

INSERÇÃO DE UMA TRAMA VERDE E AZUL EM ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS: PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A VALIDAÇÃO SOCIAL

Camila Yarla Fernandes⁽¹⁾; Julian Eleutério⁽²⁾; Talita Silva⁽³⁾; Nilo Nascimento⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), camilayarla1@gmail.com

⁽²⁾ Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), julian.eleuterio@ehr.ufmg.br

⁽³⁾ Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), talita.silva@ehr.ufmg.br

⁽⁴⁾ Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), niloon@ehr.ufmg.br

RESUMO

A ocupação urbana no Brasil tem ocorrido, predominantemente, sem considerar os impactos ambientais causados pelos processos de urbanização, baseados em parcelamentos de lotes e implantação de infraestrutura. Essas ocupações ignoram a hidrologia natural e desfavorecem a presença de corpos d'água e áreas verdes no meio urbano, que é ainda mais grave em áreas de ocupação informal. Resultam, frequentemente, problemas de formação de ilhas de calor, com impactos sobre o conforto térmico e consumo de energia, alterações no ciclo hidrológico e na qualidade dos corpos d'água urbanos. O conceito de *trama verde e azul* (TVA), desenvolvido sobretudo para criar conectividade entre áreas protegidas, pode contribuir com a redução de impactos ambientais da urbanização. Este trabalho enfoca questões relacionadas ao planejamento de implantação de TVA em espaços consolidados enfatizando, por um lado, a identificação de critérios físicos e urbanísticos que orientem a escolha das técnicas mais adequadas, e por outro, a validação dessas escolhas pela população concernida (sociedade civil, setores público e privado). É também parte do trabalho a proposição de parâmetros urbanísticos e instrumentos regulamentares que promovam a TVA em espaços urbanos. A metodologia que combina análise física e urbanística do território, mapeamento institucional, modelagem hidrológica e validação de alternativas de TVA por *stakeholders*, será aplicada em um estudo de caso, a bacia do córrego Ressaca. Entrevistas semiestruturadas e grupos focais serão os principais métodos relativos ao trabalho com *stakeholders*. Com base nessas informações, serão construídos os cenários comparativos (0) Urbanismo atual, (1) Proposto segundo princípios da TVA e (2) Validado por *stakeholders*, com auxílio dos softwares QGIS e SWMM. A aplicação da metodologia resultará, para cada um dos cenários, em mapas, resultados quantitativos (modelagem hidrológica) e resultados qualitativos (entrevistas e grupos focais), permitindo uma avaliação das potencialidades das técnicas de engenharia em termos de implementação e aceitação social da TVA.

Palavras-chave: Infraestrutura verde e azul; *stakeholders*; técnicas compensatórias; SWMM.



INTRODUÇÃO

O conceito de *trama verde e azul* (TVA) busca, a proteção do meio ambiente e a promoção da biodiversidade por meio de uma rede interconectada de espaços dedicados a essa função, tanto naturais quanto artificiais, dentro de áreas urbanas e entre elas. O uso de infraestrutura verde e azul se destaca ainda em regiões metropolitanas, em que diversos usos de solo coexistem, mostrando-se relevante para a proteção dos recursos hídricos e para a mitigação de impactos resultantes das atividades urbanas (Nascimento *et al.*, 2016).

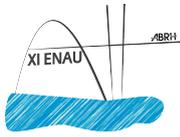
Mais ainda, a TVA apresenta uma série de benefícios no âmbito de planejamento urbano, por meio da proteção de áreas de interesse ambiental, redução dos riscos de enchentes, redução dos impactos no clima local (ilhas de calor), promoção de conectividade pela integração de áreas de proteção dentro das cidades, entre outros (Eleutério *et al.*, 2015).

Hoang e Fenner (2015) realizaram diversas comparações entre as medidas de infraestrutura cinza e verde e mostraram que as medidas SuDS e GI (acrônimo para *Sustainable Urban Drainage Systems* e *Green Infrastructure*, respectivamente) favorecem a utilização de espaços verdes e azuis já existentes dentro das cidades, agregando diversas funções como hidrológica, ecológica e urbana.

Kati e Jari (2015) estudaram o conflito ambiental relacionado ao plano de manejo de águas pluviais de um córrego urbano e mostraram a importância de mapear os valores socioculturais de infraestrutura verde e azul de diferentes *stakeholders* (partes interessadas) para melhor definir um planejamento sustentável que atendesse a suas demandas. Esse mapeamento se revelou de grande importância para a identificação de valores compartilhados e para o entendimento de divergências existentes entre *stakeholders*.

Esse artigo propõe uma metodologia para avaliação da percepção dos *stakeholders* frente à implantação da TVA e regulamentações ambientais e urbanísticas, tendo como pilar a avaliação dos benefícios hidrológicos da TVA, cujas vantagens alcançam ainda benefícios ambientais e socioeconômicos, a serem trabalhados junto aos *stakeholders*. O foco principal do estudo é, portanto, o processo participativo, que busca a legitimação social da TVA, por meio de análise do território, modelagem de cenários e estabelecimento de parâmetros.

O desenvolvimento dessa metodologia se faz por meio de um estudo de caso, compreendendo a sub-bacia do córrego Ressaca, inserida na bacia da Lagoa da Pampulha, na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Essa bacia conta com uma extensa base de dados de trabalhos anteriores (Silva, 2014; Nogueira, 2015; Cândido, 2015; Nascimento *et al.*, 2016). O presente artigo é parte de um projeto de pesquisa mais amplo cujo objetivo é avaliar a



implementação da trama verde e azul e seus potenciais benefícios hidrológicos, ecológicos e sociais em uma escala metropolitana.

METODOLOGIA

A metodologia proposta neste trabalho está dividida em 4 etapas, baseada na construção de diferentes cenários para a gestão territorial da bacia em termos de integração da TVA e sua validação social. Essas etapas incluem o diagnóstico da atual situação da bacia; o mapeamento institucional; a construção da proposta de implantação da TVA; e a validação da TVA junto aos *stakeholders*.

A modelagem hidrológica será feita por meio do software SWMM, da *Environmental Protection Agency* (EPA-USA), para cada um dos cenários, a fim de quantificar os benefícios da implantação da TVA pela determinação de variáveis hidrológicas simuladas (escoamento superficial, infiltração, evapotranspiração). O uso do solo e parâmetros físicos da bacia serão processados com o auxílio do software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) Quantum GIS (QGIS versão 2.16.3–*Nødebo*) incluindo informações de área de lotes e de telhados, tipologias de telhados e de vias, parques e praças, vegetação em áreas públicas e outros que irão auxiliar na construção da TVA, conforme realizado por Pirani e Mousavi (2016).

A primeira etapa metodológica consiste na determinação da atual situação da bacia, incluindo os aspectos de ocupação urbana e uso do solo, tipos de problemas ambientais, determinação de áreas mais vulneráveis e outros aspectos. Para tanto, será realizado um levantamento de dados, incluindo análise de informações georreferenciadas da rede de drenagem da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH), rede de monitoramento hidrológico, hierarquia de vias e revisão de literatura de estudos realizados na bacia. Simultaneamente, serão realizadas visitas de campo para acrescentar informações e contribuir com a familiarização e ambientação dos pesquisadores à área de estudo.

Haverá ainda a contribuição dos *stakeholders* por meio de entrevistas individuais semiestruturadas, que terão o propósito de agregar informações a respeito dessa caracterização, conhecer os pontos de vista de diferentes *stakeholders* sobre as questões ambientais da área e descrever as interações existentes entre eles. A partir desse conjunto de informações será construído o cenário 0, Urbanismo atual, que corresponde à situação atual da bacia do Ressaca. Uma vez construído, esse cenário será apresentado aos *stakeholders* por meio do Grupo Focal 1, que servirá também para informar aos participantes sobre os problemas identificados pelos demais *stakeholders* e discutir as questões ambientais da área.



A segunda etapa metodológica corresponde ao mapeamento institucional, que procura descrever as características regulamentares às quais a região de estudo está submetida, por meio de consulta a regulamentações e legislações pertinentes. Esse mapeamento ocorrerá de forma iterativa, simultaneamente à primeira etapa metodológica, com o apoio de *stakeholders* previamente selecionados. Serão listadas as instituições, seus papéis na bacia e seus respectivos representantes (*stakeholders*), incluindo instituições públicas, privadas e organizações da sociedade civil. Também serão analisadas experiências internacionais no âmbito da regulamentação da trama verde e azul, especialmente nos Estados Unidos, Reino Unido e União Europeia, por meio de revisão bibliográfica.

Na terceira etapa metodológica, as informações levantadas nas etapas anteriores serão utilizadas para a construção de tipologias espaciais, que permitirão identificar as áreas com potencial para instalação de medidas de SuDS/GI e a escolha das técnicas mais adequadas (Romnée *et al.*, 2015). Um segundo cenário de simulação hidrológica é assim proposto (cenário 1, Proposto segundo princípios da TVA), contemplando uma implantação da TVA de acordo com os aspectos regulamentares e parâmetros urbanísticos identificados.

A quarta e última etapa metodológica consiste na validação junto aos *stakeholders* do cenário 1, Proposto, em que serão apresentadas as propostas de implementação da TVA identificadas por meio da realização do Grupo Focal 2. Pretende-se assim construir conjuntamente o cenário 2, Validado, correspondente à implantação da TVA guiada pelo processo participativo dos *stakeholders*. Por fim, um último encontro será realizado, o Grupo Focal 3, a fim de apresentar os resultados do Grupo Focal 2, o cenário Validado construído em conjunto, os resultados da simulação hidrológica desse cenário e obter percepções sobre a aceitabilidade desse cenário.

RESULTADOS PRELIMINARES

A lista preliminar de *stakeholders* está representada na Figura 1. A consolidação dessa lista com a definição precisa dos participantes das entrevistas e grupos focais está em andamento. Os órgãos do setor público foram determinados com base em informações do site da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PMBH, 2017), enquanto os demais setores representam os grupos dos quais se espera a participação na pesquisa qualitativa, ou seja, que possuem alguma relação ou influência na bacia do córrego Ressaca.

As regulamentações e legislações já identificadas incluem o Plano Diretor de Belo Horizonte (Lei no 7165/96), a Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo (Lei no 7166/96), a Instrução Técnica para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana do

Município de Belo Horizonte (PMBH, 2004), e o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMBH (UFMG, 2011). Outras diretrizes que englobem os critérios referentes às questões ambientais e urbanísticas da bacia do córrego Ressaca ainda serão analisadas.

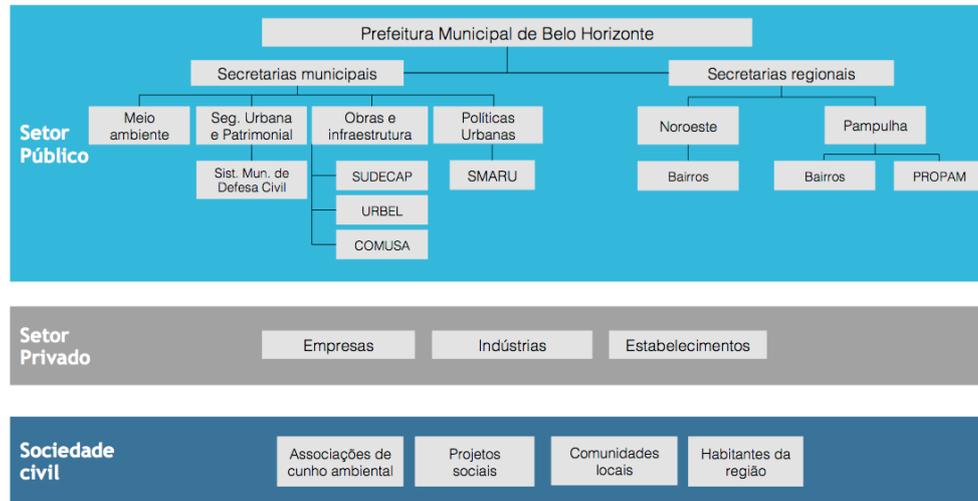


Figura 1 - Levantamento preliminar de stakeholders.

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados esperados devem consistir de um panorama comparativo entre os cenários por meio de um conjunto de elementos que incluem: uma representação visual em mapa, com o uso do solo referente a cada cenário; os resultados quantitativos da modelagem hidrológica no SWMM, com as variáveis hidrológicas resultantes das simulações; o resultado qualitativo dos encontros com os *stakeholders*. Com isso, pretende-se avaliar a aceitabilidade dos *stakeholders* em relação à implantação de uma TVA baseado em uma fundamentação hidrológica e urbanística. A aplicação dessa metodologia está em curso e os resultados globais da pesquisa serão objeto de trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELO HORIZONTE. Lei no 7165, de 27 de agosto de 1996: Institui o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte. Belo Horizonte, 1996.

_____. Lei nº 7166, de 27 de agosto de 1996: Estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no município. Belo Horizonte, 1996.

CÂNDIDO, E.G.S. *Modelagem hidrológica e hidráulica da bacia do córrego Ressaca (Belo Horizonte, MG) utilizando o modelo SWMM*. Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2015.

ELEUTÉRIO, J., NASCIMENTO, N., COSTA, H., MOURÃO, A., MALTA, G., LEITÃO, R., LEMOS, R., ALMEIDA, D., TUPY, I., MELGAÇO, L., ARAÚJO, F., FARIA, D., MONTE-MÓR, R. Conciliating urban development with water resources protection in Brazil through the conception of a “Trama Verde e Azul”, green-blue network, as an urban planning framework. *International Conference on Water, Megacities and Global Change Conference*



XI Encontro Nacional de Águas Urbanas – 5 a 7 de Julho de 2017 – Belo Horizonte

Internationale Eau, Mégapoles et Changement Global, UNESCO HQ. Paris, dezembro de 2015.

HOANG, L., FENNER, R.A. System interactions of stormwater management using sustainable urban drainage systems and green infrastructure. *Urban Water Journal*, Cambridge, UK, v. 13, n. 7, p.739-758, 27 maio 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/1573062X.2015.1036083>>. Acesso em setembro 2016.

KATI, V., JARI, N. Bottom-up thinking – Identifying socio-cultural values of ecosystem services in local blue–green infrastructure planning in Helsinki, Finland. *Land Use Policy*, v. 50, p.537–547, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.031>>. Acesso em janeiro de 2017.

NASCIMENTO, N., VINÇON-LEITE, B., GOUVELLO, B., GUTIERREZ, L., GRANCERI, M., SILVA, T., COSTA, H. Green blue infrastructure at metropolitan scale: a water sustainability approach in the Metropolitan Region of Belo Horizonte, Brazil. *Novatech*, 2016.

NOGUEIRA, M. M. *Elaboração da Curva Chave dos Córregos Ressaca e Sarandi Utilizando Métodos Computacionais*. Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2015.

PIRANI, F.J., MOUSAVI, S.A. Integrating socio-economic and biophysical data to enhance watershed management and planning. *Journal of Hydrology*, v.540, p.727-735, set. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.05.072>>. Acesso em 18 jan. de 2017.

PMBH – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Instrução Técnica para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem Urbana do Município de Belo Horizonte. Belo Horizonte, outubro de 2004.

_____. Estrutura de Governo. 2017. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/estrutura-de-governo>>. Acesso em: 05 mar. 2017.

ROMNÉE, A., EVRARD, A., TRACHTE, S. Methodology for a stormwater sensitive urban watershed design. *Journal Of Hydrology*, Louvain-la-neuve, Belgium, v. 530, p.87-102, nov. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.09.054>>. Acesso em: 05 set. 2016.

SILVA, T. F. G. *Suivi et modélisation de la dynamique des cyanobactéries dans les lacs urbains au sein de leur bassin versant*. 2014. 289 p. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2014.

UFMG. Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte – PDDI-RMBH: Definição das Propostas de Políticas Setoriais, Projetos e Investimentos Prioritários. Volume 5. Belo Horizonte, 2011.