

## IX-072 – MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM SÃO PAULO VISANDO MITIGAR AS OCORRÊNCIAS DE ALAGAMENTOS

**Gabriel Pagno Peralva Sales<sup>(1)</sup>**

Graduando de Engenharia Civil pela Universidade Paulista, atualmente no 7º (sétimo) semestre, bolsista por participação no programa de iniciação científica. Aprovado no concurso para estagiário da Sabesp, aguardando chamada quando da escrita deste.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Felipe Camarão, 160 Bloco A apt.:123 - Tatuapé – São Paulo - SP - CEP: 03065-000 - Brasil - Tel: +55 (11) 98422-1984 - e-mail: gabriel.peralva@yahoo.com.br

### RESUMO

A forma como a cidade de São Paulo foi urbanizada é um exemplo de como a falta de uma política ocupacional coerente está diretamente interligada à incidência de alagamentos.

É conhecido o fato de que cada solo possui um determinado coeficiente “C” de contribuição para a vazão (Righetto, A. M., 2009) em dependência do seu tipo. Quanto maior a impermeabilidade do solo, maior este coeficiente, ou seja, devido à falta de planejamento durante a ocupação temos um aumento cada vez maior na vazão acumulada. Sem as devidas obras preventivas, o escoamento superficial se concentra sem ter o escape necessário. Vive-se na iminência de um desastre por falta de planejamento.

Atualmente são realizadas grandes obras para tentar reduzir esse problema e aumentar a capacidade do sistema de drenagem em determinada localidade, porém tais obras são extremamente onerosas, geram grandes transtornos e vêm demonstrando-se ineficazes com o passar do tempo.

A solução remonta a um debate fora do convencional. Considerando as condições ambientais do local, tendências mundiais e a literatura de referência, torna-se evidente que a tratativa deve ser baseada em conceitos sustentáveis, em uma nova abordagem onde as soluções serão tanto eficazes quanto duradouras.

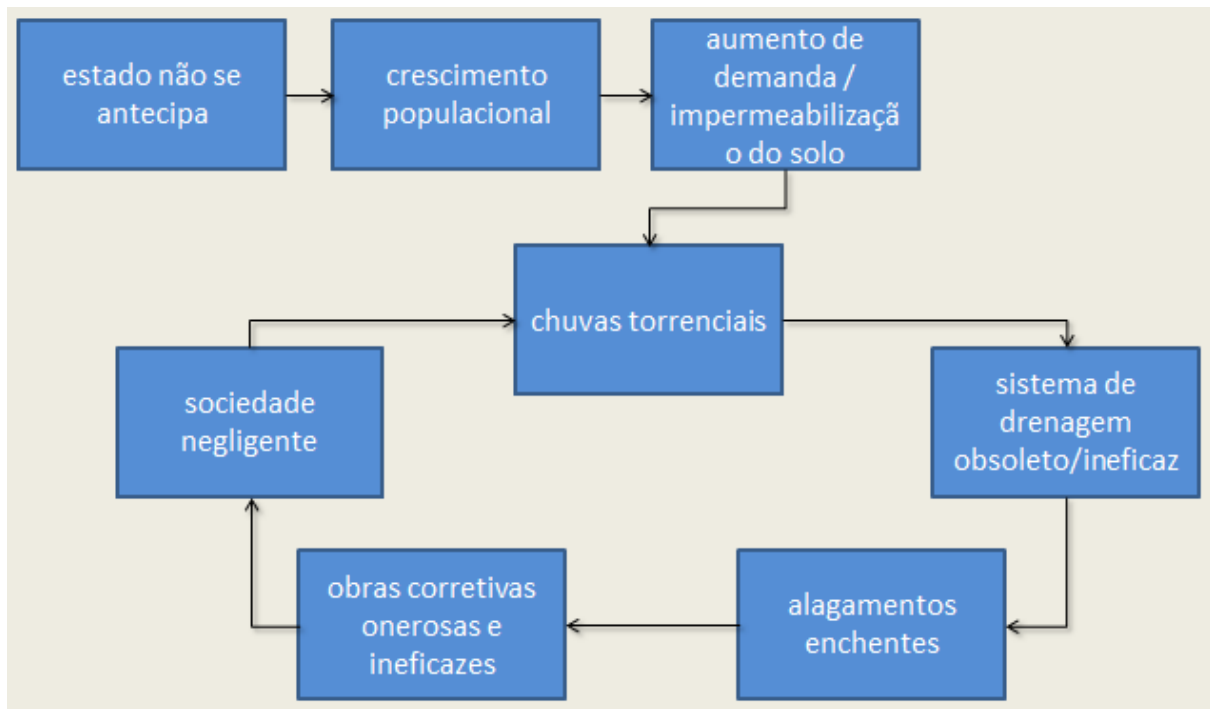
A solução abordada neste contexto busca incentivar a população da cidade a utilizar técnicas sustentáveis em suas residências através de desconto proporcional no IPTU, desta forma reduzindo o escoamento superficial. Utilizar técnicas de controle na fonte irá reduzir o impacto no sistema de drenagem sendo possível um panorama futuro onde existirão apenas os gastos de manutenção do sistema e expansão junto às novas localidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** IPTU Azul, Sustentabilidade, Drenagem, Alagamentos.

### INTRODUÇÃO

A cidade de São Paulo está em crescimento contínuo, sendo quase exclusivamente urbano e desprovido de qualquer tipo de controle. Consequentemente a cidade está totalmente impermeabilizada, sendo o sistema de drenagem existente responsável por atuar na captação de praticamente toda a água de uma chuva que incida sobre a cidade. A população não faz sua parte e, através do lixo jogado na rua, entope as entradas do sistema de micro drenagem. Este sistema, nestas condições, não suporta a demanda e então ocorrem os alagamentos.

Cabe à sociedade se organizar e impor seu desejo de uma tratativa para a situação, porém devem também perceber seu dever de mudança de hábitos, e neste ponto cabe ao estado utilizar de métodos educativos ou até coercitivos. Neste momento temos o seguinte ciclo ocorrendo sempre com os mesmos resultados desastrosos:



**Figura 1: Ciclo do sistema de drenagem atual, autoria própria, 02/2017.**

A partir de uma rigorosa revisão bibliográfica e análise dos dados que serão mostrados em sequência, será indicado um projeto de lei visando o incentivo às técnicas de controle na fonte e a sustentabilidade de maneira geral. Lembrando que se entende por desenvolvimento sustentável aquele que responda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de responder às suas próprias necessidades (ONU, Comissão Brundtland, 1987).

As técnicas de controle na fonte não irão unicamente reduzir o número de alagamentos, envolverão também outras áreas. A utilização de telhados verdes, por exemplo, reduz o efeito das ilhas de calor (Baldessar, S. M. N., 2012), protegem telhados convencionais da radiação ultravioleta e das temperaturas extremas (Thompson, J. W., 2008). O departamento de meio ambiente de Chicago descobriu que em um dia a 37° a temperatura na superfície de um telhado convencional chegou a 74°, enquanto um telhado verde foi de apenas 29° (Baldessar, S. M. N., 2012), ou seja, o uso do telhado verde em larga escala pode reduzir a incidência das chuvas convectivas e ainda diminuir custos com eletricidade para resfriamento.

Quanto maior a utilização de sistemas de controle na fonte menor serão os gastos com obras públicas corretivas que visam o aumento da capacidade do sistema de drenagem atual.

Em uma escala macro do fator econômico é de suma importância ressaltar o impacto causado pelas chuvas em São Paulo. De acordo com estudo da faculdade de economia da universidade de São Paulo (FEA-USP), com base nos dados de 2008, são perdidos anualmente R\$762 milhões com os prejuízos oriundos das inundações. Em uma rápida comparação, foi arrecadado com o imposto predial e territorial urbano (IPTU) em 2008 exatos R\$ 2.914.665.164,16, o prejuízo causado pelas chuvas equivale a 26% deste valor.

Ambientalmente as principais contribuições do incentivo às técnicas sustentáveis são: colaborar para a melhoria da qualidade do ar, minimizar as vazões dos rios que recebem as águas das redes de coleta pluvial, reduzir os efeitos da ilha de calor, minimizar a poluição difusa nas águas de alagamentos, aumentar o reuso de água pluvial e reabastecer aquíferos.

Além das já consideradas questões econômicas e ambientais, há de se salientar o impacto social da situação-problema levantada. Os alagamentos afetam todos os cidadãos que transitam pela cidade de São Paulo. Os problemas oriundos dessas inundações são variados e geram impactos, temos o já comum efeito no trânsito, que por si só já gera inúmeros impactos secundários. Temos perdas diretas como carros arrastados, casas

inundadas e transmissão de doenças, e indiretas como, por exemplo, o aumento dos preços após um alagamento na região do CEAGESP. Ressaltando inclusive casos fatais, estes obviamente imensuráveis.

## OBJETIVO

O objetivo dessa pesquisa é demonstrar uma solução para a redução de alagamentos na cidade de São Paulo utilizando técnicas sustentáveis. Partindo do princípio da já conhecida lei “IPTU verde” propor a criação de uma lei específica apenas para as águas pluviais, o “IPTU azul”.

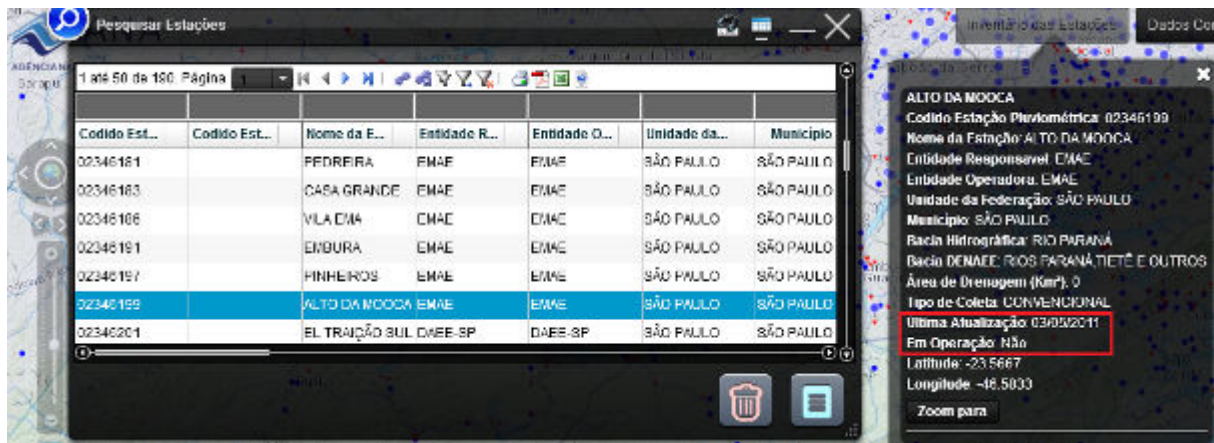
Como objetivo secundário busca-se difundir a utilização de técnicas sustentáveis no campo da drenagem urbana, demonstrando seus benefícios.

## METODOLOGIA

A obtenção de todos os dados utilizados se deu por meio de fontes oficiais e confiáveis, não foi realizado nenhum experimento prático, porém foram analisados resultados de estudos prévios.

A quantidade de pontos de alagamento em toda a cidade de São Paulo foi adquirida por solicitação ao departamento responsável pelo controle, arquivamento e disponibilização destes dados, o Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE-SP), compreendendo um período de 01/01/2007 até 10/04/2016.

Os índices pluviométricos foram adquiridos para um único pluviômetro instalado no mirante de Santana, zona norte da cidade, através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Tais índices consistem de dados de chuva acumulada em 24 horas em um período que compreende de 01/01/2007 até 28/08/2016. Foi escolhida essa fonte para os índices pluviométricos, pois consistem de números diários. Durante a primeira etapa de pesquisa o sistema “Hidroweb” estava sendo atualizado, e, em uma segunda tentativa com o sistema já atualizado foram localizados vários pluviômetros fora de funcionamento, com última coleta muito antiga e apenas com índices mensais.



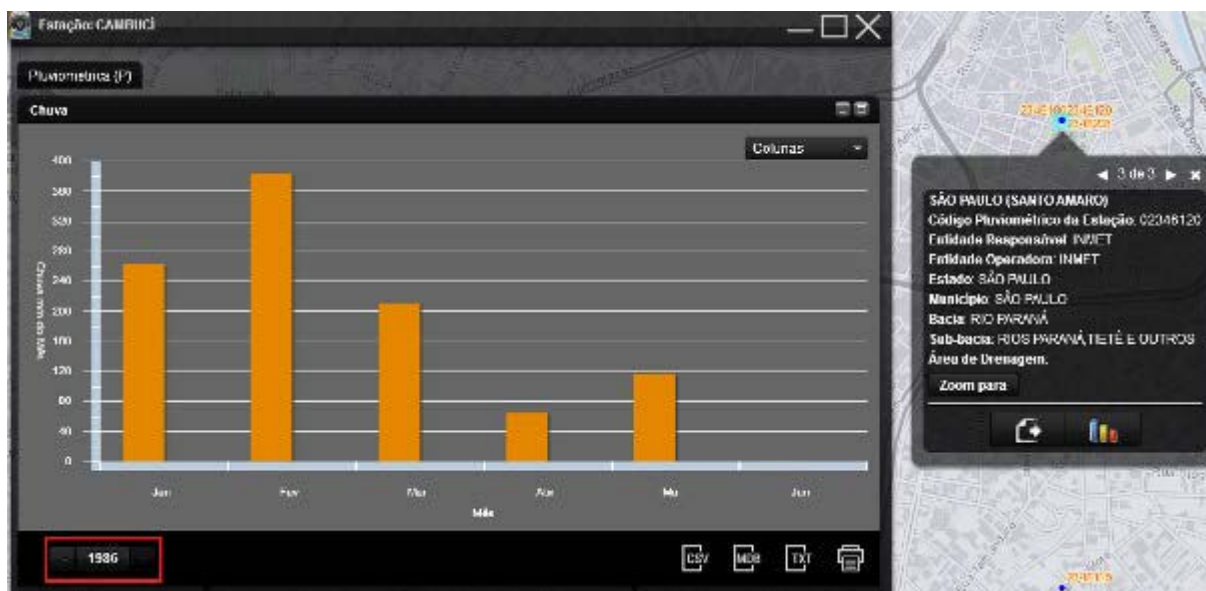
The screenshot shows a software interface for managing pluviometric stations. On the left, there is a table with columns for station code, name, and municipality. The row for 'ALTO DA MOOCA' is highlighted. On the right, a detailed view of this station is shown, including its name, code, and status. The status 'Em Operação: Não' is highlighted with a red box.

Código Est...	Código Est...	Nome da E...	Entidade R...	Entidade O...	Unidade da...	Município
02346181		PEDREIRA	EMAE	EMAE	SÃO PAULO	SÃO PAULO
02346183		CASA GRANDE	EMAE	EMAE	SÃO PAULO	SÃO PAULO
02346106		VILA EMÁ	EMAE	EMAE	SÃO PAULO	SÃO PAULO
02346191		EMBURA	EMAE	EMAE	SÃO PAULO	SÃO PAULO
02346197		FINHEIROS	EMAE	EMAE	SÃO PAULO	SÃO PAULO
02346199		ALTO DA MOOCA	EMAE	EMAE	SÃO PAULO	SÃO PAULO
02346201		EL TRAIÇÃO SUL	DAEE-SP	DAEE-SP	SÃO PAULO	SÃO PAULO

ALTO DA MOOCA
Código Estação Pluviométrica: 02346199
Nome da Estação: ALTO DA MOOCA
Entidade Responsável: EMAE
Entidade Operadora: EMAE
Unidade da Federação: SÃO PAULO
Município: SÃO PAULO
Bacia Hidrográfica: RIO PARANÁ
Área de Drenagem (Km²): 0
Tipo de Coleta: CONVENCIONAL
Última Atualização: 03/05/2011
Em Operação: Não
Latitude: -23,5667
Longitude: -46,5033
Zoom para

Figura 2: Pluviômetro fora de operação, Agência Nacional de Águas – ANA, 03/2017.



**Figura 3: Pluviômetro em operação, Agência Nacional de Águas – ANA, 03/2017.**

O levantamento bibliográfico foi realizado a partir de livros de referência técnica sobre o assunto abordado, de autores renomados na área e de várias dissertações de pós-graduação, mestrado e afins sobre abordagens mais específicas, como a utilização de telhados verdes e sua contribuição na redução de escoamento, a construção de pavimentos permeáveis e outros.

Após analisados todos os dados foi realizada uma primeira abordagem, entrando em contato com o gabinete da vereadora Janaína Lima do Partido NOVO para apresentar o projeto. A vereadora demonstrou interesse e solicitou uma reunião na câmara para encaminharmos os próximos passos. Durante a escrita deste ainda será marcada uma segunda reunião onde já será realizada a minuta inicial para apresentação ao poder executivo. Seguindo todos os passos em direção à criação de um projeto de lei e posteriormente a aprovação e criação da lei especificamente.

## RESULTADOS

Em um primeiro momento é de suma importância comprovar que os atuais investimentos ligados à atual tratativa são comprovadamente ineficazes. Esclarecendo através de dados, existe um programa de obras da prefeitura da cidade de São Paulo denominado “Programa de Redução de Alagamento – PRA”, com obras iniciadas em 2013 já havia gasto R\$96 milhões em 50 obras concluídas até 2015 e ainda possui mais 12 obras previstas com um investimento de R\$19 milhões. Contudo, o número de alagamentos não vem diminuindo constantemente. Filtrando os dados fornecidos pelo CGE-SP temos as seguintes quantidades de alagamentos entre 2007 e 2015:

**Tabela 1: Quantidade de alagamentos por ano, dados CGE-SP, autoria própria, 02/2017.**

ANO	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007
OCORRÊNCIAS	1005	604	751	1084	1274	1498	1425	886	845

O ano de 2016 somou 582 ocorrências até o dia 10/04 apenas, último dia da série de dados encaminhada. Importante também notar que 2008 não foi um ano com um dos maiores números de ocorrências, sendo este ano a base de estudos para a pesquisa mencionada anteriormente sobre os prejuízos oriundos dos alagamentos.

Conforme já observado e através de toda a bibliografia pesquisada, e ainda buscando soluções em outras cidades e países, fica evidente que a solução para a redução dos eventos de alagamentos deve ser baseada em medidas compensatórias de controle na fonte, aliando assim sustentabilidade, custos, tempo de retorno e eficácia.

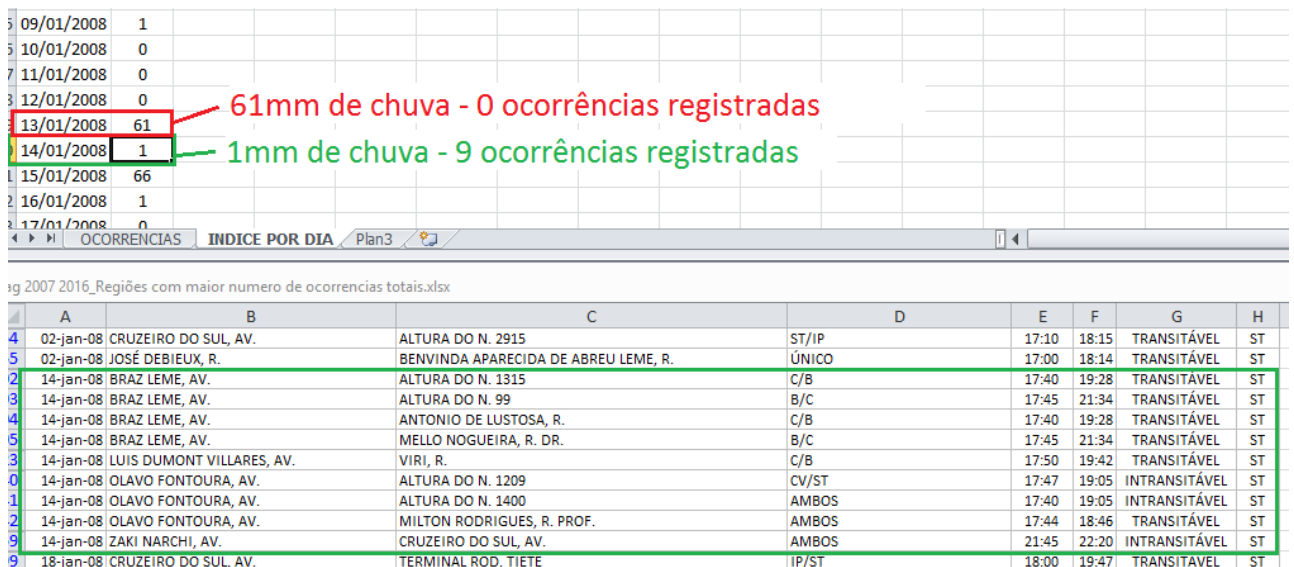
Foram localizados dois exemplos internacionais de maior relevância. O “2000 Maryland Stormwater Design Manual”, um manual indicando várias intervenções sustentáveis, desde residenciais até rodoviárias, idealizado pela prefeitura da cidade de Maryland, Michigan, EUA, e uma comunidade independente financiada pela iniciativa privada

denominada “susdrain”, com atuação no Reino Unido, principalmente em Londres, que projeta sistemas de drenagem sustentáveis (*SuDS – Sustainable Drainage Systems*).

É evidente a necessidade de uma reformulação na tratativa do sistema de drenagem, desde os manuais oficiais disponibilizados pela prefeitura que sequer consideram técnicas sustentáveis, e posteriormente as aplicando em larga escala. Antes de apresentar a proposta de criação de lei para incentivo do controle na fonte serão apresentados, em suma, os dados adquiridos, sua tratativa e análise.

Conforme já citado, o número de alagamentos foi fornecido pelo CGE-SP, tais dados são dispostos em ordem cronológica contendo para cada uma de suas 9959 linhas: data, local (endereço, referência e sentido), tempo de duração e sub. Os dados pluviométricos são disponibilizados pelo INMET em forma de gráfico, com os números diários separados por cada mês, tais informações foram transcritas para números em ordem de criar uma única planilha contendo todas as informações relevantes.

A primeira intenção com o agrupamento dos dados era demonstrar que quanto maior o índice pluviométrico maior seria a quantidade de pontos de inundações, o que acabou por não acontecer, chegando a dias em que com o registro de 0mm houveram pontos de alagamentos na cidade. O motivo principal para tal acontecimento são as chuvas convectivas que tem como característica uma chuva intensa, rápida e em um ponto específico. Ou seja, uma intensidade de 20mm em uma hora é significativa mais prejudicial que os mesmos 20mm em um dia inteiro de chuva. Mesmo filtrando as ocorrências mais próximas do pluviômetro analisado não houve a inter-relação esperada, portanto os dados foram tratados quantitativamente, podendo assim separar as regiões com maiores ocorrências e entender o ponto comum entre elas.



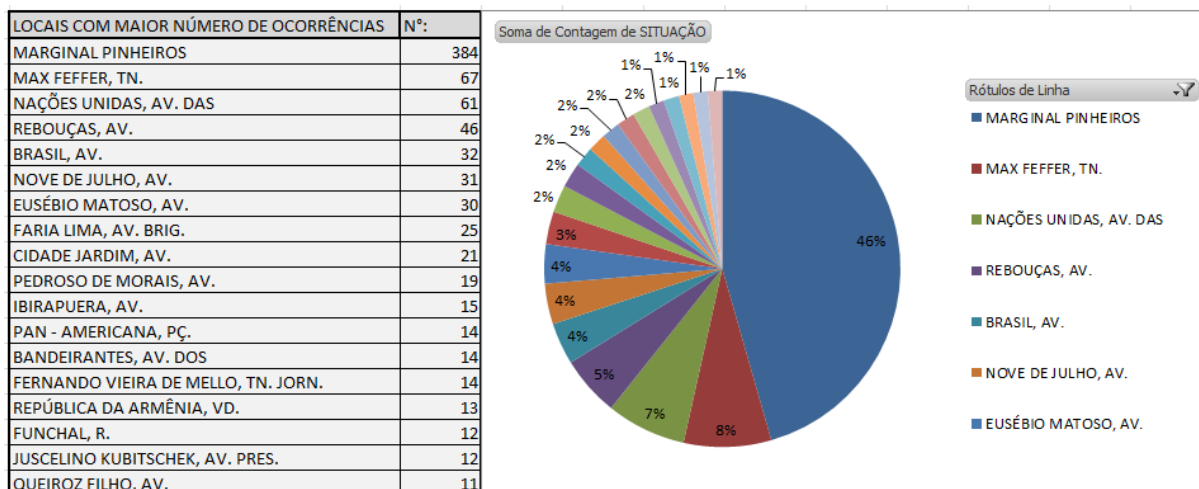
**Figura 4: Intensidade de chuvas por dia x ocorrências de alagamentos por região, dados CGE-SP e INMET, autoria própria, 03/2017.**

**Tabela 2: Contagem de ocorrências acumulada entre 2007 e 2016 por SUB, dados CGE-SP, autoria própria, 09/2016.**

SUB	OCORRÊNCIAS
SE	1289
LA	1160
PI	1149
BT	1003
MO	992

Através do Google Maps, utilizando os endereços das ocorrências, foi delimitada a região de cada uma dessas cinco SUB's com maior número de ocorrências, e feito isso localizado o primeiro ponto comum: são regiões extremamente urbanizadas e, conseqüentemente, impermeabilizadas.

Depois de delimitadas as áreas de atendimento de cada SUB, foram filtrados os locais com o maior número de ocorrências na série histórica e desta análise surgiu o segundo ponto comum. De forma muito evidente é importante ressaltar: grandes avenidas são os maiores pontos de alagamentos dentro das SUB's, em alguns casos com até 46% das ocorrências totais.



**Figura 5: Locais com maior número de ocorrências e percentagem relativa entre os 18 primeiros – SUB “PI”, dados CGE-SP, autoria própria, 10/2016.**

Os dados comprovaram o que já havia sido levantado bibliograficamente, com a urbanização descontrolada advêm o aumento da impermeabilização e o consequente aumento das inundações, as ações tradicionais se mostram ineficientes.

## PROJETO DE LEI “IPTU azul”

Existem exemplos em cidades brasileiras da adoção de lei para incentivar o uso de medidas sustentáveis, comumente conhecida como “IPTU verde”, estas leis indicam medidas que se forem adotadas por proprietários de imóveis prevêm desconto sobre o IPTU.

Com o projeto de lei 39/2011, do vereador Adilson Amadeu (PTB), tentou-se instituir o “IPTU verde” em São Paulo. O projeto foi vetado pelo então prefeito Fernando Haddad em 16/03/2015 sob as seguintes alegações: primeiramente por ser muito restritiva quanto aos tipos de medidas que poderiam ser adotadas nas edificações; em segundo pelo fato de a normatização ser bastante vaga quanto aos parâmetros mínimos a ser exigidos para a concessão do benefício fiscal, e por último devido ao fato de a proposta preconizar renúncia fiscal sem observar o comando contido no artigo 14 da lei de responsabilidade fiscal, que exige para a concessão de incentivo de natureza tributário da qual decorra renúncia de receita a devida estimativa do impacto orçamentário-financeiro no exercício em que deva iniciar e nos dois seguintes, bem como atender o disposto na lei de diretrizes orçamentárias.

Baseado nas razões do veto e nas exigências para aprovação de uma lei, a pesquisa indica a criação de um projeto de lei baseado apenas na questão da contribuição do imóvel para o escoamento superficial a partir de sua área total. Este projeto foi denominado “IPTU azul” e encaminhado à vereadora Janaína Lima (NOVO) para discussão e possibilidade de aplicação.

O projeto baseia-se na premissa de que todo imóvel contribui para o escoamento superficial, pela não utilização de métodos de reservatório e/ou reuso despeja as águas da chuva imediatamente na rede de coleta pluvial. Considerando sua área total será aplicada uma taxa sobre o valor do IPTU de acordo com a área percentual que utilize das medidas dispostas no projeto, sendo assim o desconto compatível com a quantidade de água das chuvas que não será diretamente encaminhada ao sistema de micro drenagem.

Para que fique de acordo com a lei de responsabilidade fiscal e a lei de diretrizes orçamentárias, ao invés de apenas prever desconto o texto do projeto na realidade prevê um ajuste no valor do IPTU, podendo crescer ou reduzir valor

em dependência da área de contribuição que utilize as técnicas dispostas. Desta forma, o valor concedido como desconto aos proprietários que utilizem as técnicas será contrabalanceado pelo aumento àqueles que não as utilizem.

Por se tratar das questões pluviais, as medidas relacionadas são específicas para este assunto e abordam técnicas que de fato contribuem para a redução do lançamento de água pluvial no sistema de drenagem, tais medidas estão bem especificadas. O parâmetro para cálculo do ajuste é simples e de fácil aplicação como será exemplificado em seguida.

Um texto com o pré-projeto de lei foi encaminhado ao gabinete da vereadora no dia 03/03/2017. No dia 23/03/2017 houve a primeira resposta positiva marcando uma primeira reunião na câmara de vereadores de São Paulo. A reunião ocorreu dia 27/03/2017 com sucesso. Neste momento o departamento jurídico da vereadora está trabalhando e em breve será marcada uma próxima reunião para elaboração da minuta inicial que será apresentada ao poder executivo. Abaixo segue o texto inicial de autoria própria encaminhado (futuras alterações para apresentação ao poder executivo podem ser feitas):

“Institui o programa de incentivo, contribuição e desconto denominado “IPTU azul” no âmbito do município de São Paulo.

Art. 1º - Fica instituído no âmbito do município de São Paulo o IPTU azul, cujos objetivos são conservar e recuperar a qualidade ambiental dos recursos hídricos, contribuir para a redução de enchentes e alagamentos, e fomentar medidas que preservem, protejam e recuperem o meio ambiente, mediante reajuste tributário ao contribuinte.

Art. 2º - O reajuste tributário disposto consiste em taxa progressiva à ser incidida sob o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) aos proprietários de imóveis residenciais e não-residenciais de acordo com a porcentagem da área de seu imóvel que está contribuindo para o controle na fonte de águas pluviais através das seguintes medidas:

I- Jardins;

II- Telhado verde;

III- Pavimento permeável;

IV- Sistema de captação e/ou reuso de água da chuva.

Art. 3º - Para efeito desta Lei considere-se;

I- Jardins: espaço fechado e fixo, não considerando vasos e afins, onde se cultivam árvores, flores e plantas de ornato;

II- Telhado verde: sistema construtivo caracterizado por uma cobertura vegetal feita com grama ou plantas, instalado em lajes ou telhados convencionais, consistindo de camadas de impermeabilização e drenagem;

III- Pavimento permeável: aqueles que possuem espaços livres em sua estrutura por onde a água pode escoar, podendo infiltrar no solo ou ser transportada através de sistema auxiliar de drenagem;

IV- Sistema de captação e/ou reuso de água da chuva: todo e qualquer sistema, interligado ou não com os acima dispostos, que capta água da chuva e armazena em reservatório, para utilização no próprio imóvel.

Art. 4º - O reajuste tributário no Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) será articulado de acordo com o art.2º nas seguintes proporções:

I- 0% a 20% de área do imóvel utilizando as medidas dispostas – 1,10\*IPTU;

II- 20% a 40% de área do imóvel utilizando as medidas dispostas – 1,00\*IPTU;

III- 40% a 60% de área do imóvel utilizando as medidas dispostas – 0,90\*IPTU;

IV- 60% a 80% de área do imóvel utilizando as medidas dispostas – 0,85\*IPTU;

V- acima de 80% de área do imóvel utilizando as medidas dispostas – 0,80\*IPTU;

Parágrafo Único – Os benefícios não são acumulativos, devido cada imóvel se adequar em apenas uma das opções acima dispostas.

Art. 5º - Os proprietários devem encaminhar comprovação da situação de seus imóveis para o órgão competente, através de laudo ou planta, contendo a quantidade de m<sup>2</sup> que atendem as medidas dispostas.

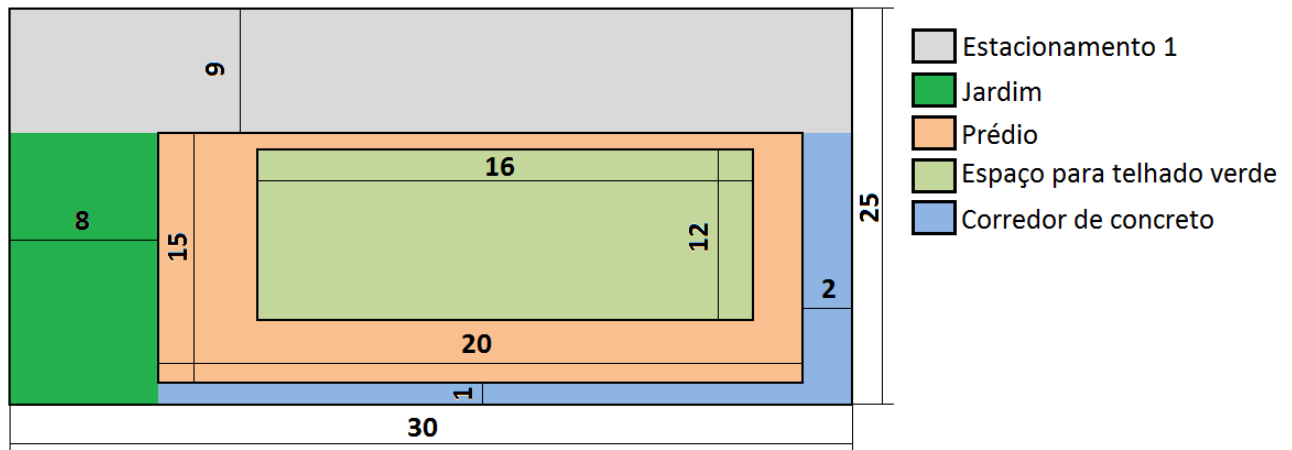
Art. 6º - Será dado prazo de 02 (dois) anos aos proprietários a partir da publicação desta para fornecer as informações solicitadas pelos órgãos competentes, não sendo atendido o prazo serão enquadrados na opção I do art. 4º.

Art. 7º - O poder executivo incluirá, na LDO e na LOA do exercício civil subsequente ao da data de publicação desta Lei, as despesas decorrentes da sua execução.

Art. 8º - O poder Executivo Municipal regulamentara a presente Lei no prazo de 60 (sessenta) dias.

Art. 9º – Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.”

Para melhor elucidação, será utilizado um modelo para exemplificar como será realizado o cálculo do ajuste, considerar a imagem abaixo e um valor de IPTU atual de R\$3000,00.



**Figura 6: Modelo para exemplificação de cálculo do ajuste, autoria própria, 02/2017.**

Primeiramente vamos considerar a área total do imóvel:

$$A = 30 \times 25, A = 750\text{m}^2$$

Agora serão dados três exemplos, todos baseados no mesmo imóvel porém com diferentes técnicas utilizadas:

- Exemplo I – Apenas o jardim como medida de controle na fonte:

$$A_j = 8 \times 16 = 128\text{m}^2 // (128/750) \times 100 = 17,06\%$$

$$1,10 \times \text{IPTU} = 1,10 \times 3000,00 = \mathbf{R\$3300,00};$$

- Exemplo II – Jardim e telhado verde como medidas de controle na fonte:

$$A_j = 128\text{m}^2, A_{tv} = 16 \times 12 = 192\text{m}^2 // A_j + A_{tv} = 320\text{m}^2 // (320/750) \times 100 = 42,6\%$$

$$0,90 \times \text{IPTU} = 0,90 \times 3000 = \mathbf{R\$2700,00};$$

- Exemplo III – Jardim, telhado verde e estacionamento 1 com sistema de captação de água da chuva:

$$A_j = 128\text{m}^2, A_{tv} = 192\text{m}^2, A_{est} = 9 \times 30 = 270\text{m}^2 // A_j + A_{tv} + A_{est} = 590\text{m}^2 // (590/750) \times 100 = 78,6\%$$

$$0,85 \times \text{IPTU} = 0,85 \times 3000 = \mathbf{R\$2550,00}.$$

O ajuste é de fácil aplicação, atende aos princípios que um projeto de lei deve respeitar e irá contribuir para a redução dos alagamentos sem utilização de dinheiro público por meio do controle na fonte. Abaixo será explicado como a utilização de tais técnicas irá reduzir o escoamento superficial e consequentemente o número de alagamentos.

Para exemplificar a capacidade do sistema de engolimento existente fora escolhido um quarteirão da cidade em uma das regiões com maior número de ocorrências e próximo da forma retangular, para maior aproximação dos resultados.





Figura 7: Quarteirão da cidade de São Paulo aproximadamente dimensionado, Google Maps, 03/2017.

Para o quarteirão acima se considera uma área total de 7128m<sup>2</sup> (108x66m). Foram identificadas duas bocas de lobo marcadas em laranja na imagem com as dimensões da figura abaixo:

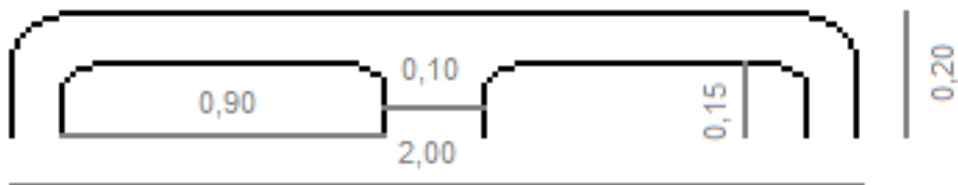


Figura 8: Detalhe das sarjetas no local indicado, autoria própria, 03/2017.

Primeiramente é definido um tempo de retorno em anos. Para o exemplo foi escolhido 5 anos e uma duração de chuva de 20 minutos, com isso teremos a intensidade média da chuva em mm/h de acordo com a equação para a região metropolitana de São Paulo:

$$I = 1747,9 \cdot T_r^{0,181} \cdot (T_c + 15)^{0,89} \quad \text{equação (1)}$$

Chegando assim para a situação descrita em **I= 98,81 mm/h**.

Para a atual conjuntura é indicada a utilização do coeficiente “C” no método racional de 0,95 conforme tabela abaixo.

ZONAS	C
Edificação muito densa: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas	0,70 - 0,95
Edificação não muito densa: Partes adjacente ao centro, de menos densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 - 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas	0,50 - 0,60
Edificações com muitas superfícies livres: Partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas	0,25 - 0,50
Subúrbios com alguma edificação: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção	0,10 - 0,25
Matas, parques e campos de esporte: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação	0,05 - 0,20

**Figura 9: Valores do coeficiente adotados pela prefeitura do município de São Paulo, P. S. Wilken, 1978.**

Sendo a equação do método racional para área em ha:

$$Q = (C \cdot I \cdot A) / 360 \quad \text{equação (2)}$$

Para a área e intensidade calculadas teremos uma vazão  $Q = 0,185 \text{m}^3/\text{s}$ .

A capacidade de engolimento deste tipo de boca de lobo será dada por:

$$Q = 1,60 \cdot L \cdot y^{1,5} \quad \text{equação (3)}$$

A capacidade de escoamento ainda irá sofrer redução no valor calculado devido a limitações reais, multiplica-se então o valor acima calculado por um fator de redução que considera a obstrução por sedimentos, carros estacionados, lixo e outros, indicado pela tabela abaixo:

**Tabela 3: Fatores de redução de escoamento em sarjetas, DAEE/CETESB, 1980.**

DECLIVIDADE DA SARJETA	FATOR DE REDUÇÃO
0,4	0,50
1,0 A 3,0	0,80
5,0	0,50
6,0	0,40
8,0	0,27
10,0	0,20

Utilizando o menor fator de redução para o exemplo (0,80) teremos uma capacidade de engolimento de  $Q = 0,135 \text{m}^3/\text{s}$ .

Ou seja, para a chuva indicada o sistema de micro drenagem não será suficiente para a demanda gerada no local. Utilizando a capacidade de drenagem do local conhecida como ponto de partida é possível realizar o cálculo inverso e identificar que para um coeficiente  $C = 0,69$  ou menor não haveria problema para a chuva indicada, uma redução de 27,37%.

Realizado o passo-a-passo acima, veremos agora algumas tabelas com mais possibilidades para o exemplo, alterando as variáveis e demonstrando o quanto seria necessário de controle na fonte para cada caso. A primeira tabela indicará diferentes intensidades médias para diferentes durações de chuva e tempos de retorno, em verde os valores que o atual sistema comporta e em vermelho os valores que o ultrapassam.

**Tabela 4: Valores de “I” (mm/h) para diferentes variáveis, autoria própria, 03/2017.**

DURAÇÃO DA CHUVA (min)	10	15	20	25	30	40	50	60
TEMPO DE RETORNO (ANOS)	INTENSIDADE MÉDIA (mm/h)							
5	133,3102508	113,3424	98,81198	87,73982	79,00799	66,08568	56,95571	50,14477
10	151,1297537	128,4928	112,0201	99,46796	89,56894	74,91931	64,56895	56,84759
15	162,6381751	138,2774	120,5504	107,0424	96,38955	80,62436	69,48582	61,17649
20	171,3311792	145,6683	126,9938	112,7638	101,5416	84,93373	73,19984	64,44637
25	178,3927154	151,6721	132,2279	117,4114	105,7267	88,43434	76,21682	67,10258
50	202,2383649	171,9461	149,9027	133,1057	119,8591	100,2553	86,40468	76,07214

Na próxima tabela veremos os valores de vazão para cada uma das intensidades da tabela anterior, respeitando o posicionamento de cada dado. Esquema de cores seguindo a mesma premissa.

**Tabela 5: Valores de “Q” (m³/s) para o coeficiente de escoamento superficial atual, autoria própria, 03/2017.**

VAZÃO TOTAL GERADA PARA C=0,95							
0,250756582	0,213197	0,185865	0,165039	0,148614	0,124307	0,107134	0,094322
0,284275067	0,241695	0,21071	0,187099	0,168479	0,140923	0,121454	0,10693
0,305922407	0,2601	0,226755	0,201347	0,181309	0,151654	0,130703	0,115073
0,322273948	0,274002	0,238875	0,212109	0,191	0,15976	0,137689	0,121224
0,335556698	0,285295	0,248721	0,220851	0,198872	0,166345	0,143364	0,12622
0,380410364	0,323431	0,281967	0,250372	0,225455	0,18858	0,162527	0,143092

Na tabela seguinte teremos os valores de “C” para que o sistema de drenagem do local comportasse a demanda gerada, novamente mantendo as devidas posições para cada dado.

**Tabela 6: Valores de “C” para que não houvesse sobrecarga, autoria própria, 03/2017.**

VALOR NECESSÁRIO DE C PARA EVITAR ALAGAMENTO							
0,511452179	0,601556	0,690016	0,777091	0,862974	N/A	N/A	N/A
0,45114755	0,530628	0,608657	0,685465	0,761222	0,91007	N/A	N/A
0,41922395	0,49308	0,565588	0,636961	0,707357	0,845673	N/A	N/A
0,397953359	0,468062	0,536891	0,604643	0,671467	0,802765	0,931448	N/A
0,382200686	0,449534	0,515639	0,580709	0,644888	0,770988	0,894577	N/A
0,337135925	0,39653	0,45484	0,512238	0,56885	0,680082	0,789099	0,896278

Na última tabela temos a redução percentual para comparação, tal redução permite demonstrar a efetividade das técnicas de controle na fonte. Considerando cada imóvel responsável por sua área, e este reduzindo o despejo direto das águas pluviais na rede atual fica evidente o impacto final, onde em um cenário de maior colaboração dos cidadãos se chega em um panorama onde não é mais necessário ampliar a capacidade no local.

**Tabela 7: Redução percentual de “C”, autoria própria, 03/2017.**

<b>REDUÇÃO PERCENTUAL DE C PARA EVITAR ALAGAMENTO</b>							
<b>46%</b>	<b>37%</b>	<b>27%</b>	<b>18%</b>	<b>9%</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
<b>53%</b>	<b>44%</b>	<b>36%</b>	<b>28%</b>	<b>20%</b>	<b>4%</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
<b>56%</b>	<b>48%</b>	<b>40%</b>	<b>33%</b>	<b>26%</b>	<b>11%</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
<b>58%</b>	<b>51%</b>	<b>43%</b>	<b>36%</b>	<b>29%</b>	<b>15%</b>	<b>2%</b>	<b>N/A</b>
<b>60%</b>	<b>53%</b>	<b>46%</b>	<b>39%</b>	<b>32%</b>	<b>19%</b>	<b>6%</b>	<b>N/A</b>
<b>65%</b>	<b>58%</b>	<b>52%</b>	<b>46%</b>	<b>40%</b>	<b>28%</b>	<b>17%</b>	<b>6%</b>

## **EXEMPLOS DE LEIS SEMELHANTES EXISTENTES NO BRASIL**

Alguns municípios brasileiros já possuem o chamado “IPTU verde” que prevê desconto no imposto a partir da utilização de diversas técnicas sustentáveis, em alguns lugares chegando a 100% de abono. Veremos a seguir alguns exemplos para comparação com o projetado na pesquisa.

Em São Carlos as medidas são bem simples e cumulativas, como a plantação de árvores na calçada (2% de desconto). Então secretário de finanças Paulo Almeida explicou que “não houve renúncia de receita, uma vez que a prefeitura criou medidas compensatórias para o que deixou de arrecadar: aproximadamente R\$50 mil em 2011, de um universo de R\$48 bilhões, e o ganho para a cidade é inquestionável; houve uma qualificação da paisagem e uma melhoria no controle da poluição” (PINI, 2011).

Ana Claudia Utumi (PINI, 2011), sócia responsável pela área tributaria do escritório Tozzini Freire diz que “conceder desconto no IPTU com base em características do imóvel que são favoráveis à cidade está em linha com o que a constituição federal chama de função social da propriedade e, também, com o estatuto das cidades, já que, na medida em que a cidade tenha um plano diretor urbano, ela poderá cobrar conforme a efetiva utilização do imóvel e sua função social”. Como os descontos e isenções afetam diretamente a arrecadação pública do município, é necessário “destacar no projeto de lei e em toda a discussão, de onde vai sair o dinheiro para a implementação da política ou apresentar a previsão orçamentária considerando a redução da arrecadação, no caso de incentivos”, explica Ana. Assim, para que qualquer legislativo aprove uma lei que enseje renúncia fiscal é preciso uma previsão de qual será o impacto dessa nas contas públicas.

Em Guarulhos, durante a elaboração do projeto de lei, foi realizado um cálculo de previsão de renúncia de receita pelos benefícios ambientais com base nos 300 mil domicílios, visando um cenário de adesão de 1/3 dos imóveis, o que daria uma renúncia de R\$5,8 milhões. “Mas como se pode ver, estamos muito longe disso ocorrer” comenta Fiorin (PINI, 2011), “a maioria dos contribuintes que obteve o desconto – um pouco mais de 100 no total – obteve incentivo de até 5% do valor do IPTU”. Na cidade os descontos são cumulativos até um máximo de 25%.

A cidade de São Bernardo do Campo, no ABC paulista, é a que concede o percentual mais alto de desconto para áreas efetivamente permeáveis. A alíquota é definida caso a caso, numa conta que se faz dividindo a área de cobertura vegetal permeável pela área total do imóvel e multiplicando o resultado por 80. Assim, quanto maior a área de cobertura vegetal, maior o incentivo. Porém, o desconto não se aplica ao imóvel edificado cuja área total de terreno for de 500m<sup>2</sup> e ao imóvel cuja área total edificada supere 1/5 da área total do terreno, lei 6.091/2010.

Já em Curitiba, capital do Paraná, o sistema de descontos no IPTU, que existe desde o ano de 2000, está previsto no Código Florestal da cidade (Lei nº 9.806/2000) e, segundo Sérgio Luiz Primo, gerente do IPTU da cidade, já é uma adaptação de legislações anteriores. Hoje os descontos e isenções beneficiam 10.741 contribuintes da cidade, que mantêm preservados desde bosques nativos relevantes até árvores imunes e variam de 10% a 100% a depender da área protegida.

Outros municípios que já aderiram ao IPTU verde são: Araraquara (Lei nº 7.152/2009) no interior de São Paulo, com descontos que variam de 10% a 40% no valor do IPTU de acordo com a área preservada; e São Vicente (Lei nº 634/2010), na Baixada Santista, com descontos que podem chegar até 0,3% (três décimos

percentuais), dependendo das medidas preventivas tomadas pelo contribuinte. Em São Vicente o desconto não é aplicado aos imóveis cuja alíquota do IPTU é menor do que 1%.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Essa pesquisa buscou em outras cidades e países soluções que apresentaram resultado para adaptá-las e propor um projeto para a cidade de São Paulo. Uma nova visão baseada no que o mundo já provou ser não só necessário como eficaz.

Considera-se que o incentivo à utilização de medidas sustentáveis próximas aos cidadãos irá desencadear o debate sobre o assunto e assumir um papel fundamental em diversos fatores, desde a consciência sobre a importância da preocupação com futuras gerações até a redução da poluição atual, de maneira que a população tomará parte agindo em conjunto para uma cidade melhor.

A lei pode gerar um ceticismo no início, porém é provada por fatos e dados a redução do escoamento superficial utilizando as técnicas indicadas conforme podemos ver abaixo:

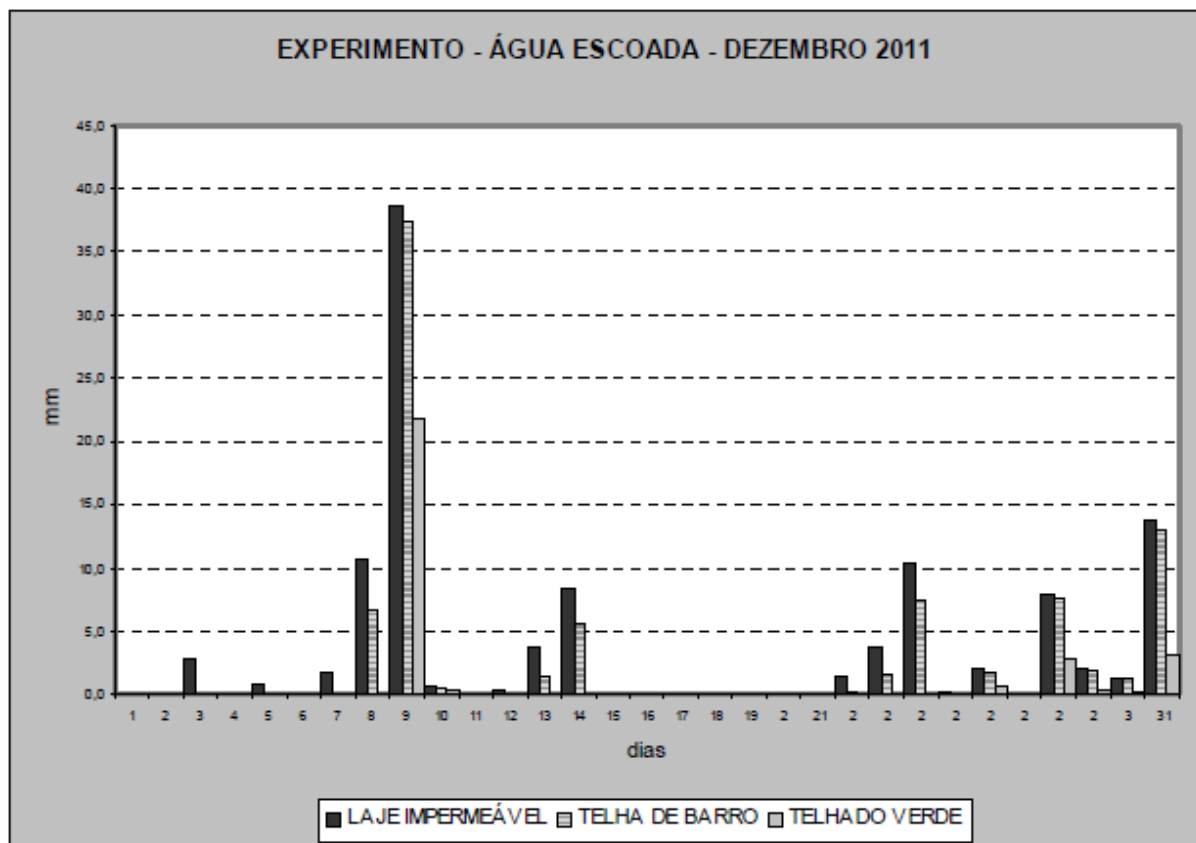


Figura 10: Comparação de escoamento em diferentes tipos de telhados, Baldessar, 2012.

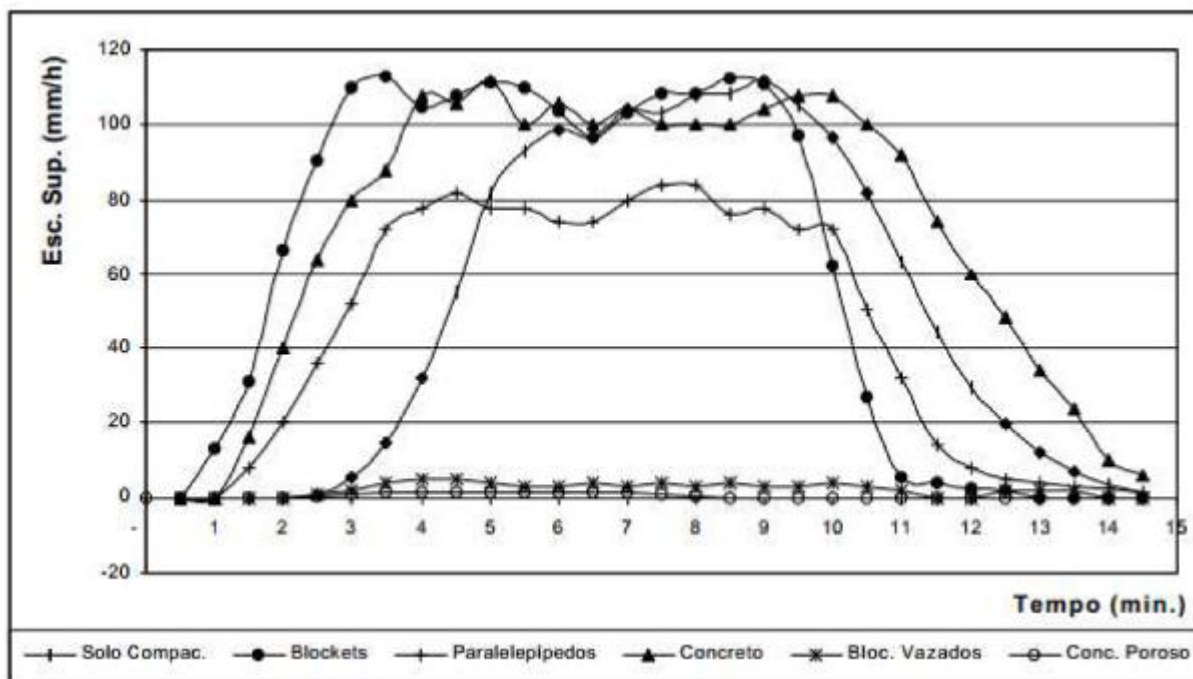


Figura 11: Escoamento superficial x tempo, Araújo, P. R., 2000.

As referências bibliográficas relatam grande relação entre a urbanização com a impermeabilização do solo, e como isso afeta o aumento do número de inundações, os resultados comprovam essa indicação. Com uma série histórica relativamente pequena (2007 a 2016) foi possível notar a ineficiência de todas as medidas tomadas até hoje, onde mesmo com grandes investimentos o número de ocorrências não foi reduzido. Também importante notar que o maior número de ocorrências se dá em locais de extrema ocupação. Em suma, o sistema de micro drenagem não é suficiente para toda a crescente carga.

O reajuste no IPTU já é realidade em alguns municípios brasileiros, e para o caso de São Paulo já houve uma tentativa de lei para tal que fora vetada (explicada anteriormente). A proposta deste projeto levou em consideração os motivos do veto anterior, assim como exemplos de outras cidades e países (Munique na Alemanha e Zurique na Suíça utilizam cobrança para o serviço de coleta pluvial – Righetto, A. M., 2009) e criou o “IPTU azul”. O texto indica apenas medidas relacionadas às águas pluviais, portanto não sendo restritivo, indica facilmente os parâmetros para o cálculo do ajuste, que compreende em aumento e desconto de acordo com as medidas tomadas, desta forma não havendo impacto no orçamento público que viole a lei de diretrizes orçamentárias.

É evidente em todas as pesquisas e obras já realizadas sobre o assunto que a utilização de técnicas compensatórias é eficiente, eficaz e trás consigo inúmeros outros benefícios, variando de acordo com a técnica utilizada. A utilização de telhados verdes diminui gastos com energia, reduz o efeito da ilha de calor urbana e ainda possui função estética. As trincheiras de infiltração podem abastecer lençóis freáticos enquanto filtram as águas. Pavimentos permeáveis ajudam na filtragem das águas pluviais também melhorando sua qualidade.

## CONCLUSÃO

São evidentes os prejuízos oriundos dos alagamentos para a cidade de São Paulo, sendo de suma importância atuar na redução dos mesmos. Ficou evidente que a atual tratativa além de onerosa não vem surtindo efeito. Em via disso foi criado o projeto desta pesquisa, que busca reduzir o número de ocorrências não apenas observando os transtornos econômicos, como ambientais e pessoais também.

Um ponto deveras importante demonstrado é a capacidade de coexistência com a infraestrutura existente de um grande centro urbano, não sendo necessária desapropriação por exemplo. Telhados verdes podem ser instalados em telhados convencionais, pavimentos permeáveis podem ser instalados em basicamente qualquer tipo de pavimentação

(apenas alterando o destino da água infiltrada) e outros tantos sistemas de captação e/ou reuso de água pluvial podem ser instalados em qualquer imóvel.

O projeto de lei IPTU azul aqui apresentado é bem fundamentado, realista e contrapõem os critérios do veto do projeto similar anteriormente proposto. Baseado principalmente nos exemplos de países que criaram a taxa para contribuição com a coleta de água pluvial, junto aos princípios do IPTU verde já existentes em outras cidades brasileiras, chegou-se a um consenso que será benéfico em termos de desconto e não diminuirá o orçamento municipal. Tal projeto pode ser um grande incentivo às práticas dispostas, diminuindo cada vez mais o escoamento superficial, que consequentemente irá reduzir as ocorrências de alagamentos, sem mencionar os já mencionados inúmeros outros fatores benéficos destas práticas.

Toda a referência bibliográfica que deu origem às técnicas compensatórias indicadas nessa pesquisa comprova sua eficiência na redução do escoamento superficial. A viabilização delas depende de sua consideração em projeto, lembrando que no manual de obras de drenagem oficial da prefeitura de São Paulo se quer conste nenhuma técnica do tipo. A urbanização impermeabilizou os solos dos grandes centros, e o sistema de micro drenagem não é suficiente para a demanda dos picos de chuvas, as técnicas compensatórias de controle na fonte reduzem a carga sobre o sistema de micro drenagem, em condições que podem chegar a ser melhores que a do solo original. A redução gradual do coeficiente de escoamento será ocasionada quanto maior for o número de medidas deste tipo tomadas.

Essa pesquisa demonstrou a importância das técnicas compensatórias de controle na fonte como possibilidade de solução para mitigar as ocorrências de alagamentos na cidade de São Paulo e buscou demonstrar a necessidade da busca pelos conceitos de sustentabilidade como forma de amenizar os efeitos da urbanização que a cidade sofreu. A utilização dessas técnicas e conceitos é muito procurada mundo afora, e é de suma importância difundi-la, fomentar debates e estimular seu uso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 2030STUDIO. Telhado verde: uma opção sustentável? <<http://2030studio.com/telhado-verde-uma-opcao-sustentavel/>>. Acessado em 09/08/2016.
2. ACIOLI L. A., Estudo Experimental de Pavimentos Permeáveis para Controle do Escoamento Superficial na Fonte, Dissertação de mestrado, (2005) UFRGS – IPH, 2005.
3. MIELKI, A. C., - INFRAESTRUTURA PINI – IPTU verde. <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/artigo260567-3.aspx>>. Acessado em 10/12/2016.
4. ARAÚJO, P. R., TUCCI, C. E. M., GOLDEFUM J. A. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial. Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRG. Porto Alegre, 2000.
5. BAPTISTA, M; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, SYLVIE, Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana, Porto Alegre: ABRH, 2005.
6. GLOBO. Enchentes em SP causam prejuízo anual de R\$ 762 milhões, diz pesquisa. <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2013/03/enchentes-em-sp-causam-prejuizo-anual-de-r-762-milhoes-diz-pesquisa.html>>. Acessado em 16/12/2016.
7. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=355030>>. Acessado em 14/12/2016.
8. INMET – Instituto Nacional de Meteorologia <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>>. Acessado em 28/08/2016.
9. JACOB, A. C. P. – AQUAFLUXUS – Você sabe a diferença entre alagamento e inundação? <<http://www.aquafluxus.com.br/voce-sabe-qual-a-diferenca-entre-alagamento-e-inundacao/>>. Acessado em 23/01/2017.
10. RIGHETTO, A. M. Manejo de Águas Pluviais Urbanas, Rio de Janeiro, ABES, 2009.
11. RECOLAST. Telhado Verde = Desconto no IPTU – IPTU Verde. <<http://recolast.com.br/blog/biodigestor/telhado-verde-desconto-iptu-verde/>>. Acessado em 10/08/2016.
12. SCARATI MARTINS, J. R. Programa de Capacitação em Drenagem Urbana e Manejo Sustentável de Águas Pluviais - Gestão de Drenagem Urbana e Inovações Tecnológicas em Micro Drenagem - Apostila de Curso Volume II, (2006). FCTH - FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA.

13. SECRETARIA MUNICIPAL DA FAZENDA – Receita arrecadada. <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/fazenda/contaspublicas/index.php?p=3216>>. Acessado em 08/03/2017.
14. SINICESP - Sindicato da Indústria da Construção Pesada do Estado de São Paulo. Asfalto Poroso no Japão. <<http://www.sinicesp.org.br/materias/2015/bt11a.htm>>. Acessado em 31/10/2016.
15. TOMAZ, 2005. Telhado verde. 2005. Capítulo 10.
16. TUCCI, C. E. M., Hidrologia, Ciência e Aplicação, 2º Edição - Porto Alegre: ED.Universidade/UFRGS: ABRH, 2000.
17. TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. L. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Editora ABRH, 1995.
18. WALESH, S. G., Urban Surface Water Management. Edition: Illustrated Publicado por Wiley-IEE, 1989.