

IMPACTO AMBIENTAL DA EXPANSÃO URBANA NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA ITAPERU/ITAPOCU

PETERSON RICARDO FIORIO¹, BRUNA BATAGIN¹, ÉRICA SILVA NAKAI¹

¹*Departamento de Engenharia de Biosistemas, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Av. Pádua Dias, 11, CEP 13.418-900, Piracicaba, Brasil. E-mail: fiorio@usp.br; bbatagin@gmail.com; ericanakai@gmail.com.*

RESUMO: A expansão e ocupação urbana progride simultaneamente à preocupação direcionada às questões socioambientais. Objetivo foi analisar os impactos ambientais da ocupação urbana nas Áreas de Preservação Permanente (APP) da microbacia hidrográfica do Itaperu/Itapocu, de 1940 a 2016, por meio da interpretação de fotografias aéreas e imagem de satélite do RapidEye e Cbers-4. Os *buffers* das APPs foram criados de acordo com as legislações vigentes. Em todos os anos, verificou-se que ocorreu a indevida utilização das áreas legalmente protegidas. De 1940 a 2016 o crescimento urbano resultou na ocupação de 6,59 ha de maciços arbóreos e em muitos casos de APPs. Houve a extinção de cinco nascentes e redução de cursos d'água devido ao avanço de áreas de cana-de-açúcar, pastagem, área urbanizada, rodovia e solo exposto. A metodologia utilizada foi adequada para a análise temporal de uma microbacia hidrográfica.

Palavras-chave: gestão ambiental, área de preservação permanente, sistema de informação geográfica, uso e ocupação do solo

ENVIRONMENTAL IMPACT OF URBAN EXPANSION IN A STREAM WATERSHED ITAPERU/ITAPOCU

ABSTRACT: The expansion and human occupation progresses simultaneously to concern directed to the social-environmental issues. The objective was to analyse the environmental impact of urban occupation in the Permanent Preservation Areas (APPs) of the Itaperu/Itapocu stream watershed, from 1940 to 2016, through the interpretation of aerial images and RapidEye and Cbers-4 satellite images. APP buffer was created in accordance with current legislation. In all years, it has been verified an improper use of legally protected areas. From 1940 to 2016, urban growth resulted in the occupation of 6.59 ha of tree stands and, in many cases, of APPs. There was an extinction of five springs and reduction of watercourses due to the advance of sugar cane, pasture, urbanized area, highway and exposed soil areas. This methodology was satisfactory for accomplishing microwatershed temporal analysis.

Keywords: environmental management, permanent preservation area, geographic information system, soil use and occupation

1 INTRODUÇÃO

A necessidade humana de estabelecer seu território físico levou-o a interagir com o meio ambiente natural, transformando-o e adaptando-o. A ocupação humana nas cidades progride simultaneamente à preocupação direcionada às questões socioambientais, uma vez que no processo de expansão urbana, diversas áreas verdes e de preservação permanente são indevidamente ocupadas por

edificações, impulsionadas pela influência midiática e especulação imobiliária.

O tipo de uso ao redor de nascentes tem uma grande importância para proteção deste recurso hídrico. Mudanças significativas em uso da terra em bacias hidrográficas indicam que as cargas de nutrientes a jusante aumentam em 50% do percentual observado em águas da cabeceira (ALEXANDER et al., 2007). Aproximadamente 18,3% das nascentes intermitentes encontram-se em áreas que demandam de restauração (VIEIRA et al.,

2018). Portanto, há uma grande necessidade de identificação das mudanças de uso do solo e do manejo dessas áreas para sua recuperação.

Nos últimos anos, a utilização de geotecnologias evoluiu de forma significativa, destacando-se como uma importante ferramenta de gestão ambiental. Bosquilia (2014) comparou a utilização de fotografias aéreas, imagens do satélite SPOTS/IKONOS e do software Google Earth para mensurar o comprimento de drenagens e número de nascentes existentes na microbacia hidrográfica do Ceveiro em Piracicaba e, concluiu que a imagem de satélite SPOT/IKONOS foi satisfatória na definição do comprimento das redes de drenagem e a fotografia aérea na contabilização do número de nascentes. Moraes, Conceição e Corrêa (2013) utilizaram geotecnologias para avaliar a expansão urbana na bacia do córrego do Wenzel, município de Rio Claro, estado de São Paulo que resultaram em redução da vegetação e impermeabilização da superfície. Ávila, Fernandes e Carneiro

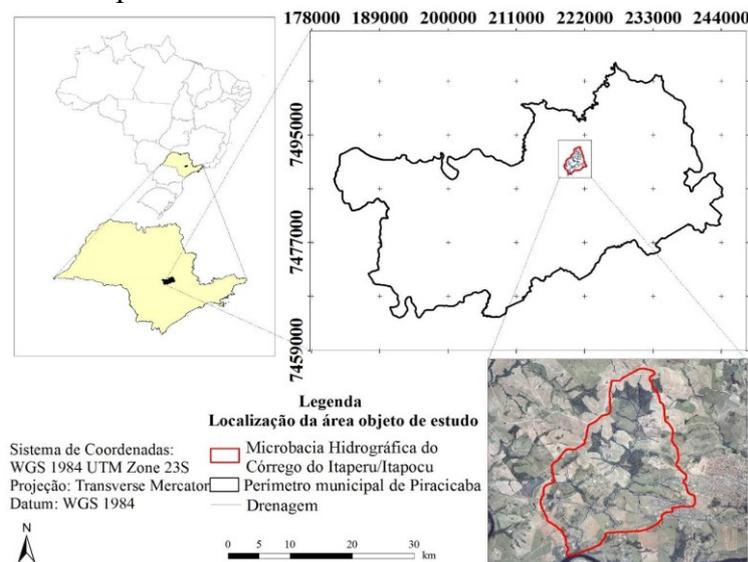
(2018) avaliaram os impactos ambientais no córrego Catingueiro, Goiás, em decorrência do crescimento desordenado da área urbana. Os autores identificaram impactos negativos como nascentes soterradas, sulcos e ravinas e ausência de mata ciliar.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos ambientais da ocupação urbana nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo de várias décadas, de 1940 a 2016, na microbacia hidrográfica do Itaperu/Itapocu, situada no município de Piracicaba, estado de São Paulo, por meio de geotecnologias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia hidrográfica do córrego Itaperu/Itapocu, está localizada em Piracicaba, na Latitude de 22° 40' S e Longitude de 47° 43' W. Situa-se na divisão do perímetro urbano com a zona rural e apresenta uma área de aproximadamente 900 hectares (ha) (Figura 1).

Figura 1. Localização da microbacia hidrográfica do córrego do Itaperu/Itapocu com relação ao perímetro municipal de Piracicaba.



Piracicaba abrange uma área de 1.378,07 km² (IBGE, 2016), sendo 229,66 km² (17%) de área urbana e 1.147,25 km² (83%) de área rural (INSTITUTO DE PESQUISAS E PLANEJAMENTO DE PIRACICABA, 2014). A população de Piracicaba, segundo dados do IBGE (2016) é de 394.419, sendo 17º município mais populoso do Estado de São Paulo.

De acordo com o Plano de Bacias Hidrográficas (AGÊNCIA DE ÁGUAS PCJ; COMITÊS PCJ; CONSÓRCIO PCJ, 2007), a região pertence ao Grupo Passa Dois formação Corumbataí, com predomínio de colinas médias, morrotes alongados e espigões. A cobertura florestal ocupa 27.600 ha no município, sendo 22.100 ha localizados fora dos limites de APPs e 5.500 ha dentro de APPs.

A vegetação é formada por Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual.

A partir de todo histórico da área de estudo, foram especificados os anos 1940, 1978, 2000, 2005, 2011 e 2016 e a metodologia foi segregada em etapas. Após selecionar a área de estudo, foram adquiridas cartas topográficas do Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC), identificadas pelos códigos SF-23-Y-A-IV-2-50-A e SF-23-Y-A-IV-2-50-C, na escala 1:10.000 datadas de 1978. Também foi utilizado o Mapa Municipal Estatístico elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala de 1:50.000 no ano 2000, articulação 1/1, para delimitar a rede de drenagem da microbacia hidrográfica do córrego do Itaperu/Itapocu.

Foram adquiridas fotografias aéreas pancromáticas e coloridas como também imagens orbitais do satélite RapidEye e Cbers-4 (Tabela 1). Para cada data foi realizada a fotointerpretação das fotografias aéreas com auxílio de estereoscópios de espelho. A fotointerpretação foi realizada segundo metodologia descrita por Rabben (1960), delimitando para cada par estereoscópico, a área útil. Posteriormente segundo Anderson (1982) utilizou-se técnicas de “overlay”, com folhas de acetato transparente, para a confecção

de mapas de uso e ocupação do solo em cada data. Os mapas obtidos por fotointerpretação foram digitalizados em scanners de mesa com resolução de 600 dpi. As imagens foram georreferenciadas e digitalizadas no software ArcGis. As imagens dos satélites RapidEye e Cbers-4 foram importadas diretamente no software ArcGis, bem como foram desenvolvidos os mapas ilustrativos dos anos especificados (Tabela 1). Assim, foi possível realizar a classificação visual nas imagens e mensurar cada uso. Com os mapas obtidos foi possível de comparar um período ao outro com as transições ocorridas na área, especialmente observar o avanço da área urbanizada na microbacia hidrográfica do córrego do Itaperu/Itapocu.

Na última etapa da metodologia, foram criados *buffers* das APPs no software ArcGIS, para cada um dos mapas gerados, baseando-se nas legislações pertinentes. É importante ressaltar as legislações ambientais utilizadas para dimensionar as APPs de cada período foram: Decreto nº 23.793/1934, Lei Federal nº 4.771/1965 e Lei Federal nº 12.651/2012. A partir dos *buffers* gerados, foi analisado se o uso e ocupação das APPs estava obedecendo o estabelecido em lei.

Tabela 1. Características das fotografias e imagens de satélite

Raster	Ano	Res. Espacial	Escala
Fotografia aérea	1940	18cm	1:35000
Fotografia aérea	1978	23cm	1:35000
Fotografia aérea	2000	23,5 cm	1:30000
Fotografia aérea	2005	23,5 cm	1:30000
RapidEye	2011	5m	
Cbers-4	2016	5m	

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uso de geotecnologias aliado ao histórico dessas mudanças de uso e ocupação do solo permitiu verificar a distribuição de nascentes e situação das APPS juntamente com a urbanização. Diante disso, foi analisado o crescimento urbano em Piracicaba juntamente com as alterações da cobertura vegetal, uma vez que a microbacia do Itaperu/Itapocu está localizada no vetor da expansão urbana desse

município, de acordo com Decreto Municipal 15.185/2013.

A expansão urbana de Piracicaba iniciou na metade do século XVIII, em virtude da oferta de solo fértil que propiciou o cultivo agrícola e incentivou a imigração para a região. Na década de 1940, a população rural de Piracicaba era maior do que a população urbana e as regiões, que apresentavam grandes áreas de cobertura vegetal, estavam localizadas na porção Oeste e Norte (SPAROVEK; COSTA,

2004). A área urbana ocupava apenas 0,08 ha da área da microbacia hidrográfica em estudo.

Nas primeiras décadas do século XX, houve um crescimento contínuo e ponderado resultante do ciclo do café (Figura 2). No final da década de 1960, a população piracicabana predominava nas áreas urbanas do município, houve aumento do número de fragmentos florestais e em área de cobertura florestal, dentro e fora do limite urbano, devido ao aumento de cobertura arbórea em chácaras e parques, além da regeneração de áreas de pasto (SPAROVEK; COSTA, 2004). Houve o surgimento dos primeiros loteamentos para população de baixa renda, na direção Noroeste (Santa Terezinha) e Sul (Paulicéia), nas áreas mais afastadas do centro urbano.

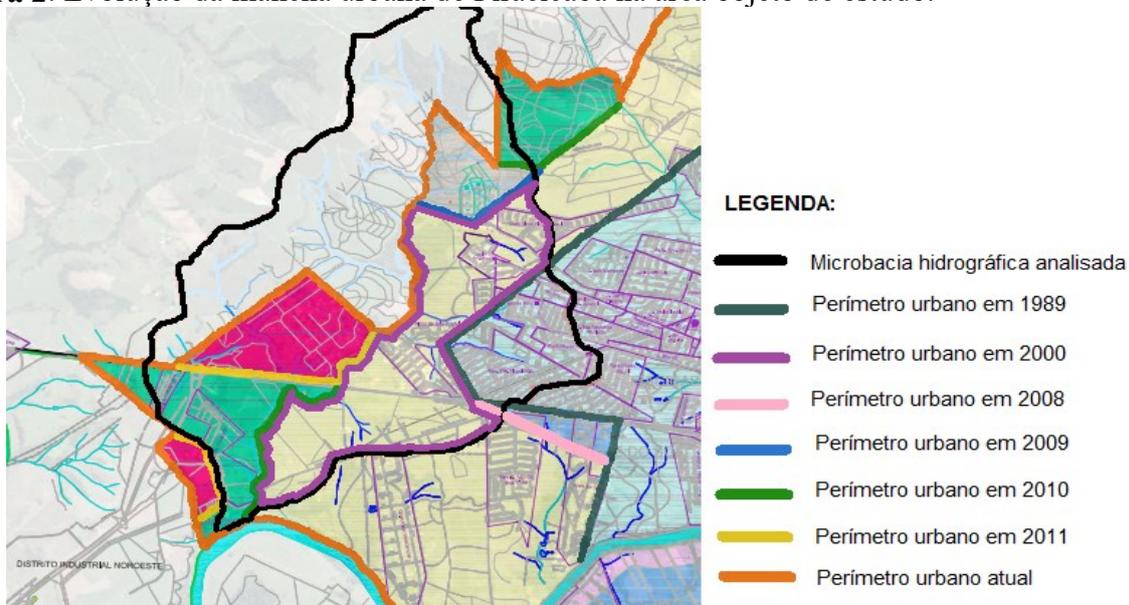
A partir da década de 1970, ocorreu o fortalecimento econômico no setor sucroalcooleiro. A cidade apresentou uma notável expansão urbana, por meio da chegada de migrantes que buscavam emprego em grandes indústrias que se instalaram. Novas obras rodoviárias foram construídas como a Rodovia do Açúcar, ligando a cidade a Rodovia Castello Branco e a duplicação da Rodovia Luiz

de Queiroz, até a sua ligação com a Rodovia Anhanguera, melhorando as condições de acesso e de escoamento da produção do município.

Nessa época, Piracicaba avançou os limites urbanos e abrangeu a região do Ribeirão Piracicamirim, do Ribeirão do Enxofre, e cresceu na direção Noroeste, com o crescimento considerável do distrito de Santa Terezinha. Foram criados loteamentos afastados do centro urbano da cidade e houve redução significativa da presença de vegetação arbórea (SPAROVEK; COSTA, 2004).

Os anos 90, em Piracicaba, foi um período que representou grande crescimento e desenvolvimento econômico e urbano, especialmente nas porções Oeste e Norte, onde foram reduzidas as áreas de cobertura vegetal (SPAROVEK; COSTA, 2004). Em 2000, a cidade de Piracicaba se expandiu em duas direções principais, a Noroeste e a Sudeste, bem como apresentou um crescimento populacional de 116% entre 1970 e 2000. A área urbanizada aumentou 109,10% em relação a 1940 (Figura 2).

Figura 2. Evolução da mancha urbana de Piracicaba na área objeto de estudo.



Fonte: IPLLAP (2014)

Em 1978, a área total ocupada pelas APPs era de 172,16 ha, onde predominavam pastagem e cana-de-açúcar (Figura 3). Apenas 44,44 ha, ou seja, um quarto das APPs, eram ocupados pelos maciços da microbacia

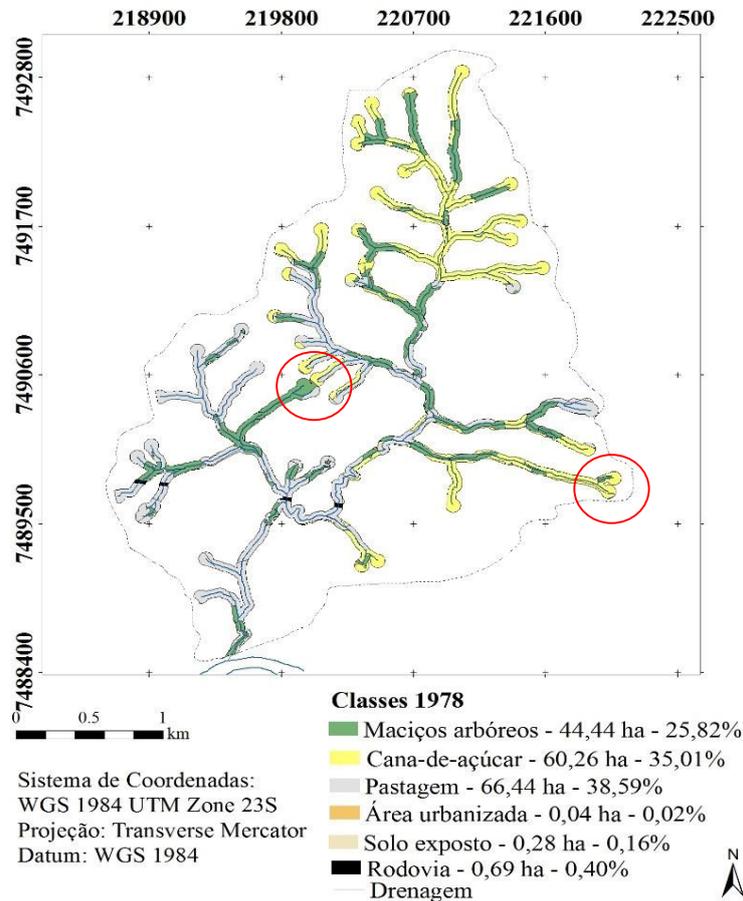
hidrográfica do córrego do Itaperu/Itapocu, estavam de acordo com a legislação no ano de 1978.

No ano 2000, a área ocupada pela APPs diminuiu para 163,13 ha e a área dos maciços

arbóreas foi de 59,81 ha. Além disso, ocorreu o desaparecimento de três nascentes e o encurtamento de alguns cursos d'água da microbacia (Figura 4). Em relação a 1978,

houve aumento das áreas com maciços arbóreos e das APPs e diminuição das áreas de pastagem. Nesses locais, houve avanço da área urbanizada em 3,03% das APPs (Figura 4).

Figura 3. Uso e ocupação do solo em Área de Preservação Permanente, de acordo com a lei vigente no ano de 1978.

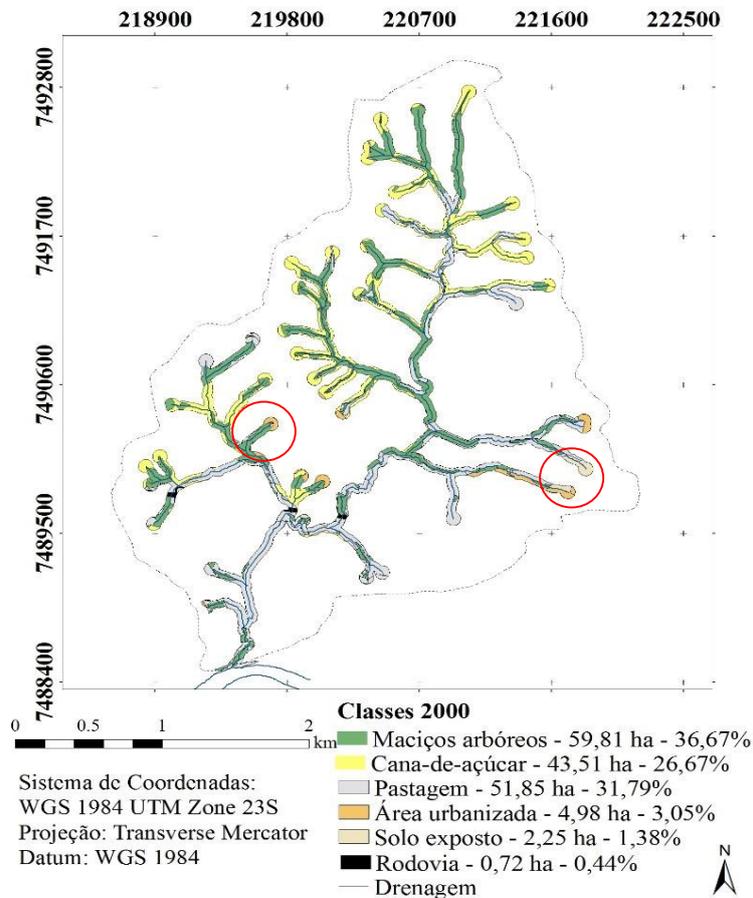


Casagrande (2005) obteve resultado similar ao analisar a bacia do ribeirão dos Marins, em Piracicaba, no período de 1962 a 2000, com o aumento dos maciços arbóreos em APPs, mesmo diante do avanço de áreas urbanas. Fiorio, Demattê e Sparovek (2000) também observaram aumento de mata nativa e manutenção das matas ciliares durante os anos de 1962 a 1995, na microbacia hidrográfica do Ceveiro, Piracicaba.

Em 2005, a área ocupada por maciços arbóreos foi de 55,40 ha, em uma área total de APPs de 164,23 ha (Figura 5). Entre os anos 2000 e 2005, houve uma redução de 2,94% das

áreas cobertas por maciços arbóreos, porém houve um aumento de 1,1 ha das APPs, por causa da ampliação de extensão em alguns trechos hídricos. Os cursos d'água buscam pelas condições de equilíbrio dos rios, eliminando as irregularidades locais seja por meio de erosão, o que pode justificar o aumento de APPs (GUEDES et al., 2006). As áreas urbanizadas deixaram de ocupar 0,69% das APPs, que pode estar relacionado ao maior respeito as legislações ambientais, porém as áreas de pastagem avançaram sobre esses locais legalmente protegidos em 10,17%.

Figura 4. Uso e ocupação do solo em Área de Preservação Permanente, de acordo com a lei vigente no ano 2000.

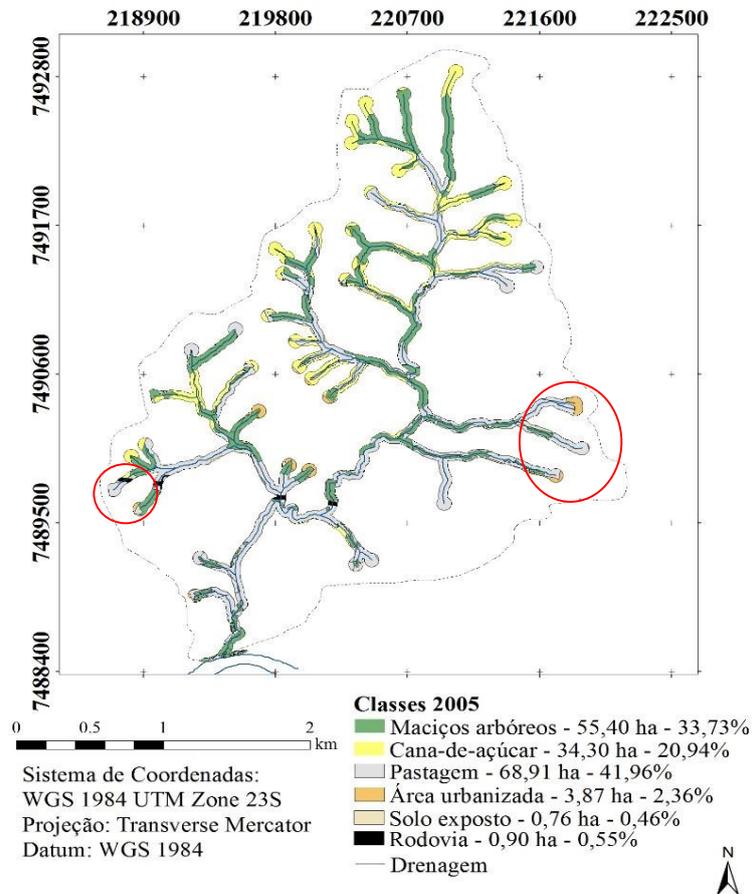


Em 2011, a área ocupada por maciços arbóreos foi de 85,16 ha, em uma área total de APPs de 152,74 ha (Figura 6). De 2005 a 2011, os maciços arbóreos estavam presentes em mais da metade das APPs, com um aumento de 22,02% com relação ao ano de 2005. Isso pode estar relacionado ao maior respeito as legislações ambientais, bem como pelo aumento de fiscalizações por parte de órgãos ambientais.

Por outro lado, nesse período ocorreu o avanço do perímetro urbano dentro da

microbacia hidrográfica, o que impulsionou a especulação imobiliária nessa região e acarretou em redução de 11,49 ha das APPs. Nas áreas assinaladas foram constatados os desaparecimentos de duas nascentes e um curso d'água (Figuras 4 e 5). Outro ponto crítico foi o aumento de solo exposto nas APPs, que propiciaram assoreamento de nascentes e rios e, conseqüentemente, impactos na quantidade e qualidade da água da microbacia hidrográfica do córrego do Itaperu/Itapocu.

Figura 5. Uso e ocupação do solo em Área de Preservação Permanente, de acordo com a lei vigente no ano de 2005.



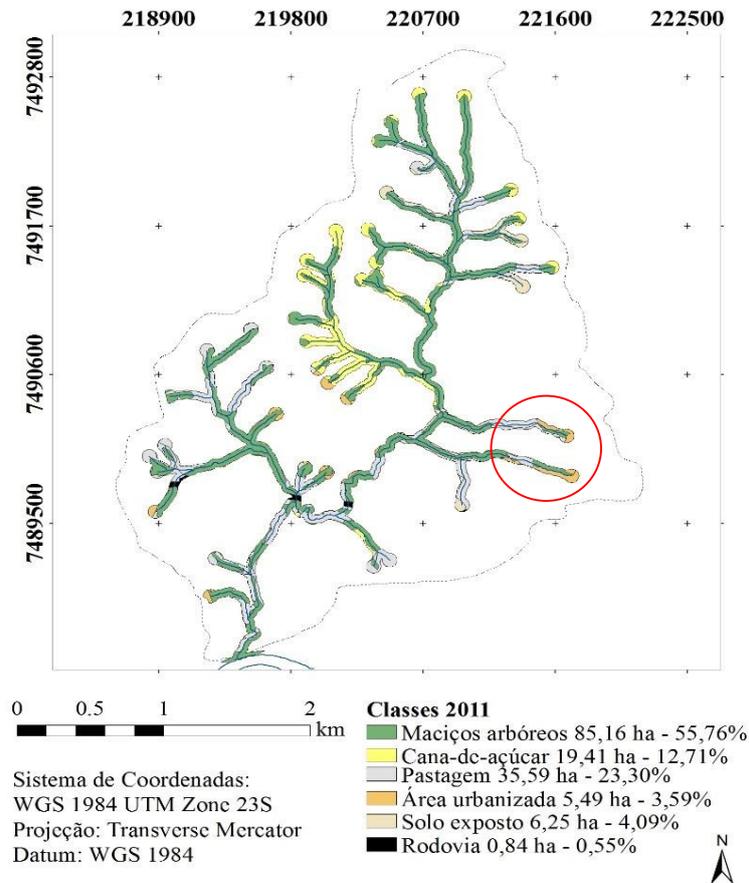
No período de 2011 a 2016, as APPs mantiveram sua extensão de 152,71 ha. Porém, houve uma redução considerável de 40,22 ha nos maciços arbóreos, sinalizando um alto grau de degradação antrópica na microbacia hidrográfica. A área urbanizada presente em área legalmente protegida subiu de 5,49 ha para 12,71 ha e houve um avanço de áreas de cana-de-açúcar e de pastagem (Figura 7).

Observou-se que, em um intervalo de cinco anos, 47,23% dos maciços arbóreos que existiam em APPs foram devastados e ocupados pela urbanização e atividade agrícola. Tal resultado indica a necessidade de mitigar os impactos ambientais ocasionados nesse local,

bem como prevenir que esse prejuízo ambiental aumente.

Em 2016, a área ocupada por maciços arbóreos foi de 44,94 ha, em uma área total de APPs de 152,71 ha (Figura 7). Do período de 1978 a 2016, ficou evidente que, apesar da constante modificação do uso e ocupação do solo nas APPs, a área ocupada pelos maciços arbóreos manteve-se praticamente a mesma. Entretanto, esse cenário não pode ser classificado como satisfatório pois, de acordo com a legislação ambiental e para o adequado desenvolvimento das áreas protegidas e da fauna ali existente, não deveriam existir outros usos do solo além dos maciços arbóreos.

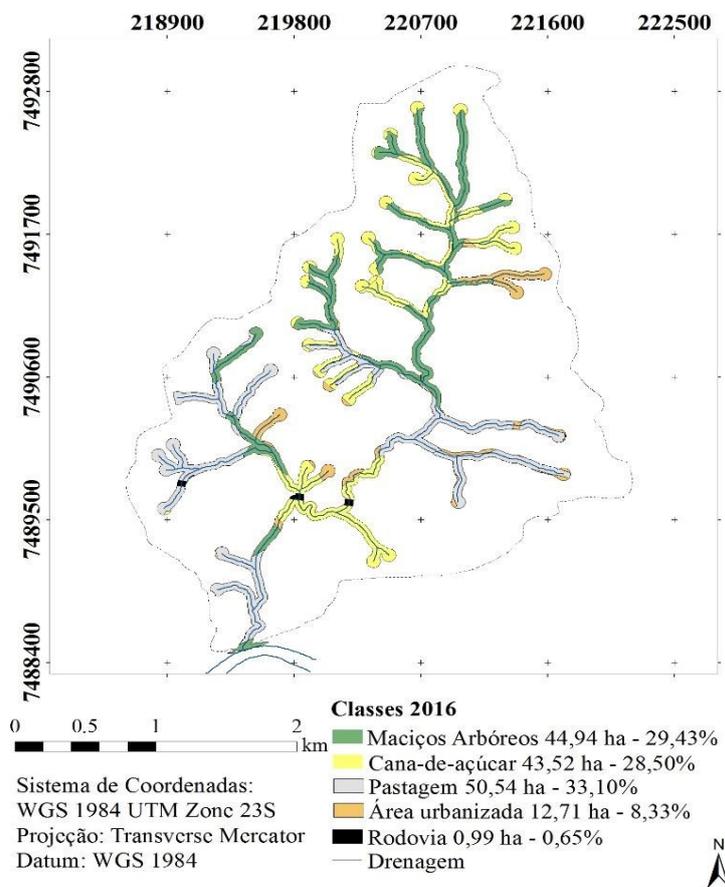
Figura 6. Uso e ocupação do solo em Área de Preservação Permanente, de acordo com a lei vigente em 2011.



De 1940 a 2016, o crescimento urbano resultou na ocupação de 6,59 ha de maços arbóreos e, em muitos casos, de APPs. As conversões de áreas de vegetação em urbanas, sem o devido planejamento, monitoramento e fiscalização podem gerar impactos negativos ao meio ambiente, como assoreamento e poluição dos cursos d'água, impermeabilização do solo e drenagem pluvial deficitária, entre outros

(NOGUEIRA; SANSON; PESSOA, 2007; GROSTEIN, 2001). Tais resultados alertam sobre a importância de se analisar os recursos naturais, especialmente sobre os recursos hídricos. Caiado e Santos (2006) destacaram que é necessário que seja efetuado o planejamento do uso e ocupação do solo, não somente da zona urbana, mas da cidade como um todo.

Figura 7. Uso e ocupação do solo em Área de Preservação Permanente, de acordo com a lei vigente em 2016.



Em todo período estudado, após análise das fotografias aéreas e imagens de satélite, as APPs foram reduzidas em 19,45 ha e foram extintas cinco nascentes e houve contração de alguns cursos d'água, que podem influenciar diretamente no volume e qualidade das águas da microbacia hidrográfica.

Em todos os anos, ocorreu a indevida supressão da vegetação nativa e legalmente protegida por cana-de-açúcar, pastagem, área urbanizada, rodovia e até mesmo solo exposto. Ademais, houve alteração na área total da APPs com o encolhimento de alguns cursos d'água e até mesmo, o desaparecimento de nascentes (círculos nas Figuras 3, 4, 5 e 6).

Tais resultados alertam sobre a importância de se analisar os recursos naturais existentes na região objeto de estudo, especialmente sobre os recursos hídricos, uma vez que com o adensamento urbano aumenta a demanda por água. As consequências da utilização inadequada da água podem ser eutrofização, alta concentração de material em suspensão, assoreamento, perda da

biodiversidade, alterações no nível dos cursos d'água e, conseqüentemente, no ciclo hidrológico, vulnerabilidade da área a proliferação de doenças tropicais de veiculação hídrica, bem como tornar a água tóxica pelo despejo de substâncias in natura (REIS, 2004).

É necessária uma ação urgente do poder público nessa região para mitigar os impactos ambientais ocasionados e prevenir futuros prejuízos ao ambiente local, tais como restauração das APPs por meio da demarcação dos seus limites, respeitando principalmente suas nascentes. É também imprescindível providenciar a recomposição florística com o plantio de espécies arbóreas stricto sensu em diversidade e quantidade, conforme determinado em legislações específicas.

4 CONCLUSÕES

A metodologia utilizada no presente trabalho foi adequada para a realização da análise temporal de uma microbacia hidrográfica. Houve alteração dos usos e

ocupação do solo em períodos até mesmo inferiores a uma década. Desde 1978 até o ano de 2016, as áreas de maciços arbóreos mantiveram-se as mesmas, porém houve uma redução na área total das APPs. Além disso, houve a extinção de 5 nascentes e o encurtamento de alguns cursos d'água. Os usos não estão em conformidade com a legislação ambiental vigente nos períodos estudados, necessitando de maiores fiscalizações dos

órgãos competentes. Próximos estudos irão analisar as mudanças ambientais de acordo com a legislação.

5 AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro ao projeto.

6 REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA DE ÁGUAS PCJ; COMITÊS PCJ; CONSÓRCIO PCJ. **Relatório Final**. Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 – 2020 (com propostas de atualização do enquadramento dos corpos d'água e de programa para efetivação do enquadramento dos corpos d'água até o ano de 2035). Piracicaba: Cobrape, 2007.
- ALEXANDER, R. B.; BOYER, E. W.; SMITH, R. A.; SCHWARZ, G. E.; MOORE, R. B. The role of headwater streams in down- stream water quality. **Journal of the American Water Resources Association**, Middleburg, v. 43, n. 1, p. 41-59, 2007.
- ANDERSON, P.S. **Fundamentos para fotointerpretação**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira da Cartografia, 1982.
- ÁVILA, A. S. N.; FERNANDES, L. B.; CARNEIRO, V. A. Impactos ambientais em nascente urbana: estudo de um trecho do córrego Catingueiro em Anápolis – GO. **Revista Terceiro Incluído**, Goiânia, v. 8, n. 1, p. 27-39, 2018.
- BOSQUILIA, R. W. D. **Geotecnologias aplicadas ao mapeamento de drenagens e nascentes**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- CAIADO, A. S. C. C.; SANTOS, S. M. M. Ocupações urbanas em áreas rurais: estudo sobre processos socioespaciais em curso no estado de São Paulo. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS*, 15., 2006, Caxambu. **Anais [...]**. Caxambu: ABEP, 2006. p. 1-17.
- CASAGRANDE, C. A. **Diagnóstico ambiental e análise temporal da adequabilidade do uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do ribeirão dos Marins**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- FIORIO, P. R.; DEMATTE, J. A. M.; SPAROVEK, G. Cronologia e impacto ambiental do uso da terra na microbacia hidrográfica do Ceveiro, em Piracicaba, SP. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 4, p. 671-679, 2000.
- GROSTEIN, M. D. Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 1-19, 2001.
- GUEDES, I. C.; SANTONI, G. C.; ETCHEBEHERE, M. L. C.; STEVAUX, C.; MORALES, N.; SAAD, A. R. Análise de perfis longitudinais de drenagens da bacia do rio Santo Anastácio (SP)

para detecção de possíveis deformações neotectônicas. **Revista UnG**, Guarulhos, v. 5, n. 1, p. 75-102, 2006.

IBGE. **Cidades e Estados**: Piracicaba. Brasília, DF: IBGE, 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/piracicaba.html>. Acesso em: 30 jun. 2016.

INSTITUTO DE PESQUISAS E PLANEJAMENTO DE PIRACICABA. **Mobilidade Urbana**. Caderno de Estudos e Projetos para o desenvolvimento sustentável de Piracicaba e aglomeração urbana. Piracicaba: IPPLAP, 2014.

MORAES, I. C.; CONCEIÇÃO, F. T.; CORRÊA, E. A. Geotecnologias para caracterização da expansão urbana em área de nascente do Córrego do Wenzel – Rio Claro/SP-Brasil. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: SBSR, 2013. p.4480-4487.

NOGUEIRA, A. C. F.; SANSON, F.; PESSOA, K. A expansão demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: INPE, 2007. p. 5427-5434.

RABBEN, E. L. Fundamentals of photointerpretation. *In*: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of photographic interpretation**. Washington: Asprs Publications, 1960. cap. 3, p. 99-186.

REIS, L. V. S. **Cobertura florestal e custo do tratamento de águas em bacias hidrográficas de abastecimento público**: caso do manancial do município de Piracicaba. 2004. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

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

VIEIRA R. R. S.; RIBEIRO, B. R.; RESENDE, F. M.; BRUM, F. T.; MACHADO, N.; SALES, L. P.; MACEDO, L.; SOARES-FILHO, B.; LOYOLA, R. Compliance to Brazil’s Forest Code will not protect biodiversity and ecosystem services. **Diversity and Distributions**, Medford, v. 24, n. 24, p. 434-438, 2018.