

# O PLANO DIRETOR INFLUENCIA NA PRODUÇÃO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS? UM ESTUDO DE CASO NA MICROBACIA DO PIRAJIBU-MIRIM, EM SOROCABA, SP

DOES THE MASTER PLAN INFLUENCE IN THE PRODUCTION OF ENVIRONMENTAL SERVICES? A STUDY CASE IN THE PIRAJIBU-MIRIM WATERSHED, SOROCABA, SP

## *Carina Júlia Pensa Corrêa*

Doutoranda e mestra em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – Sorocaba (SP), Brasil.

## *Kelly Cristina Tonello*

Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Docente da UFSCar – Campus Sorocaba (SP), Brasil. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2.

## *Fernando Silveira Franco*

Doutorado em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa. Docente da UFSCar – Campus Sorocaba (SP) e Bolsista de Produtividade Desen. Tec. e Extensão Inovadora do CNPq - Nível 2.

## *Marcelle Teodoro Lima*

Doutoranda em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis e mestra em Sustentabilidade na Gestão Ambiental pela UFSCar – Sorocaba (SP), Brasil.

### **Endereço para correspondência:**

Kelly Cristina Tonello –  
Universidade Federal de  
São Carlos – Campus  
Sorocaba – Rodovia João Leme  
dos Santos, SP-264,  
km 110 – Itinga – 18052-780 –  
Sorocaba (SP), Brasil –  
E-mail: kellytonello@yahoo.com

**Recebido:** 14/04/2017

**Aceito:** 05/07/2017

## **RESUMO**

O presente trabalho buscou avaliar os impactos do plano diretor de um município sob a perspectiva de produção e conservação de serviços ambientais. Localizada em Sorocaba (SP), a microbacia do Pirajibu-Mirim foi delimitada como área de estudo, e mapas de zoneamento, uso do solo, modelo digital de elevação e declividade foram elaborados. Com a análise dos dados, observa-se que a zona rural (ZR) e a zona de conservação ambiental (ZCA) sofreram reduções, assim como o tamanho mínimo estipulado para lotes em zonas de chácaras urbanas (ZCH). Embora atividades agrícolas sejam escassas no município, essas zonas são imprescindíveis para o aumento da permeabilidade do solo nas cidades e, quando manejadas corretamente, contribuem para a recarga dos lençóis freáticos. Além disso, grande parte da microbacia é ocupada por áreas degradadas e ociosas. Diante desse contexto, são sugeridas alternativas em curto e médio prazo para a melhoria da permeabilidade do solo em uma microbacia produtora de água.

**Palavras-chave:** bacia hidrográfica; zoneamento; uso do solo; gestão de recursos naturais.

## **ABSTRACT**

This research aimed to evaluate the impacts of a master plan for production and conservation of environmental services. The Pirajibu-Mirim watershed, in Sorocaba (SP), was delimited as a study area, and zoning, land use, digital elevation model and slope maps were elaborated in its perimeter. With data analysis, it can be observed that the rural area and the environmental conservation zone have been reduced, such as the minimum size stipulated for lots in urban areas. Although agricultural activities are practically non-existent in the municipality, these zones are essential to increase the permeability of soil in the cities, and contribute to the recharge of groundwater. In addition, much of the watershed is occupied by degraded and idle areas. In this context, short and medium term alternatives are suggested to improve soil permeability in a water producing watershed.

**Keywords:** watershed; zoning; land use; natural resources management.

## INTRODUÇÃO

O meio urbano enfrenta dificuldades para aliar o seu desenvolvimento socioeconômico com a manutenção de serviços ambientais imprescindíveis para a população. A impermeabilização do solo, a canalização de córregos, a poluição de recursos hídricos e a supressão de vegetação são consequências quase inevitáveis do crescimento populacional em grandes centros. Esses conflitos merecem ainda mais atenção quando presentes em regiões estratégicas para a conservação de recursos naturais, como bacias hidrográficas responsáveis pelo abastecimento de água.

A bacia hidrográfica pode ser definida como a área de captação do escoamento superficial que alimenta um sistema aquático (CALIJURI & BUBEL, 2006). Essa unidade geomorfológica pode ser um objeto preciso para fins de pesquisa, planejamento e gestão, frente aos aspectos geomorfológicos que propiciam um recorte geográfico exato. Para uma análise em menor escala, a divisão em microbacias pode ser aplicada. Existem diferentes conceitos utilizados para delimitar uma microbacia, que podem envolver a extensão territorial, a hidrologia e o ordenamento dos corpos d'água.

Faustino (1996) considera que a microbacia possui área de drenagem inferior a 100 km<sup>2</sup>. Baseando-se nos conceitos de Horton (1945) e Strahler (1964), a ordem dos corpos d'água é utilizada para a classificação das microbacias. Visto que o sistema de drenagem é constituído pelo curso d'água principal e seus tributários ou afluentes, cursos d'água sem tributários são considerados de primeira ordem. Cursos d'água denominados de segunda ordem são aqueles que recebem somente tributários de primeira ordem, independentemente do número de tributários. Cursos d'água de terceira ordem são aqueles que recebem dois ou mais tributários de segunda ordem, podendo receber também tributários de primeira ordem. Assim, as bacias que possuem rios até a quarta ordem podem ser classificadas como microbacias.

O estudo da microbacia hidrográfica proporciona a vantagem do gerenciamento simultâneo e interdependente dos aspectos sociais, ambientais e econômicos, possibilitando a execução de planejamento e administração integrada dos recursos naturais, além de permitir condições geográficas e sociais positivas à comunidade local (PEDROSA et al., 2011). Além disso,

a relação entre os fatores bióticos e abióticos pode ser observada com maior intensidade, e perturbações ecológicas podem afetar diretamente na dinâmica de seu funcionamento (MOSCA, 2003).

Na prática, conciliar o uso do solo nos municípios majoritariamente urbanos com a gestão sustentável de bacias hidrográficas pode ser um desafio. Alguns instrumentos legais foram desenvolvidos no Brasil com diretrizes gerais para política urbana e para garantir à população a gestão democrática do meio urbano. A Lei Federal nº 10.257/01, que institui o Estatuto da Cidade, foi uma regulamentação do artigo 182 da Constituição Federal de 1988. Esse artigo trata especificamente da política urbana, que “tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes” (BRASIL, 1988).

Sua instituição, na teoria, pode ser um avanço nos aspectos fundiários urbanos, com o estabelecimento de instrumentos como: Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) progressivo para áreas ociosas; parcelamento, edificação ou utilização compulsórios; desapropriação com pagamento em títulos da dívida pública e regularização de loteamentos antes tidos como ilegais (SILVA, 2001). Do ponto de vista do planejamento territorial municipal, foi instituída a obrigatoriedade de um plano diretor para municípios com população a partir de 20.000 habitantes, integrantes de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas, áreas de especial interesse turístico e inseridos na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto de âmbito regional ou nacional (BRASIL, 2001).

Considerando os municípios brasileiros com população maior de 20.000 habitantes, aproximadamente 90% possuem plano diretor. Em municípios menores, onde a instituição do plano é facultativa, a adesão é de 20% (THERY & THERY, 2014). Quando contabilizados apenas os municípios com mais de 100.000 habitantes, a taxa sobe para 99% (BRASIL, 2015). A aplicação dos instrumentos previstos no plano, entretanto, exige regulamentação específica, como o Decreto Estadual nº 56.589/15, que instituiu, no município de São Paulo, o IPTU progressivo no tempo (SÃO PAULO, 2015). Alguns desses instrumentos ainda enfrentam grande

resistência para serem praticados nos municípios, em especial o IPTU progressivo (TONELLA, 2013).

Um levantamento realizado pelo Ministério da Justiça concluiu que, até 2015, em apenas 32% dos municípios havia lei específica para aplicação do Parcelamento, Edificação ou Utilização Compulsórios (PEUC) (BRASIL, 2015). Esse instrumento permite à administração pública municipal reivindicar que o proprietário de imóvel urbano edifique em sua área não edificada ou subutilizada ou dê um uso caso o imóvel esteja vazio.

O plano diretor de uma cidade, de acordo com Rolnik e Pinheiro (2004), deve estabelecer como a propriedade cumprirá sua função social, de forma a garantir o acesso à terra urbanizada e regularizada e reconhecer a todos os cidadãos o direito à moradia e aos serviços urbanos. Dessa forma, os municípios são divididos em diversas zonas de uso, para ordenação de parcelamento, uso e ocupação do solo.

O uso e a ocupação do solo influenciam direta ou indiretamente na provisão de serviços ambientais ou ecossistêmicos (DELGADO & MARÍN, 2016; SIRAKAYA *et al.*, 2017). Esses serviços sustentam a população humana e consistem em: serviços de provisão (como obtenção de alimentos, água e fibras); serviços de regulação (regulação climática, controle de doenças e purificação da água); serviços culturais (educação ambiental, ecoturismo e herança cultural) e serviços de suporte (manutenção do solo, ciclagem de nutrientes e produção primária) (NAHLIK *et al.*, 2012; BROWN, 2013; WUNDER, 2015; ROSA *et al.*, 2016).

Um exemplo de serviço ecossistêmico de regulação de extrema importância para as comunidades humanas nas bacias hidrográficas é o de regulação hídrica, especialmente a disponibilidade e qualidade de água para abastecimento público (JUJNOVSKY *et al.*, 2017; CHAIKAEWA *et al.*, 2017). Um ecossistema equilibrado inclui a manutenção da qualidade da água superficial, com diminuição da erosão, redução dos sedimentos em corpos d'água e filtragem de poluentes (SALEMI *et al.*, 2012). As formações florestais são especialmente importantes para a provisão desses serviços, cuja ausência pode afetar diretamente o bem-estar humano, desencadeando insegurança alimentar e restrição do acesso à água potável (TENGBERG *et al.*, 2012).

Embora a importância da produção e conservação desses serviços nas cidades seja reconhecida atualmente (CALDERON-CONTRERAS & QUIROZ-ROSAS, 2017; CHEN *et al.*, 2017), existem casos em que ela pode ser negligenciada na formulação de políticas urbanas. Assim, o presente estudo objetivou avaliar os impactos de um plano diretor na produção de serviços ambientais. O estudo de caso foi realizado no município de Sorocaba (SP), onde a reformulação do plano, em 2014, levantou diversos debates e enfrentou grande resistência. A microbacia hidrográfica do Pirajibu-Mirim foi adotada para análise mais detalhada, e em seu perímetro foram obtidos o zoneamento do município instituído pelo plano diretor, o uso e a ocupação do solo, os dados de declividade e o modelo digital de elevação do terreno.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O município de Sorocaba localiza-se no sudeste do estado de São Paulo, a 92 km da capital, na chamada borda de depressão periférica paulista (IGC, 2014). Apresenta área de 449 km<sup>2</sup>, com população de 608.692 habitantes, 99% dela residente na zona urbana (IBGE, 2015). A vegetação é caracterizada por uma área de ecótono entre Mata Atlântica e cerrado, com a presença das fitofisionomias: floresta estacional semidecidual, floresta ombrófila densa, cerrado, campos cerrados e matas de várzea (BRASIL, 2011). Entretanto, de acordo com Smith *et al.* (2014), atualmente apenas 4,46% da área do município é cober-

ta por fragmentos florestais em estágios médios ou avançados de regeneração.

Sorocaba é integrante da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI-10). O rio Sorocaba, corpo d'água que atravessa e dá nome à cidade, é o principal afluente da margem esquerda do rio Tietê (IGC, 2014). Para uma análise em menor escala, a microbacia do Pirajibu-Mirim foi escolhida pela importância de seus recursos hídricos e seu potencial para conexão de fragmentos florestais (Figura 1). O rio Pirajibu-Mirim colabora com 10% do abastecimento de água para a população, por meio da represa do Pirajibu.

## Elaboração de mapas e análise dos dados

O zoneamento proposto pelo plano diretor de 2014 foi discutido e comparado à versão anterior, de 2004. Posteriormente, esse zoneamento foi delimitado à microbacia do Pirajibu-Mirim, e as proporções da Zona de Conservação Ambiental (ZCA), Zona de Chácara Urbanas (ZCH), Zona Industrial 1 (ZI1), Zona Industrial 2 (ZI2), Zona Rural (ZR), Zona Residencial 1 (ZR1), Zona Residencial 2 (ZR2) e Zona Residencial 3 (ZR3) foram calculadas em seu limite. O mapa de zoneamento, assim como os outros mapas presentes no trabalho, foi elaborado com o auxílio do programa Quantum GIS 1.6, *software* livre de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), e possui projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 23S.

Para a construção do mapa de uso e ocupação do solo na microbacia estudada foram utilizadas imagens do

satélite Rapideye (2014), fornecidas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), e imagens de satélite do programa *Google Earth*, para adequações temporais. Além disso, a microbacia foi percorrida entre os meses de maio e agosto de 2015 para confirmação dos dados encontrados no mapa. A delimitação das categorias Agricultura, Florestas Plantadas, Fragmentos Florestais, Instalações Urbanas, Lagoas e Solo Descoberto foi feita por meio da digitalização em tela, e as áreas relativas de cada categoria foram calculadas e discutidas. Os dados de declividade e de altitude também foram obtidos com o auxílio de mapas, e o resultado foi comparado às declividades e altitudes mínimas determinadas pelo Código Florestal Brasileiro como Áreas de Preservação Permanente (APPs) (BRASIL, 2012).

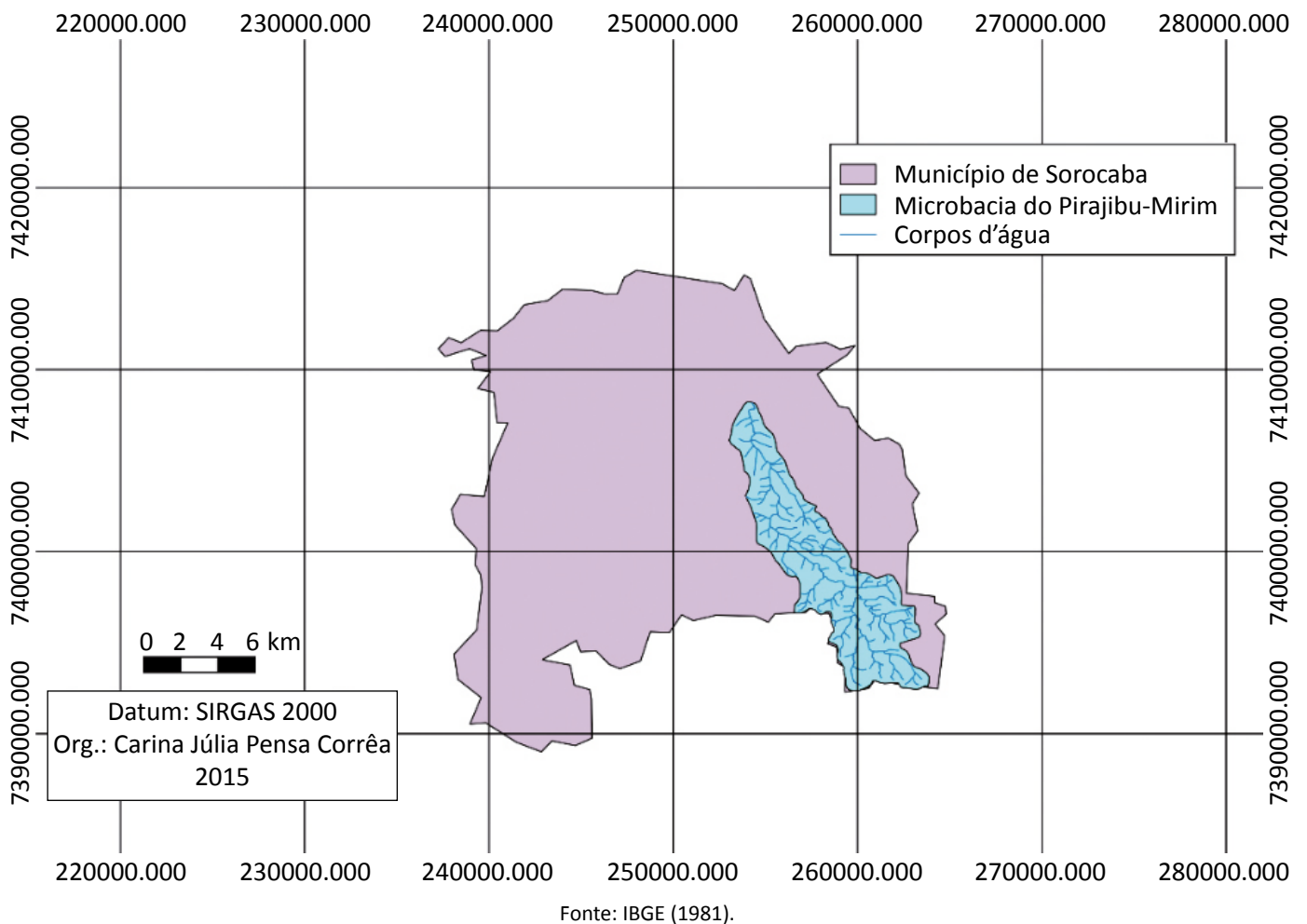


Figura 1 – Limite do município de Sorocaba (SP) com a localização da microbacia do Pirajibu-Mirim e seus corpos d'água.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Plano diretor em Sorocaba

O município de Sorocaba instituiu o seu primeiro plano diretor em 1966, o qual passou por diversas reformulações até chegar à versão atual. A Lei Municipal nº 7.122 foi decretada e promulgada em 2004, instituindo 13 zonas de uso, divididas em área urbana, área de expansão urbana e área rural. O zoneamento proposto expandiu a zona urbana e permitiu novos parcelamentos de terra na ZR, mesmo não havendo essa necessidade. Já naquela época havia grande número de terrenos não utilizados ou mal aproveitados na zona urbana da cidade, servindo apenas para especulação imobiliária (SOROCABA, 2004; CYMBALISTA & SANTORO, 2009).

Em 2014, a mais recente reformulação do plano foi iniciada (Projeto de Lei nº 178), e o plano diretor (Lei nº 11.022/14) foi aprovado com menos de um ano de tramitação. No entanto, algumas mudanças foram amplamente questionadas, como a redução da ZR e da ZCA, além da diminuição da área mínima dos lotes classificados no zoneamento como ZR2 e ZR3. Dessa forma, cinco meses após a aprovação da lei, um inquérito foi encaminhado à Procuradoria-Geral de Justiça para a abertura de ação por inconstitucionalidade, em que o promotor expõe a inclusão de emendas ao projeto original que não foram objeto de debate popular e impactos ambientais que podem decorrer do novo zoneamento.

As emendas contestadas foram as seguintes: nºs 02, 24, 28, 29, 32, 33, 34, 49, 60, 68, 128, 171, 173, 174, 178, 204, 206, 216 e 220, além de alterações no Mapa de Zoneamento Municipal 02 (MP2). No conteúdo do inquérito, são destacados o abuso do poder de emendar, a ausência de planejamento técnico na produção da lei de ordenamento do uso e ocupação do solo e a violação ao princípio da impessoalidade, visto que alguns proprietários foram beneficiados em detrimento do interesse público, sem justificativa razoável. A ação direta por inconstitucionalidade foi considerada procedente pelo desembargador responsável, mas os réus — presidente da Câmara Municipal e prefeito de Sorocaba — ainda buscam recursos (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2015).

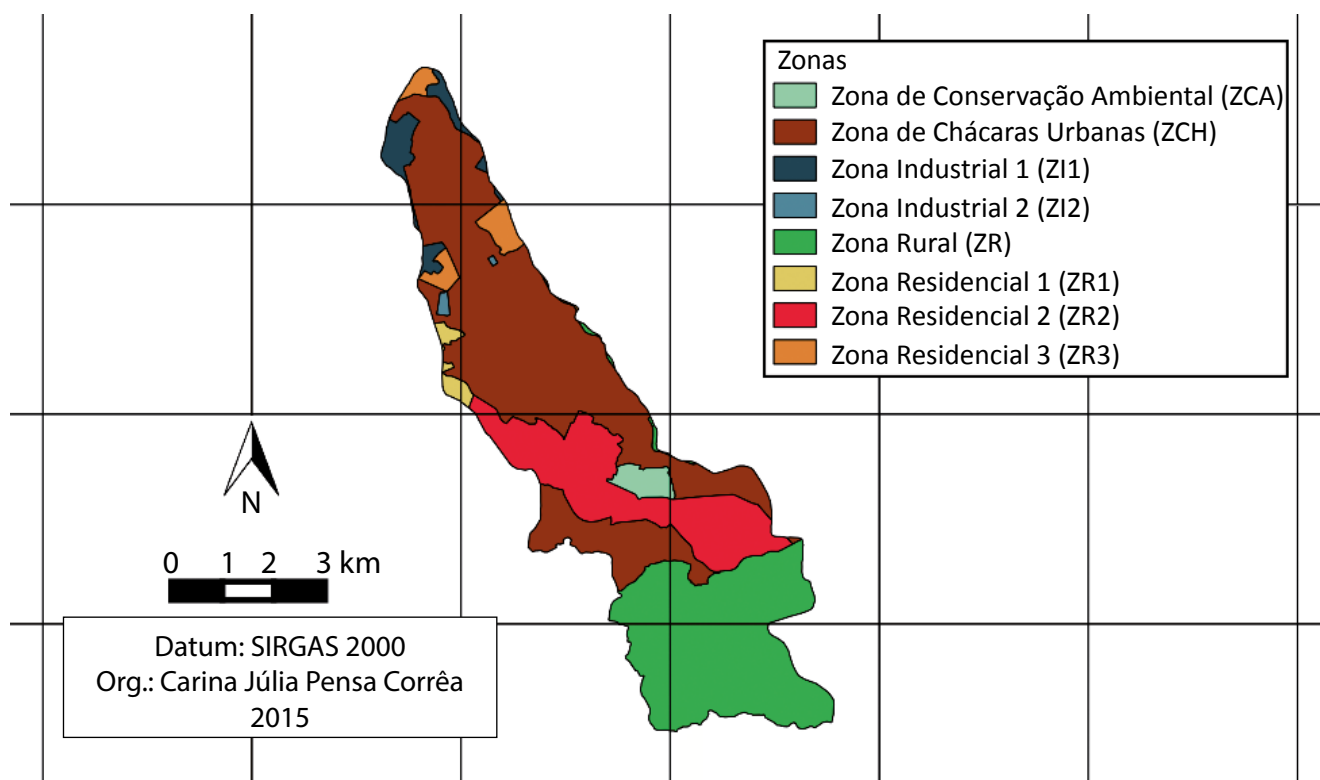
Pizella (2015, p. 644) destaca que o zoneamento municipal, quando realizado de forma participativa, “possibilita que atores sociais preocupados com a questão socioambiental interfiram em seu processo de elaboração, de modo a impedir que interesses puramente econômicos prevaleçam”. Assim, os impactos ambientais decorrentes da expansão urbana, como a impermeabilização do solo e a redução de áreas verdes, podem não ter sido esclarecidos para a população. Alguns questionamentos que envolvem a constitucionalidade do processo giram em torno das audiências públicas, que devem ser convocadas de acordo com o Conselho das Cidades.

A participação popular, embora ainda não esteja presente na maioria dos processos de tomada de decisão no Brasil, é assegurada pela legislação. A Resolução Federal nº 25/2005 institui a ampla comunicação pública, em linguagem acessível, por meios de comunicação social de massa disponíveis. A população deve ter ciência do cronograma e dos locais das reuniões, da apresentação dos estudos e das propostas sobre o plano diretor com antecedência de, no mínimo, 15 dias. Por fim, o poder público deve garantir a diversidade da realização dos debates por segmentos sociais, temas e divisões territoriais, como, por exemplo, bairros e distritos, alternando os locais de discussão (BRASIL, 2005). Em Sorocaba, as audiências ocorreram somente na Câmara dos Vereadores e no Paço. Camargo e Moraes (2015) apresentam estudo de um plano diretor que foi discutido de forma participativa, em Joinville (SC), mostrando a possibilidade de a população não apenas legalizar, mas também legitimar o processo.

No novo zoneamento instituído, a ZR diminuiu ainda mais do que na versão de 2004, passando de 80,2 para 65,0 km<sup>2</sup>, uma redução de 19%. A ZCA da cidade sofreu ainda mais impactos com o novo plano, passando de 20,9 para 11,6 km<sup>2</sup>, uma redução de 45%. Essas mudanças, que resultaram no aumento de 26% da zona urbana, têm como justificativa o aumento da população no município (SOROCABA, 2014). Para análise específica do zoneamento proposto pelo plano diretor de 2014 na área de estudo, as novas zonas foram delimitadas dentro da microbacia do Pirajibu-Mirim (Figura 2, Tabela 1).

A divisão das zonas considerou os usos permitidos e os parâmetros urbanísticos estabelecidos no Plano de Zoneamento dos Municípios. A ZCA é destinada à manutenção da permeabilidade do solo, com cobertura vegetal e

baixos índices de ocupação. A ZCH possui parcelamento do solo restrito, tanto no tamanho do terreno quanto na intensidade e extensão da ocupação, e é predominante na microbacia (46,1% do território). A ocupação de imó-



Fonte: IBGE (1981); Sorocaba (2014).

**Figura 2 – Zoneamento de acordo com o plano diretor de Sorocaba.**

**Tabela 1 – Áreas relativas das zonas inseridas na microbacia do Pirajibu-Mirim.**

Zona	Área relativa (%)
Zona de Conservação Ambiental (ZCA)	1,6
Zona de Chácaras Urbanas (ZCH)	46,1
Zona Industrial 1 (ZI1)	3,0
Zona Industrial 2 (ZI2)	0,3
Zona Rural (ZR)	28,2
Zona Residencial 1 (ZR1)	1,1
Zona Residencial 2 (ZR2)	16,8
Zona Residencial 3 (ZR3)	2,8
Total	100,0

veis na ZCH deve garantir a permeabilidade do solo e a destinação de áreas para proteção de vegetação, embora esses índices não sejam estipulados pela lei.

O artigo 125 do plano diretor traz as dimensões mínimas para lotes resultantes de parcelamento do solo nas zonas urbanas. A ZCH manteve seu tamanho mínimo original, de 1.000 m<sup>2</sup>. No entanto, foi acrescentada ao novo plano a permissão para novos parcelamentos do solo com lotes de 600m<sup>2</sup> de área territorial, desde que o empreendimento tenha sistema individual para tratamento de esgoto. Esses novos parcelamentos podem resultar na diminuição das áreas com permeabilidade, prejudicando a infiltração de água no solo na microbacia.

A ZI1 é composta por áreas de atividades industriais já consolidadas e em expansão. Já a ZI2 é constituída por regiões com ocupação industrial histórica e uso misto com áreas de urbanização. As zonas residenciais também são divididas em 1, 2 e 3. Na ZR1, as áreas são predominantemente residenciais, com baixa densidade de ocupação e percentuais de edificações limitados. A ZR2 apresenta bairros já consolidados, com média densidade de ocupação, enquanto a ZR3 destina-se à expansão da urbanização, com alta densidade de ocupação (SOROCABA, 2014).

A ZR é destinada a atividades econômicas não urbanas, com imóveis e parcelamentos do solo voltados a atividades rurais. Essa área ocupa 28,2% da microbacia e corresponde à região em que estão localizadas as nascentes do rio Pirajibu-Mirim, sendo de extrema importância para a conservação dos recursos hídricos. De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba (SEMA), essa área pode pertencer a apenas um proprietário, uma grande empresa da região. Vale destacar que a região

## Uso e ocupação do solo

Um mapa de uso do solo auxilia na compreensão da paisagem local e dos impactos ambientais decorrentes dessa ocupação. Com a análise do uso do solo e das características físicas da região, observam-se três panoramas: o real, que indica como está a ocupação, atualmente, na microbacia; o ideal, que seria aplicado se o planejamento urbano levasse em consideração todos os aspectos ambientais do local, a fim de conservar os serviços ambientais aliados ao bem-estar da população; e o estipulado pelo plano diretor, que pode estar distante do real e do ideal.

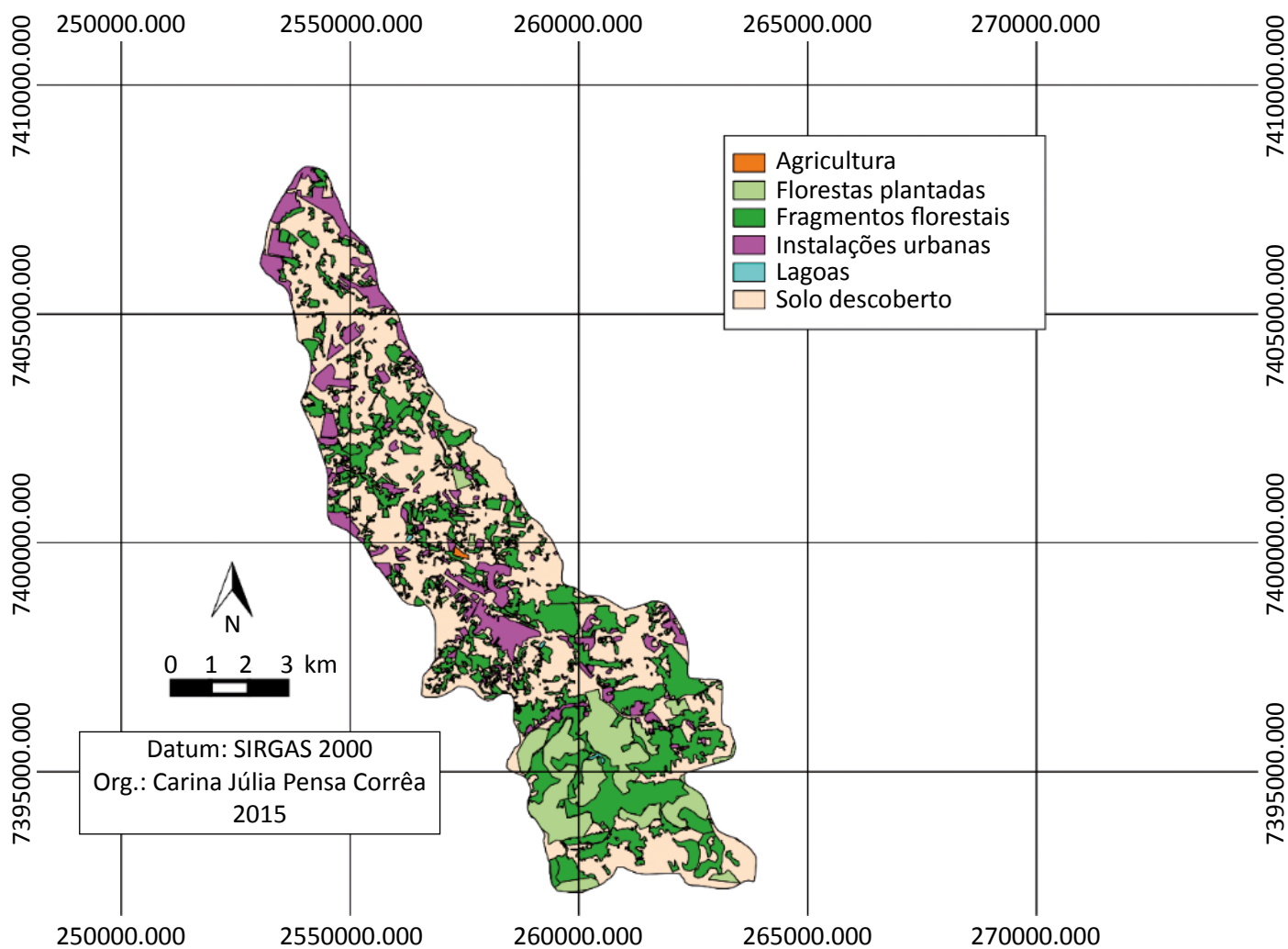
da microbacia apresenta maior parcela de ZR do que o resto do município. Se considerado todo o território de Sorocaba, a zona rural abrange apenas 14%.

O estabelecimento preciso dos limites de todas as propriedades, no entanto, não foi possível. Até o presente momento, o arquivo contendo os lotes mapeados pela prefeitura mostra lacunas, ou seja, há propriedades que ainda não foram digitalizadas. A ZR deveria ter todos os seus lotes mapeados até 5 de maio de 2016. Esse seria o prazo máximo para o estabelecimento do Cadastro Ambiental Rural (CAR), registro público eletrônico, de âmbito nacional, instituído pelo Código Florestal com o objetivo de integrar as informações ambientais das propriedades e posses rurais (BRASIL, 2012). O prazo inicial era de um ano após o estabelecimento do sistema, que foi realizado em 2014. Ele foi prorrogado por um ano, e já existem projetos de lei que defendem seu adiamento por mais três anos. Observa-se que há regiões na ZCH que também não possuem seus lotes delimitados, dificultando, assim, o controle do tamanho dos parcelamentos estipulados pelo plano diretor.

Vale destacar que há, no plano, uma divisão do município em escala maior do que a zona, denominada macrozona: Macrozona com Grandes Restrições à Ocupação (MGRO), Macrozona com Restrições Moderadas à Ocupação (MMRO), Macrozona com Pequenas Restrições à Ocupação (MPRO) e Macrozona de Conservação Ambiental (MCA). A MCA engloba áreas de várzeas do rio Pirajibu-Mirim, e em seu perímetro são permitidos apenas usos que garantam a manutenção da permeabilidade do solo e da cobertura vegetal, como parques urbanos (SOROCABA, 2014).

No caso estudado, foram encontrados fragmentos de vegetação nativa que representam 32,16% do total da área da microbacia (Figura 3, Tabela 2). A maior parte desses fragmentos está concentrada na porção sul, na área pertencente à Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), do grupo Votorantim. Observa-se, também, que é nessa área que se concentram plantações de florestas com espécies exóticas, atividade econômica que pode ter contribuído para a conservação da mata.

Seu modelo de plantio assemelha-se ao das plantações em mosaico, em que há espécies nativas intercaladas



Fonte: IBGE (1981); Rapideye (2014).

**Figura 3 – Mapa de uso e ocupação do solo na microbacia do Pirajibu-Mirim.**

**Tabela 2 – Áreas relativas das categorias de uso do solo na microbacia do Pirajibu-Mirim.**

Categoria	Área relativa (%)
Agricultura	0,07
Florestas Plantadas	10,57
Fragmentos Florestais	32,11
Instalações Urbanas	25,00
Lagoas	0,09
Solo Descoberto	32,16
Total	100,00



com exóticas. Dessa forma, algumas características ambientais positivas podem ser alcançadas, como a estabilização do uso da água na região. As florestas plantadas também podem trazer benefícios encontrados em florestas nativas, como o controle da erosão e o aporte de carbono (FERRAZ *et al.*, 2013; MUNHOZ *et al.*, 2012).

Áreas com plantio de espécies agrícolas herbáceas são praticamente inexistentes na região, mesmo na parcela correspondente à ZR. Nesse aspecto, a microbacia segue a tendência do município de Sorocaba, onde a agricultura tem pouca participação na economia. Mesmo diante desse contexto, foi instituída, na microbacia, a Lei Municipal nº 162/2011 para incentivar a política pública de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA).

Os programas de PSA, adotados em diversos países do mundo, remuneram provedores de serviços ambientais por meio de fundos construídos a partir da lógica do usuário/poluidor-pagador (GUEDES & SEEHUSEN, 2011; ESCOBAR *et al.*, 2013; EZZINE-DE-BLAS *et al.*, 2016; GRIMA *et al.*, 2016). Esses provedores são, em grande parte, agricultores familiares ou comunidades tradicionais que residem nas zonas rurais e podem, por meio do manejo sustentável de sua propriedade, fornecer serviços ecossistêmicos à comunidade (FIGUEIREDO *et al.*, 2013).

Os programas de PSA podem representar uma importante ferramenta para a conservação de nascentes e matas ripárias em regiões prioritárias. Destaca-se que, além de instrumento econômico para a conservação do meio ambiente, o PSA deve resultar em benefícios sociais para as comunidades rurais envolvidas. Um caminho para o alcance desses objetivos seriam as parcerias institucionais entre agentes governamentais, não governamentais e privados (ROSA *et al.*, 2014; CHIODI & MARQUES, 2015). No entanto, de acordo com Corrêa *et al.* (2016), um projeto dessa natureza encontraria dificuldade para ser implementado na região estudada, justamente pela ausência de agricultores e áreas aptas a receber os benefícios.

Com a ausência de agricultura, 32,10% das áreas estão degradadas — áreas de mineração desativadas, pastos abandonados, terrenos sem edificação ou uso alternativo do solo — ou com o solo descoberto. Nos trabalhos de campo realizados, observou-se que muitas áreas de

solo descoberto possuem as mesmas características: são áreas cercadas, comumente chamadas de “terrenos baldios”, que claramente não apresentam manejo do solo e não possuem construções e instalações urbanas. Além de não contribuírem sob a perspectiva socioeconômica, esses terrenos pouco colaboram para a produção de serviços ambientais.

De acordo com a Lei Municipal nº 10.497/2013, os proprietários de terrenos não edificadas, subutilizados ou não utilizados estão sujeitos a aumento progressivo de IPTU (SOROCABA, 2013a). Tal lei baseia-se na Emenda Constitucional 29/2000, que traz a progressividade do imposto de acordo com o valor do imóvel e seu uso e localização. A lei de IPTU progressivo no tempo de Sorocaba incide apenas na ZC, na ZR1, na ZR2 e na ZR3. Embora seja um instrumento para combater a especulação imobiliária e atribuir uso social e econômico às propriedades, o IPTU progressivo abrange apenas 20,7% da microbacia.

A inclusão de ZCH em uma política fiscal é de extrema importância, tanto pela sua representatividade na microbacia quanto pela quantidade de áreas ociosas na região. Além da possibilidade de aumento do IPTU para proprietários de solo desocupado, existe o caminho oposto: a redução de IPTU para imóveis que mantêm áreas de preservação adequadas e utilizam seu terreno em benefício da sociedade e do equilíbrio ambiental. Todavia, nenhuma dessas medidas foi adotada pelo plano diretor.

Uma possibilidade é o estímulo fiscal na instituição de hortas urbanas. Alguns municípios já utilizam esse instrumento, por meio do qual populações de baixa renda podem cultivar e implantar agroflorestas em terrenos particulares em troca de redução no IPTU. Essa política trata das questões sociais e ambientais almeçadas pelos programas de PSA, e pode ser adequada de acordo com o plano diretor e o uso do solo no município de Sorocaba.

Além da produção de alimentos, as hortas urbanas podem ser responsáveis pela provisão de diversos serviços ecossistêmicos nas cidades, como o armazenamento de carbono no solo, a diminuição da temperatura local, o aumento da biodiversidade, a redução de gases de efeito estufa e a mitigação de inundações por meio da interceptação e infiltração de águas pluviais (CAMERON *et al.*, 2012; MIDDLE *et al.*, 2014; PULIGHE *et al.*,

2016). Visto que as inundações são constantes e acometem diversas regiões da microbacia, outras infraestruturas verdes, como jardins de chuva e *bioswales* (elementos da paisagem projetados para concentrar ou remover o limo e a poluição da água de escoamento superficial), são alternativas para aumentar a infiltração de água nas cidades, diminuir o *runoff* das chuvas e, assim, atenuar os alagamentos nos meios urbanos (HERZOG, 2013; KATSIFARAKIS *et al.*, 2015; ZIMMERMANN *et al.*, 2016; CALDERÓN-CONTRERAS & QUIROZ-ROSAS, 2017).

## Características do relevo

A análise do relevo de uma microbacia pode auxiliar na caracterização dos tipos de paisagem ali presentes, nos quais ocorrem diferentes processos físicos. O relevo pode determinar fenômenos como o escoamento superficial e a taxa de infiltração de água no solo, influenciando, assim, diretamente nos fatores hidrológicos de uma região (ABRAHÃO & MELLO, 1988). O Código Florestal Brasileiro considera a influência da altitude e da declividade na proteção do solo e no escoamento da água. Portanto, também são APPs encostas com declividade maior que 45°, topos de morros, montes, montanhas e serras com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25° e áreas em altitude superior a 1.800 m (BRASIL, 2012).

O mapa com o modelo digital de elevação mostra as variações de altitude na extensão da microbacia. A amplitude altimétrica representa a diferença entre a foz e a maior altitude situada em determinado ponto da bacia. Dessa forma, indica o desnível médio da bacia hidrográfica (SCHUMM, 1956). A altitude média encontrada foi de 679,73 m. O valor médio da altitude influencia no recebimento de radiação solar. Grandes altitudes implicam em menor recebimento dessa energia, atuando nas variações de temperatura e em fenômenos hidrológicos como a precipitação no local (CASTRO & LOPES, 2001).

Esse recebimento de energia também pode variar ao longo da bacia, alterando, assim, sua temperatura e precipitação. A altitude na região está entre 560 e 1.020 m, e sua amplitude altimétrica é de 460 m. Os pontos com maiores altitudes se concentram na porção sul da bacia, na área de nascentes do Pirajibu-Mirim, e seguem decrescendo até os pontos de menor altitude, próximo à foz. A região também concentra a porção de ZR da

Outra questão a ser discutida é a implantação de infraestrutura necessária para a expansão de bairros residenciais. Em uma das maiores áreas de instalações urbanas, correspondente a um distrito de Sorocaba que está dentro da ZR2, o esgoto ainda era lançado sem tratamento prévio no rio Pirajibu-Mirim. Assim, mesmo em uma ocupação que está de acordo com o seu zoneamento, a falta ou a morosidade das obras de saneamento básico têm impacto direto no rio utilizado para o abastecimento de água, ou seja, na produção de serviços ambientais.

microbacia, o que é um aspecto positivo para a conservação dos serviços ambientais ali gerados.

O artigo 4º do Código Florestal considera como APPs regiões com altitude superior a 1.800 m. No entanto, como a altitude máxima encontrada na microbacia foi 1.020 m, não há no local APPs dessa categoria. Para a adequação e o planejamento ambientais na região, o conhecimento da declividade na microbacia também se faz necessário. Relevos com declividade acentuada, ausência de vegetação, grande intensidade de chuva e características do solo que não favorecem a infiltração de água são propícios ao aumento da velocidade do escoamento superficial (TONELLO *et al.*, 2006). Dessa forma, podem ocorrer maiores taxas de enchente e deslizamento de terra, resultando em degradação ambiental e, muitas vezes, transtorno às populações.

Os dados obtidos por meio do mapa de declividade mostram que as regiões de declividade mínima e máxima correspondem, respectivamente, a 0,002 e 78,290% da microbacia. A média de declividade é de 14,350%, o que indica sua tendência ondulada. As regiões com maiores declividades, apresentando terrenos fortemente montanhosos, concentram-se ao sul da microbacia, coincidindo com as maiores áreas de fragmentos florestais nativos e plantações florestais. No entanto, considerando que o Código Florestal caracteriza as APPs como “encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive”, também não há na microbacia APPs de declividade.

A região com maiores declividades corresponde à ZR da microbacia. A ZCA apresenta, em grande parte de sua extensão, relevo montanhoso, o que é positivo

para a conservação do solo. Entretanto, essa zona corresponde a apenas 1,64% da área da microbacia. Outras regiões necessitam de proteção para evitar deslizamentos de terra e assoreamentos dos corpos d'água.

Outros locais que possuem relevo considerado montanhoso inserem-se nas ZCHs e nas zonas residenciais. O relevo montanhoso é bastante suscetível à erosão, fenômeno que costuma ser atenuado pela cobertura vegetal (PINHEIRO *et al.*, 2011). Quando apresenta instalações urbanas, o solo nesses locais deve receber maior atenção para evitar desastres ambientais e problemas sociais.

A cobertura inadequada do solo pode acarretar impactos socioeconômicos a todo o município. Em fevereiro

de 2017, deslizamentos de terra próximo à microbacia do Pirajibu-Mirim causaram o rompimento de uma importante adutora de abastecimento, deixando grande parte de Sorocaba sem água. Obras de emergência tiveram que ser realizadas na microbacia para prevenir novos deslizamentos, pois quatro adutoras estão localizadas na região.

Além da recuperação das APPs que é necessária para a adequação ambiental, outras áreas devem ser preservadas, como as zonas de recarga. Essas áreas possuem solo permeável e profundo, localizando-se, geralmente, em regiões de alta altitude como topos de morros. Por suas características, tais regiões poderiam ser consideradas ZCAs.

## CONCLUSÕES

A microbacia do Pirajibu-Mirim é estratégica para a conservação de serviços ambientais em Sorocaba (SP). Além de ser uma bacia produtora de água, responsável por parte do abastecimento do município, ela mantém remanescentes de floresta nativa na região da nascente do rio Pirajibu-Mirim. Esses fragmentos correspondem à região de maior altitude e grande declividade, reforçando sua importância para a conservação.

Nos locais com declividade acentuada, o manejo adequado do solo se faz necessário para evitar erosões e deslizamentos de terra. Embora as extensões de floresta nativa, em especial a região das nascentes do Pirajibu-Mirim, ocupem a segunda maior área da microbacia, existem regiões de alta declividade que não possuem cobertura vegetal adequada e não são protegidas na ZCA. Essa zona corresponde a apenas 1,64% da área, e fica aquém do necessário em uma microbacia essencial à produção de água para abastecimento público.

A ZR concentra fragmentos de vegetação nativa e ocupa 28,2% da área total da microbacia. A região, de acordo com dados fornecidos pela Secretaria do Meio Ambiente do município, é propriedade de uma empresa, que a utiliza para o plantio de espécies arbóreas de interesse econômico entre fragmentos de mata nativa. Praticamente não há agricultura na microbacia, nem na ZR. A redução da ZR pode ter sido embasada por esse panorama, presente também no resto do município. No entanto, essa zona é imprescindível para o aumento da permeabilidade do solo nas cidades e contribui para a recarga dos lençóis freáticos.

O zoneamento proposto pelo plano diretor do município pode influenciar diretamente na paisagem e, consequentemente, na produção de serviços ambientais. Ele possibilita ainda a gestão integrada dos recursos hídricos, passando também para o município a responsabilidade por sua conservação (PIZELLA, 2015). A nova versão do documento, aprovada em 2014, instituiu a redução da ZR e da ZCA para o aumento da zona urbana, além da redução no tamanho mínimo dos lotes na ZCH. Essas medidas, que tiveram como justificativa a necessidade da ampliação de zonas residenciais, enfrentaram resistência de ambientalistas.

A especulação imobiliária já era um problema no município desde a elaboração do plano diretor, em 2004, e continua presente nos dias de hoje, conforme observado no mapa de uso do solo. Grande parte da microbacia é ocupada por áreas degradadas e ociosas que não provêm serviços socioeconômicos. Políticas como IPTU progressivo podem atenuar a questão de subutilização de propriedades. No entanto, a zona predominante na microbacia (ZCH) não foi incluída no plano diretor como passível de IPTU progressivo, ou seja, não existem até o momento mecanismos para reduzir esse problema na região. Os impactos ambientais da redução de áreas permeáveis e de conservação ambiental na microbacia só poderão ser avaliados em longo prazo. No entanto, fica claro que a reformulação do plano priorizou a expansão urbana em detrimento da conservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, W. A. P.; MELLO, J. W. V. Fundamentos de pedologia e geologia de interesse no processo de recuperação de uma área degradada. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Orgs.). *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa (SBRAD), 1988.
- BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília: Presidência da República, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 11 jan. 2017.
- \_\_\_\_\_. *Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001*. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2001. Disponível em: <<http://www.normaslegais.com.br/legislacao/lei-10257-2001-estatuto-da-cidade.htm>>. Acesso em: 13 jan. 2017.
- \_\_\_\_\_. *Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.ºs. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.ºs. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 13 jan. 2017.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: Período de 2008-2010*. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2011.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Justiça. *Parcelamento, edificação ou utilização compulsórios e IPTU progressivo no tempo: Regulamentação e Aplicação*. Brasília, 2015. (Série Pensando o Direito, n.56).
- \_\_\_\_\_. *Resolução n.º 25, de 18 de março de 2005*. Brasília: Ministério das Cidades, 2005. Disponível em: <<http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/resolucao25.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2017.
- BROWN, G. The relationship between social values for ecosystem services and global land cover: an empirical analysis. *Ecosystem Services*, v.5, p.58-68, 2013.
- CALDERON-CONTRERAS, R.; QUIROZ-ROSAS, L. E. Analysing scale, quality and diversity of green infrastructure and the provision of Urban Ecosystem Services: a case from Mexico City. *Ecosystem Services*, v. 23, p. 127-137, 2017.
- CALIJURI, M. C.; BUBEL, A. P. M. Conceituação de microbacias. In: LIMA, V. P.; ZAKIA, M. J. B. (Orgs.). *As florestas plantadas e a água: implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento*. São Carlos: RiMa, 2006.
- CAMARGO, L. T.; MORAES, S. T. Plano Diretor Participativo: os desafios da gestão democrática da política urbana no município de Joinville (SC). *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 11, n. 2, p. 292-311, 2015.
- CAMERON, R. W. F.; BLANUSA, T.; TAYLOR, J. E.; SALISBURY, A.; HALSTEAD, A. J.; HENRICOT, B. et al. The domestic garden – Its contribution to urban green infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 11, p. 129-137, 2012.
- CASTRO, P.; LOPES, J. D. S. *Recuperação e conservação de nascentes*. Viçosa: CPT, 2001. 84p.
- CHAIKAEWA, P.; HODGESB, A. W.; GRUNWALD, S. Estimating the value of ecosystem services in a mixed-use watershed: A choice experiment approach. *Ecosystem Services*, v. 23, p. 228-237, 2017.
- CHEN, X.; CHEN, Y.; SHIMIZU, T.; NIU, J.; NAKAGAMI, K.; QIAN, X. et al. Water resources management in the urban agglomeration of the Lake Biwa region, Japan: An ecosystem services-based sustainability assessment. *Science of the Total Environment*, v.586, p.174-187, 2017.

- CHIODI, R. E.; MARQUES, P. E. M. Dos espaços públicos à negociação individualizada: a participação dos agricultores familiares no Projeto Conservador das Águas em Extrema – MG. *Revista Políticas Públicas*, v. 19, n.2, p. 455-465, 2015.
- CYMBALISTA, R.; SANTORO, P. F. *Planos diretores: processos e aprendizados*. São Paulo: Instituto Pólis, 2009.
- CORRÊA, C. J. P.; TONELLO, K. C.; FRANCO, F. S. Análise hidroambiental da microbacia do Pirajibu-Mirim, Sorocaba, SP, Brasil. *Ambiente & Água*, v. 11, n. 4, p. 943-953, 2016.
- DELGADO, L. E.; MARÍN, V. H. Well-being and the use of ecosystem services by rural households of the Río Cruces watershed, southern Chile. *Ecosystem Services*, v. 21, p. 81-91, 2016.
- ESCOBAR, M. M.; HOLLAENDER, R.; WEEFFER, C. P. Institutional durability of payments for watershed ecosystem services: Lessons from two case studies from Colombia and Germany. *Ecosystem Services*, v. 6, p. 46-53, 2013.
- EZZINE-DE-BLAS, D.; RUIZ-PÉREZ, M.; MORENO-SANCHEZ, R. P. Global Patterns in the Implementation of Payments for Environmental Services. *PLoS ONE*, v. 11, n. 3, 2016.
- FAUSTINO, J. *Planificación y gestión de manejo de cuencas*. Turrialba: CATIE, 1996.
- FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. P.; RODRIGUES, C. B. Managing forest plantation landscapes for water conservation. *Forest Ecology and Management*, v. 1, p. 58-66, 2013.
- FIGUEIREDO, R. O.; BÖRNER, J.; DAVIDSON, E. A. Watershed services payments to smallholders in the Brazilian Amazon: challenges and perspectives. *Ambiente & Água*, v. 8, n. 2, p. 6-17, 2013.
- GRIMA, N.; SINGH, S. J.; SMETSCHKA, B.; RINGHOFER, L. Payment for Ecosystem Services (PES) in Latin America: Analysing the performance of 40 case studies. *Ecosystem Services*, v. 17, p. 24-32, 2016.
- GUEDES, F. B., SEEHUSEN, S. E. (Orgs.). *Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. 277 p.
- HERZOG, C. P. A multifunctional green infrastructure design to protect and improve native biodiversity in Rio de Janeiro. *Landscape and Ecological Engineering*, 2013.
- HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical Approach to quantitative morphology. *Geological Society of America Bulletin*, v. 56, p. 807-813, 1945.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Cidades*. 2015. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=355220>>. Acesso em: 23 jan. 2017.
- \_\_\_\_\_. *Mapeamento Topográfico*. 1981. Disponível em: <<http://loja.ibge.gov.br/cartas-mapas-e-cartogramas/mapeamento-topografico>>. Acesso em: 22 jul. 2017.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO – IGC. *Mapa das Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos*. 2014. Disponível em: <<http://www.igc.sp.gov.br/produtos/ugrhi.html>>. Acesso em: 23 jan. 2017.
- JUJNOVSKY, J.; RAMOS, A.; CARO-BORRERO, A.; MAZARI-HIRIART, M.; MAASS, M.; ALMEIDA-LEÑERO, L. Water assessment in a peri-urban watershed in Mexico City: A focus on an ecosystem services approach. *Ecosystem Services*, v. 24, p. 91-100, 2017.
- KATSIFARAKIS, K. L.; VAFEIADIS, M.; THEODOSSIOU, N. Sustainable Drainage and Urban Landscape Upgrading Using rain gardens. Site Selection in Thessaloniki, Greece. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, v. 4, p. 338-347, 2015.
- MIDDLE, I.; DZIDIC, P.; BUCKLEY, A.; BENNETT, D.; TYE, M.; JONES, R. Integrating community gardens into public parks: An innovative approach for providing ecosystem services in urban areas. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 13, p. 638-645, 2014.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Protocolado n.º 079.677/15*. 2015. Disponível em: <[http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/Assessoria\\_Juridica/Controle\\_Constitucionalidade/Adins\\_PGJ\\_Iniciais2015/3787F14AC23FF973E050A8C0DE0162F9](http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/Assessoria_Juridica/Controle_Constitucionalidade/Adins_PGJ_Iniciais2015/3787F14AC23FF973E050A8C0DE0162F9)>. Acesso em: 20 jun. 2017.

MOSCA, A. A. O. *Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas*. 96p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MUNHOZ, J. S. B.; MINGOTI, R.; FERRAZ, S. F. B.; RODRIGUES, C. B.; VOIGTLANDER, M.; LIMA, W. P. Efeitos de uso do solo alternativo aos plantios florestais nas vazões máximas de riachos da Região Central do Estado do Paraná. *Revista Técnica do IEP*, v. 2, p. 15-26, 2012.

NAHLIK, A. M.; KENTULA, M. E.; FENNESSY, M. S.; LANDERS, D. H. Where is the consensus? A proposed foundation for moving ecosystem service concepts into practice. *Ecological Economics*, v. 77, p. 27-35, 2012.

PEDROSA, D. C. D. A.; PEREIRA, S. V.; SILVA, G. L. Proposição de modelo de gestão ambiental: o caso da microbacia dos algodoads, cabo de santo agostinho – PE. *Gestão Pública: Práticas e Desafios*, v. 2, n. 2, p. 254-275, 2011.

PINHEIRO, R. C.; TONELLO, K. C.; VALENTE, R. O. A.; MINGOTI, R.; SANTOS, I. P. Ocupação e caracterização hidrológica da microbacia do córrego Ipaneminha, Sorocaba-SP. *Irriga*, v. 16, n. 3, p. 234-245, 2011.

PIZELLA, D. G. A relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacias Hidrográficas na gestão hídrica. *Ambiente & Água*, v. 10, n. 3, p. 635-645, 2015.

PULIGHE, G.; FAVA, F.; LUPIA, F. Insights and opportunities from mapping ecosystem services of urban green spaces and potentials in planning. *Ecosystem Services*, v. 22, p.1-10, 2016.

RAPDEYE. Ministério do Meio Ambiente. *Geo catálogo MMA*. 2014. Disponível em: <<http://geocatalogo.mma.gov.br/>>. Acesso em: 22 jul. 2017.

ROLNIK, R.; PINHEIRO, O. *Plano diretor participativo: guia para a elaboração pelos municípios e cidadãos*. Brasília: Ministério das Cidades/CONFEA, 2004.

ROSA, F. S.; LEÃO, G. S.; VALENTE, R. O. A.; TONELLO, K. C. Pagamento por serviços ambientais e a proteção de recursos hídricos no contexto socioeconômico ambiental da microbacia do ribeirão do Murundu, Ibiúna - SP: uma análise diante do projeto piloto “Mina d’Água”. *Estudos Sociedade e Agricultura*, v. 21, n. 2, p. 248-269, 2014.

ROSA, F. S.; TONELLO, K. C.; LOURENÇO, R. W. Eleição de áreas prioritárias para pagamento por serviços ambientais: uma análise em nível de microbacia. *Ambiente & Água*, v. 11, n. 2, p. 448-461, 2016.

SALEMI, L. F.; GROppo, J. D.; TREVISAN, R.; MORAES, J. M.; LIMA, W. P.; MARTINELLI, L. A. Riparian vegetation and water yield: A synthesis. *Journal of Hydrology*, v. 454, n. 455, p. 195-202, 2012.

SÃO PAULO. *Decreto n.º 56.589, de 10 de novembro de 2015*. Regulamenta a aplicação do Imposto Predial e Territorial Urbano Progressivo no Tempo. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/secretarias/financas/legislacao/decreto-56589-2015.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2017.

SÃO PAULO. *Lei n.º 16.050, de 31 de julho de 2014*. Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei n.º 13.430/2002. São Paulo: Assembleia Legislativa, 2014. Disponível em: <[http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/PDE-Suplemento-DOC/PDE\\_SUPLEMENTO-DOC.pdf](http://gestaourbana.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/PDE-Suplemento-DOC/PDE_SUPLEMENTO-DOC.pdf)>. Acesso em: 22 jul. 2017.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy. *Geological Society of America*, v. 67, p. 597-646, 1956.

SILVA, J. B. O estatuto da cidade e a reforma urbana no Brasil. *GEOUSP*, São Paulo, v. 10, p. 9-26, 2001.

SIRAKAYA, A.; CLIQUET, A.; HARRIS, J. Ecosystem services in cities: Towards the international legal protection of ecosystem services in urban environments. *Ecosystem Services*, 2017.

SMITH, W. S.; MOTA JUNIOR, V. D.; CARVALHO, J. L. *Biodiversidade no município de Sorocaba*. Sorocaba: Secretaria do Meio Ambiente, 2014.

SOROCABA. *Lei n.º 7.122, de 4 de junho de 2004*. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Físico Territorial. Sorocaba: Câmara dos Vereadores, 2004. Disponível em: <<https://camara-municipal-da-sorocaba.jusbrasil.com.br/legislacao/529968/lei-7122-04>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. *Lei n.º 10.497, de 10 de julho de 2013*. Institui, nos termos do art. 182, § 4º da Constituição Federal, os instrumentos para o cumprimento da função social da propriedade urbana no município de Sorocaba, através do IPTU progressivo, e dá outras providências. Sorocaba: Câmara dos Vereadores, 2013a. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sorocaba/lei-ordinaria/2013/1050/10497/lei-ordinaria-n-10497-2013-institui-nos-termos-do-art-182-4-da-constituicao-federal-os-instrumentos-para-o-cumprimento-da-funcao-social-da-propriedade-urbana-no-municipio-de-sorocaba-atraves-do-iptu-progressivo-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 4 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. *Lei n.º 11.022, de 16 de dezembro de 2014*. Dispõe sobre a revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Físico Territorial do Município de Sorocaba e dá outras providências. Sorocaba: Câmara dos Vereadores, 2013b. Disponível em: <<http://www.sorocaba.sp.gov.br/portal/servicos/plano-diretor-lei-n-11-022-de-16-de-dezembro-de-2014>>. Acesso em: 5 fev. 2017.

STRAHLER, A. N. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: CHOW, V. T. (Org.). *Handbook of applied hydrology: a compendium of water resources technology*. Nova York: McGraw Hill, 1964.

TENGBERG, A.; FREDHOLM, S.; INGEGARD, E.; KNEZ, I.; SALTZMAN, K.; WETTERBERG, O. Cultural ecosystem services provided by landscapes: Assessment of heritage values and identity. *Ecosystem Services*, v. 2, p. 14-26, 2012.

THERY, H.; THÉRY, N. A. M. Disparidades territoriais e capacidade de gestão dos governos municipais. *Revista do Departamento de Geografia – USP*, p. 351-367, 2014.

TONELLA, C. Políticas Urbanas no Brasil: marcos legais, sujeitos e instituições. *Sociedade e Estado*, v.28, n.1, p. 29-52, 2013.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. *Árvore*, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

WUNDER, S. Revisiting the concept of payments for environmental services. *Ecological Economics*, n. 117, p. 234-243, 2015.

ZIMMERMANN, E.; BRACALENTI, L.; PIACENTINI, R.; INOSTROZA, L. Urban flood risk by increasing green areas for adaptation to climate change. *Procedia Engineering*, v. 161, p. 2241-2246, 2016.