

O geoprocessamento na análise de tendências de degradação e recuperação do ambiente: estudo de caso em Santo André e Ribeirão Pires

Eric Augusto Caravaggio da Costa¹;

Amanda Jodas¹;

Marília de Azevedo Baptista Leite¹;

Ricardo de Sousa Moretti¹

¹Universidade Federal do ABC – UFABC

Av. dos Estados, 5001. Bairro Santa Terezinha. CEP 09210-580 - Santo André – SP
ericcaravaggio@hotmail.com; amanda.jodas@hotmail.com; mableite@hotmail.com
ricardo.moretti@ufabc.edu.br

Abstract. The method of production and reproduction of urban space in Brazil has resulted in serious externalities to national forest resources. The population with the lowest purchasing power were impelled, in a dispersed way along the territory, to occupy environmentally sensitive areas, resulting in an expressive fragmentation of existing vegetation remnants. The Atlantic Forest, in particular, suffered greatly from this process. At the beginning of the 21st century, it was estimated that only 22% of its original area was covered by native vegetation. As a relief, some studies show that the recovery of this vegetation to the previous levels is possible, in the long run, evaluating the development of the vegetation in places where previously the suppression of these forest fragments occurred. Given these facts, it is easy to understand the importance of urban planning for environmental conservation. In the scope of the research "Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização: Instrumento de Planejamento para Prevenção de Desastres Naturais nos Municípios de Ribeirão Pires e Santo André, Região do Grande ABC, Estado de São Paulo", the database of land cover, originally produced by EMPLASA, was updated. The analysis of land cover, on different dates, allowed a mapping of transformation trends in the environment, showing both pressure for its occupation and improvement of environmental conditions. The present work presents a mapping experience with the intention to point out the rate of change of these areas in a synthetic way, making possible the use of the information in several areas of knowledge.

Palavras-chave: land cover; urban expansion; urban planning; environmental conservation; uso do solo; expansão urbana; planejamento urbano; conservação ambiental

1. Introdução

Caracterizado pela ‘industrialização de baixos salários’, o processo de urbanização no Brasil teve características singulares, sendo alvo de diversos estudos que buscaram, através de análise histórica, formular hipóteses explicativas para os problemas e desafios decorrentes desse processo, podendo-se destacar autores como Villaça (1999), Fernandes (2004) e Maricato (2003).

O crescimento da cidade informal nas periferias dos centros urbanos, abordado como uma das principais problemáticas das cidades atuais, reflete a ineficiência das instituições públicas em direcionar a expansão urbana, permitindo, indiretamente, que outros setores da sociedade assumam essa tarefa (Denaldi e Klink. 2011).

Esse processo, que envolve o conflito de interesses entre população e instituições privadas, teve como decorrência a precarização da população pobre brasileira, induzida à ilegalidade pelo modo de produção e reprodução do capital, frequentemente ocupando

áreas ambientalmente sensíveis, como topo de morros, encostas íngremes, nascentes, áreas de várzea, parques e demais áreas destinadas à preservação ambiental (Travassos e Silva, 2008; Fernandes, 2004).

No ano de 2006, Nestor Goulart faz menção a uma nova forma de tecido urbano, que, segundo o autor, não se enquadra nem como campo, nem como cidade. Essas novas manchas formavam um tecido “recortado” nas adjacências das áreas urbanas consolidadas, mesclando as atividades associadas ao processo produtivo, às atividades essencialmente urbanas.

Essa nova configuração de tecido urbano, chamada por Goulart (2006) de urbanização dispersa, sugere usos múltiplos e espalhados no território, intercalando áreas densamente ocupadas, áreas de baixa densidade habitacional e fragmentos de vegetação.

Em recente artigo para a Folha de São Paulo, Fernando Reinach (2016) infere que a fragmentação de maciços florestais gera uma perda de biodiversidade muito superior à sua área suprimida. Por exemplo, uma porção florestal que tem 20% de sua área desflorestada, tem uma perda de cerca de 40% de sua biodiversidade. Sendo assim, sob a perspectiva de uma urbanização cada vez mais intensa nos novos moldes de tecido urbano apresentados por Goulart (2006), temos o surgimento de uma nova problemática ambiental.

Podemos tomar como exemplo expressivo dessa dinâmica de dispersão urbana o ecossistema Mata Atlântica, que conta com uma formação vegetal complexa e heterogênea e que abrangia originalmente cerca de 1.300.000 km², sendo presente em 17 estados do território brasileiro. Dada a atual demanda por terras e a intensa exploração econômica, já nos anos 2000 possuía cerca de 22% da área original ainda coberta com remanescentes de vegetação nativa. Além disso, os fragmentos florestais melhor preservados e com extensão superior a 1 km² somavam apenas 7,3% da cobertura original. (Lino, 1991; Fundação S.O.S. Mata Atlântica e INPE, 2000).

Nesse contexto, é relevante a participação dos pequenos fragmentos florestais, compostos majoritariamente por florestas secundárias em estágios iniciais ou médio de regeneração (Ranta et al., 1998; Metzger, 2008; Metzger et al., 2009; Ribeiro et al., 2009; Wright 2010). Essa vegetação secundária pode ser definida como sendo um conjunto de comunidades vegetais que surgem após um impacto natural ou antrópico. É caracterizada por estágios bem delimitados e que, a longo prazo, tendem a remontar a vegetação original, sendo um mecanismo de autorrecuperação das florestas tropicais por meio da cicatrização de locais perturbados (Gascon et al., 1999; Gardner et al. 2009; Melo et al. 2013).

Compreendendo essa dinâmica, pode-se afirmar que tanto a quantidade de habitat como a fragmentação florestal, se tornam fatores chaves para a conservação da biodiversidade (Wilcox e Murphy, 1985; Fahrig, 2003; Metzger et al., 2008), e são variáveis importantes a serem consideradas no planejamento e gestão para a conservação da biodiversidade com particular importância em regiões já urbanizadas.

No âmbito da pesquisa “Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização: Instrumento de Planejamento para Prevenção de Desastres Naturais nos Municípios de Ribeirão Pires e Santo André, Região do Grande ABC, Estado de São Paulo”, na qual os autores participaram ativamente, foi operacionalizada a atualização da base de dados sobre uso e ocupação do solo, originalmente produzida pela EMPLASA (2003) entre os anos de 1998 e 2002.

A atualização se justificou pela defasagem encontrada entre essa base e a atual ocupação do solo nos municípios analisados, observada pela equipe através da comparação

do produto original da EMPLASA com as ortofotos utilizadas no âmbito da pesquisa supracitada: para o município de Santo André, as ortofotos são datadas de 2014; para o município de Ribeirão Pires, 2015. Essa atualização permitiu a análise de pressão, tendências e vetores de expansão da área urbana sobre recursos ambientais nos municípios analisados, que resultou na proposição do método aqui detalhado. A localização dos municípios, dentro do contexto regional e nacional, é apresentada na **figura 1**.



Figura 1 | Localização dos municípios analisados, no contexto regional e nacional

2. Métodos

Para efetuar a atualização na base de uso do solo, foram utilizadas as ortofotos supracitadas aliadas a software de geoprocessamento, mantendo-se, porém, os dados originais produzidos pela EMPLASA nessa mesma base, possibilitando posteriormente a comparação entre os anos analisados.

Deve-se frisar que houve uma diferença significativa no método de observação: enquanto o levantamento original da EMPLASA levou em conta imagens de satélite e visitas de campo, a atualização contou com imagens aéreas retificadas (ortofotos), imagens oblíquas obtidas através dos aplicativos Google Earth e Google StreetView, além de visitas de campo. O produto desse levantamento foi denominado “atualização do mapeamento de uso e ocupação do solo da EMPLASA”.

Ao término do levantamento, para cada campo de informação de uso do solo, original e atualizado, foi inserido um campo numérico, contendo um índice associado à conservação ambiental, de acordo com o uso do solo mapeado. A lógica por trás dessa classificação é a de que quanto maior for o índice, mais importante para a conservação ambiental será a área delimitada pelo respectivo polígono. Dessa forma, áreas onde a classificação indica ‘mata’, por exemplo, têm um maior interesse à conservação que em áreas de ‘chácara’. A classificação é apresentada na **tabela 1**, a seguir:

Tabela 1 | Valoração das classes de uso e ocupação do solo de acordo com a prioridade para conservação.

Valor de conservação ambiental	Classes de uso do solo
0	Áreas não classificadas dentro de cada polígono
1	Área urbanizada, espelho d'água, aterro sanitário, equipamento urbano, assentamento precário, indústria, mineração, solo exposto e outros usos.
2	Campo, chácara, hortifrutigranjeiros e loteamento desocupado.
3	Capoeira e reflorestamento.
4	Mata e vegetação de várzea.

Em seguida, um novo campo de informação foi criado, contendo o valor numérico da diferença entre o índice do uso do solo atualizado e o original. Dessa forma, para cada área delimitada, foi possível inferir qual o seu grau de mudança de conservação de recursos ambientais: quanto mais positivo o índice, maiores os avanços; quanto mais negativo, maiores os retrocessos. Por exemplo, uma área de mata que se transformou em chácara teria um índice de valor '-2'.

Para resumir de forma sintética e apontar a principal tendência de uma região considerável do município, considerando todas as transformações ali ocorridas, foi incluído um novo campo de informação à base de dados, contendo o produto de área pelo grau de mudança no uso do solo, para todos os polígonos. Em seguida, os valores resultantes desse produto foram transformados em pontos, localizados no centroide de cada polígono. Procedeu-se então uma análise de densidade dos pontos, utilizando-se como índice de magnitude o campo supracitado. Como resultado, obteve-se o “mapa de tendências de conservação ambiental” (**figura 2**), apresentando manchas abrangentes que determinam o principal sentido no qual as transformações no uso do solo ocorreram durante o período analisado, sob o ponto de vista da conservação ambiental.

3. Resultados e Discussão

O instrumento apresentou pontos interessantes para a análise, sendo que a alteração mais marcante no período estudado foi a construção dos trechos sul e leste do Rodoanel Mário Covas, que resultou em movimentos de terra vultosos, supressão vegetal de grande significância, desapropriação considerável de áreas urbanizadas consolidadas e alteração nos fluxos de mobilidade da região. Através do mapa de tendências foi possível apontar retrocessos notáveis ao longo de seu eixo de implantação.

Outros retrocessos também significativos foram identificados em zonas de tensão, nos limiares entre áreas relativamente bem ocupadas e fragmentos florestais consolidados. Como exemplo pronunciado, podemos citar as novas ocupações no extremo sul da zona urbana do município de Santo André, onde ocorreu uma expansão da mancha urbana em direção às áreas de preservação integral, em especial o Parque Natural do Pedroso. Outro exemplo importante dessa dinâmica, ainda no mesmo município, foi o espraiamento da ocupação existente em assentamentos localizados na porção setentrional de sua macrozona de proteção ambiental.

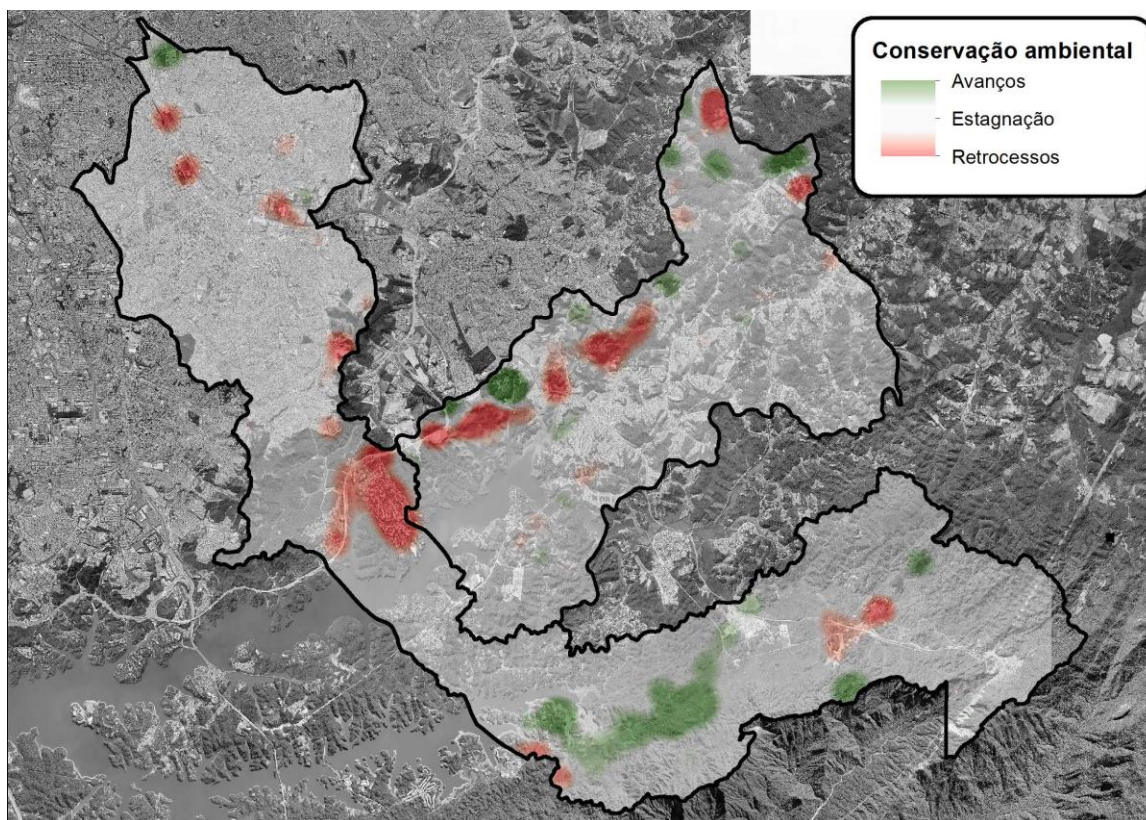


Figura 2 | mapa de tendências de conservação ambiental

Apesar desses retrocessos, houve também avanços marcantes na conservação ambiental, em especial na área ao sul do município de Santo André, próximo já à divisa com o Parque Estadual da Serra do Mar e o município de Cubatão, onde uma extensa área apresentou resultados bastante relevantes nesse sentido. Além disso, a dinâmica de regeneração da vegetação nativa foi notada, de forma significativa, nas zonas urbanas, em especial em locais já vegetados que foram mantidos praticamente intocados no período analisado. Além de corroborar a ideia de que é possível acontecer uma regeneração florestal relevante dentro de áreas densamente urbanizadas, essa constatação aponta a necessidade e a importância da preservação de tais locais.

4. Conclusões

Uma ideia que pode ser respaldada pela análise do mapa de tendências é a de levantarmos a problemática referente a diferenciação de campo e cidade, como sugere Goulart (2006), e avaliar os impactos dessa nova forma de urbanização sobre os recursos ambientais, sendo que, a princípio, o método utilizado nessa pesquisa pode ser replicado para quaisquer municípios que possuam um levantamento de uso do solo consolidado e ortofotos recentes e georreferenciadas, para que seja efetuada a comparação e análise subsequente. Não obstante, mesmo apresentando relativa eficiência e rapidez para determinar as pressões sobre o meio ambiente ocasionadas pela mudança no uso do solo, sob a ótica da conservação ambiental, suas limitações devem ser apontadas e sugestões de correção apresentadas.

Em primeiro lugar, podem existir, dentro do mapeamento original da EMLASA,



ruídos nas informações, dada a própria natureza de sua metodologia, efetuada através de imagens de satélite, o que pode resultar em uma propagação de erros considerável.

Por exemplo, existem áreas na região do bairro Tecelão, no município de Ribeirão Pires, nos quais um fragmento diverso e heterogêneo de mata foi classificado como 'reflorestamento'. Ao se observar imagens do local datadas da época do levantamento original e da posterior atualização, o padrão heterogêneo se manteve, o que vai contra o critério determinado previamente para a classe. Cabe então ao pesquisador o discernimento na hora de avaliar os resultados parciais e finais, buscando sempre informações que corroborem a hipótese aventada.

Em segundo lugar, é necessário que o pesquisador responsável pela atualização do levantamento tenha experiência na tarefa e algum conhecimento da região analisada, vistas todas as peculiaridades encontradas ao longo de um território. Ainda assim, um levantamento do tipo que não inclua visitas de campo para esclarecimento de dúvidas pode apresentar imprecisões que afetem de forma considerável a análise final.

Em terceiro lugar, existem alguns limiares 'nebulosos' na determinação das classes, em especial as que levam em conta a vegetação e localidades com telhados amplos. Por exemplo, ainda no bairro Tecelão, uma área classificada como 'mata' pelo levantamento original foi compreendida como 'capoeira' na atualização. Esse tipo de alteração, principalmente em grandes áreas, pode gerar erros de grande monta; além do mais, isso também podem ocorrer quando a atualização da base de dados for feita por mais de uma pessoa.

Para evitá-los, além das já comentadas visitas de campo, é necessária uma 'calibração' da equipe de análise, reunindo exemplos marcantes de cada classe que possam servir de guia aos pesquisadores. Para mais, a execução da verificação de forma integrada, em um mesmo ambiente de trabalho, diminui as chances de vultosas discrepâncias na análise.

Em quarto lugar, as formas de pressão da mudança do uso do solo sobre os recursos ambientais podem se dar de formas diferentes, de acordo com suas características. Por exemplo, em uma região classificada como 'mata', a implantação de um 'loteamento desocupado', de dimensões relativamente pequenas, pode ter um efeito catalisador na ocupação do solo vizinho maior que a implantação de uma grande área de horticultura. Novamente, cabe ao pesquisador compreender o contexto ao qual se aplica a análise e ponderar sobre as dinâmicas atuantes no território.

Por fim, como uma sugestão geral de melhorias para o método apresentado, podemos recomendar a análise combinada entre imagens de satélite e ortofotos, que pode convergir para um resultado ainda mais apurado do objeto de estudo, apesar de um significativo aumento no tempo de execução e especialização do pesquisador.

5. Referências:

Denaldi, R.; Klink, J. O plano diretor participativo e a produção social do espaço: O caso de Santo André (São Paulo). *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. n. 15, p. 348-386, 2011.

EMPLASA. *Atlas de Uso e Ocupação do Solo do Município de Santo André*. São Paulo: Secretaria de Estado de Economia e Planejamento do Governo do Estado de São Paulo. 2003.

Fahrig, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, v. 34, p. 487-515, 2003.



Fernandes, E. **Estatuto da Cidade: promovendo o encontro das agendas “verde” e “marrom”**. In: Ferreira, H. S. e Leite, J. R. M. (Orgs.). Estado de Direito Ambiental: tendências. Aspectos constitucionais e diagnósticos. Rio de Janeiro: Forense Universitária. 2004.

Fundação S.O.S. Mata Atlântica; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; Instituto Socioambiental. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período 1995-2000**. São Paulo, 2000.

Gardner, T. A, Barlow, J., Chazdon R., Ewers, R. M., Harvey, C. A., Peres, C. A., Sodhi, N. S. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecol Lett* n. 12, p. 561–582, 2009.

Gascon, C., Lovejoy, T.E., Bierregaard, R.O., Jr, Malcolm, J.R., Stouffer, P.C., Vasconcelos, H.L., Laurance, W.F., Zimmerman, B., Tocher, M. & Borges, S. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation**, v. 91, p. 223–229, 1999.

Goulart. N. R. **Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano**. 2006.

Lino, C. F. **Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. Campinas: Consórcio Mata Atlântica / Universidade Estadual de Campinas, v. 1, 1991.

Maricato, E. **Metrópole, legislação e desigualdade**. *Estud. av.* v. 17, n. 48, São Paulo May/Aug. 2003.

Melo, F. P, Arroyo-Rodríguez, V., Fahrig, L., Martínez-Ramos, M., Tabarelli, M. On the hope for biodiversity-friendly tropical landscapes. **Trends Ecol Evol** v. 28, n. 8, p. 462–468, 2013.

Metzger, J.P., Martensen, A.C., Dixo, M., Bernacci, L.C., Ribeiro, M.C., Teixeira, A.M.G, Pardini, R. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological Conservation** v. 142, p. 1166– 1177, 2009.

Metzger, J.P., Ribeiro, M.C., Ciocheti, G., Tambosi, L.R., 2008. Uso de índices de paisagem para a definição de ações de conservação e restauração da biodiversidade do Estado de São Paulo. In: Rodrigues, R.R., Joly, C.A., Brito, M.C.W., Paese, A., Metzger, J.P., Casatti, L., Nalon, M.A., Menezes, N., Ivanauskas, N.M., Bolzani, V., Bononi, V.L.R. (Eds.), **Diretrizes para Conservação e Restauração da Biodiversidade no Estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente and Fapesp, São Paulo, p. 120–127, 2008.

Ranta, P., Blom, T., Niemelä, J., Joensuu, E. e Siitonen, M. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. **Biod. and Cons.**, v. 7, p. 385-403, 1998.

Reinach. F. Florestas: quando 20 são 40. Disponível em:
<<http://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,florestas-quando-20-sao-40,10000064448>> Acesso em: 24.outubro.2010.

Ribeiro, M. C., Metzger, J. P.; Martensen, A. C.; Ponzoni, F. J.; Hirota, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

Travassos, L e SILVA, L. S. Problemas ambientais urbanos: Desafios para políticas públicas integradas. **Cadernos Metrópole** v.19, p. 27-47, 2008.

Villaça, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil, in Deák, C. e Schiffer, Sueli R. orgs. **O processo de urbanização no Brasil**, São Paulo, Fupam, Edusp, p.169-243, 1999.

Wilcox, B. A.; Murphy D. D. Conservation strategy: the effects of the fragmentation on extinction. **The American Naturalist**, v.125, p. 879-887, 1985.



Wright, S. The future of tropical forests. Ann NY Acad Sci v. 1195, p.1–27, 2010.