

**Mudanças climáticas e o papel das Várzeas Urbanas Metropolitanas de São Paulo**

*Climate change and the role of Metropolitan Urban Floodplains in São Paulo*

*El cambio climático y el papel de las llanuras de inundación urbanas metropolitanas en São Paulo*

**Anita Rodrigues Freire**

Mestre, Doutoranda, FAUUSP, Brasil  
anitafreire@alumni.usp.br

**Regina Maria Prospero Meyer**

Professora Doutora, FAUUSP, Brasil  
reginameyer@uol.com.br

## RESUMO

Este artigo tem por objetivo discutir a importância das várzeas urbanas metropolitanas de São Paulo na drenagem urbana, diante dos impactos ocasionados pelas mudanças climáticas. O trabalho apresenta alguns conceitos relativos às várzeas urbanas, fundamentais à compreensão de seu papel, e traz uma revisão da literatura sobre o processo histórico de ocupação e implantação de infraestruturas urbanas nestas áreas. Este artigo visa contribuir na análise da questão das águas urbanas, que se torna cada vez mais, um elemento a ser incorporado nos processos de ocupação e transformação urbana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Várzea urbana. São Paulo, mudanças climáticas

## SUMMARY

*This article aims to discuss the importance of São Paulo's metropolitan urban floodplains in urban drainage, given the impacts caused by climate change. The work presents some concepts related to urban floodplains, fundamental to understanding their role, and provides a review of the literature on the historical process of occupation and implementation of urban infrastructures in these areas. This article aims to contribute to the analysis of the issue of urban water, which is increasingly becoming an element to be incorporated into the processes of occupation and urban transformation.*

**KEYWORDS:** Urban floodplain. São Paulo, climate changes

## RESUMEN

*Este artículo tiene como objetivo discutir la importancia de las llanuras de inundación urbanas metropolitanas de São Paulo en el drenaje urbano, dados los impactos causados por el cambio climático. El trabajo presenta algunos conceptos relacionados con las llanuras inundables urbanas, fundamentales para comprender su papel, y proporciona una revisión de la literatura sobre el proceso histórico de ocupación e implementación de infraestructuras urbanas en estas áreas. Este artículo pretende contribuir al análisis de la problemática del agua urbana, que cada vez se convierte más en un elemento a incorporar a los procesos de ocupación y transformación urbana.*

**PALABRAS CLAVE:** Llanura de inundación urbana. São Paulo, el cambio climático

## **INTRODUÇÃO, OBJETIVO E METODOLOGIA**

O principal objetivo deste artigo é avaliar o impacto das mudanças climáticas nas dinâmicas das várzeas urbanas metropolitana de São Paulo e levantar os principais desafios colocados pelas mudanças climáticas para São Paulo em relação aos seus rios e várzeas.

Para alcançar esse objetivo o artigo analisa, por meio de revisão da literatura, os principais conceitos relacionados às várzeas urbanas e também busca compreender como as obras de infraestrutura urbana e os processos de ocupação transformaram as áreas de várzeas dos principais rios da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

A compreensão das alterações implementadas nas várzeas e da dinâmica de funcionamento de uma várzea urbana possibilita a discussão dos impactos ocasionados pela intensificação de fenômenos naturais ocasionados pelas mudanças climáticas e também pode apontar novas possibilidades para essas áreas.

O artigo visa contribuir para que as várzeas urbanas possam cada vez mais assumir uma nova categoria nas cidades e metrópoles, uma vez que tais áreas são reservas de espaços fundamentais para atender aos novos desafios urbanos e ambientais, principalmente no contexto das mudanças climáticas.

### **1. O IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS VÁRZEAS URBANAS METROPOLITANAS DOS PRINCIPAIS RIOS DE SÃO PAULO**

#### **1.1. Várzeas urbanas**

As várzeas na legislação vigente são definidas como as “áreas marginais aos cursos d’água que estão sujeitas a enchentes e inundações periódicas”, (BRASIL, 2012, Lei 12.651 art. 3). As várzeas configuram-se como a área de passagem das águas provenientes da variação da altura de um rio, ou seja, são naturalmente a faixa de passagem de enchentes e inundações em cursos d’água (BRASIL, 2012)

As várzeas, portanto, são o espaço que as margens do rio têm para se deslocar. Esse deslocamento pode ocorrer com frequência anual – todo ano na época das cheias –, ou ainda pode acontecer em períodos variados, a cada 5, 10, 15, 20, 50 ou 100 anos, conforme padrão periódico adotado em projetos de drenagem. A repetição desses eventos, que acontecem com determinada frequência, é chamada de período de retorno: “período de retorno é o tempo, em média, que um determinado evento pode ser igualado ou superado” (ALMEIDA; MASINI, MALTA, 2017, p. 12).

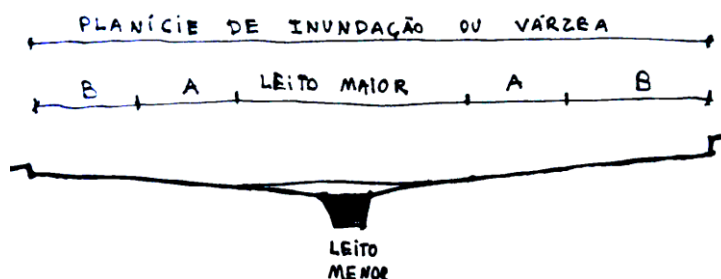
Essas áreas fazem parte da dinâmica própria de um rio e são essenciais na manutenção do ciclo hidrológico, no controle de sedimentos, na estabilização das margens e na recarga de aquífero; além de serem fundamentais em diversos processos ecológicos e na manutenção da biodiversidade (SANTOS, 2018; SILVA, 2018).

As várzeas também são definidas como as áreas mais baixas da bacia hidrográfica, que se estendem do leito menor do rio até os terraços fluviais, geralmente são áreas planas ou com baixas declividades (SANTOS, 2017). É muito importante a compreensão de que as áreas de várzeas ou planície de inundação não são uma área homogênea, mas contêm zonas diferentes

e específicas, caracterizadas principalmente pela periodicidade em que ocorrem os extravasamentos da calha (cheias e inundações).

Segundo Santos (2017, p. 83), cada um dos compartimentos que configuram uma planície de inundação, tem uma função específica: o leito maior do rio tem o papel de dar vazão às águas fluviais em circunstâncias de pluviosidade mais severas (geralmente de recorrência de periodicidade anual); já a planície de inundação na borda interna (trecho A da Fig. 1) recebe as águas de extravasamento excepcionais (com períodos de recorrência de periodicidade pluridecenal), tem o papel permanente de retenção de parte das águas pluviais, retardando sua chegada ao rio e aliviando as regiões ribeirinhas à jusante; já a planície de inundação na borda externa (trecho B da Fig. 1) corresponde a áreas que já não são mais atingidas pelas inundações, ou são muito raramente, e têm por função a retenção de águas pluviais, reduzindo seu volume e ampliando o tempo de sua chegada ao rio.

Figura 1. Compartimentos das várzeas.



Fonte: Elaboração própria, baseado em Santos (2017, p. 81).

A compreensão das singularidades e especificidades dos compartimentos das várzeas também possibilita a criação de instrumentos de planejamento urbano específicos para os diferentes setores dessas áreas. Neste artigo adota-se como definição de várzea a área que corresponde a toda a planície de inundação.

As várzeas também caracterizam ecossistemas próprios e na ecologia são definidas como ecossistemas de água doce inundados periodicamente (SILVA, 2018). O ecossistema de várzea tem como característica: o solo permanentemente saturado, vegetação adaptada para a variação do nível de água e rica biodiversidade (SILVA, 2018, p. 74), o ecossistema de várzea funcionam como áreas de transição entre ecossistemas aquáticos e terrestres.

Os ecossistemas de várzeas são áreas relevantes para a manutenção das atividades humanas, cerca de um bilhão de famílias dependem das várzeas para a obtenção de recursos e subsistência (RAMSAR, 2016). Ainda assim as várzeas estão entre os ecossistemas mais ameaçados do planeta. Estima-se que, no século XX, cerca de 64% das várzeas desapareceram, e cerca de 76% da biodiversidade aquática relacionada a essas áreas sofreram drásticas reduções populacionais (RAMSAR, 2016). No Brasil, cerca de 20% do território é enquadrado como ecossistema de várzea (SILVA, 2018, p. 74).

As várzeas urbanas são as áreas situadas às margens de rios e córregos localizadas em áreas urbanas, que são periodicamente inundadas. As várzeas urbanas fazem a transição entre o rio e a cidade, acumulando as águas que superam a vazão subdimensionada dos sistemas de drenagem urbano.

As várzeas urbanas são setores sensíveis da cidade, que não deveriam ser tratados da mesma forma que outros setores urbanos, uma vez que são indispensáveis para a sustentação de diversos processos ecológicos, econômicos e socioculturais.

Segundo Silva (2018, p. 3), no meio urbano, as várzeas exercem um importante papel na provisão de serviços essenciais para as cidades. Quando recebem as águas de extravasamento excepcionais, retardam o pico de vazões, amortecendo as contribuições nas porções superiores da bacia hidrográfica (FABHAT, 2019b, p. 375), por isso sua preservação é essencial para minimizar os danos ocasionados pelas chuvas excepcionais nos sistemas de drenagem urbano.

## 1.2. Enchentes e inundações

Dois conceitos hidrológicos a serem assimilados para a compreensão da lógica de funcionamento das várzeas são os de enchente e inundação. A definição de várzea está intrinsicamente relacionada a estes dois conceitos, que são, por muitas vezes, confundidos entre si, ou usados de maneira incorreta para caracterizar qualquer área ocupada pelas águas.

Enchente ou cheia é quando a elevação temporária do nível de água ocorre dentro do canal de drenagem (entre a calha menor e maior) e ocorre frequentemente no período de maior pluviosidade do ano. Já a inundação, é quando ocorre o extravasamento de águas além do canal de drenagem ou leito do rio (ultrapassando também a calha maior), e ocupando diferentes zonas da planície de inundação marginais ao rio (FABHAT, 2019, 2019b, p. 399). Tanto a frequência quanto o alcance da água na inundação são variáveis e imprevisíveis, podendo apenas serem estimados. A Figura 2 ilustra as principais diferenças entre enchente e inundação.

Figura 2. Definição de enchente e inundação.



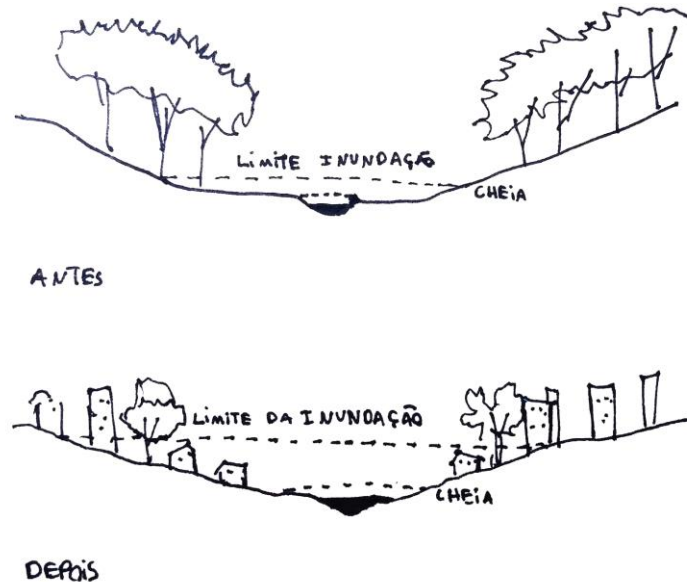
Fonte: Elaboração própria.

Portanto, tanto enchente como inundação são situações que fazem parte do ciclo hidrológico de um rio, caracterizando um processo natural de alteração do nível de água relacionado com aumento da vazão da água de rios e córregos. Enchentes e inundações antecedem as cidades e ocupações urbanas, e fazem parte do regime natural fluvial, principalmente dos rios característicos de planícies aluviais.

As várzeas em planícies aluviais, que segundo Santos (2017) são as do tipo mais comuns, são caracterizadas por terem processos muito dinâmicos, tendo também limites dinâmicos. As bordas ou os limites das várzeas são suscetíveis, tanto às transformações propiciadas pelo ciclo hidrológico típico da bacia, como às transformações antrópicas impostas pelas obras de engenharia e drenagem, ou ainda às alterações dos regimes de cheias e secas provocados por mudanças climáticas já em andamento.

A alteração do limite da área de inundação ocasionada por mudanças antrópicas ocorre principalmente pelas modificações no dimensionamento da calha, pelo aumento de área urbana impermeabilizada (que aumenta o volume de água drenada e diminui o tempo do pico de vazão) e pela ocupação urbana das áreas de várzeas. Essas alterações modificam a área de inundação, ampliando sua dimensão, como pode ser vista na Figura 3.

Figura 3. Alterações da área de inundação por alterações antrópicas.



Fonte: Elaboração própria.

Enchentes e inundações são eventos naturais previstos para acontecerem em diferentes periodicidades nas várzeas dos rios. Mas as cheias e inundações em áreas urbanas, cujo processo de ocupação desconsiderou ou subdimensionou esses eventos, podem caracterizar-se como desastres. Rodrigues et al (2015, p. 62) afirmam que um evento adverso passa a ser considerado desastre quando “se de nota a incapacidade local de enfrentamento da situação pós-evento, decorrente de perdas humanas e materiais que interrompem a funcionalidade da comunidade ou sociedade considerada”.

As enchentes e inundações que ocorrem recorrentemente nas várzeas urbanas da Região Metropolitana de São Paulo, ocasionando eventuais mortes, perdas materiais, e paralisação do sistema de transporte, se configuram, portanto, como áreas de risco de desastres.

Entre as principais causas das enchentes e inundações em áreas urbanizadas das várzeas, estão a subestimação dos eventos hidrológicos, relacionados às mudanças climáticas, e o subdimensionamento do sistema de drenagem.

O cálculo da vazão de rios e córregos, utilizado no dimensionamento dos diversos sistemas de drenagem, é elaborado com base em uma chuva prevista de projeto, que considera o período de retorno e o tempo de precipitação (ALMEIDA; MASINI, MALTA, 2017; SANTOS, 2017). O subdimensionamento do sistema de drenagem pode ocorrer por diversos motivos, entre eles: a utilização de um período de retorno menor para viabilizar a obra (quanto mais segura uma obra, maior o seu custo), ou por alterações nas próprias dinâmicas urbanas, como a expansão urbana ou aumento da taxa de impermeabilização, que tem como consequência o

aumento do volume e da velocidade das águas drenadas ao sistema (ALMEIDA; MASINI, MALTA, 2017; SANTOS, 2017). Já a subestimação do evento hidrológico ocorre pela escolha do período de retorno (considerando períodos menores), ou ainda devido às alterações no padrão de precipitação das chuvas (eventos hidrológicos excepcionais), fator que, nos anos mais recentes, tem ocorrido com mais frequência: “As cidades enfrentam um novo problema: as mudanças climáticas. Dentre os efeitos previstos, as alterações no regime de chuvas que impactam o comportamento dos rios, intensificadas pela ocupação das margens e pela pavimentação do solo, dificultando a drenagem.” (OPPENHEIMER, 2005, p. 32 apud PEIXOTO, 2017, p. 166).

Uma enchente ou inundação, que ocorra em uma ocupação urbana pensada para receber esses eventos em suas versões mais radicais, pode ser um evento natural e cotidiano. Já uma inundação que ocorra em uma ocupação urbana que não considera as características intrínsecas e inerentes às várzeas está, permanentemente, suscetível aos recorrentes danos materiais e transtornos causados nos sistemas urbanos existentes. Assim, as inundações em várzeas urbanas também se configuram como uma disputa de espaço entre cidade e rio:

O problema das cheias urbanas é um problema de alocação de espaço. Os rios, na época das chuvas, veiculam mais água e necessitam, para tanto, de espaço para esse transporte. O espaço assim ocupado é denominado várzea do rio. Ora, se a cidade ocupa esse espaço, o rio o reclamará de qualquer forma e invadirá as áreas urbanizadas (SILVA, PORTO, 2003, p. 135).

O desastre não é a inundação em si, mas a ocupação urbana desregrada em áreas propícias às inundações, sem um planejamento e projeto urbano compatíveis com os riscos e sensibilidade dessas áreas.

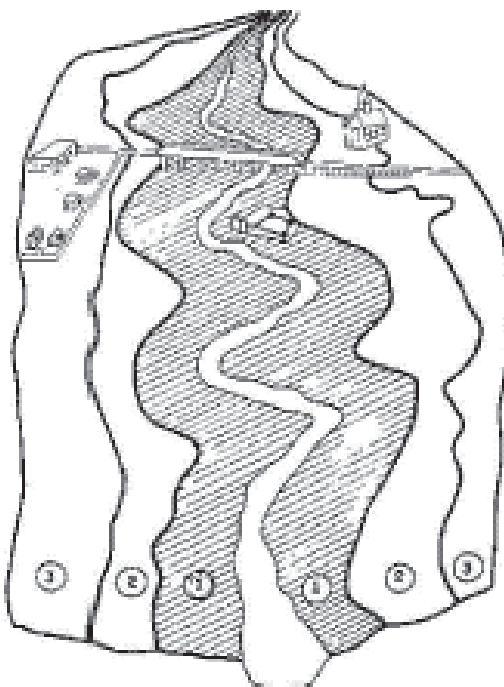
Uma das possibilidades de lidar com essa nova condição é rever as ocupações ao longo das várzeas urbanas, fazendo as adaptações necessárias à essa nova condição. O planejamento da ocupação destas áreas pode ser elaborado por meio da proposição de uma carta de risco ou mesmo pelo zoneamento urbano das áreas de várzeas.

A carta de riscos define os diferentes graus de riscos e quais as providências a serem tomadas em cada um desses graus (SANTOS, 2017). Santos (2017, p. 87) destaca ainda que a carta tem por função mapear os riscos inerentes à determinada ocupação, ficando condicionada à eliminação do risco.

Já o zoneamento urbano das áreas de várzeas possibilita que haja um direcionamento tanto da ocupação, como das tipologias construtivas possíveis e compatíveis, e das infraestruturas necessárias para minimizar os riscos em cada compartimento da várzea de acordo com o risco e probabilidade de inundação (SANTOS, 2017). Na descrição a seguir, que se remete à Figura 4, temos um exemplo de zoneamento urbano da várzea:

Na faixa 1 dessa figura, chamada de zona de passagem de enchente, parte da seção funciona hidráulicamente e permite o escoamento da enchente. Qualquer construção nessa área reduzirá a área de escoamento, elevando os níveis a montante da seção. A faixa 2, zona com restrições, é a área restante da superfície inundável que deve ser regulamentada. Essa zona fica inundada, mas, devido às pequenas profundidades e baixas velocidades, não contribui muito para a drenagem da enchente. A zona de baixo risco, faixa 3, tem pequena probabilidade de ocorrência de inundações, sendo atingida apenas por vazões excepcionais, com pequena altura de lâmina d'água e baixas velocidades. Essa área não necessita regulamentação quanto às cheias (TUCCI, 2012, apud ALMEIDA; MASINI, MALTA, 2017, p. 186-187).

Figura 4. Setores de várzea.



Fonte: Almeida; Masini, Malta (2017, p. 187).

### 3.3 As principais transformações nas várzeas urbanas metropolitanas de São Paulo

Durante um longo período (da fundação até o final do século XIX) a relação de São Paulo com seus rios e várzeas ocorreu predominantemente de forma harmoniosa, com essas áreas desempenhando um importante papel nas atividades urbanas, como abastecimento de água, diluição de efluentes, fornecimento de recursos, lazer, geração de renda, além de papel paisagístico.

As transformações nessa relação (entre rio/várzea/cidade) tiveram início no final do século XIX, primeiramente com a canalização do rio Tamanduateí e dos córregos Anhangabaú e do Bexiga, mais próximos ao núcleo urbano original. Em um segundo momento, ocorreram as canalizações dos rios Pinheiros e Tietê, mais relacionadas à industrialização e expansão da cidade, na primeira metade do século XX. A justificativa para a realização das canalizações e retificações era resolver os problemas de inundação e saneamento, que eram recorrentes desde o final do século XIX.

A canalização e retificação dos rios de São Paulo, com a ocupação de suas várzeas, ocorreram em épocas distintas e foram promovidas por atores e interesses muito diferentes (SEABRA, 1987; KAHTOUNI, 2004; PEREZ, 2006).

A primeira várzea a ser ocupada foi a do rio Tamanduateí, cuja ocupação foi promovida pela prefeitura de São Paulo, a partir da canalização e retificação do rio, que teve início em 1849.

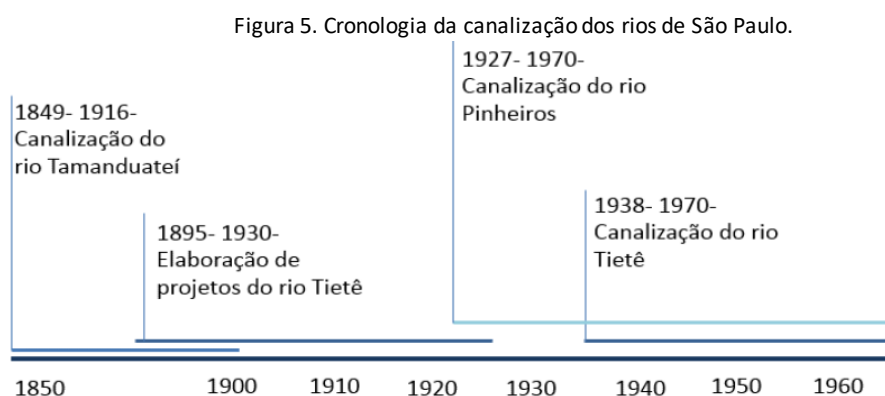


Naquele período, a canalização dos rios e córregos por motivos de saneamento apareceu como uma necessidade política no discurso dos gestores públicos.

Na várzea do rio Tietê, embora os primeiros projetos para sua ocupação datem do final do século XIX, sua ocupação só aconteceu no século seguinte, também foi liderada pela prefeitura de São Paulo a partir do projeto de retificação, canalização e construção das avenidas marginais, que ocorreu entre 1937 até os anos 60 (FREIRE, 2018, p. 72).

A ocupação das várzeas do rio Pinheiros foi promovida pela cia. Light, no âmbito de um monopólio que tinha por objetivo a viabilização do Projeto Serra para a geração de energia. O projeto levou à canalização, retificação e reversão do curso do rio entre os anos de 1927 e 1960, com a implantação de vias expressas ao longo do rio e novos loteamentos (SEABRA, 1987, p. 244).

A cronologia dos processos de canalização e retificação dos rios pode ser observada na Figura 5:



Fonte: Freire (2018, p.72).

Os leitos dos rios e córregos paulistanos sofreram ao longo de todo o século XX obras de retificação, tamponamento e canalização que, além de aumentarem a velocidade de escoamento de água, ampliando os problemas de drenagem, geraram a necessidade permanente de obras de dragagem nos leitos dos principais rios. As canalizações eliminaram meandros, lagoas e demais sistemas de retenção de águas, como pode ser visto na Figura 6.

Figura 6. Retificação rio Pinheiros 1930.



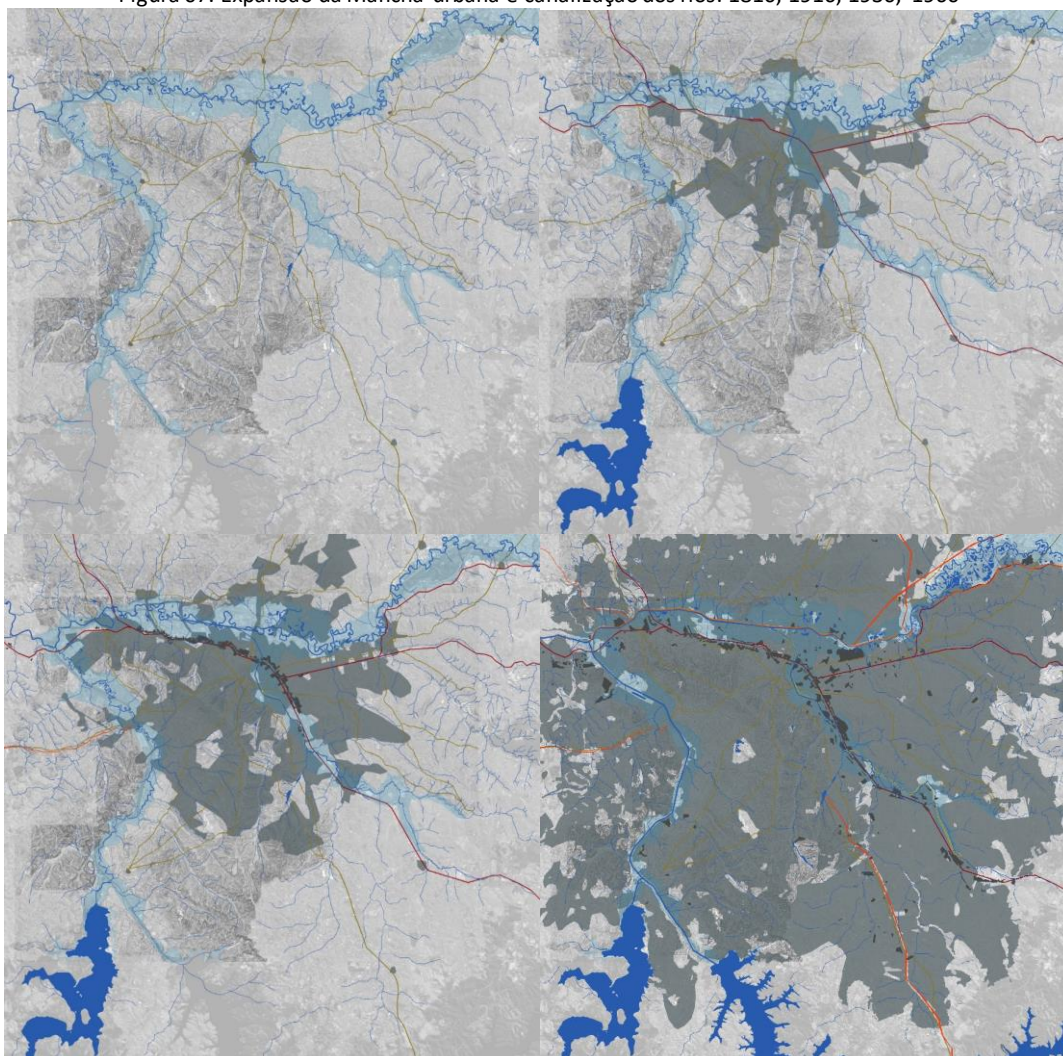
Fonte: Franco (2005).

As obras de drenagem realizadas desprezaram funções ambientais e urbanas essenciais das várzeas, desconsiderando seu papel no sistema hidrológico; mas possibilitaram que se ganhassem terras das várzeas, permitindo a expansão urbana até as bordas dos rios.

A expropriação das várzeas ocorreu favorecendo principalmente o mercado imobiliário (que tinha novas terras a serem exploradas), os setores produtivos (já que boa parte das indústrias foram implantadas primeiramente em áreas de várzea) e as grandes companhias de infraestrutura e urbanização, como a cia Light (KAHTOUNI, 2004; SEABRA, 1987), que expropriou imensa área ao longo de todo rio Pinheiros para realizar as obras de saneamento e energia.

A Figura 7, traz quatro cartografias realizadas a partir da sobreposição de mapas históricos, com o foco nas alterações nos corpos d'água, nas áreas de várzeas, na ocupação urbana e nas infraestruturas implantadas. Configura-se, portanto, como um retrato da ocupação das várzeas em quatro momentos diferentes: 1810, 1916, 1930 e 1960.

Figura 07. Expansão da Mancha urbana e canalização dos rios: 1810, 1916, 1930, 1960



Fonte: elaboração própria. Bases: Curvas de nível, planície aluvial e foto aérea - GEGRAN (SÃO PAULO [cidade]- GEOSAMPA, S/D); Hidrografia - (SPATIAL DATA SCIENCE CONFERENCE, S/D); Caminhos - (DE BEM, 2009); ; Mapa 1960- Imagens de 1958 da região metropolitana de São Paulo (GEOPORTAL MEMÓRIA PAULISTA, S/D).

O primeiro quadrante traz a cartografia referente a 1810, nele pode-se observar a mancha urbana (em cinza) restrita a colina histórica e aos pequenos núcleos urbanos ao longo dos caminhos e várzeas. Na imagem também podem ser observados os três principais rios de São Paulo (Tietê, Pinheiros e Tamanduateí) com seus meandros preservados, serpenteando livremente pelas várzeas (em azul claro).

O segundo quadrante traz a cartografia referente a 1916, nele pode-se observar a mancha urbana (em cinza) se espalhando pelo território, principalmente ao longo das ferrovias (em vermelho). Mas ainda assim, evita-se ocupar as áreas de várzea (em azul claro). Na imagem pode-se observar que o rio Tamanduateí se encontra parcialmente canalizado e retificado.

O terceiro quadrante traz a cartografia referente a 1930, nele pode-se observar a mancha urbana (em cinza) aproximando-se das áreas de várzea (em azul claro). A do Tamanduateí encontra-se em grande parte ocupada. Na imagem, além do rio Tamanduateí aparecer com mais trechos retificados, observa-se o início da retificação da calha do rio Tietê. Nesta imagem é possível ver também como setores industriais (marcados em cinza escuro) optam por se estabelecer próximo às ferrovias, ao longo das várzeas.

O quarto quadrante traz a cartografia referente a 1960, nele pode-se observar a mancha urbana (em cinza) ocupando praticamente todas as várzeas (em azul claro). Na imagem o rio Tamanduateí e o rio Pinheiros encontram-se totalmente retificados e canalizados, e o rio Tietê quase totalmente retificado (com exceção do trecho a montante do Parque Tietê). Nesta imagem é possível observar também como neste período os setores industriais (marcados em cinza escuro) permanecem concentrados junto às ferrovias ao longo das várzeas.

Ao mesmo tempo em que a canalização dos rios possibilitou a incorporação das terras de várzeas à área urbana de São Paulo, este processo transformou profundamente a relação dos moradores da cidade com os rios. Segundo Seabra (1987, p. 108), o conjunto dessas transformações acabou “subtraindo da vida desses habitantes qualquer significação histórica do rio e das várzeas”. Os rios que faziam parte do cotidiano urbano, deixaram de ser espaços de acontecimentos da cidade.

As obras de canalizações somada à implantação das vias expressas marginais paralelas aos rios eliminaram a possibilidade de uso múltiplo das águas, pois inviabilizaram o acesso, a navegação, o uso recreativo, entre outros usos possíveis. Com a justificativa de resolver problemas de saneamento e drenagem, que até hoje permanecem não resolvidos, os projetos realizados ignoraram completamente a importância das várzeas na paisagem urbana (FREIRE, 2018, p. 268).

As canalizações aceleraram a velocidade de escoamento das águas, ampliando a dimensão das enchentes. A construção destas infraestruturas não solucionou os problemas das inundações urbanas de São Paulo, muito pelo contrário, a partir delas as enchentes e inundações intensificaram-se e tornaram-se parte do contexto urbano, transformando-se em um problema crônico da cidade.

Atualmente as várzeas urbanas metropolitanas de São Paulo são as áreas que naturalmente recebem todo o volume de água pluvial drenado da metrópole, acumulando os problemas adquiridos por um sistema de drenagem insuficiente. Grandes trechos dessas áreas são considerados áreas de risco por inundação (FBHAT, 2019a).

Antes da urbanização, essas áreas tinham o papel de receber e amortecer as águas no período das cheias (o que é um processo natural hidrológico). Após a urbanização diversos fatores levaram ao agravamento das inundações destas áreas: a retificação e canalização dos rios (aumentando a velocidade de escoamento), a ocupação urbana de toda a área da antiga várzea, a supressão de áreas verdes e permeáveis, o aumento das áreas impermeabilizadas.

Por todos esses fatores, e mais recentemente também pela intensificação dos fenômenos meteorológicos advindos de mudanças climática, as várzeas urbanas, contra todas as forças que atuaram para sua supressão, permanecem acumulando as águas incapazes de serem drenadas nos momentos de pico (FREIRE, 2018), como pode ser visto na Figura 8.

Figura 8. Inundação várzea do rio Tietê.



Fonte: CARDIM (2009).

Atualmente, os planos e projetos de drenagem para a RMSP, sintetizados no Plano de Drenagem Metropolitano do Alto Tietê (PDMAT), são setoriais e se concentram na escala metropolitana. As propostas consistem em medidas estruturais como: o aumento da calha de drenagem do rio Tietê, a mudança da operação de drenagem do rio Pinheiros e a implementação de bacias de retenção, os pisciões em áreas periféricas (FBHAT, 2014a). Não é cogitada a implementação de infraestruturas de drenagem que tenha também outros usos, ou que estejam mais adequadamente inseridas no espaço urbano. Tampouco as várzeas são consideradas para receber essas infraestruturas de retenção de águas.

As adaptações às mudanças climáticas tardam a acontecer: não existe um zoneamento específico para as várzeas urbanas de São Paulo que considerem as necessidades específicas desse território, e que também considerem as eventuais alterações do climáticas, já em andamento.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As várzeas são as áreas que os rios têm para extravasar as águas provenientes de eventos excepcionais (chuvas de um período de retorno de 50, 100 anos), estas áreas têm grande importância na regulamentação das águas em situações excepcionais.

Enchentes e inundações fazem parte da dinâmica hidrológica de qualquer rio. Por isso é fundamental que a ocupação destas áreas seja rigorosamente planejada, para que as várzeas não sejam inteiramente ocupadas por construções e pavimentações inadequadas.

As obras de canalização e retificação realizadas ao longo do último século permitiram a ocupação de praticamente toda as áreas de várzea da RMSP, as calhas dos rios foram reduzidas a mínima área necessária.

O processo de expansão urbana que ocorreu na Região metropolitana de São Paulo ao longo do último século, propiciou uma ocupação predatória do espaço de várzeas. A grande maioria de rios e córregos foram canalizados, muitos até mesmo tamponados, tendo suas calhas ou várzeas suprimidas, ou cedendo lugar ao sistema viário.

A drenagem desses canais foi calculada para determinadas chuvas e índices pluviométricos, que se modificaram ao longo do tempo. Não só o tempo de pico da vazão foi acelerado pela impermeabilização do solo e pela ocupação urbana como a frequência e intensidade das chuvas têm alterado seu padrão.

A intensificação dos eventos climáticos acrescenta um novo componente a esta equação. As inundações tendem a ocupar áreas cada vez maiores e também tendem a serem cada vez mais frequentes, como se os rios reivindicassem as áreas de várzeas novamente como seu território.

## 5 CONCLUSÃO

O planejamento urbano para as áreas de várzeas deve considerar soluções que viabilize uma ocupação que não conflite com as dinâmicas próprias das várzeas, o que inclui medidas de engenharia de drenagem, definições de cotas de segurança, definição de padrões de ocupação e construção e projetos urbanos que incorporem e não mais ignorem os processos de inundações. A questão das ocupações de áreas de várzea, obrigatoriamente, deve ser considerada por um ponto de vista multidisciplinar e abrangente.

Viabilizar ocupações nas várzeas urbanas exige a criação de condições técnicas que minimizem os riscos e danos envolvidos para a possibilidade de ocupação, sendo também necessário definir os usos compatíveis com os riscos envolvidos e as diretrizes e regras de ocupação destas áreas, que devem ser diferentes do restante da cidade. O desastre, portanto, não reside na ocorrência de enchentes e inundações, mas na destinação incorreta de áreas extremamente sensíveis do tecido urbano e na ausência de um plano de drenagem eficiente.

É necessário e urgente rever as ocupações existentes nas áreas de várzea adequando as construções e usos das áreas imediatas às bordas dos rios. Também é importante priorizar a implantação de mecanismos e infraestruturas que minimizem os impactos desses eventos, tais como parques urbanos, reservatórios de detenção e retenção, barreiras, valas de infiltração, jardins filtrantes, entre outras.

## 6 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALMEIDA, Gustavo Henrique Tonelli Dutra de; MASINI, Letícia Santos; MALTA, Luiz Ricardo Santos. **Hidrologia e drenagem**, Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017. 20 p. ISBN 978-85-8482-863-0.

BRASIL. **Lei 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o Código florestal. 2012. Brasília, DF: 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: 20/05/2022.

CARDIM, Ricardo. **Enchentes em São Paulo x Árvores**. Site. Arvores de São Paulo. Disponível em: <https://arvoresdesaopaulo.wordpress.com/2009/12/09/enchentes-em-sao-paulo-x-arvores/>. Acesso em 10/10/2022.

DE BEM, José Paulo de; BEM, Fábio de; BEM, Mario de. Projeto na Cidade Contemporânea: Imediações do Parque e Estação da Luz em São Paulo. **Arquitextos**, São Paulo, ano 10, n.109.03, Vitruvius, jun. 2009. ISSN 1809-6298. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/10.109/46>. Acesso em: 10 jul. 2017.

FABHAT -Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. **Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê**. Relatório Resumo executivo. São Paulo, 2019a.

FABHAT -Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. **Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê**. Relatório Final Vol. I- Diagnóstico. São Paulo, 2019b.

FRANCO, Fernando de Mello. **A Construção do Caminho**: A Estruturação da Metrópole pela Conformação Técnica das Várzeas e Planícies Fluviais da Bacia de São Paulo. São Paulo, 2005. 289 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FREIRE, Anita Rodrigues. **As várzeas urbanas de São Paulo**: O processo de ocupação e transformação das várzeas dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí. 294 p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

GARCIAS, Carlos M.; AFONSO, Jorge A. C. Revitalização de rios urbanos. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v.1, n.1. p.131-144, São Paulo, 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/294734328\\_REVITALIZACAO\\_DE\\_RIOS\\_URBANOS](https://www.researchgate.net/publication/294734328_REVITALIZACAO_DE_RIOS_URBANOS). Acesso em: 11/07/2021.

GOUVÊA, José Paulo Neves. **A presença e a ausência dos rios de São Paulo**: acumulação primitiva e valorização da água. Tese (Doutorado) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

KAHTOUNI, Saide. **Cidade das águas**. São Paulo: RIMa Editora, 2004. 159 p.

PEIXOTO, Nelson Brissac. O rio, a inundação e a cidade: A várzea do Tietê como situação crítica. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 91, p. 157-170, 2017. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/141911>. Acesso em: 27 nov. 2022.

PEREZ, Jenny Zoila Baldiviezo. As avenidas marginais e as dimensões da análise urbanística: Um percurso histórico: da ideia do boulevard à construção da via expressa. **Anais Seminário de História da Cidade e do Urbanismo**, São Paulo, 4 a 6 de setembro de 2006. Disponível em: <http://unuhospedagem.com.br/revista/rbeur/index.php/shcu/article/viewFile/1123/1098>. Acesso em: 22 jan. 2017.

RAMSAR. Áreas úmidas: **Proporcionando sustento para mais de um bilhão de pessoas**. 2016. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/images/arquivos/biodiversidade/biodiversidade\\_aquatica/zonas\\_umidas/DiaMundial-2016/folheto1.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivos/biodiversidade/biodiversidade_aquatica/zonas_umidas/DiaMundial-2016/folheto1.pdf). Acesso em: 11 de junho de 2016.

RODRIGUES, Angela Cassia; GÜNTHER, Wanda Maria Risso; VASCONCELLOS, Maria da Penha; Di GIULIO, Gabriela Marques; BOSCOV, Maria Eugenia Gimenez. Delineamento da produção científica sobre desastres no Brasil no início deste século. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 34, p. 61-73, ago. 2015. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=pt-PT&user=uJC48XIAAAAJ&citation\\_for\\_view=uJC48XIAAAAJ:9yKSN-GCBOIC](https://scholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=pt-PT&user=uJC48XIAAAAJ&citation_for_view=uJC48XIAAAAJ:9yKSN-GCBOIC). DOI: 10.5380/dma.v34i0.38992.

SANTOS, Álvaro Rodrigues dos. **Cidades e Geologia**: discussão técnica e proposição de projetos de lei de grande interesse para as populações urbanas. São Paulo: Editora Rudder, 2017.

SÃO PAULO (Cidade), SMUL, S/D. Banco de dados. Prefeitura Municipal da Cidade de São Paulo. Cartografias disponibilizada em Banco de Dados. Disponível em: <[http://smul.prefeitura.sp.gov.br/historico\\_demografico/1872.php](http://smul.prefeitura.sp.gov.br/historico_demografico/1872.php)>. Acesso em: 2 jun. 2020.

\_\_\_\_\_, GEOSAMPA, S/D. Banco de dados. Prefeitura Municipal da Cidade de São Paulo. Cartografias disponibilizada em Banco de Dados. Disponível em: <[https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/\\_SBC.aspx](https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx)>. Acesso em: 20 jun. 2020 SEABRA, Odette C. de Lima. *Os meandros dos rios nos meandros do poder: o processo de valorização dos rios e das várzeas do Tietê e do Pinheiros na cidade de São Paulo*. São Paulo, 1987. 324 p. Tese (Doutorado em Letras e Ciências Humanas), Faculdade de Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

SILVA, Fabio Leandro da. **Várzeas urbanas: uma abordagem ecológica aplicada para o seu manejo**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2018.

SILVA, Ricardo Toledo e PORTO, Monica Ferreira do Amaral. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração. In: **ESTUDOS AVANÇADOS** 17 (47), 2003.

SPATIAL DATA SCIENCE CONFERENCE, S/D. Banco de dados. Novo Mapa Hidrográfico da Cidade de São Paulo. Cartografia disponibilizada em banco de dados. Disponível em: <[https://hezbolago.carto.com/viz/61f2d082-5c01-11e5-8050-0e73ffd62169/public\\_map](https://hezbolago.carto.com/viz/61f2d082-5c01-11e5-8050-0e73ffd62169/public_map)>. Acesso em 20 mai. 2022.