MARTA JULIANA ABRIL

PISCINÕES

O PROJETO DE RETENÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Orientador: Francisco Spadoni

Co-orientador: Alexandre Delijaicov

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de Concentração: Projeto de Arquitetura

São Paulo, 2017

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

E-MAIL DA AUTORA: martajulianabril@gmail.com

A163p Abril, Marta Juliana
Piscinões. O projeto de retenção de água pluvial na região metropolitana de São Paulo / Marta Juliana Abril. -- São Paulo, 2017.
123 p. : il.

Dissertação (Mestrado - Área de Concentração: Projeto de Arquitetura) – FAUUSP.

Orientador: Francisco Spadoni

Co-orientador Alexandre Delijaicov

1.Infraestrutura urbana – São Paulo (SP) 2.Piscinão – São Paulo (SP)
I.Título

CDU 711.8

Nome: ABRIL, Marta Juliana

Título: PISCINÕES. O Projeto de Retenção da água pluvial na Região Metropolitana de São Paulo

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade
de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

à São Paulo

AGRADECIMENTOS

Ao professor Francisco Spadoni, pela dedicação e pelo que me ensinou.

Ao professor Alexandre Delijaicov, pela contribuição que muito inspirou este trabalho.

Ao professor Ricardo Toledo Silva, pelas conversas fundamentais para o amadurecimento da pesquisa.

À FAU, pela maturidade do ensino.

À Marcos Boldarini, Lucas Nobre e equipe, pelo apoio.

A De Urbanisten, pelas discussões sobre as praças de água.

À Vinicius Greter, pelo ArcGIS. À Raquel Araruna, pela breve correção do texto. À Pablo Coquillat, pela confiança.

Aos amigos e colegas de pesquisa, pelo estímulo das reflexões. Aos *copaneros e agregados*, pela sua amizade e pelo seu carinho.

Ào grupo de *estrangula sp*, pela travessia ao piscinão Jabaquara.

À minha família, pela dedicação incondicional.

Marco Polo descrive un ponte, pietra per pietra.

-Ma qual è la pietra che sostiene il ponte? - chiede Kublai Kan.

-Il ponte non è sostenuto da questa o quella pietra, - risponde Marco, - ma dalla linea dell' arco che esse formano.

Kublai Kan rimane silenzioso, riflettendo. Poi soggiunge:

-Perché mi parli delle pietre? È solo dell' arco che m' importa.

Polo risponde: - Senza pietre non c'è arco.

Le città invisibili

Italo Calvino

RESUMO

O trabalho busca debater as principais dificuldades e potencialidades da inserção urbana das infraestruturas hídricas de drenagem. O objeto de estudo é o Sistema de Reservatórios de Amortecimento de Cheias, conhecidos como *piscinões*, na interface com a estrutura urbana da Região Metropolitana de São Paulo. Busca-se, ao entender o existente, redefinir e ampliar seu significado. O principal objetivo da pesquisa é contribuir com uma abordagem mais abrangente e multidisciplinar do entendimento da reservação da água pluvial na metrópole, entendendo-o não somente como mero sistema de fluxos cuja única finalidade é a eficiência técnica. Evidencia-se que o sistema de contenção de águas pluviais tem potencial para desempenhar um papel relevante na qualificação espacial em diversas escalas e contribuir para a estruturação e legibilidade das localidades as que pertencem.

ABSTRACT

The objective of this research is to discuss the main challenges and potentials of integrating water infrastructure in urban morphology. The case study that will be examined is the Flood Storage Reservoirs System, or as it is colloquially referred to *piscinões*, along with its interface with the urban structure of the Metropolitan Region of São Paulo. This research aims to contribute to the understanding of drainage through a more comprehensive approach, beyond that of its technical efficiency as a flow system. It is clear that the flood storage system has the potential to play an important role in the qualification of its urban space at various scales and contribute to the locality structure.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
Infraestrutura como espaço público	16
Infraestruturas ilegíveis	17
Standards das infraestruturas de drenagem	20
ESTRUTURA DO TRABALHO	23

1	O PISCINÃO COMO MEDIDA CORRETIVA <i>BACIA ALTO TIETÊ</i>	
1.1	64 PISCINÕES NAS VÁRZEAS DO ALTO TIETÊ	25
	A RMSP e a BHAT	26
	Várzeas inundáveis	26
	O espaço das águas	27
1.2	O PARADIGMA DA RESERVAÇÃO: VISIBILIDADE	29
	O conceito de reservação	29
	Vazão de restrição	31
	10.553.800 m ³	32
1.3	O DISPOSITIVO HIDRÁULICO PISCINÃO	34
	Caráter da forma	34
	Topologia do sistema	37
	Projetos Paulistas	39

2	QUESTIONAMENTO DO SISTEMA <i>SUB-BACIA ARICANDUVA</i>	
2.1	ASPETOS DA INFRAESTRUTURAÇÃO DA BACIA ARICANDUVA	52
	Condições geográficas	52
	Padrão de ocupação expansivo e fragmentado	53
	Condições de drenagem atuais	56
2.2	CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE: PROCESSO INCOMPLETO	58
	O sistema existente e o sistema previsto	58
	1.880.000 m ³ insuficientes	60
	Presença física	61
2.3	IMPACTOS NA ESTRUTURA URBANA	63
	Áreas sem fruição	63
	Movimentação de terras	64
	Vulnerabilidade à contaminação	65

3	O PROJETO DE RETENÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL <i>MICRO-BACIAS TABOÃO-TAPERA-INHUMAS-MACHADOS</i>	
3.1	PREMISSAS NA RETOMA DA VISIBILIDADE	78
	Controle na fonte	78
	Controle qualitativo	80
	Uso múltiplo	84
3.2	NÓS INTERMEDIÁRIOS	86
	<i>As foz no médio Aricanduva</i>	86
	Densidade do sistema	87
	Malha de equipamentos públicos	89
3.3	INTERFACE DE TRANSIÇÃO	90
	Intervenção em área consolidada	90
	Retenção	91
	Espessura	93
	CONCLUSÃO	105
	REFERÊNCIAS	114

INTRODUÇÃO

infraestruturas como espaço público

As leis próprias das infraestruturas conduzem a uma parametrização das mesmas, delimitando o campo do projetista. O esquema de uma infraestrutura poucas vezes responde a uma estrutura urbanística. Os principais argumentos para o projeto de infraestruturas se apoiam em considerações de eficácia funcional, em parâmetros econômicos e sociais para se aproximar à otimização do seu traçado em função do conteúdo a transportar. O fator de transcendência artística, diálogo contextual e relação histórica ficam para trás. Entretanto, as infraestruturas, especialmente aquelas que requerem modificação na paisagem, têm uma progressiva importância na estruturação espacial além de funcional das cidades contemporâneas (BRAGA, 2006). Ao constituírem as estruturas de maior permanência, podem potencialmente configurar importantes elementos de estruturação, qualificação e representação do espaço urbano e metropolitano.

A concepção dos Reservatórios de Amortecimento de Cheias é oriunda de todos estes processos. Na região metropolitana de São Paulo os Reservatórios de Amortecimento de Cheias estão concebidos com indiferença ao seu âmbito e costumam ser tratados aditivamente e de modo independente. A rede de reservatórios é, em geral, conflitante com as características do espaço onde são inseridos, tornando-se fatores de desestruturação de seu entorno. Os reservatórios têm potencial para desempenhar um papel relevante na qualificação espacial em diversas escalas e contribuir, assim, para o surgimento de centralidades de estruturação e legibilidade das localidades as que pertencem.

As infraestruturas devem ser entendidas como espaço público: geralmente pagas por

[...] as infraestruturas deverão ser projetadas com preocupações e finalidades urbanísticas, que incorporem critérios que vão além dos funcionais e específicos dos seus respectivos sistemas. A investigação de critérios urbanísticos que pautem o projeto das infraestruturas como arquiteturas urbanas é, do ponto de vista aqui defendido, uma importante pesquisa do urbanismo contemporâneo (BRAGA, 2006).

administrações públicas e acessíveis para quase todos, marcam um ponto comum de espaço coletivo. As infraestruturas, pela sua natureza, expandem a esfera pública além dos limites do espaço individual. Articulam as aspirações e a dignidade da sociedade contemporânea. A concepção das infraestruturas sempre envolve, potencialmente, uma paisagem o um projeto urbano mais inclusivo (SMETS; SHANNON, 2010).

infraestruturas ilegíveis

Desde inícios do século passado vem se adotando uma organização dicotômica sobre os complexos infraestruturais. Por um lado há o estrato da tecnologia e dos especialistas que trabalham ao serviço da cidade que está configurado numa rede de mecanismos invisíveis por onde transcorrem os fluxos urbanos. O cidadão é expulso desta esfera subpolítica, onde o desenho e a governança são delegados ao conhecimento qualificado, objetivo e neutro dos especialistas. Por outro lado há a esfera social, a superfície política onde acontecem as relações sociais (FOGUE, 2011). Este esquema dual, a pesar de ser reformulado em diferentes formatos urbanos, em todos os casos mantém de modo invariável uma segregação mediante fronteiras ideológicas das esferas da natureza, da cidade e da tecnologia¹.

A partir da segunda metade do século XIX as preocupações defensivas da cidade deram lugar a preocupações higiênicas, estruturando e organizando a vida urbana conforme um conjunto de redes técnicas concebidas como ‘serviços urbanos’ ou ‘redes de serviços’ dependentes de cada município e geridas sob a responsabilidade de engenheiros municipais. A partir desse momento, o desenvolvimento das cidades seguirá as redes

In a world where urbanization is increasingly produced by private capital, infrastructure appears as the backbone onto which these building initiatives can be grafted. As such, infrastructural design emerges as one of the last resorts that allow public authorities to give structure to haphazard settlement and reclaim the discipline of urbanism (SMETS; SHANNON, 2010).

¹
Fogué (2011) aponta que nas cidades ocidentais no século XX, desde um ponto de vista material, as esferas da natureza, cidade e tecnologia se ensamblaram num continuo sócio-técnico hiper conectado. Não obstante, desde o ponto de vista ideológico, se mantiveram em espaços compartimentados e separados por fronteiras.

que, ultrapassando os limites administrativos, criam seu próprio território. O aumento espetacular dos investimentos nestas infraestruturas urbanas vai requerer um número cada vez maior de técnicos para sua gestão, convertendo as Prefeituras em empresas públicas abundantes em gabinetes técnicos, dividindo a cidade em setores e subsetores e tornando os cidadãos consumidores dos serviços que oferece cada rede (GAVIRA, 1996). O manejo e o desenvolvimento das redes infraestruturais tende a se tornar ilegível, tecendo uma trama de fluxos invisíveis que modificam o território urbano questionando seus limites, sua organização e a forma de exercer poder sobre ele. A cidade moderna foi associada à capacidade de criar espaço técnico, por exemplo, para captar, armazenar, distribuir e administrar recursos hidráulicos. O espaço urbano moderno será possível graças à tecnologia das redes e infraestruturas de saneamento, drenagem, transporte, energia, informação, etc. Frequentemente estas redes são invocadas em imagens, representações e ideologias do ‘progresso’ urbano por todo tipo de autores. Os serviços infraestruturais e a rede tecnológica que os sustenta permaneceram no imaginário como garantidas, como um direito adquirido e obvias.

All spaces of the modern city were thus to be integrated by ubiquitous, democratically accessible and homogeneous infrastructure grids, usually under public ownership or control (CHAOY, 1969).

Porém, o ideal das *networked metropolis*² nunca chega a efetuar-se em sua totalidade. Nas últimas décadas tem se rompido com o esquema de infraestrutura universal e imanente. Torna-se palpável a existência de um gradiente de acessibilidade geográfico e social às redes urbanas. As assimetrias mostram-se com a localização específica de concentrações privilegiadas de quantidade e qualidade de serviços no espaço urbano. De modo paralelo

A cidade invisível: tubulações subterrâneas no cruzamento entre Gay e Lombard Streets em Baltimore, Maryland, 1908.

Fonte: MELOSI, 2000 apud GRAHAM; MARVIN, 2002, p.57. [Fig. 01]

2

Na prática, como explicam Stephen Graham e Simon Marvin (2002), o esquema moderno ideal de infraestrutura universal e imanente não chega a ser realizado na sua totalidade.

aparece uma alteração profunda no caráter subjetivo do serviço em razão de maior nível de incerteza sobre as condições de acesso. Particularmente nas áreas periféricas há um grau mais elevado de incerteza sobre o direito ao serviço do que sobre o efetivo acesso a ele.

As redes de infraestrutura são problematizadas e trazidas à vista como um relevante foco de discussão, renegociação e reconstrução da cidade contemporânea. É importante, como enfatizado por Graham e Marvin (2001), que se comece a quebrar as fronteiras entre as discussões independentes sobre cidade, tecnologia e redes de infraestrutura, pois este tipo de barreiras disciplinares tem inibido por um longo período uma abordagem de integração entre as cidades e a construção das redes de infraestrutura.

Stan Allen, entre outros arquitetos, defende que a profissão comece a redirecionar sua imaginação e esforços técnicos para a raiz da questão relativa às infraestruturas, mesmo que suas competências não sejam suficientes para provocar mudanças substanciais. Ferramentas de procedimentos novos ou existentes podem ser expandidas, retomando a ancestral aliança da arquitetura com a organização territorial:

Land surveying, territorial organization, local ecologies, road construction, shipbuilding, hydraulics, fortification, bridge building, war machines, and networks of communication and transportation were all part of the traditional competence of the architect before the rise of disciplinary specialization. Territory, communication, and speed are properly infrastructural problems, and architecture as a discipline has developed specific technical means to deal effectively with these variables. Mapping, projection, calculation, notation, and visualization are among architecture's traditional tools for operating at the very large scale. These procedures can be reclaimed for architecture, and supplemented with new technologies of design and simulation now available (ALLEN, 1999).

Rue Saint-Honoré por la tarde. Efecto de lluvia. Camille Pissarro, quadro, 1897. Museo Thyssen- Bornemisza. [Fig. 02]
Sistema de saneamento subterrâneo. 'Grand égout collecteur', Joanne, Adolphe, gravura, 1863. [Fig. 03]

O desenvolvimento de infraestruturas não pode ser mais considerado como uma simples acumulação de grandes objetos isolados do seu entorno. Para funcionar, se ajustar adequadamente e ser aceita, a infraestrutura precisa melhorar a qualidade da paisagem onde estará inserida. A concepção das infraestruturas deve trabalhar junto à arquitetura, à construção da paisagem e a produção de ambientes urbanos. Por cima de questões formais ou estilísticas, a inserção urbana das infraestruturas oferece um novo modelo para a prática e um renovado sentido do potencial arquitetônico para estruturar o futuro das metrópoles. Uma vez unida à arquitetura e a paisagem, a infraestrutura pode integrar territórios, reduzir a marginalização e a segregação e estimular novas formas de interação. Na metrópole contemporânea, mais que nunca, infraestrutura, arquitetura e paisagem se combinam para se converterem em um só complexo.

The technical requirements of such programs are highly demanding and involve serious design investigation to exceed the merely engineered solution and become part of contemporary urbanity. The emergent field of landscape urbanism stems from the melding of disciplines and the enhanced relationships between natural systems and public infrastructures (SMETS; SHANNON, 2010).

standards das infraestruturas de drenagem

A rede de drenagem é uma rede passiva, acumuladora por gravidade e altamente visível no espaço urbano. A infraestrutura de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas é definida como um serviço público e coletivo configurando uma rede que atende todos os pontos da metrópole. Oferece um atendimento sem exclusão. Uma vez que a rede é construída nenhum cidadão pode ser excluído do seu benefício. Não atende um usuário específico com uma demanda localizada como seria a lógica da rede de abastecimento. A rede de drenagem, ao contrário, trabalha com todo o território da cidade. Porém

sua eficácia e capacidade de atendimento são percebidas unicamente em determinados eventos extraordinários relacionados com fortes chuvas. Por isso, são investimentos no espaço urbano sem efeito catalisador, sem atos de inauguração. Sua qualidade intrínseca e invisível se torna visível unicamente quando há falhas operacionais. De fato, “quando melhor funciona é quando ninguém a percebe”. Não há um estrito controle dos usuários que se beneficiam dos serviços do sistema de drenagem, já que seu serviço, por não atender a demandas concretas de indivíduos, é medido pela superfície do espaço urbano. Como bem explica Monteiro, a infraestrutura de drenagem é um sistema estreitamente ligado às características topográficas do território:

Mas a rede de drenagem possui uma especificidade em relação as demais infra estruturas : ela parte das pré condições do território em que se assenta a aglomeração urbana. Independentemente do patamar técnico e das redes de infraestrutura instaladas, independentemente do nível de desenvolvimento econômico e dos investimentos na estruturação do espaço, quando chover, a água ira procurar o caminho mais fácil para seu escoamento. Essa ocorrência pode ser controlada através de infraestruturas que facilitam o caminho da água e garantem seu escoamento com segurança pelo espaço urbanizado; ela pode ser razoavelmente alterada, o que ocorre por exemplo, com a modificação das características atmosféricas decorrentes da própria urbanização;e ela pode ate ser aproveitada racionalmente para as necessidades urbanas mas não pode ser anulada (MONTEIRO JÚNIOR, 2011).

Desde o século passado há um aumento progressivo da standardização do sistema de drenagem para alcançar padrões mais altos de eficiência técnica. O enorme sistema de reservatórios, canais, câmaras e poços às vezes mantém uma presença invisível na cidade, embutidas em profundas passagens subterrâneas, escavações e galerias. Forma um mundo de geografias nebulosas. Sua imagem adota diversas formas e traços da extensão de um sistema técnico difícil de compreender. Quando exteriorizada visivelmente no espaço

São Paulo líquida. Silvio Crisóstomo, quadro.
[Fig. 04]

22

Ante-projeto de drenagem. O Novo Arrabalde. Saturnino de Brito, 1894 . Fonte: Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Espírito Santo, 1994. [Fig. 06]

ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa se estrutura em três capítulos. São três aproximações sucessivas, um mesmo relato em três escalas. Resultado dos três artigos³ publicados durante o Mestrado, o trabalho pretende construir um relato coerente sobre a inserção urbana da reservação de água pluvial na Região Metropolitana de São Paulo.

O primeiro capítulo apresenta e define o sistema de *piscinões* na Bacia do Alto Tietê.

O segundo capítulo identifica os impactos da inserção urbana do sistema de piscinões na Bacia Aricanduva.

O terceiro capítulo aponta premissas para o projeto de *retenção de água pluvial* no trecho composto pelas sub-bacias Taboão, Tapera, Inhumas e Machados.

3

ABRIL, M.J. As infraestruturas hídricas na morfologia urbana. In: Configuração Urbana e os Desafios da Urbanidade. 4ª Conferência da Rede Lusófona de Morfologia Urbana PNUM, Brasília, 2015.

ABRIL, M.J. O projeto de retenção de água pluvial na Bacia Aricanduva. VIII Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona-Balneário Camboriú, 2016.

ABRIL, M.J. El paradigma de la reservación: visibilidad de las infraestructuras de drenaje. In: Primer Congreso Iberoamericano de Historia Urbana: infraestructuras, territorios, patrimonio, Santiago de Chile, 2016.

1 O PISCINÃO COMO MEDIDA CORRETIVA

BACIA DO ALTO TIETÊ

Região Metropolitana de São Paulo e Bacia Alto Tietê

O processo de desenvolvimento da cidade de São Paulo é reflexo de uma acelerada transição rural-urbano. O município com pouco mais de 31 mil habitantes em 1872 viu sua população se multiplicar sete vezes até a virada do século e se tornou a principal metrópole do país e da América do Sul na segunda metade do século XX (SMDU, 2012). Atualmente a conurbação de sua área metropolitana abriga mais de 20 milhões de habitantes, agregando cerca de 10% da população brasileira. Praticamente a totalidade da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) está inserida dentro dos limites topográficos de uma única bacia, a Bacia do Alto Tietê (BAT). Constitui-se deste modo um caso específico onde o Tietê, principal corpo d'água da bacia, é o único canal de dreno da região mais desenvolvida do país, um território urbano de aproximadamente 6 quilômetros quadrados. Possui, ainda, altos índices pluviométricos, por se tratar de bacia de cabeceira e com solo pouco poroso com baixa capacidade para reter as águas pluviais.

várzeas inundáveis

Comunmente têm-se associado à ocorrência de inundações o binômio “ocupação das várzeas” e “impermeabilização progressiva do território”. O Terceiro Plano Diretor Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT3, 2014) explica como o desenvolvimento urbano tende a gerar os seguintes impactos no ciclo hidrológico: a redução da infiltração no solo; diminuição do nível do lençol freático pela redução do índice de infiltração e

percolação; aumento do escoamento superficial e aumento dos picos de vazão, pela rapidez com que as águas são coletadas e conduzidas pela rede de drenagem (PDMAT3, 2014)³. Em São Paulo a velocidade do processo de urbanização, a precariedade da infraestrutura existente, aliados à falta de planejamento urbano e a carência de recursos alteraram em poucas décadas as características do solo modificando o modelo de drenagem. Agravou-se o problema de inundações já existente devido às características próprias da drenagem local. A falta de controle do uso do solo de risco e a progressiva impermeabilização da bacia explicam a redução no tempo de concentração. Associado a isso, a ausência de uma visão integrada da bacia levou a soluções pontuais e localizadas que resultaram na transferência de novas áreas inundadas a jusante.

A configuração hidrográfica própria da Bacia do Alto Tietê, composta de várzeas inundáveis, junto à expansão horizontal e o adensamento acelerado da metrópole, determinam os atuais problemas do manejo das águas superficiais da região. Esse cenário requer a estruturação de um conjunto de ações articuladas para diminuir os riscos e vulnerabilidades dos componentes do atual sistema de drenagem. O enfrentamento com intervenções pontuais mostrou-se insuficiente e surge a necessidade de um projeto integrado abrangendo toda a bacia. A problemática da drenagem urbana foi se estruturando em torno da alocação de espaços para destinação de águas precipitadas.

o espaço das águas

O manejo de águas pluviais e Em São Paulo a década de 1990 é marcada pela proposição de soluções alternativas em drenagem urbana, culminando com a elaboração do Plano

3

DAEE. Terceiro Plano Diretor Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê - PDMAT 3. São Paulo, 2014.

Várzea do Carmo, 1918.

Fonte: MEYER et al., 2012 [Fig. 07]

Vista geral de São Paulo.

Fonte: FOGUE, 2011, p.81 [Fig. 08]

Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê, PDMAT. Para atingir o objetivo de armazenamento das águas, o Plano apresentava soluções estruturais, obras com mecanismos de retenção e contenção das águas, conhecidas popularmente como *piscinões*.

A implantação de estes reservatórios de amortecimento de cheias é uma medida de cunho corretivo, pois se assume que a ocupação inadequada da BAT já foi realizada e o reservatório vai mitigar os efeitos prejudiciais na ocorrência de enchentes. Os piscinões são por natureza estruturas colocadas *a posteriori* da urbanização. É um remendo sobre a estrutura urbana existente a qual impermeabilizou excessivamente o solo e ocupou as várzeas. O piscinão busca atenuar este efeito de impermeabilização, resgata uma parte da permeabilidade perdida por meio da detenção que simula a função daquele solo anterior à urbanização. Existe em função da estrutura urbana espontânea.

[...] Implantar reservatórios de amortecimento de cheias que permitem controlar as descargas e retardar a chegada dos picos de vazão para jusante. Conceitualmente, os reservatórios de contenção de cheias atuam no sentido de compensar os citados aspectos negativos da urbanização, com o objetivo de resgatar ou devolver, mesmo que parcialmente, as condições naturais equivalentes de uma determinada bacia hidrográfica (PDMAT1, 1999).

Nos últimos quinze anos foram construídos 64 piscinões, além de 160 previstos, em toda a região metropolitana de São Paulo, que colaboraram significativamente para a diminuição das enchentes. Entretanto, foram obras de grandes proporções que deixaram de explorar seu potencial urbanístico e paisagístico. Atualmente a Bacia do Alto Tietê conta com uma capacidade de retenção de 10.553.800 m³. Não obstante esta é apenas uma parte dos piscinões propostos, sendo prevista elevar a capacidade da BAT para 35.019.200 m³ (PDMAT3, 2014).

1.2 O PARADIGMA DA RESERVAÇÃO: VISIBILIDADE

o conceito de reservação

A rede de drenagem, desde inícios do século passado, vem se configurando num estrato invisível de canais por onde transcorrem os deflúvios decorrentes das chuvas e cujo desenho é delegado ao conhecimento qualificado e neutro dos especialistas. Com a implantação de medidas de reservação⁴ dos volumes de água excedentes, houve uma mudança na compreensão dos elementos que envolvem a drenagem urbana. Esta mudança de paradigma traz a concepção do conjunto da rede para o debate urbano, morfológico e estético.

Antes, até o último terço do século XX, aumentar a vazão dos canais e articular a rápida retirada das águas da chuva drenadas dos locais onde originadas era o objetivo e o padrão de tratamento da questão das enchentes. Para os higienistas, as águas da cidade não podiam se estagnar. Seu objetivo principal era fazê-las fluir, promovendo sua circulação. Na equação hidráulica, quanto menor é o tempo de concentração, maior resulta o pico da vazão a jusante. Portanto, as obras de canalização, ao acelerar o escoamento, afastavam os picos de cheias para os corpos d'água receptores, o que ocasionava a sobrecarga do sistema de macrodrenagem.

A forma clássica de lidar com a água proveniente da precipitação atmosférica é desviá-la e “mandá-la para bem longe”, ou seja, o volume de água coletado a montante de um trecho é conduzido para jusante, gastando-se recursos públicos no sistema de trans-missão que interliga os dois pontos. Esta atitude é baseada nos conceitos higienistas do século XIX, onde a solução era remover da forma mais rápida e eficiente possível a água dos centros urbanos (BOTELHO,1998).

'Water being water'. David Goldes, fotografia.
[Fig. 09]

4
Tucci (2002) apresenta os diferentes estágios na conceituação das infraestruturas hídricas de drenagem: até 1970 utilizavam-se canalizações para transferência dos escoamentos pluviais para jusante; de 1970 a 1990 surgem preocupações com o amortecimento da drenagem e com a qualidade das águas pluviais e a partir da década de 1990 incentiva-se a contenção na fonte.

Em consequência, a canalização tinha o efeito de transferir o problema de um local para outro, trazendo inundação em áreas que anteriormente não sofriam tais problemas, principalmente nos casos em que a ocupação urbana se desenvolveu de jusante para montante.

Na região metropolitana de São Paulo corresponde ao plano de macrodrenagem a ruptura com a prática de canalizações sucessivas dos cursos d'água, vigente até meados dos anos 90 cuja hegemonia já vinha sendo debatida desde a década de 1970:

(...) tais projetos sempre acabaram por beneficiar uma parcela da população de montante, porém transferindo e agravando problemas de inundações para a população situada a jusante. Dentro desse contexto, é evidente que, com o passar dos anos, os problemas de inundação tiveram a tendência de se tornarem cada vez mais graves pois, se não bastassem os aspectos altamente catastróficos de um processo de urbanização não controlado e sem planejamento, provocando a diminuição da capacidade de infiltração e retenção das águas de chuva, os mencionados projeto de canalização ainda contribuíram para elevar as vazões de pico e reduzir os tempos de percurso dessas vazões. Nos últimos anos, após o sucesso da implantação do piscinão do Pacaembu, tem-se aceitado melhor a ideia de implantar reservatórios de amortecimento de cheias que permitem controlar as descargas e retardar a chegada dos picos de vazão para jusante. Conceitualmente, os reservatórios de contenção de cheias atuam no sentido de compensar os citados aspectos negativos da urbanização, com o objetivo de resgatar ou devolver, mesmo que parcialmente, as condições naturais equivalentes de uma determinada bacia hidrográfica (PDMAT, 1998).

Na abordagem atual da drenagem urbana, busca-se reter os escoamentos pluviais nas proximidades de suas fontes para reduzir ao máximo o impacto a jusante. A finalidade é a redução do pico das enchentes por meio do retardamento das ondas de cheia, obtida pelo armazenamento em dispositivos de parte do volume escoado. Aplicando a lógica de reservação, as áreas novas podem ser dimensionadas para impacto zero e a reabilitação de

sistemas existentes podem tornar vazões a jusante compatíveis com a capacidade disponível (WALESH, 1989). A reservação redistribui os escoamentos no tempo e no espaço e permite recuperar, em parte, as características de armazenagem da bacia hidrologia da região onde atuam. Visa assim substituir o funcionamento regulador original das várzeas ocupadas e impermeabilizadas da cidade.

Os conceitos inovadores mais adotados para a readequação ou aumento da eficiência hidráulica dos sistemas de drenagem têm por objetivo promover o retardamento dos escoamentos, de forma a propiciar o aumento dos tempos de concentração e a consequente redução nas vazões máximas; também como amortecer os picos e reduzir os volumes de enchentes por meio da retenção em reservatórios e, ainda, conter tanto quanto possível o *run-off* no local da precipitação, pela melhoria das condições de infiltração (CANHOLI, 2005).

vazão de restrição

No intuito de minorar os problemas de enchentes, o primeiro PDMAT em 1998 estabeleceu uma vazão máxima suportada pela calha do Tietê, conceito denominado como vazão de restrição. Esse parâmetro estabeleceu um limite físico para a expansão e aumento da capacidade hidráulica de escoamento dos principais cursos d'água drenantes da bacia do Alto Tietê. O novo modelo definido de macrodrenagem, sob novo conceito de vazão de restrição e não mais o aumento da vazão dos canais, se baseou no fundamento de que os principais cursos d'água da bacia não comportariam quaisquer escoamentos superiores às suas capacidades atuais.

O PDMAT-1 estabeleceu como diretriz primária o conceito de vazão de restrição a ser obedecida na calha do Rio Tietê, que refletiu na descarga máxima admitida

Representação esquemática de um conjunto de medidas estruturais de controle. Fonte: SMDU, 2012. [Fig. 10]

para os tributários. Estas vazões foram estabelecidas para os tempos de recorrência segundo um horizonte de curto prazo, TR 25 anos, médio prazo TR 50 anos, e longo prazo, TR 100 anos, estabelecendo assim grau de proteção de forma progressiva.

Uma vez fixada esta capacidade restritiva na calha principal, há que se buscar um conjunto de obras adequadas nas sub-bacias de forma que a sua vazão de restrição não seja ultrapassada (FUSP, 2009). Para atender a essa premissa de reter os volumeis excedentes nas bacias e sub-bacias urbanas, se iniciou o desenvolvimento de estruturas hidráulicas específicas para este fim de armazenamento da água, compostas por reservatórios. São as estruturas de controle conhecidas como piscinões.

O conceito de reservação significa uma mudança na filosofia das soluções estruturais em drenagem urbana. Estas novas condições traçam formatos inéditos de visibilidade para as infraestruturas de drenagem. Oferecem oportunidades de ação no projeto do espaço público. Desperta a urgência dotar de conteúdo arquitetônico e urbanístico as infraestruturas e dar opções de participação cidadã em todos os processos do sistema, até agora invisíveis e não questionados.

10.553.800 m³

Como medidas estruturais, intensivas de retardamento do fluxo das águas de chuva se estabelecem os reservatórios de detenção e retenção, os piscinões. A diferença dos dispositivos de reservação para contenção na fonte (onde os escoamentos são gerados), os piscinões são obras para reservação dos escoamentos a jusante, destinadas a controlar os deflúvios provenientes de partes significativas da bacia. Daí resultam em intervenções

Efeito do amortecimento do Reservatório de Detenção. Fonte: ROS, 2012. [Fig. 11]

Piscinão Taboão. Fonte: Portal do Governo de São Paulo, 2010. [Fig. 12]

urbanas de maior significado, conformando, cada implantação, volumes de 25 mil m³ até 350 mil m³. Destacam-se pelo grande volume que podem reter e pelos resultados rápidos que proporcionam. Isto é, aumentam em muito a capacidade de retenção das águas pluviais no momento de pico de uma chuva com potencial para causar inundações. Obras inspiradas em uma abordagem puramente hidráulica do problema metropolitano de enchentes, os piscinões constituem artefatos de notável volume que vem sendo acumulados no espaço público para conter água de chuva que é posteriormente descartada.

A composição básica de todo dispositivo hidráulico piscinão é constituída por um corpo para armazenamento das águas de escoamento acoplado a um conjunto de uma estrutura hidráulica de controle. Estas estruturas são fixas sem possibilidade de comando, criando pontos fixos de controle no sistema de drenagem da bacia. Uma pratica comum é o uso de formas mistas e a subdivisão do reservatório para distintos períodos de retorno: uma área para escoar uma cheia frequente e outra área de extravasamento para as cheias acima da cota de risco referente. Nestes casos o desempenho do dispositivo permite a utilização de estágios, de diferentes níveis associados a escoamentos de diferentes tempos de recorrência. Consequentemente podem se estabelecer áreas inundáveis com diferentes probabilidades de frequência, associadas a diferentes cotas. O projeto delimita áreas com maior periodicidade de alagamento que atenderão exclusivamente as contingencias de drenagem e áreas eventualmente alagadas para chuvas com maior tempo de recorrência. Esta subdivisão ainda pode resultar em funções distintas: um compartimento para tratamento da vazão das primeiras chuvas e consequentemente para controle da qualidade da água e outro compartimento para controle de cheias.

O piscinão Jabaquara foi projetado com três patamares, com desnível total de 6,0 m. Dessa forma, apenas na ocorrência de precipitações acima de 25 mm haverá extravasamento para o interior de reservatório e, só para eventos com recorrência de acima de 25 anos, os três patamares serão inundados completamente. De maneira geral, prevê-se o início da inundação no 1º patamar com uma precipitação de 25 mm; no 2º patamar, com precipitação de 40 mm; e no 3º patamar, com precipitação de 60 mm (CANHOLI, 2005).

Com respeito a sua localização em relação ao sistema de drenagem, os reservatórios podem situar-se em serie (in-line) ou em paralelo (off-line). No reservatório em linha todo o fluxo de água do reservatório está no nível do canal. Situa-se na linha principal do sistema e restituiu os escoamentos de forma atenuada e retardada ao sistema de drenagem, de maneira continua, normalmente por gravidade. O reservatório off-line opera em paralelo ao canal de macrodrenagem. Quando o canal ultrapassa um determinado nível de cheia, a água é desviada para o reservatório. Neste caso as escavações deveriam ter, no máximo, a profundidade do fundo do talvegue dos canais, evitando um sistema de bombeamento.

1.3 O DISPOSITIVO HIDRÁULICO PISCINÃO

carácter da forma

Volume e área disponível.

A matriz essencial de um piscinão é o volume a reter, determinado pela análise estatística de certos dados locais. O dimensionamento dos piscinões depende da pluviologia local. É definido um nível de risco associado à probabilidade de ocorrência de uma chuva de projeto, para um dado tempo de recorrência, ou seja, um tempo em que este volume de chuva pode, estatisticamente, ser igualado ou superado. Com a água da chuva em parte

En lugar de desplazarse a través de las escalas de lo general a lo específico, el diseño de las infraestructuras comienza por la delineación precisa de elementos particulares dentro de límites específicos. A diferencia de otros modelos (sistemas de planeamiento o normas tipológicas, por ejemplo), que tienden a esquematizar y controlar la forma arquitectónica, operando por medio de la prohibición, los límites del diseño arquitectónico en los sistemas de infraestructuras son técnicos e instrumentales. En el urbanismo de las infraestructuras la forma cuenta, pero más por lo que hace posible que por su apariencia (ALLEN, 1998).

transformada em vazão, vazão de projeto, calcula-se o volume necessário para atender a uma determinada restrição a jusante.

No entanto, a forma como é projetado e construído o reservatório tem como principal condicionante a área disponível ou o custo de desapropriação (vide item 3.3 Interface de transição). O risco representa o fator preponderante para a determinação do volume de reservação do escoamento diante da ocorrência do evento de cheia, que assim o represente. No entanto, a experiência mostra que em muitos casos, o projeto acaba se adequando a situação local, ou seja, a área disponível para a detenção, devido à falta de disponibilidade de espaço (RAIMUNDO, 2007). Os reservatórios a céu aberto, rasos e com descarga por gravidade tem o menor custo de implantação, porém a maior demanda de terreno. Uma área de terreno menor vai exigir uma solução tecnologicamente mais complexa, resultando num metro cúbico de projeto, construção e operação mais caro.

Estrutura enterrada.

O piscinão é uma supressão de terras e precisa de um sistema para atingir o reequilíbrio do terreno. As estruturas enterradas são sistemas construtivos mecanicamente ativos, colocados em contato com o terreno com o objetivo de manter e/ou restabelecer o equilíbrio natural do próprio terreno (RIPOLLÉS, 2002). As características do solo na região são as determinantes na definição do método construtivo de escavação e contenção do terreno. As margens da escavação se conformam ao estabilizar o terreno com auxílios mínimos (revestindo a face aparente do talude ou drenando seu interior) ou se conformam ao conter o terreno com estruturas de concreto, muros de gabião, etc. Sua construção movimentava uma grande quantidade de terra e, em alguns casos, até pode gerar recalque nas edificações

Volume e área disponível.

Estrutura enterrada.

Escala.

do entorno pelo rebaixamento de lençol freático (vide item 2.3 Movimentação de terras).

Escala.

O piscinão é o resultado nítido de aplicar uma dimensão objetiva, com medidas de altura, comprimento e volume independentes, sem uma relação entre essa dimensão e um sistema de proporções. Na ausência do significado da escala só se controlam as dimensões, sem julgar as relações entre elas.

La escala es una relación entre esas dimensiones y unas determinadas unidades, seleccionadas de entre otras por alguna razón. Cualquier objeto tiene unas medidas constantes y precisas, pero su escala dependerá de la elección de un sistema de proporciones (SORIANO, 2004).

Um dos principais desafios a resolver na sua inserção urbana são os conflitos de escalas entre a superestrutura necessária e os efeitos da sua presença no âmbito local. Ao não estabelecerem uma relação proporcional com as áreas vizinhas, os piscinões ficam estranhos na cidade (vide item 2.2 Presença física). A relação entre a estatura do homem e a da estrutura de reservação tem se distendido até tal ponto que a medida comum fica excluída. Porém, sob um olhar distanciado, a monumentalidade de estes grandes reservatórios pode provocar certo fascínio.

topologia do sistema

Rede.

O termo de infraestrutura é sempre associado à noção de sistema. O seu traçado requer conhecimento da geografia, da visão estratégica do território. A noção de sistema permite também conciliar a dimensão metropolitana com a local.

Há uma potencialidade no papel articulador dos reservatórios de amortecimento de cheias ao estar inseridos pela forma difusa de uma rede. Os piscinões conformam uma constelação de enormes arenas cuja intervenção específica permite uma reverberação na reconfiguração do território ao qual pertence. Atualmente funcionam como uma rede apenas do ponto de vista técnico (COACHMAN; FRANCO, 2013). Do ponto de vista arquitetônico, geográfico, social e ambiental, eles não agem articulados. O potencial dos piscinões não reside só no que representam individualmente, mas também no valor de constituir uma rede que permeie toda a cidade (vide item 3.2 Nós intermediários).

Carcaças na Periferia.

Os piscinões aparecem nas áreas periféricas da metrópole como carcaças de armazenamento das águas poluídas que superam a vazão do sistema de drenagem urbano. São elementos espalhados na cidade, situando-se em geral em locais afastados dos principais polos econômicos, nas regiões mais desestruturadas e densamente habitadas. Atualmente, no enfrentamento da dimensão metropolitana do problema das enchentes, está previsto um significativo investimento em estas áreas da metrópole de São Paulo, zonas que costumam

Carcaças na periferia.

Manutenção.

Piscinão Rincão. Fonte: CANHOLI, 2005.
[Fig. 13]

Interior de um piscinão e sistema de taludes.
Fonte: Nelson Kon, 2011. [Fig. 14]

Interior do Piscinão Sharp. Portal do Governo de São Paulo, 2010. [Fig. 15]

Fotografia aérea do contorno do Piscinão Parque Pinheiros na Bacia do Pirajussara.
Fonte: Nelson Kon, 2011. [Fig. 16]

Operação de dessasoreamento em um piscinão. Portal do Governo de São Paulo, 2010. [Fig. 17]

receber pouco do poder público. Porém, até agora, a implantação dos piscinões não traz benefícios diretos à população de montante e do entorno da obra (vide item 2.3 Áreas sem fruição pública).

Manutenção.

Os reservatórios de contenção de cheias urbanas acabam constituindo focos de riscos sanitários e ambientais, o afluxo de lixo, a interceptação com a rede de esgoto e a dificuldade de manutenção física das suas áreas livres coloca em crise a qualidade das águas retidas. Inerente à reservação dos escoamentos da água pluvial deve considerar-se a alta carga de poluição das águas superficiais da metrópole assim como a carga de sedimentos. Ainda que as primeiras águas de um episódio de chuvas não sejam retidas, boa parte da poluição difusa e do material de assoreamento das sub-bacias em chuvas intensas é depositado nos reservatórios. A rede de drenagem configurada sob o conceito de reservação requer limpeza periódica e manutenção. Na metrópole de São Paulo há dissenso entre os órgãos encarregados pela manutenção das estruturas de drenagem impedindo uma gestão e uma operação integrada (vide item 3.1 Gestão coordenada).

Pesquisas atuais⁵ trabalham com o desempenho integrado dos reservatórios de contenção, visando incorporar a qualidade da água contida à eficiência da estrutura de reservação. Estas alternativas técnicas resultam sempre em mudanças dentro da própria estrutura, propondo de ações de manejo para a interceptação do esgoto, desvio de vazão e a subdivisão do reservatório em compartimentos de funções distintas, armazenamento e tratamento (vide item 3.1 Controle qualitativo).

5

O Instituto de Pesquisas Hidráulicas IPH da Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS e o PHA da Universidade de São Paulo USP nos últimos dez anos tem investido em pesquisas sobre manejo dos reservatórios de contenção.

projetos paulistas

Vários projetos paulistas discutiram a inserção urbana e arquitetônica dos piscinões em São Paulo. O conjunto representa uma resposta possível de como se posicionar diante do desafio de entender a reservação de água pluvial e encontrar soluções pertinentes, recaracterizando-a. Nestes projetos a reservação de água pluvial é atrelada a possíveis praças inundáveis combinadas com atividades de lazer, operando como reservatórios de detenção, que ficam secos durante a estiagem. Em outros casos, a reservação é conceituada em laminas de água permanentes na paisagem paulista, funcionando como reservatórios de retenção, mantidos com água constante e subindo seu nível temporariamente com a cheia.

Vazio ausente de espaço público.

O piscinão resiste à densa urbanização do seu entorno, não representa um vazio agregador e sim uma ausência de espaços públicos. São vazios realmente vazios, que cumprem apenas seu objetivo de armazenamento de água, sem agregar nenhum valor ao seu redor (COACHMAN; FRANCO, 2013). Estes vazios oferecem diversas possibilidades de uso e programa, o que sugere uma estratégia de intervenção na periferia de São Paulo com papel fundamental para o aprofundamento da cultura de projeto de espaço público. O projeto “Vazios de água” do escritório MMBB para a III Bienal de Roterdã propõe:

A construção da rede dos reservatórios de retenção de água pluvial em São Paulo, conhecida como rede de “piscinões”, pode ser convertida em uma oportunidade de difusão de um sistema de vazios urbanos estruturador das periferias, caso articulada com as demais políticas setoriais (BRAGA; MELLO; MOREIRA, 2007).

Vazios de água.

Fonte: BRAGA; MELLO; MOREIRA, 2007.

[Fig. 18]

Infraestrutura coerente.

A lagoa de drenagem proposta no O Plano Urbanístico para o Parque Dom Pedro II⁶ indaga uma nova postura na elaboração de projetos urbanos. A lagoa adquire um papel estratégico no plano urbanístico, retoma a função da várzea da região e se materializa como o elemento reestruturador da intervenção. A lagoa de retenção é projetada como uma infraestrutura geradora de fruição pública e lazer no centro da cidade de São Paulo:

A questão da drenagem foi encarada mais do que como solução de problemas de saneamento, como estruturação da paisagem e qualificação dos espaços livres públicos. Dessa forma, as ações propostas assumem sempre múltiplas dimensões, sendo simultaneamente infraestrutura, arquitetura, urbanismo e paisagem (MEYER et al., 2012).

Lago Canal

O Grupo Metrópole Fluvial da FAU-USP⁷, nos estudos de Pré-Viabilidade do Hidroanel Metropolitano de São Paulo, integra a reservação de água pluvial ao sistema de canais e lagos artificiais propostos para constituir o sistema de hidrovias urbanas, portos e parques da metrópole. O conceito dos piscinões poderia ser transformado em um projeto de canais laterais de derivação das águas do canal central, configurando uma rede de lagos artificiais perenes, alargamentos em harmonia do sistema de macrodrenagem:

Incorporando algumas das premissas do PDMAT-1, o projeto do Hidroanel aumenta a área de superfície d'água na metrópole, através da constituição de lagos e canais e implementação de áreas permeáveis, com parques fluviais. Serão três principais lagos-navegáveis: lago da Penha, lago de São Miguel Paulista e lago de Itaquaquecetuba. Estes lagos, próximos à cabeceira do Rio Tietê, aumentam a capacidade de controle e retenção das águas na bacia por meio de um sistema de barragens móveis. Os lagos amortecerão os volumes escoados atuando como

6

Coordenado por Regina Meyer e Marta Grostein (FAUUSP-FUPAM) e projetado pelos escritórios Hereñú + Ferroni Arquitetos, Una Arquitetos e Metrópole Arquitetos.

Infraestrutura coerente.

Fonte: MEYER et al., 2012. [Fig. 19]

7

O Grupo de Pesquisa em Projeto de Arquitetura de Infraestruturas Urbanas Fluviais – Grupo Metrópole Fluvial, pertence ao Laboratório de Projeto do Departamento de Projeto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAU USP. O grupo é constituído por professores, alunos da graduação e da pós-graduação e técnicos, e é coordenado pelos professores Alexandre Delijaicov, Antonio Carlos Barossi, Milton Braga e pelo arquiteto da Prefeitura do Município de São Paulo André Takiya.

bacias de detenção, com a capacidade de resguardo de um volume aproximado de 16.000.000 m³, equivalente à variação de 1 metro de lâmina d'água dos lagos artificiais propostos no projeto, evitando inundações na área urbana. Este sistema de lagos canais garante maior qualidade urbana ao entorno em comparação aos piscinões, estruturas construídas atualmente na RMSP (GMF FAU USP, 2011).

Desde os seus inícios, a ocupação das áreas de várzea e baixadas da cidade de São Paulo foi implantada em detrimento da possibilidade de ter diversos espaços públicos de qualidade ligados às águas. Esse elemento torna-se praticamente ausente da paisagem urbana. À vista disso, a reservação de água pluvial constitui um potencial para incorporar a água no cenário público paulista.

Lago Canal.

Fonte: GMF FAU USP, 2011. [Fig. 20]

SISTEMA DE PISCINÕES NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Escala 1/600.000

LEGENDA

Piscinões

Reservatórios de Detenção na RMSP.

Favelas e núcleos

Perímetros caracterizados como favelas e núcleos cadastrados pela SEHAB no Município de São Paulo.

CEUs

Rede de equipamentos públicos Centros Educacionais Unificados no Município de São Paulo.

[Fig. 21] Rede de Drenagem e Piscinões.

[Fig. 22] Piscinões, CEUs, favelas e núcleos.

[1] Piscinão Aricanduva V

[2] Piscinão Aricanduva I

[3] Piscinão Cedrolândia

[4] Piscinão Pantanal

[5] Piscinão Bananal

[6] Piscinão Jardim Maria Sampaio

[7] Piscinão Jabaquara

[8] Piscinão Guaraú

[9] Piscinão Anhanguera

[10] Piscinão Aricanduva II

[11] Piscinão Inhumas

[12] Piscinão Caguaçu

[13] Piscinão Oratório

[14] Piscinão Aricanduva III

[15] Piscinão Pedreira

[16] Piscinão Rincão

[17] Piscinão Rio das Pedras

PISCINÕES A CÉU ABERTO NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

Fonte: Prefeitura de São Paulo, fotos tiradas em
2011. [Fig. 23]

[18] Piscinão Sharp

[19] Piscinão Limoeiro

[1]

[2]

[3]

[4]

[5]

[6]

[7]

[8]

[9]

[10]

[11]

[12]

[13]

[14]

[15]

1 KM

[16]

[17]

1 KM

ESCALA DO SISTEMA DE
PISCINÕES A CÉU ABERTO NO
MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

[Fig. 24]

[18]

[19]

[Fig. 24]

LEGENDA

Piscinões e macrodrenagem

Reservatórios a céu aberto e rede de macrodrenagem no Município de São Paulo.

Favelas e núcleos

Perímetros caracterizados como favelas e núcleos cadastrados pela SEHAB no Município de São Paulo.

Quadras

Quadras Viárias do Município de São Paulo.

2

QUESTIONAMENTO DO SISTEMA

SUB-BACIA ARICANDUVA

2.1 ASPETOS DA INFRAESTRUTURAÇÃO DA BACIA ARICANDUVA

condições geográficas do vale

A Bacia Aricanduva é uma das áreas mais críticas na contenda da drenagem urbana no município. A Bacia Hidrográfica do Córrego Aricanduva, afluente da margem esquerda do Rio Tietê, na zona Leste da Região Metropolitana de São Paulo é uma das principais bacias urbanas da cidade de São Paulo. Com uma área de drenagem que se estende por aproximadamente 100km² e um porte de $\approx 350 \text{ m}^3/\text{s}$ na foz, a bacia coloca-se como um importante desafio para controlar a vazão compatível com a atual capacidade hidráulica do Tietê.

Orientando-se na direção geral SSE-NNW, tem um eixo maior de 20 km e larguras variando entre 5 e 6 km. Ao longo de este eixo de 20 km o talwegue do rio se desenvolve desde a cota 905m nas suas nascentes próximas ao município de Mauá, até a cota 720m na foz. A constituição do solo da bacia é predominantemente argilo-siltosa, o que confere a esta área, sob o aspecto hidrológico, um elevado potencial de escoamento superficial.

O padrão estrutural do solo da bacia se mantém assimétrico entre a margem direita e a margem esquerda, o rio separa duas áreas diferentes em termos geológicos e geomorfológicos:

O Vale do Aricanduva, que se entronca com o Vale do Tietê, entre a Vila Maranhão e a Penha, possui um perfil transversal, nitidamente assimétrico, devido a sua posição em face dos diversos níveis do relevo regional. Enquanto sua margem esquerda é barrada pelas altas encostas do outeiro da Penha e altas colinas vizinhas, sua margem direita é composta de baixos terraços fluviais, colinas

O Vale do Aricanduva. O trecho mostra a assimetria do vale e a desigual ocupação dos solos nas duas vertentes. Fragmento do Mapa Topográfico do Município de São Paulo, de SARA do Brasil, S.A., 1930 (AB'SABER, 1958). [Fig. 25]

tabulares suavizadas. Note-se que a 4 ou 5 km para Sudeste, a montante de sua embocadura, o Rio Aricanduva continua assimétrico, embora devido a razões diferentes: aí ele se torna nitidamente direcional, refletindo mais de perto o arranjo estrutural da região. Seu vale encaixou-se exatamente entre o bordo SSE do maciço granítico de Itaquera (750-840 m) e uma das endentações sul-orientais da bacia sedimentar pliocênica regional (AB'SABER, 1958).

O conjunto da rede hídrica acompanha estas diferenças geomorfológicas das margens, enquanto na margem direita discorrem afluentes de menor porte com suas várzeas estreitas encaixadas no relevo, na margem esquerda as áreas de várzeas apresentam-se mais largas e os leitos mais caudalosos onde destacam os afluentes Taboão, Inhumas, Machados, Caguassú e Cochós.

padrão de ocupação expansivo e fragmentado

A bacia manteve uma posição estratégica desde o início da ocupação do planalto paulistano. A bacia se situa no centro do triângulo formado pelos seguintes eixos: São Paulo-Santos/ Santos-Mogi das Cruzes/ Mogi das Cruzes-São Paulo e desde o final do século XVI vários caminhos de circulação cruzaram suas várzeas. Deli (1995), com base nos estudos de Petrone⁸, mostra o papel que as principais rotas de circulação terrestres exerceram na origem dos traços de sua ocupação. A própria fragmentação interna desde a época colonial e rural se manteve na evolução da urbanização, sustentando a assimetria foz-nascentes. A parte alta e a parte baixa da bacia foram atravessadas por caminhos de comunicação diferentes, contribuindo para uma “não unidade” de conjunto na sua ocupação. A parte alta do vale era cortada próxima a sua foz tanto pelo antigo caminho de Ururaí, que desde o final do século XVI ligava a vila de São Paulo ao aldeamento de

O vale do Aricanduva em meio aos eixos: São Paulo - Porto de Santos - Mogi das Cruzes - São Paulo. Fonte: DELI, 1995. Recorte. [Fig. 26]

8

PETRONE, P. Aldeamentos Paulistas. São Paulo: EDUSP, 1995.

São Miguel, se prolongando até ao vale do Paraíba, quanto pela ligação de São Paulo-Rio de Janeiro desde o século XVIII. No entanto, a parte baixa era atingida pelo caminho do Caguaçu, conhecido como “antiga estrada do Caguassú”, que desde o final do século XVII ligava São Paulo à Fazenda Caguaçu. Suas áreas desde o século XVI encontravam-se divididas em distintas sesmarias: a Sesmaria João Ramalho posteriormente dividida em Marco da Meia Léguas e Jaguaporeruba; a Sesmaria Francisco Velho, posteriormente Sítio Taguapininduva e as sesmarias concedidas aos índios do aldeamento de São Miguel.

O processo da infraestruturação da Bacia Aricanduva não dista muito do processo de infraestruturação de outras bacias da Região Metropolitana de São Paulo. A ocupação acelerada ocorreu de forma desordenada e desprovida de planejamento. O espaço antes destinado ao armazenamento das águas, as áreas inundáveis, várzeas e talvegues, foi substituído por áreas urbanizadas, propiciando áreas de risco, perdendo áreas vegetadas e aumentando a impermeabilização do solo. A implantação da rede de macrodrenagem esteve em constante descompasso com o ritmo da expansão urbana.

É no século XIX que se implantam os eixos ferroviários, aumentando a subdivisão das terras. No começo do século XX esta região se constituía em grande parte por uma rede espalhada e não unificada de sítios e chácaras onde prevaleciam as atividades de produção agrícola, especialmente hortifrutigranjeiras. O adensamento da ocupação, que culminou com o estrangulamento do Rio Aricanduva, teve início na década de 1920, com o primeiro loteamento, a Vila Nova Manchester, sob um planejamento urbano que considerava generosas áreas permeáveis o que, no entanto, não estimularia o padrão de desenvolvimento da região. Os loteamentos sucessivos das propriedades de produção

agrícola para fins residenciais começaram em 1940 e obedeceram às grandes vias de comunicação. Nos anos 1950 o processo se intensifica, aumentando significativamente os loteamentos populares e a construção de moradias (TRAVASSOS; GROSTEIN, 2005). O processo seguiu o padrão periférico de urbanização, caracterizado principalmente pela dispersão intensiva: o adensamento não se deu a partir da verticalização de áreas já ocupadas e sim pela incorporação de novos loteamentos ao tecido urbano existente provocando uma rápida expansão de mancha urbana com baixas densidades.

Nos anos 70 as várzeas encontram-se ocupadas e com infraestrutura deficiente. A população e o número de domicílios cresciam exigindo a implantação de infraestrutura urbana. Começa a ser instalada na região uma rede de infraestrutura viária e transporte coletivo e paralelamente inicia-se a canalização dos córregos da bacia. Entre 1970-1980 desenvolvem-se as obras de canalização do Rio Aricanduva e a implantação das vias marginais ao canal.

O trecho do Rio Aricanduva entre a Av. Radial Leste e a Av. Itaquera foi canalizado entre 1976 e 1980, pela Empresa Municipal de Urbanização, Emurb, que implantou também vias marginais ao canal. Entre 1981 e 1984, a empresa estendeu a canalização e as vias até a foz do córrego Machados. Deste local à Av. Ragueb Chohfi, a canalização e construção da avenida foi realizada pela Companhia do Metropolitano de São Paulo, em 1987 e 1988. Dali às cabeceiras alguns trechos foram retificados, mas grande parte do canal se mantém natural (TRAVASSOS; GROSTEIN, 2005).

A partir de 1985, com a implantação linha leste do metrô, se iniciou a canalização parcial ou total dos seus afluentes. O registro do agravamento de inundações no vale coincide com a canalização da sua rede hídrica e o consequente preenchimento de suas áreas ribeirinhas.

Obras da Avenida Aricanduva. [Fig. 27]

Início das obras de duplicação da Avenida Aricanduva. [Fig. 28]

Av. Aricanduva margeada pelo canal Aricanduva retificado. [Fig. 29]

Fonte: Acervo da Companhia do Metropolitano de São Paulo, 1986.

É patente a transformações significativa que o conjunto da bacia sofreu no uso do seu solo, especificamente o setor médio e baixo. A diferença entre os setores próximos da foz daqueles próximos das nascentes perdura até hoje. Na evolução da mancha de ocupação da bacia observa-se um gradiente de jusante para montante. O processo de adensamento acompanhou a direção do rio desde a foz até a região de suas cabeceiras. Enquanto nos setores baixos da bacia a urbanização encontra-se consolidada, no setor alto da bacia se mantêm a existência de áreas desocupadas e uma maior presença de vegetação. Este padrão foz-nascentes permanece na observação de alguns dados socioeconômicos da bacia como a cobertura das redes de infraestrutura.

condições de drenagem atuais

O desenvolvimento intenso em termos temporais na bacia traduziu-se, em contrapartida, em uma urbanização extensiva do ponto de vista territorial onde os requisitos específicos de escoamento superficial foram tratados de forma secundária. Esse processo tem levado a desequilíbrios estruturais e problemas ambientais com destaque para a ocupação de áreas de mananciais; a presença significativa de moradores em áreas de risco; a implantação de avenidas nos fundos de vales e a alta impermeabilização do solo urbano resultando no aumento da velocidade do escoamento superficial das águas. A questão das enchentes apresenta-se como um dos principais sintomas desses desequilíbrios estruturais.

O baixo e o médio curso se encontram hoje integralmente ocupados com alto grau de consolidação e quase total impermeabilização do solo. Nesses setores há uma coincidência física dos eixos fundamentais, vetores, no espaço urbano: a rede hídrica (canal Aricanduva),

Obra de canalização do Córrego Rincão-Gamelinha. Fonte: Acervo da Companhia do Metropolitano de São Paulo, 1986. [Fig. 30]

a rede viária estrutural (Av. Aricanduva), a rede estrutural de transporte público e os polos e centralidades (eixos de estruturação da transformação urbana, denominados como ZEUP no PDE 2014) se sobrepõe num mesmo eixo físico.

A Bacia Aricanduva tem sido objeto de diversos estudos e projetos de macrodrenagem a partir da década de 1970, em razão das constantes inundações cuja gravidade e extensão levou à apresentação de uma série de medidas de controle de cheias a serem implementadas na bacia gradualmente. O Plano Diretor de Macrodrenagem de 1999 (primeiro PDMAT) assinala uma mudança do comportamento hidrológico da bacia causado principalmente pela progressiva diminuição dos tempos de concentração: desde 1970 as inundações passaram a ter uma periodicidade praticamente anual, sendo provocadas por chuvas de curta duração, entre 30 e 120 minutos. A região, até hoje, vem apresentando diversos problemas de inundações ao longo das canalizações e de alagamento ao longo de suas áreas de drenagem, seja por extravasamento das canalizações, por falta de captação ou de capacidade na microdrenagem, apresentando falta de capacidade do sistema de drenagem como um todo. A bacia foi um dos principais alvos do Primeiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê PDMAT e de sua revisão o PDMAT2, e do Programa de Canalização de Córregos, Implantação de Vias e Recuperação Social e Ambiental de Fundos de Vale (Procav) da Prefeitura Municipal de São Paulo.

Vista a jusante da travessia sob a Av. Radial Leste dos ramais ferroviário e metroviário. Desemboque ao córrego Rincão na margem direita, 1986. Fonte: PDMAT1, 1999. [Fig. 31]

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE: PROCESSO INCOMPLETO

o sistema existente e o sistema previsto

O sistema de macrodrenagem da Bacia Aricanduva vem sendo reformulado desde a década de 1990 de forma a incorporar os conceitos de drenagem urbana relativos à vazão de restrição e reservação para a mitigação dos eventos de inundações. Em 1998 decorrente de um concurso lançado pela prefeitura de São Paulo foi elaborado a primeira “Proposta para a Solução dos Problemas de Inundações na Bacia do Rio Aricanduva”⁹. Em 1999 foi realizado pelo DAEE, no âmbito do Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê PDMAT, o “Diagnóstico Geral e Ações Recomendadas para a Bacia do Rio Aricanduva” que elencou uma série de medidas de controle de cheias a serem implementadas na bacia. Estas medidas estruturais e não estruturais compõem a chamada Fase Complementar I das Obras de Controle de Inundações na Bacia do Aricanduva de 2013. Paralelamente, o atual Plano Diretor de Macrodrenagem PDMAT3 de 2014, no Relatório nº9ª PAE Plano de Ações Estruturais Bacias da 2ª Camada, atualiza os estudos e propostas de ações estruturais anteriores às novas restrições de macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê.

Atualmente na Bacia Aricanduva concentram-se um número significativo de reservatórios de amortecimento de cheias implantados e outros previstos nesta sequência de planos e projetos de macrodrenagem. Desde 1998, foram projetados 13 reservatórios, 8 deles implantados. Para uma alta eficiência hidráulica do controle de inundações, os piscinões são localizados próximos às desembocaduras dos afluentes do Aricanduva cumprindo sua

9

O Projeto Integrado para o Controle das Enchentes na Bacia do Rio Aricanduva de 1998 vencedor do Prêmio Prestes Maia de Urbanismo de 1999 da PMSP desenvolveu uma concepção para a mitigação das enchentes no Vale do Aricanduva com múltiplas ações.

função de segurar a água durante o período do evento de chuva evitando deste modo extravasar a vazão do canal Aricanduva e, conseqüentemente, controlando os aportes à calha do Tietê a jusante. Em todos os setores da bacia há uma hegemonia na implantação de projetos de drenagem de cunho estrutural, associados à regularização de vazões. Estas estruturas são projetadas para reter o volume entre a vazão de restrição e o pico de vazão, para o conjunto atingir uma vazão remanescente junto à foz com valores em torno de 280 m³/s, para eventos hidrológicos que não superem TR =25 anos e cerca de 400 m³/s, para TR=100 anos (capacidade de descarga máxima estabelecida nos sucessivos PDMAT).

Desde a concepção inicial do projeto integrado em 1998, até as propostas do PDMAT3 em 2014, o sistema de reservação para amortecimento de cheias na Bacia Aricanduva vem se definindo pelo seguinte conjunto de 13 reservatórios de detenção:

RAR-1, RAR-2 e RAR-3, no canal Aricanduva [existentes]

RCA-1, no córrego Caguaçu [existente]

RLI-1, no córrego Limoeiro [existente]

RAR-5, no canal Aricanduva [existente]

RMA-1 e RMA-2, no córrego dos Machados [projetados]

RIN-1, no córrego Inhumas [existente]

RTA-1 e RTA-2, no córrego Taboão [projetados]

RRI-1 e RRI-2, no córrego Rincão [existente/projetado]

Piscinão Aricanduva III RAR-3 Fonte: PDMAT2, 2010. [Fig. 32]

1.880.000 m³ insuficientes

Nos últimos anos foram implantados 8 reservatórios de retenção na Bacia Aricanduva. Numa primeira fase foram construídos cinco no terço superior da bacia: RAR-1, RAR-2, RAR-3, no canal Aricanduva; RCA-1, no córrego Caguaçu; RLI-1, no córrego Limoeiro. Em uma segunda fase foram completadas as obras de outros três piscinões no trecho médio da bacia: Aricanduva RRI-1, no córrego Rincão; RAR-5, no canal Aricanduva; RIN-1, no córrego Inhumas. O conjunto totaliza uma capacidade de amortecimento de 1.880.000 m³ (PDMAT3, 2014) para atender a restrição de descarga na foz. Essas obras propiciaram uma atenuação nas inundações por conta da ampliação da capacidade de reserva e escoamento. O projeto como um todo se baseia na restrição do aporte de vazões afluentes e no funcionamento do sistema de forma integrada. Entretanto, mesmo após a implantação parcial das obras, existem atualmente no canal Aricanduva vários trechos ainda vulneráveis às precipitações intensas, situados a jusante da Av. Itaquera, e que se prolongam até a foz do Córrego Rapadura. Outras ações estruturais imediatas serão necessárias visando resolver os problemas de inundação das áreas topográficas mais baixas.

Os estudos¹⁰, após realizadas as verificações para os períodos de retorno de 50 e 100 anos, demonstram que, mesmo com a implantação dos 13 reservatórios de retenção propostos nos planos de macrodrenagem, o trecho compreendido entre a foz do Córrego Taboão e a foz do Córrego Rincão, continua se constituindo como trecho crítico sujeito às inundações. A bacia demanda um conjunto de obras mais complexo e se faz necessária a utilização de diversas tipologias para se obter uma redução do risco de enchentes. É palpável a dificuldade

Em todo sistema de drenagem urbana, as intervenções relativas ao controle de cheias estão sujeitas a certo risco de insuficiência decorrente do caráter aleatório das vazões fluviais. A natureza probabilística dos eventos de cheia coloca em questão o grau em que deve ser exercido o controle. As estruturas de controle de cheias são dimensionadas para evitar vazões associados a certa probabilidade de ocorrência, representada pelo conceito de período de retorno (Tr). O período de retorno é o tempo em que um evento de precipitação é igualado ou superado. No dimensionamento para volume de armazenamento, a escolha da precipitação de projeto é função da sua probabilidade de ocorrência; consequentemente, existe um risco associado dessa precipitação superada. Assim, a definição da capacidade de uma determinada obra hidráulica implica à definição de um risco, ligado à vulnerabilidade do sistema que sofre o evento.

10

DAEE. Terceiro Plano Diretor Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê - PDMAT 3. São Paulo, 2014.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE. Obras de controle de inundações da Bacia do Alto Aricanduva: Fase complementar 1. Relatório de Impacto Ambiental. São Paulo, 2013.

em eliminar as inundações na bacia somente com a adoção de medidas estruturais, por isso haverá a necessidade de outras obras complementares para melhoria hidráulica. O conjunto de reservatórios de amortecimento de cheias inicialmente proposto ainda não é totalmente implantado. Sua sequência e ritmo de implantação dependem de diversos fatores, entre eles a obtenção de recursos públicos e liberação de áreas.

Encontramo-nos diante de um processo de obras incompleto, cuja concepção articulou-se no último terço do século passado e que atualmente é foco de numerosas críticas que colocam em questionamento o modo como que deve ser completado.

presença física

O modo mais elementar em que uma infraestrutura afeta ou gera paisagem é pela sua presença material (SMETS; SHANNON, 2010). Os reservatórios implantados na Bacia Aricanduva inevitavelmente impõem sua presença física no entorno urbano. Sua forma se impõe a través das dimensões. A dimensão territorial dos piscinões, seu tamanho absoluto e sua musculatura, é visualmente impressionante mudando a situação original do território. Ao estabelecer uma conexão com os fluxos do escoamento produzem uma ruptura na área urbanizada isolando e construindo mais barreiras. Projetar infraestruturas de reservação de água pluvial inexoravelmente coloca a questão de como as integrar na estrutura urbana circundante.

Smets e Shannon (2010) discutem as diferentes aproximações que vêm sendo tratadas para a integração das grandes infraestruturas no entorno circundante com o propósito de evitar obstáculos e de explorar a oportunidade de investir em uma reestruturação do entorno.

Piscinão Rincão RRI-1. Fonte: PDMAT2, 2010.
[Fig. 33]

Aparece interessante o conceito de fusão em uma nova composição (vide item 3.3 Interface de transição), mas não deveria confundir-se com os recursos de camuflagem ou ocultação. Uma estratégia comum de integração urbana é enterrar a infraestrutura para ocultar o visivelmente indesejável. A linguagem da invisibilidade reformula a infraestrutura num mundo duplo: o submundo ilegível versus o mundo superior da interação social. Muitas vezes, essa divisão também corresponde a uma divisão no envolvimento profissional. A noção de cobrir ganha legitimidade como forma de não separar a malha urbana, para que permaneça a (SMETS; SHANNON, 2010). Um exemplo desta aproximação são os reservatórios subterrâneos. Entre as estruturas de controle de cheias projetadas na bacia do Aricanduva foram previstos nove pequenos reservatórios subterrâneos visando resolver os problemas de inundação das áreas topográficas mais baixas no trecho compreendido entre a rua Baquia e Av. Itaquera, abrangendo ambas as margens do Canal Aricanduva. A implantação de todos os reservatórios é prevista com laje de cobertura e reaterro para preservação das praças existentes (SVMA, 2013).

Outra fórmula comum na integração das infraestruturas urbanas é a dissimulação através do uso extensivo de terraplenagem e vegetação. Quando a incorporação no entorno circundante é atingida o corpo até então estranho não é mais visível. Camuflagem é, portanto, uma forma vital de se esconder, não através da criação de dois mundos, mas por assumir a forma de seus arredores e, portanto, desaparecer (SMETS; SHANNON, 2010).

O sistema de piscinões em certo modo obedece à estrutura hidrológica e topográfica subjacente. O caráter da sua forma é imposto pelas condições do entorno existente como a composição do solo, o nível do lençol freático e a estrutura de macrodrenagem. Deste

The intentional obscuring of something from view has its roots in military techniques - known as CCD (camouflage, concealment, and deception) - where objects either look the same as the surroundings, cannot be seen, or look like something else (SMETS; SHANNON, 2010).

The French philosopher Henri Lefebvre challenged the unproblematic conception of space in his well-known 1974 book *The Production of Space*, arguing that such production is concealed by two mutually reinforcing illusions. He defines one illusion as that of transparency-the idea that the world can be seen as it really is. This illusion, which allows the workings of power that produce space to remain invisible goes hand in hand with a view of space as innocent. He defines the other as the realistic illusion-the idea that something by seeming natural requires no explanation. This illusion, which is based on the opposition of culture/nature, allows landscape to be used to mask undesirable histories (WALDHEIM, 2005).

modo o projeto de contenção da água pluvial pode oferecer uma via para construir uma estrutura com o entorno que sublinhe as características da região.

2.3 IMPACTOS NA ESTRUTURA URBANA

áreas sem fruição pública

Extraordinários do ponto de vista morfológico, os piscinões acabam, porém, quase sempre constituindo fraturas no tecido urbano e degradando o seu entorno lindeiro. Conformam focos de violência e insegurança em bairros com carência de espaços públicos de qualidade e de equipamentos básicos. Acabam por deprimir a vitalidade dos usos habituais do local e interrompem a malha local de circulação e de relações sociais. Se observados a partir de uma vista área noturna com a iluminação da região, as áreas desses reservatórios se revelariam como verdadeiras ilhas de escuridão no meio do tecido urbano.

Os primeiros estudos de drenagem elaborados em 1998 identificaram as áreas de implantação dos reservatórios previstos e os posteriores PDMAT se limitaram a confirmar a viabilidade de implantação no local verificando se as áreas selecionadas na época ainda permaneciam disponíveis. Porém, a maioria das obras para estes dispositivos hidráulicos implica a desapropriação, desocupação de imóveis e remoção da população das áreas selecionadas para sua implantação. Ainda se o número de domicílios particulares afetados é pouco significativo, a implantação dos reservatórios elimina da área toda apropriação concebível por parte da população. Em todos os casos da Bacia Aricanduva, as áreas dos piscinões permaneceram excluídas de qualquer possibilidade de uso que viabilizasse a fruição pública, uso térreo, fachada ativa, interação urbana, etc. Com limites bem definidos

valores da Obra (R\$)	valores da Desapropriação	
2.776.037,07	0,00	RRI-1
3.058.187,40	6.037.320,00	RMA-1
3.080.559,71	6.037.320,00	RMA-2
5.704.430,89	5.596.840,00	RIN-1
3.086.479,77	5.109.660,00	RTA-1

Dados sobre os custos aproximados da obra e da desapropriação dos terrenos para a implantação de diversos reservatórios de detenção na Bacia do Aricanduva. Fonte: PDMAT1, 2004. [Fig. 34]

e fechamento no seu perímetro (com gradil construído nos casos dos piscinões Inhumas RIN-1, Aricanduva V RAR-5, Rincão RRI-1 e Limoeiro RLI-1) estas estruturas configuram barreiras e pontos mortos na região. O piscinão reúne todos os problemas e defeitos de uma estrutura estranha por ter sido colocada no local simplesmente para cumprir o papel específico de retenção de águas dentro de um setor da bacia, não buscando nenhuma integração com o contexto em que se insere.

movimentação de terras

A obra do piscinão é fundamentalmente uma movimentação de terras. O volume total nos serviços de corte, escavação e de bota fora das obras de contenção de enchentes para a fase de implantação dos 8 reservatórios existentes na bacia foi estimado em 2.800.000 m³ (o equivalente a 1.120 piscinas olímpicas). Nas planilhas de orçamento, os maiores recursos da obra estão destinados aos serviços de movimento de terra, especificamente à remoção de solos até uma distância média de 10 km. Em muitos casos, o valor das desapropriações supera o valor da obra. Porém, o movimento de terra é o que realmente determina o custo da obra (PDMAT1, 1999). O volume destas escavações traz consequências para estabilidade do solo da região com a ocorrência de problemas geotécnicos como o rebaixamento do nível freático e recalques e/ou de abalos estruturais nas construções vizinhas. Nos reservatórios Aricanduva V RAR-5 e Inhumas RIN-1 as limitações das áreas disponíveis exigiram seu aprofundamento em cotas inferiores aos leitos atuais dos córregos (PDMAT2, 2010).

Aliado a isso também existe risco de interferência com áreas contaminadas com a possível

escavação de solo infectado durante a obra para implantação dos reservatórios. A partir dos cadastros do município de São Paulo disponibilizados pela CETESB e Secretaria do Verde e Meio Ambiente, existem algumas áreas Contaminadas (AC's) no entorno das estruturas projetadas da bacia: A AC-01, Auto Posto Megamania a 100 metros dos limites do futuro reservatório Taboão RTA-1 e cinco áreas Potencialmente Contaminadas (AP's) próximas ao reservatório Machados RMA-1.

As obras projetadas para os reservatórios Machados RMA-1 e Taboão RTA-1 estão situadas em terrenos baixos, onde predominam as litologias associadas às coberturas sedimentares cenozóicas (podendo ocorrer sedimentos aluviais ou de planícies aluviais) e onde também é esperada a ocorrência do nível d'água raso, portanto, caracterizando áreas mais susceptíveis à ocorrência de problemas geotécnicos (SVMA, 2013).

vulnerabilidade à contaminação

O sistema de drenagem recebe além das águas pluviais, esgoto doméstico não tratado, esgoto industrial, resíduos sólidos não coletados e a poluição difusa, partículas existentes no solo urbano e carregadas à rede por ocasião das precipitações. Durante um evento de cheia, parte desse material fica retida dentro das bacias de retenção que, além de contribuir para a redução da capacidade de armazenamento pelo assoreamento do seu fundo, representa uma fonte de proliferação de ratos, bactérias e mosquitos causadores de doenças e de mau cheiro (PDMAT3, 2014).

Além de riscos à saúde pública, especialmente à população do entorno, a contaminação das águas retidas gera eventuais alterações na qualidade dos solos e da água subterrânea.

volumes estimados de resíduos nas estruturas existentes

m³/ano	piscinão
56.205,00	RAR-1
43.386,69	RAR-2
86.893,44	RAR-3
81.773,94	RLI-1
84.340,69	RCA-1
6.586,00	RAR-5

volumes estimados de resíduos nas estruturas projetadas

10.900,00	RMA-1
24.000 ton/ano	RTA-1

Dados sobre as estimativas de resíduos sólidos retirados nas estruturas de contenção de enchentes existentes na Bacia do Alto Aricanduva, durante o processo de limpeza dos mesmos, bem como os volumes estimados de resíduos a serem gerados nas estruturas projetadas. Fonte: RIMA, 2013. [Fig. 35]

Constitui-se uma potencial vulnerabilidade à contaminação e poluição dos recursos hídricos subterrâneos. Nessa região, a profundidade média do aquífero é da ordem de 10m (Aquífero Quaternário), não existindo uma proteção natural considerável de uma cobertura não saturada que configure inacessibilidade hidráulica (SVMA, 2013).

No recorte de estudo identificamos estes três principais impactos (áreas sem fruição pública, movimentação de terras e vulnerabilidade à contaminação) do sistema de reservatórios de amortecimento de cheias sobre a estrutura urbana da bacia. Impacto cujos efeitos se traduzem em prejuízo à qualidade do espaço público. São a curto prazo, irreversíveis e localizados, ou seja, cujo efeito se faz sentir imediatamente após a implantação do dispositivo tanto no local específico como nas imediações. Pela ausência de oportunidades de fruição pública e pela proporção da intervenção no solo urbano e a concentração de poluentes nas águas retidas no conjunto de obras mostra-se evidente a necessidade de uma revisão do conceito da retenção de água pluvial.

PISCINÃO ARICANDUVA V RAR-5
[existente]

PISCINÃO INHUMAS RIN-1
[existente]

PISCINÃO MACHADOS RMA-1
[proposto nos PDMAT]

Série de sobreposições dos perímetro dos Piscinões RAR-5, RIN-1, RMA-1 e a rede de macrodrenagem atual com as fotografias aéreas do ano 1954 e do ano 2000; com o mapa SARA Brasil 1930 e com o Mapa Digital da Cidade MDC de 2004.

PISCINÃO ARICANDUVA V RAR-5

Fotografia aérea de 2004. Fonte:
PMSP, 2004.

[Fig. 36]

1954

1930

2000

2004

PISCINÃO ARICANDUVA V RAR-5

Escala 1/15.000

Sobreposição do perímetro do Piscinão Aricanduva V RAR-5 existente e a rede de macrodrenagem atual com as fotografias aéreas da região do ano 1954 e do ano 2000; com o mapa SARA Brasil 1930 e com o Mapa Digital da Cidade MDC de 2004.

[Fig. 37]

PISCINÃO INHUMAS
RIN-1

Fotografia aérea de 2004. Fonte:
PMSP, 2004.

[Fig. 38]

1954

1930

2000

2004

PISCINÃO INHUMAS

RIN-1

Escala 1/15.000

Sobreposição do perímetro do Piscinão Inhuma RIN-1 existente e a rede de macrodrenagem atual com as fotografias aéreas da região do ano 1954 e do ano 2000; com o mapa SARA Brasil 1930 e com o Mapa Digital da Cidade MDC de 2004.

[Fig. 39]

ÁREA PREVISTA PARA
IMPLANTAÇÃO DO
PISCINÃO MACHADOS
RMA-1 PROPOSTO NOS
PDMAT

Fotografia aérea de 2004. Fonte:
PMSP, 2004.

[Fig. 40]

1954

1930

2000

2004

PISCINÃO MACHADOS RMA-1 PROPOSTO NOS PDMAT

Escala 1/15.000

Sobreposição do perímetro do Piscinão Machados RMA-1 proposto e a rede de macrodrenagem atual com as fotografias aéreas da região do ano 1954 e do ano 2000; com o mapa SARA Brasil 1930 e com o Mapa Digital da Cidade MDC de 2004.

[Fig. 41]

ÁREAS SEM FRUIÇÃO: O PISCINÃO MACHADOS RMA-1

Na planta é destacada em vermelho a estreita área lindeira entre o viário público existente e o dispositivo de drenagem proposto nos PDMAT. Nos cortes é possível observar o volume de movimentação de terras preciso para sua implantação.

Imagens elaboradas a partir do RIMA, SVMA, 2013. [Fig. 42]

3 O PROJETO DE RETENÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

MICRO-BACIAS TABOÃO-TAPERA-INHUMAS-MACHADOS

3.1 PREMISSAS NA RETOMA DA VISIBILIDADE

Os planos de drenagem e de recursos hídricos da Bacia do Alto Tietê¹¹ contemplam um conjunto de ações urbanas consideradas como indispensáveis no processo de manejo de águas pluviais. No Aricanduva sua implantação efetiva ainda é muito incipiente em todos os setores da bacia. Ainda que se tratem de condições *sine qua non* para o processo de retenção da água pluvial, estas ações apresentam algumas limitações locais.

controle na fonte

As técnicas compensatórias de drenagem¹² tentam reter a água pluvial na fonte antes que a água precipitada chegue à rede pública de drenagem. Favorecem um trajeto reduzido das águas eficiente na redução da poluição pela pouca superfície urbana recorrida. Sua distribuição difusa no tecido urbano apresenta a vantagem de armazenar ou subtrair quantidades importantes de água, ajudando na redução das vazões máximas de escoamento superficial sem implicar em restrições de uso do espaço. Estas medidas, apesar de serem importantes para aumentar a segurança do sistema de drenagem e de favorecem um trajeto mais curto das águas, são consideradas medidas de caráter complementar em todos os casos e não possuem a capacidade de controlar enchentes com elevadas recorrências. Portanto, não substituem as medidas estruturais. As técnicas compensatórias de drenagem ganham significado para o enfrentamento das enchentes quanto menor for a densidade de ocupação da região. O paradoxo é o seu alcance encontrar mais limitação onde as demandas são mais prementes. Entendemos que o gradiente de ocupação foz-nascentes existente na Bacia do Aricanduva gera algumas matrizes de aplicabilidade de estes

11

SÃO PAULO (CIDADE), SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO. Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais. São Paulo: SMDU, 2012. 3 v.

SÃO PAULO (ESTADO), COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ. Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. São Paulo: FUSP, 2009.

SÃO PAULO (ESTADO), DAEE. Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê PDMAT. São Paulo:DAEE, 1999.

SÃO PAULO (ESTADO), DAEE. Revisão do Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê PDMAT-2. São Paulo:DAEE, 2010.

SÃO PAULO (ESTADO), DAEE. Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê PDMAT-3. São Paulo:DAEE, 2014.

mecanismos em cada setor da região.

Nos setores com urbanização consolidada, como são o trecho médio e baixo da bacia, a pouca disponibilidade de área pela alta taxa de ocupação horizontal e a presença de instalações subterrâneas condicionam a viabilidade da implementação das técnicas compensatórias de drenagem. O alto nível do lençol freático nas cotas mais baixas do vale unido à fragilidade à ação da água de solos argilosos e com muitos finos evidenciam o alcance limitado de medidas de infiltração. Paralelamente, os mecanismos de retardamento do escoamento direto intra-lote por reservatórios de armazenamento como os estabelecidos na Lei das Piscininhas¹³, quando situados em parcelas privadas, tem sua viabilidade operacional dificilmente controlável sendo dependente das iniciativas de manutenção dos proprietários.

No Baixo e Médio Aricanduva, nas áreas situadas entre a foz e o início do Parque do Carmo, pode se buscar formas de intervir no meio urbano já consolidado de maneira que as áreas permeáveis sejam mais eficientes do ponto de vista da drenagem. Recuperando assim, o máximo possível, o amortecimento pela exploração de todas as áreas possíveis. A integração de um sistema de retenção na fonte no trecho médio da bacia pode complementar o sistema estrutural de escoamento diminuindo sua vulnerabilidade e diminuindo a escala de intervenção das medidas estruturais.

Por outro lado, a Bacia Aricanduva mantém as áreas de cabeceira relativamente pouco ocupadas, permitindo a formalização de áreas permeáveis nesse setor sem implicar na desapropriação e demolição de áreas consolidadas. No Alto Aricanduva, é viável aumentar

12

As BMP (Best Management Practices, segundo terminologia americana) ou SUDS (Sustained Urban Drainage Systems, pela terminologia européia) compreendem as medidas tendentes a reverter ou mitigar as alterações biológicas, geomórficas e hidrológicas na bacia de drenagem. Compreendem basicamente:

- Aquelas que detêm pequenas precipitações, liberando as águas de forma gradual.
- Aquelas que permitem a infiltração do deflúvio no subsolo, sempre que a formação geológica do substrato o permita, como, por exemplo, os pavimentos porosos ou valas de infiltração.
- Aquelas que promovem a acumulação e/ou filtragem das águas pluviais, como, por exemplo, telhados verdes e filtros de areia. (PMAPSP, 2012).

13

A Lei Municipal no 13.276, de 4 de janeiro de 2002, conhecida como Lei das Piscininhas, representa um marco na legislação municipal para o controle do escoamento pluvial em lote. Esta Lei torna obrigatória a execução de reservatório de armazenamento para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes edificadas ou não que tenham área impermeabilizada superior a 500 m². A água armazenada no reservatório deverá preferencialmente infiltrar-se no solo, podendo ser despejada na rede pública de drenagem após uma hora de chuva ou ser conduzida para outro reservatório para ser utilizada para finalidades não potáveis. Lei no 13.276/02, Art. 2, § 2o.

o controle da água pluvial na fonte a través da criação de parques lineares para reduzir o volume escoado e melhorar a qualidade das águas. Os Parques Lineares do Alto Aricanduva ao longo do curso d'água foram inicialmente concebidos em 1999 na “Proposta para a Solução dos Problemas de Inundações na Bacia do Rio Aricanduva” como sistema que possibilitasse a preservação e a restauração das áreas ribeirinhas com áreas de lazer e contemplação. Após a construção dos reservatórios Aricanduva I RAR-1, Aricanduva II RAR-2, Aricanduva III RAR-3, Limoeiro RLI-1 e Caguaçu RCA-1, permaneceram no seu entorno extensas áreas livres, a maioria públicas e desocupadas. O projeto atual propõe a implantação dos parques e as áreas verdes públicas nas envoltórias dos reservatórios existentes, bem como caminhos verdes de interligação entre eles.

Com espaços destinados à prática de esportes, ao lazer e às atividades culturais e de educação ambiental, integrados aos piscinões existentes e ao Parque do Carmo, os Parques Lineares do Alto Aricanduva são uma possibilidade de convivência com as suas águas e a integração dos equipamentos de drenagem ao entorno.

controle qualitativo

Gestão coordenada.

A Bacia Aricanduva, face às suas dimensões e sua importância estratégica, deveria adotar a integração de obras públicas, reunindo os principais agentes num programa conjunto de recuperação da bacia (PDMAT1, 1999). A drenagem de águas pluviais é fortemente influenciada por decisões e ações realizadas em diferentes esferas gerenciais da administração, como aquelas responsáveis pelo zoneamento urbano, pela definição e o

controle do uso do solo, pela expansão do sistema viário, pela gestão dos resíduos sólidos urbanos e pelo planejamento e operação do sistema de esgotamento sanitário, dentre outras (PDMAT3, 2014). Em muitos casos se evidencia uma falta de articulação entre os diferentes níveis da administração pública, conforme a Constituição Federal de 1988 o município não é detentor do domínio hídrico. Constitucionalmente o estado é o titular sobre as águas e a jurisdição da macrodrenagem¹⁴.

[...] a componente não-estrutural torna-se de alta relevância, devido ao custo de implantação e operação de obras hidráulicas em áreas altamente urbanizadas, devendo-se buscar alternativas de gestão, sempre que possível. A questão se evidencia ainda mais quando consideradas as questões de dominialidade dos recursos hídricos e de competências de diferentes instâncias para tomada de decisões sobre a drenagem urbana: enquanto o rio Tietê é um curso d'água de domínio do Estado, a gestão, tanto da drenagem quanto do uso do solo é de competência das municipalidades. Assim, no âmbito do PDMAT3, a articulação interinstitucional é um dos maiores desafios a ser vencido [...] (PDMAT3, 2014).

A complexidade de gestão da drenagem urbana se mostra com a sobreposição das responsabilidades sobre a operação e manutenção das estruturas hidráulicas dos piscinões. Na metrópole de São Paulo há um dissenso entre os órgãos encarregados pela manutenção, alguns são operados e mantidos por instituições municipais (por secretarias vinculadas às prefeituras), e outros pelas instituições vinculadas ao Governo do Estado. Em diversas situações há indefinições sobre a responsabilidade pela manutenção dos piscinões, o que tem acarretado desconinuidades dos serviços de limpeza e manutenção (PDMAT3, 2014). A obra dos reservatórios de amortecimento de cheias, geralmente sob a responsabilidade do Estado, por meio do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), uma vez implantada sua manutenção e operação passa à responsabilidade dos municípios,

14

As águas pertencem à União ou aos Estados e ao Distrito Federal de acordo com a localização dos corpos hídricos. São bens da União “os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio” (CF/88, art.20, III). São também de domínio da União os lagos, rios e quaisquer correntes que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais (CF/88, art. 20, III).

normalmente sem capacidade para desenvolver as operações de desassoreamento que implicam tanto os cuidados técnicos da retirada do material acumulado como a necessidade de encontrar local adequado próximo para a sua disposição final. A operação e manutenção devem ser preocupações existentes desde a fase de projeto dos reservatórios de detenção, uma vez que, desses serviços depende o desempenho geral da obra assim como a sua vida útil. O Manual de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais de 2012 (PMAPSP)¹⁵ estabelece procedimentos e rotinas de manutenção preventiva e/ou corretiva das obras e equipamentos que integram o sistema de macrodrenagem urbana. Estas As diretrizes para operação e manutenção compreendem um conjunto de rotinas. Envolvem ações com diferentes frequências: limpeza após a ocorrência dos eventos de chuva; definir sequências e períodos de intervenção; realizar inspeção, identificando falhas e defeitos periodicamente nos equipamentos do sistema; dentre outras.

Integração dos sistemas de drenagem e esgoto.

A articulação entre as ações de drenagem com os serviços de saneamento básico é um requisito essencial para o controle qualitativo das águas, especificamente é necessária uma estratégia integrada entre os sistemas de drenagem e esgotamento.

O sistema de esgotamento que prevalece no Município de São Paulo é do tipo separativo. Porém, existe a dificuldade em manter a rede de drenagem sem lançamentos irregulares de esgoto doméstico. As interconexões entre os sistemas de drenagem urbana e o sistema de esgotamento sanitário são frequentes, impedindo de tratá-los como sistemas independentes (PDMAT3, 2014). Com o foco em reverter a atual situação foi realizada uma parceria entre o Governo do Estado e a Prefeitura do Município de São Paulo

15

O Manual de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais é um dos três pilares que compõem o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de São Paulo (PMAPSP).

A principal finalidade de um serviço de manutenção é manter o sistema de drenagem em condições de receber, conduzir, armazenar e tratar as águas pluviais a qualquer momento, reduzindo assim os riscos de falha e, consequentemente, os riscos de inundação e da poluição hídrica na sua área de influência. Um dos grandes problemas do sistema de drenagem decorre da falta de manutenção e da má utilização de seus mecanismos (PMAPSP, 2012).

através do Programa Córrego Limpo. O Programa tem como objetivo a despoluição dos córregos do Município de São Paulo por meio da execução de novas ligações domiciliares, complementações de coletores, remoção de ligações clandestinas de esgotos em galerias de águas pluviais e limpeza e remoção de lixo do leito e das margens de córregos urbanos paulistanos (PMAPSP, 2012).

As ações do Programa Córrego Limpo foram implementadas em 11 córregos da bacia do Aricanduva, abrangendo aproximadamente 14% da área da bacia e 154,30 L/s a menos de esgoto despejado irregularmente na rede de drenagem. Entretanto, segundo o relatório de Qualidade de Águas Superficiais no Estado de São Paulo (2013, ano base 2012), o rio Aricanduva, próximo a sua foz, foi considerado “ruim” com base no Índice de Qualidade das Águas (IQA). Ou seja, mesmo com as obras de saneamento realizadas na bacia através do projeto Córrego Limpo, a qualidade da água do rio Aricanduva, no ponto de monitoramento próximo à sua foz, não é adequada (SVMA, 2013).

As sub-bacias do trecho médio do Aricanduva contam com uma cobertura quase total da rede de esgoto, os coletores tronco foram implantados durante as primeiras etapas do Projeto Tietê¹⁵. Nessa região, porém, unicamente o córrego José Lagrange, afluente do Machados, foi despoluído por meio das ações do programa Córrego Limpo.

A reservação pode ter como objetivo duas funções através de um único represamento: o controle quantitativo e o controle qualitativo (PMAPSP, 2012). A implantação de estruturas de retenção de água pluvial deve considerar como intrínseco o controle de poluição. O mesmo Programa Córrego Limpo sugere que podem ser propostos reservatórios de

15

O Projeto Tietê na Bacia do Aricanduva é coordenado pela SABESP cujo objetivo é expansão da rede de esgotamento sanitário para a consequentemente a melhoria da qualidade da água.

primeira chuva, estruturas projetadas para reter a primeira fração do escoamento superficial, geralmente associadas aos seus milímetros iniciais caracterizados por transportar maior carga de poluentes. Estes reservatórios permitem que o volume reservado com as águas mais poluídas possa ser encaminhado para estações de tratamento, reduzindo o impacto de poluentes sobre a rede receptora a jusante (PDMAT3, 2014). Assim, para acumular temporariamente as águas provenientes do início do escoamento, podem ser construídos novos reservatórios acoplados aos piscinões ou proceder ao parcelamento dos existentes. A estrutura resultante de represamento será constituída por dois setores hidraulicamente independentes: o primeiro para as águas de primeira chuva, de menor dimensão, e o segundo para a regularização de vazões. Adotando este sistema, o conceito de reservação contempla um controle integrando duas funções através de um único represamento: o controle quantitativo e o controle qualitativo.

uso múltiplo

Existem papéis complementares à função de represamento quantitativo da água pluvial que podem ser considerados para evitar subutilizar o espaço urbano, reconhecendo que as águas são um bem público e um recurso natural limitado, cujo uso deve ser racionalizado e diversificado de maneira a permitir seu acesso a todos.

De fato, a implantação de reservatórios de detenção unifuncionais (controle de inundações), sem a integração de outros usos potenciais, pode conduzir a vários problemas de funcionamento e operação, na ausência de manutenção planejada e contínua (PMAPSP, 2012). Os reservatórios de detenção podem ser parte integrante de um sistema mais

É frequente observar o fenômeno da carga de lavagem, sobretudo em bacias pequenas. A carga de lavagem, ou “first flush”, se trata da remoção inicial do material acumulado no período entre chuvas sobre o solo ou no interior das canalizações, significando que o pico da concentração de poluentes ocorreria antes do pico das vazões (PMAPSP, 2012).

amplo, tendo em vista múltiplos propósitos. Como recomendação geral dos PDMAT os sistemas que objetivam a retenção da água podem adotar objetivos múltiplos: reservatório; sistema de limpeza e manutenção, diminuição da contribuição da poluição da água captada; associação do sistema à irrigação de áreas verdes. O aproveitamento das águas pluviais permite a captação de água a ser utilizada para fins não potáveis, induzindo a conservação, o uso racional e a utilização de fontes alternativas para captação de água em novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água. Estas opções de uso interno nos setores da bacia podem diminuir o stress hídrico da região. Entre as vantagens dessa proposição, cabe destacar a redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma, sendo um benefício ecológico e financeiro ao não se desperdiçar um recurso natural escasso como é a água (PDMAT3, 2014).

A proposta do Hidroanel se alinha à Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997), que considera a necessidade do uso múltiplo das águas, ou seja, o uso das águas urbanas para abastecimento, macrodrenagem (manejo das águas pluviais e fluviais), navegação, lazer, energia e irrigação. São todos esses usos igualmente importantes, que devem ser considerados em um projeto multidisciplinar (GMF FAU USP, 2011).

Desde el comienzo el hombre ha tenido dos maneras básicas de controlar el entorno: una esquivando el tema y escondiéndose debajo de una roca, árbol, tienda o techo (lo que finalmente llevó a la arquitectura tal como la conocemos) y la otra interfiriendo realmente con la meteorología local, usualmente a través de un fuego que, en forma más elaborada, podría llevar al tipo de situación aquí en discusión.

Reyner Banham

3.2 NÓS INTERMEDIÁRIOS

as foz no médio Aricanduva

O trecho médio da Bacia Aricanduva, a área limitada pelo eixo Avenida Itaquera a norte até o início da Área de Preservação Ambiental do Carmo a sul concentra dois piscinões implantados, Aricanduva V RAR-5 e Inhumas RIN-1, além de outros quatro previstos nos atuais planos de macrodrenagem, Taboão I RTA-1, Taboão II RTA-2, Machados I RMA-1 e Machados II RMA-2. O conjunto se concentra nas foz dos afluentes Taboão - Tapera - Inhumas - Machados. A inserção de reservatórios de retenção nos córregos afluentes se justifica pela necessidade de controlar os aportes de cheias à calha principal do Aricanduva. O PDMAT3 indica no canal Aricanduva um trecho ainda vulnerável às precipitações intensas, situado a jusante da av. Itaquera, prolongando-se até a foz do córrego Rapadura. A magnitude das cheias pode mostrar efetiva redução ao conter as vazões dos afluentes a jusante, com um sistema de pontos fixos de controle situados nas sub-bacias Taboão - Tapera - Inhumas - Machados. É de fundamental importância a consideração dessas sub-bacias (PDMAT1, 1999). O amplo leque de propostas para o controle de enchentes em estes pontos mostra o alto investimento e significativos esforços concentrados nas foz dos afluentes do trecho médio. Entretanto é um investimento que não equivale à qualidade do espaço público.

O conjunto de sub-bacias Taboão - Tapera - Inhumas - Machados se encontra a meio caminho entre os dois extremos da bacia, a foz estruturada e a nascente parcialmente ocupada de forma precária. De acordo com o Plano Diretor Estratégico de São Paulo

Canal Taboão - Córrego Tapera - Canal Inhumas- Canal Machados. [Fig. 43]

(Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014) são áreas de Qualificação da Urbanização, o solo apresenta uma ocupação intensa e consolidada, com índices altos de saneamento ambiental (cobertura das redes de abastecimento de água e esgotamento), além de sistemas de microdrenagem plenamente implantados. Os três afluentes Taboão, Inhumas e Machados foram canalizados com as obras do Procav. Seu entorno sempre teve a drenagem como uma de suas questões mais problemáticas e marcantes. Registros de alagamentos podem ser encontrados ao longo da sua história e, apesar de todas as obras realizadas até hoje, a questão das águas nessa região persiste como um problema não resolvido. Demandaria, em primeiro lugar, a proposição de projetos de intervenção específicos e compatíveis com áreas de urbanização consolidada, garantindo o controle qualitativo das águas retidas e com integração de usos complementares à função de represamento permitindo seu acesso a todos. Consequentemente, se identifica no trecho médio da Bacia do Aricanduva um *Sistema de Foz* Taboão - Tapera - Inhumas - Machados com um alto valor estratégico de articulação em rede, com um alto potencial para incorporar a água no cenário público paulista e com possibilidades para atuar como articulação entre localidades.

densidade do sistema

Os reservatórios exercem duas funções básicas: controlar a vazão a jusante da sua instalação e compor com outras obras de drenagem de um sistema de controle de cheias na sua bacia hidrográfica. Ou seja, eles exercem um controle local e um controle sistêmico em função da sua posição na bacia hidrográfica (PMAPSP, 2012). Pode ser interessante regulamentar e estudar cada sub-bacia e micro-bacia para não ampliar a enchente, tratando cada uma de acordo com sua capacidade e transferência a jusante. Esta atitude conduziria a uma escala

de inserção com um número maior de pontos de retenção distribuídos visando reter as águas antes que alcancem pontos de acumulação problemáticos.

Consequentemente, o projeto de retenção da água pluvial contemplaria um nó intermediário de controle de cheias em pontos de confluência, onde ocorre a união de dois cursos de água ou a chegada de afluentes ao canal principal. Esta atitude colocaria um nó intermediário na região a ser protegida, a uma distancia que o amortecimento fosse significativo. Constituiria uma rede capilar de pontos de retenção locados nas foz dos afluentes e na foz dos afluentes dos afluentes. Assim, a capacidade distribuída aumentaria a redundância e eficiência do amortecimento das vazões junto ao controle da poluição. Ao aumentar a densidade de pontos de contenção se aumentaria, por tanto, os pontos fixos de controle nestas sub-bacias. O cuidado do tratamento capilar na drenagem das sub-bacias aliviaria ainda o tratamento nas maiores estações, trazendo melhoria e economia para o sistema. A implantação de uma rede mais densa também facilitaria a modulação do risco hidrológico na topologia do sistema de drenagem e desde sua concepção, propiciando uma estratégia em “cascata” com as diferentes técnicas que compõe o sistema, concebido com tempos de retorno que aumentam de montante para jusante (BAPTISTA; NASCIMENTO; BARRAUD, 2003). Com as estruturas de retenção projetadas para diferentes tempos de recorrência para um melhor desempenho no atendimento dos eventos de chuva. Dessa forma, se constituiria um conjunto de obras mais complexo com utilização de diversas tipologias para obter redução da vulnerabilidade do sistema.

malha de equipamentos públicos

A partir de certa densidade, todo equipamento o serviço assume a estrutura de rede de tal forma que o valor de cada serviço vem dado pelo conjunto da rede e não mais por cada elemento. O aumento dos pontos de controle na rede de drenagem poderia desenhar um projeto associado à rede de equipamentos públicos. Poder-se-ia responder assim às demandas pontuais e específicas com um compromisso articulador. Estes pontos precisos de convergência nas sub-bacias conjugariam deste modo as duas escalas urbanas: a metropolitana e a local. Poderiam constituir potencialmente pontos estratégicos para uma intervenção reestruturadora, embasando um projeto educativo e dinamizador de cultura, esporte e lazer associação à passagem do transporte público. Isto fomentaria sua apropriação por parte da vizinhança, fazendo com que estes pontos funcionassem como nexos entre localidades. Também possibilitaria adensar a rede de espaço públicos e equipamento público como papel complementares à função de represamento da água pluvial evitando a subutilizar do espaço urbano para atividades de diversão e encontro. O projeto de retenção de água pluvial, assim, caracterizaria tanto o sistema de espaços livres da periferia quanto o sistema técnico de drenagem e o tratamento e uso dos recursos hídricos da metrópole.

O funcionamento hidráulico de qualquer rede de drenagem obedece à estrutura hierárquica de uma árvore e é indissociável à topografia. Por outro lado, o sistema de equipamentos públicos pode produzir infinidade de modos de relação, seguindo uma estrutura mais similar a uma malha. A combinação de ambas topologias impulsionaria uma abrangência sistêmica de elementos inter-relacionados enquanto elementos estruturantes do da região.

Tanques de água como parques públicos em Medellín. Fonte: Proyecto UVA, EPM, 2015. [Fig. 44]

A rede de Unidades de Vida Articulada UVA recentemente implantadas em Medellín pela municipalidade e a companhia estatal EPM é uma referencia na concepção das infraestruturas de água como áreas de oportunidade para potenciar o espaço público:

El proyecto resultante es una mezcla de la infraestructura existente de agua-un recurso valioso con el espacio público. Como respuesta a la carencia de espacios públicos en estos barrios, se derriban los muros y cerramientos que protegían los tanques de agua y en su lugar se entregan a la ciudad espacios para el encuentro ciudadano, el fomento de la recreación y la cultura. En un acto de generosidad y de confianza estas intervenciones convierten la infraestructura hidráulica en infraestructura pública revitalizando y tejiendo barrios y comunidades. (Proyecto UVA, EPM, 2015).

Um sistema que poderia estabelecer a conexão da população a pontos fixos de serviços, conferindo legibilidade à matriz homogênea do atual padrão de ocupação residencial de baixa densidade da região.

O sistema de retenção de água pluvial ordenaria um espaço de relação.

3.3 INTERFACE DE TRANSIÇÃO

intervenção em área consolidada

As sub-bacias do córrego Taboão, Tapera, Inhumas e Machados no trecho médio da bacia do Arcianduva são áreas com a urbanização consolidada, é complicada a implantação de medidas que requeiram uso de áreas já ocupadas. Os reservatórios de amortecimento de cheias em geral ocupam de 2% a 4% da área impermeável total da bacia de drenagem e, assim, necessitam terrenos livres, escassos e caros em áreas densamente urbanizadas.

Todo metro quadrado de terreno conseguido na desapropriação é escavado é aproveitado para a função de para deter a água. Não há recursos para tratar áreas de transição, para que este sistema avance e se integrar no urbano. O projeto de retenção atual responde a uma função simplesmente geométrica: aprofunda a área disponível para se obter volume. Os escassos recursos disponíveis (a rede de drenagem sempre foi pobre em investimentos) se concentram na necessidade de maximizar o volume de retenção dentro de uma estrutura urbana consolidada e assim encaixar a linha de água ao longo de toda a calha do canal

Aricanduva para um determinado período de retorno estabelecido. Assim, a ausência de espaço público neste sistema é uma evidência, os dispositivos de amortecimento de cheias apresentam-se agressivos com seu entorno e mal acabados.

Um parque público construído é economicamente inviável. Mas a cidade desenvolvida economicamente é aquela que têm os habitantes desenvolvidos cultural e socialmente. E os parques públicos, bibliotecas públicas assim como os lagos e canais de uma cidade dão oportunidade de lazer, contemplação e reflexão a respeito da cidade, da natureza e do conhecimento que foi capaz de construir esse espaço, essa estrutura ambiental urbana (DELIJAICOV, 1998).

Atualmente a inter-relação entre o reservatório de amortecimento de cheias e o viário público circundante é apenas uma justaposição, uma adição com as divisões demasiado nítidas. O piscinão concebido apenas como artefato hidráulico aparece na cidade como uma totalidade irreduzível, confinado por um contorno.

Os objetos têm uma dificuldade essencial em se congregarem, têm dificuldade em se constituírem em um “meio”; só mantêm relações encostados e permanecem justapostos! A nossa capacidade para integrá-los em uma unidade de percepção encontra-se limitada pelas suas formas rígidas, singulares, que fazem com que pareçam estar sempre colocados em cima do mundo (CORAJOUD, 2011).

retenção

No reservatório a céu aberto com lamina d'água permanente (retenção) o nível d'água eleva-se temporariamente acima dos níveis normais, isto significa que a cota d'água aumenta após do evento de precipitação. Os escoamentos são retidos não apenas para atender aos requisitos de controle de quantidade. Distingue-se do reservatório seco (detenção) onde todo o volume de água armazenado é devolvido ao sistema de macrodrenagem, o que implica que a presença de água é esporádica e relacionada com os eventos de chuva.

Neste caso o tempo de detenção guarda relação apenas com os picos máximos de vazão requeridos a jusante e com os volumes armazenados. Atualmente todas as estruturas de contenção de cheias existentes e propostas na bacia do Aricanduva amortecem os volumes escoados atuando como reservatórios de detenção.

A capacidade dos sistemas de retenção em armazenar água permite vazão e nível de água constante durante todo o ano. Considerar a possibilidade de estruturas de retenção no conjunto do projeto de contenção de água pluvial nas sub-bacias Taboão - Tapera - Inhumas - Machados aumentaria o tempo de permanência e a área de superfície de água na região. A variação da altura da lâmina d'água permanente seria projetada para armazenar temporariamente parte do volume dos escoamentos, liberando lentamente o excesso e contribuindo, assim, na diminuição da descarga de pico a jusante do sistema.

A presença permanente de uma lâmina de água pode ser de relevância para o ambiente urbano do ciclo hidrológico, desde que sua evaporação interfere no microclima. Aliado a isto, a retenção pode contribuir no controle dos nutrientes dos corpos d'água. Um maior tempo de residência da água contida pode propiciar a liberação, para jusante, da carga sedimentar em suspensão, facilitando alguns aspectos do controle qualitativo dos escoamentos retidos. Delimitar áreas com maior permanência da água nas sub-bacias para escoamentos de vazões de base e de chuvas com menor período de retorno poderia fomentar o caráter lúdico das águas no imaginário coletivo. Na contenção permanente é essencial a determinação de uma altura viável de profundidade considerando sua variação de nível:

A contenção permanente não pode ser muito rasa para que não haja penetração de luz até o fundo e, portanto não ocorra o crescimento da vegetação aquática enraizada ali. Não pode também ser muito profunda, de forma a prevenir que a parte inferior fique sem oxigênio dissolvido, devendo ser rasa o suficiente para que possa ser misturada pelo vento. Assim, a vazão de base deve ser capaz de sustentar a parte inferior da bacia sempre com água (MONTEIRO, 1992).

Considerar um volume de retenção permanente nas sub-bacias poderia dar continuidade ao desenho da superfície da água dos canais na foz dos afluentes e na foz dos afluentes dos afluentes formando “praças d’água”. Constituiriam elementos de transição entre os canais de drenagem e a malha urbana adensada criando uma topografia que aproxima os homens do contato com as águas.

Espessura

Essencialmente, a retenção de água pluvial se materializa numa estrutura horizontal. É uma acomodação de terras. A reforma do conceito de contenção de água pluvial começa por permitir que sua estrutura se apresente para além da sua superfície. Investir no chão, na construção de um chão, como matéria de desenho pode ser um caminho para repensar as condições urbanas da retenção da água pluvial. A construção de um chão possibilitaria um cruzamento entre questões da arquitetura, do paisagismo e do desenho urbano para dar resposta à complexidade da inserção urbana da retenção de água pluvial. Ao invés de ocultar o indesejável, os esforços para a integração destas estruturas com o entorno circundante podem ser direcionados a diluir seus limites com o espaço público e reconhecer sua potencial acessibilidade. Colocar o foco na concepção de um chão, uma

superfície como elemento estruturador de amortecimento dos volumes escoados que potencie o espaço de lazer e equipamentos urbanos garantindo maior qualidade urbana no entorno.

Marcel Smets e Kelly Shannon (2010) descrevem as cinco estratégias mais comuns de integração urbana das infraestruturas: ocultação, camuflagem, destacamento, assimilação e fusão. Apontam esta última, fusão em uma nova composição, como sendo a estratégia mais propícia de mediação com a estrutura urbana. É definida por um conjunto de medidas que podem ser tomadas no entorno, na interface entre as áreas de retenção e o urbano existente. A integração, neste sentido, seria alcançada reconfigurando o ajuste em uma nova composição:

Fusion involves the combining of two distinct things, the merging of different elements into one. Fusion is a state of amalgamation, of joining together into a single entity. In science, their primary elements are complementary substances that combine to produce structural or functional properties that are not present in any individual component. In an inclusive landscape project, inspiration is taken from the existing territory, but the initial situation is, in turn, amended by the infrastructure that becomes part of it (SMETS; SHANNON, 2010).

Esta interface poderia ser vista como uma espessura que se imiscui entre a área de retenção e a malha urbana existente. A estrutura de controle de cheias faria parte de uma seção nova e mais complexa, desfocando as distinções entre a superfície alagada e a malha viária circundante através de intervenções sutis no corte. A coordenação de diferentes perfis da superfície podem criar conexões espaciais fortes e responder às necessidades programáticas do local e as condições topográficas, possibilitando uma espessura onde a vida pública possa se instalar. Assim, o perímetro do plano alagado teceria com a

cidade uma epiderme comum: o espaço público. Desenhado com a intenção de propiciar oportunidades para observar, para falar, para ouvir, brincar, para permanecer. Evitando a monotonia no espaço e o espaço disperso permitiria a aglomeração de pessoas e conversas. Seria, portanto, impossível ver a estrutura de retenção de água pluvial de outro modo a não ser em contato com a cidade. Eliminar-se-iam os contornos francos, admitindo que todas as partes extravasem, dialoguem e interajam. A retenção de água pluvial possibilitaria a fruição pública num meio elástico ao invés de formar barreiras. Gostaríamos de descrevê-la com estas palavras: uma superfície permanece relativamente estática como entidade espacial, sua base está fixada, uma lâmina de água a través da qual fluem as retenções de escoamento. Seu perímetro, no entanto, entra em contato com a malha urbana, a tensão entre estes dois grupos permite a construção de um chão público. O grau de equilíbrio entre estes três componentes determina o caráter e a qualidade da arquitetura.

Nesta abordagem, a infraestrutura torna-se evidentemente visível. Diferentes elementos e considerações se fundem em uma composição que, inevitavelmente, depende da arquitetura e do urbanismo.

SISTEMA DE PISCINÕES NA BACIA DO ARICANDUVA

Escala 1/70.000

LEGENDA

- Piscinões existentes
RCA-1; RLI-1; RAR-1; RAR-2; RAR-3; RAR-5;
RRI-1; RIN-1.
- Piscinões propostos nos PDMAT
RMA-1; RMA-2; RTA-1; RTA-2; RRI-2.
- Bacias Taboão-Tapera-Inhumas-
Machados

SISTEMA DE PISCINÕES NAS BACIAS TABOÃO-TAPERA- INHUMAS-MACHADOS

Escala 1/35.000

LEGENDA

Piscinões existentes

RAR-5; RIN-1.

Piscinões propostos nos PDMAT

RMA-1; RMA-2; RTA-1; RTA-2.

Favelas e núcleos

Perímetros caracterizados como favelas e núcleos cadastrados pela SEHAB.

SISTEMA DE FOZ NAS
BACIAS TABOÃO-TAPERA-
INHUMAS-MACHADOS

Escala 1/35.000

LEGENDA

Piscinões existentes

RAR-5; RIN-1.

Piscinões propostos nos PDMAT

RMA-1; RMA-2; RTA-1; RTA-2.

Áreas de inundação periódica

PDMAT1, Identificação das Áreas Inundáveis,
Dezembro/1999. DAEE.

Equipamentos culturais existentes

Nascentes

Pontos de confluencia

Sistema de Foz

[Fig. 47]

Escala 1/10.000

Sobreposição do perímetro do Piscinão Aricanduva RAR-5 existente e os Piscinões Taboão RTA-1 e RTA-2 propostos e a rede de macrodrenagem atual com o mapa SARA Brasil 1930.

[Fig. 48]

CONCLUSÃO

Esta pesquisa busca debater as principais dificuldades e potencialidades da inserção urbana das infraestruturas hídricas de drenagem para contribuir com uma abordagem mais abrangente no entendimento da reservação da água pluvial, entendendo-o não somente como mero sistema de fluxos cuja única finalidade é a eficiência técnica.

O trabalho se estrutura em três aproximações sucessivas, um mesmo relato em três escalas. Pretende-se construir um relato coerente sobre a inserção urbana da reservação de água pluvial na metrópole de São Paulo. O primeiro capítulo apresenta e define o sistema de piscinões na Bacia do Alto Tietê. O segundo capítulo identifica os impactos da inserção urbana do sistema de piscinões na Bacia Aricanduva. Já o terceiro capítulo aponta premissas para o projeto de retenção de água pluvial no trecho composto pelas sub-bacias Taboão, Tapera, Inhumas e Machados.

No intuito de trazer o sistema de drenagem de volta para o domínio do desenho urbano aparece a seguinte questão: como trasladar a rede para o espaço público? Para tal fim, necessitamos primeiro compreender como funciona o sistema para depois enxergar como desenhar com ele.

Na região metropolitana de São Paulo os Reservatórios de Amortecimento de Cheias estão concebidos com indiferença ao seu âmbito e costumam ser tratados aditivamente e de modo independente. Destacam-se pelo grande volume que podem reter e pelos resultados rápidos que proporcionam. Isto é, aumentam em muito a capacidade de retenção das águas pluviais no momento de pico de uma chuva com potencial para causar inundações. Obras inspiradas em uma abordagem puramente hidráulica do problema

metropolitano de enchentes, os piscinões constituem artefatos de notável volume que vem sendo acumulados no espaço público para conter água de chuva que é posteriormente descartada. Todo metro quadrado de terreno conseguido na desapropriação é escavado e aproveitado para a função de para deter a água. Não há recursos para tratar áreas de transição, para que este sistema avance e se integrar no urbano.

Com a implantação de medidas de reservação dos volumes de água excedentes, houve uma mudança na compreensão dos elementos que envolvem a drenagem urbana. Antes, até o último terço do século XX, aumentar a vazão dos canais e articular a rápida retirada das águas da chuva drenadas dos locais onde originadas era o objetivo e o padrão de tratamento da questão das enchentes. Na abordagem atual, busca-se reter os escoamentos pluviais nas proximidades de suas fontes para reduzir ao máximo o impacto a jusante. A finalidade é a redução do pico das enchentes por meio do retardamento das ondas de cheia, obtida pelo armazenamento em dispositivos de parte do volume escoado. Esta mudança de paradigma traz a concepção do conjunto da rede para o debate urbano, morfológico e estético. Estas novas condições traçam formatos inéditos de visibilidade para as infraestruturas de drenagem. Oferecem oportunidades de ação no projeto do espaço público. Desperta a urgência dotar de conteúdo arquitetônico e urbanístico as infraestruturas e dar opções de participação cidadã em todos os processos do sistema, até agora mais invisíveis e menos questionados.

A implantação dos reservatórios de amortecimento de cheias é uma medida de cunho corretivo, pois se assume que a ocupação inadequada da Bacia do Alto Tietê já foi realizada e o reservatório vai mitigar os efeitos prejudiciais na ocorrência de enchentes. Os piscinões

são por natureza estruturas colocadas a posteriori da urbanização. É um remendo sobre a estrutura urbana existente a qual impermeabilizou excessivamente o solo e ocupou as várzeas. O piscinão busca atenuar este efeito de impermeabilização, resgata uma parte da permeabilidade perdida por meio da retenção que simula a função daquele solo anterior à urbanização. Existe em função da estrutura urbana espontânea.

Em São Paulo a velocidade do processo de urbanização, a precariedade da infraestrutura existente, aliados à falta de planejamento urbano e a carência de recursos alteraram em poucas décadas as características do solo modificando o modelo de drenagem. Agravou-se o problema de inundações já existente devido às características próprias da drenagem local. A falta de controle do uso do solo de risco e a progressiva impermeabilização da bacia explicam a redução no tempo de concentração. Nos últimos quinze anos foram construídos 64 piscinões, além de 160 previstos, em toda a região metropolitana de São Paulo, obras de grandes proporções que deixaram de explorar seu potencial urbanístico e paisagístico.

Os piscinões aparecem nas áreas periféricas da metrópole como carcaças de armazenamento das águas poluídas que superam a vazão do sistema de drenagem urbano. São elementos espalhados na cidade, situando-se em geral em locais afastados dos principais polos econômicos, nas regiões mais desestruturadas e densamente habitadas. Atualmente, no enfrentamento da dimensão metropolitana do problema das enchentes, está previsto um significativo investimento em estas áreas da metrópole de São Paulo, zonas que costumam receber pouco do poder público. Porém, até agora, a implantação dos piscinões não traz benefícios diretos à população de montante e do entorno da obra.

A Bacia Aricanduva, na zona Leste da Região Metropolitana de São Paulo é uma das áreas mais críticas na contenda da drenagem urbana no município. O desenvolvimento intenso em termos temporais na bacia traduziu-se, em contrapartida, em uma urbanização extensiva do ponto de vista territorial onde os requisitos específicos de escoamento superficial foram tratados de forma secundária. A bacia tem sido objeto de diversos estudos e projetos de macrodrenagem a partir da década de 1970, em razão das constantes inundações cuja gravidade e extensão levou à apresentação de uma série de medidas de controle de cheias a serem implementadas gradualmente. Entretanto, mesmo após a implantação parcial das obras, existem atualmente vários trechos ainda vulneráveis às precipitações intensas. A região demanda um conjunto de obras mais complexo e se faz necessária a utilização de diversas tipologias para se obter uma redução do risco de enchentes. O conjunto de reservatórios de amortecimento de cheias inicialmente proposto ainda não é totalmente implantado. Encontramo-nos diante de um processo de obras incompleto, cuja concepção articulou-se no ultimo terço do século passado e que atualmente é foco de numerosas críticas que colocam em questionamento o modo como que deve ser completado.

No recorte de estudo identificamos estes três principais impactos do sistema de reservatórios de amortecimento de cheias sobre a estrutura urbana da bacia: áreas sem fruição pública, movimentação de terras e vulnerabilidade à contaminação. São impacto cujos efeitos se traduzem em prejuízo à qualidade do espaço público. Extraordinários do ponto de vista morfológico, os piscinões implantados acabam, porém, quase sempre constituindo fraturas no tecido urbano e degradando o seu entorno lindeiro. As áreas dos piscinões permaneceram excluídas de qualquer possibilidade de uso que viabilizasse a fruição pública estas estruturas configuram barreiras e pontos ermos na região. O

sistema de drenagem recebe além das águas pluviais, esgoto doméstico não tratado, esgoto industrial, resíduos sólidos não coletados e a poluição difusa, partículas existentes no solo urbano e carregadas à rede por ocasião das precipitações. Pela ausência de oportunidades de fruição pública e pela proporção da intervenção no solo urbano e a concentração de poluentes nas águas retidas no conjunto de obras mostra-se evidente a necessidade de uma revisão do conceito da retenção de água pluvial.

Os planos de drenagem e de recursos hídricos da Bacia do Alto Tietê contemplam um conjunto de ações urbanas consideradas como indispensáveis no processo de manejo de águas pluviais. As técnicas compensatórias de drenagem de controle na fonte; o controle qualitativo das águas; a gestão coordenada entre os diferentes níveis da administração pública; a integração dos sistemas de drenagem e esgoto; e o uso múltiplo das águas podem ser consideradas como premissas para o processo de visibilidade das águas pluviais. No Aricanduva sua implantação efetiva ainda é muito incipiente em todos os setores da bacia. Ainda que se tratem de condições sine qua non para o processo de retenção da água pluvial, estas ações apresentam algumas limitações locais.

O trecho médio da Bacia do Aricanduva, a área limitada pelo eixo Avenida Itaquera a norte até o início da Área de Preservação Ambiental do Carmo a sul concentra vários piscinões implantados, além de outros previstos nos atuais planos de macrodrenagem. O conjunto se concentra nas foz dos afluentes Taboão - Tapera - Inhumas - Machados. O amplo leque de propostas para o controle de enchentes em estes pontos mostra o alto investimento e significativos esforços concentrados nas foz dos afluentes do trecho médio. Entretanto é um investimento que não equivale à qualidade do espaço público.

O conjunto de sub-bacias Taboão - Tapera - Inhumas - Machados se encontra a meio caminho entre os dois extremos da bacia, a foz estruturada e a nascente parcialmente ocupada de forma precária. Demandaria a proposição de projetos de intervenção específicos e compatíveis com áreas de urbanização consolidada, garantindo o controle qualitativo das águas retidas e com integração de usos complementares à função de represamento permitindo seu acesso a todos. Consequentemente, podemos identificar no trecho médio da Bacia do Aricanduva um *Sistema de Foz* Taboão - Tapera - Inhumas - Machados com um alto valor estratégico de articulação em rede, com um alto potencial para incorporar a água no cenário público paulista e com possibilidades para atuar como articulação entre localidades.

Poderia ser interessante regulamentar e estudar cada sub-bacia e micro-bacia desta região para não ampliar a enchente, tratando cada uma de acordo com sua capacidade e transferência a jusante. Esta atitude conduziria a uma escala de inserção com um número maior de pontos de retenção distribuídos visando reter as águas antes que alcancem pontos de acumulação problemáticos. O projeto de retenção da água pluvial contemplaria um nó intermediário de controle de cheias em pontos de confluência, onde ocorre a união de dois cursos de água ou a chegada de afluentes ao canal principal. Constituiria uma rede capilar de pontos de retenção locados nas foz dos afluentes e na foz dos afluentes dos afluentes.

O aumento dos pontos de controle na rede de drenagem poderia desenhar um projeto associado à rede de equipamentos públicos. Estes pontos de convergência nas sub-bacias poderiam constituir potencialmente pontos estratégicos para uma intervenção reestruturadora, embasando um projeto educativo e dinamizador de cultura, esporte

e lazer associação à passagem do transporte público. Isto fomentaria sua apropriação por parte da vizinhança, fazendo com que estes pontos funcionassem como nexos entre localidades. O projeto de retenção de água pluvial, assim, caracterizaria tanto o sistema de espaços livres da periferia quanto o sistema técnico de drenagem e o tratamento e uso dos recursos hídricos da metrópole.

Essencialmente, a retenção de água pluvial se materializa numa estrutura horizontal. É uma acomodação de terras. A reforma do conceito de contenção de água pluvial começa por permitir que sua estrutura se apresente para além da sua superfície. Os esforços para a integração destas estruturas com o entorno circundante podem ser direcionados a diluir seus limites com o espaço público. Nesta abordagem, a infraestrutura torna-se evidentemente visível. Diferentes elementos e considerações se fundem em uma composição que, inevitavelmente, depende da arquitetura e do urbanismo.

As leis próprias das infraestruturas de drenagem conduzem a uma parametrização das mesmas, o esquema de uma infraestrutura poucas vezes responde a uma estrutura urbana. Para funcionar, se ajustar adequadamente e ser aceita, a infraestrutura precisa melhorar a qualidade da paisagem onde estará inserida. Para isso, a concepção das infraestruturas deveria trabalhar junto à arquitetura, à construção da paisagem e a produção de ambientes urbanos. As infraestruturas de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas são definidas como um serviço público e coletivo configurando uma rede que atende todos os pontos da metrópole. Oferecem um atendimento sem exclusão. Deveriam ser entendidas como espaço público desde sua concepção: geralmente pagas por administrações públicas e acessíveis para quase todos, marcam um ponto comum de espaço coletivo. A rede de

drenagem, rede tradicionalmente em espaço aberto, pode oferecer a oportunidade de conjugar um sistema de controle de enchentes atrelado à qualidade do espaço público provendo uma camada mais permanente na estrutura urbana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, S. **Points + Lines: Diagrams and projects for the city**. New York: Princeton Architectural Press, 1999.

AB'SABER, A. N. **O sítio urbano de São Paulo**. In: A cidade de São Paulo: estudo de geografia Urbana. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1958. p. 169-243.

BAPTISTA, M; NASCIMENTO, N; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos: 2011.

BRAGA, M. **Infra-estrutura e Projeto Urbano**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BRAGA, M.; MELLO FRANCO, F.; MOREIRA, M. **Vazios de água**. In: BANN, C. (Org.) Visionary Power: producing the contemporary city. Rotterdam: Nai Publishers, 2007. p. 219-227.

BRITO, S. **Obras Completas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943-1944.

BOTELHO, M. **Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades**. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

CANHOLI, A.P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

COACHMAN, N.; FRANCO, M. **Evidências**, Catálogo de Piscinões Paulistas. São Paulo: [s.n.], 2013.

CORAJOURD, M. A. **Paisagem é o lugar onde o céu e a terra se tocam**. In: Filosofia da Paisagem, Uma Antologia. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2011.

DELI, F. R. **A importância do povoamento e da circulação no processo de fragmentação do vale do Aricanduva**. Trabalho Final de Graduação (Departamento de Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

DELIJAICOV, A. **Os rios e o desenho da cidade: proposta de projeto para a orla fluvial da Grande São Paulo**. 1998. 108p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

FOGUE, U. **Abriendo la caja negra**. In: TORRES, E. *Arquitectura e Infraestructuras*. [S.l.]: Fundación ESTEYCO, 2011. p.83-89.

GALÍ-IZARD, T. **Los mismos paisajes**: Ideas e interpretaciones. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2006.

GAVIRA, C. **Miradas desde la Ingeniería**. Redes e infraestructuras en Madrid. Madrid: Celeste Ediciones, S. A., 1996.

GRAHAM, S.; MARVIN, S. **Splintering Urbanism**: Networked Infrastructures, Technological Mobilities and the Urban Condition. London: Routledge, 2001.

GRAHAM, S. **Construyendo espacios de redes de alta calidad**. Reflexiones sobre las redes de infraestructuras en el desarrollo urbano contemporáneo. In: SUBIRATS J. (Coord.). *Redes, territorios y gobierno. Nuevas respuestas locales a los retos de la globalización*. Barcelona: UIMP Barcelona y Diputació Barcelona xarxa de municipis, 2002.

GRUPO METRÓPOLE FLUVIAL GMF FAU USP. **Articulação arquitetônica e urbanística dos estudos de pré-viabilidade técnica, econômica e ambiental do Hidroanel Metropolitano de São Paulo**. Relatório Conceitual e Memorial Descritivo. Governo do Estado de São Paulo Secretaria de Logística e Transportes Departamento Hidroviário. São Paulo, 2011.

HERCE VALLEJO, M.; MIRÓ FARRERONS, J. **El soporte infraestructural de la ciudad**. Barcelona: Edicions UPC, 2002.

HERTZBERGER, H. **Lições de arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

MELLO FRANCO, F. **A construção do caminho**. A estruturação da metrópole pela conformação técnica das várzeas e planícies fluviais da Bacia de São Paulo. 2005. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MERLEAU-PONTY, M. **O visível e o invisível**. São Paulo: Perspectiva. Coleção Debates n.40, 2003.

MEYER, R.; GROSTEIN, M.D. **A Leste do Centro**: territórios do urbanismo. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado S/A, 2010.

MEYER, R. et al. **Parque Dom Pedro II: plano e projetos**. São Paulo: FAUUSP/FUPAM , 2012.

MONEO, R. **Inquietação teórica e estratégia projetual**. São Paulo: Cosac Naify, 2009.

MONTEIRO ANDRADE, C.R. **A Peste e o Plano: o urbanismo sanitista do Eng. Saturnino de Brito**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

MONTEIRO JÚNIOR, L. **Infraestruturas Urbanas**. Uma contribuição ao estudo da drenagem em São Paulo. 2011. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

NEVES, M. et al. **Propostas de melhorias nos reservatórios para controle de cheias urbanas**. In: XX Congreso Nacional del Agua y III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur, 2005, Mendoza.

RAIMUNDO, A.P. **Estruturas hidráulicas utilizadas em reservatórios de controle de cheias**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade de São Paulo, 2007.

RIPOLLÉS, F.D. **Estructuras Enterradas**. In: MONJO J.C. (Coord.) Tratado de construcción: Sistemas. Madrid: Munilla-Lería, 2002.

ROS, D. A. **Análise de sistemas complexos de drenagem urbana**. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica Engenharia de Recursos Hídricos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ROSSI, A. **La imagen de la ciudad**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1972.

SANTOS, M. **A natureza do Espaço, Técnica e Tempo**. Razão e emoção. São Paulo: Editora Hucitec, 1999.

SÃO PAULO (CIDADE), SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO. **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais**. São Paulo: SMDU, 2012. 3 v.

SÃO PAULO (CIDADE), SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE. RIMA. **Obras de controle de inundações da Bacia do Alto Aricanduva**: Fase complementar 1. Relatório de Impacto Ambiental. São Paulo, 2013. Disponível em <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/eia__rimaeva/index.php?p=164389>. Acesso em: 10 Ago. 2016.

SÃO PAULO (ESTADO), COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ. **Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê**. São Paulo: FUSP, 2009.

SÃO PAULO (ESTADO), DAEE. **Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê PDMAT**. São Paulo: DAEE, 1999.

SÃO PAULO (ESTADO), DAEE. **Revisão do Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê PDMAT-2**. São Paulo: DAEE, 2010.

SÃO PAULO (ESTADO), DAEE. **Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê PDMAT-3**. São Paulo: DAEE, 2014.

SILVA, R. T. **Água e saneamento da metrópole**: a atualidade dos desafios passados. In: ROLIM, M. (Org.) **Transformações Urbanas São Paulo**. São Paulo: Fundação Energia e Saneamento, 2013. p. 37-43.

SMETS, M.; SHANNON, K. **The Landscape of Contemporary Infrastructure**. Rotterdam: NAI Publishers, 2010.

SOLÁ-MORALES, I. **Territorios**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2002.

SORIANO, F. **Sin_Tesis**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2004.

TRAVASSOS, L.; GROSTEIN, M. D. **A bacia do Rio Aricanduva**: urbanização e drenagem. In: International Congress on environmental planning and management. Brasília; 2005.

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, ABRH, Porto Alegre, v.7, n 1, p. 5-28, jan./mar. 2002.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. L. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Editora da UFRGS ABRH, 1995. (Coleção ABRH de recursos hídricos).

URBONAS, B.; STAHR, P. **Stormwater**: Best Management Practices and Detention for Water Quality. Englewood Cliffs New Jersey: Prentice Hall, 1993.

USP. Área de Engenharia de Recursos Hídricos. Relatório. **Qualidade da Água em Reservatórios de Controle de Cheias Urbanas**. São Paulo: FINEP/PROSAB, 2005.

WALDHEIM, C. (Ed.) **The Landscape Urbanism Reader**. New York: Princeton Architectural Press, 2005.

WALESH, S.G. **Urban surface water management**. New York: [s.n.], 1989.

FONTES PARA ELABORAÇÃO DOS MAPAS

Prefeitura de São Paulo. Portal GEOSAMPA. Acesso em: 2 Jun 2016.

Relatório de Impacto Ambiental. São Paulo, 2013. Disponível em <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/eia__rimaeva/index.php?p=164389>. Acesso em: 10 Ago. 2016.

Planos Diretores Municipais e Subprefeituras

Emplasa

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

[Fig. 01] A cidade invisível.	18
[Fig. 02] Rue Saint-Honoré por la tarde. Efecto de lluvia.	19
[Fig. 03] Sistema de saneamento subterrâneo.	19
[Fig. 04] São Paulo líquida.	21
[Fig. 05] Saneamento de Santos: Canal - Trecho na rua Rangel Pesata.	22
[Fig. 06] Ante-projeto de drenagem. O Novo Arrabalde. Saturnino de Brito.	22
[Fig. 07] Várzea do Carmo, 1918.	27
[Fig. 08] Vista geral de São Paulo.	27
[Fig. 09] 'Water being water'.	29
[Fig. 10] Representação esquemática de um conjunto de medidas estruturais de controle.	31
[Fig. 11] Efeito do amortecimento do Reservatório de Detenção.	32
[Fig. 12] Piscinão Taboão.	32
[Fig. 13] Piscinão Rincão.	35
[Fig. 14] Interior de um piscinão e sistema de taludes.	35
[Fig. 15] Interior do Piscinão Sharp.	35
[Fig. 16] Fotografia aérea do contorno do Piscinão Parque Pinheiros.	37
[Fig. 17] Operação de dessasoreamento em um piscinão.	37
[Fig. 18] Vazios de água.	39

[Fig. 19] Infraestrutura coerente.	40
[Fig. 20] Lago Canal.	41
[Fig. 21] Sistema de piscinões na RMSP. Rede de Drenagem e Piscinões.	44
[Fig. 22] Sistema de piscinões na RMSP. Piscinões, CEUs, favelas e núcleos.	45
[Fig. 23] Piscinões a céu aberto no município de São Paulo.	46
[Fig. 24] Escala do sistema de piscinões a céu aberto no município de São Paulo.	48
[Fig. 25] O Vale do Aricanduva.	52
[Fig. 26] O Vale do Aricanduva em meio aos eixos de circulação.	53
[Fig. 27] Obras da Avenida Aricanduva.	55
[Fig. 28] Início das obras de duplicação da Avenida Aricanduva.	55
[Fig. 29] Av. Aricanduva margeada pelo canal Aricanduva retificado.	55
[Fig. 30] Obra de canalização do Córrego Rincão- Gamelinha.	56
[Fig. 31] Vista a jusante da travessia sob a Av. Radial Leste.	57
[Fig. 32] Piscinão Aricanduva III RAR-3.	59
[Fig. 33] Piscinão Rincão RRI-1.	61
[Fig. 34] Dados sobre os custos aproximados da obra e da desapropriação dos terrenos.	63
[Fig. 35] Dados sobre as estimativas de resíduos sólidos retirados.	65
[Fig. 36] Piscinão Aricanduva V RAR-5 – vista aérea.	68
[Fig. 37] Piscinão Aricanduva V RAR-5 – sobreposições.	69
[Fig. 38] Piscinão Inhumas RIN-1– vista aérea.	70

[Fig. 39] Piscinão Inhumas RIN-1 – sobreposições.	71
[Fig. 40] Área prevista para implantação do piscinão Machados RMA-1.	72
[Fig. 41] O piscinão Machados RMA-1 – sobreposições.	73
[Fig. 42] Áreas sem fruição: o piscinão Machados RMA-1.	74
[Fig. 43] Canal Taboão - Córrego Tapera - Canal Inhumas- Canal Machados.	86
[Fig. 44] Tanques de água como parques públicos em Medellín.	89
[Fig. 45] Sistema de piscinões na Bacia do Aricanduva.	97
[Fig. 46] Sistema de piscinões nas Bacias Taboão-Tapera-Inhumas-Machados.	99
[Fig. 47] Sistema de foz nas Bacias Taboão-Tapera-Inhumas-Machados.	101
[Fig. 48] Sistema de piscinões do canal Taboão sobrepostos no SARA Brasil 1930.	103