



## **Ampliando o diálogo sobre as águas urbanas por meio de instrumentos digitais**

*Expanding the dialogue on urban waters through digital tools*

*Ampliando el diálogo sobre las aguas urbanas a través de instrumentos digitales*

**Lucas Santos Nogueira**

Estudante de Mestrado, UFMG, Brasil

lucasnog01@gmail.com



#### **RESUMO**

Este artigo parte do pressuposto de que instrumentos digitais podem contribuir para a ampliar da compreensão das características físicas das bacias hidrográficas e do comportamento da água, proporcionando maior poder de decisão sobre o manejo das águas urbanas. A pesquisa, baseada nos instrumentos Fazendo Chover e Águas no Cercadinho, visa explorar como esses recursos podem facilitar a conexão entre o conhecimento técnico-científico às vivências cotidianas dos grupos sócio-espaciais. Conduzido em escolas situadas na sub-bacia do Cercadinho, em Belo Horizonte, o estudo utilizou de oficinas práticas para a criação de materiais físicos, como maquetes, que fundamentaram o desenvolvimento dos instrumentos digitais descritos. Além disso, o artigo descreve detalhadamente as etapas de construção desses instrumentos, explicando as ferramentas utilizadas em cada etapa. Os resultados sugerem que os materiais didáticos facilitaram a compreensão das dinâmicas hídricas e promoveram maior participação popular nas decisões sobre desenho urbano e o manejo das águas pluviais. A pesquisa ressalta a importância da educação ambiental contínua para fomentar uma cultura de autogestão das águas, contribuindo para a autonomia das comunidades na preservação e recuperação das sub-bacias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manejo das águas urbanas. Instrumentos digitais. Participação popular.

#### **ABSTRACT**

*This article is based on the premise that digital tools can contribute to enhancing the understanding of the physical characteristics of watersheds and water behavior, thus providing greater decision-making power regarding urban water management. The research, based on the Fazendo Chover and Águas no Cercadinho tools, aims to explore how these resources can facilitate the connection between technical-scientific knowledge and the everyday experiences of socio-spatial groups. Conducted in schools located in the Cercadinho sub-basin in Belo Horizonte, the study employed practical workshops to create physical materials, such as models, which served as the foundation for the development of the described digital tools. Furthermore, the article provides a detailed description of the stages involved in constructing these tools, explaining the software and methods used at each stage. The results suggest that the educational materials helped improve the understanding of water dynamics and encouraged greater popular participation in decisions concerning urban design and stormwater management. The research highlights the importance of continuous environmental education to foster a culture of self-management of water resources, contributing to the autonomy of communities in the preservation and recovery of sub-basins.*

**KEYWORDS:** Urban water management, Digital tools, Popular participation.

#### **RESUMEN**

*Este artículo parte del supuesto de que los instrumentos digitales pueden contribuir a ampliar la comprensión de las características físicas de las cuencas hidrográficas y del comportamiento del agua, proporcionando mayor capacidad de decisión sobre la gestión de las aguas urbanas. La investigación, basada en los instrumentos Fazendo Chover y Águas no Cercadinho, tiene como objetivo explorar cómo estos recursos pueden facilitar la conexión entre el conocimiento técnico-científico y las vivencias cotidianas de los grupos socio-espaciales. Realizado en escuelas situadas en la subcuenca del Cercadinho, en Belo Horizonte, el estudio utilizó talleres prácticos para la creación de materiales físicos, como maquetas, que fundamentaron el desarrollo de los instrumentos digitales descritos. Además, el artículo detalla las etapas de construcción de estos instrumentos, explicando las herramientas utilizadas en cada fase. Los resultados sugieren que los materiales didáticos facilitaron la comprensión de las dinámicas hídricas y promovieron una mayor participación popular en las decisiones sobre el diseño urbano y la gestión de las aguas pluviales. La investigación destaca la importancia de una educación ambiental continua para fomentar una cultura de autogestión del agua, contribuyendo a la autonomía de las comunidades en la preservación y recuperación de las subcuencas.*

**PALABRAS CLAVE:** Gestión de aguas urbanas. Instrumentos digitales. Participación popular.



## 1 INTRODUÇÃO

Pode um material didático ampliar a compreensão das características físicas das bacias hidrográficas e do comportamento da água em seu interior, de modo a proporcionar maior poder de decisão e argumentação sobre o manejo das águas urbanas? A julgar pelo engajamento crescente dos grupos sócio-espaciais<sup>1</sup> e pela aparente capacidade do material apresentado neste artigo em auxiliar na conexão do conhecimento técnico-científico com as experiências cotidianas, os resultados sugerem uma resposta promissora a essa questão, indicando que a abordagem adotada apresenta potencial para superar os desafios identificados. A pesquisa que fundamenta este artigo visa expandir a participação do cidadão comum nas decisões sobre o manejo das águas pluviais urbanas, buscando integrar seu conhecimento e suas vivências aos problemas de drenagem na discussão sobre as águas na cidade e o desenho urbano. Isso implica considerar tanto os meios e os instrumentos utilizados na comunicação entre técnicos<sup>2</sup> e grupos sócio-espaciais<sup>3</sup>, com ênfase nos processos de produção e transmissão das informações técnicas, quanto a própria prática dos profissionais envolvidos e sua formação.

A relação entre os técnicos e os grupos sócio-espaciais é sempre mediada pela linguagem técnica, o que reforça a assimetria nas dinâmicas de poder e decisão. Nesse sentido, tal mediação opera segundo a mesma lógica da ruptura entre o desenho e o canteiro, descrita por Sérgio Ferro em aulas na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo (FAUUSP) e compiladas no volume *A história da arquitetura vista do canteiro* (Ferro, 2010, p. 16-20). Na produção de objetos arquitetônicos, o desenho técnico e a escolha de materiais específicos ocultam frequentemente o saber empírico dos profissionais do canteiro. De modo semelhante, no campo da drenagem urbana, o uso de instrumentos como projetos executivos, linguagem técnica e cálculos complexos serve como ferramenta de dominação, desqualificando o saber empírico das comunidades locais.

Por essa razão, considera-se que toda iniciativa voltada à ampliação da participação popular nas decisões sobre intervenções de desenho urbano que envolvam o manejo das águas pluviais urbanas deve necessariamente passar pela democratização do acesso aos meios de produção e veiculação da linguagem utilizada no contexto da drenagem urbana, permitindo que o saber técnico-científico e o saber empírico coexistam e se complementem. Ainda assim, é importante reconhecer que essa relação continua desigual, conforme destacado por Barreto et al. (2019, p. 798) que afirmam que os técnicos “tem sempre uma posição privilegiada e de comando do processo de projeto, embora muitas vezes o usuário tenha conhecimento mais

---

<sup>1</sup> De acordo com Kapp (2018, p. 224), um grupo sócio-espacial refere-se a um conjunto de pessoas que se relaciona dentro de um determinado espaço, no qual esse espaço é constitutivo do grupo, ao mesmo tempo em que é moldado por ele.

<sup>2</sup> Por técnicos, entende-se arquitetos, engenheiros e demais profissionais envolvidos na produção e planejamento espacial, responsáveis por projetar e executar intervenções no ambiente urbano, incluindo o manejo das águas pluviais.

<sup>3</sup> Kapp (2018) mantém o uso do hífen para destacar a dialética existente entre as relações sociais e espaciais, e não formam a homogeneidade que a grafia ‘socioespacial’ sugere. Esta grafia é utilizada neste texto.



profundo das circunstâncias e demandas aí envolvidas, em vista de sua experiência cotidiana com elas”.

Além disso, deve-se admitir que há uma assimetria de conhecimento técnico-científico por parte do poder público e que acontece a utilização de um argumento de autoridade, o que também influencia as argumentações nas tomadas de decisão em projetos de desenho urbano e limita ainda mais a capacidade da população de se envolver de maneira efetiva<sup>4</sup>. Nesse contexto, um processo decisório participativo exige uma série de cuidados tanto na condução do processo de criação quanto no uso da linguagem técnica e suas diversas formas de expressão.

Tal como descrito por Oliveira (2023, p. 125), que integrou o Projeto Águas na Cidade<sup>5</sup> (AnC) entre 2020 e 2023, a pedagogia urbana das águas pode ser um caminho para a construção coletiva de uma abordagem participativa, unindo academia e população com o objetivo de mobilizar as comunidades a participarem ativamente das decisões políticas relativas à (auto)gestão das águas pluviais e do desenho urbano, e também para pressionar e questionar a tomada de decisões em outras instâncias políticas.

Isso implica, como apontam Barreto et al. (2019, p. 798), uma necessária mudança de postura por parte dos técnicos, cuja formação deve ser repensada para incluir um preparo que assegure uma relação menos heterônoma com os grupos sócio-espaciais, além de promover o contato com a linguagem técnica e a capacidade de traduzir esse conhecimento de forma acessível, favorecendo o diálogo sobre o espaço urbano.

Entende-se que essa relação deve se pautar no conceito de assessoria técnica ao invés de assistência técnica, tal como defende Kapp (2018, p. 222), visto que, ao contrário da assistência técnica, que pressupõe uma inferioridade dos assistidos e reforça relações de dominação, a assessoria sugere uma abordagem crítica que visa à autonomia dos grupos assessorados, cujo objetivo é não apenas fornecer soluções técnicas, mas também criar uma colaboração genuína, em que os grupos envolvidos tenham a oportunidade de participar ativamente na construção do espaço que habitam. Ao fortalecer a troca entre saberes acadêmicos e empíricos, uma abordagem participativa pode contribuir para diminuir as assimetrias de conhecimento e poder nos processos decisórios.

Por isso, o AnC vem produzindo, desde 2016, estudos técnicos na confluência entre desenho urbano, hidrologia e pedagogia, com o objetivo de apoiar ações educativas e práticas de ensino e aprendizagem relacionadas às águas urbanas, tendo as bacias hidrográficas como unidade de planejamento<sup>6</sup>. A primeira fase do Projeto ocorreu entre 2016 e 2017, na sub-bacia do Córrego do Cardoso, onde está localizada a Comunidade da Serra. De acordo com Santos (2017, p. 8-9), durante as oficinas realizadas nas escolas dessa área, foram desenvolvidos

---

<sup>4</sup> Por participação efetiva, compreendem-se ações que, embora ainda distantes na prática, visam, no longo prazo, uma gestão popular, coletiva, autônoma e descentralizada, guiada por princípios compartilhados.

<sup>5</sup> O Projeto Águas na Cidade é um projeto de pesquisa do Grupo MOM-UFMG, coordenado pelo prof. Roberto E. dos Santos, e, atualmente, conta com a participação do estudante de pós-graduação Lucas Nogueira e da estudante de graduação Marina Malacco.

<sup>6</sup> Entende-se que considerar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, extrapolando as divisões territoriais tradicionais, como cidades e estados, pode facilitar a coordenação de políticas e ações entre as diferentes jurisdições administrativas (municipais, estaduais e federais) que compartilham a mesma bacia hidrográfica.

diversos materiais didáticos, como maquetes físicas e o Kit Águas na Cidade<sup>7</sup> (Figura 1). A segunda fase do AnC, iniciada em 2020 e ainda em curso, enfoca as sub-bacias do Cercadinho, na região Oeste de Belo Horizonte, e do Córrego do Capão, na região Norte. Nessa etapa, oficinas em escolas públicas localizadas nas sub-bacias resultaram na criação de vários materiais, incluindo maquetes físicas, a interface *Fazendo Chover*, os sites *Águas no Cercadinho* e *Águas no Capão*, além de quebra-cabeças das sub-bacias.

Figura 1 – Aplicação do Kit Águas na Cidade durante a recepção de calouros de Arquitetura e Urbanismo da UFMG



Fonte: Projeto Águas na Cidade (2022).

O presente artigo tem como objetivo descrever o processo de concepção e apresentar experiências associadas a dois desses instrumentos: *Fazendo Chover* e o site *Águas no Cercadinho*. O *Fazendo Chover* foi desenvolvido para proporcionar uma representação tridimensional (3D) de bacias hidrográficas, auxiliando no reconhecimento das características físicas e do comportamento da água, enquanto o site *Águas no Cercadinho* possibilita a visualização simultânea de diversas informações em mapas bidimensionais (2D), permitindo uma análise integrada dos impactos provocados pela ocupação urbana. Esses instrumentos visam não apenas ampliar as possibilidades de representações físicas e espaciais, mas também fortalecer a capacidade de análise e tomada de decisão em relação ao manejo das águas urbanas.

Embora ambos instrumentos ora descritos tenham sido desenvolvidos em formato digital, eles se basearam principalmente em experiências anteriores com instrumentos físicos. Essa escolha se justifica pelo contexto em que a segunda fase do AnC foi retomada, no auge da pandemia, quando a mobilização presencial era inviável. Nesse cenário, os grupos sócio-espaciais tornaram-se ainda mais vulneráveis às decisões heterônomas. Mesmo no período pós-pandêmico, o site continuou a ser utilizado como uma ferramenta de fácil acesso aos dados sobre a sub-bacia, disponível tanto em computadores quanto em dispositivos móveis. Já o

<sup>7</sup> O Kit Águas na Cidade conquistou o segundo lugar no Prêmio de Extensão Arquisur 2021 e está disponível para download em: [http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/aguas\\_na\\_cidade/01\\_kit\\_bacias/index.html](http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/aguas_na_cidade/01_kit_bacias/index.html).



*Fazendo Chover* foi utilizado para representações digitais do comportamento da água no interior de outras bacias, sendo incorporado inclusive em disciplinas<sup>8</sup> de graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

## 2 METODOLOGIA

Desde agosto de 2020, o Projeto AnC, que faz parte do Grupo de Pesquisa Morar de Outras Maneiras (MOM), retomou suas atividades com foco na sub-bacia do Córrego do Cercadinho, associando pesquisas de doutorado e de extensão. A retomada do projeto teve início na Primeira *Mostra Córregos Vivos*<sup>9</sup> (setembro-dezembro/2020), que representou uma oportunidade de ampliar os estudos sobre as águas urbanas e estabelecer conexões com a população local. Desde então, o grupo MOM tem se dedicado a estudos voltados para a experimentação e aplicação de materiais didáticos sobre águas urbanas em duas frentes complementares. A primeira visa estimular o reconhecimento das características físicas das bacias hidrográficas e a compreensão das dinâmicas das águas em seu interior. A segunda busca formas de engajar os grupos sócio-espaciais, integrando o conhecimento local e as vivências cotidianas às discussões sobre as sub-bacias e suas circunstâncias.

### 2.1 Fazendo Chover

Conforme dito anteriormente, o instrumento foi desenvolvido com o intuito de estimular o reconhecimento das características físicas das bacias hidrográficas e a compreensão das dinâmicas das águas em seu interior, utilizando para isso o software SketchUp, com foco no *plugin* MSPPhysics<sup>10</sup>. O primeiro passo para realizar a simulação consiste na habilitação dos *plugins* AMS Library, MSPPhysics e Sandbox. Em seguida, a topografia do terreno em estudo deve ser importada de um arquivo em formato dwg (gerado no software AutoCAD), e ajustada no SketchUp para criar um modelo tridimensional da superfície por meio da ferramenta *From Contours* do *plugin* Sandbox.

---

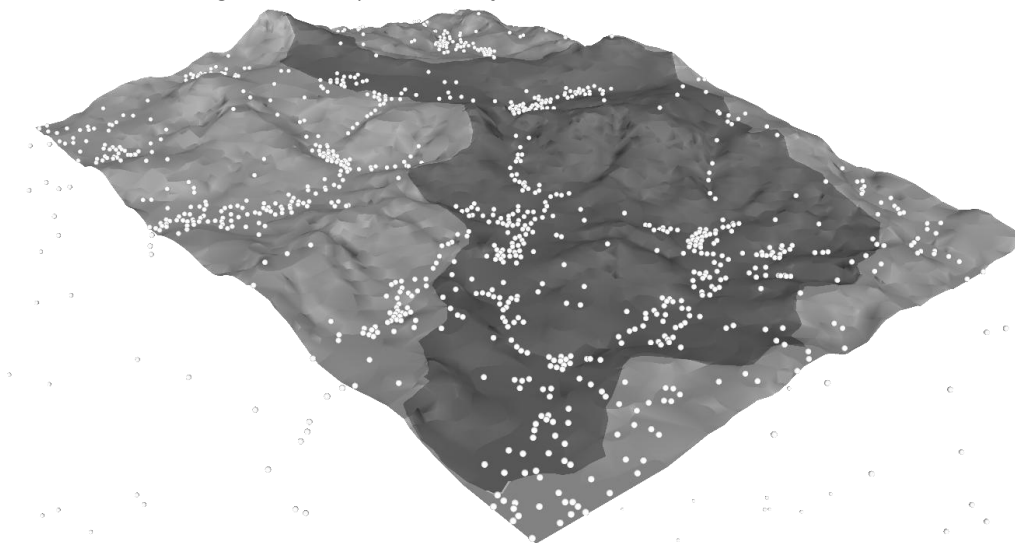
<sup>8</sup> O *Fazendo Chover* foi utilizado nas disciplinas de graduação *Águas Urbanas na Bacia do Capão*, ministrada por Silke Kapp e Núria Manresa (2022/1), e OFIAUP: Problemas de Parcelamento do Solo e Assentamentos Habitacionais, ministrada pelo professor Roberto E. dos Santos.

<sup>9</sup> Conforme descrito no site oficial, a *Primeira Mostra Córregos Vivos* foi concebida como um laboratório de investigação, experimentação, debate e proposição, com foco na Bacia do Cercadinho. Os resultados estão disponíveis em: <https://www.corregosvivos.com.br>.

<sup>10</sup> Este *plugin* foi desenvolvido pelo programador Anton Synytsia para simular as leis da física em objetos no software SketchUp.



Figura 2 – Exemplo de simulação no instrumento Fazendo Chover



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2024).

Para simular o comportamento da água, é necessário configurar o formato, o peso, o tamanho e as propriedades materiais dos objetos (esferas) de forma que representem gotas de chuva<sup>11</sup>. Esses objetos interagem com a topografia do terreno, permitindo observar o comportamento da água em diferentes fases de uma chuva. A simulação destaca como as superfícies côncavas e convexas do relevo influenciam no escoamento superficial e na distribuição das águas pluviais. Além disso, caso as curvas de nível sejam fidedignas à ocupação atual do terreno, é possível identificar pontos problemáticos, como áreas propensas às inundações. Para facilitar o processo de identificação dos referenciais espaciais, é possível acrescentar uma imagem aérea da área de estudo, utilizando a ferramenta *Texture* para aplicar uma imagem aérea na superfície do terreno com o mesmo recorte, conforme a figura a seguir.

---

<sup>11</sup> O tutorial para a utilização do instrumento está disponível em:  
[https://www.mom.arq.ufmg.br/mom/aguas\\_no\\_capao/bacia/arquivos/manual\\_fazendo\\_chover.pdf](https://www.mom.arq.ufmg.br/mom/aguas_no_capao/bacia/arquivos/manual_fazendo_chover.pdf)

Figura 3 – Simulação no instrumento Fazendo Chover utilizando imagem aérea



Fonte: Projeto Águas na Cidade (2023).

A gravação da simulação é realizada por meio da ferramenta MSPhysics Replay, que permite o controle da simulação através dos comandos *Play*, *Pause* e *Reverse*. O registro visual da simulação pode ser gravado utilizando tanto software externo quanto exportando um conjunto de cenas no SketchUp, que podem ser transformadas em gif ou vídeo.

## 2.2 Site Águas no Cercadinho

O instrumento foi desenvolvido com base no site *Águas no Capão*<sup>12</sup>, que faz parte da pesquisa de mestrado *Cuidar da Vida nas Bacias Urbanas: Correspondências com o Córrego do Capão*<sup>13</sup>. Assim como o site em que foi baseado, o *Águas no Cercadinho*<sup>14</sup> foi desenvolvido para ampliar a compreensão das dinâmicas da água em áreas urbanizadas e da ocupação em uma sub-bacia. Conforme discutido por Manresa et al. (2023, p. 4), espera-se que, por meio do cruzamento de dados presentes nas diferentes páginas do website, grupos sócio-espaciais e técnicos realizem análises críticas, fundamentadas nas informações disponíveis. Complementarmente, sugere-se que essas análises desenvolvam soluções que considerem o comportamento da água e as experiências cotidianas da população da sub-bacia.

O site *Águas no Cercadinho* foi desenvolvido com o auxílio do *software* Visual Studio Code, utilizando as linguagens de programação HTML, CSS E JavaScript. Ele, assim como o site *Águas no Capão*, conta com seis páginas: águas no cercadinho, a bacia, mapa interativo, linha do tempo, parceiros e propostas. Todas as páginas podem ser acessadas por meio de um menu localizado no topo do site, como ilustrado na figura a seguir. O design do site foi pensado para facilitar a navegação e promover o acesso intuitivo às informações sobre a sub-bacia do

<sup>12</sup> [http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/aguas\\_no\\_capao/index.html](http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/aguas_no_capao/index.html)

<sup>13</sup> Cf. MANRESA, Núria. **Cuidar da Vida nas Bacias Urbanas: Correspondências com o Córrego do Capão**. 2024. 187f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024.

<sup>14</sup> [http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/aguas\\_no\\_cercadinho/index.html](http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/aguas_no_cercadinho/index.html)



Cercadinho, oferecendo recursos visuais e interativos que complementam o conteúdo informativo.

Figura 4 – Página inicial do site Águas no Cercadinho



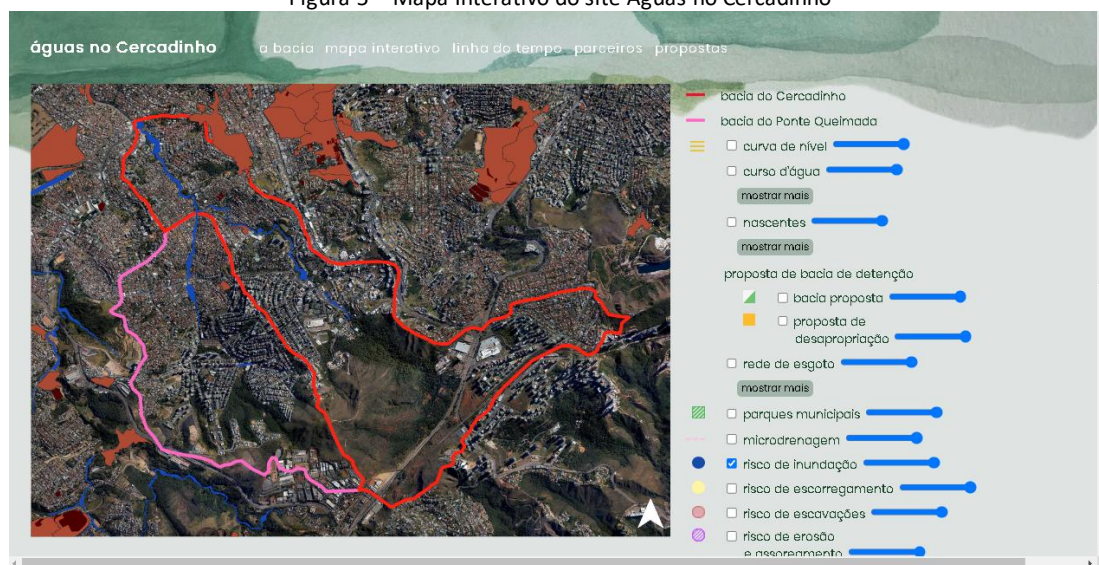
Fonte: Projeto Águas na Cidade (2023).

Uma das páginas do site é o mapa interativo, que permite a visualização simultânea de diversas camadas de informações em mapas bidimensionais. Isso é feito utilizando um arquivo de imagem no formato svg, que possibilita o armazenamento de várias imagens em um único arquivo, organizadas em camadas no *software* Adobe Illustrator. Cada camada representa um conjunto de dados sobre o manejo de águas pluviais no recorte da sub-bacia do Cercadinho, como cursos d'água, nascentes e zoneamento urbanístico, e sua transparência pode ser ajustada, permitindo uma análise baseada em diversas camadas e, portanto, mais detalhada e integrada dos impactos urbanos.

Para controlar a visibilidade dessas camadas, foi implementado um sistema de *checkboxes* utilizando a linguagem HTML integrada com a função *toggle*<sup>15</sup> em Javascript, que permite ao usuário ativar ou desativar uma camada específica. Por exemplo, o usuário pode escolher visualizar apenas as áreas de risco de inundação e vilas ou favelas, desativando as outras camadas, como as de zoneamento urbanístico ou edificações, para focar exclusivamente nos pontos problemáticos na sub-bacia devido às inundações e que simultaneamente estão próximos de grupos sócio-espaciais dissidentes ou marginalizados, conforme a figura a seguir.

<sup>15</sup> O *toggle* é um elemento de interface em JavaScript que permite ao usuário alternar entre duas opções ou estados diferentes, sendo também conhecido como interruptor.

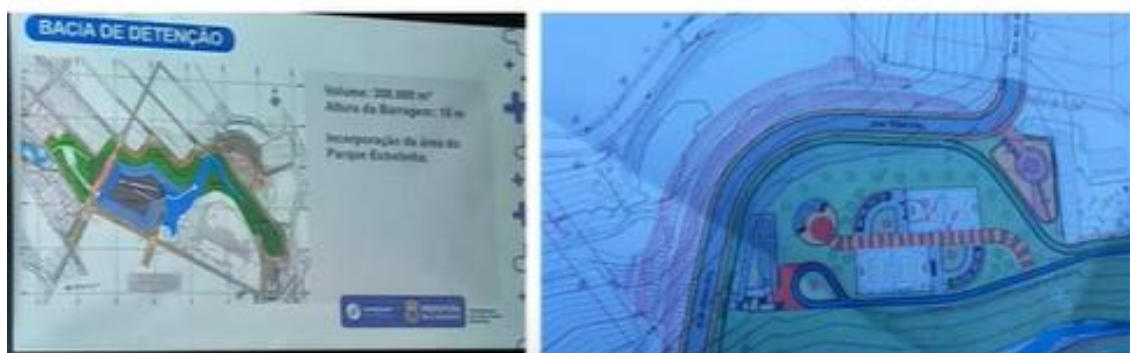
Figura 5 – Mapa Interativo do site Águas no Cercadinho



Fonte: Projeto Águas na Cidade (2023).

A maioria das camadas foram adicionadas a partir da base cartográfica *online* da Prefeitura de Belo Horizonte<sup>16</sup> (PBH), no entanto, algumas dessas camadas foram produzidas pelos membros do grupo de pesquisa MOM, de acordo com a demanda dos grupos sócio-espaciais da sub-bacia do Cercadinho. Um exemplo disso é a camada Proposta de bacia de retenção, referente ao projeto de obra pública de construção de uma bacia de contenção de águas pluviais nas imediações dos Bairros Estoril, Estrela Dalva e Havaí, que fazem parte da sub-bacia.

Figura 6 – Slides expostos na audiência pública sobre o projeto de bacia de retenção para o Cercadinho



Fonte: PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Figura apresentada na audiência pública sobre o projeto da bacia de retenção, Belo Horizonte, 03 out. 2023.

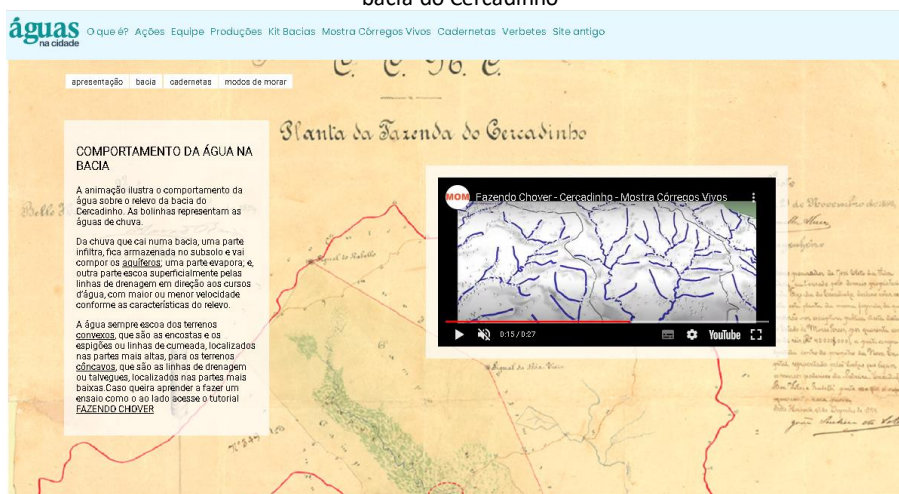
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a segunda experiência do AnC (2020-atual), no recorte espacial da sub-bacia do Cercadinho, os instrumentos *Fazendo Chover* e *Águas no Cercadinho* demonstraram efetividade

<sup>16</sup> O material está disponível para download em: <http://bhmap.pbh.gov.br/v2/mapa/idebhgeo>

no engajamento dos grupos sócio-espaciais e dos técnicos da construção civil, auxiliando na compreensão das dinâmicas das águas pluviais nas bacias urbanas. No caso do *Fazendo Chover*, é possível citar pelo menos duas situações em que as representações tridimensionais do caminho da água no interior da bacia permitiram que os participantes visualizassem de forma explícita o comportamento da água em diferentes tipos de relevo: na *Primeira Mostra Córregos Vivos* (Figura 7) e na disciplina Oficina Integrada de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo (OFIAUP): Problemas de Parcelamento do Solo e Assentamentos Habitacionais, do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMG, que atualmente tem como objeto de estudo a sub-bacia do Cercadinho.

Figura 7 – Material desenvolvido para a Primeira Mostra Córregos Vivos sobre o comportamento da água na sub-bacia do Cercadinho



Fonte: Projeto Águas na Cidade (2020).

Além do *Fazendo Chover*, o site *Águas no Cercadinho* também contribuiu para a análise da sub-bacia em estudo. Em 2020, conforme ilustrado na figura 6, durante audiência pública da Comissão de Administração Pública da Assembleia Legislativa de Minas Gerais (ALMG), a Superintendência de Desenvolvimento da Capital (Sudecap) e a Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) expuseram um projeto de construção de uma bacia de detenção, planejada para a região da sub-bacia do Córrego Cercadinho. Esta intervenção, com estimativa de custo entre 100 e 120 milhões de reais, caso executada, causaria impactos significativos sobre a vida dos moradores da área, pois poderia atingir uma área de preservação ambiental, bem como a horta de um dos movimentos ambientalistas localizado na sub-bacia, e, portanto, foi bastante contestada por moradores da sub-bacia do Cercadinho e técnicos na audiência pública em questão.

A decisão pela execução do projeto foi, aparentemente, tomada sem a participação efetiva da comunidade local da sub-bacia, sendo os moradores informados apenas após a conclusão do planejamento, conforme evidenciado em reuniões posteriores<sup>17</sup>. Isso reforça o argumento apresentado neste artigo sobre modo de agir do poder público em decisões sobre

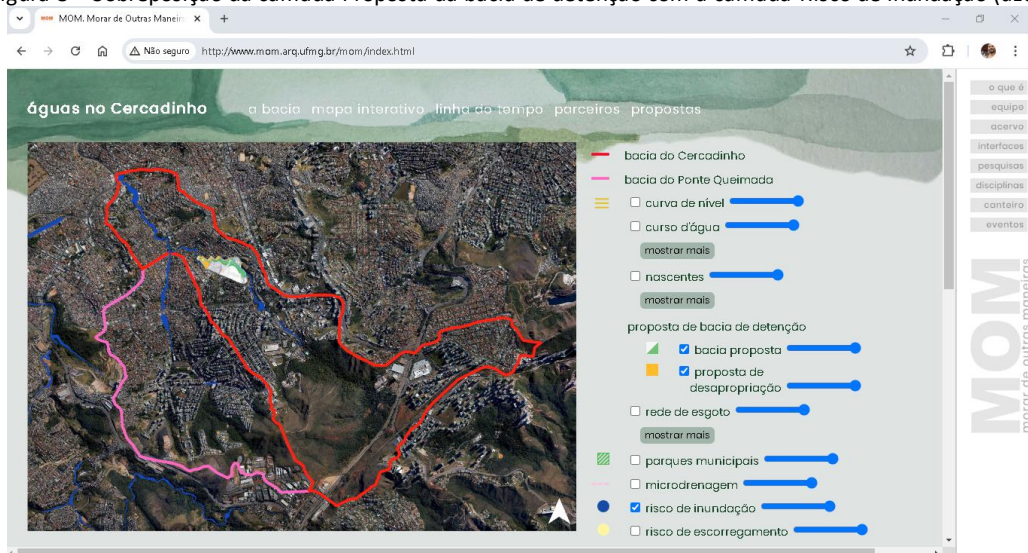
<sup>17</sup> A reunião pode ser consultada em: <https://www.almg.gov.br/comunicacao/noticias/arquivos/Eficacia-de-bacias-de-detencao-em-area-do-Corrego-Cercadinho-e-questionada/>, em que estão disponíveis tanto o texto explicativo quanto a gravação da sessão da audiência pública.



intervenções de desenho urbano que envolvam o manejo das águas pluviais urbanas. Esse aspecto gerou diversas preocupações entre os moradores, que questionaram a ausência de consultas públicas e a falta de apresentação de estudos aprofundados sobre os impactos sociais e ambientais, além de levantarem dúvidas quanto à eficácia da construção de uma bacia de retenção para solucionar o problema das inundações na região.

Baseando-se na demanda da população, integrou-se uma nova camada à aba de mapa interativo no site *Águas no Cercadinho*, permitindo a sobreposição da obra da bacia de retenção com diversas outras informações relevantes da sub-bacia, como aspectos geográficos, ambientais, legislativos e hídricos, oferecendo uma visão mais abrangente e detalhada, conforme ilustrado na figura a seguir.

Figura 8 – Sobreposição da camada Proposta da bacia de retenção com a camada Risco de inundação (azul)



Fonte: Projeto Águas na Cidade (2023).

Além das questões levantadas pelos moradores durante a audiência pública, é pertinente realizar uma análise crítica da proposta de construção da bacia de retenção, considerando as possíveis causas do descontrole do regime hidrológico urbano na sub-bacia do Cercadinho. Tal como afirma Carvalho (2009, p. 5), o descontrole hidrológico em áreas urbanas é fortemente influenciado pela impermeabilização do solo e pela concentração do escoamento superficial, resultantes da presença de superfícies construídas, como telhados, vias pavimentadas e outras infraestruturas. Esse fenômeno também é agravado pela substituição das superfícies naturais por superfícies antrópicas lisas e impermeáveis. Nesse contexto, a bacia de retenção proposta pela Sudecap poderia ser interpretada como uma solução centralizada que visa mitigar os efeitos dessas transformações urbanas.

Contudo, as causas dos problemas de inundação estão distribuídas pela cidade, o que indica que a aplicação de soluções descentralizadas poderia ser eficaz, pois trataria diretamente as causas do descontrole hidrológico. Carvalho (2009, p. 5) reforça essa ideia ao afirmar que “para problemas difusos, soluções difusas”, destacando a importância de estratégias que lidem com a complexidade dos fenômenos urbanos. A proposta de uma bacia de retenção, que visa



coletar e armazenar grandes volumes de água em um único ponto, não resolve necessariamente as diversas formas de impermeabilização e o aumento da velocidade de escoamento superficial que ocorrem à montante do ponto de construção da bacia de retenção. Ao contrário, essa medida pode se mostrar insuficiente para lidar com o problema em sua totalidade, além de gerar impactos indesejados em áreas de preservação ambiental em sua construção, o que reduziria as superfícies naturais e rugosas da bacia, conforme apontado pelos moradores da região.

A ideia de pensar a sub-bacia e até mesmo a cidade como um sistema integrado, adotando soluções que respeitem as características locais e micro locais, como a construção de medidas de infiltração nos topos de morro e a preferência por medidas de retenção e retenção nas encostas, poderia reduzir consideravelmente o escoamento superficial que chegaria ao fundo de vale e, portanto, minimizar os riscos atrelados às inundações que acontecem em eventos chuvosos intensos. Essas medidas difusas não apenas reduziram a demanda por grandes obras de infraestruturas e investimentos, como bacias de retenção, mas também poderiam promover uma gestão mais participativa das águas pluviais urbanas, integrando a comunidade local ao processo de decisão e manutenção das medidas implantadas.

Um exemplo de solução difusa que poderia ser implementado refere-se ao manejo das águas pluviais provenientes de telhados. Em vez de serem encaminhadas para o sistema de drenagem convencional, essas águas poderiam ser direcionadas a reservatórios, em que seriam aproveitadas para usos compatíveis com sua qualidade, como irrigação de jardins, limpeza e até mesmo em sistemas de reuso não potável. Sabe-se que a maioria dos telhados já dispõe da estrutura básica necessária para implementar essa solução, o que torna a adaptação simples e de baixo custo. Pequenas adaptações arquitetônicas, como calhas e tubulações direcionadas, seriam suficientes para captar e armazenar a água de chuva em caixas de captação. Essa abordagem descentralizada promoveria a retenção de água dos telhados diretamente na fonte, reduzindo o volume de escoamento que chegaria às áreas críticas de inundação.

No entanto, é pertinente questionar se as medidas difusas foram sequer avaliadas antes da elaboração do projeto executivo da bacia de retenção. Dado o orçamento apresentado na assembleia para a construção dessa infraestrutura, seria oportuno explorar o potencial de ações de educação ambiental e a implementação de soluções difusas na sub-bacia como um sistema integrado. Essas abordagens poderiam não apenas maximizar os recursos disponíveis, mas também envolver diretamente a comunidade local no processo de tomada de decisões e na manutenção das soluções implantadas, visando a autogestão.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente artigo, ao descrever o desenvolvimento dos instrumentos *Fazendo Chover e Águas no Cercadinho*, indica a importância de materiais didáticos no processo de democratização do conhecimento técnico-científico no contexto do manejo das águas urbanas. A capacidade desses instrumentos em ampliar a compreensão das características físicas das bacias hidrográficas e do comportamento das águas em áreas urbanizadas demonstra seu potencial para superar as barreiras de comunicação entre técnicos e grupos sócio-espaciais. Ao integrar ferramentas digitais com experiências cotidianas, esses instrumentos oferecem novas



formas de articulação entre o saber técnico-científico e o saber empírico, aproximando a população das discussões e decisões sobre o manejo das águas urbanas.

As experiências relatadas no âmbito do AnC demonstram o potencial de uma abordagem participativa e do uso de instrumentos de diálogo para a construção de soluções inclusivas nos processos decisórios que envolvam o manejo das águas urbanas. No decorrer do processo, verificou-se que a democratização do acesso às informações e a possibilidade de traduzir esse conhecimento de formas acessíveis podem ser etapas essenciais para reduzir as assimetrias de poder entre técnicos e grupos sócio-espaciais. Entretanto, a eficácia dessas iniciativas ainda depende de um esforço contínuo em educação ambiental, da mudança na postura dos técnicos e do desenvolvimento de ações de longo prazo que envolvam a população desde o início do processo.

Por fim, ressalta-se o papel das escolas e outras instituições educacionais como espaços de disseminação do conhecimento sobre as dinâmicas das águas nas bacias e a construção de soluções coletivas. O trabalho contínuo com as escolas, como o descrito nas primeiras e segundas fases do AnC, especialmente por meio de oficinas e atividades práticas, pode contribuir de forma significativa para a criação de uma cultura de autogestão das águas urbanas, envolvendo não apenas os alunos, mas também toda a comunidade local em ações que visam a preservação e a recuperação das condições ambientais das sub-bacias. Dessa forma, ao ampliar a participação popular nas decisões sobre intervenções de desenho urbano e manejo das águas pluviais, o uso de materiais didáticos fortalece um processo que pode ser crucial para aumentar a autonomia dos grupos sócio-espaciais no planejamento e na gestão das águas urbanas.

## REFERÊNCIAS

BARRETO, Isabela; SANTOS, Roberto E. dos; MARCANDIER, Rodrigo. Imagens para a imaginação da cidade. In: III COLÓQUIO INTERNACIONAL – Imaginário: Construir e Habitar a Terra, Deformações, Deslocamentos e Devaneios, São Paulo, 2019. **Anais [...]**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2019.

CARVALHO, Edézio Teixeira de. **Manifesto sobre a fundamentação geológica de sistemas de drenagem urbanos**. Belo Horizonte, 2009.

FERRO, Sérgio. **A história da arquitetura vista do canteiro – três aulas de Sérgio Ferro**. São Paulo: GFAU, 2010.

KAPP, Silke. Grupos sócio-espaciais ou a quem serve a assessoria técnica. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 2, n. 2, p. 221-236, 2018.

MANRESA, Núria; CORREIA, Roseli; PENIDO, Junia; NERY, Ana Alice; PIRÂMIDES, Clara. Um website pode contribuir para a organização dos ribeirinhos urbanos?. **18º Congresso Brasileiro de Sistemas EA-UFMG – Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais Belo Horizonte – MG**. 26 e 27 de outubro de 2023.

MANRESA, Núria. **Cuidar da Vida nas Bacias Urbanas: Correspondências com o Córrego do Capão**. 2024. 187f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024.





Edição em Português e Inglês / *Edition in Portuguese and English* - Vol. 13, N. 41, 2025

OLIVEIRA, Renata da Silva. **Aprendendo com as águas:** pedagogia urbana das águas na Bacia do Cercadinho. 2023. 243f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

SANTOS, Roberto E. dos. Kit Águas na Cidade: interface físico-digital para demarcação de bacias. In: IX ENCONTRO INTERNACIONAL DAS ÁGUAS: Rios Urbanos Limpos - Possibilidades e Desafios, Recife, 2017. **Anais [...]**. Recife: Universidade Católica de Pernambuco, 2017.