

IV enanparq

Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
Porto Alegre, 25 a 29 de Julho de 2016

INFRAESTRUTURA POLIVALENTE PARA PORTO ALEGRE **SESSÃO TEMÁTICA: ECOLOGIA URBANA: O CUSTO DAS DECISÕES** **AMBIENTAIS**

Guilherme Marques Iablonovski
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
guilherme.iablonovski@ufrgs.br

INFRAESTRUTURA POLIVALENTE PARA PORTO ALEGRE

RESUMO

Porto Alegre, a capital mais meridional do Brasil, teve, ao longo dos últimos 30 anos, uma tradição em gestão ambiental da qual pôde se orgulhar. No entanto, hoje a cidade se encontra entre os municípios considerados em situação crítica em relação ao índice de potencial poluidor da indústria, tem a água de seu principal abastecedor gravemente poluída por lançamentos de esgoto doméstico e industrial e registra recordes de temperatura máxima com alarmante frequência. Somado a isto, o modelo de ocupação do território tem focado a expansão da urbanização nas zonas rurais periféricas, contribuindo para a redução do grau de compacidade de sua forma.

Para compreender o significado e o custo do modelo de ocupação praticado, o método descrito pelo professor McHarg (1969) foi aplicado ao município estudo de caso. Assim, foram mapeados os atributos que promovem maior valor às ocupações humanas se mantidos intocados. Os valores mapeados, quando sobrepostos, passam a constituir um mapa de aptidão à ocupação urbana e, posteriormente, de custos à urbanização de acordo com as cores e opacidades designadas para cada feição territorial. As conclusões preliminares apontam para a expansão da ocupação humana sobre os territórios mais ambientalmente sensíveis do município.

A presente pesquisa propõe então, a partir desse cenário de expansão urbana indiferente aos recursos naturais indispensáveis à própria existência da urbe, uma abordagem research-by-design sobre redes de infraestruturas verdes-azuis enquanto agentes de reversão desse processo através do desenho multifuncional da paisagem.

Palavras-chave: Ecologia urbana. Infraestrutura verde-azul. Arroio Dilúvio. Serviços ecossistêmicos. Desenho urbano sensível às águas.

POLYVALENT INFRASTRUCTURE FOR PORTO ALEGRE

ABSTRACT

Porto Alegre, Brazil's southernmost capital, managed to build, through the last thirty years, a tradition in environmental management of which it could be proud of. Today, however, the city finds itself among the cities considered to be in critical condition concerning the industry's pollution potential index, has the water from its main drinking water source, the Guaíba Lake, heavily polluted by domestic and industrial wastewater, and watches high temperature records be beaten every year. Lastly, its territory occupation model has focused its urbanization expansion on its peripheral rural zones, contributing to its compacity degree reduction.

To fully understand the meaning and the associated cost of the practiced occupation model, the method described by professor McHarg (1969) was applied to the study case city. The attributes that promote greater value to human occupation when left untouched, were then superposed, generating a suitability map for urbanization and an urbanization cost map, accordingly to the colors and opacities assigned to each land attribute. The preliminary conclusion is that the current urbanization expansion process is being held exactly at the city's most environmentally sensitive areas.

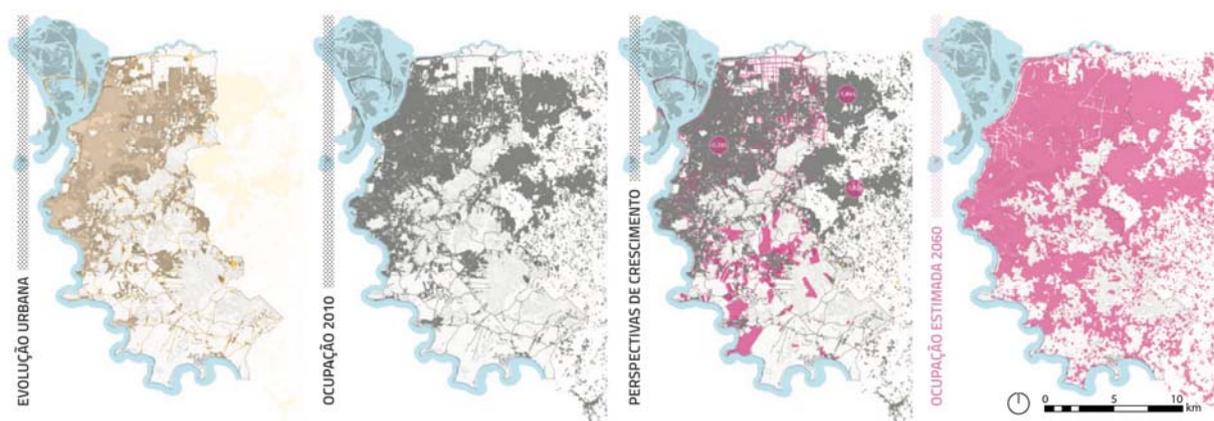
The present research proposes a research by design approach to study green-blue infrastructure networks as reversion agents of this process through a multifunctional landscape design.

Keywords: Urban ecology. Green-blue infrastructure. Dilúvio creek. Ecosystem services. WSUDs.

1. INTRODUÇÃO

Porto Alegre, RS, a capital mais meridional do Brasil, teve, ao longo dos últimos 30 anos, uma tradição em gestão ambiental da qual pôde se orgulhar. Foi pioneira ao apoiar a criação do primeiro Atlas Ambiental municipal do país em 1998, fundou as bases do Orçamento Participativo, publicou seu Diagnóstico Ambiental, criou o primeiro Plano Diretor de Drenagem Urbana do país, e criou mais de 12000 hectares de Unidades de Conservação dentro dos limites urbanos (24% da área total do município). Ainda, realizou grandes esforços no eixo da educação ambiental, criando eventos como a Semana da Primavera, que duram até os dias de hoje.

No entanto, em algum momento nos últimos dez anos, as gestões da prefeitura e suas secretarias passaram a dar reduzida atenção às questões ambientais, e se assistiu a lenta



degradação dos ideais que moldaram a então cidade mais arborizada do país.

Figura 1 – Evolução urbana, mancha urbana, prospecção de expansão da ocupação urbana. Fonte: autor.

A forma e a evolução urbana da referida cidade estiveram, desde os primórdios da ocupação, ligadas às paisagens e belezas cênicas, iniciando pelo cais do porto no Lago Guaíba, seguindo para cristas que ofereciam as melhores vistas e finalmente as praias em direção à porção sul do município. De maneira geral, a ocupação inicial de classes mais abastadas acabou criando condições de infraestrutura para a ocupação das classes de menor poder aquisitivo poucas décadas depois (CABRAL, 1982¹). Efeito semelhante tem sido observado atualmente na ocupação da zona extremo-sul do município - antes conhecida como zona de

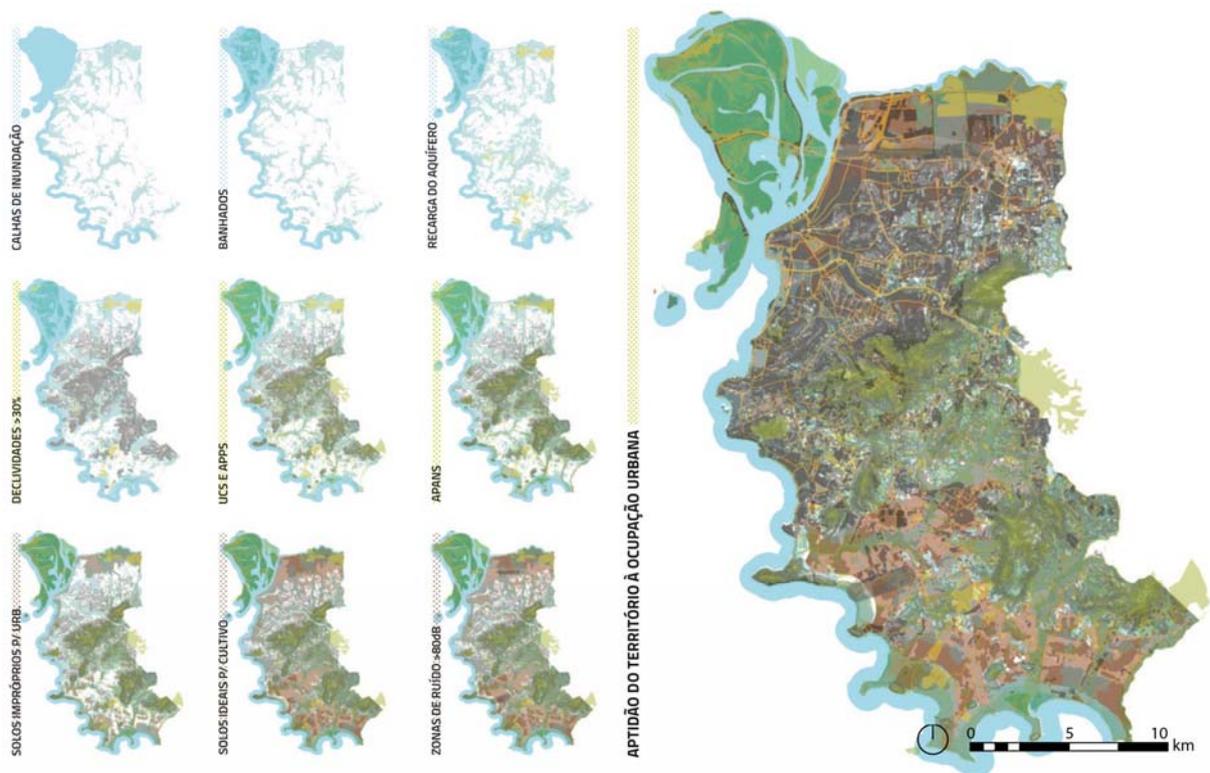
¹ Gilberto Flores Cabral, "Distribuição espacial do uso residencial do solo urbano", dissertação de mestrado, programa de pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional, UFRGS, 1982.



produção primária - por condomínios de luxo, que trazem consigo grandes equipamentos e mega-infraestruturas.

Figura 2 – Paisagens que teriam guiado a expansão da ocupação urbana e sua correlação com a distribuição de renda no município (representada em tons de cinza no mapa). Fonte: autor

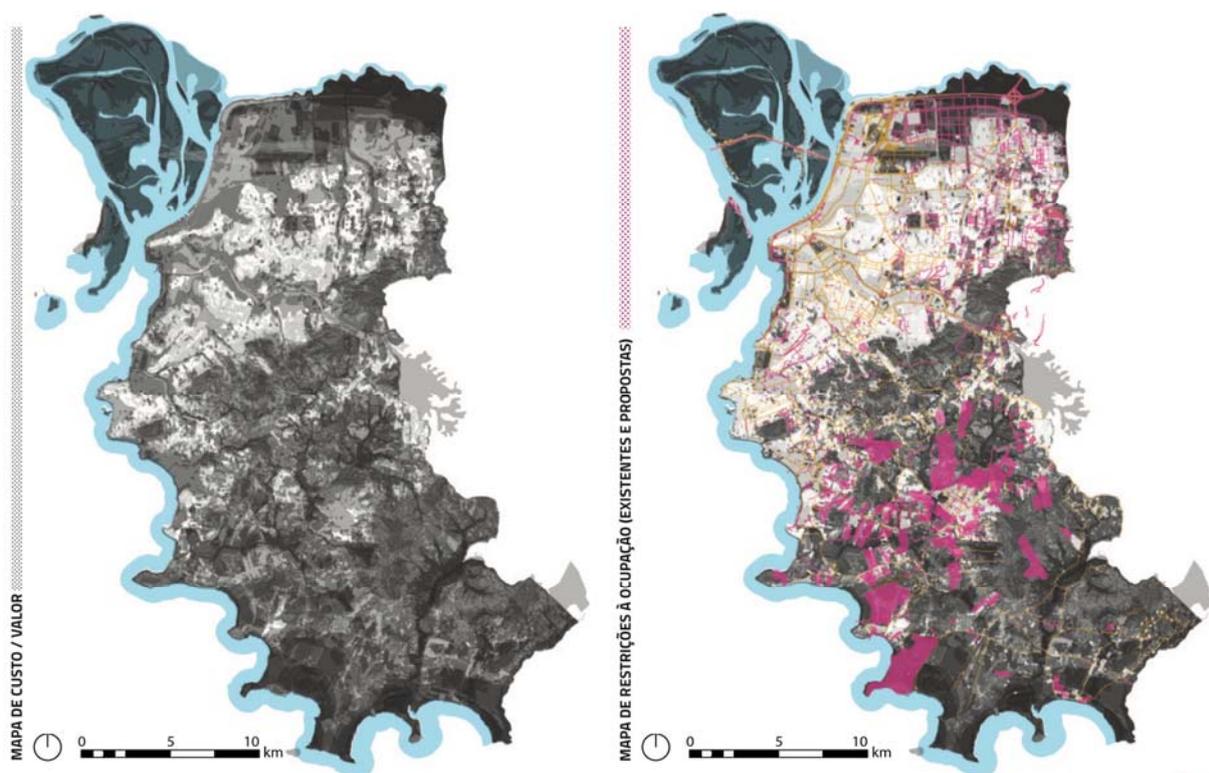
Para compreender se dita expansão é benéfica ou maléfica, o método descrito por McHarg² é aplicado para o território do município. Foram mapeados os principais atributos territoriais que são de melhor valia ao ser humano se mantidos intocados: calhas de inundação, áreas úmidas, recargas de aquífero, declividades maiores que 30 graus, unidades de conservação, maciços florestais maiores que 10 hectares, solos ideais para agricultura, solos inadequados para ocupação urbana e zonas de ruídos maiores que 80 decibéis.



² Ian L. McHarg, "Design with Nature", Garden City, N.Y., Natural History Press, 1969

Figura 3: Sobreposição de feições territoriais que prestam serviços ecológicos aos seres humanos.
Fonte: autor

Ainda segundo o método do professor McHarg, desenvolvido em 1969, parte-se da premissa de que os serviços ecossistêmicos representam um valor cujo cálculo é muito impreciso, situação que perdura até os dias de hoje. Assim, se algo representa valor, por dedução lógica sua destruição representará um custo aos beneficiados. Pela dificuldade de precisar numericamente este custo, uma operação visual é aplicada, onde todos os atributos territoriais recebem o mesmo peso, ou seja, o mesmo tom e grau de opacidade. Dessa forma, temos um mapa de aptidão à ocupação urbana, sendo as áreas mais escuras correspondentes às áreas que mais prestam serviços ecossistêmicos (provisão, regulação, suporte e cultura). Quando essa informação é cruzada com as vias planejadas pela prefeitura e os loteamos em situação de aprovação nos órgãos legais, podemos concluir que a expansão urbana tem avançado



sobre os espaços mais ambientalmente relevantes do território do município.

Figura 4: Custo à ocupação urbana e expansão planejada a curto prazo. Fonte: autor

Além da informação oferecida por esta análise, deve se considerar que: o município tem um déficit habitacional de 38 mil famílias, mas restam 48 mil imóveis desocupados em sua área central; seu índice de forma é de 0.47, o que sugere uma ocupação ineficiente; as densidades projetadas pelo plano diretor, além de baixas, não são alcançadas na maior parte da cidade.

Com essas informações, fica claro que a adoção de um modelo de ocupação mais compacto é de urgência no município. Este acréscimo no grau de compactidade da forma urbana, no entanto, tem vantagens e desvantagens.

Por um lado, economias de escala podem ser obtidas - concentração de trabalhos, maior competitividade, melhora na qualidade dos serviços oferecidos -, por outro, deseconomias de escala já observadas podem ser agravadas. Nos últimos anos a cidade tem permanecido entre os municípios considerados em situação crítica no estado relação ao índice de

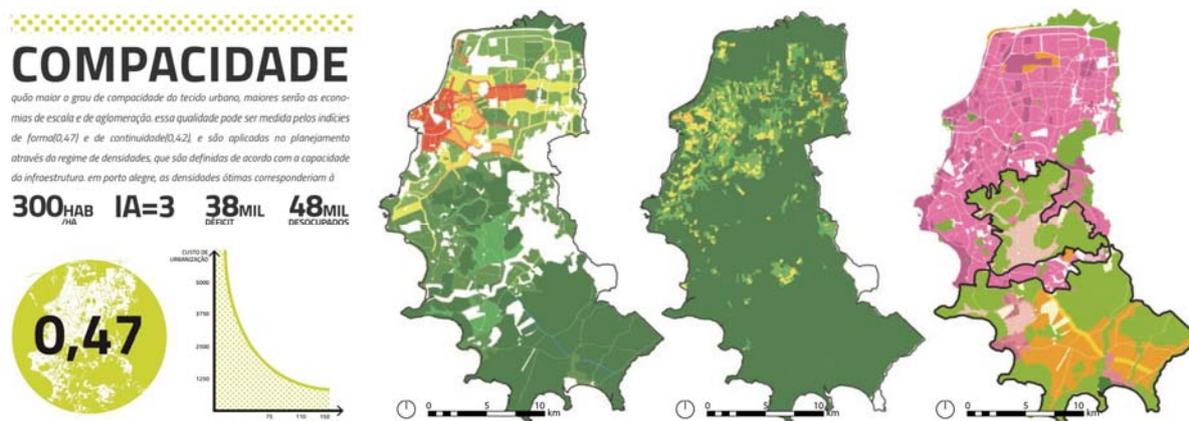


Figura 5: Densidades do plano diretor (PDDUA, 1999), densidades atingidas efetivamente (IBGE 2010), e o modelo de ocupação (PDDUA, 1999). Fonte: autor

potencial poluidor da indústria (Inpp-I), e a Região Metropolitana tem evidenciado uma crescente concentração de atividades industriais de alto potencial poluidor, com quase 80% delas nessa categoria. A água do principal abastecedor de água para a cidade - o Lago Guaíba - encontra-se gravemente poluída por lançamentos de esgoto doméstico e industrial e recordes de temperatura máxima são quebrados com alarmante frequência. Por fim, em 2007 o nível de poluição na cidade era o dobro do recomendado pela Organização Mundial de Saúde, sendo a segunda capital mais poluída do Brasil. Sendo assim, deduz-se que as curvas de economias de escala e deseconomias de escala crescem - de maneira generalizada - conforme a compactidade de ocupação aumenta. Isso sugere que existirá um ponto limite no qual a cidade terá atingido um limite de compactação, e passará a ser deseconômica se tal limite for extrapolado. O "antídoto" para as deseconomias de escala, como preconiza Benfield³, são tecnologias de inovação, ou sistemas urbanos verdes-sustentáveis, como parques e infra-estruturas verdes e azuis. A presente pesquisa procura definir se a aplicação de tais sistemas é possível num regime de retro-fit infra-estrutural na cidade de Porto Alegre.

³ Kaid Benfield, « The environmental paradox of smart growth », Sustainable Cities Collective, Abril 2010. <http://www.sustainablecitiescollective.com/kaidbenfield/7451/environmental-paradox-smart-growth> (Junho 2014)

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho, se utilizaram diversas bases de dados geo-espaciais, oriundos da Prefeitura de Porto Alegre, Secretaria do Meio Ambiente, Secretaria de Planejamento, Programa de Pós Graduação em Ecologia da UFRGS, Ministério do Meio Ambiente e Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Tais dados foram utilizados dentro da plataforma de geoprocessamento ArcMap, apoiada pelo plugin Corridor Design. Dentro do objetivo de promover o crescimento inteligente da cidade, é proposto, através do desenho de infraestrutura da paisagem, uma rede de infraestrutura verde-azul, coesa e conectada, que deve atender quatro grandes objetivos: conectividade da paisagem, acessibilidade à es-



paços naturais, mitigação de impactos hidrológicos e qualificação do espaço urbano.

Figura 6: Objetivos gerais da rede infra-estrutural verde azul projetada.

Para traçar os corredores de infraestrutura que compõem a rede, foram tomados quatro



passos conceituais.

Figura 7: Método proposto para definição do traçado de uma rede coesa de infraestrutura verde-azul.

O primeiro deles consiste em definir quais são as porções de território que deverão ser conservadas e posteriormente conectadas. Para isso, foram sobrepostas as áreas que fornecem grande benefício à cidade: banhados, matas, unidades de conservação e áreas semelhantes (mapa 1 da figura 8). Após serem simplificadas em polígonos através do cruzamento com a ocupação urbana (mapa 2 da figura 8), um mapa de aptidão a formações

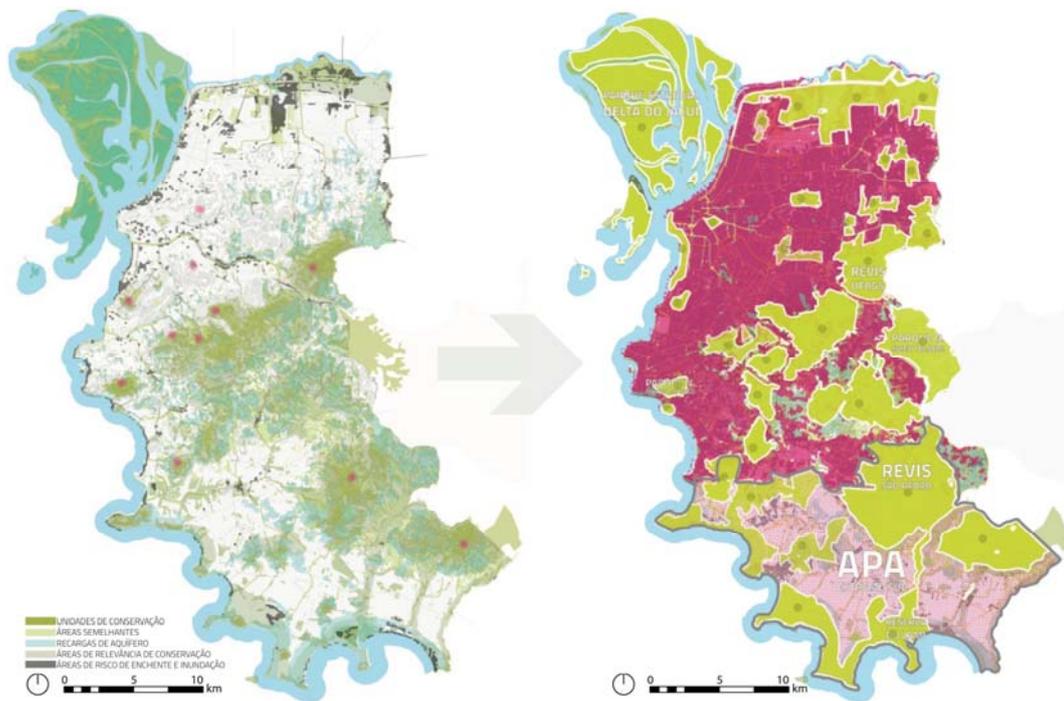
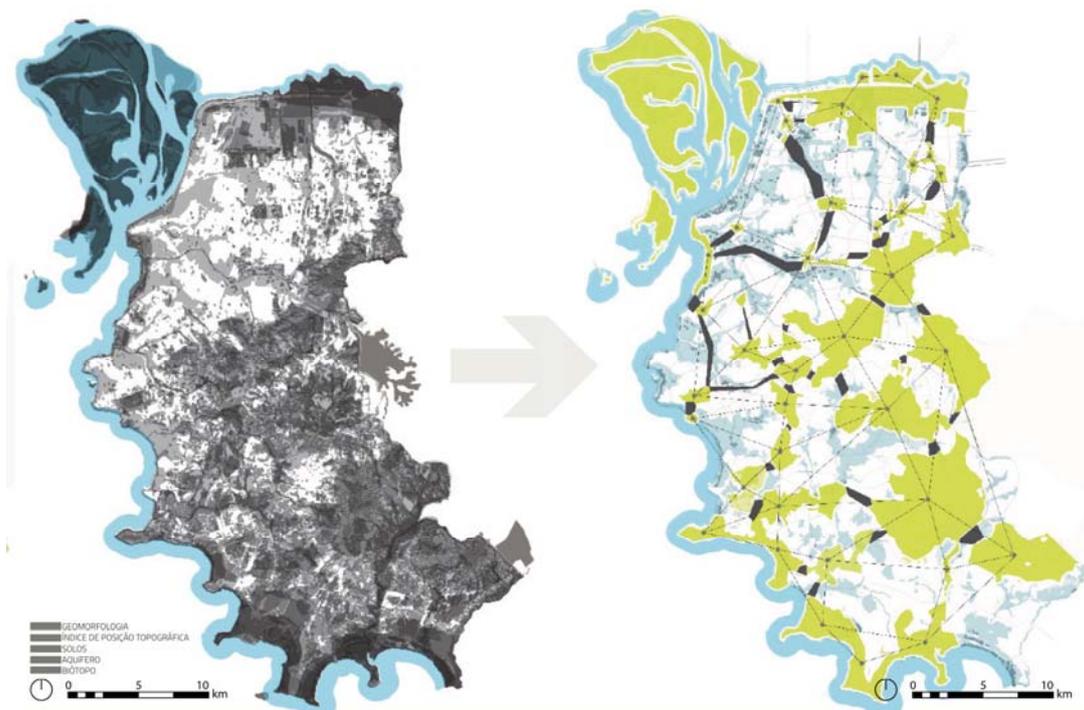


Figura 8: Identificação de áreas a serem protegidas, simplificação das mesmas em polígonos



(patches). Fonte: autor

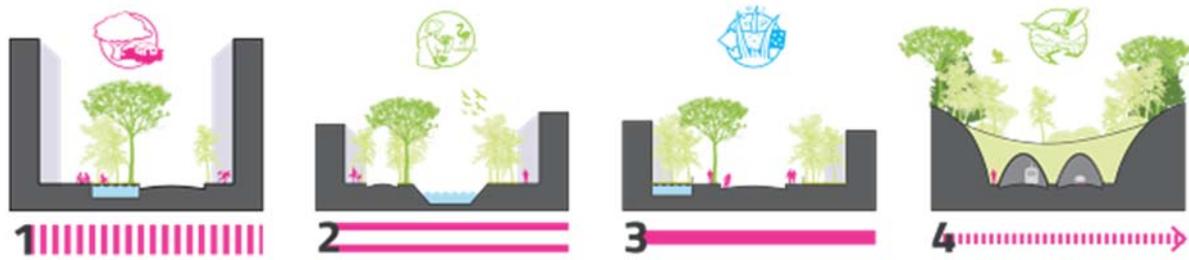
Figura 9: Mapa de aptidão à restauração florestal, Método proposto para definição do traçado de uma rede coesa de infraestrutura verde-azul. Fonte: autor.

de mata (mapa 3 da figura 8) é usado para alimentar um mapa de caminho de menor custo (mapa 4 da figura 8). As manchas geradas informam qual o melhor caminho para implantação dos corredores para o ambiente natural, mas só passam a fazer sentido quando são agregados à infraestrutura existente. No processo de agregar os corredores à infraestrutura, questões técnicas e por vezes éticas fizeram necessária a aplicação de alguns princípios oriundos dos campos da ecologia, hidrologia e habitabilidade, além de verificação empírica do grau de sub-utilização atual das infra-estruturas às quais são agregadas as novas funções verde-azuis.



Figura 10: Diagrama que registra as quatro tipologias de corredores infra-estruturais projetadas.
Fonte: autor.

Assim, foi necessário definir tipologias de corredores para cada tipo de modelado de terreno e infraestrutura existentes. Os corredores que passam nos topos de vale (1) contam com valetas de infiltração e pavimentos porosos; os que passam em fundos de vale (2) englobam jardins de chuva e banhados construídos; corredores que passam por vias muito estreitas fazem uso dos recuos de jardim (3) e alguns cruzam as infraestruturas, criando passagens



inferiores ou superiores para fauna e flora (4).

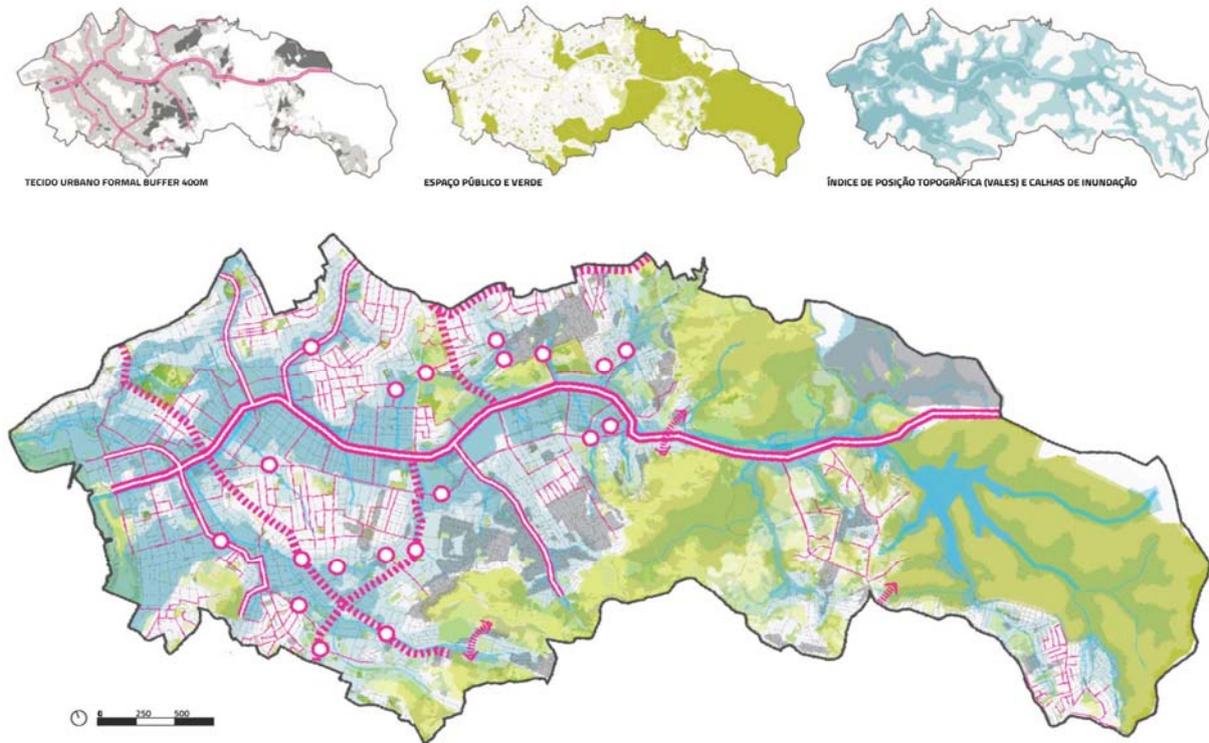
Figura 11: Mapa da rede de infraestrutura verde-azul proposta, conforme tipologias anteriormente apresentadas. Fonte: autor.

Com o objetivo de verificar a pertinência do desenho feito em macroescala, a rede foi detalhada em uma escala intermediária. Tal escala precisava ser definida por limites claros, que não se resumissem às divisões sócio-políticas de bairros. Assim, passamos a trabalhar com uma sub-bacia hidrográfica que fosse representativa da ocupação humana em Porto Alegre mas ainda mantivesse áreas verdes preservadas.

A bacia escolhida, que leva o nome do seu principal corpo d'água - o Arroio Dilúvio -, possui 80km², 500 mil habitantes, 600 mil m³ de escoamento superficial excedente devido a urbanização e 50mil m³ de esgoto não tratado ao ano.

Dessa forma, a partir das praças e parques de menor escala, antes invisíveis na macroescala, uma micro-rede de infraestrutura verde-azul é traçada conectando esses espaços verdes menores, agregando coesão à rede. Essa micro-rede passa majoritariamente pelas áreas de topo de morro, dadas pelo índice de posição topográfica. Além de novos corredores de infraestrutura, reservatórios de retenção são propostos, reduzindo o escoamento excedente para 225 mil m³. Expandindo a área de intervenção da rede, se propõem medidas na área de planejamento urbano e políticas públicas. O primeiro se baseia em uma matriz de prioridade para implantação de incentivo fiscal para construção de telhados verdes, com benefício aproximado de redução de 2°C na área mais crítica. O segundo usa uma matriz de prioridade para medidas de retenção e detenção (sobretudo áreas de fundo de vale), propondo incentivo fiscal para construção de micro- reservatórios de detenção em lote. O benefício esperado é de redução do excedente em escoamento da bacia ser reduzido para 75 mil m³.

Por fim, três grandes eixos de ações em educação ambiental são sugeridos: educação ambiental para as populações carentes nas nascentes dos arroios, conexão das redes domésticas nas redes apropriadas, e redução da poluição difusa, principalmente da



construção civil.

Figura 12: Rede infra-estrutural projetada na bacia do Arroio Dilúvio. Fonte: autor.

3. RESULTADOS

Até a escala da micro-bacia hidrográfica, o método de desenho de corredor infra-estrutural pareceu se sustentar. No entanto, para validar a possibilidade de execução de tais corredores em sobreposição à malha infra-estrutural existente, foi necessário um estudo em escala de arquitetura paisagística. O corredor escolhido para detalhamento, tanto por seu apelo popular quanto por sua importância dentro da rede projetada, foi o do Arroio Dilúvio. O arroio, cuja nascente se encontra em ambiente rural, corta a cidade de leste a oeste e tem sua foz próxima ao centro histórico de Porto Alegre. Nos 50 anos após sua canalização, tem sido visto como esgoto a céu aberto, e mais de uma vez teve seu enterramento completo discutido pela sociedade.

A partir de uma série de objetivos específicos para o regime hidrológico, ecossistema de referência e contexto social, terrenos subutilizados adjacentes ao curso d'água foram selecionados para a (re)expansão de sua calha de inundação, contando com a aplicação de banhados construídos objetivando a filtragem biológica de águas de esgoto pluvial e a redução dos picos de cheia. Assim, o escoamento excedente, que a princípio somava 600m³,



passa para 0m³, levando a bacia a um regime hídrico semi-natural e resiliente.

Figura 13: Objetivos e operações previstas para transformação da infraestrutura cinza em verde-azul.
Fonte: autor.

Para o funcionamento adequado de tais banhados construídos, as plantas macrófitas necessitam, para filtrar e decompor a matéria orgânica, tempo de residência das águas de 24h. Isso fez com que cada banhado devesse ocupar pelo menos 80.000 m³. Quando a área necessária não foi atingível pela expansão da calha, o leito foi dividido em duas calhas.

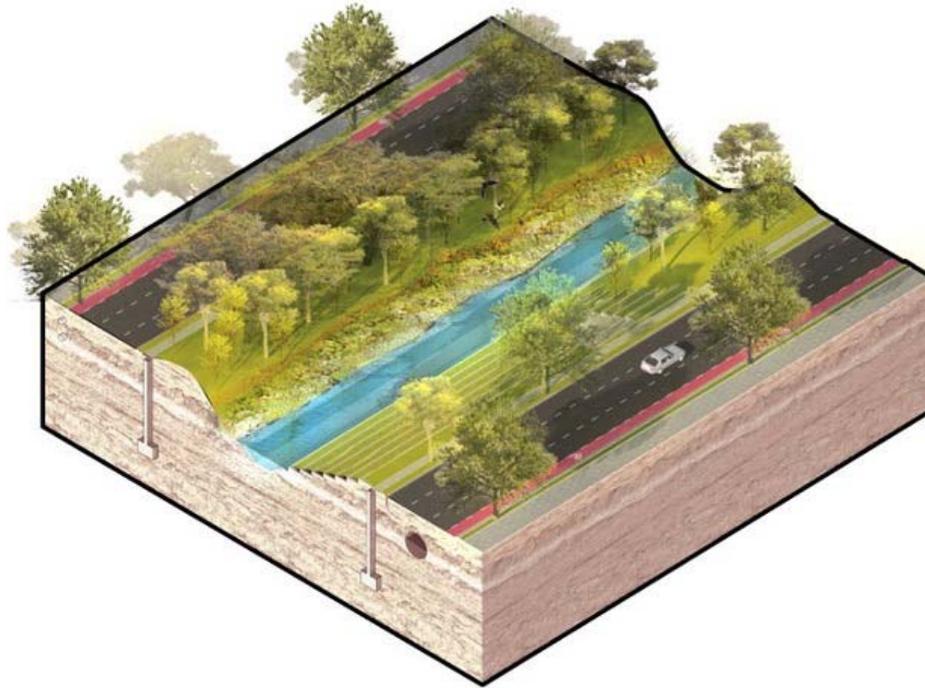
A partir dessa informação, e atendendo a vocações locais para usos (skateparks, anfiteatros abertos, marquises, gramados, passarelas ou praias), um rede de espaços públicos é traçada ao longo do arroio e pontuada em alargamentos que abrigam os banhados construídos. A água biofiltrada, ao chegar na foz, é brevemente retida pela construção de um delta artificial, garantindo águas límpidas, próprias para banho. Espécies macrófitas, anfíbias e de mata aluvial foram selecionadas para o plantio nos parques projetados, além de mobiliários



resistentes a submersão completa.

Figura 14: Visualização do conjunto de intervenções propostas ao longo do curso d'água: os trechos nós ao longo da estrutura linear correspondem aos banhados filtrantes. Fonte: autor.

Dez intervenções foram, então, projetadas em detalhe. A intervenção que se encontra mais à montante propõe a limpeza do outlet do dique existente, seguida de uma travessia de vida silvestre sobre a Av. Bento Gonçalves, entre dois morros que drenam suas águas para o arroio. A terceira intervenção toma partido de terrenos previamente industrial sub-utilizados para a criação de um parque linear para uso de comunidades locais. A intervenção subsequente abriga o primeiro banhado construído do corredor de infraestrutura e também um centro de manutenção para a intervenção completa. Seguindo o corredor a jusante, um skatepark é desenhado de maneira a funcionar como bacia de retenção quando necessário. A única intervenção que conta com um banhado construído sem a necessidade de um by-pass é a de maior área em projeção, permitindo a inclusão de vários campos esportivos. Quando a declividade do arroio se altera abruptamente, um conjunto de tabiques é proposto de forma a reduzir a velocidade e erosão dos taludes. O terceiro banhado construído proposto, na sétima



área de intervenção, promove um anfiteatro a céu-aberto em seus taludes, e a oitava intervenção abriga diversas estruturas de educação ambiental. Finalmente, na foz do arroio, um delta artificial foi desenhado de forma a aprisionar a água tratada conduzida pelo arroio, promovendo a balneabilidade de uma pequena área junto ao Lago Guaíba.

Figura 15: Uma das seções tipo propostas, com o tratamento assimétrico comum a todas as seções: uma margem naturalizada e outra acessível para uso de lazer. Fonte: autor.
Figura 16: Um dos alargamentos propostos para a inserção de um banhado construído. Fonte: autor.





Figura 17: Esquema do funcionamento dos banhados construídos empregados, com (1) bacia de oxidação, (2) filtração por macrófitas, e (3) filtração por raízes. Fonte: autor.

4. CONCLUSÕES

Após a aplicação do projeto através de três escalas de intervenção, poderia-se afirmar que a aplicação de infra-estruturas de desempenho ecológico em conjunto com as infra-estruturas existentes é não só possível como muito desejável. Sabendo-se que os estudos de caso foram focados nos exemplos de maior complexidade dentro da cidade de Porto Alegre, poderia-se supor que o projeto das outras redes infra-estruturais também é possível, muito embora a verificação metodológica seja necessária.

BIBLIOGRAFIA

Herzog, Cecilia Polacow. *Cidades para todos: (re)aprendendo a conviver com a natureza*. 1.ed., Rio de Janeiro, BR: Mauad X: Inverde, 2013

MCHARG, Ian L. *Design with nature*. Garden City, USA: Natural History Press, 1969

LOLA Landscape Architects. *Lost Landscapes*. Rotterdam, NL: nai010 publishers, 2013

MENEGAT, Rualdo; ALMEIDA, Gerson. *Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades*. Porto Alegre, BR: UFRGS Editora, 2004

MENEGAT, Rualdo. *Atlas Ambiental de Porto Alegre*. Porto Alegre, BR: UFRGS Editora, 1998