

Revista Brasileira de Cartografia (2015) N^o 67/3: 621-635
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

CARACTERIZAÇÃO E DELIMITAÇÃO DA REGIÃO DE ENTORNO IMEDIATO DE ÁREAS URBANAS: UM ESTUDO PARA PIRACICABA, BRASIL

*Characterization and Boundary Determination for the Urban-rural Fringe Regions: a Case
Study for Piracicaba, Brazil*

Gracieli Trentin¹, Eliana Corrêa Aguirre de Mattos² & Marcos César Ferreira³

**¹Universidade Federal do Rio Grande – FURG
Instituto de Oceanografia**

Rua Marechal Floriano Peixoto, 2236 - Centro, São Lourenço do Sul/RS, CEP: 96170-000, Brasil
gracitrentin@gmail.com

²Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT

Av. Prof. Almeida Prado, 532 - Cidade Universitária, São Paulo/SP, CEP:05508-901, Brasil
ecamattos@terra.com.br

**³Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
Instituto de Geociências**

Rua João Pandiá Calógeras, 51, Campinas/SP, CEP: 13083-870, Brasil
macferre@ige.unicamp.br

*Recebido em 30 de Junho, 2014/ Aceito em 26 de Janeiro, 2015
Received on June 30, 2014/ Accepted on January 26, 2015*

RESUMO

A Região de Entorno Imediato (REI) - área situada em faixa intermediária entre a mancha urbana e o espaço rural - é tema presente em discussões sobre planejamento municipal. Apesar de possuir identidade, função e dinâmica próprias, esta faixa de transição não possui uma delimitação espacial clara e precisa. O objetivo desta pesquisa é propor uma metodologia para delimitar e caracterizar a REI por meio de técnicas de sensoriamento remoto, de sistemas de informação geográfica (SIG) e métodos de análise espacial. Para o desenvolvimento desta proposta selecionou-se como área teste o município de Piracicaba, localizado no estado de São Paulo. Foram utilizadas imagens de alta resolução do *software Google Earth*®, sendo interpretados, com base em técnicas visuais, os tipos de uso e ocupação do solo em áreas urbanas e rurais do município. A partir do centro médio ponderado da mancha urbana foram obtidos e sobrepostos aos usos identificados, círculos concêntricos isodistantes em 1.000 metros até o limite do perímetro municipal. A frequência dos usos identificados foi calculada para cada faixa de distância circular e para intervalos angulares de 45 graus. Com estas informações obtiveram-se funções de decaimento em relação à distância para cada intervalo angular. A sobreposição de grade UTM aos pontos de usos identificados resultou em uma superfície interpolada, cuja análise espacial permitiu a proposição do traçado da REI do município de Piracicaba e de suas regiões intermediárias. A aplicação desta metodologia possibilita, com ferramentas disponíveis, a espacialização do traçado de linhas transitórias proposto por Sparovek, Leonelli e Barretto (2004) e pretende, utilizando a variação do percentual de usos, identificar a extensão da

REI a partir de áreas com usos predominantemente urbanos e de suas áreas fronteiriças com aquelas de usos predominantemente rurais. O comportamento anisotrópico da superfície da REI pode ser explicado na complexa interação entre a distribuição espacial das redes de circulação, a aptidão agrícola dos solos, o traçado do rio Piracicaba e as políticas de planejamento implementadas pelo município.

Palavras chaves: Análise Espacial, Região de Entorno Imediato (REI), Planejamento Urbano.

ABSTRACT

The urban-rural fringe is a region between urban and rural areas whose indefinite boundaries are being discussed in urban planning policy. The aim of this research is to propose a methodology to characterize the urban-rural fringe using remote sensing techniques, geographic information systems (GIS) and spatial analysis. The municipality of Piracicaba, located in the state of São Paulo, Brazil, was the pilot where different categories of land urban and rural uses were identified with image interpretation techniques on *Goggle Earth* software. Concentric isodistances circles of 1000 meters overlapped from the center weighted average of the urban area until the perimeter of the city. The frequency of these uses have been calculated for each band in accordance with circular angular intervals of 45 degrees and resulted in decay as a function of distance for each angular interval. An UTM grid overlapped the identified land use dots resulting in a surface interpolated data that represents the boundaries of urban-rural fringe of Piracicaba. This methodology in combination with available tools allows mapping the “imaginary line” (Sparovek, Leonelli e Barretto, 2004) to identify the urban-rural fringe extensions from urban or rural land predominantly use. It also indicates that the anisotropic surface behavior deals with a complex interaction between the spatial distribution of circulation networks, the land agricultural suitability, the course of the Piracicaba river and planning policies implemented by the municipality.

Keywords: Spatial Analyze, Urban-rural Fringe, Urban Planning.

1. INTRODUÇÃO

A Região de Entorno Imediato (REI) é a denominação dada por Sparovek, Leonelli e Barretto (2004) para a faixa intermediária localizada entre a mancha urbana e o espaço rural que pode ser analisada sob um ou outro referencial, ou seja, do entorno da área urbanizada ou do rural, mas que, embora contenha elementos de ambos, possui identidade, função e dinâmica próprias. Uma vez que nesta faixa estejam agregados usos e atividades concorrentes, tipicamente rurais e tipicamente urbanos, influenciam diretamente a legislação aplicável, sua estrutura fundiária, produtiva e social, sendo, portanto, tema presente nas discussões sobre planejamento dos municípios.

A discussão acerca do rural e do urbano tem um de seus alicerces no próprio objeto da sociologia rural. Solari (citado por Martins, 1986) contesta a polarização estabelecida por Sorokin e Zimmerman em 1929, que interpretavam rural e urbano como meios de qualidades sociais internamente homogêneas, mas polarizadas e contrapostas entre si. Para Solari (1971) o que havia era um contínuo rural/urbano, com

gradações intermediárias, ainda que os diferentes tipos se preservassem em seus extremos. No entendimento de Martins (1986), contudo, seja urbano ou rural, em cada um dos tipos o que se retém é a uniformidade interna, a coerência interna, a identidade.

Veiga (2004) discute a necessidade de superação desta dicotomia urbano-rural, a qual opõe, em seus extremos, a hipótese de completa urbanização, lançada pelo filósofo e sociólogo marxista francês Henri Lefebvre, à hipótese de um renascimento rural, contraposta pelo geógrafo e sociólogo Bernard Kayser. Lefebvre denomina sociedade urbana aquela que resulta da urbanização completa e que necessariamente derive da industrialização; a sociedade constituída por esse processo que domina e absorve a produção agrícola.

Já o argumento central de Kayser é que alterações das tendências demográficas não seriam fenômenos superficiais, mas indicadores de um renascimento rural já em curso nos países desenvolvidos, com a recomposição da sociedade em vilarejos, atividades não agrícolas, políticas de ordenamento e de desenvolvimento local

(VEIGA, 2004).

Para Veiga (2004), nos últimos vinte anos tornou-se cada vez mais forte a atração pelos espaços rurais em todas as sociedades desenvolvidas, mas que pouco ou nada tem a ver com as relações que elas tiveram nestes locais no passado. É uma atração que resulta basicamente do vertiginoso aumento da mobilidade, com seu crescente leque de deslocamentos, curtos ou longos, reais ou virtuais. O fenômeno foi vislumbrado tanto por Lefebvre, quanto por Kayser, muito embora de formas equivocadas, pois a ‘evolução do espaço’ que engendra a ‘sociedade humana’ (ou pós-industrial) tende a revigorar a ruralidade, mas mediante ‘mutação’ e não ‘renascimento’.

Wanderley (2000) adverte que as teorias da urbanização do campo e do *continuum* rural-urbano, sobretudo na vertente que preconiza o fim do rural, têm sido objeto de reiterados e profundos questionamentos. Para a autora, “esta visão homogeneizadora beneficia-se largamente da ideologia então dominante, que vê a cidade como fonte de civilização e de difusão desta para o conjunto da sociedade e mesmo como o único ‘espaço em progresso’, o que se reforça com as políticas adotadas a partir de então, ‘de fechamento e concentração espacial de serviços’” (WANDERLEY, 2000, p. 127).

O rural é uma categoria histórica, e assim sendo, se transforma. O recorte rural-urbano, em suas novas e modernas formas, permanece como recorte pertinente para analisar as diferenças espaciais e sociais das sociedades modernas, apontando não para o fim do mundo rural, mas para a emergência de uma nova ruralidade.

De fato, a efetiva expansão das cidades, o crescimento demográfico, a paridade econômica e social e as crescentes facilidades de acesso da população rural aos bens e serviços produzidos nos centros urbanos diminuiram a distância física e social entre os habitantes do campo e da cidade. Percebe-se uma tendência à uniformização do modo de vida, passando estas populações urbanas e rurais a interagir cotidianamente em diferentes e múltiplas dimensões da vida social urbana ao mesmo tempo em que essas alterações também repercutem no perfil social dos espaços rurais.

Abramovay (2003) traz contribuições à reflexão deste tema. Entre as hipóteses que o autor aponta para a superação de dificuldades desta

abordagem é que fossem construídas novas visões do que significa meio rural, inclusive na estatística oficial, haja vista que na classificação do IBGE o rural é definido como o que não é urbano. Isto para que estes procedimentos estatísticos permitam uma visão territorial diferenciada sobre o processo de desenvolvimento, de forma a não separar as cidades das regiões rurais nas quais estão inseridas.

O contexto da região de entorno imediato abrange ainda a discussão sobre a insuficiência da aplicação dos limites administrativos – legislações de uso e ocupação do solo – na delimitação do perímetro urbano e rural dos municípios, em especial daqueles que detêm complexidade nos processos socioeconômicos e socioespaciais, como no caso do estado de São Paulo. Uma das principais características verificadas nestes processos são as progressivas formações de aglomerações urbanas e regiões metropolitanas na rede urbana paulista (CAIADO; SANTOS, 2003).

A complexidade dos usos do solo, rurais e urbanos, e suas gradações de predominância de um ou de outro, são um constante desafio no ordenamento territorial dos municípios. Isto porque dele decorrem plano diretor, limites de parcelamento do solo e zoneamentos que irão afetar diretamente política, econômica e socialmente seus cidadãos em suas atividades tipicamente urbanas ou rurais. Ferramentas e novas tecnologias, que utilizam a análise espacial, têm sido reportadas na literatura em estudos de casos envolvendo áreas ambientalmente protegidas e expansão urbana com resultados que podem figurar como facilitadores na dinâmica do planejamento municipal. Este contexto possibilita a construção prática ou operacionalização de propostas teóricas, como é o caso da proposta de delimitação da REI por Sparovek, Leonelli e Barretto (2004).

Assim, esta pesquisa propõe elaborar e testar uma metodologia que permita caracterizar e traçar as linhas imaginárias que possam delimitar a região de entorno imediato (REI) tendo como referencial a área de urbanização consolidada, utilizando métodos e técnicas da análise espacial associados a sistemas de informação geográfica (SIG) e ao sensoriamento remoto. O uso de recursos de geoprocessamento na integração dos estudos de planejamento e gestão também é enfatizado por Mourão (2014).

A partir da delimitação espacial destas áreas de entorno entende-se a possibilidade de incremento na qualidade das políticas municipais relativas à infraestrutura, ao meio ambiente, às atividades produtivas (indústrias e serviços) e aos equipamentos sociais (saúde, educação, lazer, segurança) que venham de fato ao encontro das especificidades da REI.

2. ÁREA DE ESTUDO

Para o desenvolvimento desta proposta foi selecionado como área teste o município de Piracicaba, localizado na depressão periférica do estado de São Paulo (Figura 1). A escolha deste município relacionou-se a suas características de ocupação do entorno urbano consolidado, o qual mostra grande fragmentação de borda e diversidade de usos. Este município possui população de 364.571 habitantes, segundo dados censitários do IBGE (2010), sendo que 356.743 habitantes residem na área urbana e 7.828 habitantes na área rural. Este contingente populacional urbano reflete na taxa de urbanização de 97,85% para o ano de 2010. Piracicaba possui extensão territorial de 1.378,07km² (IBGE, 2010). Ocupa a 92^o posição no IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - ranking dos municípios (PNUD, 2015), indicador que focaliza o município como unidade de análise, a partir das dimensões de longevidade, educação e renda. Para termo de comparação, o município de Jundiaí possui 386.677 habitantes, com taxa de urbanização de 96,38% e está em 11^o lugar do IDHM (PNUD, 2015). Dados municipais importantes como saneamento básico no município de Piracicaba apontam índices de 99,42% no atendimento ao abastecimento de água e 97,96% ao de esgoto sanitário, em 2010 (IPPLAP, 2013), com aumento considerável do tratamento de esgoto de 2011 a 2013, que passou de 45% para 70% (MEIO AMBIENTE EM PIRACICABA, 2015). A taxa de frequência escolar líquida das pessoas entre 6 e 14 anos de idade é de 79%, de 15 a 17 anos é de 59,7% e de 18 a 24 anos é de 17,4%, já o analfabetismo da população de 15 anos ou mais é de 3,10% (SEADE, 2015). Desafios como estes são prioridades a serem enfrentados pela esfera administrativa municipal, não somente para elevar os índices de IDHM, mas para melhorar as condições de qualidade de vida das áreas urbanas e rurais da comunidade.



Fig. 1 - Localização do município de Piracicaba no estado de São Paulo.

Piracicaba é considerada uma cidade polo de uma região de quase três milhões de habitantes. Inserida na bacia hidrográfica do rio Piracicaba que abrange uma área de 12.400km², congrega 50 municípios paulistas e 8% da população do estado de São Paulo (BARRETTO; SPAROVEK; GIANNOTTI, 2006). A base econômica do município encontra-se alicerçada na indústria e na agroindústria da cana-de-açúcar, cultura que teve sua expansão a partir da década de 1970, propiciada por incentivos governamentais e características físicas adequadas de declividade e aptidão agrícola.

A expansão populacional na área do município, nas últimas décadas, foi maior nas regiões norte e noroeste (aumento de 35% a 37% no período de 1991 a 2000), seguidas das regiões sul e sudeste, que também apresentaram tendência de elevado crescimento populacional (de 25% a 35%). Já a densidade populacional, medida a partir do número de habitantes por hectare (ha), tem seu índice mais expressivo na porção sudoeste, única no município a apresentar densidade superior a 100 habitantes/ha, seguida das porções central, sul e noroeste, com densidade entre 50 a 100 habitantes/ha (AGENDA 21 DE PIRACICABA, 2007).

A partir de 2001 o município aperfeiçoou seus mecanismos de acompanhamento e gestão territorial por meio da criação e operacionalização do Instituto de Pesquisas e Planejamento de Piracicaba (IPPLAP) e da revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento de Piracicaba, Lei Municipal n^o186 de 10/10/2006, passando a maioria dos novos loteamentos por processos de autorização e aprovação de seus projetos por órgãos municipais especializados.

Piracicaba apresenta uma quantidade elevada de vazios urbanos, alguns utilizados para a cultura da cana-de-açúcar e outros com oferta de infraestrutura básica, que tiveram como origem a ampliação do perímetro urbano e a ocupação descontínua da malha urbana (AGENDA 21 DE PIRACICABA, 2007). O diagnóstico elaborado para o último plano diretor indica, além da existência dos vazios urbanos, segregação socioterritorial, irregularidades nos assentamentos urbanos, conflitos de uso agrícola com loteamentos clandestinos, ações clandestinas degradantes incidindo no patrimônio histórico-arquitetônico. Ainda, uma baixa qualidade na mobilidade urbana (tempo de deslocamento, condições de calçadas, de vias públicas e de transporte coletivo), inclusive para pessoas portadoras de deficiência, além de uma infraestrutura viária urbana descontínua, com gargalos sobre o Rio Piracicaba que deverão ser atendidos nos próximos anos (AGENDA 21 DE PIRACICABA, 2007).

Problemáticas como estas podem ser verificadas, em diferentes níveis, em outras cidades que também passaram por estágios de crescimento rápido dissociados de efetivas ações de planejamento no passado. Cumpre, portanto, seu enfrentamento de forma multidisciplinar e participativa, visando suprir demandas crescentes e dinâmicas que as qualifiquem, via índices municipais, por exemplo, para os maiores e melhores investimentos financeiros e retornos econômicos e sociais.

3. PROPOSTA METODOLÓGICA PARA DELIMITAÇÃO DA REGIÃO DE ENTORNO IMEDIATO - REI

A elaboração da proposta para delimitar e caracterizar a REI compreendeu diferentes etapas de trabalho. Após a seleção da área teste, a base de dados foi elaborada diretamente no *Google Earth*. Dessa forma, foi digitalizada a área urbana de Piracicaba, assim como as principais vias de circulação e as áreas urbanizadas que compreendem os distritos do município para o ano de 2010. Também foram interpretados e digitalizados no *Google Earth* os tipos de uso do solo no entorno urbano, a partir de feições de pontos.

As etapas seguintes compreenderam o processamento desses dados nos *softwares*

ArcGIS® e *IDRISI*® com o objetivo de analisar a intensidade de ocupação em função da distância a partir da área urbana de Piracicaba, bem como a preparação do modelo para obtenção dos limites da REI. A síntese da sequência metodológica utilizada nas etapas da pesquisa pode ser verificada na Figura 2 e seu detalhamento encontra-se nos próximos itens.

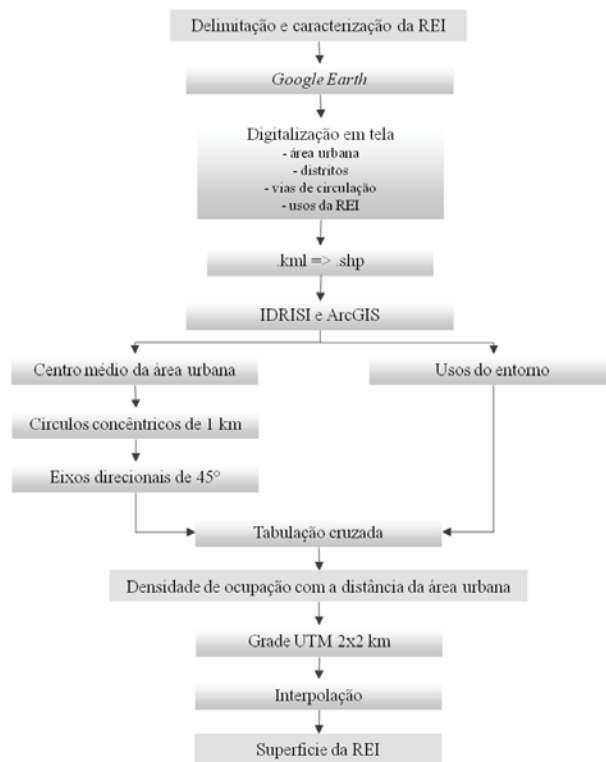


Fig. 2 - Sequência metodológica para a delimitação e caracterização da REI.

3.1 Identificação dos tipos de ocupação

Inicialmente foram definidos os tipos de uso e ocupação que seriam identificados no entorno urbano de Piracicaba. Para esta definição tomou-se por base a Agenda 21 de Piracicaba (2007), as diferentes categorias de uso do solo já identificadas em Barretto, Sparovek e Gianotti (2006) e a análise visual nas próprias imagens do *Google Earth*. A chave de interpretação dos tipos de uso e ocupação foi composta por usos predominantemente rurais, sendo agrícolas (agropastoril) e não agrícolas (chácaras e condomínios de chácaras) e usos predominantemente urbanos. Nestes, incluem-se os loteamentos e outros usos que se referem às atividades produtivas, aos distritos industriais, à prestação de serviços, aos equipamentos sociais, voltados à saúde (hospitais), à educação

(estabelecimentos de ensino) e outros (Tabela 1). O uso da tipologia da Agenda 21 de Piracicaba mostrou-se adequado em virtude da proposta e, sobretudo, da frequência verificada no entorno da área urbana de Piracicaba.

A identificação dos usos nas imagens tomou por base as características físicas dos alvos vinculadas aos elementos de interpretação visual, cor, padrão, textura, forma, localização e tamanho. Assim, por exemplo, o uso agropastoril caracterizou-se por benfeitorias cercadas por áreas de culturas e o uso de loteamentos por construções de tamanho compatível com o uso residencial e pavimentação regular.

Os tipos de uso e ocupação foram identificados em toda a área municipal com exceção da mancha urbanizada, a partir das imagens do *Google Earth*®. Os usos definidos foram identificados visualmente sobre as imagens e digitalizados em feições pontuais. Foram obtidos um total de 1.089 pontos, distribuídos nas categorias pré-definidas. Ao final da digitalização o arquivo em formato .KML foi importado no software ArcGIS® e convertido para o formato .SHP e também importado para o software IDRISI Taiga® onde foram desenvolvidas as etapas sequenciais desta proposta.

3.2 Ocupação em função da distância a partir do centro médio ponderado da mancha urbana

A partir da identificação dos usos foi obtido o percentual de ocupação em função da distância à mancha urbanizada. Para isto foi calculado o centro médio ponderado da mancha urbana de Piracicaba, o qual tem sua localização determinada pela área e forma da mancha urbana, obtido pelo módulo de análise estatística do software IDRISI Taiga®. O centro médio constituiu-se no marco-zero para o traçado da superfície de isodistâncias, cuja reclassificação com espaçamento regular de 1.000m resultou nas faixas concêntricas que agregaram toda

área do município e, por consequência, os usos identificados.

A opção pela utilização do centro médio ponderado se deve a sua melhor representatividade, comparativamente ao centro médio geométrico, devido à irregularidade da mancha urbana, sobretudo para a cidade de Piracicaba que possui forma alongada e entrecortada pelo Rio Piracicaba. Além disso, seu cálculo ou fator de ponderação considera a intensidade do fenômeno, no caso a extensão e forma da mancha urbana.

A partir da intersecção das faixas de distâncias concêntricas e os usos identificados foi possível analisar a variação percentual de usos com o afastamento em relação à área urbanizada, inclusive com um detalhamento espacial por meio de análises direcionais.

Para tanto, as faixas concêntricas foram subdivididas em intervalos angulares de 45 graus, totalizando oito eixos direcionais. Em cada eixo foram traçadas as funções de decaimento com a distância para o total de usos identificados. A obtenção destas funções derivou de matrizes de tabulação cruzada entre os pontos de uso e cada eixo direcional.

A tabulação dos dados possibilitou a representação gráfica das funções de decaimento para o percentual de ocupação em cada eixo direcional a partir da distância em relação ao centro médio da mancha urbana. A distribuição desta variação percentual de uso nos eixos direcionais de 45 graus é apresentada espacialmente na Figura 3.

Na Figura 3, inicialmente, pode-se observar a mancha urbanizada e a posição do centro médio ponderado. Sua localização denota o formato alongado da área urbana, dividida pelo curso do rio Piracicaba.

A partir das ilustrações são perceptíveis também os eixos de expansão urbana, estendendo-se prioritariamente ao longo das vias de

Tabela 1: Caracterização dos tipos de uso e ocupação identificados no município de Piracicaba - SP

Tipos de ocupação		Classes de usos identificados
Usos predominantemente rurais	Usos agrícolas	Agropastoril
	Usos não agrícolas	Chácaras; Condomínios de chácaras
Usos predominantemente urbanos		Loteamentos; Outros usos relacionados com as atividades produtivas e equipamentos sociais

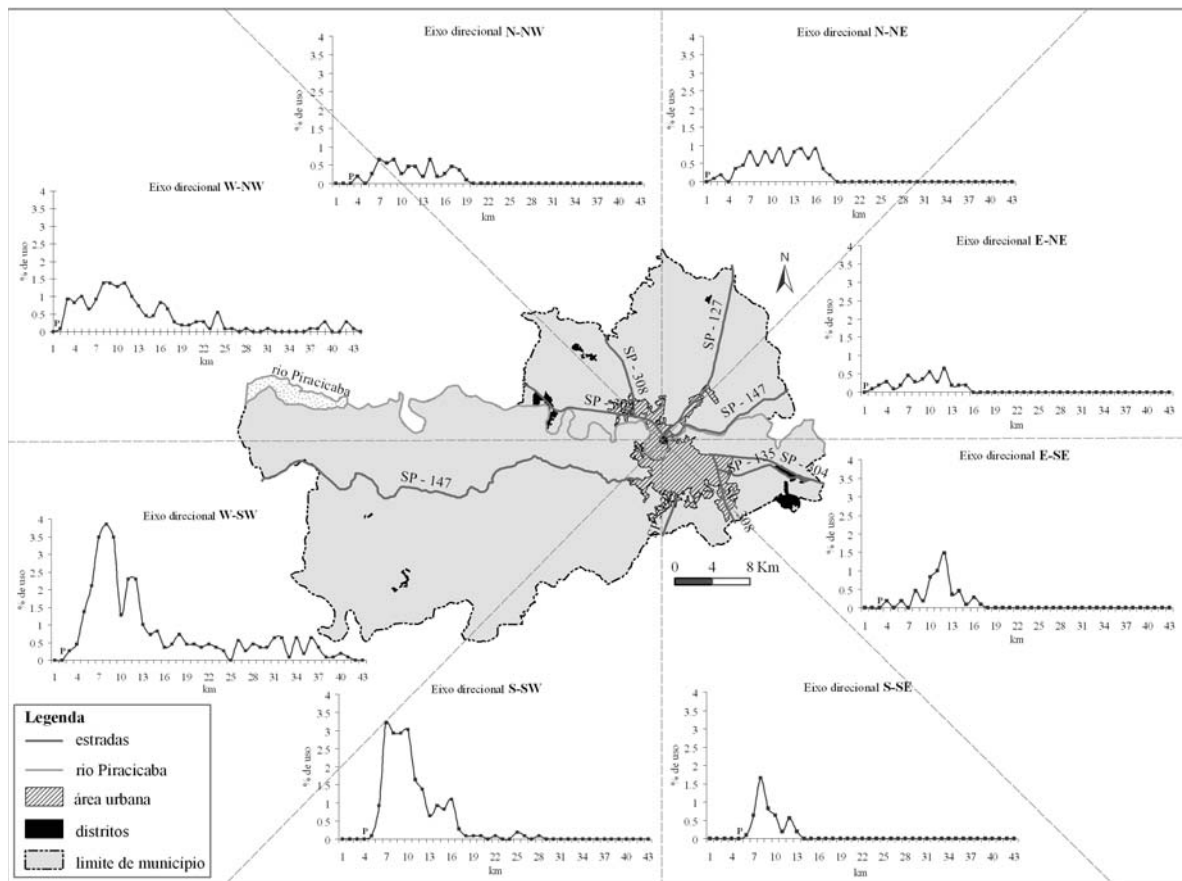


Fig. 3 - Espectros do percentual de uso do solo por km² (% de uso) em função da distância ao centro urbano (km). Curva traçada a partir do limite do perímetro urbano (P).

circulação, aqui representadas pelas rodovias.

Em relação ao percentual de ocupação do solo, os gráficos para os eixos N-NE e E-NE mostram seu escasseamento à medida que se distancia da mancha urbana. A região é intensa e tradicionalmente cultivada com cana-de-açúcar, possuindo solos latossólicos de diversos tipos, profundos, de fertilidade variável, elevada capacidade de retenção de água e altitudes mais elevadas, mas com topografia suave e propícia a este tipo de cultura (BARRETTO; SPAROVEK; GIANNOTTI, 2006).

Já no Eixo E-SE o aumento no percentual de uso e ocupação deve-se à existência do distrito de Tupi e um grande núcleo de loteamentos clandestinos destinado a condomínios de chácaras de recreio, contíguo ao perímetro do distrito.

Pela proximidade com a área urbanizada, Tupi pode se afirmar como continuidade da expansão urbana de Piracicaba. De acordo com o texto de revisão do Plano Diretor de Piracicaba (INSTITUTO PÓLIS, 2006), o

grande núcleo de loteamentos clandestinos que existe nas proximidades do distrito de Tupi é o maior parcelamento clandestino na área rural do município, com área parcelada cerca de cinco vezes maior que a área do referido distrito.

No Eixo S-SE o gráfico evidencia uma concentração de usos principalmente devido à SP-308, que liga Piracicaba ao município de Rio das Pedras, denominada Rodovia do Açúcar Comendador Mário Dedini (Tabela 2). É um corredor composto por trechos de outras rodovias que formam uma malha viária de tráfego de importância expressiva, foco de investimentos de duplicação e modernização pelo governo estadual.

Expressivo percentual de uso do solo é verificado na área próxima à área urbana consolidada do município de Piracicaba no Eixo S-SW. Nesta porção ocorrem ocupações fragmentadas significativas de uso residencial, as submédias (favelas). Também é registrada a maior densidade populacional nesta área, em torno de 100 habitantes/ha (INSTITUTO PÓLIS, 2006).

Na seqüência, o Eixo W-SW, abrange áreas

mais extensas do município e que percorrem seus vários cenários, refletindo-se no gráfico correspondente na Figura 3. Este eixo apresenta elevada intensidade de usos no entorno imediato

da área urbana consolidada, como chácaras e condomínios de chácaras, seguindo-se de uma paisagem eminentemente agropastoril com ênfase às pastagens.

Tabela 2: Relação entre acesso a municípios limítrofes, presença de distritos ou bairros e principais vias de acesso e os eixos direcionais propostos para Piracicaba - SP

Eixos direcionais	Município de principal acesso	Presença de distritos ou bairros	Vias de acesso
S-SE	Rio das Pedras		SP-308 (b) Rodovia do Açúcar
E-SE	Santa Bárbara d'Oeste e Americana	Distrito de Tupi	SP-135 Piracicaba-Tupi SP-304 (b) Rodovia Luiz de Queiroz
S-SW	Saltinho		SP-127 (b) Rodovia Cornélio Pires
W-SW	Botucatu	Distrito de Ibitiruna	SP-147 (a) Rodovia Samuel de Castro Neves
W-NW	Águas de São Pedro	Distrito de Ártemis	SP-304 (a) Rodovia Geraldo de Barros
N-NW	Charqueada	Distritos de Santa Olímpia e Santana	SP-308 (a) Rodovia Hermínio Petrim
N-NE	Rio Claro, Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Iracemápolis	Distrito de Guamium	SP-127 (a) Rodovia Fausto Santomauro
E-NE	Limeira		SP-147 (b) Rodovia Deputado Laércio Corte

Nesta região, oeste do município, o relevo volta a ser mais suave, mas devido ao tipo de substrato rochoso, os solos tendem a ser bastante arenosos, com predomínio de areias quartzosas, solos podzólicos e litólicos arenosos (BARRETTO; SPAROVEK; GIANNOTTI, 2006). A fertilidade é muito baixa bem como a capacidade de retenção de água e, nessas condições, há restrição para a cultura canavieira, que conseqüentemente ocupa parte menor da paisagem, cedendo maior área às pastagens. As grandes erosões, chamadas de voçorocas, também são frequentes, assim como os problemas com manutenção de estradas, resultando em seu progressivo escasseamento em relação à mancha urbana consolidada (BARRETTO; SPAROVEK; GIANNOTTI, 2006). A ocupação predominante é a pecuária de corte ou mista em sistemas extensivos. Há a ocorrência de fragmentos florestais maiores e melhor preservados, condição esta que aumenta o interesse de preservação dessa região, visando aproveitar o seu potencial como

manancial, reduto para conservação da vida silvestre e reserva de recursos florestais. Aqui também se localiza o distrito de Ibitiruna, de ocupação predominantemente rural.

Por fim, nos eixos W-NW e N-NW verifica-se concentração de usos nas proximidades do perímetro urbano, sobretudo a W-NW. Nestes dois eixos, ocorrem fragmentações de ocupação típicas de favelas. No eixo W-NW os destaques vão para o distrito de Ártemis, predominantemente urbano, composto de grande diversidade de tipos de ocupação, desde condomínios de alto padrão até loteamentos precários. A ocupação urbana é incipiente, mas está em ascensão na região da represa de Barra Bonita, às margens do Rio Piracicaba.

A análise dos gráficos das funções de decaimento permitiu identificar três padrões espaciais quanto ao percentual de ocupação a partir da mancha urbana. A maior intensidade de ocupação pode ser verificada nos eixos S-SW, W-SW e W-NW sendo que nos dois primeiros

atinge maior valor em torno dos 7km medidos a partir do centro médio ponderado da área urbanizada. Note-se que nos intervalos angulares W-SW e W-NW a ocupação apresenta uma clara descaracterização de sua estrutura fundiária, marcada pela fragmentação das propriedades, aparecimento de grande quantidade de usos não agrícolas, diversificação das propriedades rurais, com priorização de atividades de lazer e recreação, além da forte pressão sobre remanescentes florestais e especulação imobiliária crescente.

Um segundo padrão de ocupação é verificado para os eixos N-NE, E-NE e N-NW, cujos valores percentuais apresentam-se graficamente homogêneos e decrescem abruptamente. Este fato pode estar relacionado à proximidade com o limite municipal, e também devido à aptidão agrícola do solo para a lavoura canavieira nesta região, já comentada ao longo do texto. No eixo N-NW, a cultura da cana é mais recortada dando lugar a cultivos diversificados e a paisagens rurais como o distrito de Tanquinho (Guamium), de ocupação e modos de vida predominantemente rurais.

Por fim, o terceiro padrão espacial de ocupação se encontra nos eixos E-SE e S-SE, ambos apresentando áreas com maior concentração de usos em maiores distâncias da borda urbana. Este comportamento pode ser explicado pela existência do distrito de Tupi, o qual polariza usos em seu perímetro, inclusive grandes áreas de loteamentos clandestinos, em virtude de sua abrangência espacial, constitui-se em via de acesso ao município de Santa Bárbara d'Oeste pela SP-304 e desempenha papel de pequeno centro urbano em franca expansão.

Estes resultados mostram ainda a relação direta da concentração de ocupação com a distribuição espacial das redes de circulação, detalhados na Tabela 2; com a aptidão agrícola dos solos localizados na região de entorno à mancha urbana consolidada, determinando seu uso agrícola e não agrícola; com a localização espacial dos distritos e bairros e com o traçado do rio Piracicaba.

A configuração espacial contígua dos três padrões de ocupação, conforme Figura 3 e Tabela 2, remete à identificação dos possíveis vetores de expansão urbana da cidade de Piracicaba. Acompanhando estes vetores, a área urbana consolidada apresenta tendência de expansão ao longo das vias de circulação, sobretudo em torno dos eixos sul e noroeste do município.

3.3 Tipologia de usos da área de entorno urbano: intensidade e superfícies de ocupação

Como parte da metodologia de pesquisa foram identificados e utilizados seis principais tipos de uso e ocupação predominantemente rurais ou predominantemente urbanos de toda a área abrangida pelo município de Piracicaba, quais sejam, agropastoril, chácaras, condomínio de chácaras, indústrias, loteamentos e outros usos.

A identificação destes usos possibilitou ilustrar com maior detalhamento a dinâmica da ocupação no município de Piracicaba. Foram obtidos os percentuais de ocupação para cada tipo de uso da área de entorno e então elaborados gráficos e a respectiva superfície de ocupação. Os gráficos para o percentual de ocupação de cada uso com a distância da área urbana consolidada e a correspondente superfície estão nas Figuras 4, 5 e 6.

A Figura 4 mostra as categorias de uso agropastoril e chácaras. O uso agropastoril concentra-se nas bordas da área urbana, conforme o gráfico, e seu percentual alcança aproximadamente 8% aos 8km do limite urbano. A superfície para o uso agropastoril confirma sua concentração na porção sudoeste a partir da mancha urbana. No entanto, sua ocorrência distribui-se em quase toda a extensão do município.

Com base na ocupação relativa às chácaras pode-se verificar um aumento na intensidade dessa categoria que se inicia aos 3km de distância da mancha urbana até aproximadamente os 16km, especialmente a sudoeste. Este fato é visualmente confirmado na superfície de ocupação correspondente, que mostra a distribuição espacial das chácaras a partir do grau de concentração.

Na Figura 5 encontra-se a caracterização dos usos referentes a condomínios de chácaras e loteamentos. A categoria condomínio de chácaras apresenta-se um pouco mais dispersa que a categoria chácaras (Figura 4), porém concentra-se no entorno urbano e alcança a distância máxima de 13km. Sua concentração espacial está a oeste da área urbanizada.

Os usos relativos a indústrias e outros usos estão representados na Figura 6. Ambos apresentam padrão espacial disperso, com pequenos núcleos que representam maior concentração. O uso industrial concentra-se nas proximidades da borda urbana, com um pequeno núcleo de maior densidade a sudoeste.

De modo geral, a análise individualizada

dos usos do entorno urbano de Piracicaba confirmam as constatações anteriores quanto à intensidade de ocupação e à delimitação da superfície da REI.

A maior dinâmica do entorno urbano parece estar na porção sudoeste da área urbanizada, onde

grande parte dos usos identificados apresentou maior ocorrência. Os usos relacionados a chácaras, condomínios de chácaras e indústrias parecem se restringir a menores distâncias a partir da borda urbana, provavelmente em virtude da acessibilidade.

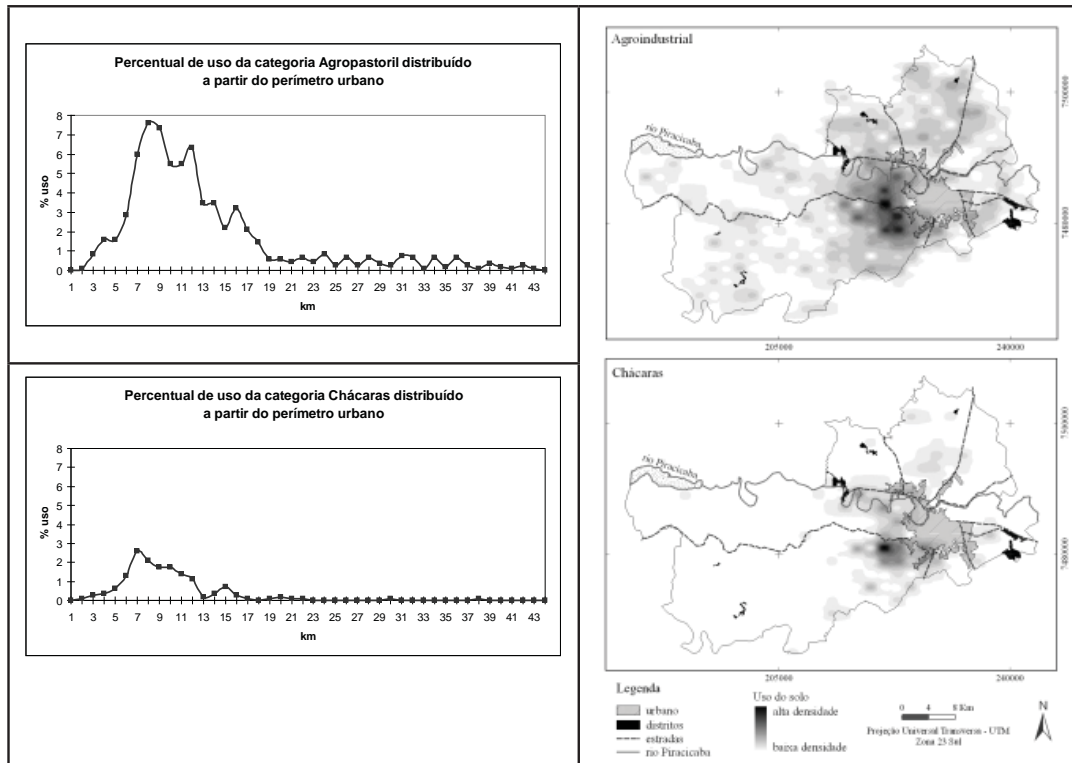


Fig. 4 - Gráficos do percentual de usos das categorias agropastoril e chácaras e suas respectivas superfícies de ocupação.

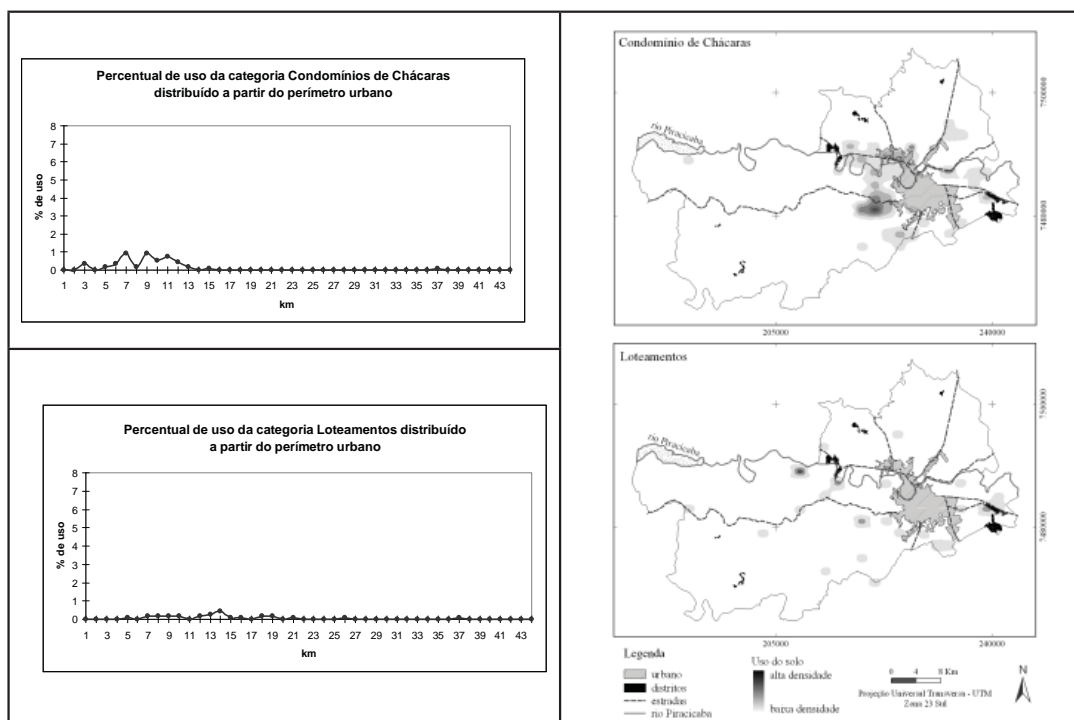


Fig. 5 - Gráficos do percentual de usos das categorias condomínios de chácaras e loteamentos e suas respectivas superfícies de ocupação.

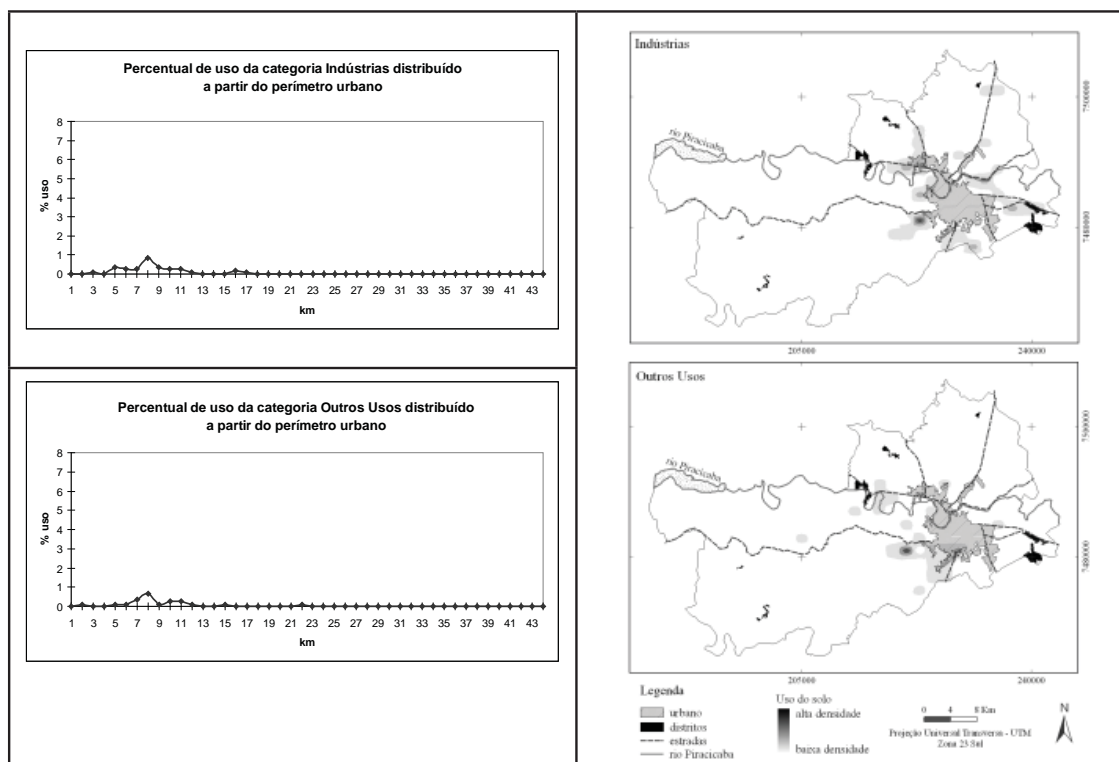


Fig. 6 - Gráficos do percentual de usos das categorias indústria e outros usos e suas respectivas superfícies de ocupação.

3.4 Delimitação da superfície da Região de Entorno Imediato

A proposta para delimitação da REI tem por base a totalidade de usos identificados no município de Piracicaba e para sua obtenção foram executados os procedimentos descritos a seguir. Com os resultados da variação percentual de ocupação segundo faixas direcionais na área de entorno urbano do município de Piracicaba, passou-se ao desenvolvimento da etapa de delimitação de sua abrangência espacial. Uma grade UTM de 2 x 2km foi sobreposta às informações pontuais de usos predominantemente urbanos e predominantemente rurais identificados (Seção 3.1).

A sobreposição permitiu a extração da quantidade de tipos de usos por quadrícula da grade. Esta nova grade contendo a quantidade de pontos de uso do solo por quadrícula foi interpolada pelo algoritmo IQD (Inverso do Quadrado da Distância) e como produto desta interpolação foi gerada a superfície probabilística da Região de Entorno Imediato (REI) para o município de Piracicaba, cujas isolinhas representam a quantidade de tipos de usos do solo por quadrícula de 4km², conforme a Figura 7.

A superfície apresentada na Figura 7

destaca as áreas de maior intensidade de ocupação da área de entorno urbano. Verifica-se claramente sua distribuição anisotrópica, ratificando os resultados anteriores e sua relação com os eixos direcionais de expansão urbana.

O resultado obtido comprova a inexistência de uma relação direta entre a extensão e forma da REI e da forma da mancha urbana, uma vez que a superfície obtida se mostra irregular configurando a 'linha imaginária' atribuída por Sparovek, Leonelli e Barretto (2004).

A presente proposição metodológica, em um esforço inicial de operacionalizar o traçado desta linha imaginária, levou em consideração a variação percentual da totalidade dos usos identificados no município de Piracicaba a partir do centro médio ponderado da mancha urbana consolidada, usos esses dispostos ao longo dos círculos concêntricos isodistantes.

Devido à morfologia anisotrópica desta mancha, e por conceitualmente não ser considerada na identificação dos usos, nas porções mais próximas ao centro médio ocorre uma intersecção irregular entre os círculos e a mancha, sendo os usos assinalados apenas nas porções excludentes a ela. Este comportamento singular na distribuição dos usos pode ser observado em detalhes na Figura 8.

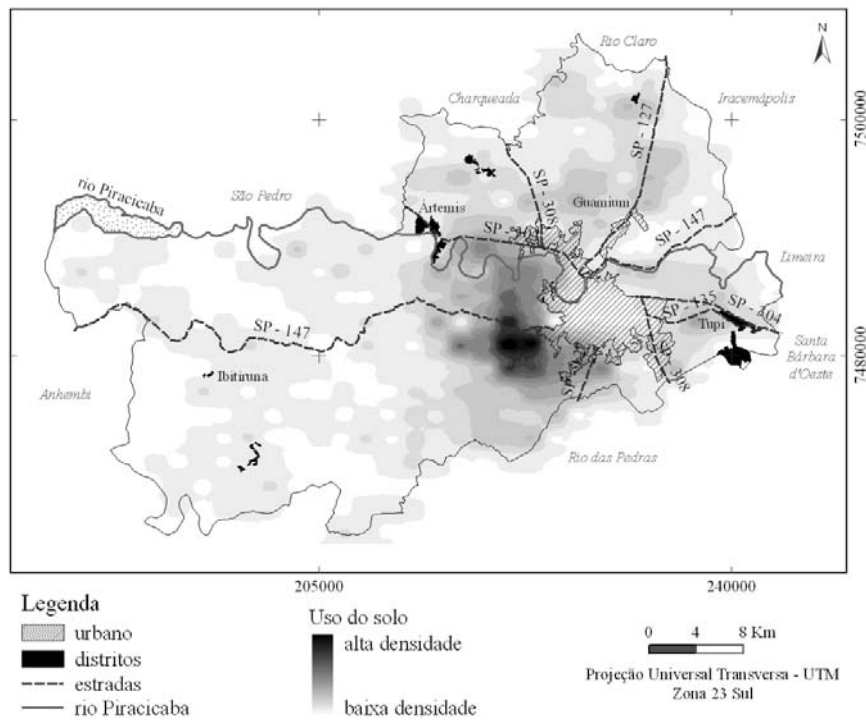


Fig. 7 - Representação da intensidade de ocupação da área de entorno à mancha urbana de Piracicaba-SP.

A representação (A) da Figura 8 ilustra a proposta de delimitação da Região de Entorno Imediato em três faixas distintas. A faixa mais externa, em branco, compreende os usos predominantemente rurais; a faixa vizinha à mancha urbana abrange os usos predominantemente urbanos e a faixa intermediária refere-se à transição entre os usos predominantemente urbanos e os predominantemente rurais, faixa esta onde tais usos concorrem e se confundem, mesclando usos e vocações.

O gráfico (B) da Figura 8 mostra o

comportamento singular da distribuição dos usos discutido acima e as distâncias do centro médio ponderado sobre as quais foram traçados os limites das três faixas. Para a delimitação da área de transição foi estipulado o decréscimo de 50% dos usos com o afastamento da área urbana, que ocorre a 12km do centro médio ponderado, estabelecendo-se o limite da primeira faixa e início da segunda, que se estende até 18km, com nova queda de 50% dos usos e término da área de transição, tendo início a terceira faixa que se estende até o perímetro do município.

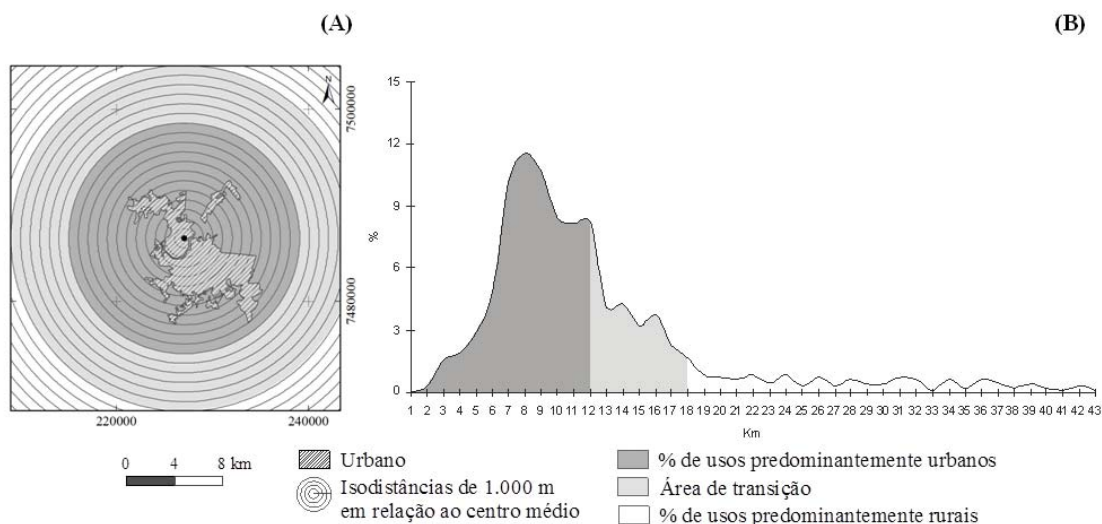


Fig. 8 - Círculos concêntricos em isodistâncias de 1.000m sobrepostos à mancha urbana (A) e gráfico com a distribuição porcentual dos usos com a distância a partir do centro médio ponderado (B).

A delimitação da área de transição com base no decréscimo em relação ao percentual de usos resulta nos limites interno e externo para a REI, conforme ilustrado na Figura 9. A ‘linha imaginária’ que separa os usos predominantemente urbanos dos usos predominantemente rurais se encontra neste intervalo, confirmando a inexistência de uma quebra ou interrupção abrupta entre o urbano e o rural.

No entanto é preciso ainda considerar que este limite apresenta variações, não se comportando de forma estritamente concêntrica, mas anisotrópica, uma vez que ao observarmos a porção leste da área urbana, a intensidade de ocupação mostra suas maiores limitações, havendo, portanto, um estreitamento da REI. Isto posto, a proposta para a delimitação da região de entorno deve considerar o decréscimo dos usos e sua distribuição espacial quanto à concentração no entorno urbano.

Mattos (2006; 2007) desenvolveu pesquisa similar a esta etapa de caracterização da REI com um recorte da região de entorno imediato à área urbana de Jundiáí, tendo como extremo

oposto as áreas rurais ambientalmente protegidas da serra do Japi. Neste estudo, a autora analisou a dinâmica espaço-temporal de cinco usos, matas, atividades agropastoris, silvicultura, solo exposto e bairros rurais em três datas, 1962, 1994 e 2001 e verificou a progressiva aproximação de atividades predominantemente urbanas, os bairros rurais, e de predominantemente rurais, a silvicultura, nas áreas de preservação, ambas com poder impactante sobre elas, apontando a complexidade existente nas áreas de transição entre urbano e rural.

Considerando-se que a expansão urbana ocorre sobre as áreas já transformadas e integrantes da REI (BARRETTO; SPAROVEK; GIANNOTTI, 2006), as ações implementadas neste espaço e a dinâmica dos processos de transformação serão decisivos para a tipologia urbana que será construída. Portanto, a REI consolida-se como área prioritária no planejamento à medida que sua descaracterização fundiária e a inserção crescente de usos não agrícolas confirmam suas especificidades e importância no zoneamento agrícola e urbano local.

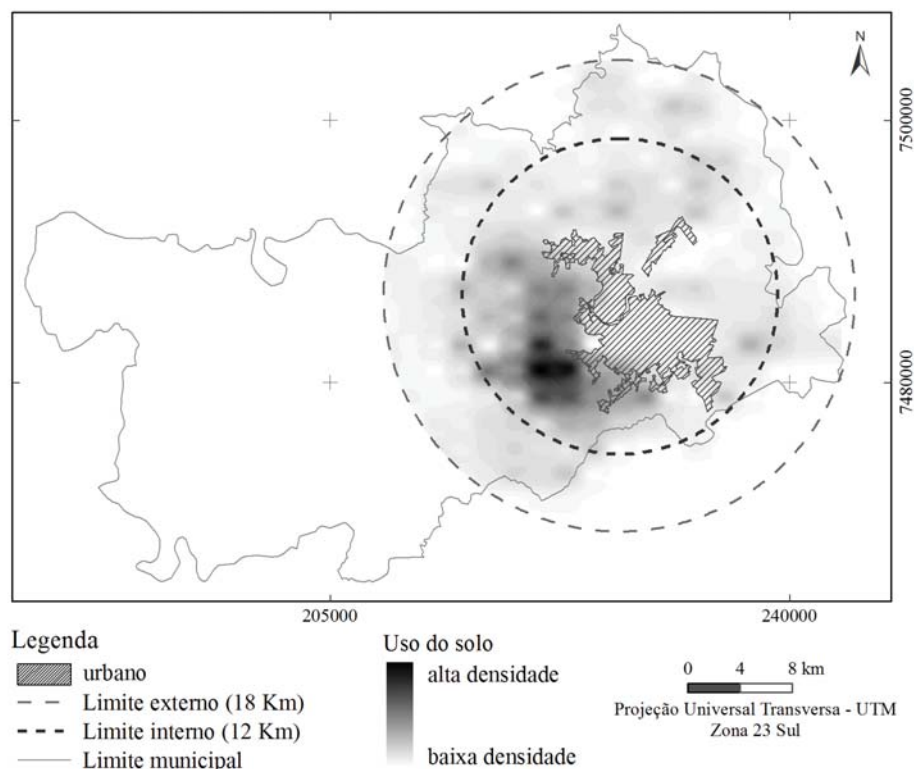


Fig. 9 - Proposta de delimitação da REI em relação à área urbana consolidada e seu limite externo a 12km do centro médio ponderado. A área de transição se localiza entre 12 e 18km, respectivamente seus limites interno e externo e nas distâncias superiores a 18km, os usos predominantemente rurais.

4. CONCLUSÕES

A partir da análise dos usos no município de Piracicaba verificou-se que a distribuição espacial dos distritos tem relevância na atração da expansão urbana para além dos limites da área urbana consolidada, como no caso de Tupi, Ártemis, Santa Olímpia e Santana, estabelecendo relação direta também com a rede viária. Já os distritos de Ibitiruna e Tanquinho permanecem predominantemente rurais, ainda que este último esteja contíguo ao de Guamium, com área substancialmente maior e ocupação diversificada, o que pode estar relacionado com a vocação e aptidão agrícola locais.

O uso agropastoril mostrou-se dominante na área de entorno e espraiado em quase todo o território, variando sua nomenclatura de acordo com a sua localização, ou seja, se em áreas predominantemente urbanas, pode ser denominado de “agricultura periurbana”. Mas devido a esta tipologia abranger pastagens, capoeiras e campo sujo, o uso agropastoril pode se comportar como pano de fundo em municípios que possuem extensões territoriais significativas comparadas com a área urbanizada, como é o caso de Piracicaba.

A ocupação do solo na área de entorno relativa a usos predominantemente urbanos e predominantemente rurais permitiu a identificação de padrões espaciais de sua ocupação. Tais padrões indicam a irregularidade no contorno da REI e sua relação direta com a distribuição espacial das vias de circulação, com a aptidão agrícola de solos nas proximidades da mancha urbana. Este fato foi confirmado pela superfície probabilística anisotrópica gerada que indicou a variabilidade na extensão e na densidade de ocupação na REI.

A metodologia aplicada para delimitação da REI, especificamente para o município de Piracicaba, mostrou-se adequada para identificação e cartografia do traçado das linhas imaginárias que delimitam esta região de entorno à área urbana, confirmando o caráter transitório da ocupação espacial existente, conforme a proposta teórica de Sparovek, Leonelli e Barretto (2004).

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto e de SIG foram determinantes nos esforços de operacionalização desta proposta

metodológica inovadora. A aplicabilidade destas ferramentas também foi verificada com sucesso por Rosenfeldt e Loch (2013). Associadas à análise espacial, permitem a visualização de contornos mais objetivos e ao mesmo tempo convergentes com a complexidade da realidade geográfica, constituindo-se em instrumentos facilitadores passíveis de serem incorporados na agenda de discussões do planejamento municipal, especialmente para áreas de transição de uso que correspondem à REI, e que têm especificidades ora rurais, ora urbanas, as quais podem exigir regramentos jurídicos que venham ao encontro dessas singularidades. Ainda, deve-se mencionar a praticidade na utilização das imagens disponíveis no software *Google Earth*® que possibilitaram a identificação dos usos do entorno, sendo importante subsídio a pesquisas devido à sua acessibilidade e grande detalhamento que oferecem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVAY, R. **O futuro das regiões rurais**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2003, 149p.

AGENDA 21 DE PIRACICABA. José Roberto dos Santos (org). **Piracicaba: Piracicaba 2010, 2007**. Disponível em: <<http://www.pira21.org.br/pira21/arquivos/Agenda21.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2013. 252p.

BARRETTO, A.G.O. P.; SPAROVEK, G.; GIANNOTTI, M. (eds.). **Atlas Rural de Piracicaba**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba-SP, 2006. Disponível em: <<http://www.ipplap.com.br/docs/Atlas%20Rural%20de%20Piracicaba%202004.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2011. 77p.

CAIADO, A.S.C.; SANTOS, S.M.M. Fim da dicotomia rural-urbano? Um olhar sobre os processos socioespaciais. **São Paulo em perspectiva**, v. 17, n. 3-4, pp. 115-124, 2003.

GOOGLE EARTH 4.0. 2010, Disponível em: <<http://earth.google.com/>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=353870&search=sao-paulo|piracicaba>> Acesso em: 15 jan. 2013.

- INSTITUTO PÓLIS. **Revisão do Plano Diretor de Piracicaba**, 2006. Disponível em: <http://www.ipplap.com.br/docs/Relatorio_Diag_PDD_46a144.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2013.
- INSTITUTO DE PESQUISAS E PLANEJAMENTO DE PIRACICABA. IPPLAP. **Dados estatísticos**. Disponível em: <<http://www.ipplap.com.br/docs/Localizacao%20Relevo%20Extensao%20Territorial.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2013.
- MARTINS, J.S. (org.). **Introdução Crítica à Sociologia Rural**. 2ª ed. São Paulo: Hucitec, 1986, 224p.
- MATTOS, E.C.A. **Dinâmica espaço-tempo do uso e ocupação das terras na região de entorno à área urbana de Jundiá/SP: implicações futuras na Reserva Biológica da serra do Japi**. 2006. 146f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Campinas-SP, 2006.
- MATTOS, E.C.A. Reflexões sobre as novas dinâmicas nas áreas de transição urbana, rurais e ambientalmente protegidas. In.: RODRIGUES, A. M. (Org.) **Problemática ambiental urbana Abordagens contemporâneas**. Campinas: UNICAMP/IFCH, 2007. p. 55- 70.
- MEIO AMBIENTE EM PIRACICABA. Boletim n. 5 **Saneamento**. Disponível em: <http://www.imaflora.org/downloads/biblioteca/538f01bd83b53_Boletim_5_Meio_Ambiente.pdf> Acesso em 20 mar. 2015. 9p.
- MOURÃO, A.C.M. **Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014, 286p.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. PNUD. **Ranking IDHM Municípios 2010**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/ranking-idhm-municipios-2010.aspx>> Acesso em: 25 fev. 2015.
- ROSENFELDT, Y.A.Z.; LOCH, C. O uso de imagens multitemporais para o planejamento urbano e caracterização de áreas irregulares. Rio de Janeiro, **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, n. 6, p. 1153-1166, 2013.
- SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. SEADE. **Informações dos municípios paulistas**. Disponível em: < <http://produtos.seade.gov.br/produtos/perfil/perfilMunEstado.php> > Acesso em: 24 fev. 2015.
- SOLARI, A. E. **Sociología Rural Latinoamericana**, Editorial Paidós, Buenos Aires, 1971. 116p.
- SPAROVEK, G.; LEONELLI, G.C.V.; BARRETTO, A.G.O.P. 'A linha imaginária'. In: SANTORO, P.; PINHEIRO, E. (eds.). **O Município e as áreas rurais**. São Paulo, Instituto Pólis, Caderno Pólis, n. 8, pp.14-24, 2004.
- VEIGA, J.E. Destinos da ruralidade no processo de globalização. **Estudos Avançados**, v.18, n. 51, pp. 51-67, 2004.
- WANDERLEY, M.N.B. A emergência de uma nova ruralidade nas sociedades modernas avançadas – o “rural” como espaço singular e ator coletivo. **Estudos Sociedade e Agricultura**, n. 15, pp. 87-145, 2000.