



## KIT ÁGUAS NA CIDADE: INTERFACE FÍSICO-DIGITAL PARA DEMARCAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Roberto Eustaáquio dos Santos<sup>1</sup>

### RESUMO

Este artigo descreve a experiência de produção do *Kit Águas na Cidade*, interface físico-digital utilizada como material didático para o ensino fundamental, desenvolvido pelo *Projeto Águas na Cidade*, no âmbito do *Projeto Água*, com financiamento da Agência Nacional de Águas e da CAPES. Partimos do pressuposto de que a horizontalização do conhecimento da dinâmica da água no interior das bacias hidrográficas é crucial para quaisquer ações de proteção, preservação ou recuperação ambiental, especialmente nos ambientes urbanos, e portando deve ser parte da educação básica de toda a população.

Palavras-chave: Material Didático; Educação Ambiental; Dinâmica das Águas na Cidade; Bacias Hidrográficas.

### INTRODUÇÃO

*Águas na Cidade* é o título de um dos 41 projetos selecionados pela Agência Nacional de Águas e pela CAPES para tomar parte no *Projeto Água*, cuja finalidade é produzir material didático acerca da temática da água para o ensino fundamental. O projeto *Águas na Cidade* vem sendo desenvolvido desde o final de 2015 pelo *Grupo de Pesquisa Morar de Outras Maneiras* (MoM), sediado no Departamento de Projetos e no Núcleo de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais. Este artigo descreve as atividades do referido

---

<sup>1</sup> Professor do Departamento de Projetos da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais – Rua Gonçalves Dias, 697 – Sala 100. Belo Horizonte / CEP 30130-140. Email: [ro1234ro@gmail.com](mailto:ro1234ro@gmail.com); Site: <http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/>.



projeto, cujo ponto de partida foram as experiências de crianças, adolescentes e professores com águas urbanas em circunstâncias concretas, e para isso contou com a parceria de duas escolas de ensino fundamental de Belo Horizonte: a Escola Municipal Professor Edson Pisani (EMPEPI) e o Centro Pedagógico da UFMG (CP).

A EMPEPI está situada na bacia do Córrego do Cardoso, um dos afluentes do Ribeirão dos Arrudas<sup>2</sup>, que atravessa Belo Horizonte no sentido oeste-leste. A Bacia do Cardoso está em parte ocupada pelo chamado Aglomerado do Serra, a maior favela de Belo Horizonte, e em parte pela cidade formal, bairros Serra, Novo São Lucas e Santa Efigênia. Por um lado, aí estão presentes todos os pontos críticos característicos dos ambientes urbanos: erosão, assoreamento, enchentes, deslizamentos, poluição por dejetos domésticos e industriais, falta de abastecimento da população etc. Por outro lado, a Bacia do Cardoso também tem um grande potencial de recuperação da relação humana com a água, pois em muitos trechos o córrego ainda corre em leito natural em meio a uma expressiva cobertura vegetal. Tais características foram exploradas pelos estudantes a partir da montagem de maquetes e de visitas guiadas. O caso do CP é também emblemático da atual circunstância das águas urbanas em Belo Horizonte. A escola está situada no campus da UFMG, na região da Pampulha, que é cortado pelo Córrego do Engenho Nogueira. Embora grande parte da vegetação do sítio natural tenha sido mantida na implantação do campus, nesse trecho o córrego está tamponado, tendo sido completamente suprimido da paisagem. Apesar disso, os estudantes tiveram oportunidade de recompor uma representação do relevo e fazer o reconhecimento das características físicas locais, a partir da construção de uma maquete topográfica. Fato é que em ambos os casos a experiência com a representação do espaço a partir de mapas e maquetes foi fundamental para a compreensão do comportamento das águas no interior das bacias hidrográficas e para o estabelecimento de um nexos entre esse comportamento e a observação direta das circunstâncias locais. Em outras palavras, estudantes e

---

<sup>2</sup> O Ribeirão dos Arrudas é tributário do Rio das Velhas que, por sua vez, é afluente do Rio São Francisco.



professores tiveram oportunidade de tomar consciência dos problemas e das oportunidades relacionados à água em meio urbano hoje.

Ora, estender esse tipo de reflexão é o principal objetivo do projeto e sua motivação tem origem numa constatação simples, feita em inúmeras ocasiões de discussão pública da questão urbana (planejamento participativo, organização comunitária, fóruns regionais e nacionais, conselhos municipais etc.): uma parcela enorme da população adulta desconhece as manifestações concretas das águas nos ambientes urbanos. Embora muitas pessoas tenham conhecimento abstrato do tema (aprenderam a sequência precipitação, escoamento, armazenamento, evaporação, condensação), e algumas tenham conhecimentos concretos acerca de eventos do seu próprio espaço cotidiano (onde há nascentes na vizinhança, que parte da rua alaga etc.), raramente relacionam uma coisa à outra com clareza e contundência. Poucos sabem, por exemplo, em que bacia está situada sua moradia ou em que medida cada quintal cimentado e cada monte de areia na calçada contribuem para aumentar as enchentes. E ainda mais distante do que soluções técnicas está a perspectiva de que nascentes, córregos e rios urbanos são recursos preciosos para a qualidade de vida nas cidades.

Entendemos que qualquer mudança na postura de indivíduos ou grupos, assim como quaisquer ações efetivas de preservação ou recuperação das águas urbanas depende, para além dos instrumentos técnicos e administrativos, de uma ampliação horizontal do conhecimento acerca do que preferimos chamar, em lugar de ciclo hidrológico, de dinâmica das águas na cidade<sup>3</sup>. No horizonte dessa investigação está a reconciliação do contato humano com as águas.

---

<sup>3</sup> Adotamos a expressão *dinâmica das águas* em substituição a *ciclo hidrológico*. Essa distinção se deve ao fato de que na maioria das representações do ciclo hidrológico a cidade é considerada de modo simplista ou mesmo desconsiderada.



## PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO

Partindo do pressuposto de que a água está entre os chamados temas transversais do currículo do ensino fundamental e, por isso, deve ser trabalhado em conjunto por diversas disciplinas a partir de um programa de ensino comum, concebemos o material didático para dois tipos de abordagens diferentes: um primeiro tipo, de provocação da curiosidade das crianças e de estímulo à formulação de questões que dão suporte e orientação ao programa de ensino; e um segundo tipo, de apoio às atividades didáticas desenvolvidas ao longo da implementação desse programa. O esquema da Figura 1 ilustra o processo de produção do material didático.

Dessa forma, a produção do material didático buscou ampliar a compreensão das manifestações concretas dinâmica das águas, porém respeitando o conhecimento prévio dos estudantes como condição para incorporação do conhecimento formal. Para isso adotamos uma abordagem dialógico-interativa<sup>4</sup> baseada na utilização de procedimentos simples e de insumos de acesso livre, de modo a facilitar a universalização do uso do material didático. Outro princípio pedagógico que orientou nossos trabalhos foi a promoção da autonomia coletiva de todos os participante do projeto.

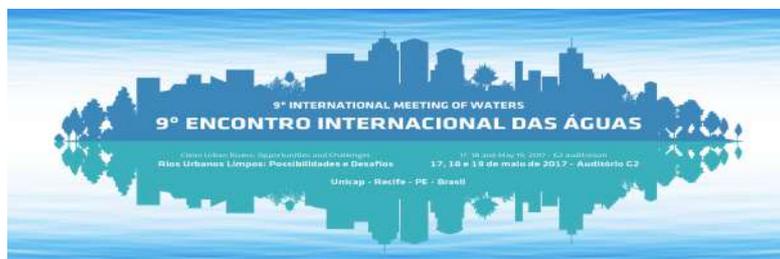
---

<sup>4</sup> Consultoria do professor Eduardo Fleury Mortimer da Faculdade de Educação da UFMG.



Figural – Esquema do processo de produção de material didático

O trabalho com a temática das águas em meio urbano partiu de cinco conceitos principais: meio ambiente, cidade, urbanização extensiva, capacidade de suporte e bacia hidrográfica. O conceito de meio ambiente é tomado aqui segundo a perspectiva do modelo cultural (ACSELRAD, 2008, p.86), entendido como múltiplo, da mesma forma que são múltiplos os riscos ambientais, os significados que a sociedade pode atribuir às bases materiais e as formas desiguais de acesso aos recursos naturais, como é o caso da água, em condições adequadas ao consumo humano. O conceito de cidade é compreendido como um híbrido de natureza e sociedade, ou seja, como sócio-natureza (SWYNGEDOUW, 2006, p.21) constituída por densa rede de intrincados processos sócio-ecológicos que são simultaneamente humanos, físicos, discursivos, culturais, materiais e orgânicos. O conceito de urbanização extensiva (MONTE-MÓR, 2005, p.435) descreve o processo de extensão das condições gerais de produção urbano-industrial para além das cidades, atingindo espaços próximos e longínquos, onde as relações socioespaciais urbano-industriais se impõem como dominantes, independentemente da densidade, colocando em cheque a separação rígida entre urbano e rural. Assim, usar o ciclo hidrológico e a circulação da água transformada (ou



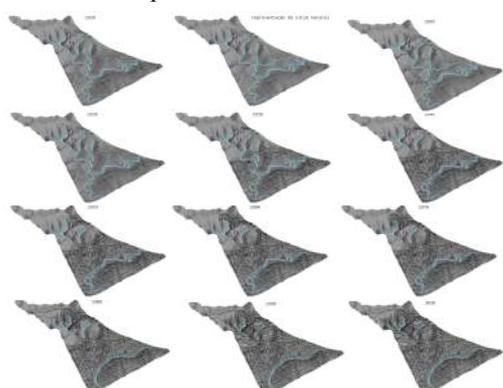
hibridizada, na acepção da ecologia política) como perspectiva de análise da produção do espaço urbano abre, como coloca uma nova arena de pensamento e ação na cidade, uma arena que não é nem local nem global, mas que tece uma rede que é sempre e ao mesmo tempo profundamente localizada e com um raio de ação que se estende a certa escala e certa superfície espacial (SWYNGEDOUW, 2006, p.21). Outro conceito importante nesta abordagem é o de capacidade de suporte. Ainda que esse conceito, mesmo no âmbito da ecologia, seja bastante redutor e só operacionalizável em sistemas fechados, isolados de seus entornos no que se refere às possibilidades de trocas com ambientes externos, sua utilização através do recurso a analogias é recorrente no planejamento urbano. É o caso, por exemplo, da definição de categorias de zoneamento justificadas por intervalos de densidades populacionais ideais, relacionadas às características do sítio natural e à disponibilidade de infraestrutura e serviços urbanos. Os processos de urbanização deveriam levar em conta essa capacidade, em lugar de reproduzir padrões de urbanização modernos que se caracterizam basicamente pela dominação da natureza (de que o exemplo mais notável é o tratamento dispensado aos cursos d'água: retificação, canalização, tamponamento, ocupação das margens ou mesmo do leito fluvial) e adoção de soluções hegemônicas. Essa noção abre espaço para o conceito de bacia hidrográfica, em suas diversas escalas, recortadas como sub-bacias, micro bacias, bacias elementares etc. em função da dimensão dos problemas a serem observados. A exploração direta dos entornos das escolas e locais de moradia a partir dessa noção garante a compreensão da totalidade da dinâmica das águas, desde a gênese dos problemas nas cabeceiras até os impactos nas áreas de jusante, através de uma abordagem sistêmica da interação do ciclo hidrológico com os processos de urbanização, abrindo caminho para ações e procedimentos ligados ao uso sustentável dos recursos hídricos.



Maquete da Bacia do Cardoso



Mesa de realidade aumentada



GIF / Histórico da ocupação da Bacia do Cardoso



Representação da dinâmica das águas na cidade



Montagem da maquete da primeira água do Cardoso

Figura 2 – Alguns exemplos do material didático produzido pelo Projeto Águas na Cidade

O trabalho foi desenvolvido ao longo de 2016 por meio de diversos experimentos junto às escolas de ensino fundamental supracitadas, dos quais resultaram os seguintes produtos: Representação Gráfica da Dinâmica das Águas na Cidade, Kit de Demarcação de Bacias e diversas interfaces: Maquete de Bacia Hidrográfica Urbanizada, Mesa de Realidade Aumentada, Maquete de Infiltração, GIF do Histórico da Ocupação da Bacia



do Córrego do Cardoso, Maquetes Comparativas da Ocupação da Encosta entre a Primeira e a Segunda Águas do Cardoso (a partir de imagens de 1953 e 2015). Alguns desses produtos estão ilustrados<sup>5</sup> na figura 2, acima. Além disso, foi criada uma disciplina experimental - *A Água, a Cidade e a Arquitetura: Projetos na EMPEPI* – envolvendo alunos da própria escola, alunos do Núcleo de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, alunos dos cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo e 5 professores do Departamento de Projetos da Escola de Arquitetura da UFMG.

### **KIT ÁGUAS NA CIDADE: PROCESSO DE CRIAÇÃO DE INTERFACE FÍSICO-DIGITAL**

O *kit Águas na Cidade* é produto das experiências com oficinas de maquetes com os estudantes e professores da EMPEPI (5º ano do ensino fundamental) e com os estudantes e professores do CP-UFMG. O kit se caracteriza como uma interface físico-digital na medida em que sua concepção decorre da participação real de todos os seus usuários e da formação de uma rede de relações plural e dialógica, em que aí são consideradas as diferentes perspectivas dos usuários. O foco deste artigo, no entanto, não está na noção de interface, mas no seu processo de criação e na extensão do conhecimento que ela pode proporcionar.

A experiência foi bastante frutífera na medida em que contemplou tanto a produção das maquetes das bacias propriamente ditas, quanto a preparação de professores para o trabalho com maquetes, envolvendo diretamente a habilidade de manipular mapas topográficos, em suas diversas escalas, assim como para a preparação de bases cartográficas e simulações em ambiente computacional. Fato é que, a interface reúne um material a partir do qual é possível organizar sequências pedagógicas com múltiplas possibilidades de abordagem e de mobilização de conhecimentos de matemática,

---

<sup>5</sup> Todos os produtos podem ser consultados no Site do projeto *Águas na Cidade* ([http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/29\\_aguas/](http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/29_aguas/)).



geografia, artes, história etc., permitindo a interação efetiva de professores de diversas áreas e de alunos de diversas séries.

Inicialmente, no primeiro semestre de 2016, começamos pela representação em maquete da Bacia do Córrego do Cardoso, onde se localiza a EMPEPI, trabalhando com crianças entre 8 e 10 anos. Ao todo eram cerca de 90 crianças divididas em 3 turmas, cada uma delas assistida por um professor do Departamento de Projetos, um aluno do curso de mestrado e dois bolsistas voluntários da graduação da Escola de Arquitetura da UFMG.

Construímos ao mesmo tempo dois tipos de maquetes, uma utilizando mapas topográficos e outra utilizando imagens de satélite combinadas com curvas de nível. Os mapas e imagens eram recortados pelas crianças utilizando as curvas de nível como guia. Esses recortes eram transferidos para superfícies de EVA que por sua vez eram também recortados e colados superpostamente de modo a que o relevo fosse se revelando aos poucos. Antes desse processo, as crianças já haviam se familiarizado com as imagens de satélite e podiam facilmente localizar nelas a escola, a própria casa e outros pontos importantes. Essa aproximação foi feita a partir da impressão de uma grande imagem abrangendo toda a bacia e de um trabalho de campo, uma excursão no entorno da escola, em que os pontos visitados eram assinalados nessa grande imagem. A construção das duas maquetes visava uma aproximação entre representação e realidade, de modo a criar umnexo imediato entre as fotografias e a representação abstrata dos mapas e destas com o espaço concreto da bacia, vivenciado por todos.

As crianças não tiveram dificuldade em compreender o processo e tampouco em fazer a conexão entre os dois tipos de representação e a realidade. Nosso problema maior nessa etapa, foi dar oportunidade para que os cerca de 90 estudantes pudessem ter contato direto com a montagem de maquetes. Considerando que foram construídas 6 maquetes ao todo, a média foi de 15 crianças por objeto. Muitas reclamaram não ter tido oportunidade de fazer essa ou aquela atividade específica. Em vista disso, surgiu a ideia de trabalhar com os elementos morfológicos da bacia, também chamados unidades do relevo. Eles são, basicamente, topos de morro, selas, linhas de drenagem e linhas de



cumeada. No encontro seguinte, criamos mapas hipotéticos dessas pequenas unidades de relevo e todos os estudantes puderam fazer uma maquete individual, repetindo o processo aprendido anteriormente.

Num segundo momento, no segundo semestre de 2016, passamos a trabalhar com o grupo *Água em Foco*, do Centro Pedagógico da UFMG, composto por estudantes do 9º ano do ensino fundamental. O grupo era formado por cerca de 15 adolescentes, entre 13 e 15 anos. As atividades foram conduzidas por um professor do Departamento de Projetos da UFMG e por dois bolsistas voluntários, e acompanhados por estudantes do programa de pós-graduação da Faculdade de Educação da UFMG, das áreas de Química e Ciências Biológicas. O grupo *Água em Foco* tinha, então, por objeto de estudo o monitoramento da qualidade da água da Lagoa da Pampulha. Propusemos a eles fazer uma maquete da região (Bacia do Córrego do Engenho Nogueira, tributário do Córrego da Pampulha) de modo a testar os procedimentos já experimentados anteriormente e a colaborar na compreensão de sua área de estudo desde uma perspectiva mais ampla.

Com os alunos do CP-UFMG, fizemos uma inversão na ordem dos procedimentos, começando pela análise do mapa da bacia e pela identificação dos elementos morfológicos. Para isso, desenvolvemos um exercício, mais tarde transformado num guia, descrevendo o processo de delimitação de uma bacia genérica, que passou a fazer parte do Kit. Em seguida iniciamos a construção da maquete da região do campus e à análise das intervenções em seu curso, especialmente o tamponamento do córrego.

A experiência com os professores de ambas as escolas nos apontou a necessidade de desenvolver tutoriais (que foram incorporados ao kit<sup>6</sup> como Guia do Professor) para explicar procedimentos básicos para possíveis futuras experiências, como por exemplo operações de transposição de escala gráfica, extração de informações para representação de curvas de nível de mapas topográficos nos locais em que tais bases não estão

---

<sup>6</sup> O Kit é composto por: Maquetes de Elementos Morfológicos ou Unidades de Relevo; Maquete de bacia genérica; Escalímetro; 12 Lápis de cor; Guia do professor; Guia do estudante; Vídeos ilustrativos (em pendrive).



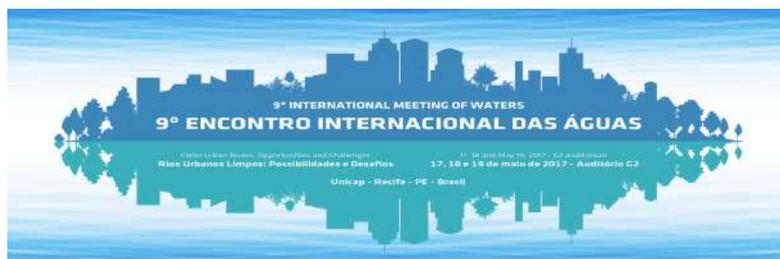
disponíveis. Esse conhecimento é também fundamental para garantir a autonomia dos professores.



Fig. 3 – Kit Águas na Cidade

## CONCLUSÃO

Em vista dos experimentos acima descritos, nossa avaliação é de que o Kit tem potencial para generalização, configurando-se como uma interface físico-digital de fato. Isso quer dizer que, por trabalhar com conhecimentos fundamentais para a compreensão da dinâmica das águas no interior das bacias, ele poderia ser útil a projetos transversais do ensino fundamental, mas também para a educação ambiental tomada de forma mais ampla, incluindo a formação de agentes comunitários relacionados à água. Além disso, esse material também demonstrou-se de aplicação válida para os cursos de graduação de Arquitetura e Urbanismo, Geografia e Engenharias. A água, especialmente sua presença em meio urbano, vem tomando corpo como um tema relevante para o campo de Arquitetura e Urbanismo e tem sido incorporado nas disciplinas que tratam de projetos arquitetônicos e desenho urbano. Ademais, o tema tem sido alvo de



investigações de pós-graduação. No entanto, importa ressaltar que água, ou melhor, sua dinâmica em meio urbano é um conhecimento que não pode ser sonogado às populações ditas leigas, tendo portanto de ser parte do ensino fundamental. Nossa meta é horizontalizar ao máximo o conhecimento acerca da água.

## AGRADECIMENTOS

Este artigo não teria sido possível sem o apoio da *Agência Nacional de Águas* (ANA) e da *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES), que financiaram o *Projeto Águas na Cidade* no âmbito do *Projeto Água*.

## REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. Grassroots reframing of environmental struggles in Brazil. In: CARRUTHERS, D. V. (ed.) *Environmental Justice in Latin America: problems, promise and practice*. London, MIT Press, 2008, pp. 75-97.
- ARRUDA, Guilherme F. *Do discurso ao diálogo: interfaces físico-digitais no espaço urbano para a retomada da esfera pública*. Belo Horizonte, UFMG, 2014. (Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo).
- MONTE-MÓR, R. L. A questão urbana e o planejamento urbano-regional no Brasil contemporâneo. In: DINIZ, C. C.; LEMOS, M. B. (eds.). *Economia e Território*. Belo Horizonte, Editora UFMG, 2005, pp. 429-446.
- MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Philip H. *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Maidenhead, Philadelphia, Open University Press, 2003.
- SWYNGEDOUW, E. Metabolic urbanization: the making of cyborg cities. In: HEYNEN, N.; KAIKA, M.; SWYNGEDOUW, E. (eds.). *In the Nature of Cities, urban political ecology and the politics of urban metabolism*. London, Routledge, 2006, pp. 21-40.

## TEMA DE INTERESSE

Ambientes Urbanos