

## Área de preservação permanente urbana e o manejo da água: inovação, resiliência e adaptação aos eventos hidrológicos extremos

DOI: 10.20396/labore.v14i0.8659862

**Marcio Ackermann**

<<https://orcid.org/0000-0003-1576-1796>>

Pontifícia Universidade Católica de Campinas / Campinas [SP] Brasil

**Patricia Rodrigues Samora**

<<https://orcid.org/0000-0002-2105-8557>>

Pontifícia Universidade Católica de Campinas / Campinas [SP] Brasil

### RESUMO

O presente artigo discute alternativas de inovação técnica para o instituto das áreas de preservação permanentes (APP), definidas pelo Código Florestal Brasileiro, em área urbana. Áreas que hoje se encontram edificadas, asfaltadas, não florestadas e que, apesar do uso e ocupação do solo urbano, possuem fragilidades naturais e funções hidrológicas com potencial de ocasionar impactos significativos ao bem-estar das populações humanas. A premissa é que tais áreas são estratégicas para a segurança hídrica e o microclima urbano. Escorregamentos e deslizamentos, enchentes e inundações, eventos diretamente associados ao uso e a ocupação do solo podem ser mitigados com intervenções nas APPs. O arcabouço teórico tem como base o paradigma do manejo ecológico das águas urbanas. Para demonstrar a viabilidade da proposta, realizamos ensaio técnico em área de APP urbana de topo de morro na Avenida Paulista, Espigão Central da cidade de São Paulo, divisor de água entre os rios Tietê e Pinheiros. Os resultados demonstram que o volume de retenção de água pluvial junto às edificações existentes no recorte do ensaio é equivalente à capacidade de todos os reservatórios da cidade de São Paulo em operação, confirmando o potencial destas áreas para minimizar as vazões de pico.

### PALAVRAS-CHAVE

Área de preservação permanente urbana. Saneamento ambiental. Mudanças climáticas. Drenagem sustentável. Manejo de águas urbanas. Adaptação aos eventos hidrológicos extremos.

### **Permanent preservation urban areas and water management: innovation, resilience and adaptation to extreme hydrological events**

### ABSTRACT

This article discusses technical innovation alternatives for the institute of permanent preservation areas (APP), defined by the Brazilian Forest Code, located in urban area. Areas that are currently built, paved, non forested witch, despite the use and occupation of urban land, have natural weaknesses and hydrological functions with the potential to cause significant impacts on the well-being of human populations. The premise is that such areas are strategic for water security and urban microclimate. Slips and landslides, flooding and so on are events directly associated with land use and occupation, but can be mitigated with interventions in APPs. The theoretical framework is based on the paradigm of ecological management of urban water. To demonstrate the feasibility of the proposal, we carried out a case study in an urban APP area on the top of a hill on Avenida Paulista, Central Plateau of the city of São Paulo, a watershed between the Tietê and Pinheiros rivers. The results demonstrate that the volume of rainwater retention using existing buildings are equivalent to the capacity of all the drainage reservoirs already in operation in the city, confirming the potential of these areas to minimize peak flows.

### KEYWORDS

Urban environment preservation areas. Environment sanitation. Climate changes. Sustainable drainage. Urban water management. Adaptation to extreme hydrological events.

## 1. Introdução

Este artigo apresenta proposta para resgatar e reabilitar funções em áreas de preservação permanente urbanas (APP), definidas pela Lei Federal nº 12.651/2012. O recorte são as APPs que hoje encontram-se edificadas, asfaltadas, não florestadas que, apesar do uso e ocupação do solo urbano, possuem fragilidades naturais e funções hidrológicas, com potencial direto de ocasionar impactos positivos ou negativos, significativos ao bem estar das populações humanas. O arcabouço teórico que fundamenta este trabalho é o paradigma do manejo ecológico das águas urbanas, a partir de elementos de drenagem sustentável. O trabalho discute a situação de uma APP de topo de morro em sítio urbano, densamente povoado, não florestado e altamente antropizado. Tem por objetivo discutir alternativas ao instituto da APP urbana, através da inovação técnica e institucional, sob a premissa de que tais áreas dispõem de aptidão para incrementar a política pública urbana de saneamento ambiental no que tange à drenagem, bem como aumentar a resiliência das cidades face aos desafios das mudanças climáticas e os decorrentes eventos hidrológicos extremos, como medida de adaptação. A premissa é que é viável implantar técnicas de micro drenagem, com elementos de retenção de águas pluviais descentralizados, restituindo às APPs suas funções de controle do escoamento superficial exercidas quando a área era florestada, mantendo o uso e a ocupação do solo urbano atual, não florestado.

O trabalho se estrutura da seguinte forma: partimos de um breve reconhecimento da situação das APPs no meio urbano e do impacto nas condições da drenagem a partir da urbanização, considerando o atual cenário que as mudanças climáticas impõem às cidades. Em seguida, será apresentado o atual paradigma de manejo sustentável das águas urbanas que, em síntese, considera a gestão integrada das águas e utiliza técnicas mitigadoras para drenagem, aplicadas em distintas escalas, cuja implementação ainda figura como um desafio para a maioria das cidades brasileiras.

Finalmente, o artigo contribui ao debate através de um ensaio com simulação em APP de topo de morro na cidade de São Paulo, a Avenida Paulista. O ensaio buscou resgatar a função hidrológica desta por meio da adoção de técnica de micro drenagem a fim de retardar o escoamento das águas pluviais na fonte.

Os resultados obtidos demonstram que a proposta pode ser importante instrumento de planejamento integrado de uso do solo e manejo das águas urbanas, com vantagens frente aos grandes reservatórios (“piscinões”) caros e com impactos ambientais de monta.

## 2. Fragilidades e funções da APP em meio urbano e o impasse da legislação

Lacunas significativas incidem sobre a APP no meio urbano, embora a legislação seja clara quanto ao papel ecológico, biológico e florestal dessas áreas. Porém, em meio urbano antropizado há necessidade de ampliar a atual abordagem, com vistas a assegurar o instituto da APP na cidade. O processo de urbanização do país durante o século XX, o advento do transporte motorizado, o fomento estatal para aterrar várzeas e áreas alagadas, a implantação do capeamento asfáltico, o privilégio ao automóvel, associado ao aumento das áreas edificadas, acarretaram forte impermeabilização do solo. Com a pressão do mercado e a valorização imobiliária, os espaços livres e áreas ambientalmente sensíveis como as APPs urbanas foram pouco respeitados.

Sepe, Pereira e Bellenazi, (2014) citam que apesar das funções fundamentais ao bem-estar e sustentabilidade que as áreas de APP exercem no meio urbano, tanto as pequenas, quanto as grandes cidades brasileiras não reconhecem o instituto legal destas, apesar de 50 (cinquenta) anos de vigência da legislação federal. As autoras, técnicas com experiência no executivo e legislativo da cidade de São Paulo, também afirmam que as alterações ocorridas no Código Florestal, a partir de 2012, com a edição da Lei 12.651/2012 não superaram os conflitos existentes no que tange as áreas de APP em ambiente urbano.

As funções exercidas pela APP, definidas pelo CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente, Resolução nº 302/02, são: preservar os recursos hídricos; preservar a paisagem; preservar a estabilidade geológica; preservar a biodiversidade; preservar o fluxo gênico de fauna e flora; proteger o solo; assegurar o bem estar das populações humanas.

As alterações ao Código Florestal em 2012 não distinguiram área de preservação permanente em ambiente urbano de ambiente rural, cujos parâmetros são iguais. Exceções foram criadas para zona rural, com a figura da “APP consolidada”, categoria não criada para APP em zona urbana.

O Código Florestal em 1965, ao instituir a área de preservação permanente, restringiu o uso econômico e privado nessas áreas de APP, em razão das fragilidades fisiográficas naturais ou funções exercidas. Ao impor limites para a propriedade privada, a lei estabeleceu uma tensão latente, gerando disputa política entre proprietários, governos e sociedade civil.

A restrição à propriedade consta no artigo terceiro, parágrafo primeiro.

*§ 1º A supressão total ou parcial de florestas de preservação permanente só será admitida com prévia autorização do Poder Executivo Federal, quando for necessária à execução de obras, planos, atividades ou projetos de utilidade pública ou interesse social (Brasil, 1965).*

A restrição legal ao uso e ocupação do solo em APP reconhece essas fragilidades, bem como, o risco que ocupar essas áreas provoca. Áreas de APP ocupadas no ambiente urbano resultam em prejuízos, danos materiais, imateriais e vítimas fatais que se acumulam a cada ano. Enchentes, inundações, escorregamentos, dentre outros eventos geológico-geotécnicos, são amplificados em decorrência de ocupações em APP urbana.

O problema ocorre inclusive em cidades pequenas, no interior nordestino, em consequência a cheia dos rios Paraíba (Alagoas) e Mundaú (Sergipe) em 2010, cidades foram totalmente destruídas, face às mesmas estarem assentadas a margem desses rios.

Evento geológico como ocorrido na Região Serrana do Rio de Janeiro em 2011 (Nova Friburgo, Petrópolis e Teresópolis) que sofreram escorregamentos, associados a deslizamentos simultâneos, levaram ao óbito mais de 900 pessoas, com destruição parcial de estradas e infraestrutura urbana instalada. Edificações e residências destruídas, milhares de desabrigados, prejuízos da ordem de milhões. Relatório Ministério do Meio Ambiente (2011) aponta que 70% das áreas e edificações afetadas estavam situadas em área de preservação permanente, impróprias à ocupação.

São eventos sazonais previsíveis que incidem nas cidades do país de norte a sul, que se agravam ano a ano, associados à maior frequência e intensidade de precipitações pluviométricas resultantes de mudanças climáticas.

Alinhado às fragilidades dessas áreas de APP urbana, somam-se outras funções essenciais, como produção de água junto as nascentes, regulação climática, umidificação e purificação do ar, entre outras atribuições. Funções e fragilidades que justificam a manutenção do instituto da APP na cidade, mesmo em situação onde há antropização.

### 3. Drenagem urbana: desafios ao planejamento e gestão

Tucci (1995) ao tratar do impacto da urbanização na drenagem urbana, cita o exemplo de Denver (EUA), onde foram estabelecidos princípios, entre os quais: “drenagem é um subsistema de todo o sistema urbano”; “drenagem é um problema de alocação de espaço”. (Wright-Mc Laughlin Engineers, 1969 *apud* Tucci, 1995, p. 280). O processo de urbanização muda significativamente o hidrograma de uma bacia hidrográfica. Tucci (2008) demonstra, em gráfico, a alteração no comportamento do hidrograma, comparando a vazão de pico antes e após a urbanização. Há maior escoamento superficial decorrente da maior impermeabilização, o que antecipa a inundação nas áreas urbanizadas a jusante.

Baptista, Nascimento e Barraud (2011) citam que a questão da drenagem urbana se tornou bastante complexa, envolvendo aspectos ambientais, sanitários e paisagísticos, além dos aspectos técnicos, exigindo uma nova abordagem sintonizada com os princípios de desenvolvimento sustentável. Este desafio exige interdisciplinaridade e envolve política habitacional, saneamento ambiental, infraestrutura, planejamento urbano, arquitetura e urbanismo, engenharia ambiental, hidráulica, paisagismo, arborização urbana e o enfoque, às mudanças climáticas, entre outras ciências, bem como maior diálogo entre setores e representantes do poder público, sociedade civil e setor privado.

Travassos e Schult, (2013) apontam que a concepção de sistemas de drenagem que visam aumentar a condutividade hidráulica dos canais não é a concepção mais efetiva, uma vez que sobrecarrega o sistema à jusante. Assim, o atual paradigma de manejo das águas urbanas considera ultrapassadas as ações de retificar e canalizar cursos d’água, entendendo como prioritário o retardo do escoamento superficial na bacia.

Barros (2014) aponta que atualmente deve-se considerar a recomposição da hidrologia natural das bacias urbanas, com objetivo de recompor o retardo natural do escoamento superficial, através do incremento de infiltração das águas pluviais.

Além disso, a infraestrutura de drenagem nas cidades brasileiras tem base em análises estatísticas quanto à relação intensidade/duração/frequência de eventos climáticos já ocorridos. O seu dimensionamento é calculado para suportar vazões específicas, considerando o período de retorno de eventos de maior magnitude, como chuvas de cem anos (Denault, Millar & Lence, 2006). Tradicionalmente, os parâmetros estatísticos das variáveis hidrológicas para esse dimensionamento são considerados constantes ao longo do tempo, sem grandes flutuações, ditos estacionários. No atual cenário de mudanças climáticas, contudo, se constata alterações nos padrões conhecidos de intensidade e frequência das precipitações. Assim, esse modelo estacionário de cálculo torna-se inadequado e, se mantido como método utilizado, aumentará a probabilidade de sobrecarga nos sistemas de drenagem urbana e a frequência e magnitude de enchentes (Mailhot & Duchesne, 2010).

Este cenário demanda um novo paradigma para o manejo das águas urbanas. Martins, Moura e Pellegrino (2014), considerando as mudanças climáticas iminentes, reforçam o desafio urgente de adaptação das cidades, onde vive a maior parcela da população mundial. Os cenários previstos de impactos ambientais sobre as infraestruturas urbanas, como aumento generalizado na intensidade e frequência de eventos extremos de chuva, exigem tecnologias mais sustentáveis, que possam mitigar o problema e configurar áreas urbanas mais resilientes. Os autores propõem uma transição para infraestrutura urbana e controle pluvial com estratégia paisagística e melhores práticas de manejo das águas pluviais.

Baptista, Nascimento e Barraud (2005) citam que, a partir da década 70, Europa e América do Norte desenvolveram “tecnologias alternativas” ou compensatórias de drenagem, a fim de neutralizar os efeitos da urbanização no que tange aos processos hidrológicos. São tecnologias voltadas a infiltrar e reter as águas pluviais, objetivando armazenamento temporário dessa água, bem como aumentar o tempo de trânsito entre as águas pluviais e o seu aporte junto às porções de jusante e corpos d’água. Porém, no Brasil, segundo os autores, tais tecnologias ainda são incipientes.

## 4. Funções da APP urbana

Em relação às funções ambientais exercidas pela APP, pesquisa realizada pelo Centro de Pesquisa Jurídica Aplicada da Fundação Getúlio Vargas (2015) aplicou questionário a técnicos, especialistas e pesquisadores, com representatividade junto à sociedade civil, academia, setor público e setor privado. Responderam ao questionário integrantes da CETESB, IG – Instituto Geológico de São Paulo, Universidade de São Paulo, Universidade Federal do ABC, Universidade Federal do Pará, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Mackenzie, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente de São Paulo, técnicos da Câmara dos vereadores da cidade de São Paulo, Defensoria Pública do estado de São Paulo e Ministério Público do estado de São Paulo.

A Figura 1 ilustra a síntese das respostas da pesquisa da FVG sobre a pergunta “quais são as funções da APP urbana” feita aos entrevistados em epígrafe.



Figura 1. Gráfico – Relatório FGV (2015).

Para 80,6% dos entrevistados a resposta é que função hidrológica em APP urbana (proteger áreas de risco a inundações) a função mais importante e 54,4% que a função mais importante é a drenagem urbana.

Mesmo em situações de uso e ocupação do solo urbanizado, não florestado, consideramos que as cidades devem reabilitar a função hidrológica destes locais por meio de técnicas compensatórias, não estruturais, de drenagem, considerando o novo paradigma do manejo das águas urbanas. Neste sentido, o presente trabalho discute alternativas para adaptação de APP urbana situada em topo de morro de forma a resgatar sua função hidrológica

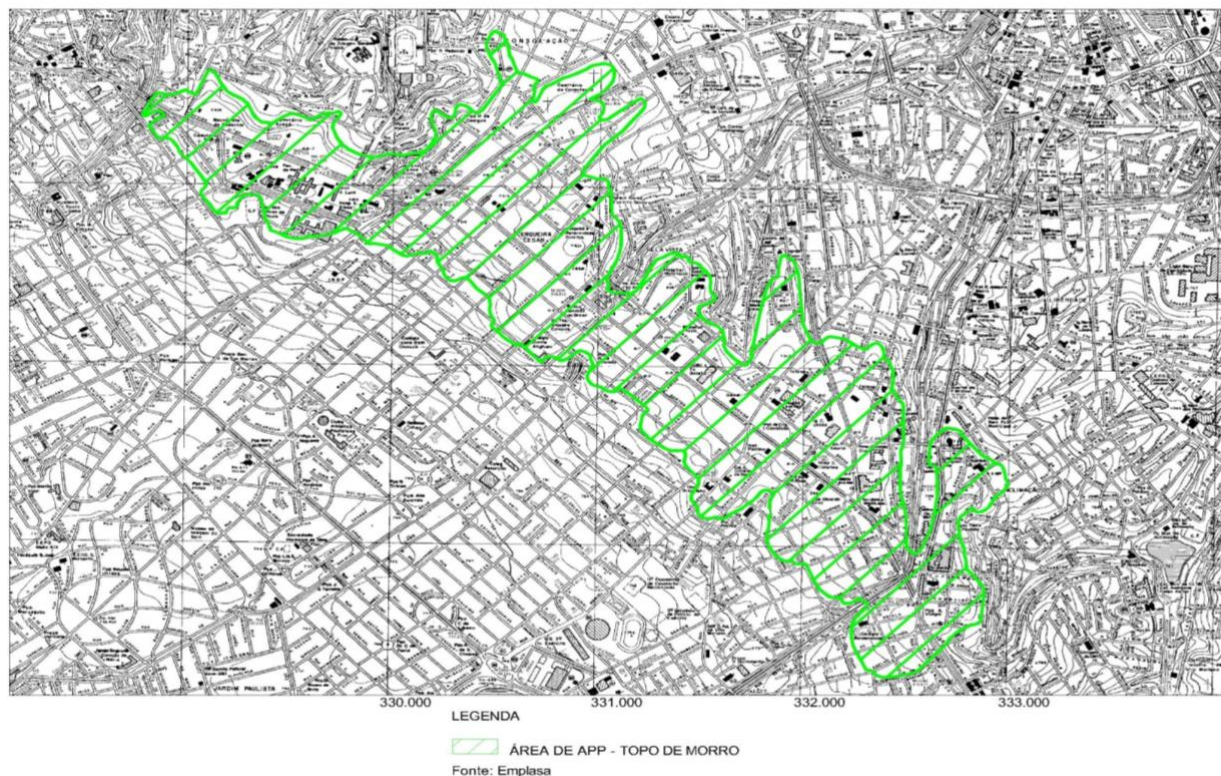
#### 4.1. ENSAIO APP DE TOPO DE MORRO: AVENIDA PAULISTA, EM SÃO PAULO

A região da Avenida Paulista em São Paulo é uma unidade geomorfológica, definida por Ab' Saber em 1957, como Espigão Central. Relevo de topo de morro, aplainado, sobreposto em patamares, vertentes ravinadas, em setores restritos. Estende-se por 13 km e constitui o divisor de águas entre os rios Tietê e Pinheiros.

O ensaio propõe recuperar a função hidrológica da APP de topo de morro não florestado, onde o ciclo hidrológico natural está alterado, devido ao processo de urbanização, que acarretou a supressão florestal, o aumento do escoamento superficial e, menor infiltração e retenção das águas pluviais. Neste ensaio, a APP de topo de morro da Avenida Paulista é a unidade de planejamento e intervenção, buscando compreender o impacto da retenção de água pluvial nas edificações tanto em propriedade pública, quanto privada. O objetivo do ensaio é testar o volume de armazenamento de água durante a vazão de pico com vistas à reabilitar a função hidrológica da APP de topo de morro da Avenida Paulista, como quando havia cobertura floresta, mantendo o uso do solo urbano. A despeito da alteração do Código Florestal em 2012, que descaracterizou o espigão central de São Paulo como área de APP, ignorando a ciência e a aptidão hidrológica, este ensaio destaca APP de topo de morro como aliada no manejo das águas urbanas, com adoção de técnicas de microdrenagem.

#### 4.2. PARÂMETROS UTILIZADOS

Para o presente ensaio, consideramos os parâmetros da Lei Federal nº 4.771/65, alterada pela Lei 7.803/89, para a determinação da área de preservação permanente de APP de topo de morro na região escolhida. As Figuras 2 e 3 apresentam o perímetro da área de preservação permanente de topo de morro que incidia sobre a região da Avenida Paulista, com base na legislação federal até 2011.



**Figura 2.** Delimitação perímetro. Área de preservação permanente de topo de morro Avenida Paulista. Elaborado pelos autores sobre Carta EMPLASA, Sistema Cartográfico Metropolitano, escala 1:10.000 Folha:SF-23-C-VI-2-NO-D. Sobrevoos Ago.80/Fev.81, atualização Dez./2005.

A delimitação da APP de topo de morro considerou para efeito de cálculo as condicionantes: inclinação  $17^\circ$  em uma das vertentes e H (altura) 50 metros, entre a base (cota inferior) e o topo (cota superior). A área delimitada e indicada na Figura 2 perfaz o montante de  $40.149.212,60\text{m}^2$ , ou 4.014,92 hectares. Para o ensaio em questão, foram excluídas áreas públicas, como vias e passeios, bem como atividades com caráter de utilidade pública, cemitérios, entre outros. Assim, a área de APP de topo de morro, objeto do ensaio foi de  $28.366.140,00\text{m}^2$ , ou 2.836,61 ha, equivalente ao total de área edificada na APP de topo de morro da Avenida Paulista.

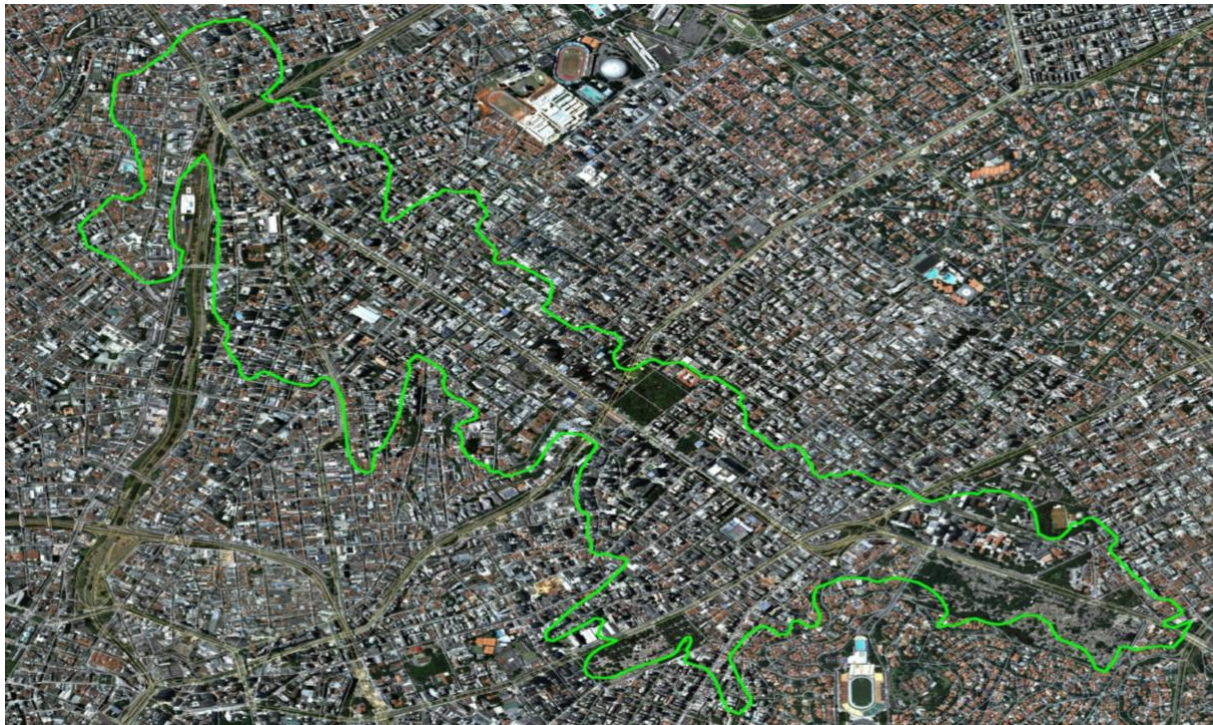


Figura 3. Delimitação perímetro da APP topo de morro Avenida Paulista. Elaborado pelos autores sobre imagem aérea Google Earth 2011.

No perímetro da APP ilustrada pela Figura 3 aplicou-se o critério de reter  $30\text{m}^3$  de águas pluviais a cada  $100\text{m}^2$  de terreno com área edificada. Santos (2012), ao abordar obras não estruturais para combate às enchentes, apresenta como proposição uma minuta de projeto de lei que define retenção de  $2\text{m}^3$  de águas pluviais a cada  $100\text{m}^2$  para edifícios, com mais de 3 (três) pavimentos que tenham área impermeabilizada equivalente a  $300\text{m}^2$ . O autor também cita a sede da prefeitura de Sumida – Região Metropolitana de Tóquio, edifício que possui sistema de retenção de águas pluviais com capacidade para  $1.000\text{m}^3$ .

Como outros edifícios da capital, o Condomínio Barão de Serro Azul, situado na Avenida Paulista nº. 1.159, implantou, durante a crise hídrica de 2015, sistema de retenção de águas pluviais destinado à utilização de água para irrigação e lavagem de suas áreas externas, com capacidade de retenção de  $40\text{m}^3$ .

A retenção de águas pluviais em edificações na cidade de São Paulo conta com o marco legal da lei municipal 13.276/2002, a qual tornou obrigatória a execução de reservatórios para coletar águas superficiais em áreas da cidade a serem edificadas, com total de área impermeabilizada superior a  $500\text{m}^2$ , conhecida como “lei das piscininhas”. Por meio da Lei Estadual nº 12576/2017, o Estado de São Paulo estendeu a exigência para implantação do sistema de captação e retenção de águas pluviais, em lotes edificados ou não, com área impermeabilizada superior a  $500\text{m}^2$ . Condiciona aprovações e licenças, de competência do Estado e das Regiões Metropolitanas, para parcelamento do solo, projetos habitacionais, instalações e outros empreendimentos.

Porto (2010) aponta que:

*A lei das piscininhas é uma boa iniciativa para reduzir um pouco o impacto da urbanização sobre as inundações e conscientizar aos poucos a população. No entanto, sua eficiência é usualmente baixa por uma série de razões: não há fiscalização das áreas e é válida apenas para projetos novos. [...] Em grandes cidades, como São Paulo, o efeito nas novas edificações é quase desprezível (Porto, 2010).*

Crítica esta que fortalece a proposta de retenção de água pluvial em edificações existentes, na porção de montante, das bacias hidrográficas urbanas críticas, face aos eventos hidrológicos extremos.

A legislação federal faculta ao município competência para legislar sobre a matéria, permitindo a criação de novas áreas de preservação permanente, abrindo perspectiva de implantar o conceito de reabilitar função hidrológica em APP de topo de morro urbanizado, na escala do município. O que permite o estabelecimento, por lei municipal, de áreas de APP de topo de morro, com função hidrológica à montante das bacias hidrográficas críticas, como medida de adaptação e resiliência aos eventos hidrológicos extremos. A função hidrológica pode ser recuperada por meio de retenção e/ou infiltração de águas pluviais, conforme aspectos geotécnicos do sítio, tipologia das edificações, uso e ocupação do solo e subsolo urbano.

Haver a possibilidade para áreas privadas, em APP de topo de morro, incentivo fiscal para implantação de sistemas de retenção ou infiltração de água pluvial, como meio de viabilizar economicamente à proposta de política pública urbana.

Para elaborar este ensaio, em consulta com gestores da Secretaria do Verde e Meio Ambiente da cidade de São Paulo e do IBAMA-SP, considerou-se a proposta de inovação técnica-institucional, passível ser adotada como medida de compensação ambiental, face aos recursos de autuações ambientais ou trâmites de licenciamento ambiental de empreendimentos, como fomento para reabilitar funções hidrológicas em APP urbana.

Os resultados do ensaio na APP de topo de morro da Paulista são significativos para demonstrar a capacidade de reter água pluvial nas edificações existentes. Com dados de 2020, obtidos junto à Superintendência de Projetos Viários – Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras da Prefeitura de São Paulo se pode comparar o potencial de retenção de água pluvial da APP de topo de morro da Av. Paulista, considerando o volume dos reservatórios implantados na cidade de São Paulo.

**Tabela 1.** Reservatórios de retenção de águas pluviais - cidade de São Paulo (PMSP, 2020).

BACIA	REF	NOME DO RESERVATÓRIO	VOLUME (m³)
CABUÇU DE BAIXO	1	GUARAÚ	240000
	2	BANANAL	210000
RIO DAS PEDRAS	3	RIO DAS PEDRAS	40000
PACAEMBÚ	4	PACAEMBÚ	74000
ARICANDUVA	5	ARICANDUVA 1	270000
	6	ARICANDUVA 2	155000
	7	ARICANDUVA 3	258000
	8	ARICANDUVA 5	167000
	9	CAGUAÇU	362000
	10	LIMOEIRO	374000
	11	RINCÃO	300000
	12	INHUMAS	144500
	13	VILA FORMOSA	21550
ÁGUA ESPRAIADA	14	JABAQUARA	380000
CORDEIRO	15	CORDEIRO 1	50000
	16	CORDEIRO 2	51000
	17	CORDEIRO 3	48000
ITAQUERA	18	PEDREIRA	600000

RIB. VERMELHO	19	ANHANGUERA	100000
TAMANDUATEÍ	20	GUAMIRANGA	850000
	21	JD SONIA MARIA	120000
	22	ORATÓRIO	320000
PIRAJUÇARA	23	SHARP	500000
	24	MARIA SAMPAIO	120000
	25	OLARIA	120000
	26	CEDROLÂNDIA	113000
	27	DIÓGENES	5000
TREMEMBÉ	28	R1	17000
	29	R3	12000
	30	R5	8000
IPIRANGA	31	ALIOMAR BALEEIRO 1	100000
	32	ALIOMAR BALEEIRO 2	100000
	33	LAGOA ALIPERTI	110000
PACIENCIA	34	R1	110000

**Tabela 2.** Reservatórios implantados e previstos.

	RESERVATÓRIOS
PMSP ATÉ 2016	18
PMSP 2017/19	5
PMSP 2020	3
DAEE	8
TOTAL	34

Fonte: Elaborado pelos autores, com dados Superintendência de Projetos Viários – Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras – Prefeitura Municipal de São Paulo (Tabela 1 e Tabela 2), obtidos em 2020.

## 5. Resultados

O perímetro do estudo constante na Figura 3 perfaz 2.836,61 ha de área edificada. Ao aplicar o parâmetro adotado de retenção de 30 m<sup>3</sup> de água pluvial a cada 100m<sup>2</sup> de área construída, o volume total de reservação é de 8.509.844m<sup>3</sup>. Conforme a Tabela 3, este volume é semelhante à detenção de água pluvial de todos os reservatórios da cidade de São Paulo.

**Tabela 3.** Dado comparativo. Volume detenção de todos os reservatórios da cidade de São Paulo, *versus* capacidade retenção de águas pluviais, APP da Av. Paulista deste ensaio técnico.

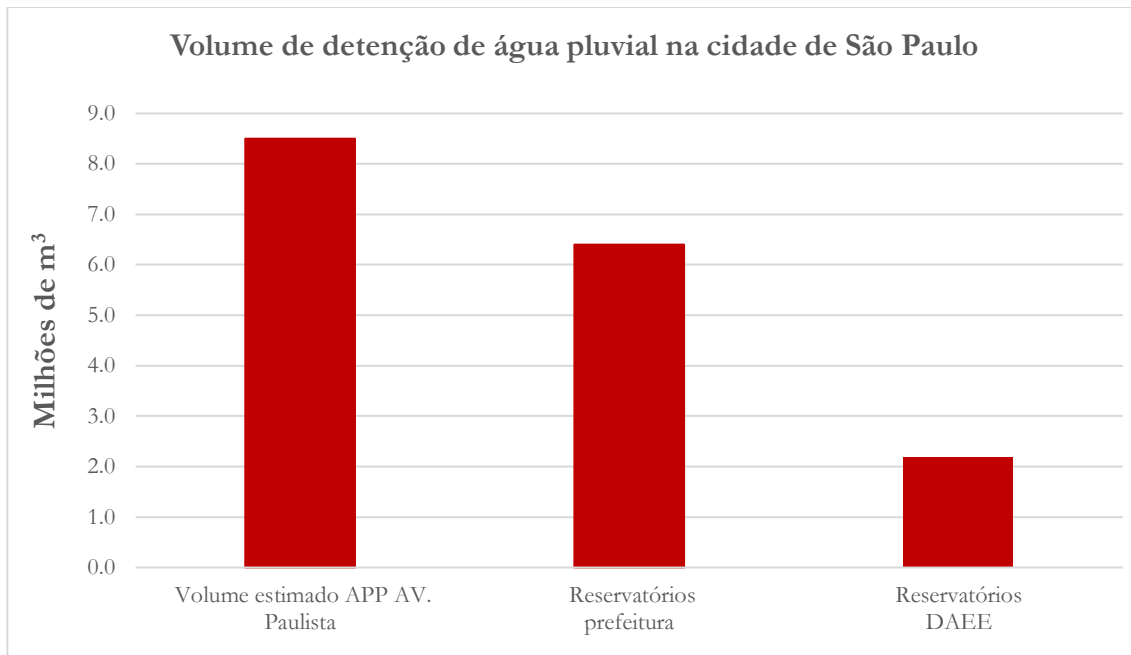
Reservatórios existentes São Paulo / (piscinões)	Volume de reservação : 8.693.050 m <sup>3</sup>
APP Topo de Morro Paulista	Volume de reservação : 8.509.844 m <sup>3</sup>

Fonte: Elaborado pelos autores, dados dos reservatórios – janeiro de 2020 (Superintendência de Projetos Viários – Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras – Prefeitura Municipal de São Paulo).

O gráfico da Figura 4 que segue compara os volumes de retenção de águas pluviais junto às edificações presentes na APP de topo de morro da Avenida Paulista, estimados neste ensaio, bem como, o volume de



detenção dos reservatórios (piscinões) instalados na cidade de São Paulo, tanto os reservatórios operados pelo DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo), quanto os reservatórios operados pela prefeitura.



**Figura 4.** Gráfico Comparativo do volume de detenção reservatórios da cidade de São Paulo, Reservatórios Prefeitura, reservatórios DAEE e retenção APP topo de morro Av. Paulista. Fonte: Elaborado pelos autores, com dados janeiro de 2020 da Superintendência de Projetos Viários – Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras – Prefeitura Municipal de São Paulo.

Considerando o impacto paisagístico da implantação de piscinões, bem como as dificuldades e custos para manutenção destes, o ensaio demonstra que a adoção descentralizada de reservatórios nos edifícios existentes parece ser mais adequada para as atuais necessidades de mitigação e adaptação da cidade frente aos eventos extremos. Apenas a APP de topo de morro da Avenida Paulista dispõe de capacidade para reter água pluvial nas edificações em volume similar a todos os reservatórios existentes na cidade de São Paulo. Ou seja, a área abriga potencial para alívio expressivo no sistema de drenagem de São Paulo, resultando em maior resiliência e significativa medida de adaptação aos eventos hidrológicos extremos na cidade.

A perspectiva do município criar novo regramento para APP Urbana à montante das bacias hidrográficas críticas, com área de APP de topo de morro, objetivando exercer função hidrológica reter e/ou infiltrar águas pluviais, pode resultar em significativo incremento ao sistema de drenagem existente.

## 6. Conclusões

A proposta respeita integralmente o uso e a ocupação do solo urbano atual, porém reinsere ao menos parte de uma função anteriormente exercida pela cobertura florestal junto à área de preservação permanente, que é a de auxiliar no retardo do escoamento das águas pluviais à montante da bacia. O estudo demonstra ser viável e desejável a aplicação do dispositivo legal da área de preservação permanente em área urbana. A APP, recriada, passa a ser uma unidade de planejamento para a política pública de saneamento ambiental, a partir de uma inovação técnica institucional que incorpora a legislação florestal às técnicas denominadas medidas mitigadoras de drenagem urbana. O resultado aponta que é possível aumentar a resiliência urbana e responde como elemento de adaptação aos impactos negativos das mudanças climáticas no que tange aos efeitos hidrológicos extremos, contribuindo significativamente ao sistema de drenagem urbana, ao abater o *run-off* durante os picos de chuvas.

Cabe lembrar, contudo, que não foi objeto deste artigo discutir os caminhos para sensibilização dos atores sociais responsáveis pela implantação desta medida. Uma vez que as cidades decidam partir por esta estratégia de drenagem associada à definição de APPs de topo de morro, é necessário avançar quanto ao amadurecimento das formas efetivas de aplicação desta legislação. Esta pode se dar por meio de incentivos fiscais, aumento do potencial construtivo dos lotes, medida compensatória entre outras estratégias. Entendemos que o grau de

sucesso destas medidas aumenta quando são concebidas de forma transparente, democrática e respeitosa ao debate público, considerando a necessária participação social consolidada no Estatuto das Cidades (Lei Federal 10.257/2001).

## 7. Referências

- Ab'Saber, A. N. (1957). *Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo*. São Paulo: USP-FFCL.
- Baptista, M., Nascimento, N., & Barraud, S. (2005). *Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). 266p.
- Barros, M. T. L. (2014, junho). *Drenagem Urbana: O Caso de São Paulo. Enchentes: as políticas adotadas para combater as enchentes em São Paulo estão corretas?* São Paulo: Boletim Informativo FDTE.
- Estratégia regulatória para as áreas de preservação permanentes urbanas. Relatório final (2015). São Paulo: FGV Direito SP, Centro de Pesquisa Jurídica Aplicada.
- Findlay, S. J., & Taylor, M. P. (2006). Why rehabilitate urban river systems? *Area*, 38 (3), pp. 312-325. Disponível em: <http://www.capital.sp.gov.br/cidadao/rua-ebairro/equipamentos/piscinoes> – Acesso em 15 out./2019.
- Lei das Piscininhas. (2010) Escola Politécnica PHD 2537: Água em ambientes urbanos. São Paulo – USP.
- Martins, J. R. S., Moura, N. C. B., & Pellegrino, P. R. M. (2014). Transição em infraestruturas urbanas de controle pluvial: uma estratégia paisagística de adaptação às mudanças climáticas. *Paisagem e Ambiente: Ensaios*, n° 34, pp.107-128. São Paulo.
- Santos, A. R. (2012). *Enchentes e deslizamentos: causas e soluções: áreas de risco no Brasil*. São Paulo: PINI.
- Sepe, P. M., Pereira, H. M. S. B., & Bellenzani, M. L. (2014). O novo Código Florestal e sua aplicação em áreas urbanas: uma tentativa de superação de conflitos? *Anais do 3º Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo*. Belém: UFPA.
- Travassos, L., & Schult, S. I. M. (2013). Recuperação socioambiental de fundos de vale urbanos na cidade de São Paulo, entre transformações e permanências. *Cadernos Metrópole*, 15 (29), pp. 289-312.
- Tucci, C. E. M., Rubem, L. L. P., & Barros, M. T. L. (1995). *Drenagem Urbana*. Porto Alegre: ABRH/ Ed. UFRGS.