

Uso de SIG para análises de impactos da expansão urbana sobre morfologias do relevo nas zonas leste e sul do município de Marília (São Paulo, Brasil)

Santos, Vanessa Ramos dos¹, Tommaselli, José Tadeu Garcia², Piroli, Edson Luís³.

1 Programa de Pós-Graduação em Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT)/Universidade Estadual Paulista (Unesp) - Câmpus de Presidente Prudente
Presidente Prudente/São Paulo/Brasil
vanessa@ourinhos.unesp.br

2 Programa de Pós-Graduação em Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT)/Universidade Estadual Paulista (Unesp) - Câmpus de Presidente Prudente
Presidente Prudente/São Paulo/Brasil
tadeutommaselli@gmail.com

3 Docente do curso de Geografia/Câmpus Experimental de Ourinhos/Universidade Estadual Paulista (Unesp) - Câmpus Experimental de Ourinhos
Ourinhos/São Paulo/Brasil
piroli@ourinhos.unesp.br

RESUMO

A necessidade tida pela sociedade em planejar e organizar o espaço em que está contida e se relaciona, busca apoio em diferentes técnicas e áreas do conhecimento. O uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), tornou-se importante aliado no mapeamento e espacialização das informações, e um mecanismo viável para as análises sobre espaço e base para tomadas de decisões. O uso dos SIG para análises de impactos da expansão urbana sobre morfologias do relevo pode facilitar a vida dos planejadores pois estes permitem a manipulação e realização de análises complexas ao integrar grandes volumes de dados. O objetivo desse trabalho foi analisar informações sobre o meio físico e sobre a expansão urbana nas zonas leste e sul do município de Marília (São Paulo, Brasil). As informações consideradas foram sobre as características do contexto geológico, dos solos, da geomorfologia, da suscetibilidade a erosão, do zoneamento urbano e das informações sobre inclusão e exclusão social nas zonas estudadas. Essas informações foram trabalhadas em ambiente SIG, no qual foram realizados cruzamentos entre os mapas. O produto desses cruzamentos refere-se aos mapas de inclusão/exclusão social em classes de declives nas zonas analisadas. Os mapas e dados obtidos mostram que, embora num mesmo contexto de fragilidade ambiental, a expansão urbana na zona leste apresenta baixa vulnerabilidade social, enquanto que é alta na zona sul. Conclui-se, portanto, que para as análises dos impactos da expansão urbana sobre morfologias do relevo, o uso de SIG permitiu análises e a interpretações dos resultados com precisão e segurança.

Palavras chave: **Impactos, expansão urbana, morfologias do relevo, geoprocessamento, município de Marília (São Paulo, Brasil).**

ABSTRACT

The society necessity to plan and organize the space in which it is contained and related, is supported in different techniques and knowledge areas. The use of Geographic Information Systems (GIS) has become an important allied in the mapping and information spatialization, and a viable mechanism for space and base analysis for making decision. The GIS are used to analyze the impacts of urban expansion on terrain relief morphologies, it can be able to be easier for planners because they allow the manipulation and accomplishment of complex analyzes by integrating large data volumes. The objective of this

work was analyzed informations about the physical environment and urban expansion in the eastern and southern zones of the Marília municipality (São Paulo, Brazil). The informations considered were the characteristics of geological context, soils, geomorphology, susceptibility to erosion, urban zoning and information on social inclusion and exclusion in the studied areas. These informations were worked in a GIS, in which crossings between the maps were accomplished. The product of these crossings refers to social inclusion/exclusion maps in slope classes in the analyzed areas. The maps and data obtained show that, although in the same context of environmental fragility, urban expansion in the eastern zone presents low social vulnerability, while it is high in the south. It was concluded, therefore, that for the analysis of the impacts of urban expansion on relief morphologies, the use of GIS allowed for analysis and interpretation of the results with precision and security.

Keywords: *Impacts, urban expansion, relief morphologies, geoprocessing, Marília municipality (São Paulo, Brazil).*

I. INTRODUÇÃO

O presente estudo é fundamentado na relação entre a expansão urbana e o meio físico. Tal relação, muitas vezes desconexa e conflitante, tende a gerar a degradação do ambiente urbano, (re)configurando esse espaço às múltiplas relações entre a população e o quadro natural, ao longo do tempo (Geológico e cronológico).

Essas múltiplas relações evidenciam, na maioria dos casos, degradações ao meio físico no espaço urbano. Entre as degradações ambientais urbanas mais evidentes tem-se a retirada de matas, a ocupação das áreas de preservação permanente, a poluição e erosão do solo, contaminação dos aquíferos e assoreamento dos rios e córregos.

Essas situações têm como suporte as morfologias do relevo para se desenvolverem, sendo este componente do meio físico a base para as diversas alterações.

No que tange ao entendimento do relevo como suporte para o espaço urbano, sabe-se que as alterações sobre as morfologias do relevo promovem o surgimento de 'novos' cenários enormemente diversificados de ambientes. Essas alterações modificam o dinamismo harmonioso, até então presente nos ambientes naturais.

Nesse contexto, nos ambientes urbanos

(...) os solos naturalmente já existentes encontram-se revolvidos, danificados e impermeabilizados pela pavimentação das ruas e pelas edificações de casas, indústrias e por toda gama de equipamentos e serviços urbanos dos quais a população necessita (BRANCO; CAVINATTO, 1999 apud SANTOS, 2017).

Entretanto, essas mudanças não atingem igualmente todo espaço urbano, e sim atingem muito mais áreas ocupadas por populações de baixa renda, que carecem da infraestrutura sólida e básica necessária para as habitações. Por outro lado, as populações com alto poder aquisitivo se apropriam dos espaços, implantando a infraestrutura necessária para seu desenvolvimento.

Tem-se, portanto, diferentes formas de ocupação e apropriação do meio físico urbano desencadeando em variados impactos ao espaço e ao homem.

Nesse contexto, o uso de SIG, atrelado às demais geotecnologias, torna-se suporte para implementação das análises sobre os impactos nos ambientes urbanos.

Essas ferramentas dinamizam a produção de informações espaciais, já que possibilitam a manipulação e cruzamento de

grandes volumes de dados, o que melhora o manejo e a interpretação das informações trabalhadas.

Com base nessa temática, o objetivo do presente estudo foi analisar informações sobre o meio físico e sobre a expansão urbana nas zonas leste e sul do município de Marília (São Paulo, Brasil). O trabalho consistiu na fundamentação teórico-metodológica sobre relevo em áreas urbanas e sobre uso de SIG em análises das informações e planejamento de áreas urbanas.

As informações consideradas foram relativas às características do contexto geológico, dos solos, da geomorfologia, da suscetibilidade à erosão, do zoneamento urbano e das informações sobre inclusão e exclusão social nas zonas estudadas. Essas informações foram trabalhadas em ambiente SIG, no qual foram aplicadas técnicas de álgebra entre os mapas.

Esse trabalho se originou de pesquisa de mestrado desenvolvida junto a Universidade Estadual Paulista (Unesp), Câmpus de Presidente Prudente, intitulada "Análise temporal de impactos sobre morfologias do relevo nas zonas leste e sul da área urbana de Marília, São Paulo, Brasil".

II. MÉTODO

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

O presente estudo se propõe a abordar o uso de SIG para análises de impactos da expansão urbana sobre morfologias do relevo.

De acordo com Ross (2012), toda ação humana sobre o ambiente natural gera impactos em diferentes graus de agressão, provocando, muitas vezes, processos irreversíveis. No caso da expansão urbana sobre as morfologias do relevo, os impactos causados estão associados a:

(...) expansão descontrolada, traçado inadequado do sistema viário (sentido preferencial da água), precariedade do sistema de captação e drenagem de águas pluviais, assoreamento de corpos d'água, destruição de loteamentos, residências e de equipamentos e obras urbanas de um modo geral (SALOMÃO; IWASA, 1995, apud SANTOS, 2017).

Entretanto tais impactos não atingem igualmente todo espaço urbano, atingem muito mais os ambientes ocupados pelas classes sociais menos favorecidas do que pelas classes mais abastadas.

Tal situação decorre das formas de produção do espaço urbano, associadas à dinâmicas e estruturação relacionadas à apropriação e ocupação das morfologias do relevo.

Os processos relacionados à apropriação das morfologias do relevo estão associados às populações de alta renda. Já os

processos tidos como ocupação de ambientes urbanos estão relacionados às populações de menor poder aquisitivo.

Ross (1994), retrata que os impactos causados pelas diferentes formas de produção do espaço urbano são considerados como fragilidade ambiental e vulnerabilidade social. O autor destaca que a fragilidade ambiental é determinada pela estrutura física dos ambientes naturais antropizados e a vulnerabilidade está relacionada com o grupo social ocupante em determinada área (SANTOS, 2017).

Nesse cenário emerge a necessidade de planejamento e, com ele, do uso de ferramentas que auxiliem na minimização dos impactos negativos à população, à gestão pública e ao meio natural.

O uso das geotecnologias “tornou-se importante aliado no mapeamento e espacialização das informações, tornando-se um mecanismo viável para as análises sobre espaço e base para tomadas de decisões” (SANTOS, 2017).

Neste contexto, o uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) permite aos planejadores e gestores a integração de vários atributos, a manipulação de grandes volumes de dados e a realização de análises complexas sobre os ambientes urbanos.

ÁREA DE ESTUDO

A área estudada compreendeu as zonas sul e leste do sítio urbano do município de Marília, localizado na região centro-oeste do estado de São Paulo.

A área urbana da cidade localiza-se sobre o Planalto Residual de Marília, num contexto de relevo tabuliforme, parte ocidental da serra de Agudos, no divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe. Essa área está situada a uma altitude média de 650 metros, sendo recortada por escarpas de declive acentuado, que atingem mais de 100 metros de desnível (SANTOS, 2017). A Figura 1 mostra a localização do município de Marília (São Paulo, Brasil).

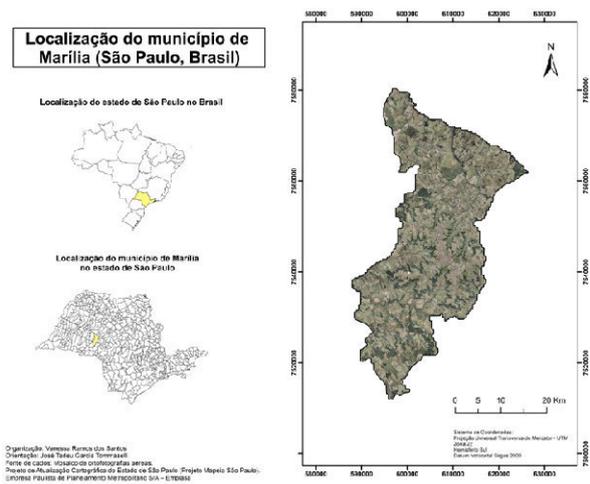


Figura 1. Localização do município de Marília (São Paulo, Brasil).

Como exemplo e área de estudo, em Marília, áreas de apropriação das características naturais, são percebidas na zona leste urbana do município representadas por loteamentos fechados e de alto poder aquisitivo; enquanto que na zona sul, verificam-se áreas de ocupação até o limite das escarpas, com graves problemas de degradação natural e social do espaço, caracterizadas por habitações em situação precária e, em alguns casos, em condição de risco de desabamento. As Figuras 2 e 3 mostram as zonas leste e sul, respectivamente, áreas pesquisadas apresentadas nesse estudo.

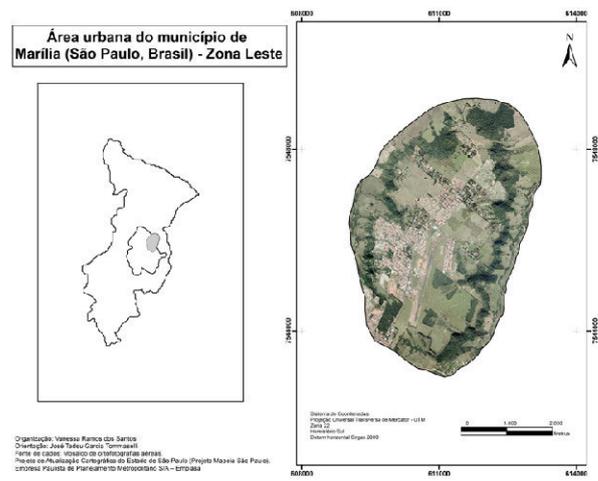


Figura 2. Localização da zona leste da área urbana de Marília (São Paulo, Brasil).

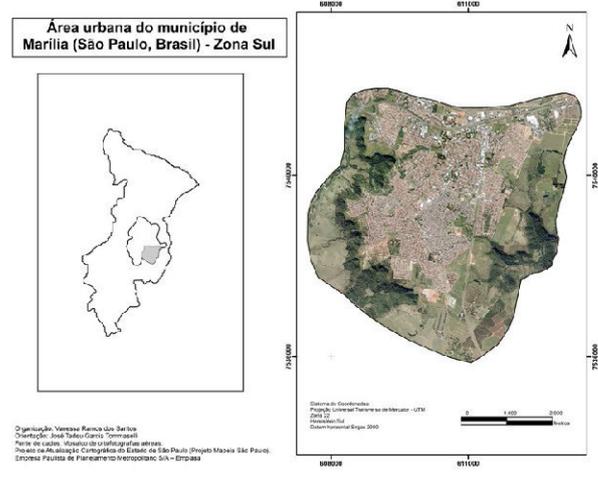


Figura 3. Localização da zona leste da área urbana de Marília (São Paulo, Brasil).

MATERIAIS

A base de dados compreendeu:

- Mapa Geológico do estado de São Paulo (1:500.000) (IPT, 1981).
- Mapa Pedológico do estado de São Paulo (1:500.000) (EMBRAPA, 1999).
- Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo (1:500.000) (ROSS; MOROZ, 1997) e Mapa Geomorfológico do perímetro urbano de Marília - SP (1:8.000) (SANTOS, 2009).
- Mapa de Suscetibilidade à erosão do estado de São Paulo (1:250.000) (KERTZMAN et al., 1995).
- Mapa de Inclusão/Exclusão social Marília (MELAZZO, 2012).
- Fotografias aéreas ortorretificadas, do ano de 2010.
- Imagens do satélite Land Remote Sensing Satellite (Landsat) 8, sensor Operational Land Imager (OLI) bandas 4, 5, 6 e 8, do ano de 2015.
- Dados de altitude extraídos da missão de mapeamento topográfico da Terra, denominada Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).
- Base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1973).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos consistiram no uso do SIG ArcGIS, versão 10.3 para elaboração do mosaico de imagens,

composição das bandas, extração dos dados de declividade e cruzamento das informações.

- Mosaico de imagens: esta etapa foi realizada no SIG ArcGIS, aplicando-se o módulo Composite Bands (etapas: Data Management Tools-Raster-Raster Processing). Em seguida, foi feito o georreferenciamento das imagens do satélite Landsat 8 e SRTM, utilizando o módulo Georeferencing do ArcGIS. As fotografias aéreas foram obtidas georreferenciadas e na sequência foram mosaicadas no SIG ArcGIS. Posteriormente, todos os dados foram reamostrados, georreferenciando-se novamente a partir de uma base comum para que as localizações de todo conjunto da base cartográfica tivessem as mesmas coordenadas.
- Para a elaboração da carta clinográfica da área urbana de Marília, a imagem SRTM com informações de altitude foi inserida no SIG ArcGIS para extração dos dados de declividade. Essa etapa consistiu na aplicação do módulo Slope, da ferramenta 3D Analyst Tools - Raster Surface.

A classificação das informações sobre declividade foi baseada em De Biasi (1992 apud SANTOS, 2017), cuja definição da chave de classes se apoiou em regulamentações estabelecidas por lei para os diferentes usos e ocupação territorial e, também, em usos consagrados de certo limites de classes definidos através de trabalhos acadêmicos. A definição das classes de declividades para serem utilizadas na elaboração da carta clinográfica, atende a um espectro bem amplo no que diz respeito à sua utilização na representação cartográfica, para os mais variados usos e ocupação do espaço, seja ele urbano ou agrícola (DE BIASI, 1992, p. 47).

O autor (De Biasi, 1992, apud SANTOS, 2017), define os seguintes limites, em porcentagem, para a chave de classes adotadas:

- <5% - Limite urbano-industrial, utilizados internacionalmente, bem como em trabalhos de planejamento urbano efetuados pelo IPT e pela EMPLASA.
- 5-12% - Limite máximo para o emprego de mecanização agrícola.
- 12-30% - Limite máximo para urbanização sem restrições (Lei federal nº 6766/79), a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas.
- 30-47% - Limite máximo de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas (Lei federal nº 4771/65).
- >47% - Classe adotada pelo autor com base no Artigo 10º do Código Florestal (Lei federal nº 4771) de 1965, o qual previa que na faixa situada entre 25° (47%) a 45° (100%), "não é permitida a derrubada de florestas, só sendo tolerada a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes". No atual Código Florestal brasileiro, o Artigo 11º da Lei 12.651/2012 regulamentada que em áreas de inclinação entre 25° e 45°, serão permitidos o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, observadas boas práticas agrônomicas, sendo vedada a conversão de novas áreas, excetuadas as hipóteses de utilidade pública e interesse social.
- Cruzamento das informações: as informações da carta clinográfica foram cruzadas com os dados de inclusão e exclusão, pelo modo Raster Calculator (em Spatial Analyst Tools - Map Algebra). O produto resultante desse cruzamento também foi comparado com as informações obtidas nos demais materiais cartográficos. Após a organização da

base cartográfica da área de estudo, foram realizadas as análises sobre o avanço dos bairros nas áreas estudadas (SANTOS, 2017).

III. RESULTADOS

Na relação entre o quadro natural e as formas de ocupação e apropriação em Marília, as diferenças entre as formas de produção do espaço urbano e a relação com as dinâmicas naturais são evidentes. Nas áreas cujas formas de produção ocorrem por apropriação do espaço, verifica-se que há também a incorporação das características naturais na valorização financeira dessas áreas.

Já nos espaços tidos por ocupação pode-se notar que há graves problemas de degradação do quadro natural e ao homem. Esses locais estão ocupados até o limite da linha de ruptura do relevo e apresentam falta de cobertura vegetal, impermeabilização das cabeceiras, arruamentos no sentido da vertente, assoreamento dos córregos e lançamento de esgoto in natura sobre o solo e sobre as águas.

Após os cruzamentos das informações realizados no ArcGIS, foi gerado o mapa de inclusão/exclusão social por classes de declives ocorrentes nas leste e sul da área urbana de Marília.

A Figura 4 refere-se ao mapa de inclusão/exclusão social em classes de declives na zona leste.

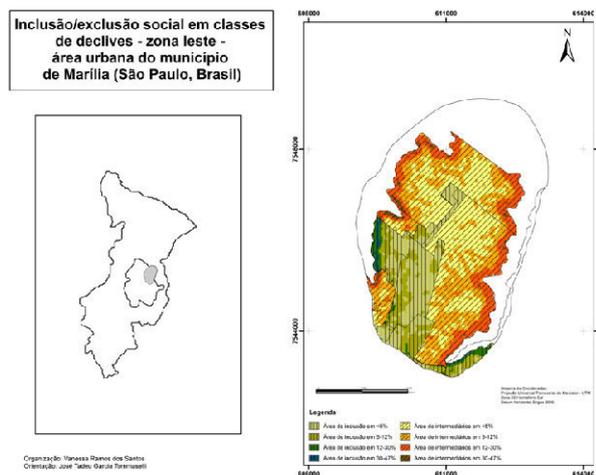


Figura. 4. Mapa de inclusão/exclusão social em classes de declives na zona leste da área urbana de Marília (São Paulo, Brasil).

A análise do mapa destaca que a zona leste de Marília possui áreas de inclusão social e de intermediários nas classes <5%, entre 5-12%, entre 12-30% e entre 30-47%. As áreas de inclusão e intermediários em classes referentes a média e alta declividade (classes 12-30% e 30-47%) localizam-se, principalmente, na faixa próxima da escarpa do planalto.

A observação do mapa também permite verificar que na zona leste não há áreas de exclusão social.

Considerando o que foi definido por De Biasi (1992), para o limite máximo da urbanização sem restrições (classe 12-30%), observa-se no mapa que na zona leste há o avanço da expansão urbana sobre a classe entre 30-47% de declividade. Entretanto, tal avanço refere-se a áreas de inclusão social e intermediários.

Os dados obtidos pelo mapa de inclusão/exclusão social, quando comparados com as características da fragilidade ambiental (características geológicas, dos solos, do relevo e de suscetibilidade à erosão), mostram que a expansão urbana na zona leste

apresenta baixa vulnerabilidade social. Nessas áreas, a baixa vulnerabilidade social é devida às formas de apropriação do espaço, que apresenta planejamento e infraestrutura prévia para a implantação dos loteamentos, como ruas paralelas ao sentido da escarpa, manutenção de vegetação e isolamento da linha de ruptura do planalto, áreas verdes e calçamento de modo a permitir a infiltração e diminuir o escoamento superficial e a condição alto e médio padrão das habitações. A faixa próxima a escarpa, quando analisada no Mapa da Lei do Zoneamento e Uso do solo, evidencia que essas áreas são caracterizadas como zonas residenciais com baixa e média densidade. Esse fator reforça a baixa vulnerabilidade social da zona leste, pois a taxa de ocupação do solo é menor.

Constata-se, portanto, que mesmo a expansão urbana ultrapassando restrições em função da classe de declive (além de 30%), as características de implantação das estruturas, o padrão das habitações e baixa densidade permitem o baixo risco à população assentada na zona leste. Verifica-se que há, inclusive, a incorporação das características do meio físico na valorização dos loteamentos.

Após elaboração do mapa de inclusão e exclusão social em classes de declives, foram realizados trabalhos de campo nas áreas próximas à escarpa do planalto. Esses pontos, representativos das condições da área estudada, foram identificados no mapa de inclusão e exclusão social em classes de declive e previamente nas imagens de satélites e fotografias aéreas.

As Figuras 5 e 6 mostram as características do espaço urbano na zona leste de Marília, destacando a implantação da infraestrutura urbana, previamente à chegada dos habitantes e a estrutura de condomínio fechado, que incorpora aspectos do meio físico na valorização do espaço urbano na zona leste.

A Figura 7 destaca o mapa de inclusão/exclusão social em classes de declives na zona sul, da área urbana de Marília.

O mapa destaca que a zona sul de Marília possui áreas de exclusão social nas classes de declividade <5%, entre 5-12%, entre 12-30% e entre 30-47%, sobretudo, nas proximidades da escarpa do planalto.

Conforme De Biasi (1992) a classe de declividade 12-30%, é o limite máximo para a urbanização sem restrições. No entanto, a análise do mapa mostra que a expansão urbana tem ultrapassado esse limite, chegando até na classe entre 30-47%, considerada de risco para os moradores em função de sua baixa estabilidade.

Essa característica, quando confrontada com a fragilidade ambiental da área, gerada a partir das características geológicas, dos solos, do relevo e de suscetibilidade à erosão, indicam que a expansão urbana apresenta alta vulnerabilidade social nessas áreas, e que a população assentada encontra-se sob risco.

A vulnerabilidade social aumenta conforme as formas de expansão e ocupação urbanas são desenvolvidas, com ruas no sentido do declive, retirada da cobertura vegetal, impermeabilização do solo, concentração do escoamento superficial, movimentação das morfologias do relevo (corte/aterro) e às más condições das residências.

O cruzamento das características obtidas pelo mapa com o Mapa da Lei do Zoneamento e Uso do solo, de 2015, mostra também que a faixa próxima à escarpa do planalto é zona residencial de interesse social. No entanto, considera-se que o interesse social deve ser organizado, de modo a não apresentar risco a deslizamentos e desmoronamentos e, principalmente, risco à vida da população.



Figura 5. Aspectos do condomínio fechado, onde destacam-se arruamentos perpendiculares ao sentido da vertente, área de recomposição de espécies arbóreas e muro de separação da alta e média vertente, separando da escarpa do planalto.



Figura 6. Aspectos da estrutura de condomínio residencial fechado.

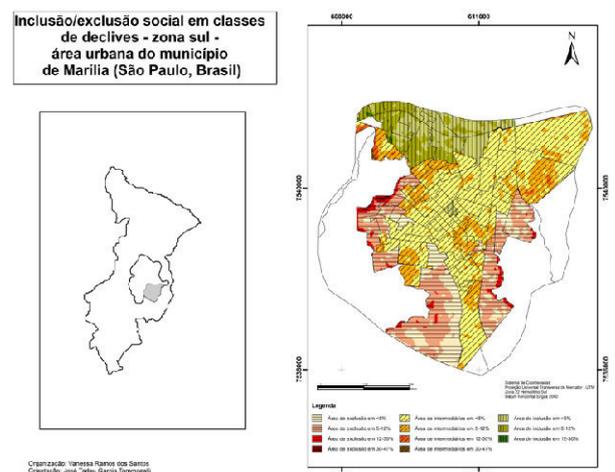


Figura 7. Mapa de inclusão/exclusão social em classes de declives na zona sul da área urbana de Marília (São Paulo, Brasil).

Os trabalhos de campo na zona sul foram realizados em áreas próximas à escarpa do planalto, após serem identificados no mapa de inclusão e exclusão social em classes de declive e previamente nas imagens de satélites e fotografias aéreas.

As Figuras 8 e 9 destacam as características da zona sul da área urbana do município de Marília, em que é possível observar características das moradias, os arruamentos com solo exposto, favorecendo a concentração e escoamento superficial de água e esgoto. Também é possível verificar a presença de detritos nas ruas.



Figura 8. Aspectos das moradias e da declividade (linha vermelha), com destaque para exposição do solo.



Figura 9. Aspectos da zona sul, com destaque para arruamento no sentido do declive (linha vermelha); destaque também para as características do solo (aspecto arenoso), ausência de cobertura vegetal (gramíneas esparsas) e escoamento superficial do esgoto.

IV. CONCLUSÕES

Com base no objetivo de verificar o uso de SIG para análises de impactos sobre morfologias do relevo, o presente estudo retratou que:

Nas zonas leste e sul de Marília - SP, a interação entre as formas de produção e ocupação do espaço urbano, por ocupação e por apropriação, e os processos erosivos em áreas naturalmente sensíveis, gera impactos diferenciados sobre as dinâmicas sociais dessas áreas. Esses impactos são negativos quando a população residente possui baixo poder aquisitivo (zona sul); e podem ser considerados positivos, quando busca-se perpetuar dinâmicas naturais, capitalizando-as e incorporando-as ao espaço urbano como 'recurso' à qualidade de vida urbana.

O uso de SIG foi essencial para manipulação de dados e geração das informações acerca dos impactos sobre as morfologias do relevo na área estudada uma vez que permitiu a extração dos dados de altitude, elaboração dos mapas de declividade e de

inclusão e exclusão social em classes de declive.

Os dados oriundos do sensor OLI do satélite Landsat 8 juntamente com as ortofotografias aéreas possibilitaram a identificação, a verificação e a obtenção de dados qualitativos e quantitativos do uso e da cobertura da terra na área estudada bem como da densidade e da característica das formas de produção do espaço urbano na zona sul e na zona leste do município de Marília.

Constata-se, portanto, que, em Marília, a relação entre a produção do espaço urbano das zonas leste e sul e as morfologias do relevo são caracterizadas pela mesma fragilidade ambiental, em função do mesmo contexto físico (características do solo e do relevo); porém, apresenta vulnerabilidade e riscos diferenciados de acordo com a população assentada, sendo a população da zona sul mais vulnerável aos impactos sobre as morfologias do relevo do que a residente na zona leste.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES ao CNPq pela concessão das bolsas de pesquisa de mestrado. Os autores agradecem também à EMLASA pela concessão de 15 ortofotografias da área de estudo.

REFERÊNCIAS

- DE BIASI, M.. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. Revista do Departamento de Geografia (FFLCH - USP), São Paulo, v. 6, 45-60, 1992.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Mapa pedológico do Estado de São Paulo. Brasília, DF: Embrapa/Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999. 1 mapa, color. Escala 1:500.000.
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC (ESRI). ArcGIS / ArcMap. Professional GIS for the desktop, release 10.3 Redlands, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Carta topográfica: folhas Alvinlândia (SF22-Z-A-III-3) e Marília (SF22-Z-A-III-1). Serviço Gráfico do IBGE, 1973. Escala 1:50.000.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT (São Paulo). Mapa Geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, 1981. Escala: 1:500.000.
- KERTZMAN, F. F. et al.. Mapa de erosão do estado de São Paulo. Revista do Instituto Geológico, Vol. especial. São Paulo, 1995, p. 31-36.
- MELAZZO, E. S. Marília: especialização industrial e diversificação do consumo. Trajetórias de uma cidade média. In: SPOSITO, M. E. B.; ELIAS, D.; SOARES, B. R. (Orgs.). Agentes econômicos e reestruturação urbana e regional: Chillán e Marília. 1 ed. São Paulo: Outras Expressões, 2012, p. 161-279.
- ROSS, J. L. S.. Análise empírica da fragilidade dos ambientes antropizados. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo: FFLCH/USP, n. 8, 1994.
- ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo. São Paulo: FFLCH-USP, 1997. Escala: 1:500.000.
- ROSS, J.L.S. Geomorfologia: ambiente e planejamento. 9 ed. São Paulo: Contexto, 2012.
- SANTOS, Vanessa Ramos dos. Análise temporal de impactos sobre morfologias do relevo nas zonas leste e sul da área urbana de Marília, São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil, 2017.