

Caracterização quantitativa e qualitativa do uso do solo: Taboão da Serra, Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), Brasil, utilizando Modelos Numéricos de Terreno (Mnt's)

Quantitative and qualitative characterization of land use: Taboão da Serra, Metropolitan Region of São Paulo (MRSP), Brazil, by using Digital Elevation Models (DEM's)

De Araujo Tatagiba Wellison¹ e Assunção de Souza Valéria²

Recibido: enero, 2013 / Aceptado, noviembre, 2013

Resumen

O presente trabalho tem como objetivo a caracterização quantitativa e qualitativa do uso do solo em uma área da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), mais precisamente no município de Taboão da Serra (SP). Explicitamos que uso da terra tem características físicas e sociais no contexto intra-urbano, pois é demonstrado principalmente pela evolução das formas e pelo tipo de uso e ocupação dado à paisagem. A escolha da cidade deu-se pelas suas características físicas, assim como pela sua densa malha urbana de serviços como também pela sua alta densidade demográfica. Comparamos dois momentos da ocupação urbana (1962 e 2007), através de fotografias aéreas e posteriormente elaboramos através dos módulos do software *arcinfo* 9.3 os modelos numéricos de terreno (MNT), para visualizar a ocupação e uso do solo e as condições geoecológicas locais através de avaliação quantitativa e qualitativa, que podem ser interpretadas a partir das cartas resultantes.

Palavras chave: Uso da terra; modelo numérico de terreno; urbanização.

Abstract

This paper aims at getting a quantitative and qualitative characterization of land use in an area of the Metropolitan Region of São Paulo (MASP), more precisely the city of Taboão da Serra (SP). We explain that land use has physical and social characteristics in an intra-urban context, as it is demonstrated mainly by the evolution of the forms and the type of use and occupancy given to the landscape. The choice of the city was given by its physical characteristics, the dense urban network and its population density. We compare two years of urban occupation (1962 and 2007), by using aerial photographs and subsequently elaborated, by means of modules of ArcInfo 9.3 software, numerical models (DEM), in order to view the occupation, land use and local geoeological conditions through the quantitative and qualitative evaluation, which can be interpreted from the resulting maps.

Key words: Land use; digital elevation model; urbanization.

1 Universidade de São Paulo (USP), Departamento de Geografia, São Paulo (SP)-Brasil.

2 Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Brasil. Correo eletrônico: wellisonaraujo@usp.br; vdsassuncao@uol.com.br

1. Introdução

As geotecnologias são um instrumental de geoinformação cada vez mais presentes no setor de gerenciamento de informações geográficas, tanto do setor público quanto do privado. Um sistema de informação geográfica (SIG) é constituído por um conjunto de ‘ferramentas’ especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais (Câmara e Ortiz, 1997). Para fazer um bom uso de um SIG é preciso construir um banco de dados georreferenciado bem estruturado com dados espaciais e alfanuméricos que possibilitam a extração de dados e informações espaciais. Além disso, são informações fundamentais para a realização de modelagem de dados espaciais.

Os modelos numéricos de terreno são visualizações computadorizadas representadas matematicamente por meio de pontos e linhas ou grades de pontos e polígonos que possibilitam a construção de uma unidade tridimensional (Burrough e McDonell, 1998). A representação tridimensional pode ser obtida por meio de grades de pontos ou superfícies vetoriais ou matriciais. No entanto, no contexto físico, o uso do solo torna-se esfera de essencial importância quando se quer fazer uma análise de cunho geográfico-ambiental; por uso do solo entendemos que é a forma pela qual a sociedade se apropria do espaço, no caso o urbano e qual finalidade dá à mesma.

A sociedade se organiza sobre uma base física e o ‘sítio urbano’ exerce influência direta na disposição das cons-

truções, como também nos tipos de fenômenos que irão se instalar sobre o relevo, levando-se em consideração: quando, quanto e como se ocupou este sítio. Considera-se o relevo e suas propriedades como fatores que influenciam diretamente a organização do espaço, posto que ele e sua dinâmica fornecem para a geografia uma das mais ricas fontes de leis espaciais e de movimentos de transformação da matéria na superfície do planeta, (Abreu, 1985). O relevo é o suporte físico onde a vegetação e o clima deixam suas impressões, revelando a complexa inter-relação entre os elementos naturais e o homem.

O uso de imagens de satélites e de produtos de sensoriamento remoto para estudos ambientais traz consigo a possibilidade de se utilizar todo o potencial disponível nos mesmos e principalmente no sensoriamento e nos sistemas de informações geográficas (Sig’s) para a avaliação dos níveis de interferência antrópica sobre o solo (Crepani *et al.*, 1996). Com o avanço das geotecnologias, a geografia apoiadas nos Sig’s buscou realizar cada vez mais estudos ‘integrados’ dos elementos da paisagem. A dificuldade passa a ser então mais conceitual, pois há barreiras em se concretizar um estudo ‘integrado da paisagem’, não esquecendo das características físicas como também das impressões humanas sobre este meio, elaborando dessa forma uma pesquisa com bases verdadeiramente geossistêmicas. A condição física do relevo de Taboão da Serra diferencia-se das cidades vizinhas por apresentar na sua extensão uma ocupação mais efetiva

de suas formas. O entalhamento da bacia hidrográfica trabalhou o compartimento caracterizado por um planalto, característica esta que influenciou no tipo de ocupação humana dada à região.

2. Localização e caracterização da área de estudo

A cidade de Taboão da Serra (Figura 1), com aproximadamente 236.794 habitantes (Fundação SEADE, 2007), situada na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), é considerada 'a sexta cidade mais compacta' do Brasil. A área de estudo é delimitada pelas coordenadas 23° 36' 34" e 23° 39' 36" de latitude sul, e 46° 45' 23" e 46° 49' 45" de longitude oeste, com uma hipsometria média de aproxi-

madamente 750 m. Apresenta-se como sendo um desmembramento urbano oriundo da comarca de Itapeverica da Serra (SP). A paisagem urbana modificou-se profundamente desde a década de 1960 (Figura 2), a compactação da paisagem da cidade, atualmente (Figura 3) representada pelo intenso uso do solo de características urbanas, impressiona pela sua fisionomia árida na extensão de sua paisagem conurbada.

Com pouca cobertura vegetal, em comparação com outras cidades da região metropolitana de São Paulo, possui intensa impermeabilização do solo modificando as propriedades geocológicas, mas ainda apresenta enclaves expressivos, de remanescentes florestais. Com uma altitude média 750 m, a cidade encontra-se assentada em duas sub-bacias

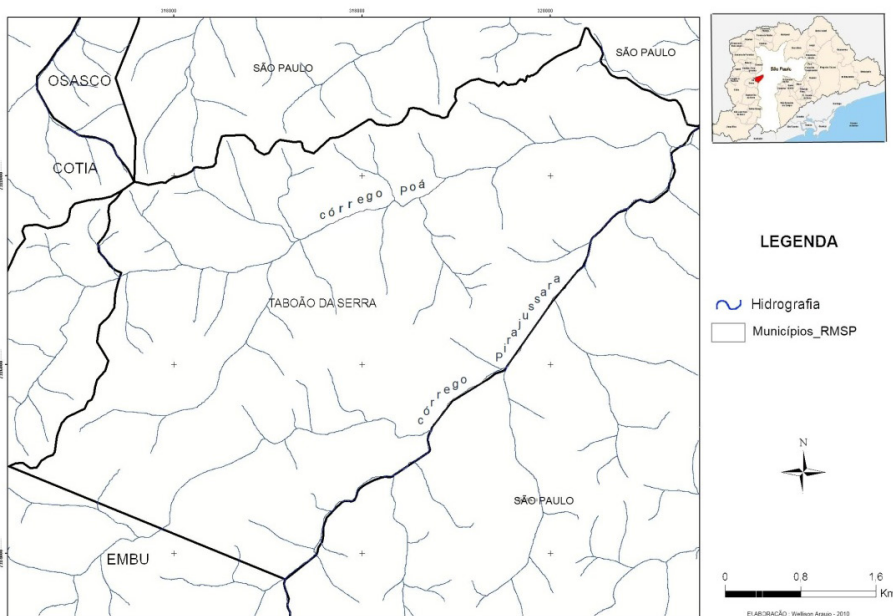


Figura 1. Localização da área de estudo



Figura 2. Taboão da Serra (SP) na década de 1960, área onde hoje encontra-se instalada a prefeitura do município



Figura 3. Centro de Taboão da Serra atualmente. Ao fundo formação de morrarias margeando a Rodovia Régis Bittencourt sentido Curitiba, Paraná (PR)

hidrográficas. Mais da metade do território é coberta pela sub-bacia do córrego Poá que localiza-se à direita da Rodovia Régis Bittencourt no sentido capital interior. A sub-bacia do córrego Pirajussara ocupa a margem esquerda da rodovia e da área do município, correspondendo a menos da metade da área total. O córrego Poá apesar da sua maior área de irrigação constitui-se num tributário do córrego Pirajussara que é um dos mais importantes tributários do rio Pinheiros em São Paulo, os quais estão inteiramente inseridos na bacia hidrográfica do Alto Tietê, apresentando o córrego Pirajussara uma ocupação muito forte da sua área de várzea (Boucinnhas, 2006).

3. Materiais e métodos

Para a construção dos modelos numéricos foram utilizados:

- Software *ArcInfo* 9.3;
- Carta base com as seguintes características: base topográfica que foi digitalizada e vetorizada a partir das cartas topográficas em escala 1:50.000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1996), folhas SF-23-Y-V-VI-1 (Osasco) e SF-23-Y-V-VI-2 (São Paulo), com hidrografia, pontos cotados e curvas de nível de 20 metros de equidistância, contendo:
 - Curvas de nível (com cotas e equidistâncias compatíveis com o propósito da pesquisa- 20 m);
 - Rede de drenagem, composta pelos principais córregos: Pirajussara e Poá;

- As cotas;
- Edificações e malha urbana;
- E a rede rodoviária.
- Fotointerpretação: contendo: voo realizado no ano de 1962 pelo IBGE, perfazendo um total de 5 fotos, que cobre a área (ortofotos no formato *tif* de números: 3889, 3890, 3921, 3922, 3923). Para o ano de 2007, utilizou-se 16 fotos, também em formato *tif* (2325-2, 2325-4, 2326-1, 2326-2, 2326-3, 2326-4, 2341-2, 2341-4, 2342-1, 2342-2, 2342-3, 2342-4, 3315-1, 3315-3, 3331-3, 3331-1).

4. Resultados e Discussão

A partir do material coletado e das informações técnicas e cartográficas acima citadas obtivemos os seguintes resultados:

4.1 Carta clinográfica:

Caracterizada pelo mapeamento das declividades e da geometria da área de estudo, esta carta utiliza classes de declividades com os intervalos apoiados nos estudos de Capacidade de Uso e Aptidão Agrícola de Ross (1994), embora não haja uso agrícola na área de estudo; buscou-se, através da aplicação dos valores críticos da geotecnia, correlacionar as declividades e sua geometria com o tipo de uso e ocupação assim como, esses valores podem indicar a atuação de processos erosivos, de escorregamentos e riscos de inundações.

Segundo Ross (1994), os intervalos de declividades podem ser classificados nas

seguintes categorias hierárquicas para efeito de interpretação:

Até 6% - Muito Fraca

De 6 a 12% - Fraca

De 12 a 20% - Média

De 20 a 30% - Forte

Acima de 30% - Muito Forte

Por característica do interpolador TIN (*Triangulated Irregular Network*) utilizado, a declividade está representada em graus de declividade e não em porcentagem. Os intervalos são diferentes, mas com a aplicação do modelo proposto acima, chega-se ao mesmo resultado do ponto de vista do grau dos declives e da exposição das encostas em termos de porcentagem:

0-1,72

1,72-3,43

3,43-6,84

6,84-11,31

11,31-16,70

16,70-90,00

Para a confecção do mapa clinográfico (Figura 4) foi utilizado, como base de apoio, o sistema de tratamento digital oferecido pelo programa *ArcGis* 9.3 em sua extensão de análise espacial.

Os perfis topográficos transversais abaixo, a primeira figura mostrando seu direcionamento e recortes sobre as feições (Figura 5), serviu de base e apoio para a localização a mais fidedigna possível das características geomorfológicas locais e é visualizando os perfis topográficos

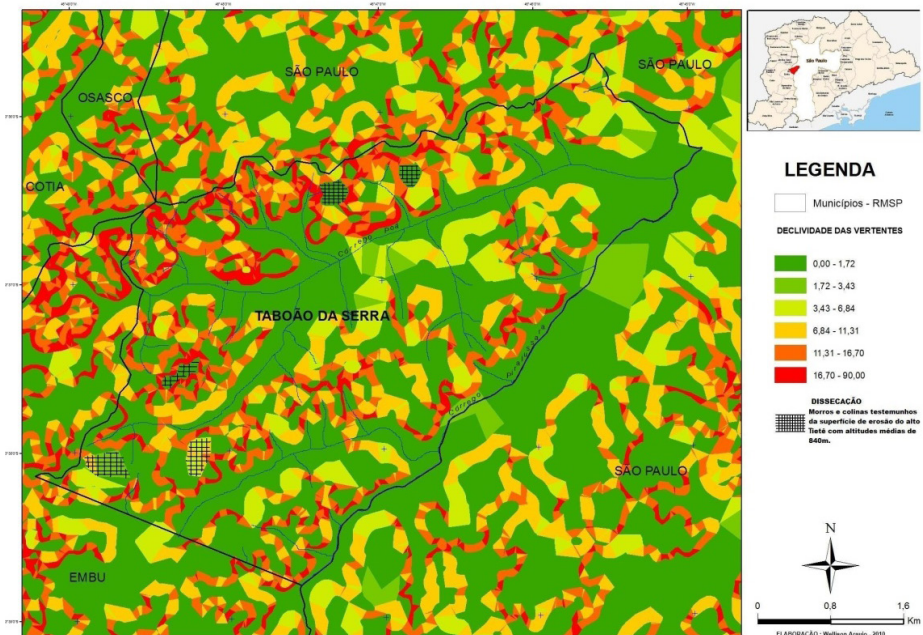


Figura 4. Carta clinográfica. Taboão da Serra (SP)

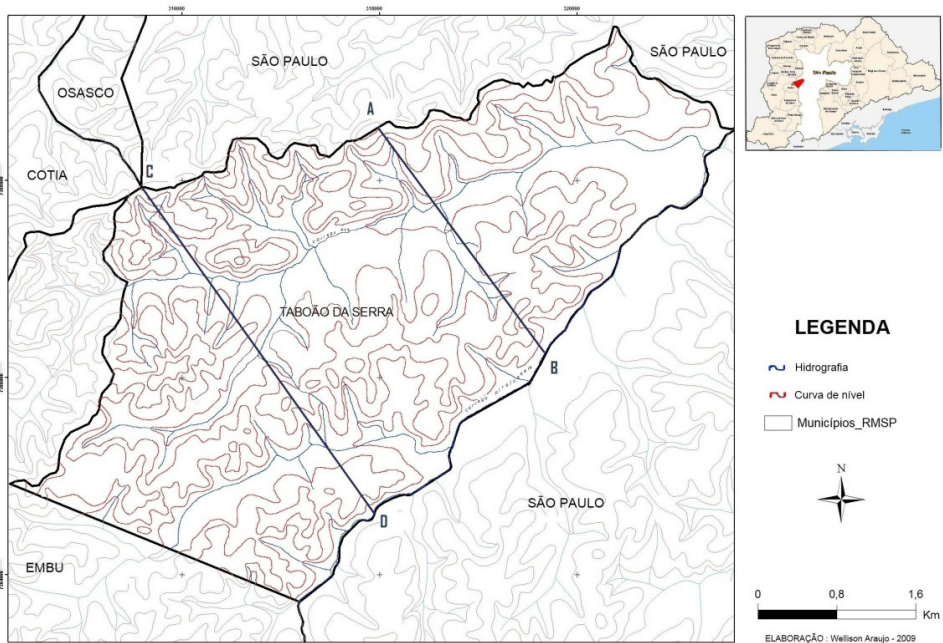


Figura 5. Perfis topográficos transversais. Taboão da Serra (SP)

cos (Figura 6) resultante das duas seções de recortes realizadas na figura anterior (Figura 5) que se tem ideia geral do encaixe dos córregos locais nos compartimentos geomorfológicos.

A ocupação densa e desordenada se deu de forma contínua desde os anos 1970 de forma horizontal (Figura 7) e, atualmente ocorre a verticalização das construções por falta de espaço.

Ao se observar as figuras resultantes da carta clinográfica (Figura 4) e da carta hipsométrica (Figura 8) nota-se que o município apresenta dos setores geomorfológicos com maiores declividades, comprovando que o sítio urbano tem uma característica bastante irregular (acidentado), e nestes locais é onde se encontram as maiores densidades demo-

gráficas do município, visto que nessas encostas localizam-se os terrenos mais baratos e mais instáveis do ponto de vista geológico. As áreas registradas em 'verde' na carta hipsométrica são os locais mais adensados em termos de moradias, onde se encontram muitas construções de baixo padrão.

A figura sobre infra-estrutura urbana/domicílios com espaço suficiente (Figura 9), representa uma característica marcante do município, que é o resultado da equação moradia versus número de ocupantes. Tal pesquisa não demonstra as características das moradias, pois se pode ter espaço suficiente, mas de forma desordenada.

A afirmação se apoia no exemplo de se ter em Taboão da Serra como método de

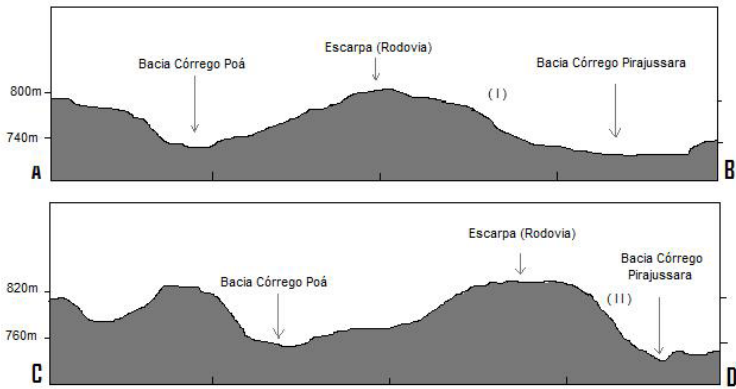


Figura 6. Perfis topográficos transversais ao espigão central de Taboão da Serra: Assimetria do relevo



Figura 7. Bairro São Judas. Assentamento urbano precário em feição geomorfológica de anfiteatro ocupada pela população de baixo poder aquisitivo

construção os chamados ‘puxados’, que nada mais são que uma verticalização sem uma engenharia adequada, sem fundação (vigas de sustentação), onde as casas recebem um segundo ou até terceiro

pavimento adicionando peso excessivo ao terreno.

Tal problema é visualmente notado, principalmente nos bairros periféricos, onde as construções na sua parte exterior

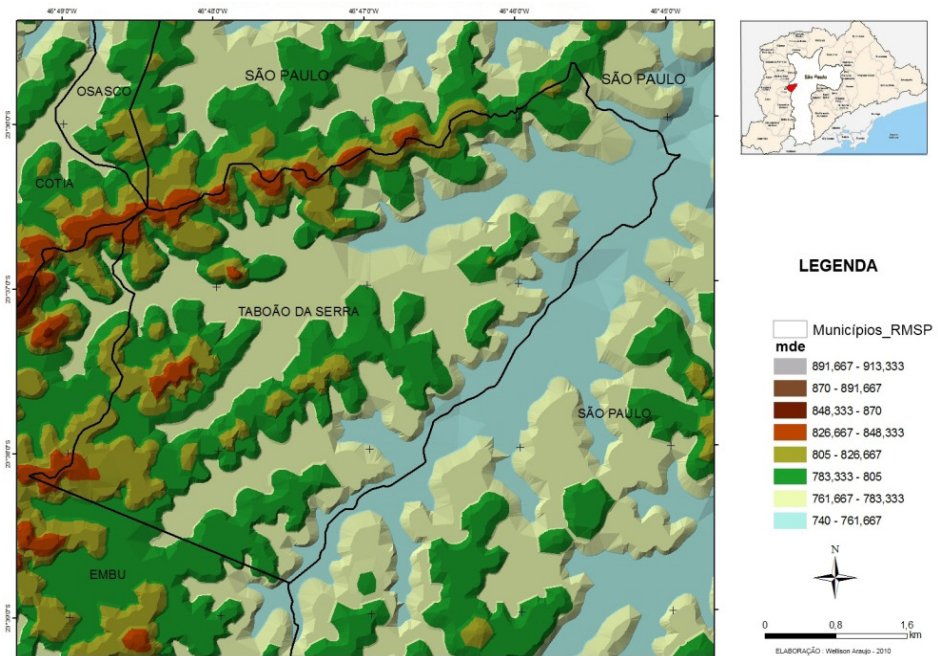


Figura 8. Carta hipsométrica de Taboão da Serra (SP)

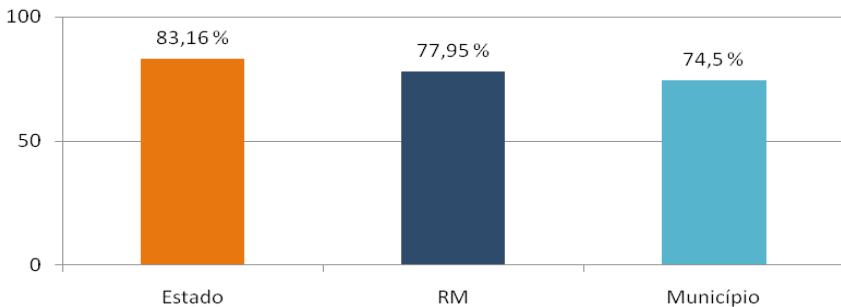


Figura 9. Comparação da infraestrutura urbana/domicílios com espaço suficiente, 2000

não recebem revestimento (reboco) provocando infiltração das águas da chuva resultado de técnicas de construção civil inadequada, provocando uma verticalização desordenada.

Portanto, demonstra o estado 'quantitativo' dos domicílios, mas por outro

lado mascara o estado 'qualitativo' das mesmas. Os dados sócio-econômicos realizados através de pesquisas da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano de 2000 (Quadro 1) apresentam com

Quadro 1. Habitação e infraestrutura urbana, 2000

Habitação e Infraestrutura Urbana	Ano	Município	Estado
Domicílios com espaço suficiente em (%)	2000	74,50	83,16
Domicílios com infraestrutura interna adequada em (%)	2000	88,37	89,29
Coleta de Lixo – Nível de atendimento em (%)	2000	99,41	98,90
Abastecimento de água – Nível de atendimento em (%)	2000	98,37	97,38
Esgoto Sanitário – Nível de atendimento em (%)	2000	84,78	85,72

OBS: De acordo com os dados de pesquisa das 'Condições de Vida' da população do município, o mesmo no ano de 2004 foi classificado como sendo do Grupo 2 (Municípios que, embora com níveis de riqueza elevados, não exibem bons indicadores sociais). O mesmo ocorreu para os dados de 2006 (Fundação SEADE, 2007). Mesmo assim, o município apresenta índices acima em comparação com as médias do Estado, principalmente na coleta de lixo (99,41%) e no abastecimento de água (98,37%).

relação à ocupação e às condições de infraestrutura das residências os seguintes resultados:

4. Conclusões

A existência de inúmeros estudos relativos à evolução física e sobre as consequências do incremento demográfico na Região Metropolitana de São Paulo, tem na Geografia e na aplicabilidade dos estudos geossistêmicos como base desses estudos.

O município de Taboão da Serra (SP), como área de estudo, apresenta características físicas e humanas que são semelhantes a outros municípios da RMSP. A compactação do solo pelo incremento da atividade humana gera consequências negativas ao meio.

O relevo torna-se importante característica física evidenciando que suas propriedades exercem influência direta na organização do espaço geográfico. Dentre essas características as propriedades geo-

ecológicas sofrem transformações que, em contrapartida, direcionam o modo pelo qual a sociedade ocupa o relevo. O relevo é a principal característica física que sofre os efeitos da urbanização e do adensamento demográfico, caracterizado pela ocupação de suas diversas formas, a começar pelas encostas. Concentradas na sua maior parte na região sudoeste do município, estas importantes formas do relevo foram gradualmente sendo desmatadas e ocupadas de forma indiscriminada, o que gerou impactos superficiais e subsuperficiais nos atributos naturais.

A partir das cartas elaboradas e das tabelas correlacionadas, concluímos que o fator quantitativo, quando comparado ao fator qualitativo, referentes às estruturas físicas do município mostram-se desconexos. Há de se considerar que o fator 'Domicílios com espaço suficiente' torna-se discutível e com margens a outras interpretações, pois não existe um padrão para o que se pode chamar de espaço suficiente para o bem-estar de moradia de uma família. Não está claro

se o espaço suficiente levando em consideração no estudo diz respeito ao espaço interno ou externo. A ocupação e uso do solo no município de Taboão da Serra, tem em sua lógica os resultados negativos (considerando a compactação do solo e a ocupação periféricas das encostas), como também sua parte positiva (o fato de a prefeitura cobrir quase 100% a área do município do ponto de vista gerencial, já que estamos falando de uma área espacial de aproximadamente 20,5 km²).

5. Agradecimento

O estudo foi realizado com o apoio da Prefeitura Municipal de Taboão da Serra (SP), através da Secretaria de Assuntos Urbanos, assim como aproveitamos para agradecer à FFLCH da USP pelo uso do laboratório de Geoprocessamento e ao Orientador Prof. Dr. Adilson Avansi Abreu.

6. Referências citadas

- ABREU, A. A. 1985. *Significado e propriedades do relevo na organização do espaço*. **Bol. de Geografia Teórica**. 15 (29-30): 154-162.
- BOUCINHAS, A. 2006. *Superando antagonismos entre natureza e cidade: Desenho participativo em Taboão da Serra-SP*. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo (sP)-Brasil. 12 p.
- BURROUGH, P. A. & R. A. McDONELL. 1998. **Principles of Geographical Information Systems. Spatial Information Systems and Geostatistics**. (2^o ed.) Oxford University Press, UK. 333 p.
- CÂMARA, G. e M. J. ORTIZ. 1997. *Sistemas de Informação Geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (INPE). Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/analise.pdf> (Acesso em 07/02/2012).
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P. e T. FLORENZANO, T. 1996. *Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo (SP)-Brasil. 103 p.
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). 2000. *Secretaria de Economia e Planejamento do Estado de São Paulo*. São Paulo (SP)-Brasil. 89 p.
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). 2007. *Secretaria de Economia e Planejamento do Estado de São Paulo*. São Paulo (SP)-Brasil. 91 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 1996. *Habituação e infra-estrutura*. IBGE. Rio de Janeiro-Brasil.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2000. *Indicadores Sociais*. IBGE. Rio de Janeiro-Brasil.
- ROSS, J. L. S. 1994. *Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados*. **Revista do Departamento de Geografia**. Universidade de São Paulo (USP). 08: 63 74.