


Circunstância: uma proposta para discutir as águas urbanas

Circumstance: a proposal to discuss urban waters

Circunstancia: una propuesta para discutir las aguas urbanas

Roberto Eustáquio dos Santos, doutor em Educação pela FaE-UFMG, Escola de Arquitetura da UFMG.
E-mail: eustaaquio1958@ufmg.br  <https://orcid.org/0000-0002-4239-2183>

Para citar este artigo: SANTOS, Roberto E. dos. Circunstância: uma proposta para discutir as águas urbanas. *Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo*, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 105-117, 2024.

DOI 10.5935/cadernospos.v24n1p105-117

Submissão: 2023-02-12

Aceite: 2023-07-23

Resumo

A maioria das cidades brasileiras tem sofrido com enchentes e deslizamentos nos períodos chuvosos, deixando claro as mazelas provocadas por urbanizações desrespeitosas das condições naturais, bem como as limitações das soluções convencionais de drenagem, incapazes de enfrentar o problema, tampouco seu crescente agravamento em vista das mudanças climáticas. O enfrentamento dessa situação impõe novas soluções baseadas em medidas difusas de manejo de águas pluviais, que dependem da participação das populações locais e, portanto, da compreensão do que é uma bacia hidrográfica urbana e de como funciona a dinâmica da água em seu interior, aspectos fundamentais da educação ambiental básica para recuperação da qualidade de vida nas cidades. Este artigo apresenta o conceito de *circunstância*, relativo à parcela de uma bacia hidrográfica passível de ser observada



de forma direta e cotidiana, como base de uma proposta para horizontalizar o conhecimento acerca do funcionamento da água nas bacias urbanizadas e ampliar as discussões sobre águas urbanas, de forma articulada às diversas escalas aí implicadas. O artigo também apresenta um relato sobre a circunstanciação de uma sub-bacia em Belo Horizonte, ilustrando o modo como ela pode ser mobilizada na prática.

Palavras-chave: Águas Urbanas; Bacia Hidrográfica; Educação Ambiental; Recuperação de áreas degradadas; Organização política a partir das águas urbanas.

Abstract

Most Brazilian cities have suffered from floods and landslides during the rainy season, making clear the ills caused by disrespecting urbanization of natural conditions as well as the limitations of conventional drainage solutions, unable to face the problem nor its growing aggravation in view of changes weather. Facing this situation imposes new solutions based on diffuse measures of rainwater management, which depend on the participation of local populations and, therefore, on the understanding of what an urban hydrographic basin is and how the dynamics of the water inside it works, aspects fundamental aspects of basic environmental education to recover the quality of life in cities. This article presents the concept of circumstance, related to the portion of a watershed that can be directly and daily observed, as the basis of a proposal to horizontalize knowledge about the functioning of water in urbanized basins and expand discussions on urban water, articulated to the various scales involved therein. The article also presents a report on the circumstances of a sub-basin in Belo Horizonte, illustrating how it can be mobilized in practice.

Keywords: Urban Waters; Hydrographic Basin; Environmental Education; Recovery of degraded areas; Political organization through urban waters.

Resumen

La mayoría de las ciudades brasileñas han sufrido inundaciones y deslizamientos de tierra durante la temporada de lluvias, evidenciando los males causados por la urbanización que no respeta las condiciones naturales, así como las limitaciones de las soluciones de drenaje convencionales, incapaces de enfrentar el problema ni su creciente agravamiento ante los cambios climáticos. Enfrentar esta situación impone nuevas soluciones basadas en *medidas difusas de gestión del agua de lluvia*, que dependen de la participación de las poblaciones locales y, por tanto, de la comprensión de qué es una cuenca hidrográfica urbana y cómo funciona la dinámica del agua en su interior, aspectos fundamentales de educación ambiental básica para recuperar la calidad de vida en las ciudades. Este artículo presenta el concepto de circunstancia, relacionado con la porción de una cuenca que puede ser observada directa y cotidianamente, como base de una propuesta para horizontalizar el conocimiento sobre el funcionamiento del agua en cuencas urbanizadas y ampliar las discusiones sobre el agua urbana,



articuladas a las varias escalas involucradas en el mismo. El artículo también presenta un informe sobre las circunstancias de una subcuenca en Belo Horizonte, ilustrando cómo se puede movilizar en la práctica.

Palabras clave: Aguas Urbanas; Cuenca Hidrográfica; Educación Ambiental; Recuperación de áreas degradadas; Organización política desde las aguas urbanas.

INTRODUÇÃO

Reiteradas experiências de situações de risco levam à insensibilidade e ao abuso. Eis o que parece caracterizar também a percepção das águas urbanas pela maioria da população: já nos acostumamos aos desastres, enquanto esperamos por alguma solução mágica, amparada em obras públicas de grande escala, legitimadas tecnicamente e até desejadas, apesar de sua ineficácia. Ações centralizadas, conservadoras e pouco ou nada debatidas com os diretamente atingidos têm levado à repetição de erros e à falta de imaginação de alternativas. Entretanto, a própria água pode nos instruir, desde que sejamos capazes de observar de perto como ela se comporta — sempre inexorável e sempre diversa.

O conceito de circunstância aqui proposto visa facilitar essa compreensão, não apenas no âmbito técnico ou acadêmico, mas sobretudo no contexto do conhecimento compartilhado com não especialistas, isto é, todos os habitantes das bacias hidrográficas urbanizadas. A premissa disso é a de que a água, forçosamente, põe esses habitantes em relação uns com os outros e com a natureza (urbana), o que faz dela o potencial pivô de um processo de aprendizagem, conscientização e ação coletiva.

Como definição preliminar, a ser detalhada adiante, cabe explicar que o conceito de circunstância designa uma unidade física mínima de análise e de cálculos de escoamento, infiltração ou reservação, que constitui, ao mesmo tempo, uma unidade territorial mínima de articulação de habitantes numa rede interativa de decisão e ação. Quanto ao primeiro aspecto, uma circunstância pode coincidir com uma sub, micro ou nanobacia; quanto ao segundo, ultrapassa essas noções. Conhecer a circunstância significa conhecer o funcionamento da água em cada localidade, compreender o que rege suas manifestações concretas e deixar de percebê-la apenas nos extremos do consumo alienado e da catástrofe.

A elaboração do conceito de circunstância se deu num processo recíproco de reflexões teóricas e atividades extensionistas, iniciado em 2015. Desde então, o projeto de pesquisa e extensão Águas na Cidade (AnC)¹ se dedica à elaboração de artefatos que ajudem a difundir a aprendizagem a partir das águas urbanas

1 Os projetos de pesquisa e extensão Águas na Cidade são coordenados pelo professor Roberto E. dos Santos e está sediado no Grupo de Pesquisa MOM (para maiores informações, consultar <http://www.mom.arq.ufmg.br>), da Escola de Arquitetura da UFMG.



em escolas públicas e movimentos sociais: são representações, instrumentos de diálogo, interfaces e métodos, com ênfase no material didático para o ensino fundamental e médio. O objetivo central do projeto é despertar o interesse da população por esse tema e pela especulação imaginativa acerca da recuperação de boas condições ambientais, partindo do pressuposto de que se trata de uma tarefa coletiva, descentralizada, em que medidas difusas de recuperação ambiental são pelo menos tão importantes quanto as medidas de grande porte (Rosa, 2017).

Tudo isso foi motivado pela constatação recorrente de que as pessoas aprendem na escola a sequência do ciclo hidrológico, mas não o relacionam às suas experiências concretas, cotidianas. Para a maioria, não há associação automática entre aquele esquema de precipitação, escoamento, armazenamento e evaporação representado nos livros escolares e a enchente à sua porta. Ficou evidente que faltava uma noção que fizesse a ponte entre aquelas experiências cotidianas e as abordagens técnico-científicas da hidrologia. O conceito de circunstância se cristalizou, justamente, para fechar essa lacuna, do ponto de vista teórico e, também, metodológico e pedagógico.

Sendo assim, o texto está organizado em três seções além desta introdução. “A circunstância no fractal das bacias” é uma breve discussão do conceito diante das noções correntes de bacia hidrográfica e de suas subdivisões físicas. “Da epistemologia da circunstância” explora o mesmo conceito considerando sua relação com a vivência cotidiana individual e coletiva. Finalmente, “Extensão no Cercadinho” é um relato do trabalho realizado pelo AnC numa sub-bacia em Belo Horizonte, ilustrando como a circunstanciação pode ser mobilizada na prática.

A circunstância no fractal das bacias

O que fazer para recuperar a qualidade ambiental da cidade e chegar a uma coexistência reconciliada com a água? Nem é preciso dizer da urgência de ações locais para reduzir os impactos perniciosos das águas de chuva, resultantes de nossa urbanização predatória. Além disso, estudos e ações locais abrem possibilidades, talvez únicas, de ensaios de autonomia coletiva no espaço urbano. Mas por onde começar?

Ações locais fundamentadas na lida com as águas vão muito além da mitigação de fenômenos pontuais, porque as águas estão, por natureza, relacionadas a contextos mais amplos. Elas já trazem consigo, como que naturalmente, a articulação interescalar característica das redes hidrográficas: o Rio São Francisco recebe as águas do Rio das Velhas, que recebe as águas da bacia do Ribeirão Arrudas, que recebe as águas da sub-bacia do Córrego do Cercadinho, que recebe as águas da microbacia do Córrego Ponte Queimada, que recebe as águas de subdivisões mais miúdas ou locais. Ou, dito de modo inverso, as águas de chuva se infiltram no solo, formando o lençol freático e as nascentes, ou escoam



superficialmente pelos relevos côncavos formando cursos d'água menores, que se tornam mais volumosos à medida que chegam a cotas mais baixas, até se juntarem a um curso d'água principal, que, por fim, desemboca no oceano.

Um tal curso d'água principal (um grande rio) define, convencionalmente, a unidade hidrográfica de escala mais abrangente nessa dinâmica das águas: a *bacia hidrográfica*. Ela designa a extensão de terra drenada pelo curso d'água principal e por seus afluentes, e delimitada por elementos morfológicos divisores de água, isto é, topos de morro, selas e linhas de cumeada. Já quanto às unidades hidrográficas de escalas menos abrangentes, isto é, as porções menores que constituem uma bacia, a nomenclatura é menos imediata. *Grosso modo*, a *sub-bacia* é a área de drenagem de um curso d'água tributário do curso d'água principal. Sua extensão territorial pode variar muito, dependendo do território e da abordagem de análise; há, por exemplo, delimitações de sub-bacias que abrangem mil hectares e outras que abrangem 30 mil hectares (Teodoro *et al.*, 2007, p. 140-142). Já o termo *microbacia* designa áreas sempre inferiores a 10 mil hectares, definidas segundo critérios hidrológicos e ecológicos (Teodoro *et al.*, 2007, p. 140-142).

Entretanto, mais importante do que tais definições em si é a compreensão de que são sempre relativas, não absolutas. Dependendo da escala de análise, uma mesma porção do território pode ser compreendida como bacia, sub-bacia, microbacia ou outro termo afim. “Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Portanto, os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos” (Teodoro *et al.*, 2007, p. 138-139).

Desde os anos 1990, essa rede de interações formada pelas águas, com subporções virtualmente infinitas, mas que funcionam de maneira análoga nas diversas escalas, vem sendo estudada mediante o recurso à chamada geometria fractal, “um meio-termo geométrico viável entre a excessiva ordem geométrica de Euclides e o caos geométrico da matemática geral” (Mandelbrot, 1989, p. 3). O emprego da teoria dos fractais para a descrição, a modelagem e a análise de formas complexas deve-se ao fato de ela permitir apreender matematicamente o comportamento “caótico” de sistemas como as bacias hidrográficas (Silveira, 2006, p. 18-21).

A geometria fractal possibilita trabalhar com superfícies rugosas de relevos complexos em diferentes escalas, a partir de padrões geométricos que variam dentro de limites bem definidos. Como mostram os estudos nesse sentido realizados por La Barbera e Rosso (1987), Tarboton, Bras e Iturbe (1988, 1990), Beer e Borgas (1993), Rinaldo (1993) e Silveira (2006), a lógica fractal traz uma chave de acesso ao manejo das águas pluviais por meio da extrapolação do cálculo de vazões, infiltrações, capacidade de armazenamento etc. Ela fornece os caminhos de análise matemática da cadeia sequencial de eventos provocados pela água no interior das bacias, com estimativas precisas o suficiente para informar cálculos hidrológicos e planejar intervenções.



Dito de forma mais simples, dentro de uma bacia pode-se considerar uma infinidade de subdivisões cujo padrão e cujos atributos geométricos são passíveis de análise via cálculo e, portanto, de certa previsibilidade útil a projetos de intervenção no espaço, especialmente a ações locais consistentes. Além disso, o padrão de uma pequena parte pode ser inferido para o restante da bacia. Pode-se transitar por diferentes escalas de observação, visualizando as diversas ordens de interação e interdependência. Assim, apreende-se como uma (sub-)bacia urbana se articula externamente a uma bacia que abrange uma mancha metropolitana inteira, e apreende-se como ela se articula internamente, na escala de um bairro, a um parcelamento ou um quarteirão. Essas porções menores constituem as *circunstâncias*.

A chamada *circunstanciação* consiste em delimitar as divisões da sub-bacia em circunstâncias. Do ponto de vista técnico, ela se dá à semelhança do procedimento de demarcação de bacias em escalas mais amplas, ou seja, trata-se da identificação de linhas de cumeada, linhas de drenagem e exutórios para configurar microunidades de escoamento. Temos utilizado para isso a representação topográfica com curvas de nível de metro em metro, e, uma vez delimitadas as circunstâncias, as classificamos por categorias de ocupação e as registramos no *software* QGis sobre imagens de satélite. Isso, por sua vez, fornece dados para alimentar *softwares* como o Storm Water Management Model (SWMM) e obter cálculos sumários de volumes de escoamento e capacidade de infiltração, contenção e retenção de águas pluviais. Esse processo também permite ensaiar em ambiente computacional a implantação de medidas compensatórias difusas de manejo de águas pluviais, fornecendo dados consistentes sobre sua eficácia em cada circunstância específica.

Porém, como já indicado acima, o conceito de circunstância advém de uma perspectiva socio-espacial. Enquanto uma subdivisão de bacia feita numa abordagem estritamente física considera sobretudo sua capacidade de gerar deflúvios (a quantidade de água drenada determinada por formato, relevo e solo), a circunstanciação considera também as determinações socio-espaciais. Um requisito fundamental nesse sentido é a consideração do histórico de ocupação daquele território. Outro é que a extensão de uma circunstância é função da possibilidade de apreensão por observação direta, cotidiana. A circunstanciação se faz de uma maneira que, potencialmente, habilita cada morador urbano a identificar a circunstância de sua moradia, as outras moradias que a compartilham e sua articulação às demais porções da rede hidrográfica urbana.

Da epistemologia da circunstância

“Eu sou eu e minha circunstância, e se não a salvo não me salvo eu”, escreve o filósofo espanhol José Ortega y Gasset (2019, p. 32). A frase é complementada pela recomendação de fazer o bem ao próprio lugar de origem e “buscar o sentido



do que nos rodeia” (Ortega y Gasset, 2019, p. 32). A circunstância a que Ortega y Gasset se refere e cujo conhecimento profundo conferiria sentido ao mundo humano não é apenas uma porção territorial nem está restrita ao mundo físico. Porém, o que importa aqui é sua ênfase na pequena escala como nossa única possibilidade de apreensão concreta da realidade.

Não existem na realidade mais que partes; o todo é abstração das partes e necessita delas. [...]

Para quem o pequeno não é nada, o grande não é grande. Temos de buscar nossa circunstância, tal qual ela é, precisamente no que tem de limitação, de peculiaridade: o exato lugar na imensa perspectiva do mundo; não nos determos perpetuamente em êxtase frente aos valores hieráticos, mas sim conquistar para a nossa vida individual o posto oportuno entre eles. Em suma: a reabsorção da circunstância é o destino concreto do homem (Ortega y Gasset, 2019, p. 31).

Ao mesmo tempo, o filósofo estimula a ir além do diretamente observado ou observável. Pelo exercício de adquirir “plena consciência de suas circunstâncias”, o ser humano “se comunica com o universo” (Ortega Y Gasset, 2019, p. 26). Trata-se de uma epistemologia da observação direta, atenta, amorosa da circunstância, que leva também ao trânsito por escalas mais amplas. Eis a concepção aqui proposta para alimentar e horizontalizar a discussão sobre as águas urbanas.

Entretanto, cabe uma ressalva. Enquanto Ortega y Gasset privilegia aspectos morais e psicológicos da relação entre indivíduo e circunstância, à concepção aqui proposta interessam mais as dimensões material, coletiva e política. Interessa a construção da cidade como história e como caminho para recuperar suas circunstâncias socio-espaciais, não a mística do lugar tantas vezes cultuada no campo da arquitetura e do urbanismo, como se subordinação, exclusão e injustiça socioespaciais fossem coisa secundária. Amor por um lugar ou sentimento de pertença cultivado à custa da consciência socio-espacial é mera ideologia.

Assim, da mesma maneira que as redes hidrográficas articulam distintas escalas entre si, também a aprendizagem a partir da água precisa articular a observação direta a conhecimentos de maior abrangência territorial, pois problemas manifestados numa circunstância muitas vezes têm origem em outra. Apenas pela combinação de experiência concreta e investigação sistemática é possível conhecer a fundo cada circunstância, compreender a origem dos conflitos entre água e urbanização, e pôr em prática uma convivência reconciliada com as águas. Essa interpretação da proposição de Ortega y Gasset para o encaminhamento de uma epistemologia e uma pedagogia em torno da água tem sido exercitada pela equipe do projeto AnC em contextos urbanos reais e em parceria com as pessoas que a habitam.



Dado que a consideração de uma bacia para além da escala da circunstância demanda sempre algum grau de abstração e, portanto, artifícios de representação, elaboramos uma série de artefatos para articular a escala micro da observação direta com a escala macro dos estudos sistemáticos. A cadeia de eventos interconectados no interior de uma bacia durante a ocorrência de uma chuva intensa, por exemplo, pode ser reproduzida em ambiente computacional, ao menos no que diz respeito a aspectos como vazão de enxurradas, cota de inundação e taxas de permeabilidade. Isso facilita compreender e interpretar uma dimensão dos fenômenos que não seria apreensível por observação direta. Por outro lado, a observação direta fornece a experiência insubstituível do lugar e de suas riquezas humanas e não humanas. E mesmo que um fenômeno nunca se repita exatamente da mesma maneira em circunstâncias diferentes, a compreensão profunda de uma pequena parte põe os agentes em conexão com o todo da bacia ou da rede de bacias. Ela propicia uma percepção interescalar que muitas pessoas só vislumbram em eventos excepcionais (como ao verem as imagens da lama despejada pela Samarco em Mariana poluindo a Praia de Regência, o paraíso capixaba do surfe).

Extensão no Cercadinho

O projeto AnC já abordou diversas sub-bacias de Belo Horizonte, com múltiplas parcerias com escolas públicas e outros grupos. Aqui me restrinjo à descrição das atividades de pesquisa e extensão na sub-bacia do Córrego do Cercadinho, iniciadas em 2020, em parceria com a Escola Estadual Manuel Cassasanta (EEMC), a Escola Municipal Efigênia Vidigal (Empev) e o grupo ambientalista Cercadinho-Nascente Ponte Queimada. Os objetivos dessas atividades — assim como das anteriores — podem ser resumidos nos seguintes pontos: (1) ampliar e democratizar a compreensão das manifestações concretas do ciclo hidrológico e do impacto da urbanização nesse ciclo; (2) construir interações não hierárquicas, que valorizem e mobilizem o conhecimento prévio da população, e facilitem seu acesso ao conhecimento formal; (3) pesquisar, testar e difundir medidas



Figura 1: Atividades com as crianças da Empev: trabalho com imagens de satélite, maquetes, mapas e excursões. Fonte: Acervo do projeto *Águas na Cidade*.



compensatórias difusas de manejo de águas pluviais; (4) fomentar a autonomia coletiva dos grupos locais mediante a produção de interfaces e instrumentos dialógico-interativos.

Dois caminhos de pesquisa e experimentação se entrecruzam nesses objetivos. O primeiro diz respeito ao envolvimento da população local na exploração das origens dos fenômenos produzidos pelas águas na sub-bacia, articulando o conhecimento técnico ao conhecimento construído a partir da observação direta e da vivência cotidiana das circunstâncias. Para isso, vimos realizando diversas atividades com nossos parceiros no Cercadinho. Com o grupo ambientalista, por exemplo, estruturamos uma disciplina da graduação em Arquitetura e Urbanismo que originou um conjunto de diretrizes ilustradas para implementação de um parque ciliar, com corredores verdes articulados à área de preservação das cabeceiras à Serra do Curral, na perspectiva de constituição da chamada Trama Verde-Azul, prevista no Plano diretor da RMBH. Já na Empev, estão em curso encontros quinzenais com estudantes e professores no âmbito do Programa Escola Integrada, com foco na representação topográfica. Por meio de atividades envolvendo maquetes e excursões de reconhecimento no entorno da escola (Figura 1), procuramos desmistificar a linguagem técnica, que normalmente constitui um empecilho à comunicação entre grupos “leigos” e instâncias formais. Na preparação de tais atividades, tomamos por base um esquema prático de produção de material didático de caráter dialógico (Figura 2), concebido numa fase anterior do AnC (Santos, 2020). Em vez de apresentar uma proposta de ensino pronta e acabada, apresentamos aos parceiros diversos instrumentos de diálogo com a finalidade de provocar “questões genuínas” (Mortimer; Scott, 2003) a partir das quais se constroem coletivamente os programas de ensino e as sequências de atividades convenientes a cada caso.



Figura 2: Kit de Demarcação de Bacias² e Quebra-cabeça das Circunstâncias. Fonte: Acervo do

2 O kit de demarcação de bacias foi contemplado com o segundo lugar no Prêmio de Extensão Arquisur 2021 e pode ser encontrado, assim como os demais instrumentos, para *download* gratuito em <http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/index.html>.



projeto Águas na Cidade.

O segundo caminho, de caráter mais técnico, diz respeito a métodos de análise das circunstâncias e à pesquisa de medidas compensatórias de drenagem urbana e manejo de águas pluviais (principalmente de contenção, detenção e infiltração), subsidiando discussões, decisões e ações dos grupos locais. Para isso, iniciamos os estudos da bacia do Cercadinho pela reconstituição da história da ocupação, utilizando como fontes o levantamento da Fazenda do Cercadinho, registrado em mapa em 1896, e um inventário dos projetos de parcelamento entre as décadas de 1970 e 2010. Construímos também uma cronologia de obras públicas com base nos Relatórios dos Prefeitos de Belo Horizonte. Paralelamente, analisamos as condições físico-ambientais da sub-bacia com base na interface entre relevo, hidrografia, pedologia e urbanização, identificando usos do solo, padrões de parcelamento, sistema viário, tipos de pavimentação, redes públicas de água, esgoto e eletricidade, permeabilidade, cobertura vegetal e declividades. Com base nesses dados, iniciamos o processo de circunstanciação, como descrito acima (Figura 3).

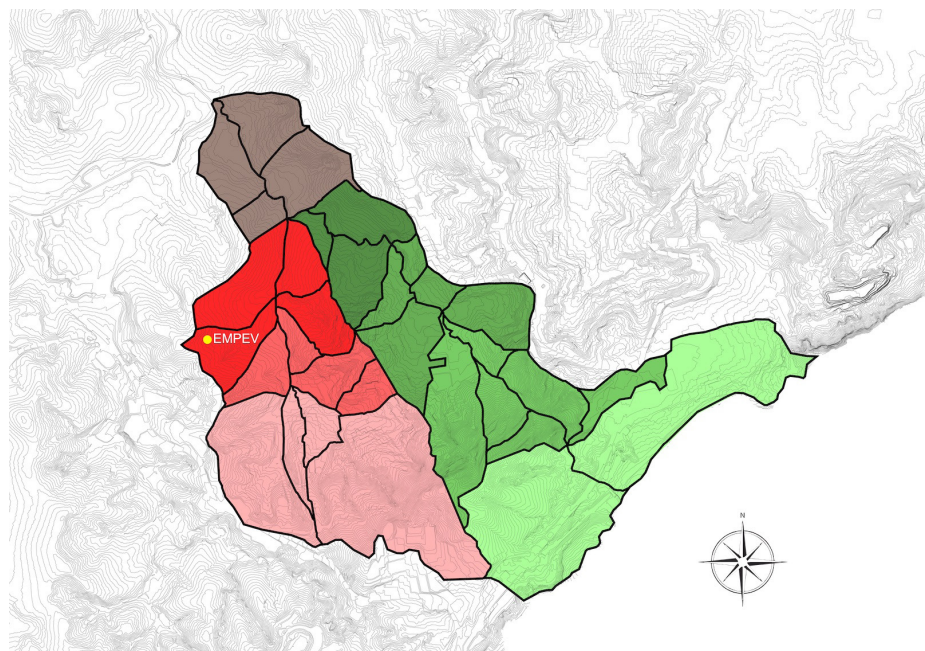


Figura 3: Esquema geral de distribuição das circunstâncias (circunstanciação) da sub-bacia do Cercadinho. Fonte: Acervo do projeto Águas na Cidade.

No caso do Cercadinho, em que exploramos todo esse processo, escolhemos a circunstância em que se localiza a Empev para iniciar o trabalho em nível microlocal. Como grande parte dos estudantes mora nas proximidades, essa circunstância ofereceu a oportunidade de nos aproximarmos da comunidade local e de exercitar um processo pedagógico baseado na circunstanciação. A análise da circunstância da Empev, de fato, revelou as razões dos problemas de alagamento no interior da escola. Decidimos então propor à Secretaria de Obras da Prefeitura de Belo Horizonte um experimento baseado na instalação de jardins

de chuva, tetos verdes, valas de infiltração e caixas de retenção e detenção na área de contribuição da escola. O experimento será um teste prático da eficácia desses dispositivos e da precisão do método de circunstanciação, ao mesmo tempo que configurará material pedagógico *in loco*, aumentando a familiaridade da população local com essas possibilidades. No caso do Cercadinho e, mais especificamente, das atividades na Empev, a circunstanciação possibilitou que os participantes identificassem a origem dos problemas concretos e potenciais, e compreendessem a concatenação de eventos no interior da bacia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abrangência, extensão e paulatina intensificação dos problemas causados pelas águas em meio urbano demandam medidas para além das soluções convencionais em grande escala. Mais do que isso, demandam ampliar a participação dos moradores das bacias hidrográficas urbanizadas, pois a implementação de tais medidas não é possível sem a adesão massiva da população. É imprescindível horizontalizar o conhecimento acerca da dinâmica da água no interior das bacias e acerca das alternativas no seu manejo.

O conceito de circunstância e os procedimentos pedagógicos a que pode dar origem são artifício para isso. Como unidade fundamental de trabalho em torno das águas urbanas, a circunstância serve à construção de decisões democráticas a partir da escala microlocal, à diferença das decisões legitimadas apenas por critérios técnicos e definidas por uma perspectiva macrológica, que tende a abstrair ou ignorar detalhes locais (Pinheiro, 2022). Uma vez identificadas as circunstâncias de uma bacia e a rede de interações entre elas, é possível tomá-las como referência para a discussão de soluções coordenadas em seu interior, como, por exemplo, representações na composição de comitês de bacia e outras instâncias da organização político-administrativa do respectivo contexto, articulando questões microlocais e locais a decisões coletivas em escalas mais abrangentes.

A experiência do projeto AnC tem revelado um interesse genuíno pela recuperação ambiental e pelo (re)desenho urbano a partir das águas, tanto por parte de estudantes de Arquitetura e Urbanismo quanto por parte de ativistas e lideranças comunitárias. Ela também mostra que a rede de ensino fundamental é um local privilegiado para iniciar a mobilização de moradores para a construção de um processo de conhecimento e reconhecimento das características microlocais das bacias, o que torna esses grupos mais aptos a enfrentar os problemas causados pelas águas e a reivindicar programas, políticas públicas e recursos.

Tudo isso nos leva a crer na viabilidade da implementação de um programa permanente de formação e treinamento de assessorias técnicas para atuar concomitantemente no redesenho urbano de diversas bacias, abrindo, assim mais possibilidades de atuação de arquitetos-urbanistas em assessorias técnicas para além da habitação.



Para terminar, cabe enfatizar mais uma vez que a professora mais competente nesse processo de aprendizagem coletiva é a própria água. O milenar oráculo chinês I Ching já o diz, no hexagrama 29, intitulado “O abismal”, formado pela duplicação do trigramma da água:

À medida que um perigo se repete, o homem tende a se acostumar a ele. A água dá o exemplo da conduta correta nessas condições. Prossegue fluindo e vai preenchendo as depressões que encontra. Não vacila ante nenhuma passagem perigosa, não retrocede ante nenhuma queda, e nada faz perder sua natureza essencial. Ela permanece fiel a si mesma em todas as circunstâncias (Wilhelm, 1984, p. 108).

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não teria sido possível sem o apoio da Pró-Reitoria de Pesquisa e da Pró-Reitoria de Extensão da UFMG, por meio da oferta de bolsas para estudantes de graduação e pós-graduação e do financiamento para a fabricação de material didático.

REFERÊNCIAS

- BEER, T.; BORGAS, M. Horton’s laws and the fractal nature of streams. *Water Resources Research*, Hoboken (NJ), n. 5, 1993.
- LA BARBERA, P.; ROSSO, R. Fractal geometry of river networks. *Water Resources Research*, Hoboken (NJ), n. 44, 1987.
- MANDELBROT, B. B. Fractal Geometry: what is it, and what does it do? *Proceedings of the Royal Society of Sciences*, London, n. 423, 1989.
- MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead, Philadelphia: Open University Press, 2003.
- ORTEGA y GASSET, J. *Meditações do Quixote*. Campinas: Vide Editorial, 2019 [1914].
- PINHEIRO, C. B. *Crônicas da drenagem urbana em Belo Horizonte: novos caminhos em meio a velhas práticas*. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura da UFMG, 2022.
- RINALDO, A. *et al.* Self-organized fractal river networks. *Physical Review Letters*, v. 70, 1993.



ROSA, D. W. B. *Resposta hidrológica de uma bacia hidrográfica urbana à implantação de técnicas compensatórias de drenagem urbana – Bacia do Córrego do Leitão, Belo Horizonte, Minas Gerais*. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) — Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2017.

SANTOS, Roberto E. Pesquisa na sala de aula. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo da PUC Minas*, n. 37, 2018.

SANTOS, Roberto E. Narrar por construções. In: CESAROLI, J. F.; PEREIRA, M. S.; JACQUES, P. B. (org.). *Nebulosas do pensamento urbanístico*. Salvador: UFBA, 2020. (Tomo III – Modos de Narrar).

SILVEIRA, N. F. Q. *Análise fractal de bacias hidrográficas de região de encosta e região de planalto com base em cartas topográficas e em fotografias aéreas*. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

TARBOTON, D. G.; BRAS, R. L.; ITURBE, I. R. Comment on the fractal dimension of stream Networks. *Water Resources Research*, n. 9, 1990.

TARBOTON, D. G.; BRAS, R. L.; ITURBE, I. R. The fractal nature of networks. *Water Resources Research*, n. 8, 1988.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *Revista Uniara*, n. 20, 2007.

WILHELM, R. *I Ching: O livro das mutações*. São Paulo: Pensamento, 1984 [1956].

