço intraurbano. No entanto, não podemos tomá-los como separados, fazendo uma cisão completa entre espaço urbano (componente urbana do espaço regional) e espaço intraurbano (arranjo interno das cidades), ainda mais quando se tratam de espaços não metropolitanos. (CASTELLO BRANCO, 2007)

O espaço intraurbano, por sua vez, é escolhido como categoria de análise, não apenas pelas ferramentas analíticas que disponibiliza, mas também como meio de compreensão das relações sociais que constroem sua estrutura, criando distâncias entre os distintos grupos sociais que o condicionam.

Sendo assim, como compreender o espaço intraurbano de uma cidade média, uma vez que as particularidades das cidades médias como objeto de estudo apontam para o fato de que estas são uma específica combinação entre tamanho demográfico, funções urbanas e organização de seu espaço interurbano e intraurbano? Tornando-a um objeto de estudo complexo e diferenciado? (CORRÊA, 2007)

4.2. As cidades médias

Sposito et al. (2007) afirma que o início das discussões sobre as cidades médias envolvem o conhecimento da constituição das redes hierárquicas de circulação, que se organizaram a partir de um sistema de transporte para o desenvolvimento do capitalismo, desde meados dos séculos XIX. As cidades médias nesse contexto tinham seu papel bem definido, seja por sua situação geográfica ou pelos papéis político-administrativos que ocupavam. Hoje em dia, com o avanço as telecomunicações os deslocamentos materiais tornam-se relativos. O meio técnico científico informacional (Santos, 1996) reestrutura a lógica das relações de proximidade. Estas continuam a ter importância, porém somam-se as possibilidades advindas das conectividades. Essas novas relações espaciais não mais estruturam as regiões, mas sim se sobrepõem a elas organizadas por lógicas territoriais, gerando desse modo, estruturas espaciais em rede cuja morfologia não possui continuidade territorial. Partindo desse pressuposto, faz-se necessário uma metodologia que considere essa redefinição dos papéis das cidades médias, considerando uma interação entre as redes de fluxos (contiguidade e conectividade).

Os papéis das cidades médias têm sido alterados à medida que a expansão territorial, resultado desta dinâmica, se processa. Realizadas nos moldes capitalistas no país, essas dinâmicas têm modificado e ampliado as áreas de produção agrícola. A reestruturação e expansão dessas atividades promovem um processo de urbanização e crescimento de áreas urbanas, cujos principais vínculos se devem a inter relações do campo com a cidade. Tal expansão possui relações diretas com o crescimento demográfico e econômico em cidades cuja principal função está associada à reestruturação produtiva da agricultura. A partir dessa expansão, elementos estruturantes dessas novas relações são encontrados como êxodo rural, migração de profissionais especializados no agronegócio das cidades maiores para as cidades menores, etc. Além das transformações advindas da difusão do agronegócio, existem outros processos que têm transformado o papel das cidades médias, entre eles, a desconcentração da produção industrial, que passaram das metrópoles para as cidades de porte médio. Assim, os grandes grupos econômicos têm separado suas atividades de comando e gestão das atividades de produção industrial, desconcentrando as atividades de produção industriais, cujas novas fábricas instalam-se nas aglomerações de menor porte, ou seja, as cidades médias. Esse processo de desconcentração espacial modifica o jogo de forças políticas e sociais que permeiam o

espaço urbano e sobre as redes de hierarquia das cidades locais e médias. Desde a década de 1980, o setor terciário também tem concentrado as atividades da maior parte da população das cidades médias e o número de estabelecimentos comerciais e de serviços tem-se multiplicado. (SPOSITO et al., 2007)

A combinação de todos os fatores citados a cima, que compreendem o espaço interurbano têm promovido inúmeras modificações negativas do espaço intraurbano das cidades médias. A expansão territorial acelerada das cidades está intimamente ligada ao aumento das periferias urbanas. A multiplicação das centralidades tem ampliado o processo histórico de desigualdade social e territorial, expressas pela segregação socioespacial e a fragmentação urbana. A ausência de equipamentos urbanos de infraestrutura e equipamentos de serviços como redes de energia e saneamento básico nas áreas habitadas pela população de baixa renda são indicadores da segregação socioespacial. Além de problemas com áreas de ocupação em situação de risco e favelização.

Envolvido por uma estrutura econômico-social fragmentadora e segregativa, o espaço intraurbano das cidades médias se torna deteriorado, perdendo o seu sentido. A qualidade de vida perece, à medida que as transformações nos espaços intraurbanos geram fronteiras rígidas para o contato, circulação e a discussão entre pessoas e grupos sociais diferentes. É essa negação das experiências do convívio público e de formas espaciais sociosegregativas que mantém relações intrínsecas a qualidade de vida urbana. Mas como perceber a segregação socioespacial em uma cidade média? Mas como se dá a lógica das localizações no espaço intraurbano? Onde se localizam as diferentes classes sociais e por quê?

O espaço intraurbano é estruturado principalmente pelas condições de deslocamento do ser humano, portador da mercadoria força de trabalho ou enquanto consumidor (reprodução da força de trabalho). O poder de estruturação deste espaço intraurbano vem da atração de maior quantidade de deslocamentos, por conseguinte essas são áreas de comércio e serviços, especialmente, o centro urbano (VILAÇA, 2001).

A partir do zoneamento morfológico funcional, com sua respectiva características nas paisagens intraurbanas, têm se produzido inúmeros estudos sobre as classificações tipológicas e hierárquicas das cidades. Amorim Filho e Sena Filho (2005) caracterizam as pequenas, médias e grandes cidades de acordo com sua morfologia e funcionalidade,

sendo que as cidades pequenas apresentam um zoneamento morfológico funcional relativamente simples, as cidades grandes se caracterizam por suas zonas cobrirem grandes extensões de território e pela importância que as distâncias assumem e, no caso das cidades médias, os critérios para sua identificação e classificação não são tão simples de serem constatados. Amorim Filho e Sena Filho (2005) apresentam três critérios gerais que podem ser utilizado para a caracterização e identificação dos espaços intraurbanos de cidades médias, sendo eles:

- “1. Existência de um centro funcional principal já relativamente complexo (com grande número de equipamentos servindo um espaço que ultrapasse os limites puramente locais);
2. um número variável de sub-centros, espalhados pelas zonas pericentral e periférica (cujas formas, funções e espaços de relações variam grandemente de cidade para cidade, mas que atendem, em sua maioria, apenas as necessidades de populações locais);
3. uma periferia que evolui muito mais através de saltos (descontinuidades espaciais repentinas, resultando numa estrutura polinuclear), do que através de uma expansão lenta e homogênea de toda a coroa periférica do tecido urbano. (AMORIM FILHO; SENA FILHO, 2005, p. 53)”

Castello Branco (2007) identificou os principais nós da rede urbana do oeste paulista, considerando os centros de estrutura urbana mais complexa, a partir de informações que captem as características mais relevantes definidoras das cidades como o tamanho populacional e econômico, a qualidade de vida, a centralidade administrativa e a vida de relações. Para tanto, utilizou-se de índices e indicadores: para tamanho populacional utilizou-se do indicador de população urbana em 2000, para tamanho econômico foi utilizada as informações sobre o PIB municipal de 2002 e o número de unidades locais de empresa no mesmo ano, para qualidade de vida utilizou-se indicadores da proporção de domicílios ligados a rede geral de esgotos, para a vida de relações considerou-se o papel intermediário que esses centros exercem na sua área de influência, foram utilizados os indicadores de linhas aéreas regulares existentes e, como indicador de centralidade administrativa foi considerado o papel do capital de estado. Os resultados obtidos classificaram a cidade de Marília como centro de nível intermediário 2, sendo uma “capital regional” considerada uma cidade média, além de confirmar a desigualdade de ocupação, qualidade de vida, dinâmica populacional e econômica e relação com outros centros.

Em Mellazo (2006) Marília também é considerada uma cidade média, juntamente com Araçatuba, Bauru e Presidente Prudente. Apesar das especificidades entre elas,

todas apresentaram um espaço intraurbano segregado, a partir da observação dos espaços de função residencial. Para a identificação e análise integrada destes espaços o autor utilizou-se de índices e indicadores sociais, espacializados em ambiente SIG.

4.3. O conceito de qualidade de vida

Quando pensamos no termo “qualidade de vida” muitos significados vêm a mente. Significados vinculados a ideologias dominantes, a questões éticas e humanas, relevância dentro do próprio momento histórico, percepções subjetivas, estilo de vida, distribuição da riqueza socialmente produzida, entre outros. Cada ciência pensa o conceito de “qualidade de vida” de maneira a compreendê-lo através de suas disciplinas, utilizando metodologias diferentes (MORATO, 2004).

A questão sobre a “qualidade de vida” trás consigo uma dificuldade epistemológica e metodológica. Como propor um método adequado para analisar a qualidade de vida? A análise da qualidade de vida sempre ofereceu um poderoso conhecimento para os oprimidos e marginalizados e, também, para a formulação de políticas públicas, mas como sair da denúncia? E quais os cuidados devemos tomar para não cairmos em um paternalismo ético? Em situações onde não existe a preocupação com a oferta e o acesso à serviços básicos como, por exemplo, educação e infraestrutura urbana, seria plausível pensarmos na possibilidade de escolhas dessa população, quando obviamente estão coagidos a não possuírem as condições mínimas de reprodução da vida humana no espaço intraurbano? E como este acesso as condições mínimas de vida se dá numa cidade média?

Quando nos deparamos com a riqueza socialmente produzida de um país ou de uma cidade, logo pensamos em como ocorre sua distribuição e como é a qualidade de vida de seus habitantes. Como seria possível medir essa qualidade de vida? Quais critérios utilizar? Índices de renda *per capita* seriam suficientes? Como os recursos para reprodução da vida humana são distribuídos realmente dentro do espaço intraurbano? E como eles afetam qualidade de vida das pessoas em geral?

Morato (2004) discorre sobre os diversos significados para “qualidade de vida” em cada área do conhecimento, na economia, estatística, sociologia, psicologia e finalmente, dentro da própria geografia. Morato (2004) afirma que normalmente no que se refere a “qualidade de vida” dentro da geografia, principalmente os que enfocam os espaços

urbanos, inúmeras são as metodologias que tratam de índices e indicadores urbanos, elaborados a partir de dados objetivos e empíricos, de abrangência coletiva para fins de mapeamento e realização de políticas públicas.

Em sua dissertação, após delicado levantamento bibliográfico sobre o conceito e as metodologias de avaliação da qualidade de vida urbana, Morato (2004) conclui que a metodologia utilizada para avaliar a qualidade de vida urbana no município de Embu, tema da dissertação, se baseariam em indicadores sociais empíricos como acesso a abastecimento de água e rede de esgoto via rede geral, coleta de lixo, alfabetização, anos de estudo e renda dos responsáveis por domicílio, existência de cobertura vegetal na composição do índice síntese de qualidade de vida.

O pressuposto para a utilização do acesso às áreas verdes como parques, saneamento básico urbano e a maior quantidade de cobertura vegetal e arborização no espaço intraurbano vêm do conceito de qualidade ambiental urbana, vinculado diretamente a qualidade de vida a população. De acordo com Oliveira (2006), Dias (2011), Ribeiro e Vargas (2001), Paiva (2003) Nucci (2001), Nahas (2001) a qualidade ambiental urbana está diretamente relacionada à qualidade de vida da população.

Para Garcia (1999 *apud* Napoleão, 2005) o conceito de qualidade de vida se refere a composição de dois conceitos básicos: o de condições ambientais, que se refere ao entorno natural que proporciona existência biológica (como o ar puro, água limpa, solos disponíveis), elementos estéticos (belas paisagens) e conhecimento científico, o conceito de nível de vida, que está vinculado a capacidade de consumo resultante dos recursos individuais (saúde, educação, alimentação, etc). A análise da qualidade de vida seria, portanto, a composição destes dois grandes grupos de elementos.

Em relação ao conjunto de metodologias aplicadas ao estudo da qualidade de vida e da segregação socioespacial em áreas urbanas no Brasil, nota-se que os indicadores mais utilizados estão relacionados à renda, educação, acesso a serviços básicos de saneamento e presença de cobertura vegetal. No que se refere a dimensões de renda e educação, por exemplo, existe uma preocupação no Brasil com a questão da desigualdade e pobreza, enquanto metodologias internacionais, aplicadas a países desenvolvidos, consideram e valorizam aspectos imateriais e subjetivos como “bem estar humano” e “felicidade”, suprimindo muitas vezes aspectos materiais como: acesso a serviços públicos essenciais, universalizados em países avançados (MORATO, 2004).

Nussbaum e Sen (1993) afirmam que o enfoque nas necessidades básicas é aceitável na medida em que tenta assegurar condições cruciais para a qualidade de vida. Para populações com grande proporção de pobres e miseráveis, a garantia ao mínimo e ao básico é válida. Em sociedade mais desenvolvidas, este enfoque é insuficiente.

Apesar da discussão sobre qualidade de vida abranger inúmeros significados, áreas do saber e metodologias variadas, é importante conceituá-la dentro desta pesquisa. Assim como em Morato (2004), a qualidade de vida nesta pesquisa, baseia-se em dados empíricos e objetivos. Apesar de possuir abrangência coletiva, no caso, uma cidade média paulista, a elaboração de índices e indicadores sociais a partir de dados do universo do censo do IBGE, possui escala de detalhamento satisfatória para análises intraurbanas, permitindo análises complexas.

A qualidade de vida, assim, é entendida como satisfação das necessidades básicas para a realização da vida urbana. Para sua composição, são consideradas variáveis de qualidade ambiental, nível socioeconômico e educacional.

5. Fundamentação Metodológica

5.1. *Índices e indicadores sociais*

Tendo como pressuposto que o espaço intraurbano das cidades médias é um espaço dotado de certa complexidade, composto por fragmentos que se articulam entre si na malha urbana, deve-se considerar que para capturar, identificar e compreender tamanha heterogeneidade, é necessário conhecer cada “pedaço” que compõe este espaço, as características intrínsecas a cada um deles, características da população que ali vive, das localidades ali produzidas, da oferta ou não de infraestruturas urbanas, entre outras. Desse modo, a formulação de índices e indicadores sociais, utilizando dados quantitativos, podem se tornar um instrumento para o conhecimento do espaço intraurbano se considerarmos que é necessária uma análise dos dados e não apenas a criação de um indicador ou índice superficial, que muitas vezes mascara algumas realidades aparentes.

A segregação residencial é um fenômeno inerentemente espacial (REY; FOLCH, 2011). Índices e indicadores sociais têm aparecido na literatura como meio pelo qual se pode observar o espaço urbano na busca por espaços segregados e identificação da morfologia funcional dos espaços intraurbanos das cidades. Porém, deve-se considerar

que a elaboração dos índices e indicadores sociais é resultado de muitas decisões espaciais tomadas por pessoas distantes da realidade dos moradores das áreas de estudo.

Os dados que embasam os índices são, normalmente, extraídos dos censos de cada país, que são disseminados via unidades de agregação, como os setores censitários. Sendo assim, o pesquisador escolhe, de acordo com a escala e a unidade de agregação (quarteirão, áreas de ponderação, setor censitário), e esta escolha, muitas vezes envolve a suposição de que construção da "vizinhança" socioespacial coincide com as unidades de agregação oficiais escolhidas. Além disso, o pesquisador ainda escolhe um território de análise como municípios, país, estados para serem analisados, fazendo com que os indicadores incorporem uma variedade de relações espaciais. São essas relações espaciais, que variam de acordo com o processo histórico, técnico e burocrático, na construção de áreas de agregação, que tem relações intrínsecas com os resultados obtidos na elaboração de índices e indicadores de segregação no espaço intraurbano (REY; FOLCH, 2011).

Este desafio em análise espacial, que envolve a escolha das unidades de agregação de dados, denomina-se MAUP (Modifiable Areal Unit Problem). MAUP afeta a agregação de dados, portanto, se aplica a muitas variáveis de interesse nas ciências sociais e geográficas, incluindo, por exemplo taxas de desemprego e etnia. Nestes casos, os limites geográficos são “impostos” no sentido de que eles não se relacionam em qualquer sentido significativo com as variáveis de interesse. Normalmente, os dados são agregados a partir de observações na origem, é o caso dos setores censitários, que não têm significado espacial no que se refere a distribuições geográficas subjacentes, como o desemprego ou a composição étnica (OPENSHAW, 1984).

As propostas metodológicas para as medições da segregação espacial, no entanto, surgiram a partir dos anos 1955 e nem sempre sua dimensão espacial foi considerada fundamental e o fator mais relevante. Shevky e Bell (1955) que buscaram como ponto de partida, uma compreensão detalhada da estrutura urbana, baseando-se nos estudos da escola de Chicago. A perspectiva era pensar o urbano a partir da sua estrutura e função. No entanto, a questão dos problemas sociais, no que se refere à diferenciação social e estratificação, fez com que a análise dos autores tomasse outro rumo. Considerando o urbano como uma totalidade, um sistema que contém relações e não apenas como a soma de fragmentos isolados.

Para tanto, era necessária a formulação de uma orientação básica para especificar as etapas da construção de um índice para este método de análise urbana, tendo em consideração que se tratava de uma análise empírica. A pesquisa referente às áreas sociais de Los Angeles, desenvolvida por Shevky e Bell (1955) propõe um esquema de classificação para categorizar a população representada no censo, nos três seguintes índices: posição social, urbanização e segregação. Foram selecionadas variáveis de ofício ou profissão, educação e alugueis (considerando a época – 1940). O índice de urbanização tinha em vista compreender as diferenciações derivadas das mudanças nas atividades produtivas, uma segunda tendência importante das cidades modernas. Para tanto, a composição do índice baseou-se nas variáveis de fertilidade (que reflete a relação da população com a economia e ainda a estrutura familiar), no tipo de residência e na ocupação das mulheres (que reflete mudanças na função e estrutura familiar). A elaboração de um índice de segregação tinha em circunstância, a análise de uma terceira tendência das cidades modernas, tendência esta que transforma a composição da população, no que se refere à idade, sexo e que se manifesta na redistribuição desta população no espaço, isolando os grupos. As variáveis escolhidas para a composição de um índice de segregação visavam medir a concentração espacial de grupos étnicos e migrantes. Os resultados, apesar de interessantes, podem ser considerados como não espaciais, apesar de terem sido notados padrões.

Duncan e Duncan (1995) elaboraram um índice de dissimilaridade (D index) para medição dos níveis de segregação entre dois grupos da população – brancos e negros. Para a elaboração dos índices, os autores se utilizaram de uma função matemática e geométrica denominada 'curva de segregação'. Apesar das críticas envolvendo a medição da segregação pelo índice de dissimilaridade, por um método não espacial, os resultados apresentaram uma contribuição significativa para estudos urbanos. E ainda demonstra ser uma medida interessante no que se trata de índices de uniformidade na composição dos índices de segregação. No entanto, sua dimensão espacial é tomada como um pressuposto anterior as análises dos resultados, sendo consideradas pela literatura como medidas não espaciais. Por serem medidas não espaciais são considerados incapazes de representar a complexidade do espaço intraurbano, sendo consideradas medidas simples e genéricas. Normalmente eram calculados a partir da utilização de pacotes de softwares como planilhas de cálculos ou programas de banco de dados (WONG, 2003).

Para suprir a inadequação dos índices não espaciais os pesquisadores dedicaram-se a desenvolver metodologias capazes de incorporar informações espaciais em suas formulações. Os índices espaciais requerem, por sua vez, a extração de informações geográficas, procedimento que necessita de implementações computacionais. Foi com o desenvolvimento dos SIGs (Sistema de Informação Geográfica) que os atributos espaciais dos índices de segregação ganharam sua devida importância.

Wong e Chong (1998 *apud* WONG, 2003) consideram que a informação espacial, quando integrada com atributos não espaciais (dados populacionais, socioeconômicos, etc.) em ambiente SIG, utilizando-se de algoritmos elaborados na obtenção de informações espaciais, é mais eficiente do que as propostas metodológicas primitivas adotadas nas décadas anteriores. Mas quais variáveis utilizar na elaboração de índices e indicadores sociais? O que observar para compreender a segregação socioespacial e o espaço intraurbano das cidades médias? A seguir apontamos pesquisas que conseguiram suprir a necessidade de formulação de índices espaciais complexos para compreensão do espaço intraurbano e da segregação socioespacial existente.

De acordo com Sposati (2001), quando não se percebe a fragmentação a que a vida humana é submetida, não se reconhece que o direito a cidadania e aos direitos sociais ainda não é regalia de todos que habitam a cidade. Hoje, sabe-se que o território exerce influência na distribuição de acesso aos serviços públicos e distribuição da riqueza. Essa percepção deve ser clara para uma cidade que tem por objetivo a melhora da qualidade de vida de seus habitantes, que tem por objetivo a inclusão de todos os seus pedaços na condição de dignidade.

Santos (1990) afirma que sítio urbano cresce muito mais rapidamente em relação as infraestruturas que asseguram à população uma melhor qualidade de vida. A maioria da população urbana fica excluída desses benefícios como: abastecimento de água, coleta de esgoto e lixo, calçamentos, rede de transportes. Reside nisto o maior contraste entre centro e periferia. Os bairros no centro, cuja população possui uma alta renda são contemplados com serviços públicos, enquanto os bairros mais periféricos, cuja população residente possui uma menor renda, não o são. Basicamente áreas onde não existem infraestruturas e serviços básicos, são desvalorizadas, conseqüentemente áreas onde existem os mesmos são valorizadas. Distribuindo, assim, a população espacialmente conforme seus níveis de renda.

Desse modo, pode-se perceber que não há acessibilidade a alguns serviços como

educação e saúde, no local de moradia da população mais pobre, fazendo com que seja necessária a locomoção da mesma aos locais onde há acesso a tais serviços. A precariedade do local torna o cidadão mais pobre ou a vida mais custosa, independente do seu ganho. Por isso um lugar que tenha serviços provoca um sobrevalor no imóvel, que passa a custar mais caro. Morar em condições de cidade, ou em um lugar, que é cidade sai mais caro. Nesta relação, ganhar menos significa viver em um local que traz mais dificuldades e mais gastos (SPOSATI, 2001).

Torres, Ferreira e Gomes (2005), a partir da elaboração de índices e indicadores sociais, verificam a importância que o local de moradia, vizinhança e suas especificidades exercem na formação do indivíduo e na reprodução de suas condições de vida.

Sposati (1991; 2001), em estudo sobre a inclusão e exclusão social no município de São Paulo, desenvolveu uma metodologia para a análise dessa relação. Foi criado um índice a partir da identificação da pior e da melhor condição de inclusão na cidade. Nesse índice de discrepância (Idi) é localizado o padrão de inclusão básico e novas medidas que estabelecem o afastamento para menos e para mais do padrão de inclusão de cada uma das variáveis em cada distrito da cidade. Foram desenvolvidos mapas de acordo com índices e indicadores construídos a partir de variáveis quantitativas consideradas importantes para a análise da inclusão/exclusão sociais em São Paulo. Os resultados obtidos a partir da análise de tais mapas permitiram que as características relativas à composição da população e a oferta de serviços de infraestrutura urbana de cada bairro fossem compreendidas como um todo integrado que compõe a cidade em seus fragmentos. É importante considerar que Sposati (1991; 2001) utilizou a menor unidade cadastral para elaborar os índices e mapas da situação de exclusão e inclusão na cidade de São Paulo, sendo este o setor censitário, permitindo com que o índice alcançasse complexidade, sendo este por sua vez um índice espacial.

Feitosa et. al (2009) com o objetivo de visualizar e mensurar as situações de segregação socioespacial na região conurbada de São José dos Campos e Jacareí/SP, aplicou índices e indicadores sociais elaborados a partir de dados do censo do IBGE para o ano de 2000. Foi elaborado um índice espacial global de dissimilaridade generalizado, que é a medida da diferença média entre a composição da populacional das localidades e composição total da cidade, um índice espacial global de exposição, que é a medida do contato potencial entre dois grupos populacionais e um índice de isolamento, que é a medida do contato potencial de um grupo populacional com ele próprio. Os índices foram

aplicados aos municípios de maneira unificada, buscando análise da totalidade em questão. Foi possível perceber, a partir dos resultados, que existe uma tendência ao isolamento das famílias de baixa renda no limites urbanos das cidades, no entanto, na fronteira entre as duas cidades, o grau de segregação demonstrou-se menor.

Nahas (2001) faz uma análise da experiência de construção de indicadores sociais destinados a orientar o planejamento municipal com vistas à melhoria da qualidade de vida no município de Belo Horizonte. O processo de elaboração desses índices e as metodologias geradas tinham como base a necessidade de formulação de indicadores ambientais e urbanísticos para monitoramento das condições de vida da população urbana, bem como ao subsídio ao planejamento urbano. A Secretaria Municipal de Planejamento de Belo Horizonte, e uma equipe multidisciplinar da PUC de Minas elaboraram o Índice de Qualidade de Vida Urbana – IQVU- em 1996. Em sua primeira versão, o índice foi calculado com dados de 1994 e é composto por 75 dados georreferenciados, que buscam apresentar a distribuição intraurbana de serviços e recursos urbanos, foram utilizadas as seguintes categorias: assistência social, cultura, educação, esportes, habitação, infraestrutura, meio ambiente, saúde, segurança e serviços urbanos.

Mendonça (2006) contribui com a discussão sobre a qualidade de vida urbana na relação com o planejamento urbano, a partir da formulação de índices e indicadores urbanos, tendo em consideração os princípios de universalidade, equidade, sustentabilidade e gestão democrática que devem orientar o planejamento e a gestão pública. Sendo assim, o conceito qualidade de vida tem como elemento o dimensionamento da equidade na distribuição espacial e no acesso social dos recursos urbanos. Deve-se levar em conta que o acesso a tais recursos tem relação com a distribuição territorial da população e a distribuição dos recursos no espaço intraurbano. A medição da qualidade de vida tem por elemento a mensuração da oferta de serviços e recursos urbanos e do acesso real da população a tais serviços.

Para Mendonça (2006) no que se refere à questão da habitação, existem três indicadores para mensuração da qualidade de vida, sendo eles: o padrão da edificação, as condições de localização da moradia e a situação fundiária. Referindo-se ao padrão da edificação, o que se considera não são apenas os fatores físicos como materiais utilizados, mas em conjunto dados referentes ao conforto, como por exemplo, a existência de banheiro, número de dormitórios, adensamento domiciliar. A avaliação da localização

da moradia vai além da oferta ou não de infraestruturas e serviços públicos urbanos, mas também considera a proximidades externalidades positivas e negativas, como a proximidades a áreas verdes, presença de moradias em áreas de riscos. A situação fundiária na avaliação da qualidade de vida em relação à habitação significa a posse ou o uso legalizado do imóvel, que implica segurança, possibilidade de adquirir um empréstimo, mobilidade social.

Existem outros indicadores que permitem compreender como está posta a estrutura urbana de determinado município, como se deu seu crescimento e ocupação e como as classes sociais estão localizadas neste espaço. O uso e ocupação da terra permitem analisar a segregação espacial presente nesta estrutura urbana. Desta forma, a partir da análise integrada de índices e indicadores sociais espacializados, através da elaboração de mapas, com mapas temáticos de uso e ocupação da terra intraurbano pode-se realizar análises integradas da segregação socioespacial e melhor compreender os espaços intraurbanos das cidades médias, pois além de introduzir uma articulação das duas dimensões, permite diversas correlações entre os dados obtidos e elaborados. No entanto, para a elaboração de mapas temáticos de índices e indicadores sociais, além de mapas de uso e ocupação da terra, se faz necessária a utilização de base de dados extensa e ferramentas técnicas que permitam a análise espacial integrada. Os SIGs apresentam-se assim como uma solução técnica interessante.

5.2. As geotecnologias

5.2.1. SIGs (Sistemas de Informações Geográficas)

Os SIGs são um dos mais importantes e flexíveis instrumentos entre as tecnologias de geoprocessamento. Com uma ampla gama de recursos computacionais que possibilitam aplicações em diversos campos e áreas de atuação, os SIGs permitem a realização de análises espaciais complexas e têm ganhado repercussão nas últimas décadas. Existem diversas definições para SIGs.

Para Burrough (1986) os SIGs são um conjunto de ferramentas para armazenar, recuperar, transformar e apresentar dados espaciais do mundo real. Para Câmara (1995), são ferramentas computacionais para o geoprocessamento, que permitem realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e criar banco de dados georreferenciados.

Segundo Marble (1990), possuem quatro componentes principais. Sendo eles: um subsistema de entrada de dados, que permite a coleta e o processamento de mapas existentes, um sistema de armazenagem e recuperação dos dados, um subsistema de análise dos dados e um subsistema de apresentação dos dados que inclui a cartografia digital. Desse modo, o universo de aplicabilidade dos SIGs é muito extenso, existem aplicações em quase todas as áreas de atuação do poder público e prestações de serviços à população.

Vários autores têm apresentado a importância dos SIGs para pesquisas em ambiente urbano, Davis e Simonett (1990), Harris e Ventura (1995), Sposati (1996), Machado (2000), Luchiari (2001), Morato (2004), entre outros.

De acordo com Davis e Simonett (1990), existem aplicações de SIG em quase todas as áreas de atuação do poder público municipal. Em atividades relacionais a oferta e prestação de serviços a população como: oferta de esgotamento sanitário, abastecimento de água, coleta de lixo, serviços de circulação viária, presença ou não de cobertura verde, os SIGs têm-se mostrado uma ferramenta interessante, possibilitando a combinação e correlação de variáveis para análise espacial e representação.

Morato (2004) conclui a análise da qualidade de vida urbana no município de Embu/SP. Ao apresentar seu trabalho discorre sobre a metodologia utilizada para avaliar a qualidade de vida urbana, neste caso, propõe a utilização de dados censitários do IBGE e de dados obtidos pelo sensoriamento remoto orbital. A qualidade ambiental, o nível socioeconômico e a educação são considerados como dimensões de um todo integrado e espacializado, utilizando técnicas de geoprocessamento para tratamento dos dados, assim como o uso de um Sistema de Informação Geográfica e de Processamento Digital de Imagens para verificar sua distribuição espacial. Os resultados permitiram a análise da qualidade de vida no município de Embu/SP, baseando-se na análise espacial integrada dos mapas gerados em SIG e análise estatística dos dados censitários do IBGE.

Marques e Saraiva (2005), em estudo sobre a dinâmica social das favelas da região metropolitana de São Paulo, desenvolveram um método para que fosse possível estabelecer uma relação entre a dinâmica espacial das favelas aos resultados obtidos no censo demográfico, baseando-se no sistema de informações geográficas para sobrepor o mapa das favelas à malha dos setores censitários do censo demográfico do IBGE. Com a utilização de técnicas de geoprocessamento, os autores criaram indicadores para a população residente em favelas nos anos de 1991 e 2000. Indicadores demográficos para

verificar o crescimento da favela em relação ao crescimento demográfico do município, o abastecimento de água nas favelas em relação ao municipal, dados de esgotamento sanitário, coleta de lixo. A partir dessa análise foi possível perceber uma melhoria da situação das favelas em relação ao município no geral, através da análise espacial integrada dos mapas gerados e dos indicadores sociais desenvolvidos.

Roggero (2009) ao analisar a qualidade de vida no distrito de Cachoeirinha, zona Norte da cidade de São Paulo/SP, utilizou-se de técnicas de geoprocessamento para a espacialização e processamento dos dados, fazendo o uso de Sistemas de Informação Geográfica e métodos estatísticos. Os resultados obtidos basearam-se na análise de mapas gerados, os quais possibilitaram compreender a distribuição das favelas e dos conjuntos habitacionais, o processo de verticalização e adensamento populacional, pode-se também verificar onde se localizam, o que a autora denominou como “Zonas Residenciais Homogêneas”, e posteriormente foi desenvolvimento de um índice de qualidade de vida, que ganhou, com a utilização de SIG, dimensões espaciais.

Podemos concluir, portanto, que os SIGs (Sistemas de Informações Geográficas), são instrumentos que visam realizar análises espaciais e integradas, utilizando uma variada gama de dados, desde dados socioeconômicos até ambientais, possibilitando relações e correlações entre as mesmas e assim permitindo um vasto campo de análise para a compreensão do todo integrado.

5.2.2. Sensoriamento Remoto e Análise de Imagens Baseadas em Objetos Geográficos (GEOBIA)

Nas últimas décadas tem-se percebido um aperfeiçoamento na qualidade das imagens dos sensores orbitais. Existe hoje a possibilidade de escolha numa gama variada de atributos como: diferentes resoluções espaciais, espectrais, temporais, etc. Com a melhora nas resoluções espaciais das imagens advindas de satélites como o Ikonos (lançado em 1999), o QuickBird (2001) e o WorldView I (2003), WorldView II (2007) e WorldView III (2014) abriu-se um campo vasto de possibilidades de análises. Hoje é possível obter uma imagem com trinta centímetros de resolução espacial (0,30 m – pancromática das imagens WorldView III). Somam-se a isso as facilidades que temos para adquirir uma imagem de alta resolução, hoje, as empresas operadoras de satélite comercializam imagens ao público com facilidade. A concatenação de todos esses fatores

nos leva a crer que esta área de pesquisa é relativamente nova e pouco desbravada, no entanto, vale ressaltar que é uma área totalmente palpável e possível, além de repleta de possibilidades (BLASCHKE, 2010).

Os mais novos métodos e técnicas de extração de dados e mapeamento a partir de sensoriamento remoto têm ganhado repercussão e se tornado mais popular, principalmente as novas técnicas de processamento de imagens como a análise de imagens orientada ao objeto (OBIA) (GAMANYA et al., 2009). O conceito de OBIA (Object Based Image Analysis) elaborado por Blaschke e Lang (2006) consolidou um novo paradigma nas análises de sensoriamento remoto. No entanto, ao longo a consolidação deste novo conceito que vai de pixels a objetos, inúmeros desafios foram abordados. A terminologia ao decorrer dos anos sofreu transformações significativas.

Com o crescente uso do termo OBIA na análise de imagens médicas houve a necessidade de se criar um novo termo que diferenciase a comunidade de sensoriamento remoto e assim foi concebido o termo GEOBIA (Geographic Object-Based Image Analysis) (HAY; CASTILLA, 2006):

“Análise de imagens baseada em objetos geográficos (GEOBIA) é uma especialidade da Ciência de Informação Geográfica (GIScience) dedicada ao desenvolvimento de métodos automatizados para particionar imagens de sensoriamento remoto em objetos significativos, e avaliar suas características através de escalas espaciais, espectrais e temporais, de modo a gerar nova informação geográfica em formato GIS” (HAY; CASTILLA, 2006, p.77).

Quando falamos de classificação da terra a partir do método de classificação orientada ao objeto (GEOBIA), devemos notar que a diferença mais significativa é a unidade de processamento de imagem, que deixa de ser o pixel e passa a ser o objeto. A segmentação da imagem é o principal procedimento que antecede a definição dos objetos. Assim, a segmentação é a divisão em várias regiões, gerando segmentos que apresentem uniformidade interna e contrastem com a sua vizinhança (CRACKNELL, 1998; BURNETT; BLASCHKE, 2003). No entanto, o segmento em si ainda não pode ser considerado um objeto. Este só adquire a denominação de objeto quando a informação semântica é atribuída a este segmento.

O conceito de “objeto” é, portanto, imprescindível nas análises de imagens baseada em objetos geográficos, uma vez que a informação semântica não se encontra mais no pixel. O objeto por sua vez é uma unidade de processamento que possui características estatísticas das imagens, assim como características dos objetos

elaborados a partir de segmentação como: forma espacial, correlação entre vizinhos, características texturais, entre outros. (BLASCHKE, 2010).

Análise orientada a objetos geográficos é considerada por Booch (1991) como uma metodologia que possui quatro requisitos na modelagem: abstração, encapsulamento, polimorfismo e hierarquia. É também consenso que o OBIA utiliza-se de segmentação de imagens para extrair objetos a partir da encapsulamento dos pixels e processo de abstração dos alvos a classificar, conceitos que são utilizados em análises de sensoriamento remoto há décadas. No entanto, sua repercussão forneceu um novo campo às análises multiescalares (BLASCHKE, 2010, BURNETT; BLASCHKE, 2003; CÂMARA et al., 1996; WU; DAVID, 2002).

É importante explicitar que as classificações de análise de imagens baseadas em objetos geográficos, apresentam uma estrutura e as relações entre as classes assumem duas formas que definem o conhecimento explícito: a rede hierárquica e a rede semântica. As redes hierárquicas referem-se ao compartilhamento de operação entre classes genéricas e específicas com base em hierarquia, isso permite um refinamento das classificações. A rede semântica, por sua vez, as relações entre as classes podem ser tanto hierárquicas como topológicas. O que diferencia a análise de imagens de sensoriamento remoto baseada em objetos geográficos é o fato de que a imagem é uma entidade espacial, o que significa que as redes hierárquicas e semânticas serão estruturadas a partir da escala de análise da imagem. Assim, existe um modelo de conhecimento que visa emular, em ambiente computacional, o processo cognitivo humano para interpretações de imagens de sensoriamento remoto. Em termos práticos, o processo de segmentação e processamento da imagem poderá ter como base duas abordagens: uma mais específica, de baixo para cima (*bottom-up*) ou mais generalista (*top-down*) em relação à escala. (NOVAK, 2009).

É evidente que a resolução espacial das imagens tem significativa relação com as escalas de análise, apesar de não ser conceitualmente a mesma coisa, quando utilizamos imagens de satélite para obtenção dados, é importante considerarmos esta relação para evitarmos erros nas análises posteriores. Sendo assim, Blaschke (2010) nos demonstra como se dá a análise baseada em objeto em relação à análise pixel a pixel, para abordar a possibilidade de análises multiescalares (figura 01):

Figura 01: relação entre objetos sob análise e resoluções espaciais diferentes. (Fonte: Blaschke, 2010, p. 3)

Pode-se observar na figura 01 a relação entre os objetos em análise e a resolução espacial das imagens. Em a, os objetos em análise são menores que a resolução espacial dos pixels, ou seja, a imagem em questão é imprópria para as análises baseadas em objetos geográficos (GEOBIA). Em b, os tamanhos dos objetos e dos pixels são da mesma ordem, conseqüentemente análises pixel a pixel são apropriadas. Em c, os pixels são significativamente menores que os objetos em análise, portanto, são válidas técnicas de segmentação e agrupamento de pixels em regiões, e posteriormente a transformação destes segmentos em objetos é necessária.

De acordo com Burnett e Blaschke (2003), antes do GEOBIA, uma das maiores dificuldades da segmentação de imagens, era produzir um conjunto de segmentos que não se sobrepusessem (polígonos) e este procedimento operacional era realizado de forma separada e anteriormente à classificação, o que ocasionava erros e problemas relacionados às análises multiescalares. Os algoritmos de segmentação utilizados no OBIA dividem a imagem em grupos de pixels relativamente homogêneos e semanticamente significantes, que em etapas posteriores são considerados como objetos, resolvendo a questão da análise em diversas escalas.

Uma das vantagens desse método de análise é a possibilidade de elaborar a classificação da terra utilizando filtros como: tratamento estatístico dos dados (utilizando os vizinhos, por exemplo), cálculo da textura e do padrão espacial, somados com a assinatura espectral. Assim, esse somatório de relações espaciais e estatísticas melhora a qualidade da classificação final, otimizando o processo (BURNETT; BLASCHKE, 2003).

No que tange as classificações de cobertura e ocupação da terra, os métodos e os algoritmos utilizados no processamento de imagens, para a obtenção de classificações não supervisionadas, por exemplo, são aplicados na matriz (imagem raster) tendo o pixel como unidade de classificação, não levando em consideração o contexto espacial. Além

disso, os resultados obtidos são apresentados ainda em formato matricial, dificultado a integração com dados vetoriais. Dessa forma, há um abismo entre informações disponíveis a partir de técnicas de sensoriamento remoto e dados efetivamente usados para a tomada de decisão estratégica e planejamento (BENZ et al. 2004).

Benz et al. (2004) propõe superar esta limitação, buscando estender o processamento de imagens para análise exploratória de uma rede de objetos hierárquica, representando as relações entre os objetos do mundo real, utilizando classificação baseada em objetos para sua utilização em ambiente SIG e algoritmos baseados em lógica *fuzzy* que demonstram melhores resultados no que tange as abstrações e a proximidade ao mundo real. Os autores se utilizam do software e-Cognition para apresentar as possibilidades de análises multiescalares a partir do método de classificação orientada ao objeto e seus resultados. E para explorar todas as possibilidades que essas novas tecnologias têm para oferecer, é importante que haja a integração de dados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), o que torna o método de análises geográficas baseada em objetos vantajoso. (BENZ et al, 2004, BLASCHKE et al, 2000; CÂMARA et al., 1996)

Sendo assim, o conceito de classificação de imagens baseada em objetos utilizado nesta pesquisa é apresentado por Blaschke (2006) e Hay e Castilla (2006) no qual a análise de imagens baseada em objetos geográficos (GEOBIA) se utiliza de procedimentos de segmentação de imagens de sensoriamento remoto para construção de objetos com outras variáveis como aspectos texturais, espaciais, de forma e espectrais para posterior processo de classificação, combinando critérios geoestatísticos dos dados com assinatura espectral dos alvos, resultando em uma melhor qualidade nas classificações e nos mapas temáticos elaborados.

5.2.2.1. Segmentação multiresolução

Especialmente para o uso de imagens de alta resolução foram desenvolvidos algoritmos orientados para execução de uma segmentação da imagem que detêm além da informação espectral, atributos associados também a forma, textura, relações contextuais e semânticas. Destacam-se, por sua frequência de uso, o vizinho mais próximo (*nearestneighbor* – *NN*), o segmentador multiresolução, implementado no

software e-Cognition e o algoritmo “Edge based”, implementado no software Envi EX. (BURNETT; BLASCHKE, 2003; WU; DAVID, 2002)

A segmentação multiresolução, utilizada nesta pesquisa, foi realizada utilizando-se do algoritmo FNEA (*Fractal Net Evolution Approach*), elaborado para adaptar-se às imagens de alta resolução. Utilizando a segmentação multiresolução pode-se calcular os pesos dos critérios espaciais e espectrais. Por exemplo: se o objetivo é separar alvos de vegetação de alvos antrópicos, pode-se atribuir um peso maior ao NDVI, criando objetos com limites mais precisos para os objetivos em análise.

O algoritmo FNEA demonstra-se bem estabelecido no ramo da segmentação de imagens em classificação baseada em objetos, os resultados obtidos por Jia, Li e Li (2013) apresentou um melhor desempenho na segmentação de imagens de alta resolução a partir da sua utilização, principalmente por possibilitar análises hierárquicas, como demonstrada na figura 02:

Figura 02: Representação da segmentação multiresolução, utilizando o algoritmo FNEA. (Fonte: Definiens, 2003).

A homogeneidade da segmentação multiresolução é estabelecida a partir da combinação das propriedades espectrais das bandas (nível de cinza) e forma. Os parâmetros cor e forma somam 1,0 e determinam quanto de cada informação é usada no processo de segmentação. O parâmetro forma é subdividido em compacidade e

suavidade. Um alto valor de compacidade produz segmentos menores e mais compactos, tipicamente relativos aos alvos antrópicos. Por outro lado, um alto valor de suavidade gera segmentos com bordas suaves, características de alvos naturais, representados na área de estudo principalmente pela vegetação urbana (parques, praças e arborização viária) (KRESSLER; STEINNOCHER, 2006).

O parâmetro escala determina o tamanho médio do objeto a ser criado, quanto mais alto o valor atribuído ao parâmetro, maiores serão os objetos e menor a quantidade de objetos criados. Um peso é atribuído às bandas, de tal forma que isso representa a importância de cada banda no processo de segmentação, assim quanto maior o valor, maior o grau de importância conferida à respectiva banda (BAATZ; SCHÄPE, 2000).

É possível implementar, além das bandas com dados espectrais, imagens já processadas como NDVI, filtros ou Análise das Componentes Principais, o que conferem segmentações otimizadas.

5.2.2.2. Classificação de cobertura da terra

A partir da utilização do método de análise orientada ao objeto ou OBIA, pode-se realizar inúmeros tipos de classificação de imagens baseada nos alvos de interesse e dados disponíveis. No entanto, é no âmbito da classificação de uso e ocupação da terra que a análise de imagens orientada ao objeto encontra suas bases já estabelecidas e a literatura apresenta uma gama variada de estudos a partir de experimentos que demonstram sua eficácia.

Francisco e Almeida (2012) apresentam o método de análise orientada ao objeto para elaboração de classificações da cobertura da terra e regiões montanhosas. Tendo como alvos de análise o tipo de vegetação, afloramentos rochosos, focos de queimada, áreas de reflorestamento e áreas urbanas, foram utilizadas as médias da primeira, segunda, terceira e quarta componentes principais, uma imagem com dados de declividade e NDVI que auxiliou na diferenciação de alvos com e sem vegetação. Foram utilizadas imagens ALOS/AVNIR fusionadas a imagens ALOS/PRISM e dados de relevo e declividade a partir de TOPODATA.

A introdução de outras fontes de dados para a etapa de segmentação e classificação é outro diferencial das análises baseadas em objetos geográficos, estudos apontam para melhor qualidade e acurácia dos mapas (FRANCISCO; ALMEIDA, 2012). A

partir de procedimentos de construção de regras, onde as pesquisadoras, utilizando-se de conhecimento prévio de resposta dos alvos de interesse os classificam de forma semi automática informando ao software os intervalos de dados e quais dado utilizar para classificar determinados alvos. Francisco e Almeida (2012) elaboraram um mapa de cobertura da terra para Nova Friburgo/RJ. Na avaliação do mapa de classificação o índice de exatidão global elaborado apresentou 91% de acerto e índice *kappa* 0,85, considerado de excelente qualidade de acordo com Landis e Koch (1977).

Pinho (2006) com o objetivo de explorar a análise de imagens orientada a objetos na classificação de cobertura do solo no espaço intraurbano de São José dos Campos a partir de imagens orbitais de resolução espacial muito alta (entre 1m – imagem Quickbird e 4m – imagem Ikonos II) e utilizando algoritmo de segmentação multiresolução (FNEA) instalado na plataforma e-Cognition, elaborou mapas temáticos de cobertura da terra extraindo as seguintes classes: vegetação arbórea, vegetação rasteira, telhas de cerâmica clara, telhas de cerâmica escura, concreto ou amianto escuro, concreto ou amianto médio, concreto e amianto claro, asfalto, solo exposto escuro, solo exposto claro, sombra, piscinas e cobertura metálica. As regras de classificação foram elaboradas a partir de análise de histograma e conhecimento prévio dos alvos de interesse. Pinho (2006) concluiu que a exatidão temática forneceu produtos de boa qualidade com índice *kappa* variando em torno de 0,5. A autora identificou que a imagens Quickbird, de melhor resolução espacial produziu segmentos mais fiéis e classificações mais estáveis e quanto à classificação das classes.

Salim (2013) também se utiliza de construção de regras a partir de análise baseada em objetos (OBIA) para classificação de imagens orbitais, no caso uma imagem IKONOS de maio de 2012 ortorretificada e fusionada, NDVI e componentes principais. Em se tratando de espaços intraurbanos foram utilizados também dados vetoriais nas etapas de segmentação da imagem, como a informação espacial dos setores censitários e arruamento. As classes de cobertura extraídas de acordo com a área de estudo foram: vegetação herbácea e arbórea, asfalto, sombra, água, solo exposto e telhados claros, brilhantes, escuros e de cerâmica, chave de interpretação elaborada por Pinho (2006) e adaptada por Salim (2013) de acordo com as especificidades da área de estudo nas proximidades da represa Guarapiranga em São Paulo. Para a construção de regras, houve extensa pesquisa bibliográfica e experiências empíricas para selecionar os

atributos que classificasse os alvos de interesse. Os resultados foram considerados satisfatórios para análises posteriores.

Além da construção de regras a partir de análise dos pesquisadores existem outros procedimentos como mineração de dados e elaboração de árvore de decisão para classificações a partir de análise orientada ao objeto. Procedimento estes que tem se mostrado interessante no sentido de que a escolha das variáveis para classificação é dada a partir de mineração de dados, numa análise que implica a verificação de todo banco de dados com índices espectrais, espaciais, texturais, entre outros, gerados a partir da etapa de segmentação. Assim, o conhecimento prévio sobre os alvos de interesse por parte do pesquisador e a etapa de classificação que se baseia em análises mais subjetivas é eliminada.

Apesar de estudos comprovarem que o método de classificação baseada em mineração de dados e elaboração de árvore de decisão para análises orientada ao objeto seja mais eficaz no sentido de reduzir o tempo de processamento dos dados e dispêndio de tempo humano para análises, ainda são poucos os estudos e pesquisas que comprovem melhor acurácia e qualidade das classificações. Além disso, as classificações de imagens a partir de construção de regras pelo pesquisador permitem infinitas etapas de segmentação e classificação. Portanto, esta pesquisa utilizou-se de método de construção de regras pela autora de forma semiautomática a partir de análises baseadas em objetos geográficos (GEOBIA), sendo assim, os descritores, parâmetros e variáveis foram selecionados com base em conhecimento prévio da área de estudo e dos alvos de interesse por parte da pesquisadora, além de se basear em experimentos empíricos e testes com base em acerto e erro.

5.2.2.3. Avaliação da qualidade da classificação de cobertura da terra

Para a avaliação da acurácia e qualidade das classificações, diversas são as pesquisas que se utilizam de índices e indicadores de qualidade como o índice *kappa* e matriz de confusão. Francisco e Almeida (2012; 2013); Celiski (2008); Salim (2013); Meneghetti (2013); Ribeiro, Fonseca e Kux (2011), Lobão, França-Rocha e Silva (2005), Cohen (1960), Congalton (1991), Lingnau e Antunes (2003); Fernandes, Nunes e Silva (2012) apresentam índices para avaliação temática final dos mapas de cobertura e uso da terra elaborados. De acordo com a literatura, os índices *kappa* e TAU são os mais

comuns para avaliação de mapas temáticos elaborados a partir de classificação de imagens de Sensoriamento Remoto. Considerando que o índice *kappa* é um dos mais comumente utilizado nas pesquisas e aceito pela comunidade científica foi escolhido como método de avaliação do mapa de classificação da cobertura da terra elaborado nesta pesquisa.

O índice *kappa* é calculado a partir da matriz de confusão. Uma amostra com o valor-verdade, coletado em campo, e uma com o valor estimado pelo processo de classificação. A formalização do índice é apresentada na equação a seguir:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii} - \sum_{i=1}^k (n_{i+} n_{+i})}{n^2 - \sum_{i=1}^k (n_{i+} n_{+i})}$$

Onde,

n_{ii} = número total de amostras corretamente classificadas da classe k ;

n_{i+} = número total de amostras classificadas da classe k ;

n_{+i} = número total de amostras coletadas da classe k ; e

n = número total de amostras

Landis e Koch (1977) propõem uma tabela de interpretação dos valores índice *kappa*. Os valores variam de 0 a 1, onde 0 representa resultados sem nenhuma concordância e 1 representa concordância perfeita.

Valores de kappa	Interpretação
<0	Sem concordância
0-0.19	Pouca concordância
0.20-0.39	Concordância razoável
0.40-0.59	Concordância média
0.60-0.79	Concordância considerável
0.80-1.00	Concordância excelente

Tabela 01: Interpretação de valores de índice *kappa*. (Fonte: Landis; Koch, 1977; n.33: 159-174, tradução nossa)

Para a escolha do índice *kappa* em detrimento do índice TAU enquanto método de avaliação da qualidade do mapa da classificação da cobertura da terra a partir de OBIA foi levado em consideração a sensibilidade do índice *kappa* a erros de omissão e inclusão e a necessidade de uma matriz de confusão. Uma vez que o índice *kappa* utiliza-se da concordância a posteriori, após construção da matriz de erros, obtida com base nos resultados, o coeficiente TAU se baseia na probabilidade a priori, permitindo a obtenção dos valores de concordância mesmo antes da checagem dos resultados (LINGNAU; ANTUNES, 2003).

A matriz de confusão por sua vez, é um método eficaz de verificação da qualidade da classificação, uma vez que apresenta a exatidão de cada classe com os erros de comissão (quando um elemento é incluído em uma classe à qual não pertence) e omissão (quando o elemento é excluído da classe à qual ele pertence). A partir da matriz de confusão, pode-se calcular algumas medidas descritivas como a exatidão do produtor (Ep) que é a razão entre o número de elementos classificados corretamente em uma determinada classe pelo número de elementos de referência amostrados para a mesma categoria (LILLESAND; KIEFER, 1994). Esta medida reflete os erros de omissão e a porcentagem de acerto para cada classe. Esta medida pode ser expressa por:

$$ep = \frac{x_{ii}}{x_{+i}},$$

Onde:

x_{ii} = Número de elementos classificados corretamente

x_{+i} = Total de elementos de referência amostrados para uma categoria *i*

É válido apontar que sem os procedimentos de avaliação da classificação e sem apresentação da matriz de confusão, as classificações de imagens de sensoriamento remoto apresentam-se como passíveis de conter erros graves e uma baixa qualidade e acurácia, trazendo uma desconfiança por parte dos resultados apresentados.

5.3. O Trabalho de campo em geografia

O trabalho de campo nas ciências geográficas é consenso. Independentemente do método e da técnica utilizadas pelas pesquisas, do viés teórico utilizado e da própria cisão entre Geografia Física e Geografia Humana, o trabalho de campo é ponto comum no âmbito da Geografia enquanto ciência.

É sabido que uma pesquisa só pode receber este “título” de científica se tal se utiliza de uma metodologia e busca de dados empíricos que refutem ou comprovem as hipóteses formuladas. Houve, no decorrer do tempo, momentos de rupturas das ciências, por divergências contidas no método e na epistemologia utilizada para pesquisar diferentes objetos. No entanto, sempre se apontou para o papel do trabalho de campo, independente da escolha metodológica. Papel este, não apenas de observação passível, mas de compreensão de processos escondidos atrás da máscara das formas concretas. De acordo com Demo (2006):

“A realidade que se quer captar é a mesma para todos, mas para captar é preciso concepção teórica dela, que pode ser diferente em todos, dependendo do que se define por ciência, por método, ou do ponto de partida e do ponto de vista, ou da ideologia subjacente, ou de circunstâncias sociais condicionantes ou condicionadas por interesses históricos dominantes” (DEMO, 2006, p. 22).

A pesquisa e o pesquisador assumem, deste modo, enorme importância. É da produção do conhecimento científico que podemos atuar e influenciar na realidade do mundo em que vivemos. É a partir de um pensamento crítico da sociedade que se pode entender as relações e as categorias que estão presente nestes processos de produção e reprodução das relações sociais, e começar a entender o que se passa nas “entrelinhas”, modificando, assim, nossa própria visão de mundo, às vezes tão condicionada. É a partir deste diálogo das ciências com a realidade, tendo o pesquisador como mediador, a pesquisa como mediação e o trabalho de campo como meio, que se pode compreender a realidade, e a partir disso modificar, criar, criticar ou até mesmo legitimar estes processos.

De acordo Serpa (2006) é importante conceituar o espaço de análise nas pesquisas geográficas de acordo com os objetos da pesquisa científica para que os fenômenos sejam percebidos e identificados. É necessária também uma relação harmoniosa entre teoria e método para que a pesquisa não se baseie apenas em discussões teóricas sem fundamentação empírica. O trabalho de campo aparece, assim, como necessário método de verificação empírica, tão almejado nas pesquisas de cunho científico.

O trabalho de campo suscita vários esclarecimentos, confirmações de hipóteses e

novas questões. Assim, deve ser pensado não apenas como possibilidade de confirmação empírica, mas como um momento da pesquisa onde se passa da observação para a interpretação e análise, a partir de uma concepção teórica. A dificuldade encontra-se no fato de que tal realidade não é vazia de interpretações, uma vez que não se vai a campo sem certa preparação *a priori*, sem embasamento teórico e metodológico. No entanto, a ida a campo sem tal preparação é vazia de sentido, impossibilitando a análise, confirmação ou não das hipóteses.

Ressalto que o trabalho de campo é parte fundamental no método de compreensão do espaço intraurbano conceituado nesta pesquisa, além de ser a principal maneira pela qual se obtém dados primários e empíricos sobre a realidade.

5.4. Dasimetria

O método da dasimetria é importante instrumento de análise da densidade urbana uma vez que avalia a distribuição e utilização das áreas intraurbanas. O método dasimétrico é definido como um processo de refinamento das unidades de agregação de dados, para observação da densidade real do fenômeno, baseando-se em dados auxiliares (BARROZO et al. 2011).

De acordo com Duttenkefer (2010) para se obter um mapa dasimétrico, é necessário em primeiro lugar delimitar as áreas onde o fenômeno possui variável nula, que são os fatores de localização negativa.

Sendo assim, no caso da utilização de setor censitário ou áreas de ponderação, para elaboração de análises de densidade demográfica devem ser eliminadas todas as áreas de função não-residencial como, por exemplo: parques, galpões, rios e lagos, para o refinamento do cálculo. Assim, o cálculo se baseará não mais nos setores censitários, mas efetivamente nas áreas ocupadas.

Morato, Kawakubo e Pérez Machado (2011) utilizam-se de imagens de sensoriamento remoto para a execução dos procedimentos de análise dasimétrica como pode se observar na figura 03:

Figura 03: Operação realizada para obtenção da área efetivamente urbanizada dos setores censitários. (Fonte: Morato, Kawakubo e Pérez Machado, 2011, p. 1603).

Barrozo et al. (2011) aponta para o fato de que a dasimetria tem sido cada vez mais utilizada por demonstrar resultados interessantes no sentido de caracterização da densidade dos fenômenos, ainda mais quando sua aplicação tem sido facilitada pela quantidade e qualidade de dados auxiliares disponíveis como imagens de satélite de alta resolução, mapas de uso e ocupação da terra, fotografias aéreas, entre outros.

O método de análise dasimétrica nesta pesquisa se faz necessário uma vez que pretendemos correlacionar índices e indicadores socioeconômicos, educacionais e de qualidade de vida e sua distribuição espacial através do setor censitário como unidade de agregação e dados provenientes do mapa de cobertura da terra elaborado a partir de classificação de imagens orientada ao objeto. A adequação do setor censitário à distribuição espacial real da população para análises de densidade de determinada classe de representação e correlação com os índices se faz necessária para que não haja anacronismos nas análises.

Salim (2013), Amaral et al. (2005), Morato, Kawakubo e Pérez Machado (2011) e Dutkenfer (2010), utilizam-se do método de análise dasimétrica em mapas de uso e cobertura da terra e imagens orbitais de sensoriamento remoto como dados auxiliares para verificar a área real dos fenômenos expressos em unidades de agregação por setores censitários, demonstrando assim, a validade do método.

6. Área de Estudo

Marília é um município do Estado de São Paulo, localizado a 443 km por rodovia e 376 km em linha reta da capital paulista. Geograficamente, o município, em toda sua extensão se situa entre as coordenadas geográficas 22°00' e 22°30' de latitude sul e 49°30' e 50°00' de longitude oeste, compreendendo uma área de 1.170,174 km² (IBGE, 2015).

A cidade está localizada no Oeste paulista, estando inserida, de acordo com Ross e Moroz (1997), na província geomorfológica do Planalto Ocidental Paulista e na unidade morfoescultural do Planalto Residual de Marília, o que dá ao espaço intraurbano certa conformidade espacial peculiar em formato de “X”. Como pode ser observado na figura 04:

Figura 04: Mapa de localização do espaço intraurbano do município de Marília/SP. Elaborado por: Agnes Silva de Araujo.

Para Queiroz Neto e Journaux (1978), o relevo é composto por três compartimentos geomorfológicos sendo: um correspondendo ao platô, um englobando as baixas colinas do Vale do Rio do Peixe, e outro representado pela escarpa, a uma altitude média de 675 metros e o terceiro compartimento sobre o qual Marília esta localizada, os arenitos cretáceos do Grupo Bauru. De acordo com o IPT (1981), a formação Marília, é um pacote sedimentar que ocupa áreas de platôs elevados na paisagem e associados às escarpas. São nas áreas do platô residual que o espaço intraurbano do município está localizado.

Até o final do século XIX e começo do século XX, a região do Oeste Paulista era considerada selvagem e era povoada pelos índios Coroados. Foi apenas em 1905, que a Comissão Geográfica e Geológica fez os primeiros levantamentos nos rios do Peixe e Tietê para a exploração da região. O primeiro acampamento foi instalado no Córrego do Arrependido e se iniciou a conquista do sertão oeste pelo vale do Rio do Peixe. Foi com o avanço do café para o oeste paulista que a ferrovia se expandiu, criando novas cidades, e em 1915 surgiram os primeiros cafezais na fazenda Cincinatina entre os rios Tibiriçá e Peixe, exatamente onde a cidade de Marília surgiu.

De acordo com o IBGE (2010), a população total é estimada é de 232.000 habitantes, aproximadamente. Sua economia gira em torno de indústrias, principalmente alimentícias, comércio e serviços. Seu IDH é de 0,798 (elevado) o que a tornou um interessante objeto de estudo para o tema qualidade de vida.

Hoje, a cidade de Marília se destaca no Brasil, por ocupar o sétimo lugar em desenvolvimento pelo índice FIRJAN (2010) com 0,884. O índice FIRJAN de desenvolvimento municipal faz parte de uma pesquisa que acompanha anualmente o desenvolvimento socioeconômico de mais de cinco mil municípios brasileiros em três áreas de atuação: emprego e renda, educação e saúde. O índice é elaborado a partir de dados e estatísticas públicas oficiais. São considerados de alto desenvolvimento municípios com índice acima de 0,8.

Além disso, possui agricultura diversificada, com produção de café, amendoim, melancia, borracha, coco, laranja, manga, maracujá, cana-de-açúcar, mandioca e milho. Atualmente, existem mais de 1400 propriedades rurais, nas quais a produção de destaque é o gado de corte e leite.

A indústria, o comércio e a prestação de serviços são destaque no município, composta por empresas que distribuem seus produtos para o mercado nacional e internacional. Conhecida como a Capital Nacional do Alimento, o parque industrial conta

com cerca de 1.100 empresas do setor alimentício, metalúrgico, construção, têxtil, gráfico e plástico, entre outras. Empresas como Nestlé, Marilan, Dori, Sasazaki são algumas das que se destacam por empregarem muitos habitantes. No setor comercial, Marília possui lojas de variados segmentos, além de dois *shoppings centers*, duas galerias, e um centro comercial com calçada híbrido, atraindo consumidores de toda a região em um raio de influência de aproximadamente 100 quilômetros. A cidade se destaca também por ser um centro estudantil, são mais de 40 cursos superiores instalados no município, que atraem estudantes de todo o país.

Finalmente, Marília foi escolhida como área de estudo, principalmente pelo seu desenvolvimento urbano rápido. Em 80 anos Marília cresceu tanto demograficamente como em termos espaciais. No entanto, para melhor análise espacial da cidade, faz-se necessário pensarmos que existem diversos padrões de organização espacial na cidade, que estão sobrepostos um ao outro, como por exemplo: à divisão territorial administrativa em bairros, à divisão em unidade de controle cadastral, como os setores censitários.

Portanto, para melhor compreensão da cidade serão apresentados os limites administrativos em bairros, para posteriormente pensarmos em menores unidades territoriais como os setores censitários, menor unidade de controle cadastral.

Observando o espaço intraurbano da cidade de Marília, em sua totalidade, houve uma tentativa de definir e identificar aspectos das subunidades espaciais (área central, zona periférica do centro, núcleo secundários, etc.) que a compõe. A importância de identificar a morfologia-funcional desses subespaços vem da necessidade de compreender a cidade como um todo integrado e articulado.

Marília, como a maioria das cidades, possui o centro principal (figura 05), que se destaca por ocupar uma dimensão reduzida em comparação aos demais setores e zonas urbanas e reúne as principais atividades comerciais e de serviços. Possui também a zona pericentral (figuras 06 e 07), constituída por bairros de função residencial, que envolve o centro principal e que faz a transição entre o centro e as áreas periféricas. O limite da cidade se destaca por ser um habitat descontínuo, diretamente relacionado à necessidade de mais espaços e novas condições de localização. Em Marília, os espaços industriais as novas implantações comerciais como os *shoppings centers* e os grandes equipamentos urbanos, como: aeroportos, rodoviárias (figura 10) e a cidade universitária (figura 09), encontram-se na zona periférica da cidade. Sendo assim, Marília, definitivamente

apresenta as características de cidade média, de acordo com Amorim Filho e Sena Filho (2005).

Figura 05: Centro comercial de Marília. Rua São Luiz. Foto por: Agnes Silva de Araujo, retirada em trabalho de campo realizado nos dias 05/01/2015 a 29/01/2015.

Figura 06: Zona Pericentral de função residencial na cidade de Marília/SP, vista da porção Leste da cidade. Foto por: Agnes Silva de Araujo, retirada em trabalho de campo realizado nos dias 05/01/2015 a 29/01/2015.

Figura 07: Zona Pericentral de função residencial na cidade de Marília/SP, vista da porção Norte da cidade. Foto por: Agnes Silva de Araujo, retirada em trabalho de campo realizado nos dias 05/01/2015 a 29/01/2015.

Figura 08: Rodovia Rachild Rayes, localização da cidade Universitária à esquerda. Foto por: Agnes Silva de Araujo, retirada em trabalho de campo realizado nos dias 05/01/2015 a 29/01/2015.

Figura 09: Cidade Universitária vista de frente. Foto por: Agnes Silva de Araujo, retirada em trabalho de campo realizado nos dias 05/01/2015 a 29/01/2015.

Figura 10: Rodoviária localizada na Zona Periférica de Marília, vista da Avenida das Esmeraldas. Foto por: Agnes Silva de Araujo, retirada em trabalho de campo realizado nos dias 05/01/2015 a 29/01/2015.

Como muitas cidades do oeste paulista, a cidade de Marília nasceu e se desenvolveu a partir do terminal ferroviário, e a partir de determinado momento histórico, se expandiu ao longo das vias de circulação regional. No caso de Marília, a rodovia Comandante João Ribeiro de Barros e a rodovia Transbrasiliana, influenciaram muito em sua expansão e em sua conformação espacial. Pode-se notar que estas cortam a cidade de Norte a Sul e de Leste a Oeste, além de fazerem conexão com importantes cidades regionais como Bauru, Ourinhos e Lins.

Os bairros estão dispostos a partir desta lógica, acompanhando as vias de circulação. O centro consolidado engloba bairros mais antigos como o próprio Centro comercial, Bairros: Alto Cafezal, parte norte e leste do Barbosa e a parte Oeste do Fragata, além da parte Sul do Cascata. Os bairros mais antigos estão mais próximos deste centro consolidado, enquanto os mais novos estão mais afastados. É interessante notar que Bairros mais afastados como Bairro Aquários e Esmeralda estão intimamente ligados a emergência de novos pontos comerciais que levam o nome do bairro como os *shopping centers*, no caso do Aquários, o *shopping* Aquários e no caso do Esmeralda, *shopping* Esmeralda, como se pode observar na figura 11:

Figura 11: Mapa da disposição dos Bairros e das vias de circulação principal de Marília/SP. Elaborado por Agnes Silva de Araujo. Fonte: Prefeitura Municipal de Marília, 2010.

7. Procedimentos técnicos e operacionais

7.1. Elaboração de índices e indicadores sociais

O primeiro procedimento realizado para dar início a esta pesquisa foi o levantamento de dados do censo de 2010 no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A utilização de dados censitários do universo do IBGE prevê a distribuição de dados por setor censitário. O setor censitário, de acordo com o IBGE (2010) “é uma unidade de controle cadastral formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural”. O setor censitário permite a homogeneização dos dados coletados.

Os dados disponíveis são adquiridos em planilhas, distribuídos pelos códigos das cidades e separados por setores censitários. Primeiramente, fez-se necessário separar os dados referentes ao município de Marília, baseados no seu código de cidade. Como é objetivo da pesquisa a espacialização desses dados por setor, através da utilização de Sistemas de Informações Geográficas, foi necessário também o levantamento, junto ao IBGE, de uma base cartográfica que representasse espacialmente esses setores municipais. Adquiridos os dados e com a base cartográfica preparada, os atributos foram separados por planilha de trabalho no programa Microsoft Office Excel 2003®, com licença no Laboratório de Sensoriamento Remoto da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas de São Paulo, departamento de Geografia, para que fossem selecionados, para cada setor, as seguintes categorias: domicílios, responsáveis por domicílio, instrução, renda e pessoas.

A partir dos dados obtidos foi realizado um tratamento preliminar no qual foram escolhidas variáveis para a elaboração dos índices e indicadores sendo: índice de qualidade ambiental, índice de instrução ou educacional e um índice de nível socioeconômico, todos para o ano de 2010.

As variáveis utilizadas para a composição do índice de qualidade ambiental foram: domicílios onde o lixo é queimado, domicílios onde o lixo é enterrado, domicílios onde existe coleta de lixo por serviços de limpeza, domicílios com esgotamento ligados a rede geral, domicílios que utilizam fossa rudimentar ou vala e domicílios com abastecimento de água via rede geral. Após inverter os indicadores cuja maior ocorrência era um fator negativo, foi atribuído um peso igual a todos os índices e gerado o índice de qualidade ambiental urbana, como a média entre os índices acima citados. Foi considerado que, na área urbana, as condições mais adequadas são a de abastecimento de água por rede

geral, esgotamento sanitário ligado a rede geral e coleta de lixo por serviços de limpeza. Após os procedimentos acima citados, o índice foi normalizado, considerando 1 a melhor situação e 0 a pior situação.

No índice de instrução ou educacional, consideraram-se variáveis como: analfabetos com dez anos ou mais e responsáveis por domicílio analfabetos. Após a inversão de indicadores negativos, pois numa situação ideal não haveria analfabetos com dez anos ou mais nem responsáveis por domicílio analfabetos, assim foi realizado o procedimento de cálculo do índice de instrução, como eram os únicos dados de instrução, estas variáveis foram utilizadas diretamente dando-se peso 1 a cada uma delas. Após os procedimentos acima citados, o índice foi normalizado, considerando 1 a melhor situação e 0 a pior situação.

No índice de nível socioeconômico da população, foram considerados dois indicadores sociais, sendo estes: moradores por banheiro e renda do responsável por domicílio. A utilização do indicador de moradores por banheiro foi realizada por ser um indicador que melhor apresentava o padrão domiciliar MORATO (2004) e SPOSATI (1996). Para o indicador de renda do responsável por domicílio foram atribuídos pesos do seguinte modo: peso 1 a responsáveis que recebem até 1 salário mínimo, peso 2 aos responsáveis que recebem de 1 a 3 salários mínimos, peso 3 aos responsáveis que recebem de 3 a 5 salários mínimos, peso 4 aos responsáveis que recebem de 5 a 10 salários mínimos e peso 5 aos responsáveis que recebem de 10 a 20 salários mínimos ou mais. Desse modo, consideramos que o salário mínimo está longe de atender as necessidades básicas e que a satisfação material é um dado importante. O índice foi calculado dando peso dobrado à renda do responsável, sabendo que a renda do responsável por domicílio corresponde a cerca de 70% da renda familiar (MORATO, 2004).

A formulação do índice de qualidade de vida urbana considerou aspectos como a qualidade urbana ambiental, o índice de instrução e o índice socioeconômico da população. Foram dados aos três índices apresentados acima pesos iguais, para que nenhum índice anteriormente desenvolvido fosse privilegiado. Assim, o índice foi espacializado para que fosse gerado um mapa de qualidade de vida na cidade de Marília, apresentado nos resultados.

7.2. Elaboração do mapa de cobertura da terra

Para a elaboração de um mapa de cobertura da terra intraurbana de Marília, foi necessário adquirir uma imagem de satélite de alta resolução. Imagem do satélite WorldView2 para o ano de 2010, georreferenciada e ortorretificada, com resolução espacial 50 centímetros no pancromático e 2 metros no multiespectral. Adquirida através do Programa de Apoio à Pós-graduação (PROAP) da CAPES. Optou-se por utilizar-se de uma imagem do sensor WorldView II pelas suas especificidades no que se refere a resolução espacial, no quadro abaixo são apresentadas as características do sensor e das imagens:

WorldView- 2 - Especificações técnicas básicas	
Informações de lançamento	Data: 08/10/2009 Veículo de lançamento: Delta II 7920 Local de lançamento: Base aérea de Vandenberg, Califórnia, EUA
Órbita	Altitude: 770Km Tipo: Heliossíncrona, 10:30am passagem descendente Período: 100 minutos
Bandas dos sensores	PAN, vermelho, verde, azul, infravermelho e 4 novas bandas
Resolução espacial	50 cm (pancromático) 2 metros (multiespectral)
Resolução Radiométrica	11 bits por pixels
Comprimento da faixa	16,4Km no nadir
Angulo máximo de visada	+/- 45° off-nadir = 1036Km
Resolução temporal	1,1 dias 30° off nadir
(revisita)	3,7 dias 20° off nadir
Acurácia posicional	Acurácia especificada de 5m CE90% no nadir excluindo efeitos de terreno

Quadro 01: Tabela de especificações técnicas do sensor WorldView II. Fonte: Global Geo (<http://www.globalgeo.com.br/satelite/worldview-2/>) acessado em 15/01/2015.

No processo de aquisição da imagem, foram adquiridas as bandas do espectro visível: azul, verde e vermelho e infravermelho próximo e a banda pancromática. Não foram solicitadas as 4 novas bandas: azul costal, amarelo, vermelho limítrofe e infravermelho2. É importante citar que as bandas não foram fusionadas. Os procedimentos de pré-processamento foram realizados pela empresa DigitalGlobe®, uma vez que as imagens já foram adquiridas georreferenciadas e ortorretificadas, Assim, no procedimento de correção geométrica padrão da empresa operadora é utilizado um modelo matemático denominado Coeficiente de Polinômios Racionais (*RPC – Rational Polynomial Coefficients*), resultando numa precisão horizontal de 3,5 metros CE90 e numa precisão vertical de 3,6 metros LE90 para imagens WorldView-II (DIGITALGLOBE, 2009).

A data de passagem de aquisição da imagem foi 18/08/2010, justifica-se a escolha de agosto de 2010 pela menor quantidade de nuvens existentes sob o espaço intraurbano, já que agosto é um mês com poucas chuvas no Oeste Paulista e, porque, em etapas posteriores da pesquisa pretende-se correlacionar os dados de cobertura da terra com dados socioeconômicos e populacionais do Censo do IBGE para ano de 2010, assim torna-se imprescindível que a data da imagem de satélite corresponda a data de aquisição dos dados do censo para evitar anacronismos.

A área de aquisição, por sua vez não contou com a cena inteira da imagem, foi selecionada apenas a área do espaço intraurbano da cidade de Marília, como apresentado na figura 12:

Figura 12: Carta imagem do espaço intraurbano de Marília, utilizada na elaboração do mapa de cobertura da terra. Elaborada por Agnes Silva de Araujo.

Para a elaboração do mapa de cobertura da terra intraurbana de Marília, a partir do método de classificação e análise orientada a objetos geográficos (GEOBIA), foram executados quatro procedimentos operacionais e técnicos: elaboração da chave de interpretação, construção de rede hierárquica, segmentação e construção das regras para classificação da cobertura da terra.

7.2.1. Elaboração da chave de interpretação e rede hierárquica

A chave de interpretação da cobertura da terra foi elaborada e definida de acordo com a área de estudo e com os objetivos da pesquisa estabelecidos *a priori*, considerando o nível de detalhamento necessário para as análises posteriores da pesquisa.

Os objetos foram observados e identificados através de técnicas de interpretação visual, produzindo informações qualitativas, consideradas de relevância no se que se refere aos padrões de cobertura da terra intraurbana. Para minimizar os efeitos de subjetividade do pesquisador no procedimento de interpretação visual foi elaborado um roteiro metodológico criterioso no qual a identificação e interpretação dos objetos observados demandam o uso de raciocínio lógico e elementos de análise bem definidos (PANIZZA; FONSECA, 2011). A primeira etapa, chamada identificação, representa uma simples leitura da imagem, realiza-se nesta etapa, uma correlação intuitiva entre o objeto observado e outro conhecido. A segunda etapa desenvolve-se processos mentais, dedutivos e intuitivos, mesmo que a imagem revele apenas uma visão parcial do objeto. Finalmente, criam-se correlações entre os elementos determinados na imagem e elaboram-se hipóteses interpretativas.

As classes definidas a partir da temática vegetação foram: “vegetação herbácea” e “vegetação arbórea”. A partir da temática água foram: “rios” e “lagos”. No que se referem as “áreas construídas” foram definidas as seguintes coberturas: “pavimentação”, “telhados de cerâmica”, “telhados de cimento”, que congregam telhados de cimento esmaltado ou cimento amianto, “Lajes de concreto pintadas” que corresponde às lajes de concreto de prédios e casas pintadas de branco ou cores claras, “telhados de alumínio” que são utilizados nas coberturas de equipamentos de lazer como quadras poliesportivas e cobertura de fábricas e galpões e a classe de “piscinas”.

Pinho (2006), Salim (2013) e Roggero (2009) apresentam características da cobertura da terra intraurbana que permitem inferências sobre o uso e o tipo de classe social residente nestas áreas. É o caso da utilização de “telhados de cimento”, por exemplo. Em setores censitários onde existem baixos índices de nível socioeconômico, os telhados apresentam-se muito próximos um dos outros, o lote não pode ser determinado facilmente, pode-se inferir que são telhados de cimento amianto, uma vez que é considerada uma solução de baixo custo. Em setores de altos índices socioeconômicos, onde existem telhados de cimento, mas os lotes são de tamanho significativo e o espaçamento é maior, pode-se inferir que são telhados de cimento esmaltado, solução de alto custo para telhas. A existência de asfaltamento, piscinas, quintais com área verde (vegetação arbórea ou herbácea), telhados de cerâmica ou lajes pintadas de branco são outros indicadores de nível socioeconômico alto e médio, uma vez que são soluções de alto custo. A partir dos padrões residências identificados em imagens podem-se fazer inferências sobre as classes sociais que ocupam estes espaços.

Francisco e Almeida (2012), Salim (2013), Meneghetti (2011), Pinho (2006) e Hofmann (2011) e apresentam uma chave de interpretação similar no que refere as classes de cobertura da terra, havendo apenas pequenas adaptações de acordo com a área de estudo, apresenta-se no quadro 02 a seguir a chave de interpretação utilizada neste trabalho:

Classe	Imagem WorldView II em Composição RGB	Localização e contexto	Forma e Textura
Vegetação arbórea		Localizada dentro de quadras e dossel cobre parcialmente ou totalmente algumas ruas.	Possui textura rugosa, com variação no tamanho dos elementos texturais, dependendo do tipo de árvore.

Vegetação herbácea		Localizada dentro de quadras e ao longo de vias de acesso.	Textura lisa.
Rios		Localizam-se um pouco afastados do espaço intra urbano, próximos a áreas de vegetação arbórea e grama.	Possui formato alongado e textura lisa.
Lagos		Localizam-se um pouco afastados do espaço intra urbano, próximos a áreas de vegetação arbórea e grama.	Possui formato arredondado e textura lisa.
Sombra		Ocorre próxima a edificações, árvores e pontes.	Textura lisa, forma e tamanhos variáveis.

Solo exposto		Localizado dentro de quadras novos loteamentos, terrenos inutilizados ou em ruas não pavimentadas.	Forma, textura e tamanhos variados
Pavimentação		Ocorre em ruas entre quadras e em estacionamentos.	Forma retangular (estacionamentos) e alongada (ruas).
Telhados de cerâmica		Ocorre como cobertura de edificações, localiza-se dentro das quadras.	Tamanhos variáveis, porém com forma preferencialmente retangular.

Telhados de Cimento		Ocorre como cobertura de edificações, localiza-se dentro das quadras.	Tamanhos variáveis, porém com forma preferencialmente retangular
Lajes de concreto pintadas		Ocorre como cobertura de edificações, localiza-se dentro das quadras, podendo ser grandes galpões.	Tamanhos variáveis, porém com forma preferencialmente retangular
Telhados de alumínio		Ocorre como cobertura de edificações, localiza-se dentro das quadras, podendo ser grandes galpões.	Tamanhos variáveis, porém com forma preferencialmente retangular.
Piscinas		Ocorre como forma de lazer nas proximidades de edificações, localiza-se dentro das quadras.	Tamanho e formas variáveis, preferencialmente retangular, textura lisa.

Quadro 02: Chave de interpretação das classes de cobertura. Fonte: Adaptado de Pinho (2006) e Salim (2013).

O processo de escolha da chave de interpretação visou contemplar os objetos contidos em uma rede hierárquica para posterior elaboração de legenda para o mapa de cobertura da terra intraurbana. A elaboração da rede hierárquica seguiu a estratégia das chaves de eliminação. Esta chave está vinculada a um procedimento onde o analista

elimina passo a passo os atributos e condições de um nível mais geral até o mais específico, no qual está a classificação do seu objeto (LILLESAND; KIEFER, 1994).

Assim, as temáticas mais facilmente distinguíveis pelos atributos espectrais foram: vegetação (caracterizada por valores altos de NDVI) e sombra e água (valores baixos de brilho). As outras classes foram definidas por relações de especialização, baseadas nos atributos analisados na construção de regras de classificação.

Figura 13: Rede hierárquica das classes de cobertura. Elaborado por: Agnes Silva de Araujo.

A legenda permitiu análises espaciais no sentido de localizar os tipos de cobertura da terra no espaço intraurbano, determinando onde estão as áreas de função residencial e onde se localizam as classes sociais neste espaço a partir de inferências sobre o uso da terra. É importante destacar que no método de classificação orientada a objetos geográficos, as etapas de segmentação e classificação podem vir imbricadas em várias rodadas de treinamento. Sendo assim, é possível perceber uma relação hierárquica na classificação dos objetos, como ilustrada na figura 14 a seguir:

Figura 14: Legenda do mapa de classificação da cobertura da terra intraurbana de Marília, contendo suas relações hierárquicas. Elaborado por Agnes Silva de Araujo.

7.2.2. Procedimentos de Segmentação

O procedimento de segmentação foi elaborado posteriormente à determinação das classes de interesse. Primeiramente foram elaborados testes na imagem WorldView II com as bandas azul, verde, vermelho e infra vermelho próximo de 2m, juntamente com a banda pancromática com 50cm de resolução espacial. Somou-se a isso uma imagem com os resultados de NDVI, para que os alvos de vegetação fossem facilmente encapsulados.

A segmentação multiresolução, utilizada nesta pesquisa, foi desenvolvida utilizando-se do algoritmo FNEA (*Fractal Net Evolution Approach*), implementado no Software e-Cognition®, programa de extração de feições utilizado para realização da segmentação,

classificação e análise de imagens orientada a objetos geográficos (GEOBIA). Com licença existente no Laboratório de Geoprocessamento da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, departamento de Engenharia Civil, elaborado para adaptar-se às imagens de alta resolução.

Utilizando a segmentação multiresolução pode-se calcular os pesos dos critérios espaciais e espectrais. A homogeneidade da segmentação multirresolução é estabelecida a partir da combinação das propriedades espectrais das cinco bandas (nível de cinza) e forma. Os parâmetros cor e forma somam 1,0 e determinam quanto de cada informação é usada no processo de segmentação.

O parâmetro forma é subdividido em compacidade e suavidade. Um alto valor de compacidade produz segmentos menores e mais compactos, tipicamente relativos a alvos antrópicos. Por outro lado, um alto valor de suavidade gera segmentos com bordas suaves, características de alvos naturais, representados na área de estudo principalmente pela vegetação (KRESSLER; STEINNOCHER, 2006).

O parâmetro escala determina o tamanho médio do objeto a ser criado, quanto mais alto o valor atribuído ao parâmetro, maiores serão os objetos e menor a quantidade de objetos criados. Um peso é atribuído às bandas, de tal forma que isso represente a importância de cada banda no processo de segmentação, assim quanto maior o valor, maior o grau de importância conferida à respectiva banda (BAATZ; SCHÄPE, 2000).

É importante dizer que os procedimentos de segmentação e classificação foram executados em várias etapas de treinamento, ou seja, após determinada segmentação se classificavam alguns alvos, os objetos ainda não classificados entravam numa segunda etapa de segmentação e classificação, e assim por diante. Essa é uma das grandes vantagens da construção de regras de classificação pelo analista. Tendo isso em consideração, foram executadas duas segmentações (figuras 15 e 16).

A primeira (figura 15) utilizou-se dos seguintes parâmetros:

- Image layers weights: 1,1,1,2,3
- Shape: 0,1
- Compactness: 0,5
- Scale Parameter: 30

Foram dados peso 1 as banda multiespectrais, peso 2 a pancromática e peso 3 aos resultados de NDVI. A partir desta segmentação, foram classificadas vegetação arbórea e herbácea, sombra e rios e lagos.

Figura 15: Ilustração do primeiro procedimento de segmentação executado. Elaborado por Agnes Silva de Araujo.

O segundo procedimento de segmentação (figura 16) utilizou-se dos seguinte parâmetros:

- Image layers weights: 1,1,2,2,1
- Shape: 0,2
- Compactness: 0,6
- Scale Parameter: 20

A partir desta segmentação foi possível extrair objetos como pavimentação, solo exposto, sombras ainda não classificadas, telhados de cerâmica, telhados de alumínio, lajes de concreto pintadas, telhados de cimento e piscinas.

Figura 16: Ilustração do segundo procedimento de segmentação executado. Elaborado por Agnes Silva de Araujo.

As etapas posteriores referem-se a construção de regras para classificação da cobertura da terra a partir das segmentações acima mencionadas.

7.2.3. Construção de regras para classificação da imagem

Para cada classe foram analisados os melhores atributos e seus limiares para diferenciar cada alvo e classificá-lo semi automaticamente na classe correta. Para isso é importante o conhecimento de cada alvo de interesse, seu comportamento espectral nas bandas do espectro eletromagnético, forma espacial e geométrica, textura, etc. Além dos mais de 500 atributos, foram customizados mais 2 atributos por meio da razão de bandas. Sendo eles NDVI, representado pela seguinte equação:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Na qual:

RED: valor do número digital da reflectância da faixa do vermelho

NIR: valor da reflectância na faixa do infravermelho próximo

Uma transformação do sistema de cores em HSI (hue, saturation and intensity). Crósta (1992), Pinho (2006), Alves e Vergara (2005), Francisco e Almeida (2012) e Salim (2013) desenvolveram suas pesquisas utilizando o sistema de cores HSI, que mais aproxima o modo como o cérebro humano percebe as cores dos objetos. Onde:

“**Matiz** de um objeto é a medida de comprimento de onda médio da luz que ele reflete ou emite, definindo, portanto a cor do objeto. **Intensidade** é a medida da energia total envolvida em todos os comprimentos de onda, sendo portanto responsável pela sensação de brilho dessa energia incidente sobre o olho. **Saturação**, ou pureza, expressa o intervalo de comprimento de onda ao redor do comprimento de onda médio no qual a energia é refletida ou transmitida; um alto valor de saturação resulta em uma cor espectralmente pura, ao passo que um baixo valor indica uma mistura de comprimentos de onda, que irá produzir tons-pastéis (apagados)” (CRÓSTA, 1992, p. 67)

No processo de classificação, foram analisados manualmente inúmeros atributos e escolhidos os que melhor separavam as classes e os alvos de interesse. Após a constatação por testes e experimentação, além da literatura e estudos similares, foram analisados os seguintes comportamentos espectrais:

A partir da primeira segmentação foi possível classificar vegetação arbórea, grama, sombra e rios e lagos. Para vegetação em geral foram utilizados atributos de NDVI. O alto valor de NDVI é uma das características da vegetação, sendo um dos índices mais comumente utilizados. Pinho, Feitosa e Kux (2005), Pinho (2006), Nobrega (2007), Ribeiro, Fonseca e Kux (2011), Souza (2010) e Salim (2013) utilizaram-no no desenvolvimento de seus experimentos os altos valores de NDVI como regra na classificação baseada em objetos da classe vegetação.

Os níveis hierárquicos abaixo, ou seja, vegetações arbóreas e herbáceas foram classificadas a partir de parâmetros de textura. O parâmetro que melhor apresentou distinção entre as classes foi o GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrices) de Homogeneidade em todas as direções, índice de textura baseado nas formulações de Haralick et al (1973). É importante apresentar como o método GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrices) aborda a estatística de imagens, considerando probabilidade máxima, contraste, entropia, uniformidade e homogeneidade. O cálculo de GLCM de Homogeneidade (HARALICK et al, 1973) utilizado para a distinção das classes de vegetação varia entre 0 e 1 e, pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$$Hom = \sum_{i=0}^{2^{ng}-1} \sum_{j=0}^{2^{ng}-1} \frac{1}{1 + (i - j)^2} \times p_t(i, j)$$

Onde:

GLCM Ht de uma imagem i é calculado em uma imagem uniforme ou em uma imagem periódica onde período= t, então para cada par de pixels: $(f(p), f(p+t))$.

Temos então: $f(p) = f(p+t)$. Portanto, somente entradas na diagonal Ht são incrementadas e Hom = 1. Se Ht não for uma matriz diagonal, então $0 < Hom < 1$.

Para as classificações das classes “rios” e “lagos”, levou-se em consideração as características de “água” enquanto alvo. Segundo Novo (2011), a água em seu estado líquido apresenta baixa reflectância entre 0,38 μm e 0,70 μm , absorvendo toda radiação a partir de 0,7 μm . Sendo assim, também foram utilizados parâmetros de baixo brilho, além de baixos valores de NDVI. A classe “sombra” também se utilizou dos baixos parâmetros de brilho para sua classificação.

No que se refere ao nível hierárquico abaixo, as classes “rio” e “lagos” foram classificadas de acordo com a sua forma. Foram utilizados dois parâmetros geométricos denominados: formato elíptico (Eliptic fit) e arredondamento (Roundness). A classe “sombra” por sua vez foi classificada utilizando altos valores de um parâmetro de geometria denominado assimetria (Assymetry).

Após o segundo procedimento de segmentação foram classificadas as demais classes: pavimentação, piscinas, solo exposto, sombras ainda não classificadas, telhados de cerâmica, telhados de alumínio, lajes de concreto pintadas e telhados de cimento.

Para a classe “pavimentação”, Novo (2011) e Salim (2013) demonstram suas características espectrais com reflectância baixa, até 0,4 μm . Desse modo, o asfalto tem reflectância maior na banda do vermelho e infravermelho próximo do satélite WoldView II. Sendo assim, foram utilizados parâmetros de baixo brilho (Brightness), para a classificação das áreas de pavimentação, foram somados também atributos comprimento (Length) e um atributo da relação comprimento por largura (Length/Width).

Para a classificação de lajes de concreto pintadas, telhados de alumínio e piscinas, Pinho, Feitosa e Kux (2005), Souza (2010) e Salim (2013) afirmam que o comportamento da classe lajes de concreto pintadas apresenta alta resposta espectral (brilho) nos canais do visível. Assim, foram utilizados altos valores de brilho (Brightness), no entanto, com diferentes limiares para sua delimitação, além de atributos da média da banda no infravermelho para separar as classes “lajes de concreto pintadas”, “telhados de alumínio” e “piscinas”.

É importante afirmar que a imagem WorldView II conta com as bandas no azul costal, amarelo e outros 2 tons de vermelho. No entanto, tais bandas não foram adquiridas para o desenvolvimento desta pesquisa. Ribeiro, Boggione e Fonseca (2013) demonstram que utilizando as bandas no azul costal e amarelo facilmente consegue-se extrair as piscinas por seu comportamento específico na banda do amarelo. Por não contarmos com esse atributo, utilizamos as variáveis geométricas.

No que se refere a classe “telhados de cimento” de acordo com Novo (2011), é devido à presença de cimento na composição do mesmo, que seu comportamento é muito parecido com o comportamento da pavimentação, mas apresenta forma retangular, assim, uma vez classificados a pavimentação, as formas com altos valores nos parâmetros geométricos retangulares (Retangular Fit) e com baixo brilho (Brightness), foram classificadas como telhados escuros.

As classes “telhados de cerâmica” e “solo exposto” foram que necessitaram de maior quantidade atributos para separação das classes. Por terem uma assinatura espectral e brilho em um limiar muito próximo, foram necessários outros parâmetros geométricos como: assimetria (Assymetry) e formato retangular (Retangular Fit) e texturais como: GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrices) de Homogeneidade em todas as direções. Os parâmetros exatos de construções das regras de classificação para a imagem WorldView II estão apresentados em anexo.

O trabalho de campo realizado entre os dias 05 e 29 de janeiro de 2015, permitiu identificação dos padrões de cobertura e ocupação e uma melhor compreensão da configuração deste espaço. Para avaliação do mapa final de ocupação da terra através de índice *kappa* e matriz de confusão, foi necessária a coleta de 440 pontos de amostragem, para tanto, foi utilizado um GPS de navegação eTrex 30X da empresa Garmin Brasil®, com suporte para GLONASS (Sistema Russo de Navegação Global por Satélite).

Levou-se em consideração, para a amostragem dos pontos de verdade de campo, a classe de cobertura e sua localização espacial dentro da cidade. A amostragem visou contemplar as diversas classes de maneira que a totalidade não fosse perdida, assim, procurou-se abranger toda a área do espaço intraurbano da cidade. A seguir observa-se o mapa (figura 17) dos pontos de coleta e amostragem:

Figura 17: Mapas dos pontos de amostragem de ocupação da terra, aquisição por GPS em trabalho de campo realizado nos dias 05/01/2015 a 29/01/2015. Elaborado por Agnes Silva de Araujo.

7.3. Amostragem dos setores censitários e execução das técnicas de dasimetria

Para efeito comparativo, entre os dados espaciais dos índices e indicadores sociais e de qualidade de vida e o mapa de ocupação da terra intraurbana, foi necessário a realização de procedimentos técnicos de dasimetria. Para tanto, foram eliminados dos setores censitários todas as áreas de função não residencial como, por exemplo: parques, galpões, rios e lagos, para o refinamento do cálculo. Assim, o cálculo se baseou não mais nos setores censitários, mas efetivamente nas áreas ocupadas. Como observa-se na figura 18 a seguir:

Figura 18: Exemplo de técnica de dasimetria em setores censitários. Elaborado por Agnes Silva de Araujo.

Como ao longo de todos os procedimentos utilizamos a área que compreende todo o espaço intraurbano da cidade de Marília, para execução das técnicas de dasimetria e análise espacial da correlação existente entre o mapa de ocupação da terra e os dados socioeconômicos, foi necessário a escolha de amostras, uma vez que não teríamos

tempo hábil para realizar os procedimentos em todos os setores censitários da cidade, além de analisar a correlação existente.

Para isso, foi determinada uma amostragem de 10% dos setores em cada uma das 4 classes utilizadas na análise do índice de qualidade de vida para realização das técnicas de dasimetria e análise correlacional. Assim temos:

- 2 setores censitários na classe considerada baixa
- 7 setores censitários na classe considerada média baixa
- 15 setores censitários na classe considerada média alta
- 7 setores censitários na classe considerada alta

Totalizando 31 setores nos quais foram realizadas as técnicas de dasimetria e cálculo das áreas relativas de cada classe de ocupação da terra para cada setor dasimétrico, ou seja, para os 31 setores de amostra foi aplicada a seguinte equação a seguir:

$$AR = \frac{AT \text{ da classe de cobertura em questão no setor censitário}}{AT \text{ do setor censitário}}$$

Sendo:

AR: Área da classe

AT: Área total do setor

O procedimento de análise dasimétrica e análise espacial foi desenvolvido utilizando o Software ArcGis 9.3®, um Sistema de Informações Geográficas utilizado na elaboração dos mapas temáticos e sobreposição das informações, com licença existente no Laboratório de Sensoriamento Remoto (LASERE) da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas de São Paulo, departamento de Geografia.

7.4. O cálculo da correlação entre a cobertura da terra intraurbana e os índices elaborados.

Após o cálculo das áreas relativas para cada setor de amostragem, foram feitas correlações entre os índices de qualidade de vida, ambiental, socioeconômico e educacional e as áreas relativas de cada classe de cobertura da terra intraurbana.

Para o cálculo das correlações foi utilizado o software SPSS Statistics®, com licença no Laboratório de Sensoriamento Remoto da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas - Departamento de Geografia, plataforma que permite diversos

cálculos estatísticos, analíticos, mineração de dados entre, etc. Foi aplicado, para elaboração das taxas de correlação apresentadas nesta pesquisa, o coeficiente de correlação de Pearson (ρ) proposto por Karl Person (1892) ou, também chamado de correlação produto-momento. Em estatística descritiva, o coeficiente de correlação de Person (ρ) mede o grau de correlação e a direção desta correlação (se positiva ou negativa) entre duas variáveis métricas (intervalar ou de razão). Este coeficiente assume valores entre -1 e 1, onde:

$\rho = 1$ Significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis.

$\rho = -1$ Significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis - Isto é, se uma aumenta, a outra sempre diminui.

$\rho = 0$ Significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra. No entanto, pode existir uma dependência não linear. Assim, o resultado $\rho = 0$ deve ser investigado por outros meios.

Calcula-se o coeficiente de correlação de Pearson (ρ) segundo a seguinte fórmula:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X) \cdot \text{var}(Y)}}$$

onde : $x_1, x_2, \dots, x_n$ e $y_1, y_2, \dots, y_n$ são os valores medidos de ambas as variáveis.

Para, além disso:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

e

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i$$

São as médias aritméticas de ambas as variáveis. A análise correlacional indica a relação entre duas variáveis lineares e os valores sempre serão entre +1 e -1. O sinal indica a direção, se a correlação é positiva ou negativa, e o tamanho da variável indica a força da correlação (PERSON, 1892).

Assim, o último procedimento operacional foi a aplicação o coeficiente de correlação de Person(ρ) em todos os dados, permitindo análise de todas as variáveis selecionadas a partir da leitura da matriz de correlação resultante e aqui apresentada como resultado. É

importante frisar que o coeficiente da correlação expressa unicamente o grau de relação estatística entre duas variáveis, mas não indica o porquê dessa relação, sendo trabalho do geógrafo encontrar a explicação, a causa do fenômeno (GERARDI, 1981).

Os procedimentos metodológicos e operacionais empregados nesta pesquisa podem ser sintetizados conforme o fluxograma (figura 19) a seguir:

Figura 19: Fluxograma da proposta metodológica para inferências sobre a qualidade de vida intraurbana. Elaborado por: Agnes Silva de Araujo.

8. Resultados

8.1. *Marília e sua conformação populacional e espacial*

Para compreendermos os processos de produção e reprodução do espaço intraurbano de Marília, foi necessário considerar o processo histórico de conformação da cidade para identificarmos como se deu, e se apresenta hoje em dia, a conformação populacional, específica de uma cidade média como Marília, e onde se localizam todas as subunidades morfológico-funcional deste espaço. No movimento de análise, buscou-se compreender o espaço em seus fragmentos, para num retorno entender o espaço intraurbano como uma totalidade.

De acordo com Villaça (2001), há uma relação entre o crescimento físico da cidade e as vias regionais de transporte. Sendo que no caso das ferrovias, o desenvolvimento se dá pela formação de pólos ou núcleos junto às estações, justamente pela sua acessibilidade, característica histórica de conformação da maioria das cidades brasileira. A acessibilidade das localizações intraurbanas, no entanto, varia de acordo com os meios de transporte. Estes têm grande influência na disposição das estruturas da cidade e no modo como se dá a expansão urbana. Quando uma via, seja ela regional ou de transporte urbano, é instalada, ela incita nos terrenos de localização próxima melhor acessibilidade, valorizando-o, valor este, como explicado acima, é fruto do trabalho socialmente despendido. O transporte urbano, visto que modifica o valor de uso da terra, atrai a ocupação urbana para os pontos acessíveis.

Marília não é exceção a regra. Tanto as antigas formas de função industrial como as novas, estão localizadas próximas as principais vias de circulação, visto que próximo aos trilhos onde passavam os trens há hangares de antigas fábricas (figura 20), ou seja, observa-se um antigo núcleo de setor industrial (figura 21). Ao longo do tempo, com o crescimento urbano, essas fábricas foram “engolidas” pela cidade. Hoje em dia, as fábricas se localizam em áreas mais periféricas, próximas às rodovias, mais dispersas.

Figura 20: Localização das antigas fábricas em Marília – proximidade à ferrovia no centro de Marília. Foto de: Agnes Silva de Araujo, tirada em trabalho de campo realizado nos dias 05/01/2015 a 29/01/2015.

Figura 21: Localização das antigas fábricas de Marília ao longo da linha férrea (1978) no centro de Marília. Foto cedida pela Comissão de registros históricos de Marília em janeiro de 2015.

Villaça (2001) afirma que as grandes zonas industriais brasileiras se desenvolveram ao longo das vias de circulação regionais, de início ao longo das ferrovias e depois ao longo das rodovias que estabelecem conexões mais importantes. Pode-se notar este padrão na cidade de Marília, visto que as fábricas, “migraram” para áreas mais periféricas na “saída” da cidade, nos chamados distritos industriais, como pode ser observado no mapa de bairros (figura 11).

A partir da localização das vias de acesso, as diferentes classes foram tomando outra forma de disposição no espaço intraurbano, não necessariamente centradas no modelo centro-periferia, o que ocorre é um modelo de setorização somado a esta relação. Esses dois elementos de estruturação do espaço urbano são os que atuam com mais força, sendo que a localização das indústrias remete a forças externas a cidade e a localização das classes sociais mais abastadas ao poder de consumo e controle de setores imobiliários (VILLAÇA, 2001)

Em Marília, por ser uma cidade média, existe uma relação entre o tamanho demográfico e o espaço intraurbano é expressa da seguinte forma: quanto maior o tamanho demográfico, maior a dimensão do espaço intraurbano, que se traduz na maior distância entre o centro e os periferia da cidade, assim como a complexidade da organização desse espaço (SPOSITO, 2007). A distancia pode ser traduzida na divisão econômica do espaço submetido a um processo de descentralização. Quanto maior o tamanho demográfico, mais complexas as atividades econômicas, portanto, maior fragmentação do espaço social e mais complexidade na projeção espacial das classes sociais. As cidades médias entram exatamente no contexto de uma particular combinação entre tamanho, funções e espaço intraurbano. Para tanto, foi necessário realizar uma análise populacional da cidade de Marília.

Elaborou-se, assim, uma curva de crescimento populacional para permitir a análise do comportamento da população da cidade de Marília nos últimos 40 anos, para tanto foram utilizados os dados do censo do IBGE e dados da fundação SEADE (figura 22). Pode-se notar um crescimento geométrico da população, que dobrou em 30 anos, no entanto a taxa de crescimento nos últimos dez anos parece ter diminuído em comparação com o crescimento dos últimos 20 anos. Como pode ser observado na figura 22 a seguir.

Figura 22: Gráfico de crescimento demográfico da cidade de Marília/SP. Elaborada por Agnes Silva de Araujo, utilizando dados do IBGE e fundação SEADE.

Para compreender melhor as taxas de crescimento da população de Marília, foram feitas taxas de crescimento geométrico. Sendo assim a maior taxa encontra-se entre 1980 e 1990, onde o crescimento geométrico atingiu 2,57 e a menor taxa encontrada refere-se

ao intervalo de 2000 a 2010, com o valor de 0,95. Assim, pode-se notar a tendência de diminuição do crescimento populacional (tabela 02):

Tabela de taxas de crescimento geométrico da população de Marília	
1980 - 1990	2,57
1990 - 2000	2,32
2000 - 2010	0,95

Tabela 02: Tabela de taxas de crescimento geométrico da população de Marília. Elaborada por Agnes Silva de Araujo, utilizando dados do censo do IBGE.

Compreendendo o crescimento populacional, e os principais elementos da conformação do espaço intraurbano têm-se idéia dos principais processos que atuam na segregação socioespacial existente neste espaço, faz-se necessário, no entanto, compreendê-lo em cada um dos seus fragmentos para identificar onde estão localizadas as classes sociais.

8.2 A qualidade de vida em Marília

A luz da categoria analítica denominada segregação socioespacial, do método de elaboração de índices e indicadores sociais e das técnicas de mapeamento em SIG, pode-se observar, no mapa (figura 23), desenvolvido a partir do algoritmo denominado de otimização de *Jenks*, onde existe uma maior ou menor qualidade ambiental, tal índice compõe o índice síntese de qualidade de vida, aqui elaborado, para a compreensão da segregação socioespacial no espaço intraurbano de Marília:

Figura 23: Mapa de qualidade ambiental de Marília. Elaborado por: Agnes Silva de Araujo. Fonte: IBGE, 2010.

Analisando o mapa de qualidade ambiental urbana no município de Marília, ficou evidente onde não existem serviços de infraestrutura básicos como coleta de lixo por serviço de limpeza, esgotamento sanitário via rede geral e abastecimento de água via rede geral. No sul da cidade existem áreas que ainda tiveram um destaque especial por terem abastecimento de água via poço ou nascente e lixo queimado, o que agravou ainda mais a situação ambiental. Nos setores situados a norte da cidade, onde se localiza também o distrito industrial, observou-se baixos índices de qualidade ambiental.

No geral, fica evidente que o sítio urbano cresceu muito mais rápido do que a oferta de infraestruturas urbanas, já que se observa no mapa que o índice vai gradativamente assumindo valores inferiores do centro para os limites da cidade, com destaque para as franjas de crescimento urbano. É importante notar também que em todo o centro consolidado e ao longo das vias de circulação da cidade o índice se apresenta em seu mais elevado valor, ou seja, existe a oferta de infraestruturas acima citadas.

O mapa de índice educacional (figura 24), desenvolvido a partir do algoritmo denominado de otimização de *Jenks*, pode ser observado a seguir:

Figura 24: Mapa de índice educacional da população de Marília. Elaborado por: Agnes Silva de Araujo. Fonte: IBGE, 2010.

Analisando o mapa de índice de educação da população do município de Marília percebe-se que os melhores valores estão concentrados no centro consolidado da cidade, na Zona Leste, onde se localizam também os maiores índices de qualidade ambiental urbana e nível sócio econômico da população. Assim como nos setores ao longo das vias de circulação, nas proximidades com subcentros de comércio como os *shoppings centers* Esmeralda e Aquários e nas proximidades da Cidade Universitária de Marília, onde se localizam a Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, UNIVEM, UNIMAR, UNESP campus de Marília.

É interessante notar neste mapa o fato de que alguns setores mais periféricos obtiveram alto índice educacional. Percebe-se que próximo ao distrito industrial, há um alto índice, além do que alguns setores censitários a Leste. Relacionando este mapa de índice educacional com o mapa de nível sócio econômico, é possível perceber que esta ocorrência se dá em setores com nível sócio econômico médio, conclui-se que fazem parte dos novos bairros em ascensão, ou com chefes de família jovens, que apresentam

altos índices educacionais e salários médios. Assim como no mapa de qualidade ambiental urbana, observa-se que o índice vai gradativamente assumindo valores inferiores do centro para a periferia, com destaque para as franjas de crescimento urbano e áreas de assentamentos urbanos irregulares, nos setores mais periféricos com baixos índices e altos índices nas vias de circulação principais.

O mapa de nível socioeconômico (figura 25), elaborado a partir do algoritmo denominado de otimização de *Jenks*, pode ser observado a seguir:

Figura 25: Mapa de índice de nível socioeconômico da população de Marília. Elaborado por: Agnes Silva de Araujo. Fonte: IBGE, 2010.

Examinando o mapa de nível socioeconômico da população do município de Marília, nota-se que a população de mais alta renda situa-se no centro consolidado da cidade, além de um destaque especial a zona oeste da cidade, onde existe uma concentração de condomínios fechados de alto padrão. É interessante notar também que existe um setor em destaque no mapa, também com altos índices, localizando-se próximo ao norte da cidade, ao longo de uma via de circulação, estes setores estão também localizados na proximidade de um *shopping center*, dentro do bairro Aquários. Os setores

de alta renda localizados ao sul da cidade, também confirmam a tendência ao enclausuramento da população de alta renda, uma vez que são setores que englobam os novos condomínios fechados de alto padrão da cidade, como o Serra Dourada.

Caldeira (2000) analisou os mais novos tipos de segregação urbana, e observou que estes se sobrepõem ao padrão centro-periferia e estão gerando espaços nos quais os diferentes grupos sociais estão, muitas vezes, próximos, porém separados por muros e tecnologias de segurança, e tendem a não circular ou interagir em áreas comuns. Estes espaços são denominados pela autora como “enclaves fortificados”. Os “enclaves fortificados” são espaços privatizados, fechados e monitorados para residência, consumo, lazer e trabalho. Tais espaços são procurados por aqueles que estão abandonando a esfera pública tradicional das ruas para os pobres e marginalizados. Esses “enclaves fortificados” estão mudando o panorama das cidades, o padrão de segregação espacial assim como o caráter do espaço público e das interações públicas entre as classes sociais. Não obstante, tais mudanças no espaço público e, conseqüentemente, na qualidade de vida pública, resultam da expansão das estratégias de “segurança”: segregação, distância social e exclusão.

O que se pode observar a partir dos mapas é a tendência do enclausuramento da população de alta renda na cidade de Marília, que está vinculado ao próprio distanciamento dos condomínios fechados de alto padrão do centro consolidado da cidade. No entanto, trás novas centralidades como os *shoppings centers* e estão irremediavelmente localizados próximos as vias de circulação, o que permite livre acesso a cidade, uma vez que o meio de transporte mais utilizado pela classe de alto padrão é o automóvel.

A seguir, apresenta-se o mapa do índice síntese de qualidade de vida (figura 26), elaborado a partir do algoritmo denominado de otimização de *Jenks*, e utilizado nas análises posteriores:

Figura 26: Mapa de índice de qualidade de vida da população de Marília. Elaborado por: Agnes Silva de Araujo. Fonte: IBGE, 2010.

Observando o mapa do índice síntese de qualidade de vida da população de Marília, nota-se que os valores mais altos estão vinculados a localização das principais vias de acesso, concentrados no centro consolidado da cidade, ao longo da zona leste, onde estão localizados os condomínios fechados de alto padrão verticalizados e horizontais (figura 27), nas proximidades as novas centralidades como os *shoppings centers* e um destaque aos novos condomínios fechados afastados da cidade como o Serra Dourada (setor na porção sul da cidade):

Figura 27: Entrada do condomínio horizontal - Garden Park e Moradas do Bosque - localizados na porção Leste da cidade de Marília. Foto por: Agnes Silva de Araujo, tirada em trabalho de campo realizado do dia 05 ao dia 29 de janeiro de 2015.

É interessante notar que as transições entre os valores tendem a ser graduais, sem grandes rupturas espaciais na distribuição da qualidade de vida. Nota-se que os piores índices estão localizados nas franjas de crescimento urbano, tanto na Zona Norte como na zona sul da cidade. No decorrer da pesquisa, observou-se que a zona norte da cidade tem crescido tanto em termos populacionais como em termos de construções residenciais de baixo e médio-padrão. A partir da análise integrada com os índices de nível sócio econômico e educacional, notou-se que é nesta área que reside a população com os menores índices tanto sócio econômicos e médio nível educacional. Em trabalho de campo, observou-se condomínios do programa habitacional Federal “Minha casa, minha vida”, de incentivo a moradia popular e núcleos habitacionais (figura 28).

Figura 28: Novo Bairro - Limeirinha e Condomínio Terra Nova, do programa Federal “Minha casa, minha vida” localizados na Zona Norte de Marília/SP. Foto por: Agnes Silva de Araujo, tirada em trabalho de campo realizado do dia 05 a 29 de janeiro de 2015.

8.3 O uso de dados de cobertura da terra para inferências sobre a qualidade de vida na cidade de Marília/SP.

Buscando outras variáveis operacionais para análise e compreensão do espaço intraurbano, a luz da qualidade de vida e da categoria de segregação socioespacial, elaborou-se um mapa de cobertura da terra. É sabido que os produtos de sensoriamento remoto demonstram vastas possibilidades no que se refere a informações sobre o espaço intraurbano das cidades, considerando as facilidades de aquisição das imagens de satélite de alta resolução e as novas técnicas de processamentos de imagens.

A partir dos materiais e procedimentos operacionais e técnicos acima citados, foi elaborado um mapa de cobertura da terra (figura 29), aqui apresentado como resultado:

Figura 29: Mapa de cobertura da terra intraurbana de Marília/SP. Elaborado por: Agnes Silva de Araujo.

Observando algumas áreas mais atentamente, notam-se detalhes que são incapazes de serem percebidos quando apresentados inseridos na totalidade. No entanto, extremamente necessário quando se trata de análise intraurbanas. No recorte apresentado (figura 30) observa-se a classificação em nível de detalhe:

Figura 30: Recorte do mapa da cobertura da terra intraurbana de Marília e Imagem utilizada para elaboração da classificação. Elaborado por Agnes Silva de Araujo.

O mapa foi avaliado a partir dos procedimentos de análise por índice *kappa* e matriz de confusão, apresentando um valor de 0,86 para o índice de concordância *kappa* e considerado, pela tabela de interpretação sugerida por Landis e Koch (1977) como uma classificação com excelente concordância e acurácia. Para avaliação do mapa de cobertura da terra intraurbana de Marília foram selecionados os objetos sob os quais os pontos de GPS foram sobrepostos, totalizando 440 objetos de verdade de campo, sendo assim, a unidade de amostra deixou de ser o ponto e passou a ser o objeto. Tal processo de avaliação é recomendado por Congalton e Green (2009) uma vez que o mapa a ser analisado possui esta estrutura oriunda do processo de segmentação.

A análise da matriz de confusão permitiu concluir que as classes que apresentaram o maior limiar de confusão, foram “telhados de cerâmica” e “solo exposto”, com 15 amostras classificadas erroneamente. E, apesar da classe “solo exposto” apresentar um índice de acerto de 98,2% ($ep = 0,982$), nota-se um maior valor de erros de comissão, enquanto a classe “telhados de cerâmica” apresentou um valor maior para erros de omissão, com 67,1% ($ep = 0,671$) de acerto na classificação. As classes “pavimentação” e “telhados de cimento” também apresentaram limiar de confusão. No entanto, ambas as classes apontaram um índice de acerto de 88,8% ($ep = 0,888$) e 89,5% ($ep = 0,895$) respectivamente, indicando excelente concordância.

Constata-se, também, com base na matriz de confusão, limiar de confusão existente entre as classes “telhados de alumínio”, “Lajes de concreto pintadas” e “piscinas”, com maior valor de erros de omissão para a classe “telhados de alumínio” e maior valor de erros de comissão para a classe “lajes de concreto pintadas”. No entanto, tais classes também apresentam altos valores de índice de acerto com 82,5% ($ep = 0,825$) de acerto para a classe “telhados de alumínio”, 97,3% ($ep = 0,973$) para a classe “lajes de concreto pintadas” e 90,9% ($ep = 0,909$) de acerto para a classe “piscinas”.

As classes “vegetação herbácea” e “vegetação arbórea e arbustiva” também apresentaram limiar de confusão entre si, com 78,8% ($ep = 0,788$) de acerto para a classe “vegetação herbácea” e 97,2% ($ep = 0,972$) de acerto para a classe “vegetação arbórea e arbustiva” o que denota maior índice de omissão para a classe “vegetação herbácea” e maior índice de comissão para a classe “vegetação arbórea e arbustiva”.

É importante apontar também que a classe “lagos” apresentou acerto de 100% na classificação. E apesar de terem sido adquiridos apenas cinco pontos de amostragem de verdade de campo para esta classe, salienta-se que existem poucos lagos na área de

estudo e conseqüentemente na imagem adquirida. Portanto a classe “lagos” apresentou maior índice de acerto e menor índice de confusão na classificação final como se pode observar a seguir na matriz de confusão (Figura 31).

Apesar das pequenas áreas de confusões apresentadas na classificação, foi possível avaliar e explorar as informações que podem ser extraídas de forma semi automática (GEOBIA) das imagens do satélite WorldView II para caracterização residencial do espaço intraurbano. Vale ressaltar que não houve correções manuais posteriores à classificação, nem utilização de outros “inputs” dados como base de arruamento, zoneamento, o que poderia ter acarretado o refinamento do resultado da classificação final. No entanto, optou-se por não utilizá-las para que fosse possível avaliar o método de classificação por análise baseada em objetos (GEOBIA) puramente para imagens do satélite WorldView II, sem “inputs” de dados híbridos que muitas vezes não possuem um controle de qualidade satisfatório para serem utilizados em análises posteriores.

A metodologia de classificação por GEOBIA da imagem WorldView II desenvolvida nessa pesquisa apresentou resultados satisfatórios para o mapeamento da cobertura da terra intraurbana de Marília, abrangendo toda a heterogeneidade de coberturas. A técnica pode ser utilizada para gerar informações que irão compor o banco de dados municipal para gerenciamento, propostas de zoneamento, etc.

#	Grama	Telhados de cerâmica	Vegetação arbórea	Sombra	Solo exposto	Pavimentação	Telhados brilhantes	Telhados claros	Telhados escuros	Piscinas	Lagos	Classes
Grama	26	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0 33 (7.5%)
Telhados de cerâmica	0	47	1	0	15	0	0	3	4	0	0	0 70 (15.9%)
Vegetação arbórea	0	0	35	0	0	0	0	0	1	0	0	0 36 (8.2%)
Sombra	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0 2 (0.5%)
Solo exposto	0	0	0	0	56	0	0	1	0	0	0	0 57 (13.0%)
Pavimentação	0	0	0	0	0	51	0	0	6	0	0	0 57 (13.0%)
Telhados brilhantes	0	0	0	0	4	1	33	1	1	0	0	0 40 (9.1%)
Telhados claros	0	0	0	1	1	0	0	73	0	0	0	0 75 (17.0%)
Telhados escuros	0	0	0	0	1	5	0	0	48	0	0	0 54 (12.3%)
Piscinas	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	0	0 11 (2.5%)
Lagos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5 5 (1.1%)
verdade	26 (5.9%)	47 (10.7%)	44 (10.0%)	2 (0.5%)	77 (17.5%)	57 (13.0%)	33 (7.5%)	79 (18.0%)	60 (13.6%)	10 (2.3%)	5 (1.1%)	440

Figura 31: Matriz de confusão da classificação da cobertura da terra intraurbana de Marília. Elaborada por: Agnes Silva de Araujo.

8.4 Análise espacial e estatística dos dados para inferências sobre a qualidade de vida na cidade de Marília/SP.

Não há dúvidas que os dados do universo censo do IBGE fornecem informações importantes no que se refere a dados populacionais. A malha dos setores censitários permite uma análise dos dados em um nível de detalhe intraurbano, para as análises espaciais em cada um de seus fragmentos, sendo considerada a menor unidade cadastral existente, no entanto, dependendo da análise que se quer executar, faz-se necessário a edição dos limites dos setores. Em casos de análises temporais como em Araujo (2013), por exemplo, foram mantidos os limites mais antigos para análises correlacionais.

Como o objetivo desta pesquisa é realizar análises estatísticas e correlacionais para inferências sobre a qualidade de vida da população integrando os índices socioeconômicos, educacionais, de qualidade de vida e ambiental e com os dados de cobertura da terra intraurbana em ambiente SIG, foi necessário executar procedimentos de técnicas de dasimetria nos setores censitários, eliminando assim, todos os dados de cobertura da terra que não se referiam a funções de habitação no espaço intraurbano.

Como afirmado anteriormente, para a realização da dasimetria foram selecionados setores a partir das classes dos índices e indicadores previamente elaborados. Sendo assim, 10% dos setores existentes em cada classe sendo: baixa, média-baixa, média-alta e alta qualidade de vida, totalizando 31 setores nos quais foram aplicadas as técnicas de dasimetria. A seguir apresenta-se todos os setores de amostragem selecionados para análise de correlação estatística (figura 32):

Figura 32: Mapa dasimétrico dos setores censitários escolhidos como amostragem. Elaborado por: Agnes Silva de Araujo.

Depois de realizadas as técnicas de dasimetria nos 31 setores censitários determinados como amostragem, foram calculadas as áreas relativas (AR) como apontadas nos procedimentos operacionais e técnicos para cada classe existente para posteriormente realizar a correlação estatística dos dados.

A correlação estatística dos dados, elaborada a partir do coeficiente de correlação de Person (r), resultou em uma matriz de correlação (figura 33) apresentada a seguir, onde as correlações significativas foram destacadas:

		AVHERB	AVARB	ASEXP	ASOMBRA	ATCERA	ALCP	ATEC	ATALU	APAV	APISC	ALAGO	IQVIDA	IQAMB	IEDU	ISOCIOEC
AVHERB	Pearson Correlation	1	,474	-,177	,247	-,333	,254	-,469	-,038	-,305	,555	,723	,281	,042	,140	,437
	Sig. (2-tailed)		,008	,351	,188	,072	,176	,009	,843	,101	,001	,000	,132	,825	,459	,016
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
AVARB	Pearson Correlation	,474	1	-,190	,153	-,592	-,177	-,494	-,281	-,740	,181	,500	,492	,753	,537	-,104
	Sig. (2-tailed)	,008		,314	,420	,001	,351	,006	,132	,000	,338	,005	,006	,000	,002	,583
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ASEXP	Pearson Correlation	-,177	-,190	1	-,030	-,017	-,017	-,472	-,158	-,253	-,139	-,163	-,045	,036	-,094	-,036
	Sig. (2-tailed)	,351	,314		,875	,927	,928	,008	,405	,178	,465	,390	,813	,850	,621	,852
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ASOMBRA	Pearson Correlation	,247	,153	-,030	1	-,306	,231	-,162	,146	-,118	,258	,407	,229	,092	,196	,276
	Sig. (2-tailed)	,188	,420	,875		,100	,218	,392	,442	,534	,169	,026	,224	,630	,299	,140
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ATCERA	Pearson Correlation	-,333	-,592	-,017	-,306	1	,122	,106	-,059	,409	-,171	-,226	,193	,370	,266	-,055
	Sig. (2-tailed)	,072	,001	,927	,100		,520	,578	,755	,025	,366	,231	,306	,044	,155	,773
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ALCP	Pearson Correlation	,254	-,177	-,017	,231	,122	1	-,372	,140	,200	,671	,212	,715	,299	,657	,775
	Sig. (2-tailed)	,176	,351	,928	,218	,520		,043	,460	,290	,000	,260	,000	,108	,000	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ATEC	Pearson Correlation	-,469	-,494	-,472	-,162	,106	-,372	1	,319	,519	-,412	-,471	-,017	,270	,103	-,299
	Sig. (2-tailed)	,009	,006	,008	,392	,578	,043		,086	,003	,024	,009	,927	,149	,590	,109
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ATALU	Pearson Correlation	-,038	-,281	-,158	,146	-,059	,140	,319	1	,123	,048	-,130	,291	,243	,348	,186
	Sig. (2-tailed)	,843	,132	,405	,442	,755	,460	,086		,518	,801	,495	,119	,195	,060	,324
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
APAV	Pearson Correlation	-,305	-,740	-,253	-,118	,409	,200	,519	,123	1	,004	-,381	,485	,727	,460	,163
	Sig. (2-tailed)	,101	,000	,178	,534	,025	,290	,003	,518		,982	,038	,007	,000	,010	,389
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
APISC	Pearson Correlation	,555	,181	-,139	,258	-,171	,671	-,412	,048	,004	1	,273	,677	,094	,508	,934
	Sig. (2-tailed)	,001	,338	,465	,169	,366	,000	,024	,801	,982		,145	,000	,622	,004	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ALAGO	Pearson Correlation	,723	,500	-,163	,407	-,226	,212	-,471	-,130	-,381	,273	1	,099	-,059	,077	,186
	Sig. (2-tailed)	,000	,005	,390	,026	,231	,260	,009	,495	,038	,145		,604	,758	,687	,324
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
IQVIDA	Pearson Correlation	,281	-,492	-,045	,229	,193	,715	-,017	,291	,485	,677	,099	1	,719	,941	,853
	Sig. (2-tailed)	,132	,006	,813	,224	,306	,000	,927	,119	,007	,000	,604		,000	,000	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
IQAMB	Pearson Correlation	,042	,753	,036	,092	,370	,299	,270	,243	,727	,094	-,059	,719	1	,668	,296
	Sig. (2-tailed)	,825	,000	,850	,630	,044	,108	,149	,195	,000	,622	,758			,000	,112
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
IEDU	Pearson Correlation	,140	,537	-,094	,196	,266	,657	,103	,348	,460	,508	,077	,941	,668	1	,726
	Sig. (2-tailed)	,459	,002	,621	,299	,155	,000	,590	,060	,010	,004	,687	,000	,000		,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
ISOCIOEC	Pearson Correlation	,437	-,104	-,036	,276	-,055	,775	-,299	,186	,163	,934	,186	,853	,296	,726	1
	Sig. (2-tailed)	,016	,583	,852	,140	,773	,000	,109	,324	,389	,000	,324	,000	,112	,000	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Legenda: AVHERB: área de vegetação herbácea, AVARB: área de vegetação arbórea, ASEXP: área de solo exposto, ASOMBRA: área de sombra, ATECERA: área de telhados de cerâmica, ALCP: área das lajes de concreto pintadas, ATEC: área telhados de cimento, ATALU: área telhados de alumínio, APAV: área de pavimentação, APISC: área de piscinas, ALAGO: área de lagos, IQVIDA: índice de qualidade de vida, IQAMB: índice de qualidade ambiental, IEDU: índice de educação e ISOCIOEC: índice socioeconômico.

Figura 33: Matriz de correlação dos dados. Elaborada por Agnes Silva de Araújo.

A partir da matriz de correlação gerada, foram analisados os coeficientes de correlação, sendo que para essa pesquisa foram considerados relevantes os coeficientes que apresentassem o escore da correlação entre as variáveis X (índices elaborados com base nos dados do censo do IBGE) e Y (classes de cobertura da terra) entre -1 a -0.4 e entre 0.4 a 1.

Analisando a matriz de correlação dos dados, observa-se que as classes “vegetação herbácea” e “vegetação arbórea” possuem uma correlação significativa e positiva (0,474), isto indica que ambas as classes possuem relações de vizinhança, ou seja, ocorrem juntas e quando isto não ocorre é porque existe uma em detrimento da outra. Observando o mapa de cobertura da terra nota-se que em muitas áreas estas classes ocorrem juntas.

A correlação positiva entre as classes “vegetação herbácea”, “piscinas” (0,555) e “lagos” (0,723) e entre “vegetação arbórea” e “lagos” (0,5) pode ser explicada pelo fato de que estes equipamentos voltados ao lazer vêm acompanhados de projetos paisagísticos que se utilizam destes tipos de vegetação na sua elaboração. Com relação às classes “vegetação herbácea” e “piscinas” nota-se que os quintais das residências que possuem piscinas, também possuem áreas de cobertura verde, normalmente, gramíneas e vegetação herbácea como pode ser observado na figura 34:

Figura 34: Ilustração da correlação existente entre áreas de lazer com piscinas e vegetação herbácea e arbórea. Imagem WorldView II – Condomínio Garden Park em Marília/SP. Elaborada por Agnes Silva de Araujo.

Com relação às classes “vegetação arbórea” e “lagos” com correlação positiva de 0,5, ocorre o mesmo processo. Por se tratarem de equipamento de lazer, ambas as classes ocorrem juntas em aspecto de vizinhança, como pode ser observado na figura 35, a seguir:

Figura 35: Ilustração da correlação existente entre áreas de lazer com lagos e vegetação arbórea. Imagem WorldView II – região da zona oeste de Marília/SP. Elaborada por Agnes Silva de Araujo.

No que se refere à correlação negativa entre as classes “vegetação arbórea”, “pavimentação” (-0,74), pode ser explicadas pelo fato de que a pavimentação e a vegetação arbórea, apesar de associadas, se comportam de maneira sobreposta. Nos setores onde havia arborização urbana significativa, a classe vegetação sobrepôs à pavimentação, aparentando que não haveria pavimentação nessas áreas, assim, quando a classe pavimentação prevaleceu, não havia vegetação arbórea para camuflar a resposta. Como pode ser observado na figura 36:

Figura 36: Ilustração da correlação negativa existente entre pavimentação e vegetação arbórea. Imagem WorldView II – região da zona centroeste de Marília/SP. Elaborada por Agnes Silva de Araujo.

A correlação negativa entre “vegetação arbórea” e “telhas de cerâmica” (-0,529) e “telhas de cimento” (-0,494), implica que os setores mais adensados, com mais áreas construídas, e com conseqüentemente, menor área de vegetação arbórea, possuem estas coberturas. Os experimentos realizados por Salim e Luchiari (2011) obtiveram correlação positiva entre a densidade demográfica com a classe de telhados de cimento amianto (0,832) e correlação negativa entre a densidade demográfica com a classe área verde (-0,715). No experimento realizado por Salim e Luchiari (2013) ocorreu correlação positiva da densidade demográfica com a classe cimento amianto (0,791). Observa-se na imagem que muitas vezes as telhas de cerâmica e de cimento amianto encontram-se em relação de vizinhança e imbricadas no espaço intraurbano de Marília, principalmente em setores onde o índice socioeconômico apresentou-se como médio-baixo, como pode ser observado na figura 37:

Figura 37: Ilustração da correlação negativa existente entre telhados de cerâmica e de cimento e vegetação arbórea e nível socioeconômico. Imagem WorldView II – região da zona sul de Marília/SP. Elaborada por Agnes Silva de Araujo.

Os resultados apontaram para uma correlação positiva existente entre a vegetação arbórea e os índices de qualidade de vida (0,429), qualidade ambiental (0,753) e índice educacional (0,537). Apesar de o índice de qualidade ambiental não abranger a existência ou não de cobertura verde, e sim a oferta de serviços de saneamento básico como: abastecimento de água, coleta de lixo por serviço de limpeza e coleta de esgoto,

etc. Existe uma correlação positiva entre a qualidade de vida e a oferta infraestruturas urbanas que compõe o índice de qualidade ambiental (0,719) elaborado nesta pesquisa. Nota-se, também, uma correlação positiva existente entre o índice de qualidade de vida e os índices de nível socioeconômico (0,853) e educacional (0,94). Pode-se inferir, a partir destas análises, que em setores onde existe maior quantidade vegetação arbórea, tanto por possuírem um padrão de residência com lotes maiores e quintais com vegetação arbórea e herbácea, tanto quanto por existir uma maior quantidade de vegetação arbórea nas ruas e avenidas, tendem a possuir altos de índices de qualidade ambiental, qualidade de vida, educacional e nível socioeconômico como pode ser observado na figura 38.

Figura 38: Ilustração da correlação existente entre existência de vegetação arbórea, o padrão residencial e o índice de qualidade de vida no espaço intraurbano de Marília. Imagem WorldView II – região oeste e sul de Marília/SP. Elaborada por Agnes Silva de Araujo.

Luchiari (2001) por meio de produtos de sensoriamento remoto integrados a um SIG identificou a cobertura vegetal no setor norte do município de Campinas. Os resultados demonstram um estreito relacionamento entre densidade de cobertura vegetal e a renda familiar da população residente. Apesar de raras exceções, existe uma associação entre qualidade de vida, nível socioeconômico, nível de renda da população presente no ambiente urbano e a cobertura vegetal do local em que elas residem (LUCHIARI, 2001).

Com base no resultados, também podemos observar uma correlação positiva existente entre as classes “pavimentação” e “telhados de cimento” (0,519). Isso se deu porque, tanto em setores onde os telhados de cimento eram de cimento esmaltado, tanto quando em setores periféricos onde os telhados de cimento eram de cimento amianto, há pavimentação, com poucas vias de solo exposto, que foram observadas apenas nas franjas de expansão da área urbana. Ou seja, a oferta de vias pavimentadas no município de Marília é excelente, como pode ser observado na figura 39:

Figura 39: Ilustração da correlação existente entre pavimentação e telhados de cimento esmaltado e telhados de cimento amianto. Imagem WorldView II – região oeste e sudeste de Marília/SP. Elaborada por Agnes Silva de Araujo.

É interessante ressaltar que houve uma correlação significativa negativa entre telhados de cimento e solo exposto (-0,472) uma vez que existe a oferta de pavimentação e considerando que foram realizadas técnicas de dasimetria, eliminando grandes áreas de solo exposto que não faziam parte de áreas habitadas nos setores censitários.

No que se refere à correlação positiva existente entre “lajes de concreto pintadas”, “piscinas” (0,671), o índice de qualidade de vida (0,715), índice educacional (0,657) e índice socioeconômico (0,775) e além disso, a correlação positiva existente entre o índice de nível socioeconômico e “piscinas” (0,934). Nota-se que tais correlações apontam para padrões residenciais de alto nível socioeconômico, que muitas vezes se dá em condomínios fechados no espaço intraurbano de Marília. É o processo de auto segregação das classes de alto nível social, que Caldeira (2000) denominou de “enclaves fortificados” e que fica explícito a partir das análises de correlação, como se pode observar na figura 40:

Figura 40: Ilustração da correlação existente entre lajes de concreto pintada, piscinas e o índice de qualidade de vida. Imagem WorldView II – condomínio Garden Park e Esmeralda - região oeste de Marília/SP. Elaborada por Agnes Silva de Araujo.

Verificamos, também, uma correlação existente entre “pavimentação”, o índice de qualidade de vida (0,485), o índice educacional (0,46) e o índice de qualidade ambiental (0,727). Aqui, vale mais uma vez ressaltar, que o índice de qualidade ambiental não considera áreas de cobertura verde em sua composição, apenas considera a oferta ou não de serviços de saneamento básico. Assim, dedutivamente, são em setores com maiores valores de índice de qualidade ambiental e maior área de infraestrutura viária (pavimentação) que estão localizadas as classes com mais alto nível educacional, socioeconômico e onde existem valores mais altos de qualidade de vida. No entanto, é importante ressaltar que os serviços de saneamento básico e a serviços de infraestrutura viária possuem uma abrangência quase universal em Marília.

Com as correlações observadas, podemos concluir que mapas de cobertura da terra intraurbana podem ser utilizados para inferências sobre o nível socioeconômico e de qualidade de vida da população, uma vez que a cobertura da terra pode indicar padrões residenciais de diferentes níveis. Podemos afirmar assim, que a metodologia desenvolvida nesta pesquisa pode ser utilizada para a obtenção de dados de forma rápida e semiautomática, podendo ser uma ferramenta eficaz para o planejamento urbano e gestão territorial. Os produtos de sensoriamento remoto apresentam-se como uma importante fonte complementar de dados.

9. Considerações Finais

O principal objetivo deste trabalho foi correlacionar dados de cobertura da terra intraurbana com os índices elaborados para inferências sobre a qualidade de vida da população de Marília, observando como se dá a segregação socioespacial neste espaço. Os resultados obtidos nesta pesquisa, de acordo com a fundamentação teórica e metodológica, demonstraram que a união das técnicas de cartografia digital, sensoriamento remoto e correlações estatísticas para análise espacial são adequadas e apresentam resultados interessantes para análises do espaço intraurbano. Diferentemente do que muitos alegam nas ciências geográficas, o auxílio de números, de técnicas estatísticas, podem ser um grande aliado na demonstração de resultados de maneira objetiva.

No que se refere ao objetivo secundário, de explorar o método de análise de imagens orientada a objetos na classificação de cobertura da terra intraurbana, a partir de imagens orbitais de alta resolução espacial, verifica-se que este tipo de abordagem apresenta um bom potencial na classificação de cobertura da terra intraurbana. A utilização da segmentação multiresolução elaborada a partir do algoritmo FNEA possibilita relacionar objetos de diferentes escalas, em um movimento de refinamento da classificação. O uso da representação do conhecimento em redes hierárquicas permite o estabelecimento de relações de hereditariedade entre as classes e também o agrupamento de classes com aspectos físicos distintos, mas com semântica coerente (por exemplo, classes de cobertura de edificações podem ser agrupadas em uma única classe de área de construída). Vale destacar a importância da etapa de segmentação para utilização de todo o potencial do método de GEOBIA. Recomenda-se que o limite do segmento seja próximo ao limite do alvo de interesse, permitindo explorar os recursos do GEOBIA com a utilização de atributos de textura e espaciais na classificação, e não apenas espectrais. Em relação à exatidão temática obtida a partir das imagens WorldView II e método de análise baseadas em objetos (GEOBIA), conclui-se que fornecem produtos de excelente qualidade (com *kappa* de 0,86) para análises intraurbanas.

Uma técnica promissora para classificação de imagens de sensoriamento remoto a partir de análises baseadas em objetos (GEOBIA) é a mineração de dados, do inglês *Data Mining*, onde algoritmos de árvore de decisão permitem a automatização dos procedimentos de seleção de atributos e definição de limiares para elaboração de regras

de classificação para cada alvo, podendo otimizar o tempo do analista. No entanto, é válido apontar que as técnicas de mineração de dados não permitem etapas infinitas de segmentação e classificação interdependentes, enquanto as técnicas de mineração de dados dependem de uma segmentação única e final para extrair os atributos para elaboração de regras.

No que se refere ao objetivo secundário de elaboração de índices e indicadores sociais para inferências sobre a qualidade de vida e a segregação socioespacial no espaço intraurbano a partir da utilização de SIGs, verificou-se que os resultados foram satisfatórios e possuem relação com a realidade observada em trabalho de campo. A formulação de índices e indicadores sociais apresentou facetas interessantes para as análises posteriores, pois além de introduzir uma articulação das dimensões diversas como: qualidade ambiental urbana, nível socioeconômico e educacional, permitiu correlações entre os índices e os dados de cobertura da terra, aprimorando as inferências sobre a qualidade de vida da população de Marília. A utilização de SIGs, por sua vez, permitiu análise espacial dos dados, indispensável para a compreensão da segregação socioespacial.

Almeja-se que essa metodologia subsidie o planejamento urbano e o direcionamento de políticas públicas mais eficientes, garantindo uma vida mais digna para os moradores da cidade de Marília e a redução da segregação socioespacial.

10. Referências Bibliográficas

- ADAMS, J. S. - Hoyt, H. 1939: **The structure and growth of residential neighborhoods in American cities.** Washington, DC: Federal Housing Administration. In: Progress in Human Geography, nº 29, p. 321-325. Available on: <http://phg.sagepub.com/content/29/3/321>
- ALMEIDA, M. de; CÂMARA, G. e MONTEIRO, A. M. V. (org) – **Geoinformação em urbanismo: cidade real x cidade virtual.** São Paulo. Oficina de textos, 2007.
- ALVES, R. A. L.; VERGARA, O. R. **Identificação de alvos urbanos em imagens Ikonos, aplicando classificação orientada a segmentos.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2007, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 2573-2580.
- AMARAL, S.; MONTEIRO, A. M.V; CÂMARA, G.; QUINTANILHA, J. A.- **Estimativa da distribuição espacial da população na Amazônia brasileira com o uso de Sensoriamento remoto orbital: Contribuições das imagens CCD/CBERS - Distribuição espacial do erro por setor produzido com o algoritmo do IDM.** 2005, Goiânia. Anais. São José dos Campos: INPE, 2005. p. 765-774.
- AMORIN FILHO, O, B.; - Um modelo de zoneamento morfológico-funcional do espaço intra-urbano das cidades médias de Minas Gerais. In: Amorim Filho, O, B. ; Sena Filho, N. de. **A morfologia das cidades médias.** Goiânia: Ed. Vieira, 2005.
- ARAUJO, A. S. – **Qualidade de vida no município de Marília.** 2013. 98 p. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2013.
- BARROZO, L. V.; MACHADO, R. P. P.; LUCHIARI, A.; QUEIROZ FILHO, A. P. **Dasymetric mapping of socioeconomic data of the city of Sao Paulo.** In: UGI 2011 Conferencia Geografica Regional, 2011, Santiago. **Anais...**, 2011.
- BAATZ, M. & SCHÄPE, A. - **Multiresolution Segmentation – an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation.** In: Strobl, J. et al. (eds.): AngewandteGeographischeInformationsverarbeitung XII. Wichmann, Heidelberg, pp. 12-23, 2000.
- BENZ, U. C. et al. – **Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information.** In: ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, nº 58, 2004, p. 239-258. Available on: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271603000601>
- BERTOLANI, F. C., COELHO, M. R., ROSSI, M., MENK, J.R.F. & PRADO, H. do. **Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo: Folha de Marília.** Memorial descritivo. In: Boletim científico 01. Instituto Agrônômico: Campinas, jun/2000.

BLASCHKE, T. – **Object based image analysis for remote sensing**. In: ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, nº 65, 2010, p. 2-16. Available on: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271609000884>

BLASCHKE, T. et al. – **Object-oriented image processing in an integrated GIS/remote sensing environment and perspectives for environmental applications**. In: Environmental Information for Planning Politics and the Public, vol.2. 2000. Metropolis Verlag, Margburg, p. 555-570. Available on: <http://enviroinfo.isep.at/>

BLASCHKE, T. e LANG, S. – **Object based image analysis for automated information extraction — A synthesis**. In: Measuring the Earth II ASPRS Fall Conference 6-10 November 2006, San Antonio, Texas, on CD-ROM

BURROUGH, P. – **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Oxford, Clarendon, 1986.

BOOCH, G. - **Object Oriented Design: With Applications**. Redwood City, CA, Benjamin-Cummings Publishing Co., 1991.

BURNETT, C. & BLASCHKE, T. – **A multi-scale segmentation/object relationship modeling methodology for landscapes analysis**. Ecological Modelling, 2003, nº 3, p. 233-249. Available on: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438000300139X>

CÂMARA, G. – **Modelos, Linguagens e Arquitetura para Banco de Dados Geográficos**. Tese de Doutorado em Computação Aplicada – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1995.

CÂMARA, G. et al. – **Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling**. In: Computers & Graphics, 1996, nº3, p. 395-403. Available on: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0097849396000088>

CALDEIRA, T. P. R. – **Cidade de muros: crime, segregação e cidadania na cidade de São Paulo**. 2ª edição. São Paulo: Edusp, 2000.

CASTELLO BRANCO, M. L. G. Algumas considerações sobre a identificação de cidades médias. In: SPOSITO, M. E. B. (org.) **Cidades médias – espaços em transição**. São Paulo: Expressão popular, 2007, 1ª ed.

CARLOS, A. F. A. - **Espaço público e "nova urbanidade" no contexto do direito á cidade**. In: *Confins* [Online], nº 18, 2013. Available on: <http://confins.revues.org/8391>; DOI : 10.4000/confins.8391

- CELINSKI, T. M. – **Classificação de cobertura do solo utilizando árvores de decisão e sensoriamento remoto**. Tese de doutorado , 2008, 136p. – Tese de doutorado em Agronomia – Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP. Botucatu, 2008.
- COHEN, J.- **A coefficient of agreement for nominal scales**. In: Education and Psychological Measurement, v. 20, n. 01, p. 37-46, 1960.
- CONGALTON, R. G. - **A Review of Assessing the Accuracy of Classification in Remotely Sensed Data**. In: Remote Sensing of Environment, USA, n. 37, p. 35-36, 1991.
- CORREA, R. L. – **O espaço urbano**. 4ª edição. Rio de Janeiro: Editora Atica, 2004.
- CORREA, R. L. - Construindo o conceito de cidade média. In: SPOSITO, M. E. B. (org.) **Cidades médias – espaços em transição**. São Paulo: Expressão popular, 2007, 1ª ed. p. 23-33.
- CRACKNELL, A. P. – **Synergy in remote sensing – What's in a pixel?** In: International Journal of Remote Sensing, 1998, nº 19, p. 2025-2047. Available on: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/014311698214848>
- CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens**. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 170 p. 1992.
- DEFINIENS, TRIMBLE Geospatial Imaging. 2003. **eCognitionUserGuide**. Available on: www.ecognition.com (accessed. 20 out. 2014)
- DAVIS, F. W.; SIMONETT, D. S. – **GIS and Remote Sensing**. In: MAGUIRE et al. Geographical Information System: principles and applications, v.2, p. 191 – 213, 1990.
- DEMO, P. Pesquisar – o que é? In: **Pesquisa princípio científico e educativo**. 12ª edição. São Paulo: Cortez, 2006, p. 11-44.
- DIGITALGLOBE – **WorldViewW-2 Specifications** - 2009. Available on: http://global.digitalglobe.com/sites/default/files/DG_WorldView2_DS_PROD.pdf (Acessado no dia 01/09/2015)
- DUNCAN, O. D. & DUNCAN, B. – **A methodological analysis of segregation indexes**. In: American Sociological Review, nº20, p. 210-217. Available on: <http://personal.psc.isr.umich.edu/yuxie-web/files/pubs/Articles>
- DUTENKEFER, E. **Representações do espaço geográfico: mapas dasimétricos, anamorfoses e modelização gráfica**. 2010. 140 p. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- EDSON, J. - **Marília: a história oficial**. [Filme-vídeo]. Produção de Maira Andréia de Souza Lopes. Direção de Edson Joel. Marília. TV Marília produções, 2009. DVD/ Documentário. 53Min.

FIRJAN – **Índice de Desenvolvimento Municipal**, dados de 2010. In: <http://www.firjan.org.br/ifdm/>, acessado em Setembro de 2015.

FEITOSA, F. F.; RAMOS, F. R.; ROSEMBACK, R. e MONTEIRO, A. M. V. – **Segregação sócio-espacial na região conurbada de São José dos Campos e Jacareí, SP**. In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal, 2009, p. 843-850.

FERNANDES, R. R. , NUNES, G. M. & SILVA, T. S. F. – **Classificação orientada a objetos aplicada na caracterização da cobertura da terra no Araguaia**. In: Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 47, n. 09, set. 2012.

FRANCISCO, C. N.; ALMEIDA, C. M. **Interpretação de imagens orbitais por meio de sistema especialista para o mapeamento de cobertura da terra em região montanhosa**. In: Soc. & Nat., Uberlândia, ano 24 n. 2, 283-302, mai/ago. 2012

FRANCISCO, C. N.; ALMEIDA, C. M. **Avaliação de desempenho de atributos estatísticos e texturais em uma classificação de cobertura da terra baseada em objeto**. Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba, v. 18, no 2, p.302-326, abr-jun, 2013.

GERARDI, L. H. O. - **Quantificação em Geografia**. São Paulo: Difel, 1981. 161 p.

GOLLEDGE, R. G. - **Chorley, R. J. & Haggett, P. : Models in Geography (1967) - London: Methuen**, In: Progress in Human Geography, nº 30, 2006, p. 107-113. Available in: <http://phg.sagepub.com/content/30/1/107>

HARALICK, R. M et al. - **Textural Features for Image Classification**. In: IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics, Vol. 3, pp. 610-621, 1973.

HAY, G. J. e CASTILLA, G. – **Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA): A new name for a new discipline**. In: Object-Based Image Analysis – Spatial Concepts for Knowledge-driven Remote Sensing Applications. org. Blaschke, T., Lang, S. e Hay, G. J., Springer-Verlag Berlim Heidelberg, 2006, p. 75 a 89.

HARRIS, P. M.; VENTURA, S. J. – **The integration of Geographic Data with Remotely Sensed Imagery to Improve Classifications of Urban Areas**. In: Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, v.16, p.993-998, 1995.

HOFMANN, P. - **Detecting buildings and roads from IKONOS data using additional elevation information**. In: GeoBIT/GIS, v. 6, n 01, p. 28-33, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). In: **Cidades**. São Paulo, 2015.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, S/A (IPT). – **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1981, escala 1: 1000000.

JIA, C., LI, W., LI, X. **High-resolution remote sensing image segmentation based on weight adaptive fractal net evolution approach**[J]. REMOTE SENSING FOR LAND & RESOURCES, 2013, 25(4): 22-25.

JANNUZZI, P. M. - **Indicadores Sociais no Brasil** – conceitos, fontes de dados e aplicações para: formulações e avaliações de políticas públicas e elaboração de estudos sócio-econômicos. Campinas. Editora Alínea, 2009.

KRESSLER, F. P.; STEINNOCHER, K. - **Image data and LIDAR – an ideal combination matched by object oriented analysis**. In: Geographic Object-Based Image Analysis, Salzburg University, Austria, 2006.

LANDIS, J. R. & KOCH, G. G. – **The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data**. In: Biometrics, n 01, vol 33, p. 159 – 174, 1977.

LIGNAU, C. & ANTUNES, A. F. B. – **Avaliação da acurácia de mapas temáticos oriundos de classificação digital de imagens**. In: Anais *Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (SIMGEO)*, 2003.

LILLESAND, T. M. & KIEFER, R. W. – **Remote Sensing and Image Interpretation**. Nova York, Chichester, Bridesbane, Toronto, Sigapura: John Wiley & sons. 3 edição, 1994.

LOBÃO, J. S.; FRANÇA-ROCHA, W. J.S.; SILVA, A. B. **Aplicação dos índices KAPPA & PABAK na validação da classificação automática de imagens de satélite em Feira de Santana-BA**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2005, Goiânia. Anais...São José dos Campos: INPE, 2005, p. 1207 a 1214.

LUCHIARI, A. – **Identificação da cobertura vegetal em áreas urbanas por meio de produtos de sensoriamento remoto e de um sistema de informação geográfica**. Revista do Departamento de Geografia da USP, n. 14, p. 47-58, 2001.

MACHADO, R. P. P. – **Um modelo geoespacial de uso do solo e demografia. O caso do município de São Paulo**, 2000, 241p. Tese de Doutorado em Geografia – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciência Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MARBEL, D. F. – **Geographic information systems: an overview**. In: Introductory readings in Geographic Information Systems. Bristol: Taylor & Francis Ltda, 1990.

MARQUES, E. TORRES, H. - **São Paulo: segregação, pobreza e desigualdades sociais**. São Paulo: SENAC, 2011.

MARQUES, E. - Elementos conceituais da segregação, da pobreza urbana e da ação do Estado. In: **São Paulo: segregação, pobreza e desigualdades sociais**. São Paulo: SENAC, 2005.

MARQUES, E.; SARAIVA, C. - A dinâmica social das favelas da região metropolitana de São Paulo. In: **São Paulo: segregação, pobreza e desigualdades sociais**. São Paulo: SENAC, 2005.

MENEGHETTI, G.T.; **Classificação da cobertura da terra do município de Raposa (MA), com imagens worldview-2 utilizando o aplicativo interimage e mineração de dados**. Dissertação de Mestrado – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 116 páginas, 2013.

MELAZZO, E. S. **Padrões de desigualdades em cidades paulistas de porte médio. A agenda das políticas públicas em disputa**. Tese de doutorado – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente , 2006.

MENDONÇA, J. **Planejamento e medição da qualidade de vida**. Cadernos das Metrôpoles [online]. n. 15, 2006, p.13-24. Disponível na World Wide Web: <<http://www.cadernosmetropole.net/>> INSS: 1517-2422

MORATO, R. G. - **Análise da Qualidade de vida urbana no município de Embu/SP**. Tese de mestrado, 2004, 177p. – Tese de mestrado em Geografia Física – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciência Humanas da USP. São Paulo, 2004

MORATO, R. G.; KAWAKUBO, F. S.; PÉREZ MACHADO, R. P. **Mapa Dasimétrico de Densidade Demográfica da Área Urbana do Município de Alfenas (MG)**. Anais do Simpósio Internacional Caminhos Atuais da Cartografia na Geografia. USP: São Paulo, 2011. p. 1599-1609.

NAHAS, M.I.P. - Metodologia de Construção de índices e Indicadores sociais, como Instrumentos Balizadores da Gestão Municipal da Qualidade de Vida Urbana: uma síntese da experiência de Belo Horizonte. In: HOGAN, D. J. **-Migração e Ambiente em São Paulo – Aspectos relevantes da dinâmica recente**. Campinas: Núcleo de Estudos de População/UNICAMP, 2000. pp. 465 – 487.

NOBREGA, R. A. A. **Detecção da malha viária na perifeira urbana de São Paulo utilizando imagens orbitais de alta resolução espacial e classificação orientada a objetos**. 2007. 157 f. Tese (Doutorado em Engenharia dos Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

NOVAK, T. – **Classificação da cobertura da terra e do uso do solo urbano utilizando o sistema InterImage e Imagens do sensor Quickbird**. 2009. 216p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto princípios e aplicações**. 4. ed. São José dos Campos: Edgard Blucher Ltda, 2011. 387 p.

NUCCI, J.C. - **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. São Paulo: Humanitas/FAPESP, 2001, 236p.

NUSBAUM, M. C.; SEN, A. – **Qualidade de vida**. London, Oxford University Press, 1993.

OPENSHAW, S. - The **modifiable areal unit problem Concepts and Techniques in Modern Geography**, nº. 38, Geo Books, Norwich, 1984.

PANIZZA, A. C.; FONSECA, F. P. – **Técnicas de Interpretação Visual de Imagens**. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 30, pp. 30 - 43, 2011.

PAIVA, P. R. - **Contabilidade Ambiental: Evidenciação dos Gastos Ambientais com Transparência e Focada na Prevenção**. São Paulo: Atlas, 2003.

PERSON, K. – **The Grammar of Science**. London, J.M. Dent and Company, 1892.

PINHO, C. M. D. **Análise orientada a objetos de imagens de satélites de alta resolução espacial aplicada à classificação de cobertura do solo no espaço intra-urbano: o caso de São José dos Campos**. 2006. 180 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006

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: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...**São José dos Campos: INPE, 2005. p. 4217-4224.

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: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...**São José dos Campos: INPE, 2005. p. 4217-4224.

QUEIROZ NETO, J.P.; JOURNAUX, A. – **Carta Geomorfológica do Vale do Rio do Peixe em Marília (SP), Escala 1:100.000**, São Paulo, USP, 1978.

REY, S.J. & FOLCH, D. C. – **Impact of spatial effects on income segregation indices**. In: Computers, Environment and Urban Systems, nº 35, 2011, p. 431-441. Available on: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0198971511000834>.

RIBEIRO, B. M. G.; FONSECA, L. M. G.; KUX, H. J. H. **Avaliação das imagens WorldView-II para o mapeamento da cobertura do solo urbano utilizando o sistema InterIMAGE**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. São José dos Campos: INPE, 2011. p. 0722-0729.

ROGERRO, M. A. **Um ensaio metodológico sobre a qualidade de vida no distrito de Cachoeirinha, Zona Norte da cidade de São Paulo-SP**. 2009. 137 p. Dissertação (mestrado em

Geografia física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C.- **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, Escala 1:500.000, Volume I.** São Paulo, 1997.

SALIM, A. **Caracterização do uso da terra em periferias urbanas utilizando geotecnologias – bacia do Reservatório Guarapiranga.** 2013. 160 p. Dissertação (mestrado em Geografia física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2013.

SALIM, A.; LUCHIARI, A. - **Caracterização do uso da terra em periferias urbanas pro meio de técnicas de geoprocessamento – reservatório do Guarapiranga.** In: SIMPURB - SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA, 12., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2011. Acesso em: 10 out. 2015

SALIM, A.; LUCHIARI, A. - **Utilização de geotecnologias para inferências populacionais no espaço urbano do município de Guarulhos-SP.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE , 2013. p. 0794-0801. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0191.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2015.

SANTOS, M. - **Metrópolo Corporativa Fragmentada.** São Paulo: Nobel, 1990.

SANTOS, M. – **A natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção.** São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1996.

SEABRA, O. C. L. – **Territórios de uso: cotidiano e modo de vida.** In: CIDADES, v.1, nº2. 2004, p. 181, 2006.

SERPA, A. – **O trabalho de campo em Geografia: uma abordagem teórico-metodológica.** In: Boletim Paulista de Geografia / Seção São Paulo - Associação dos Geógrafos Brasileiros. - nº 84 - São Paulo: AGB, jul. 2006.

SHEVKY, E. & BELL, W. - **Social Area Analysis: Theory, Illustrative Application and Computational Procedures.** Stanford Sociological Series, nº 1. Stanford University Press, Stanford: California, 1955.

SPOSATI, A; - **Cidade em pedaços.** 1ª edição. São Paulo, Editora: Brasiliense, 2001.

SPOSATI, A; - **Mapa da inclusão/exclusão social.** São Paulo: EDUC, 1996.

SPOSITO, et al. O estudo das cidades médias brasileiras: uma proposta metodológica. In: SPOSITO, M. E. B. (org.) **Cidades médias – espaços em transição.** São Paulo: Expressão popular, 2007, 1ª ed.

SOUZA, I. M. **Metodologia de Análise da Diferenciação Socioespacial com uso de Imagens Orbitais de Alta Resolução Espacial em São José dos Campos-SP**. 2010. 264 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

TORRES, H.; FERREIRA, M. P. & GOMES, S. - Educação e segregação social: explorando o efeito das relações de vizinhança. In: **São Paulo: segregação, pobreza e desigualdades sociais**. São Paulo: SENAC, 2005.

VILLAÇA, F. – **Espaço intra-urbano no Brasil**. 2ª edição. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

WONG, D. W. S. – **Implementing spatial segregation measures in GIS**. In: Computers, Environment and Urban Systems, nº27, 2003, p. 53-70. Available on: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0198971501000187>

WU, J. & DAVID, J. L .- **A spatially explicit hierarchical approach to modeling complex ecological systems: Theory and applications**. In: Ecological Modelling, vol. 153, p. 7-23. Available on: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304380001004999>

ANEXO

Árvore de decisão com os limiares e parâmetros para elaboração de regras de classificação no software E-Cognition: