

RELAÇÃO ENTRE EXPANSÃO URBANA E O RELEVO LOCAL – O CASO DO MUNICÍPIO DE SOROCABA⁽¹⁾

SILVA, A. M.⁽²⁾

(2) Pesquisador bolsista da FAPESP (Processo: FAPESP 04/15.796-6) e professor voluntário da Unidade Diferenciada de Sorocaba – UNESP. E-mail: amsilva@sorocaba.unesp.br

IKEMATSU, P.^(3,4)

(3) Graduação em Engenharia Ambiental – Unidade Diferenciada de Sorocaba – UNESP; (4) Bolsistas da FAPESP – modalidade Iniciação Científica.

NOGUEIRA, D. P.⁽³⁾

(3) Graduação em Engenharia Ambiental – Unidade Diferenciada de Sorocaba – UNESP

PAULA, F. P.^(3,4)

(3) Graduação em Engenharia Ambiental – Unidade Diferenciada de Sorocaba – UNESP; (4) Bolsistas da FAPESP – modalidade Iniciação Científica

SILVEIRA, F. M.^(3,4)

(3) Graduação em Engenharia Ambiental – Unidade Diferenciada de Sorocaba – UNESP; (4) Bolsistas da FAPESP – modalidade Iniciação Científica

(1) Parte de um projeto financiado pela FAPESP (processo FAPESP: 04/13.096-7).

RESUMO

Considerando a importância que o fator relevo exerce no contexto do planejamento urbano face as limitações que ele normalmente impõe à expansão urbana, o objetivo do presente trabalho foi investigar como se procedeu a expansão urbana no município de Sorocaba-SP em relação ao relevo local entre os anos 1988, 1995, 2003 e como está previsto para o ano de 2011. Para o desenvolvimento deste estudo foram adquiridos o mapa digital de classes de declividade e mapas de cobertura do solo dos anos 1988, 1995, 2003 e 2011, sendo o de 2011 elaborado através do método da cadeia de Markov. Utilizando-se o software Idrisi versão Kilimanjaro procedeu-se com a integração e análise dos mapas e cômputo das informações. Dentre os principais resultados destaca-se que para todos os anos investigados, a ocupação urbana ocorre predominantemente na classe de declividade “< 3%”, enquanto que para a classe “>75%” não há a ocorrência de ocupação urbana nos anos investigados e estima-se que também não haverá em 2011. Embora o maior valor notado da taxa de expansão urbana tenha sido para a classe de relevo que compreende valores de declividade entre “45 – 75 %” (ocorrendo em 50,0%), julga-se que este valor é pouco expressivo, pois a porcentagem de ocorrência desta classe é diminuta para todos os anos estudados. Para as classes “<3”, “3-8”, “8-20” e “20-45” os aumentos foram mais expressivos no período 1988→1995. Verifica-se ainda que dentro de um intervalo de 23 anos (intervalo entre 1988 e 2011) é previsto um crescimento de 107,11% da área urbana, considerando-se os valores totais. Por fim, os dados aqui analisados indicam que a expansão urbana em Sorocaba está acontecendo, porém indica uma desaceleração do processo e isto foi verificado para a grande maioria das classes de relevo aqui analisadas. A classe de menor declividade é a que sempre vem sofrendo maiores ocupações e praticamente toda a área urbana ocorre em área com declividade < 45%.

Palavras-chave: relevo, expansão urbana, geotecnologia, Sorocaba-SP.

INTRODUÇÃO

A problemática ambiental urbana apresenta-se neste início de século como uma das questões de planejamento das cidades, institucionalizadas por meio de movimentos e grandes conferências. Da década de 1970 até nossos dias, observa-se que a trajetória da questão do meio ambiente evoluiu da proteção ambiental para o conceito de desenvolvimento sustentável

ou ecodesenvolvimento (SPAROVEK; COSTA, 2004). A essência do planejamento ambiental urbano é a busca de máxima eficiência na ocupação do espaço, que deve, sobretudo, minimizar os custos sociais dos empreendimentos para uma realidade em constante mutação.

Uma vez sendo o processo de expansão urbana um fenômeno que acompanha o processo de aumento populacional de uma região sob duas formas: aumento vegetativo da população e migração contínua de pessoas da área rural para a área urbana, normalmente ocorre uma expansão da área urbanizada, com vários impactos ambientais associados e com invasão de áreas impróprias para fixação de moradias.

Uma das áreas de grande crescimento econômico do Estado de São Paulo é o município de Sorocaba, que dispõe de um dos principais parques industriais do Brasil, bastante diversificado e moderno. Trata-se de um município já antigo (350 anos) e com importantes fatos marcados na história do povo e da nação brasileira. Sorocaba é mais um caso onde a expansão urbana ocorreu de forma desenfreada e pouco planejada, não respeitando os limites do ambiente físico e biológico ali presentes. Uma investigação que caracterize a história recente de expansão urbana e suas relações com o relevo local (modos e tendências de expansão da mancha urbana sobre a forma do modelado da paisagem) é de grande interesse e valia na elucidação de problemas ocorrentes e elaboração de propostas de ordenamento de uso da terra.

O objetivo do presente trabalho foi investigar como se procedeu a expansão urbana no município de Sorocaba-SP em relação ao relevo local entre os anos 1988, 1995, 2003 e como está previsto para o ano de 2011.

Características ambientais da área de estudo

O local de estudo, o município de Sorocaba, situa-se no interior do estado de São Paulo (porção sudeste do estado) entre as coordenadas 23°21' e 23°35' de Latitude Sul e 47°17' e 47°36' de Latitude Oeste. Possui uma área de 456,0 km² e uma população de 552.194 habitantes, sendo cerca de 98% considerada urbana (PAULA et al., 2006a).

O clima da região é, segundo classificação de Köeppen, do tipo “Cfa” (subtropical quente), tendo como temperatura média anual 21,4°C, máxima de verão 30,1°C e mínima de inverno 12,2°C e ainda 1.285 milímetros de altura pluviométrica anual (SILVA, em elaboração). Na região ocorrem solos predominantemente das classes Argissolos e Latossolos, embora ocorra também Cambissolos e Neossolos Litólicos e Quartzarênicos em algumas porções do município (OLIVEIRA et al, 1999).

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo foram adquiridas as seguintes bases cartográficas digitais: 1) mapa digital de classes de declividade, obtido em Paula et al. (2006a) e 2) mapas de cobertura do solo de 1988, 1995, 2003 e 2011 em Silva (em elaboração). O mapa de 2011 foi elaborado utilizando-se o método da cadeia de Markov (RODRIGUES, 1997; SILVA, em elaboração). Utilizando-se o software Idrisi versão Kilimanjaro (EASTMAN, 2004) e os mapas de cobertura do solo procedeu-se com a separação da classe “urbanização”, feita através do comando “Reclass” do Idrisi. O novo mapa contendo somente a área urbana foi sobreposto ao mapa de declividade e posteriormente editado através do comando “Composer / Layer Properties” do Idrisi de forma a adquirir tonalidade transparente e permitir a visualização do mapa da área urbana sobre o mapa de declividade (ambos em formato raster). Isto foi feito de maneira idêntica para os mapas de área urbana de cada ano considerado, inclusive 2011. Adicionalmente, a área de ocorrência da mancha urbana sobre cada classe de declividade foi calculada através do comando “Area” do Idrisi e os dados apresentados em porcentagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme se verifica na Tabela 1, em todos os anos investigados, a ocupação urbana ocorre predominantemente na classe de declividade “< 3%”, enquanto que para a classe “>75%” não há a ocorrência de ocupação urbana nos anos investigados e estima-se que também não haverá em 2011.

Tabela 1. Valores (em %) de ocorrência da área urbana conforme a classe de relevo no município de Sorocaba-SP. Os valores “Totais” referem-se a porcentagem de ocorrência da classe “área urbana” dentro da área total do município.

anos	< 3	3 - 8	8 - 20	20 - 45	45 - 75	> 75	Totais
1988	4,093	3,105	3,242	0,249	0,002	0,000	10,691
1995	5,548	4,441	4,267	0,350	0,002	0,000	14,608
2003	6,974	5,674	5,598	0,455	0,002	0,000	18,703
2011	8,366	6,635	6,591	0,548	0,003	0,000	22,143

A Tabela 2 mostra os valores em porcentagem da taxa de expansão entre os períodos considerados para cada classe de relevo. Embora o maior valor notado tenha sido para a classe “45 – 75” (50,0%), julga-se que este valor é pouco expressivo, pois a porcentagem de ocorrência desta classe é diminuta para todos os anos estudados (vide Tabela 1). Para as classes “<3”, “3-8”, “8-20” e “20-45” os aumentos foram mais expressivos no período 88→95. Verifica-se ainda que dentro de um intervalo de 23 anos (intervalo entre 1988 e 2011) é previsto um crescimento de 107,11% da área urbana, considerando-se os valores totais.

As Figuras 1 a 4 mostram a espacialização da expansão urbana sobre as classes de declividade. Nota-se que o núcleo urbano do município (provavelmente a parte mais antiga da cidade) localiza-se na porção sul, a qual já está cornurbada com a área urbana do município de Votorantim, localizada ao sul do limite de Sorocaba. O sentido do avanço de crescimento ocorre principalmente no sentido sul→norte, embora expressivas manchas de urbanização ocorram na porção centro-noroeste do município de Sorocaba. Estas manchas aparecem em função da ocorrência das rodovias SP-079 e SP-280 as quais vêm, de certa forma, estimulando a expansão urbana ao longo de suas adjacências, com vários impactos ambientais associados.

Tabela 2. Valores (em %) da taxa de expansão de cada classe conforme o período considerado no município de Sorocaba-SP (período “03 → 11”: previsão).

período	< 3	3 - 8	8 - 20	20 - 45	45 - 75	> 75	Totais
88 → 95	35,548	43,027	31,616	40,562	0,000	0,000	36,638
95 → 03	25,702	27,764	31,192	30,000	0,000	0,000	28,032
03 → 11	19,959	16,936	17,738	20,439	50,000	0,000	18,392

Entre os anos 88 e 95 a classe que sofreu maiores taxas de expansão foi a classe “3 – 8”. A classe “> 75” não sofreu invasão urbana pois, conforme pode ser verificado nas figuras, as áreas com maiores valores de declividade ocorrem na porção sudeste do município, na Serra de São Francisco, hoje ocupada por vegetação natural remanescente (fragmentos de Mata Atlântica ou Cerrado) e principalmente pastagem (SILVA, em elaboração).

Paula et al. (2006b) discorrem sobre a não observância da lei ambiental no tocante a ocupação da zona ripária do rio Sorocaba, havendo vários trechos do rio cujas margens estão invadidas por ocupação urbana e também rural. Por outro lado, verifica-se que o fato de não haver

ocorrência urbana em áreas cujo declive é $> 75\%$, atende em partes a legislação ambiental brasileira, a qual estipula áreas de preservação permanente vertentes cuja declividade seja maior que 100%. Porém tal fato sugere que seja uma ocorrência ao acaso e não fruto de uma atividade de planejamento.

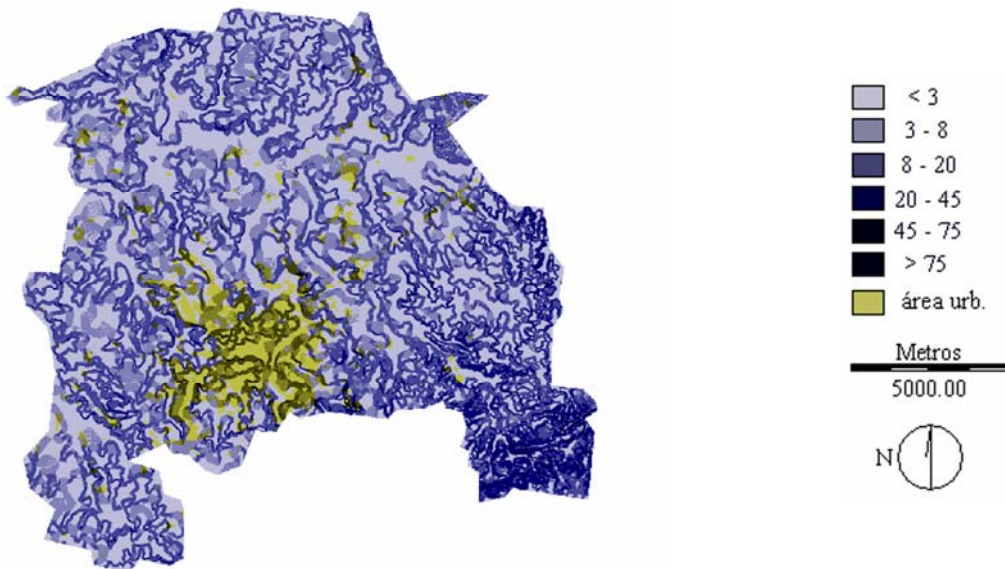


Figura 1. Expansão urbana (1988) sobre as classes de declividade (valores da legenda em porcentagem).

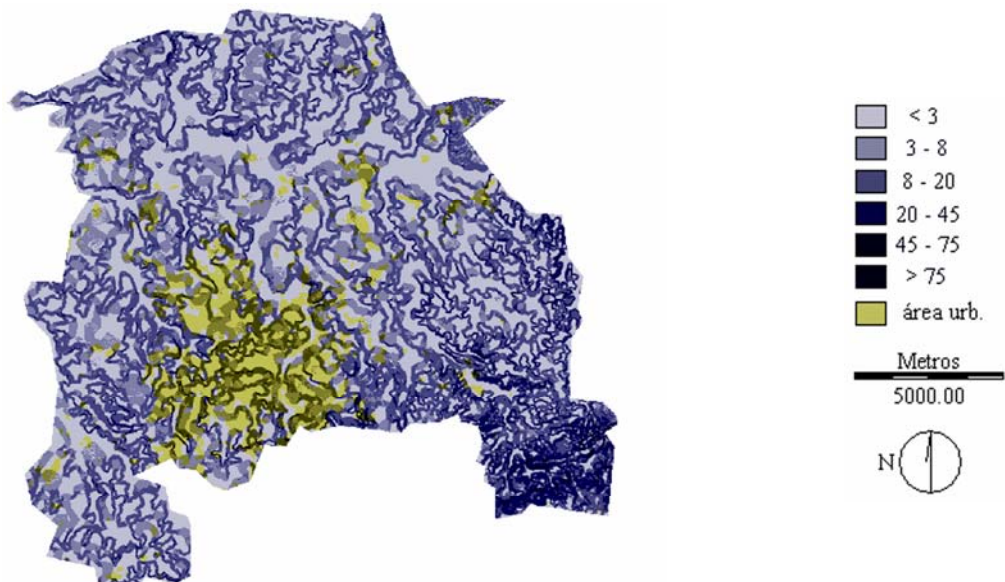


Figura 2. Expansão urbana (1995) sobre as classes de declividade (valores da legenda em porcentagem).

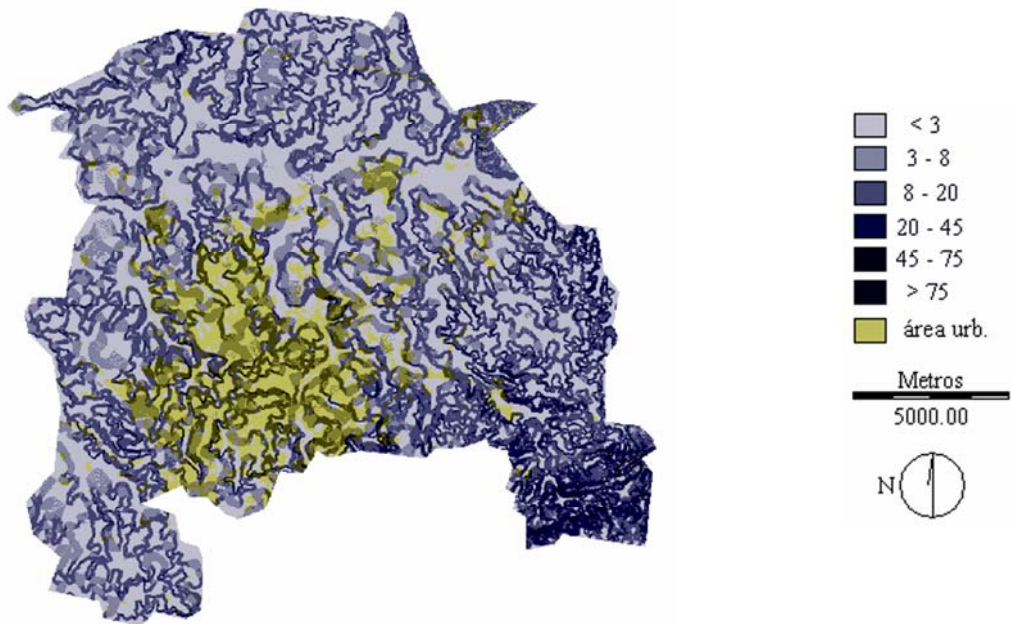


Figura 3. Expansão urbana (2003) sobre as classes de declividade (valores da legenda em porcentagem).

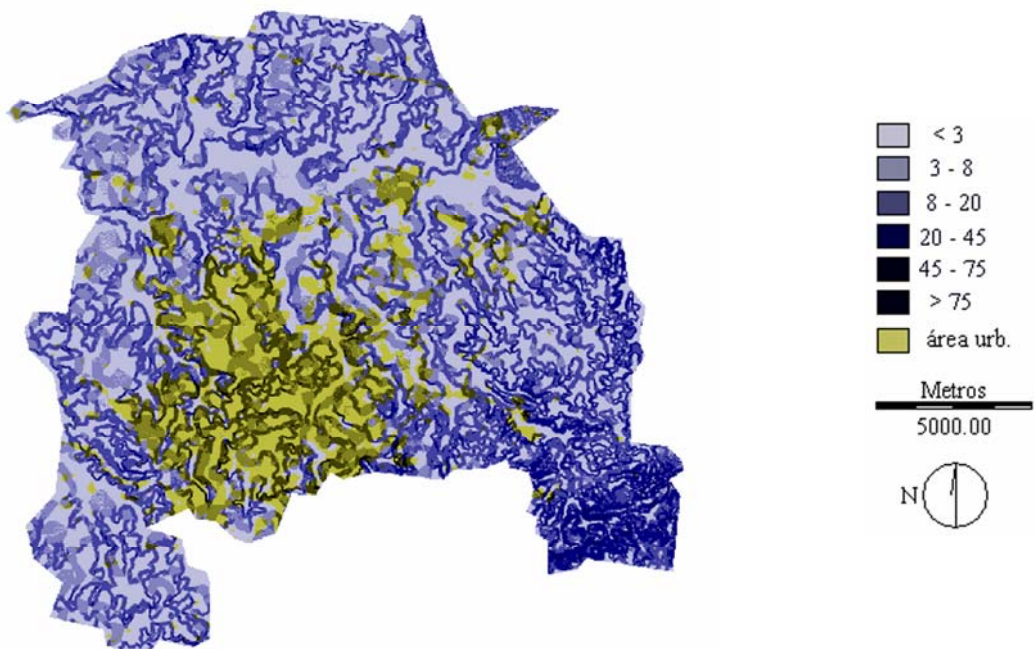


Figura 4. Expansão urbana (2011) sobre as classes de declividade (valores da legenda em porcentagem).

Por fim, assim como estipulado em Ross (2003), aspectos combinados da paisagem devem ser considerados no momento do planejamento. Fatores adicionais além da declividade, tais como mapa de forma das vertentes, litologia, contribuem decisivamente para uma compreensão mais completa da dinâmica da paisagem e favorecem o processo de adequação ambiental local. Isto indica a necessidade de estudos complementares a este para traçar diretrizes devidamente fundamentadas e que realmente contribuam no processo de planejamento de uso da terra em conformidade com as características ambientais de Sorocaba.

CONCLUSÕES

Os dados aqui analisados indicam que a expansão urbana em Sorocaba está acontecendo, porém indica uma desaceleração do processo e isto foi verificado para a grande maioria das classes de relevo aqui analisadas. A classe de menor declividade é a que sempre vem sofrendo maiores ocupações e praticamente toda a área urbana ocorre em área com declividade < 45%.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pelo apoio financeiro a este projeto (recursos e bolsas) e à UNESP – Sorocaba, pelo apoio logístico dado em alguns momentos do trabalho.

REFERÊNCIAS

- EASTMAN, R. **Idrisi for Windows – Kilimanjaro version** (software). 2004.
- OLIVEIRA, J.B. et al. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. Legenda Expandida. Campinas: Instituto Agrônomo / EMBRAPA – Solos. 64 p. 1999.
- PAULA, F.P. et al. Estudo das formas geométricas e da declividade das encostas no município de Sorocaba como subsídio a programas regionais de manejo e conservação do solo. **XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água**. CD-rom. 2006a.
- PAULA, F.P. et al. Rio Sorocaba: aspectos hidrogeomorfológicos e problemas ambientais vividos no município de Sorocaba, **XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água**. CD-rom. 2006b.
- RODRIGUES, R. **Análise da dinâmica da cobertura e uso da terra na Bacia do Ribeirão Claro, utilizando SIG e cadeia de Markov**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos – USP. São Carlos-SP, 61 p. 1997.

ROSS, J.L.S. **Geomorfologia – ambiente e planejamento**. São Paulo: Editora Contexto. 84 p. 2003.

SILVA, A.M. (em elaboração). **Predicting land-cover change in the Sorocaba city – SP – Brazil**, 16 p.

SPAROVEK, G.; COSTA, F.P.S. Evolução urbana e da cobertura vegetal de Piracicaba-SP (1940 – 2000). **Revista Caminhos de Geografia**, vol 5 n. 13, p. 65 – 88. 2004.