

editorial
editorial

entrevista
interview

ágora
agora

tapete
carpet

artigo nomads
nomads paper

projeto
project

expediente
credits

próxima v!rus
next v!rus

V!22

REVISTA V!RUS
V!RUS JOURNAL

issn 2175-974x
julho . july 2021



ÁGORA
AGORA

JARDIM PANTANAL: A INSTRUMENTALIZAÇÃO DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA
JARDIM PANTANAL: INSTRUMENTING A HYDROGRAPHIC BASIN
NELSON BRISSAC PEIXOTO, ALEXANDRE GONÇALVES

PT | EN

Nelson Brissac Peixoto é filósofo e Doutor em Filosofia. É professor do Programa de Pós-graduação em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Estuda relações entre a arte e o urbanismo, e é o idealizador e coordenador do projeto ZL Vórtice, desde 2013. nbrissac@gmail.com

<http://lattes.cnpq.br/6861243621820410>

Alexandre Sahade Gonçalves é bacharel em Comunicação e mestrando do Programa de Pós-graduação em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Atualmente, é pesquisador do Estúdio Laborg e artista visual desenvolvendo exposições no projeto Rios DesCobertos, sobre relações sistêmicas entre recursos hídricos, urbanização e questões socioambientais. alex@laborg.com.br

<http://lattes.cnpq.br/3998077804523896>

Como citar esse texto: PEIXOTO, N. B.; GONÇALVES, A. S. Jardim Pantanal: a instrumentalização de uma bacia hidrográfica. **V!RUS**, São Carlos, n. 22, Semestre 1, julho, 2021. [online]. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/_virus22/?sec=4&item=2&lang=pt>. Acesso em: 17 Jul. 2021.

ARTIGO SUBMETIDO EM 7 DE MARÇO DE 2021

Resumo

O processo de urbanização das grandes metrópoles latino-americanas implicou em rápida expansão dos assentamentos precários nas periferias, desprovidas das infraestruturas básicas de saneamento. As várzeas das periferias metropolitanas da América Latina tornaram-se, então, o palco do choque de vetores conflitantes: as grandes obras públicas de contenção de enchentes, a busca por moradia e a necessária proteção do meio ambiente. Este artigo busca reconstituir o trabalho, conduzido por pesquisadores e moradores desde 2015, de apropriação do Jardim Pantanal, trecho da várzea do rio Tietê no município de São Paulo. Propõe a transformação de uma área urbana crítica, de grande degradação urbana e ambiental, em um lugar em que se possa viver melhor. Esta operação se faz através de levantamentos, mapeamento e monitoramento da bacia hidrográfica. O projeto ZL Vórtice reúne diversos laboratórios de pesquisa, em colaboração com os moradores, para desenvolver tecnologias sustentáveis de manejo de água e urbanização, socialmente inclusivas, especificamente concebidas para situações críticas. A instrumentalização da bacia hidrográfica consiste na seguinte questão: como levar as tecnologias concebidas nos laboratórios para a várzea? Nossa resposta é transformar a várzea em laboratório. São apresentados os processos investigativos realizados, as atividades conduzidas pelos pesquisadores com a

comunidade e os empreendimentos propostos aos órgãos formuladores de políticas públicas. Inclui-se também o trabalho de modelagem da área e a elaboração de mapas e maquetes, testados em expedições de campo com os moradores. As propostas do projeto ZL Vórtice dialogam com projetos desenvolvidos em várias cidades latino-americanas — tema dessa edição da revista V!RUS. O projeto é indicativo da intensa pesquisa, na região, de tecnologias inclusivas e de baixo custo, próprias às condições locais, buscando reverter os passivos ambientais e as desigualdades urbanas.

Palavras-chave: Laboratório, Várzea, Instrumentalizar

1 Introdução

O processo de urbanização das metrópoles latino-americanas provocou uma rápida expansão dos assentamentos precários nas periferias, desprovidas das infraestruturas básicas de saneamento. O crescimento desordenado da ocupação urbana impactou desde áreas de várzea e mananciais em São Paulo até as *chinampas* na Cidade do México, essenciais para a preservação dos recursos hídricos dessas metrópoles. As várzeas das periferias metropolitanas da América Latina tornaram-se, então, palco do choque de vetores conflitantes: as grandes obras públicas de contenção de enchentes, a busca por moradia e a necessária proteção do meio ambiente. Este artigo busca reconstituir o trabalho, conduzido por pesquisadores e moradores, de apropriação do denominado Jardim Pantanal (distrito de Jardim Helena, subprefeitura de São Miguel Paulista), trecho da várzea do rio Tietê, na Zona Leste do município de São Paulo.

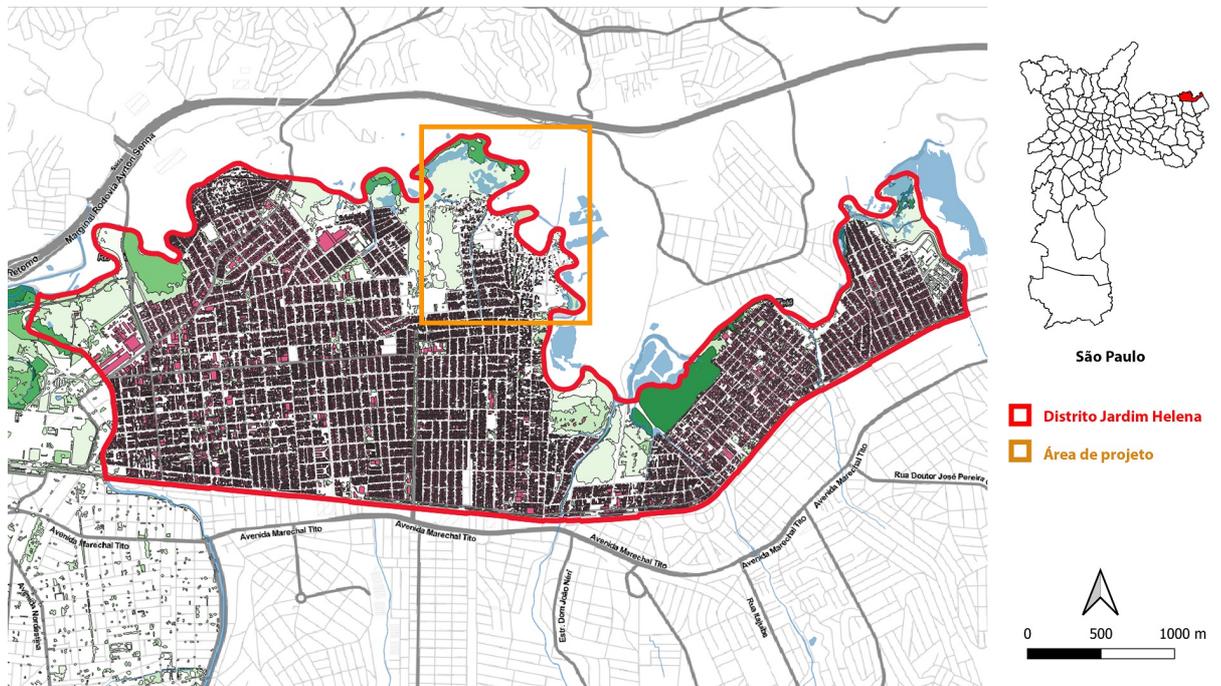


Fig. 1: Mapa administrativo do Distrito de Jardim Helena, com área de projeto. Fonte: Autores, 2021.



Fig. 2: Mapa das bacias hidrográficas abarcadas pelo projeto ZL Vórtice. Fonte: Autores, 2021.

A área de projeto abrange três bacias hidrográficas no Município de São Paulo, contidas na Bacia do Alto Tietê: a Bacia do Córrego São Martinho e duas áreas de contribuição direta de escoamento difuso, junto ao rio Tietê. O projeto ZL Vórtice propõe transformar uma área urbana crítica, de grande degradação urbana e ambiental, sujeita a inundações constantes, em um lugar onde as pessoas possam viver melhor -- uma operação promovida através de levantamentos, mapeamento e monitoramento da bacia hidrográfica. O projeto reúne diversos laboratórios de pesquisa, em colaboração com a Associação dos Moradores do Jardim Pantanal (AMOJAP), para desenvolver tecnologias sustentáveis de manejo de água e urbanização, socialmente inclusivas, especificamente concebidas para situações críticas.

O processo de apropriação do território, pela instrumentalização da bacia hidrográfica, vem se fazendo em várias etapas, desde 2015 até hoje. As visitas iniciais foram incursões de reconhecimento do terreno, essencialmente exploratórias. Os moradores conduziram os investigadores para as áreas que consideravam mais problemáticas, resultantes de assoreamento dos cursos d'água e de aterramento. Essas primeiras expedições confrontaram os pesquisadores com as condições extremas da várzea do rio Tietê na cidade de São Paulo, evidenciando a necessidade de repertório analítico e ferramentas operacionais específicas para enfrentar situações no limite do colapso urbano e ambiental.



Fig. 3: Visitas a áreas de ocupação (26/03/2016) e aterramento (11/12/2017) às margens do rio Tietê. Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2017. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.

2 Estratégias: interação com projetos públicos

A estratégia inicialmente adotada por ZL Vórtice consistiu em buscar interlocução com os projetos públicos que indicassem políticas sustentáveis e inclusivas para a várzea. No primeiro trecho da várzea, ocupado por assentamentos precários, foi implantado o bairro União de Vila Nova, um projeto de reurbanização da CDHU (Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo). Ali, o rio foi retificado, com a

construção de um canal de circunvalação, um sistema de drenagem constituído por canaletas e por um parque, que requerem a colaboração dos moradores na manutenção, com o apoio de equipamentos públicos para preservação ambiental e reciclagem de lixo. Em União de Vila Nova se delineou uma estratégia de implantação de infraestrutura com participação social, que buscaríamos desenvolver sistematicamente no Jardim Pantanal.

O projeto ZL Vórtice realizou seminários e visitas técnicas com técnicos das agências públicas que atuam na várzea do Tietê: além da CDHU, a Emplasa (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano) e a SIMA (Secretaria de Estado de Infraestrutura e Meio Ambiente). O processo permitiu fazer um balanço das políticas públicas para a área, identificar seus principais agentes e propor projetos complementares. ZL Vórtice passa a ter como referência o levantamento geomorfológico e hidrológico apresentado no Plano de Manejo da APA VRT (Área de Proteção Ambiental Várzea do Rio Tietê), recém-concluído pela Fundação Florestal (SIMA).



Fig. 4: Seminário sobre o Jardim Pantanal na CDHU (2014) e apresentação do Plano de Manejo da APA-VRT (2015). Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2017. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.

Também foram realizadas oficinas com técnicos da CDHU e moradores de União de Vila Nova, dedicadas a projetos que contribuíssem para a consolidação e manutenção dos espaços públicos. As propostas incluíam o desenho da calçada em torno do parque, do mobiliário urbano feito em adobe para as laterais dos canais de drenagem e um projeto de reuso de materiais, em parceria com a cooperativa local de reciclagem.



Fig. 5: Regina Silveira, projeto para o Parque Central e lambe-lambe, União de Vila Nova. Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2019. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.



Fig. 6: Elisa Bracher, Módulos de adobe para manutenção de córregos e canais de drenagem. Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2019. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.



Fig. 7: Beto Paiva, oficinas de reuso de materiais (2015). Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2019. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.



Fig. 8: Marcos Bastos e Samanta Fluturo, oficina de montagem de sensores. Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2019. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.

3 A engenharia da várzea

A estratégia do ZL Vórtice de interlocução com os programas do Estado para a área não teve desdobramentos. As atividades da CDHU em União de Vila Nova foram encerradas e não houve suporte para novas iniciativas. A intensificação da degradação urbana e ambiental da área e o predomínio da engenharia de grandes estruturas de contenção de enchentes na formulação de políticas públicas levou à imposição de um sistema de pôlderes — Parque Várzeas do Rio Tietê (PVRT), ainda não concluído, projetado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) — para toda a várzea do rio Tietê em São Paulo. O problema das inundações é tratado por meio de grandes obras de engenharia de polderização (sistema de contenção composto por diques de concreto, reservatório e dispositivo hidráulico), de modo a segregar radicalmente o rio da cidade.

No Jardim Pantanal, o DAEE propõe construir um muro de concreto e equipamentos hidráulicos para controle de inundações, junto à margem do rio Tietê e ao longo do córrego São Martinho. O dispositivo comprometerá irreversivelmente a urbanização da planície de inundação, já afetada pelos aterros, desestruturando por completo a hidrologia da bacia hidrográfica. A construção do pôlder implicaria: transformação do córrego em canal adutor; isolamento do alagado remanescente junto ao rio Tietê (Pesqueiro), que poderia servir para tratar parte da água da ocupação urbana; conversão de áreas de assentamento em reservatórios do sistema hidráulico, com remoção de moradores e supressão da área comunitária do Cotovelo.

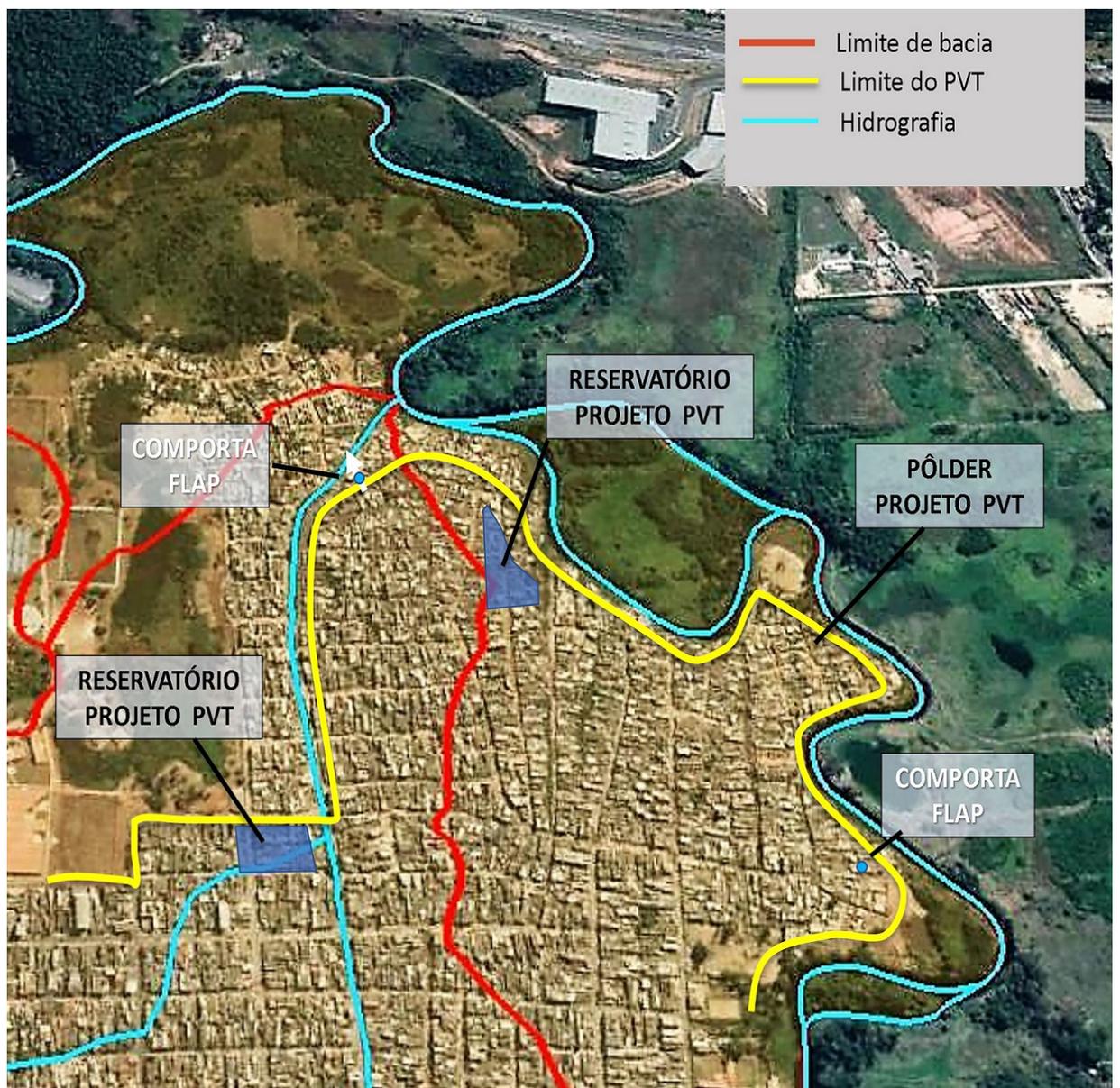


Fig. 9: Projeto do polder PVRT no Jardim Pantanal, bacia do córrego São Martinho. Fonte: ZL Vórtice, 2019, cf. DAEE / Consórcio Engecorps Typsa.

Hoje, a predominância da engenharia civil na construção da infraestrutura urbana, estabelecida nas crises provocadas por grandes inundações, tem sido criticamente reavaliada. O controle de enchentes acarreta a exclusão dos sistemas naturais, ao instituir uma rígida divisão entre terra seca e alagada, entre terrenos altos e baixos. Uma análise crítica destes princípios de eficiência e controle da engenharia catalisa estratégias ecológicas, possibilitando o desenvolvimento de projetos mais contingentes e flexíveis. A integração da infraestrutura com processos naturais estabelece novos paradigmas: sistemas de tratamento de água e esgotamento não podem mais ser projetados sem suas bacias hidrográficas. As bacias hidrográficas passam a ser entendidas como infraestruturas ecológicas (BÉLANGER, 2017).

Os procedimentos adotados em União de Vila Nova, onde a relação rio-cidade e a participação da comunidade são mantidas, não se repetem nas áreas a montante. Os empreendimentos de urbanização da CDHU na várzea do rio Tietê estão contingenciados. Dessa maneira, a interlocução de ZL Vórtice na área do cinturão meândrico, sob jurisdição do DAEE, ficou muito restrita. Por outro lado, a experiência proporcionou um amplo aprendizado dos processos de elaboração das políticas públicas e evidenciou os modos de estruturação da várzea por grandes obras de engenharia.

4 Laboratórios de pesquisa: tecnologias para situações críticas

Este processo serviu para ZL Vórtice estabelecer os parâmetros de projeto para a área do Pantanal: articular laboratórios de pesquisa voltados para o desenvolvimento de tecnologias de drenagem e manejo de águas, com a participação dos moradores, para as condições críticas da várzea do Tietê. A proposta é enfatizar práticas multidisciplinares de cartografia, sensoriamento e modelagem que instrumentalizem a bacia hidrográfica, capacitando investigadores e comunidades a buscar soluções técnicas que sejam ambientalmente

sustentáveis. A constituição do canteiro do Cotovelo, um laboratório de campo, em área disponibilizada pela comunidade, onde as tecnologias propostas serão aperfeiçoadas e testadas com os moradores, é um importante diferencial de ZL Vórtice.



Fig. 10: Canteiro do Cotovelo, Espaço do Nekinha. Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2019. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.

Nas diferentes etapas, realizadas no período de 2017 a 2019, descritas em artigo publicado anteriormente na revista *VIRUS* (PEIXOTO, 2020), foram desenvolvidos os seguintes projetos:

- Calçadas permeáveis, desenhadas em conjunto com os moradores pela artista Regina Silveira, em colaboração com o LME Poli-USP (Laboratório de Microestrutura e Ecoeficiência da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo), dirigido por Rafael Pileggi. Piso intertravado em concreto, permeável e colorido, formulado para permitir a fabricação, implantação e manutenção pela própria comunidade. Pavimento que permite a infiltração da água de chuva, contribuindo para mitigar enchentes, sendo também espaço público.

- Galerias drenantes, desenvolvidas pelo FabLab FAU-USP (Laboratório de Fabricação Digital da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo), dirigido por Paulo Fonseca. Sistema para escoamento de água pluvial, composto por moldes modelados e executados por fabricação digital e produzidos em microconcreto de alto desempenho. Dispositivo de drenagem, fabricado e instalado pelos moradores, que evita empoçamentos causados pelo aterramento indiscriminado da várzea.

- *Wetlands* construídas, projeto elaborado por Luiz Orsini Yazaki, ex-coordenador da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH). Aparato de filtragem da água do rio e córregos, construído e operado com a participação da comunidade, que se integra no sistema hidrológico local, reforçando o serviço ambiental naturalmente exercido pela várzea. Experimentação de novas tecnologias sustentáveis e de baixo custo para tratamento de água.

- Contenção das margens de córregos, desenvolvida com a orientação inicial de Claudio Silva (Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP). Experimentação de métodos para estabilização de taludes fluviais, com blocos de concreto articulados, fabricados no local pelos moradores. Sistemas flexíveis, adaptáveis ao terreno e vegetáveis, de sustentação das margens de córregos. Servem para reduzir a erosão, contribuindo para consolidar a planície fluvial e as dinâmicas hidrológicas remanescentes.

- Monitoramento do rio, da qualidade da água e de deposição de detritos, desenvolvido pelo LabTEC PUC/SP (Laboratório do Programa de Tecnologias da Inteligência e Design Digital da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo). Sistemas de sensores que permitem avaliar as condições ambientais na bacia hidrográfica e o desempenho das tecnologias propostas. Os equipamentos de monitoramento, compostos por medidor da qualidade da água, medidor da quantidade de chuva (pluviômetro), medidor de vazão e de nível da água

(fluviômetro) e sensor de permeabilidade (tensiômetro), são instalados e operados pelos moradores.

As propostas de ZL Vórtice de sistemas integrados de manejo de água e urbanização dialogam com projetos desenvolvidos em várias cidades latino-americanas. Por exemplo, em Santiago, Chile, o *Parque de la Hondonada* (infraestrutura hidráulica em antiga pedreira que maneja águas turvas, funcionando como espaço público) e o *Paseo Cívico Metropolitano* (restauro de espaço público com infraestrutura hídrica baseada em drenagem urbana sustentável). Em Medellín, Colômbia, o Parques do Rio Medellín (áreas verdes ao longo do rio, formando um corredor biótico metropolitano integrado à bacia hidrográfica). Na Cidade do México, o projeto Volta à Cidade Lacustre (recuperação do lago Texcoco com sistema lacustre alimentado por águas residuais), o parque hídrico La Quebradora (reconfiguração do sistema hidráulico pela condução do escoamento para uma bacia de infiltração) e a recuperação do sistema de *chinampas* (redes de canais e ilhotas em lagos de águas rasas e bacias de detenção, usadas para agricultura familiar) (MOSTAFAVI et al., 2019).

5 O laboratório de campo

Na tentativa de executar as operações propostas por ZL Vórtice, os pesquisadores se defrontaram com o seguinte problema: como levar as tecnologias concebidas em seus laboratórios para a várzea? Foram empreendidas, em 2017 e 2018, expedições de campo para averiguar as condições para o desenvolvimento de propostas. Foram feitas visitas às áreas previstas para a implantação de pôlder, às ruas onde se pode instalar galerias drenantes e ao alagado onde se propõe construir uma wetland para tratamento de água. As visitas dos pesquisadores serviram para promover a interlocução com a comunidade local, organizada pela AMOJAP. Na condução das expedições, investigadores e moradores identificaram em mapas as diferentes situações, incorporando a linguagem técnica da localização, essencial para a apropriação do lugar.



Fig. 11: Visitas à área do Jardim Pantanal, com acompanhamento dos moradores (2017-2018). Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2019. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.

Laboratórios têm um protocolo: lidar só com artefatos purificados, baseados em regras e normas (de qualidade, de segurança) indiferentes às localidades e aos conhecimentos tácitos, eliminando o que não é padronizado. Segundo esse princípio, só no laboratório as questões podem receber respostas objetivas, o que afasta a investigação das preocupações sociais e práticas em que esses saberes estavam inseridos. A situação é totalmente diferente quando se lida com processos complexos, em condições críticas. Aqui, os pesquisadores precisam rever seus processos frente a um corpo de conhecimento que não pode ser desqualificado *a priori*. Eles têm de articular seus projetos com os outros agentes da área.

O que muda ao sair do laboratório? O investigador não se dirige mais apenas aos colegas, ele participa da invenção de inovações essencialmente técnicas e sociais. Tudo muda quando se sai do laboratório: encontra-se a irregularidade do solo, a densidade dos materiais, a instabilidade climática. Encontra-se um mundo em que operam outros atores (STENGERS, 2013). Ao sair do laboratório, o pesquisador defronta-se com o morador, que, além da experiência prática, agora sabe se localizar em mapas e proceder com os materiais e sistemas trazidos pelos laboratórios.

6 Desenvolvendo tecnologias

Os pesquisadores usam os parâmetros estabelecidos para a várzea e a intensa interação com a comunidade para definir suas propostas. Em 2017, foram realizadas várias visitas de moradores a instalações dos laboratórios, promovidas pela AMOJAP, para conhecer os equipamentos e procedimentos experimentais.



Fig. 12: Oficina com moradores do Jardim Pantanal no FabLab da FAU-USP (2017). Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2017. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.



Fig. 13: Oficina com moradores do Jardim Pantanal, no LME Poli-USP (2017). Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2017. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.

Uma vez desenhadas as tecnologias a serem propostas, é necessário um novo movimento das instalações dos laboratórios de pesquisa de volta para a várzea, com a produção de protótipos e a capacitação técnica da comunidade. Os testes nas condições da várzea devem avaliar o desempenho dos protótipos e documentar os procedimentos adotados, mostrando aos agentes públicos e moradores as técnicas adotadas e evidenciando que as soluções propostas pelos laboratórios têm aplicação prática. Em 2018, os laboratórios realizaram

oficinas no canteiro do Pantanal para desenho e testes da modelagem e moldagem dos diferentes elementos construtivos. A questão colocada foi: os pesquisadores conseguiriam repetir, na várzea, os processos de produção configurados em condições laboratoriais nos equipamentos universitários?

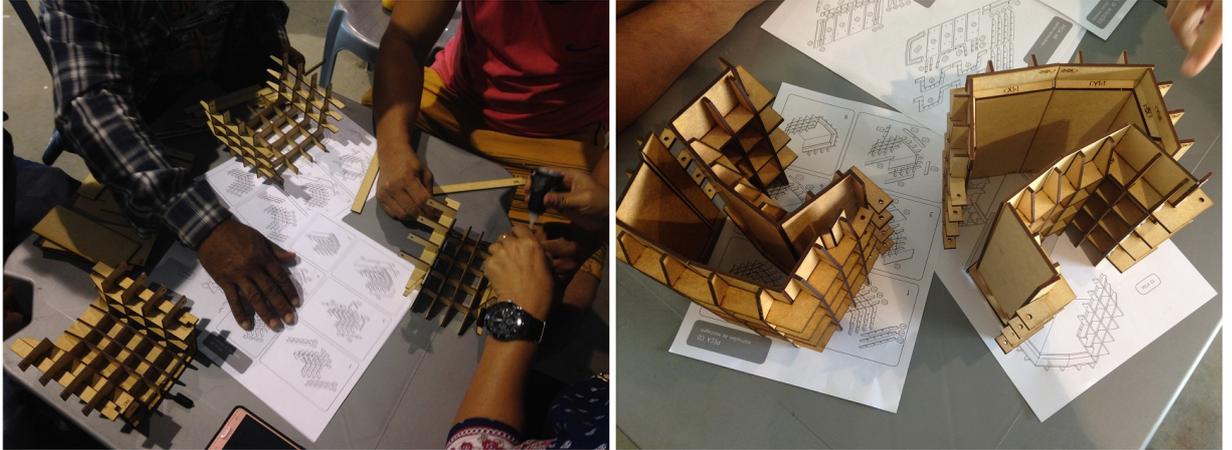


Fig. 14: Oficina do FabLab da FAU-USP no canteiro do Cotovelo (2018). Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2018. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.



Fig. 15: Oficina do LME Poli-USP no canteiro do Cotovelo (2018). Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2018. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.



Fig. 16: Oficinas do LabTEC – PUC/SP no Jardim Pantanal (2015). Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2016. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.

É preciso estender o laboratório e transformar um número suficiente de condições da várzea em condições quase laboratoriais, a fim de que os procedimentos e testes sejam consistentes o bastante para constituírem ensaios de campo. Será impossível demonstrar a eficácia das soluções tecnológicas se a várzea não for em certa medida transformada num anexo do laboratório (LATOURE, 1984).

Mas como ampliar a prática de laboratório? Estendendo o próprio laboratório para a várzea, convertendo o campo em laboratório. As soluções só podem funcionar se o trecho da várzea escolhido para os testes de campo for transformado, com a participação de moradores, organizações sociais e agentes públicos, de acordo com as prescrições dos laboratórios de pesquisa. Pode-se estender para toda a várzea os procedimentos dos

laboratórios, com a condição de que seja respeitado um conjunto de práticas laboratoriais, como medições, registros e monitoramento constante.

7 Instrumentalizar a bacia hidrográfica

Como esse conhecimento retorna dos laboratórios para a várzea? Um arsenal de técnicas (manuais, instrumentos, sistematização de parâmetros e procedimentos), compartilhado socialmente, respalda a operação do laboratório de campo. Uma ampla rede de apoio é necessária para sustentar as soluções tecnológicas propostas. Um dispositivo técnico só se mantém se um conjunto de medidas garantir sua consistência, assegurada pela repetição das práticas do laboratório pela gestão pública e pelas comunidades (LATOURE, 2017). A maneira de preparar o terreno para os laboratórios é equipar a bacia hidrográfica com um número suficiente de instrumentos. A extensão das condições laboratoriais transforma a várzea num amplo laboratório. Os procedimentos propostos envolvem também monitoramento, investigação geofísica e simulação da hidrologia. Essas operações permitem visualizar e analisar as áreas de intervenção por meio de sensores e modelos. É pela sistemática instrumentalização do lugar que as pessoas aprenderão a habitá-lo de novas maneiras.

Instalar laboratórios em situações críticas serve para redefinir o que significa ocupar um lugar. Reivindicar um território, para pesquisa, intervenção e moradia, revela o quanto não sabemos sobre ele. Quantos parceiros foram incluídos no desenho e na apropriação do lugar? Como a água drena nele? Qual é a porosidade do solo? Qual é a declividade do terreno resultante do aterramento? Como as ações propostas serão monitoradas e mantidas? A bacia hidrográfica acumula instrumentos de coleta e processamento de dados, de maneira que suas dinâmicas são apreendidas pelos pesquisadores, agentes públicos e moradores. O território é submetido a um monitoramento contínuo. Os atores, responsáveis pelos efeitos antrópicos no meio ambiente, tornam-se conscientes de suas ações por meio da multiplicação de dispositivos. Os instrumentos e modelos permitem que a evolução das condições ambientais locais se torne descritível para todos verem e reagirem a ela. O que demanda mais hidrologia, mais geomorfologia, mais urbanismo, mais sensoriamento (LATOURE et al., 2020).

8 Como viabilizar o projeto?

Estabelecidos os procedimentos e as tecnologias de manejo e tratamento de águas e reurbanização a serem desenvolvidos, era preciso retomar a interlocução com os gestores públicos e buscar garantir as condições para executar as obras. ZL Vórtice apresentou então uma proposta ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), gerenciado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT)¹. A elaboração da proposta para o FEHIDRO exigiu um grande esforço de articulação dos diferentes laboratórios, a elaboração de um projeto único integrado. O empreendimento proposto abarcava todas as tecnologias que constituem o projeto ZL Vórtice, incluindo galerias drenantes, wetlands construídas, contenção de córregos, calçadas permeáveis e sistemas de sensores, além de levantamentos geomorfológicos e hidrológicos. A proposta, no entanto, foi considerada inabilitada (CBH-AT, 2019), segundo a seguinte avaliação:

O empreendimento não demonstra integração com o projeto existente para a área, o Parque Várzeas (PVRT). O empreendimento prevê a implantação de uma *wetland* na várzea, que irá operar afogada durante os períodos de inundação, pois está localizada na várzea, abrangendo áreas situadas abaixo da cota de inundação do rio Tietê. A aplicação do modelo de wetlands construídas como exutório final de sistema de galerias de microdrenagem não é aplicável na região em questão, por tratar-se de área baixa, sujeita, portanto, ao retorno das águas. O projeto proposto conflita com o projeto de polderização do DAEE, uma vez que prevê a implantação de rede de drenagem regular, composta de galerias, desaguardo em wetland construída, sem a previsão de como será feito o tratamento para o retorno das águas durante as inundações. O projeto não demonstra como os pisos permeáveis poderiam funcionar para a infiltração das águas de chuva em áreas de várzea (ZL VÓRTICE, 2019, s.p.).

ZL Vórtice apresentou recurso, argumentando que o projeto pretende testar a eficiência de intervenções ambientalmente sustentáveis, sendo os pontos elencados pela avaliação conhecidos e parte da investigação dos projetos de *wetlands* construídas, galerias drenantes e calçamento permeável. Geralmente, as *wetlands* são construídas em várzeas e, portanto, é normal que inundem durante alguns dias nas épocas de chuvas. Para permitir a inundação total da *wetland*, estão previstos tubos de equalização de fluxo, de modo que as águas do rio, quando estiverem subindo, entrem na wetland e se equalizem com o fluxo remanescente.

Já as galerias drenantes são projetadas considerando a declividade do terreno, obtida a partir da modelagem digital feita com o LIDAR, a área de contribuição de escoamento atendida pela galeria, calculada através do georreferenciamento, e os índices pluviométricos da região, obtidos por sensores a serem instalados pelo

projeto. Estes dados permitirão o cálculo da necessidade de drenagem, orientando a dimensão e a declividade esperada das galerias. As calçadas permeáveis, por fim, devem ser instaladas considerando a permeabilidade do solo, obtida através de testes a serem realizados com tensiômetros, o volume de vazão do sistema de galerias que interseccionam a calçada e a capacidade de vazão dos córregos para onde serão direcionados os fluxos resultantes do conjunto das galerias e das calçadas permeáveis.

Embora ZL Vórtice tenha feito um grande esforço para interagir com os projetos e as políticas públicas promovidos pelos órgãos atuantes na várzea do rio Tietê, através de seminários e visitas técnicas, e para incorporar levantamentos e diretrizes dos principais planos de bacia hidrográfica, sobretudo o Plano de Manejo da APA-VRT, as instâncias da administração pública que gerenciam as ações propostas para a área recusam projetos experimentais voltados à inovação tecnológica. Não se verifica a participação de laboratórios de pesquisa na formulação de políticas públicas para a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

9 Estratégia: redirecionar para a área urbana

O que resultou dessa interlocução com o Estado? Em que medida ela contribuiu para o desenvolvimento do projeto? A experiência serviu para melhor compreender o mecanismo de formulação das políticas públicas para a bacia hidrográfica e consolidar abordagens de manejo de água, preservação ambiental e urbanização que busquem soluções sustentáveis e voltadas para as comunidades. O Plano de Manejo da APA VRT estabeleceu os parâmetros gerais para análise da área. As condições críticas da várzea do rio Tietê na cidade de São Paulo requerem um projeto integrado de manejo de água e urbanização, com inovação tecnológica e participação social. Diante da obstrução a propostas que abarquem os remanescentes meândricos do rio Tietê, as iniciativas de ZL Vórtice irão se concentrar na planície de inundação ocupada. É preciso direcionar os esforços para a única área da várzea no leste da cidade que ainda não foi estruturada por grandes obras de engenharia: o Jardim Pantanal. Ali, fora do perímetro projetado do polder, a relação institucional se faz com outros agentes públicos: a APA-VRT e a Prefeitura.

Ocorre um deslocamento do eixo investigativo de ZL Vórtice: a preservação dos remanescentes do cinturão meândrico, objetivo dos levantamentos geomorfológicos e hidrológicos iniciais e da proposta de tratamento da água por *wetlands* construídas, é inviabilizada com o projeto de polder. A pesquisa é redirecionada para as bacias hidrográficas dos seus afluentes, particularmente o córrego São Martinho. O foco passa a ser a hidrologia urbana: aterramento, drenagem, relação córrego-cidade. Na área ocupada, a degradação ambiental atingiu o limite: a investigação trata agora diretamente dos impactos causados pela urbanização desordenada e pelas grandes obras de contenção de enchentes. O cinturão meândrico, a integração da cidade com o rio, permanece como referência para assegurar o caráter ambientalmente sustentável dos projetos de urbanização propostos.

A primeira iniciativa resultante desse redirecionamento foi a realização, em 2019, de um levantamento detalhado dos cursos d'água, das infraestruturas existentes e da ocupação urbana. Expedições de campo, conduzidas por Alexandre Gonçalves, do Estúdio Laborg, buscaram determinar os aspectos básicos da planície de inundação ocupada. Esses levantamentos permitiram identificar as ruas que, devido ao empoçamento constante, evidenciam aterramento irregular e ocupação recente de lagoas e são, portanto, mais propícias para a implantação de galerias drenantes e calçadas permeáveis. Foram realizados mapas de declividade do terreno em cada rua, medição essencial para elaborar projetos de sistemas de drenagem. O procedimento permitiu incorporar à cartografia da área os fenômenos específicos que condicionam o território. Os mapas de ZL Vórtice ficaram mais complexos e precisos.

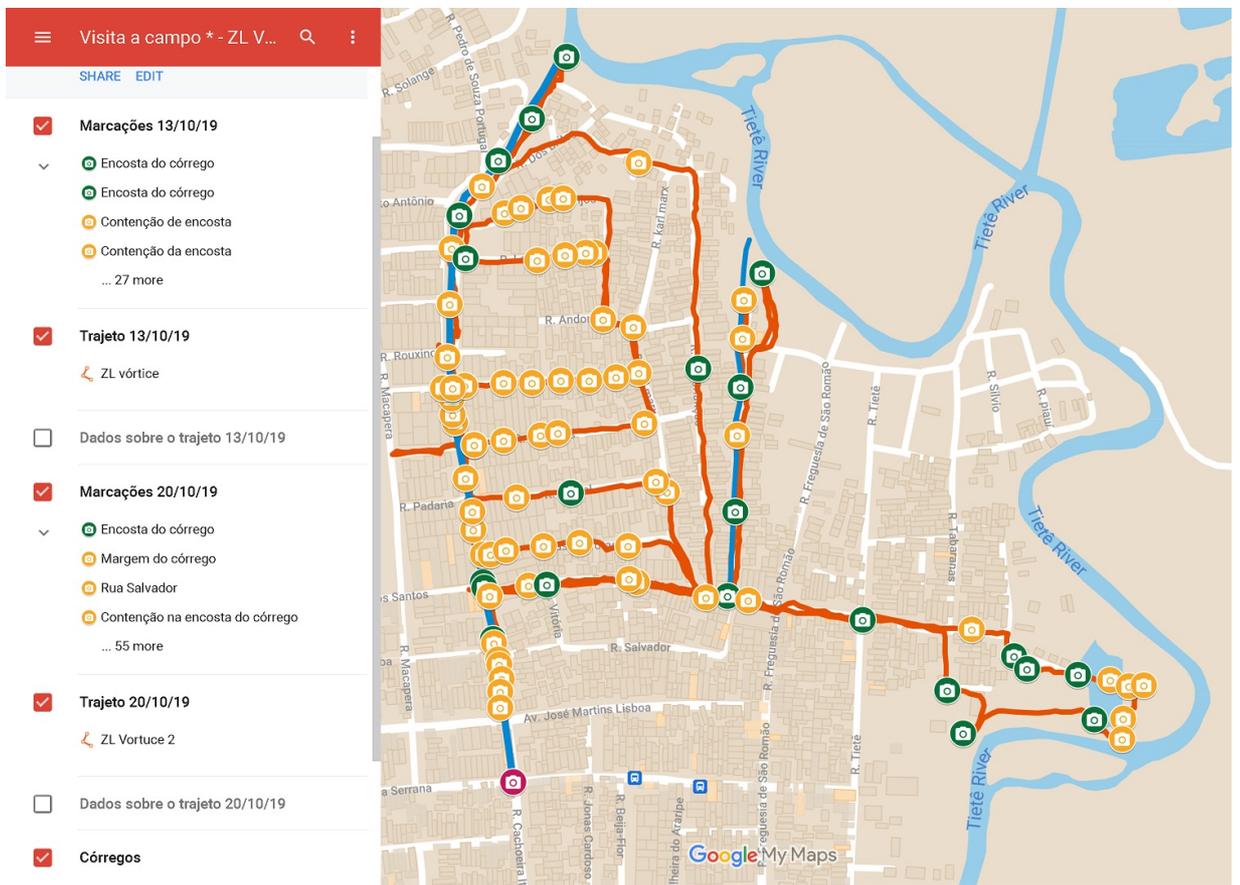


Fig. 17: Mapa interativo das expedições de reconhecimento e registro da área (2019). Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2019. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.

10 Visualização

O projeto ZL Vórtice foi apresentado, em 2020, a convite da *Graduate School of Design* da Harvard University, na exposição *Urbanismo Ecológico*, no Museu da Casa Brasileira, em São Paulo². Para a mostra, foram elaborados mapas indicativos dos principais processos ambientais e urbanos que afetam a área, retomando os levantamentos feitos pelo Plano de Manejo da APAVRT e pelas expedições de campo de ZL Vórtice. A exposição ainda promoveu encontros com pesquisadores e moradores, que detalharam as questões relativas à hidrologia, ao desenho e à produção de infraestrutura urbana³.



Fig. 18: Painéis e mapas da exposição Urbanismo Ecológico. Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2020. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 25 fev. 2021.

O processo de investigação e exposição resultou na elaboração de maquetes, importante instrumento de interação com os moradores e agentes públicos. Apresentando o arruamento atualizado da região, a área de aterro e os córregos, uma primeira maquete permite que a população possa contribuir no reconhecimento do terreno, indicando áreas mais críticas e localidades mais propensas a intervenções. Outra maquete, com projeção mapeada interativa de cartografia e fotografias, revela as dinâmicas que afetam o território. As maquetes acrescentam uma nova camada de visualização ao território do Pantanal.



Fig. 19: Maquetes produzidas por corte a laser e com projeção mapeada interativa. Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2020. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 19 jan. 2021.

Em 27 de abril de 2021, a TV Cultura transmitiu um programa, gravado no Jardim Pantanal, sobre o projeto de calçadas permeáveis proposto por ZL Vórtice, com a artista Regina Silveira, Rafael Pileggi, do LME-PoliUSP, e moradores⁴.



Fig. 20: Gravação do programa "Habitar a cidade", no Jardim Pantanal. Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2021. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 27 abr. 2021.

11 Parametrizando o terreno

O levantamento realizado pelo Estúdio Laborg prosseguiu com a utilização da ferramenta LIDAR (*Light Detection And Ranging*), uma tecnologia óptica de detecção remota aplicada para levantamentos topográficos e modelagem do terreno⁵. A ferramenta permitiu fazer um mapeamento altimétrico detalhado, com precisão na ordem de 10 cm e densidade média de 10 pontos/m². Com isso, obteve-se um modelo preciso da topografia do terreno resultante do aterramento e da configuração das ruas (dimensões, variações de declividade) e dos córregos (dimensões e inclinações dos taludes). Este cálculo detalhado, com índices muito mais precisos do que seria possível obter com as curvas de nível disponíveis, possibilitou dimensionar e planejar a implantação das galerias drenantes, contenções de margens de córregos e calçadas permeáveis, com medições técnicas básicas. São critérios fundamentais para a localização dos projetos de ZL Vórtice: trabalhar com a água, em vez de contra ela, como faz a engenharia de polders (SENNETT, 2008). Seguir o fluxo, acompanhar o terreno, integrando as tecnologias propostas ao sistema de drenagem da bacia hidrográfica.

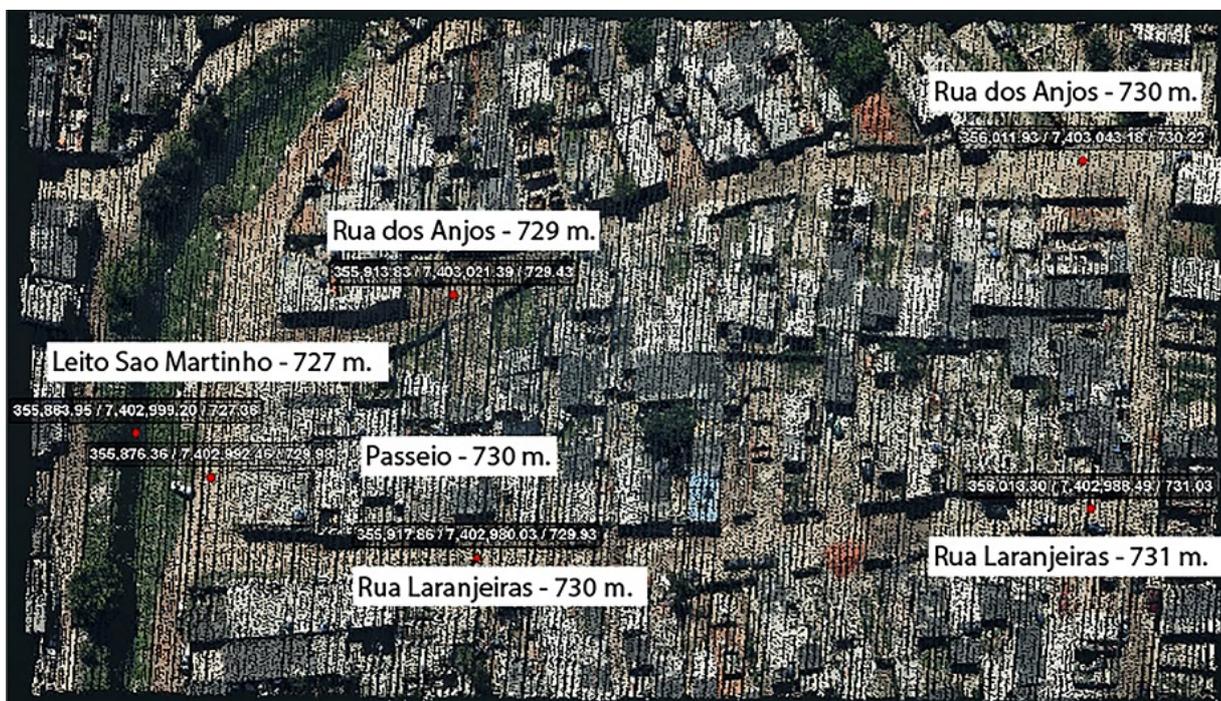


Fig. 21: Altimetrias das ruas que escoam no córrego São Martinho. LIDAR — Estúdio Laborg. Fonte: Projeto ZL Vórtice, 2020. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 25 fev. 2021.

A instrumentalização permitiu estender, ainda que precariamente, a rede metrológica pela bacia hidrográfica. Pesquisadores (e também moradores) agora dispõem de mapas precisos, maquetes, modelos do terreno produzidos por sensoriamento remoto, simulação da hidrologia feita com cálculo da vazão e projetos de drenagem, permitindo a passagem da observação visual à inspeção de dados. O laboratório se estende pela várzea.

12 Proposta de intervenção

O próximo passo será construir, com recursos dos laboratórios e o empenho da comunidade, um dos projetos propostos: a calçada permeável, na rua Cachoeira de Itaguassava, ao longo do córrego São Martinho. Os parâmetros básicos para a localização da calçada foram estabelecidos utilizando os mapas de topografia resultantes dos levantamentos realizados por ZL Vórtice.



Fig. 22: Dimensões das áreas disponíveis para a calçada proposta para a Rua Cachoeira de Itaguassava. Fonte: Autores, 2021.

Para que a execução da calçada permeável seja feita considerando a situação urbana e ambiental da várzea, ela tem de ser projetada de acordo com a vazão esperada do córrego e do escoamento superficial da área

impactada. Está sendo preparada, sob orientação do engenheiro Luiz Orsini Yazaki, a modelagem da vazão da bacia hidrográfica e da drenagem da área urbana na área de implantação da obra, de modo a medir o volume de escoamento a que a calçada será submetida. O cálculo da quantidade de água que as ruas despejam no sistema permitirá avaliar a capacidade hídrica que os drenos devem apresentar para atender a esse volume. Esses dados possibilitarão ao LME Poli-USP, responsável pela fabricação do pavimento, dimensionar a base de assentamento, sarjeta, bocas de lobo e dutos.



Fig. 23: Mapa esquemático do escoamento superficial das ruas transversais que incide sobre a calçada e desenho urbano da área, com contenção da margem do córrego, sarjeta, bocas de lobo e drenos. Fonte: Autores, 2021.

Trata-se da implantação de apenas uma das tecnologias desenvolvidas por ZL Vórtice, mas o processo de construção da calçada permeável faz convergir todos os procedimentos programados. O pavimento é concebido como parte de um sistema integrado, que articula diversas tecnologias de manejo de água e urbanização. É necessário dimensionar o pavimento em função do terreno, das condições de drenagem e da integração com os demais projetos propostos para a área. O projeto da calçada deve pressupor a implantação de galeria drenante concebida para a rua perpendicular e do dispositivo de contenção com blocos de concreto no trecho do córrego São Martinho, onde o pavimento permeável será instalado. Demanda também projetar a interseção entre as diferentes tecnologias, dotadas de sistemas construtivos distintos.

O LME-Poli USP estabeleceu protocolos para a fabricação dos pisos, incluindo a mistura cimentícia, os processos de pigmentação e os procedimentos de moldagem. Coube também ao laboratório determinar qual será o processo de produção e instalação da calçada e como se dará a organização pelos moradores do processo de fabricação no canteiro do Cotovelo. A produção deve ser feita por ações sequenciadas: várias grandes bancadas reúnem diferentes equipes, que preparam a mistura, vertem o concreto nas fôrmas, adicionam o pigmento e colocam as fôrmas em prateleiras para secagem, efetuam o transporte para o local de implantação e assentam os pisos. O canteiro é manufatureiro, constituído por sucessão de operações, divisão do trabalho e habilidade técnica do produtor no uso de ferramentas simples (FERRO, 2006). O domínio técnico das atividades permite, eventualmente, alterações do projeto durante a execução, adaptação a mudanças propostas pelos moradores.

O canteiro é o laboratório de campo, espaço de experiência em gestão do trabalho e produção de conhecimento. A complexidade do empreendimento é uma oportunidade para verificar de que maneira os moradores vão contribuir para aperfeiçoar o processo de produção e implantação (construção da base, colocação dos pisos e dutos de drenagem) da calçada. Na interação com o laboratório será equacionada a transferência de tecnologia e a conversão dos novos procedimentos em habilidade comunitária.

13 Conclusões

Essas são as operações realizadas por ZL Vórtice visando instrumentalizar a várzea do rio Tietê, no Jardim Pantanal. O projeto tem como horizonte as condições das bacias hidrográficas nas periferias das metrópoles latino-americanas, afetadas por grandes obras de infraestrutura e ocupação urbana desordenada. ZL Vórtice compartilha com vários projetos, na América Latina, a busca por soluções social e ecologicamente sustentáveis para a preservação dos recursos hídricos, tratamento da água e recuperação urbana. É indicativo da intensa pesquisa, na região, de tecnologias inclusivas e de baixo custo, próprias às condições locais, que

tirem proveito da inserção em redes comunitárias para buscar novas formas de reverter os passivos ambientais e as desigualdades urbanas.

A execução de obras em área de proteção ambiental, mesmo em caráter experimental, requer a autorização dos órgãos reguladores, o que implica lidar com as condições legais e políticas excepcionais da várzea. As entidades responsáveis pela outorga são o Conselho Gestor da APA Várzea do Rio Tietê e a Prefeitura da Cidade de São Paulo. A demanda de autorização à gestão da APA para a construção de calçada permeável está em tramitação⁶. Com a eventual autorização para a implantação do pavimento permeável, o trabalho de instrumentalização da bacia hidrográfica, a apropriação do território do Jardim Pantanal por investigadores e moradores, poderá então avançar.

Referências

BELANGER, P., **Landscape as Infrastructure**. Nova York: Routledge, 2017.

CBH-AT. **Empreendimentos FEHIDRO habilitados e não habilitados após análise das Câmaras Técnicas**, São Paulo, maio de 2019. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-AT/16284/empreendimentos-fehidro-habilitados-e-nao-habilitados-apos-1-analise-das-camaras-tecnicas.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2021.

LATOUR, B., **Les microbes: guerre et paix**, suivi de Irréductions. Paris: A. M. Métailié, 1984.

LATOUR, B. **A esperança de Pandora**. São Paulo: Editora UNESP, 2017.

LATOUR, B.; WEIBEL, P. (eds.). **Critical Zones: The Science and Politics of Landing on Earth**. Karlsruhe/Cambridge: ZKM - Center for Art and Media / MIT Press, 2020.

FERRO, S. **Arquitetura e trabalho livre**. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

MOSTAFAVI, M.; DOHERTY, G; CORREIA, M. (eds.). **Urbanismo ecológico na América Latina**. Harvard University Graduate School of Design. Barcelona: Gustavo Gilli, 2019.

PEIXOTO, N. B. Várzea do Tietê: restauro ambiental, urbanização e inovação tecnológica. **VIRUS**, n. 20, 2020. [online]. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus20/?sec=7&item=1&lang=pt>. Acesso em: 22 jul. 2020.

SENNETT, R., **The Craftsman**. New Haven: Yale University Press, 2008.

STENGERS, I., **Une autre science est possible! Manifeste pour un ralentissement des sciences**. Paris: La Découverte, 2013.

ZL VÓRTICE, **Proposta ao Fehidro**. São Paulo, maio de 2019. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/2019/03/05/proposta-ao-fehidro/>. Acesso: 05 mai. 2021

1 MediaLab / ZL Vórtice, sistema integrado de manejo e tratamento de água para requalificação urbana e ambiental na planície meândrica do Rio Tietê, trecho leste do Município de São Paulo-SP. Empreendimento FEHIDRO, março de 2019.

2 Imagens da exposição encontram-se disponíveis no *website* do Museu da Casa Brasileira, em: <https://mcb.org.br/pt/programacao/exposicoes/mostra-urbanismo-ecologico-2020/>. Acesso em: 25 fev. 2021.

3 Os registros em vídeo dos encontros estão disponíveis nos sites do Museu da Casa Brasileira. Disponível em: https://youtu.be/Z_8ivAg6pos e <https://youtu.be/NceAtY2MWcw>. Acesso em: 10 abr. 2021.

4 Programa da série *Café Filosófico*, intitulado Habitar a cidade. Disponível em: <https://youtu.be/54-jTib1XT4>. Acesso em: 27 abr. 2021.

5 Mapeamento altimétrico para implantação dos projetos. Fonte: ZL Vórtice, 2021. Disponível em: <https://zlvortice.wordpress.com/>. Acesso em: 25 mai. 2021.

6 Implantação em caráter experimental e precário de calçada permeável no Jardim Pantanal – submetido ao Conselho Gestor da APA Várzea do Rio Tietê em 26/01/2021.

