

# **APLICANDO A TEORIA DE IAN MCHARG: UMA ANÁLISE DAS PERSPECTIVAS DE PLANEJAMENTO TERRITORIAL NA SUB-BACIA DO CÓRREGO DO CAFUNDÓ, EM SABARÁ, MINAS GERAIS**

## **APPLYING IAN MCHARG'S THEORY: AN ANALYSIS OF THE TERRITORIAL PLANNING PERSPECTIVES IN THE CÓRREGO DO CAFUNDÓ SUB-BASIN IN SABARÁ, MINAS GERAIS**

*Rogério Ribeiro Ferreira*

*Aline Cristina Gonçalves da Costa*

*Giovanna de Paula Lopes*

*Elisabete Cunha de Andrade Paranhos*

*Maria Cristina Villefort Teixeira*

## **RESUMEN**

Localizada no município de Sabará, em Minas Gerais, a sub-bacia do Córrego do Cafundó é um dos únicos remanescentes não urbanizados da bacia do Ribeirão Arrudas, afluente do Rio das Velhas e cuja ocupação historicamente ocorreu considerando parcamente os recursos naturais ali presentes, com a retificação, a canalização e o tamponamento dos cursos hídricos, a excessiva impermeabilização do solo e o consequente agravamento dos problemas de drenagem. Tendo em vista o atual contexto de expansão e adensamento urbano da Região Metropolitana de Belo Horizonte, onde a bacia se insere, torna-se necessária a reflexão acerca de regiões, como a do Córrego do Cafundó, que podem sofrer processos de urbanização no futuro. Dessa forma, com base no método de Ian McHarg, apresentado em seu livro *Design with Nature* (1969), este trabalho busca investigar a aptidão dessa sub-bacia ao uso e ocupação do solo, particularmente sob a ótica da drenagem pluvial; avaliar a adequabilidade das legislações urbanísticas ali incidentes, em comparação com os dados obtidos; e, assim, repensar a pertinência da teoria de McHarg na contemporaneidade, diante das novas geotecnologias e do avanço das perspectivas sobre o planejamento sustentável.

Palavras-chave: Ian McHarg. Planejamento Territorial. Uso e Ocupação do Solo. Drenagem Urbana. Bacia do Ribeirão Arrudas.

## **ABSTRACT**

Located in the municipality of Sabará, in Minas Gerais, the Córrego do Cafundó sub-basin configures one of the only non-urbanized remnants of the Ribeirão Arrudas basin, a tributary of the Rio das Velhas, whose occupation historically occurred with little consideration for its natural resources, rectifying, channeling, and covering its water courses, excessively impermeabilizing its soil, and subsequently worsening its drainage issues. In view of the current context of urban expansion and densification of the Metropolitan Region of Belo Horizonte, in which the basin is located, it becomes necessary to reflect on areas such as Córrego do Cafundó, which may undergo urbanization processes in the future. Thus, based on Ian McHarg's method, presented in his book *Design with Nature* (1969), this study seeks to investigate the aptitude of this sub-basin for land use and occupation (particularly from the viewpoint of rainwater drainage), evaluate the suitability of the applicable urban laws in relation to the obtained data, and thus rethink the relevance of McHarg's theory in contemporary times, given the new geotechnologies and the advance of the perspectives on sustainable planning.

Keywords: Ian McHarg. Territorial Planning. Land Use and Occupation. Urban Drainage. Ribeirão Arrudas Basin.



<https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.paam.2024.197173>

Paisag. Ambiente: Ensaios, São Paulo, v. 35, n. 53, 2024.

## I. INTRODUÇÃO

Esta investigação se encontra no âmbito da pesquisa “O urbanista Radamés Teixeira da Silva: contribuições de sua trajetória acadêmica, proposições e projetos – complementações”, desenvolvida pelo Laboratório da Paisagem da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Nela foram estudadas questões relativas à drenagem urbana na bacia do Ribeirão Arrudas, afluente do Rio das Velhas e situada nos perímetros dos municípios de Sabará, Contagem e Belo Horizonte, capital de Minas Gerais.

Historicamente, a ocupação da bacia ocorreu considerando parcamente os cursos hídricos ali existentes. Com a implantação de Belo Horizonte, em 1897, na região anteriormente ocupada pelo arraial de Curral del Rei, foi construída uma malha viária retilínea destinada à delimitação das zonas urbana (circundada pela avenida do Contorno), suburbana e rural da nova capital. Por conseguinte, ao longo do século XX, e sob a influência dos pensamentos positivista e sanitarista, foram realizados sucessivos processos de retificação, canalização e tamponamento do corpo principal do Ribeirão Arrudas e de seus afluentes, de modo a adequá-los à linearidade desse traçado viário (BORSAGLI, 2019). Ademais, o processo de expansão e adensamento dos tecidos urbanos<sup>1</sup> desses municípios promoveu taxas cada vez mais expressivas de impermeabilização do solo. Desse modo, a urbanização da bacia impulsionou o agravamento dos problemas de drenagem, com a intensificação das inundações e consequentes danos socioeconômicos, estruturais e ambientais à região (CAVALCANTE, 2011).

Nas proximidades da divisa entre Sabará e Belo Horizonte está situada uma das sub-bacias do Ribeirão Arrudas: o Córrego do Cafundó (Figuras 1 e 2), que ainda se encontra pouco ocupado em quase sua totalidade. A saturação do tecido urbano da capital, já predominantemente consolidado ou em processo de consolidação (MACEDO et al., 2018), assim como a decorrente extração de seu crescimento aos demais municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte, indica a necessidade de reflexão acerca das perspectivas de urbanização e de conservação ambiental desse território no futuro.

Atualmente, o uso e a ocupação do solo no Córrego do Cafundó são determinados, sobretudo, por meio de legislações urbanísticas locais, como o

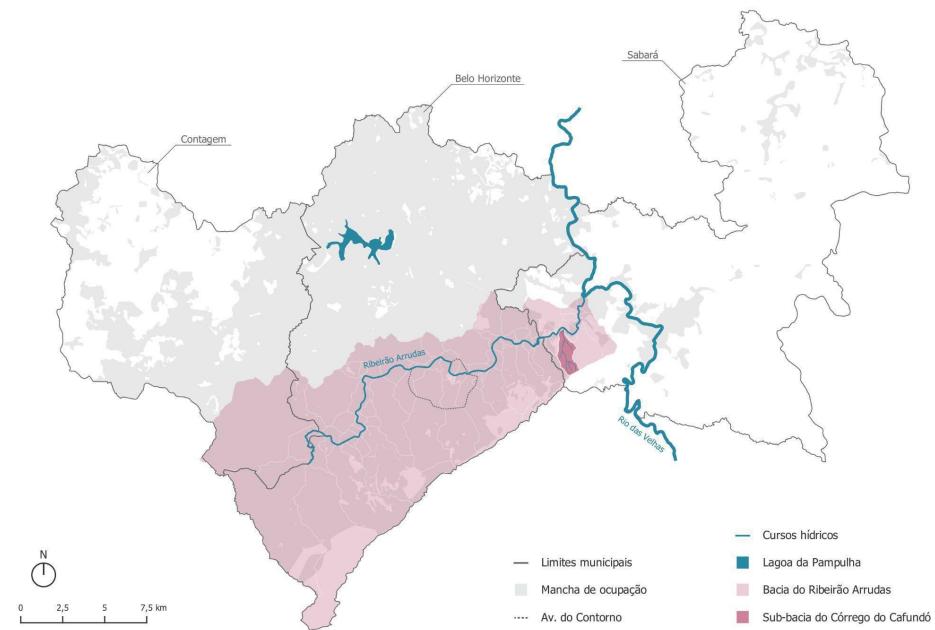
Plano Diretor de Sabará (SABARÁ, 2008). Entretanto, há a possibilidade de que outras legislações, de âmbito metropolitano, também exerçam influência sobre a região no futuro, a exemplo do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte, cujo projeto de lei esteve em tramitação na Assembleia Legislativa de Minas Gerais entre os anos de 2017 e 2019. Com isso, convém investigar também se suas proposições são adequadas às particularidades ambientais dessa sub-bacia.

Nessa perspectiva, a fim de compor o trabalho, utilizou-se da teoria de Ian McHarg para a elaboração das análises ambientais dessa sub-bacia. Em seu livro *Design with Nature* (1969), o autor descreve múltiplas experiências de planejamento regional sucedidas ao longo de sua trajetória profissional, nas quais parte-se de uma visão holística sobre os fenômenos naturais e do processo de diagnóstico territorial para identificar aspectos de influência sobre o tema de análise em uma determinada região, demonstrando, em especial, o potencial da leitura da paisagem para a gestão do solo.

Em síntese, o diagnóstico se inicia com a identificação das condicionantes ambientais, físicas e/ou sociais (denominadas camadas ou *layers*) que incidem sobre o local e que influem sobre a questão analisada. Em seguida, cada camada é subcategorizada e então individualmente mapeada, com a utilização de manchas mais ou menos escusas em função do caráter mais ou menos restritivo, respectivamente, de cada subcategoria sobre o território. O mapeamento é realizado em suporte transparente, a fim de que, com a posterior sobreposição do conjunto de camadas, se obtenha um mapa síntese com dados cumulativos que exprima a maior ou menor confluência de fatores sobre cada porção territorial.

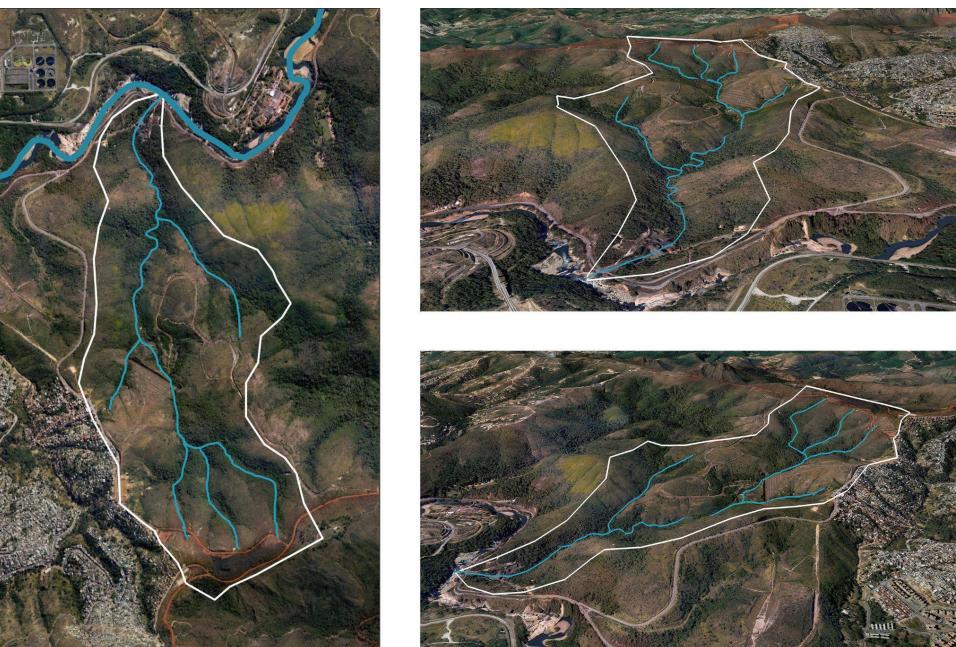
Por conseguinte, neste trabalho elaboramos uma coletânea de mapas temáticos que buscam identificar e analisar as condicionantes socioambientais que influem sobre o uso e a ocupação do solo no Córrego do Cafundó. Tendo em consideração o escopo da pesquisa em que se insere, a investigação se desenvolve sobretudo sob a ótica da drenagem pluvial, partindo da bacia hidrográfica como unidade básica de análise. Desse modo, busca-se apurar o potencial de urbanização sustentável e de conservação ambiental nessa sub-bacia, avaliar a pertinência das legislações incidentes sobre esse território, dadas as suas especificidades, e, assim, repensar a aplicabilidade da teoria de McHarg na contemporaneidade, com as políticas territoriais e tendo em vista as novas geotecnologias e o avanço das perspectivas sobre o planejamento sustentável.

<sup>1</sup> Por tecido urbano entende-se “a estrutura morfológica que reflete o padrão do uso do solo e das edificações” (COSTA; GIMMLER NETTO, 2015, p. 66).



**Figura 1 – Localização da bacia do Ribeirão Arrudas e da sub-bacia do Córrego do Cafundó em relação aos limites municipais e suas atuais manchas urbanas.**

Fonte: Mapa produzido pelos autores em 2022 sobre bases georreferenciadas do IBGE e da PBH.



**Figura 2 – Vistas da sub-bacia do Córrego do Cafundó por meio de fotografias de satélite.**  
Fonte: Mapas produzidos pelos autores em 2023 sobre bases georreferenciadas do Google Earth Pro e da PBH.

## **2. ANÁLISE DAS CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS DO TERRITÓRIO**

Embora o método de Ian McHarg forneça direcionamentos gerais quanto ao processo de diagnóstico territorial, como a delimitação dos principais instrumentos e procedimentos adotados, deve-se pontuar que não há um preestabelecimento das condicionantes a serem selecionadas, ou, ainda, de como cada uma delas deve ser subclassificada, uma vez que, para o autor, o contexto local é de fundamental importância para a análise. Assim, cada território demanda uma adaptação do método conforme suas necessidades.

No caso da sub-bacia do Córrego do Cafundó, foi selecionado um conjunto de seis condicionantes socioambientais distintas, em função da disponibilidade dos dados e de sua influência, sobretudo, nos processos de drenagem pluvial. São elas: declividade, litologia, risco de movimentação de massa, risco de inundação, cobertura vegetal e restrições legislativas. As análises e o processo de subclassificação de cada uma delas são demonstrados na Figura 3.

Quanto à **declividade**, cabe contextualizar que a bacia do Ribeirão Arrudas é delimitada, a sudeste, pela Serra do Curral, um maciço rochoso que integra o Quadrilátero Ferrífero. Em função disso, a porção sul da bacia se configura de maneira muito mais extensa e irrigada do que aquela ao norte de seu corpo principal. No Córrego do Cafundó, que se localiza no lado sul, o relevo é acidentado, com um desnível total de 300 metros, distribuídos ao longo de aproximadamente 3 quilômetros de extensão entre sua crista, na Serra do Curral, e sua foz, no corpo principal do Ribeirão Arrudas.

A maior porção da sub-bacia apresenta declividades intermediárias, com variação entre 2,5% e 30%, que foram classificadas como as mais adequadas ao uso e à ocupação. Embora as regiões planas sejam propensas à urbanização, dado o seu acesso simplificado e a ausência, a priori, de restrições técnico-construtivas, há também maior dificuldade de implementação de sistemas eficientes de drenagem. Com isso, as áreas com declividade entre 0% e 2,5% foram consideradas menos favoráveis ao uso e à ocupação do que a faixa anterior.

Há, ainda, uma extensão expressiva de faixas com declividade acima de 30%, que, embora possam ser usadas e ocupadas, apresentam maior complexidade técnico-construtiva e demandam o cumprimento de exigências

legais, conforme Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (BRA-SIL, 1979). Complementarmente, há o Decreto Estadual nº 44.646, de 31 de outubro de 2007 (MINAS GERAIS, 2007), que determina a emissão de laudo geotécnico que comprove a estabilidade do solo para terrenos com declividade acima de 30% e impede o parcelamento daqueles com declividade igual ou acima de 47%, o que reduz ainda mais a aptidão dessa última faixa.

Além da declividade, que repercute no escoamento superficial das águas pluviais, deve-se pontuar que a drenagem também é influenciada por outros fatores, tais como a taxa de infiltração, que, por sua vez, é afetada por atividades antrópicas que impermeabilizam em maior ou menor quantidade a superfície do solo, assim como a própria permeabilidade dos diferentes tipos rochosos que o compõem.

Tendo em vista a mínima urbanização do Córrego do Cafundó no contexto atual, para fins deste estudo foi desconsiderada a impermeabilização do solo de origem antrópica. Contudo, no que tange à **litologia**, destaca-se a existência de formações geológicas complexas e diversificadas, sendo ali observados três grupos rochosos distintos: o Belo Horizonte, no encontro da sub-bacia com o corpo principal do Arrudas; o Piracicaba, nas proximidades da crista da Serra do Curral; e o Sabará, distribuído por toda a extensão intermediária da encosta. Não obstante a multiplicidade de fatores que incidem sobre a drenagem pluvial, ao se isolar o fator litológico pode-se considerar o grupo Piracicaba como o que apresenta o melhor desempenho quanto à infiltração de água no solo, seguido pelo grupo Belo Horizonte e, por fim, pelo grupo Sabará, com o pior desempenho nesse quesito (CA-VALCANTE, 2011). Desse modo, com vistas à sustentabilidade ambiental e à manutenção dos processos de infiltração locais, considerou-se sua encosta, formada pelo grupo rochoso Sabará, como a região de maior aptidão ao uso e à ocupação. Em consequência, a foz e a crista da sub-bacia, formadas por grupos rochosos com maiores taxas de infiltração, foram consideradas menos adequadas para esses fins.

As formações rochosas também se relacionam com outro aspecto relevante para as dinâmicas de urbanização e/ou conservação: o **risco de movimentação de massa**, a exemplo de deslizamentos, rastejos e rolamento de rochas. Conforme o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e o Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) (2014), tal risco se deve principalmente a fatores climáticos, como ocorrência de chuvas de alta intensidade ou acu-

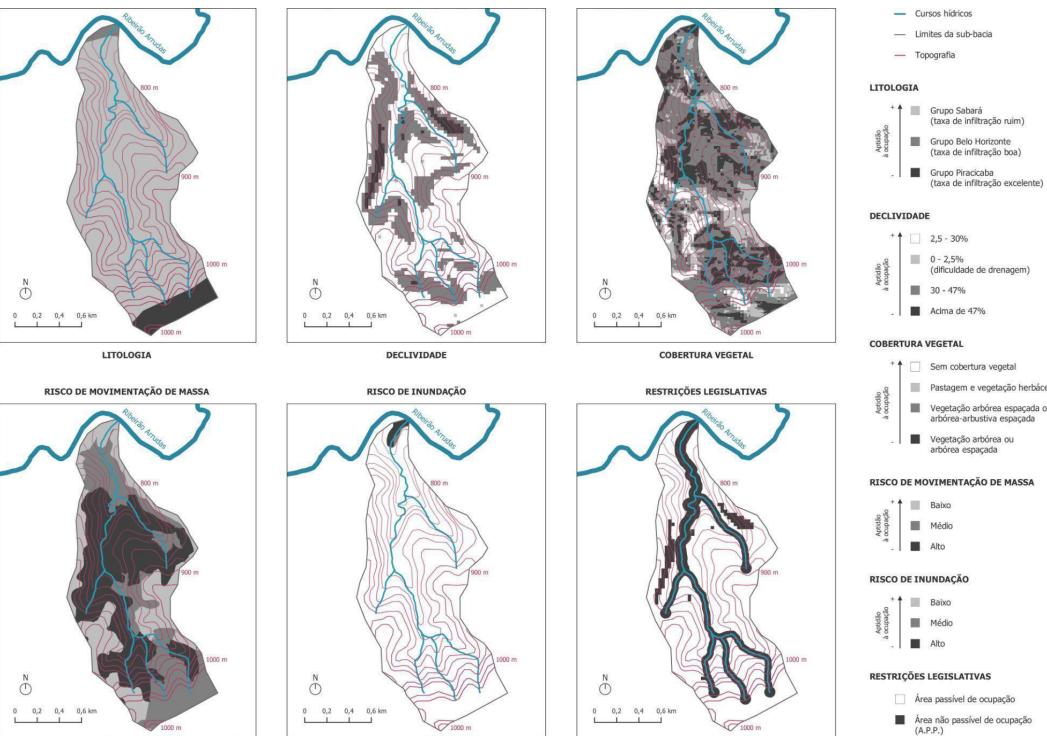


Figura 3 – Coletânea de mapas que avaliam a aptidão do Córrego da Cafundó ao uso e ocupação a partir de diferentes condicionantes socioambientais.

Fonte: Mapas produzidos pelos autores em 2022 sobre bases georreferenciadas do SGB/CPRM, da PBH e do Plano Metropolitano RMBH.

5

mulação de índices pluviométricos elevados; a fatores intrínsecos ao terreno, como declividade, densidade vegetativa e resistência ao intemperismo físico-químico; ou, ainda, à influência antrópica.

No caso do Córrego do Cafundó, foi avaliado que uma porção considerável de seu território se encontra sob alto risco de movimentações de massa (SGB/CPRM, s.d.). Conforme o mapeamento, tais regiões encontram-se localizadas nas porções centrais da sub-bacia, próximas aos cursos hidricos e aos terrenos de maior declividade. Já nas porções menos íngremes, distribuídas principalmente ao longo das cristas e da foz com o Ribeirão Arrudas, há menor suscetibilidade a tais riscos e, consequentemente, maior adequação ao uso e à ocupação.

Também em razão das condições topográficas, identificou-se apenas uma porção territorial sob **risco de inundação** (SGB/CPRM, s.d.), localizada na foz da sub-bacia com o corpo principal do Ribeirão Arrudas, que, historicamente, apresenta problemas persistentes de alagamentos ao longo de quase toda a sua extensão (CAVALCANTE, 2011).

Embora não tenham sido encontradas informações detalhadas acerca da diversidade da flora presente no Córrego do Cafundó, há dados que ilustram a **cobertura vegetal** ali existente. Conforme mapeamento realizado na região, apesar da distribuição desuniforme dos tipos vegetais na sub-bacia, pode-se identificar predominância de vegetação arbórea e/ou arbustiva nas áreas de encostas e de proximidade aos cursos hidricos. Já em algumas das regiões mais afastadas dos afluentes e/ou onde foi observada intervenção antrópica (como a abertura de estradas ou ferrovias), de modo geral nota-se concentração de vegetação de menor porte ou mesmo ausência de vegetação.

Nesse contexto, tendo em vista a manutenção dos processos de drenagem, infiltração e evapotranspiração da água pluvial, as regiões com vegetação de maior porte e/ou mais densas foram consideradas menos aptas ao uso e à ocupação. Por consequência, áreas com vegetação de menor porte e/ou mais escassas, ou ainda com ausência de vegetação, foram aquelas consideradas de maior aptidão para tal, dado o menor impacto aos processos supracitados.

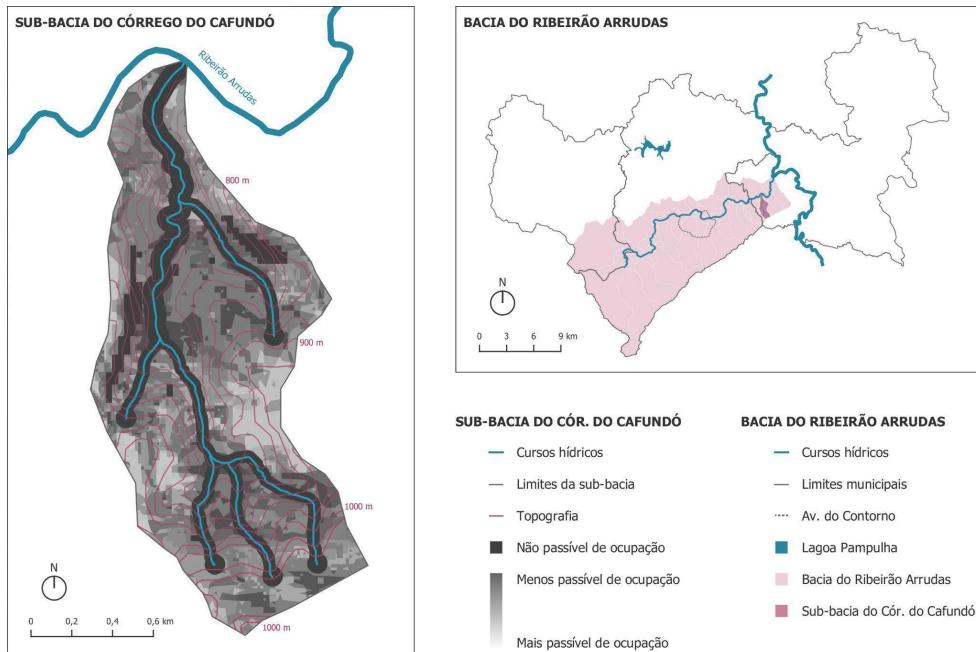


Figura 4 – Mapa síntese que avalia a aptidão do território do Córrego do Cafundó ao uso e à ocupação, resultante da sobreposição das camadas individuais.

Fonte: Mapas produzidos pelos autores em 2022 sobre bases georreferenciadas do IBGE, do SGB/CPRM, da PBH e do Plano Metropolitano RMBH.

## 6

Por fim, também foram identificadas **restrições legislativas** quanto ao uso e à ocupação no Córrego do Cafundó, como a demarcação de Áreas de Preservação Permanente (APP), definidas pelo Código Florestal (BRASIL, 2012). Tais áreas compreendem, embora não somente, critérios relativos à hidrologia, com o estabelecimento de medidas de preservação das marginais aos cursos hídricos perenes e intermitentes, a exemplo da delimitação de faixas de proteção com largura proporcional àquela da calha do corpo hídrico. Também são protegidas, dentre outras, as áreas no raio de 50 metros de nascentes e olhos d’água perenes e encostas com declividade superior a 100%. Além disso, cabe pontuar que, embora o Código Florestal considere como APP as áreas com declividade apenas acima de 100%, o Decreto Estadual nº 44.646/2007 (MINAS GERAIS, 2007), anteriormente mencionado, impede o parcelamento de terrenos com declividade maior que 47%.

Desse modo, foram identificadas as áreas compatíveis com as definições estabelecidas por tais legislações, que foram consideradas, então, como não passíveis de ocupação. Diferentemente das anteriores, na camada de restrições legislativas não foi feita a hierarquização das condicionantes por meio da graduação de tons. Dado seu caráter legal, cada porção da sub-bacia tem ou não impedimentos quanto ao uso e à ocupação. Assim, foram utilizadas

apenas duas tonalidades em seu mapeamento: a mais clara (permissiva) e a mais escura (impeditiva).

Em continuidade, finalizada a análise e o mapeamento das condicionantes socioambientais identificadas, foi efetuada a sobreposição das camadas, com vistas à elaboração do mapa síntese. Ao contrário dos mapas de referência, produzidos por McHarg em meio físico, o processo de sobreposição foi realizado digitalmente, por meio de software de tratamento de dados georreferenciados. Nas porções brancas de todas as camadas foi aplicada transparência total, já nas demais tonalidades foi aplicada transparência parcial e uniforme, com exceção da camada de restrições legislativas, que permaneceu opaca. Como resultado, o mapa síntese apresenta graduação de tons mais escuros aos mais claros, que demonstram, respectivamente, a menor ou maior aptidão do território ao uso e à ocupação sustentáveis (Figura 4).

Desse modo, pode-se averiguar que na maior parte do Córrego do Cafundó, principalmente em suas porções mais centrais, há uma concentração de fatores que reduzem a sua aptidão ao uso e à ocupação, como a presença de áreas com altas declividades e/ou com alto risco de movimentação de massa, a existência de vegetação mais densa e/ou de maior porte, assim

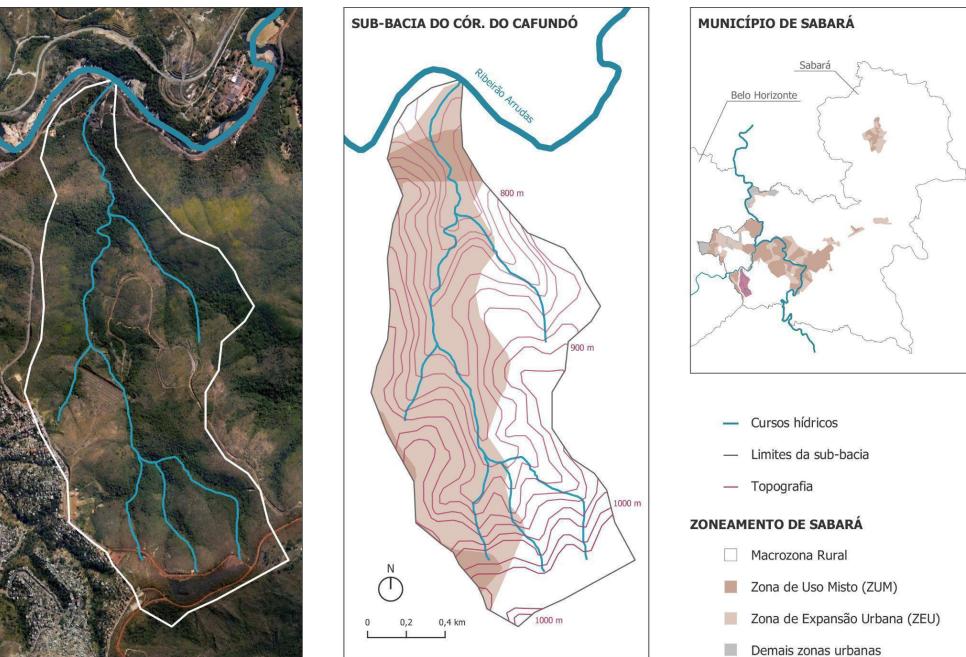


Figura 5 – Mapas que ilustram o zoneamento vigente de Sabará sobre a região do Córrego do Cafundó.  
Fonte: Mapas produzidos pelos autores em 2022 sobre bases georreferenciadas do Google Maps, do IBGE, da PBH e do Plano Metropolitan RMBH.

7

como as restrições legislativas referentes às APP. Já nas reduzidas porções territoriais que se mostram mais aptas ao uso e à ocupação, localizadas próximas aos limites leste e oeste da sub-bacia, observam-se, de modo geral, declividades mais brandas, menores riscos de movimentação de massa, uma relativa distância dos cursos hídricos e menor presença de vegetação densa e/ou de grande porte.

Contudo, é importante pontuar que, salvo nas regiões resguardadas pela presença de APPs, a menor aptidão a processos de urbanização não equivale à impossibilidade de que essas áreas sejam ocupadas, mas sim que sejam destinados usos e formas de ocupação compatíveis às capacidades e fragilidades ambientais de cada porção territorial. Com isso, e tendo em consideração os resultados do diagnóstico do território, pode-se prosseguir à análise das legislações urbanas que incidem sobre o local.

### 3. ANÁLISE DAS LEGISLAÇÕES URBANAS PERTINENTES

Os Planos Diretores constituem-se em instrumentos básicos da política urbana nacional, responsáveis, dentre outras funções, pela determinação

de diretrizes e objetivos da organização físico-territorial das cidades. No caso do Plano Diretor de Sabará, instituído pela Lei Complementar nº 12, de 8 de janeiro de 2008, fica estabelecida a estruturação básica do Macrozoneamento e do Zoneamento locais, que contempla a listagem das zonas e sua caracterização geral. Por sua vez, questões de maior particularidade vinculadas ao planejamento territorial, como os usos permitidos e os parâmetros específicos aplicados a cada zona, são detalhadas pela Lei de Uso e Ocupação do Solo, instrumento urbano associado ao Plano Diretor e instituído no município pela Lei Complementar nº 5/2004. Nesse contexto, pode-se identificar e analisar as disposições que incidem, por meio dessas leis, sobre a região do Córrego do Cafundó.

Tendo em vista a proximidade da divisa municipal de Belo Horizonte e de seu tecido urbano aos limites oeste da sub-bacia, nota-se a delimitação majoritária de seu território como pertencente às zonas urbanizáveis de Sabará (Figura 5). Tais regiões são classificadas, principalmente, como Zona de Expansão Urbana (ZEU, em marrom claro), embora algumas sejam destinadas à Zona de Uso Misto (ZUM, em marrom). Nesse sentido, no entendimento do Plano Diretor de Sabará, mais da metade da extensão territorial do Córrego do Cafundó é considerada já urbanizável ou potencialmente ur-

banizável, tendo em vista fatores como “topografia, drenagem, preservação de mananciais e a análise da dinâmica econômica e populacional da cidade” (SABARÁ, 2008, p. 23). Em consequência, a metade leste da sub-bacia, assim como uma pequena região no limite norte, são classificadas como pertencentes à Macrozona Rural (em branco) e, portanto, externas aos limites urbanizáveis de Sabará e passíveis da implantação de “atividades destinadas à exploração agrícola, pecuária, extractiva vegetal e mineral, agro-industrial e ecoturismo” (SABARÁ, 2004, p. 3).

Cabe pontuar que, apesar dos indícios de ação antrópica nesse território, como a existência de estradas de terra, de uma instalação industrial na extremidade norte do território e de túneis desativados da Ferrovia de Aço, empreendimento minerário feito durante a Ditadura Militar, tais fatores não parecem ter exercido grande influência sobre a delimitação do zoneamento no Córrego do Cafundó.

Além das diretrizes gerais, os parâmetros urbanísticos específicos do Zoneamento também devem ser analisados. Sendo a única das zonas na sub-bacia que pertence à Macrozona Urbana, a ZUM é, também, a única cujos parâmetros foram definidos pela Lei de Uso e Ocupação do Solo (Tabela 1). Contudo, como a ZEU é passível de parcelamento, deve-se observar que tais áreas podem ser convertidas em zonas urbanas, adquirindo, assim, seus respectivos parâmetros de uso e ocupação.

Tabela I – Tabela indicativa dos parâmetros urbanísticos das zonas encontradas no Córrego do Cafundó pelo Plano Diretor de Sabará.

Zona	Tamanho mínimo do lote (m <sup>2</sup> )	Coeficiente de Aproveitamento Máximo (CAmáx)	Taxa de Ocupação (%)	Quota de Terreno (m <sup>2</sup> ) por Unidade Habitacional
ZUM	> ou = 250 < 500	1,0	60	50
	> ou = 500	1,5		25

Fonte: Produzida pelos autores sobre dados de Sabará, 2004.

Apesar de Coeficientes de Aproveitamento (CA) não muito elevados e do estabelecimento de uma Taxa de Ocupação máxima, não há delimitação

de uma Taxa de Permeabilidade mínima para as zonas urbanas. Embora esse não seja o único parâmetro urbanístico que influi sobre a drenagem pluvial, sua ausência é expressiva, uma vez que possibilita, em termos práticos, a completa impermeabilização dos terrenos, mesmo na ausência de área construída. Ao se impermeabilizar o solo, há significativa diminuição das taxas de infiltração e evapotranspiração da água pluvial, o que intensifica o escoamento superficial e aumenta a vazão de pico dos cursos hídricos em períodos de chuva, ocasionando, por consequência, o agravamento dos riscos de correntezas e inundações (TUCCI; BERTONI, 2003). Nesse sentido, verifica-se a carência, no planejamento territorial local, de instrumentos e parâmetros que salvaguardem os processos ambientais desse território.

Além das legislações municipais, convém analisar as proposições contidas no Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PDDI-RMBH), delineado pelo Projeto de Lei Complementar nº 74/2017 (MINAS GERAIS, 2017). Não obstante seu arquivamento, em 2019, o projeto incluiu a elaboração de um extenso diagnóstico acerca das dinâmicas urbanas, ambientais, socioeconômicas e políticas da Região Metropolitana, assim como de propostas significativas de reordenamento territorial.

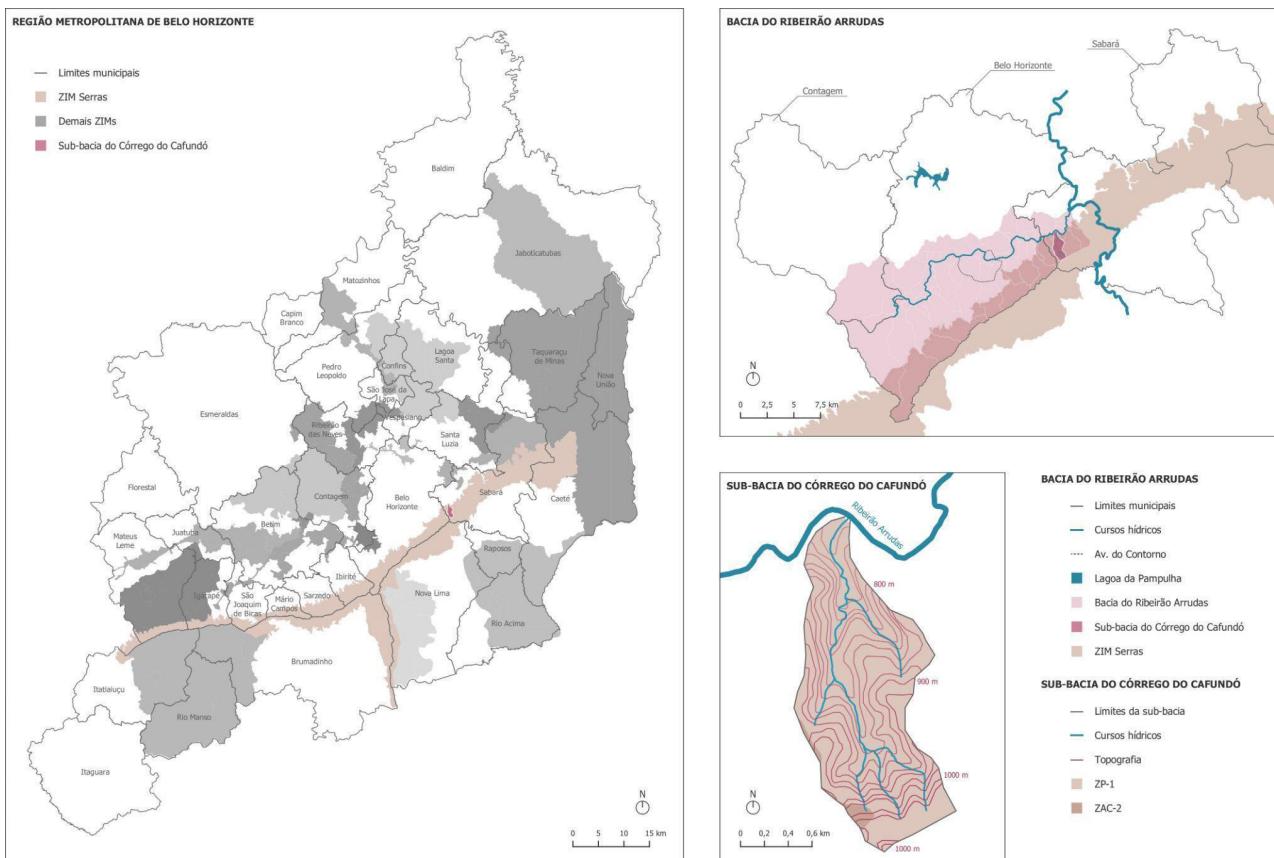
Uma das partes constituintes do projeto foi o Macrozoneamento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (MZ-RMBH), instrumento que visava a “reestruturação territorial do espaço metropolitano por meio do controle do parcelamento, ocupação e uso solo nas Zonas de Interesse Metropolitano da RMBH” (MINAS GERAIS, 2017). Tais zonas (ZIMs) distribuem-se ao longo dos municípios, sendo delimitadas pela identificação de recortes territoriais em que os interesses metropolitanos prevalecem sobre os locais.

O Córrego do Cafundó, especificamente, integra a região classificada como Zona de Interesse Metropolitano das Serras (ZIM Serras), que abrange o contínuo formado pelas serras da Piedade, do Rola-Moça, do Itatiaiuçu, da Moeda e do Curräl. Conforme sua definição, essa zona se associa à proposta de criação da Trama Verde e Azul, que parte dos elementos morfológicos e hidrológicos do território com vistas a “assegurar a continuidade entre áreas de interesse ecológico, ambiental e paisagístico” (UFMG, 2014, p. 42). Assim sendo, busca a incorporação e conexão de unidades de conservação e complexos ambientais, a promoção da biodiversidade, a melhoria da qualidade ambiental, o reforço da identidade cultural e paisagística, a

promoção do acesso à natureza, assim como a criação de oportunidades de lazer, turismo e convivência social (UFMG, 2014).

Tendo em vista sua complexidade e extensão territorial, há, ainda, a subdivisão de cada ZIM em macrozonas que delimitam os parâmetros urbanísticos de cada porção territorial, conforme suas particularidades. O Córrego do Cafundó (Figura 6), considerando a presença de recursos ambientais relevantes e o atual contexto de não ocupação da maior parte de sua área, foi classificado como Zona de Proteção I (ZP-I, em marrom claro), que constitui “áreas predominantemente vagas, [...] que podem admitir apenas

usos e formas de ocupação que contribuam para a sua conservação ou recuperação, bem como para a sua manutenção e viabilidade econômica e ambiental” (UFMG, 2015, p. 24). Entretanto, com a proximidade do tecido urbano de Belo Horizonte, adjacente ao limite sudoeste da sub-bacia, há a delimitação de algumas porções como Zona de Atividades Complementares de Média Densidade (ZAC-2, em marrom), que correspondem a “áreas urbanas consolidadas e/ou áreas de expansão urbana onde há interesse metropolitano no controle do uso do solo e dos níveis de adensamento” (UFMG, 2015, p. 26).



**Figura 6 –** Mapas que ilustram o Macrozoneamento proposto pelo PDDI-RMBH. Em destaque, a localização da ZIM Serras e as zonas presentes nos limites do Córrego do Cafundó.  
Fonte: Mapas produzidos pelos autores em 2022 sobre bases georreferenciadas do IBGE, da PBH e do Plano Metropolitano RMBH.

Desse modo, nota-se o estabelecimento, pelo PDDI-RMBH, de um conjunto de diretrizes e parâmetros urbanísticos muito mais restritivos no Córrego do Cafundó, com vistas à preservação e manutenção de suas dinâmicas ambientais no âmbito da ZIM Serras. Na ZP-I, destaca-se a existência de parâmetros que buscam limitar formas de ocupação de potencial ambientalmente nocivo (Tabela 2). A adoção de CA básico reduzido com a elevada Quota de Terreno por Unidade Habitacional resulta na necessidade de maior extensão dos terrenos para a viabilidade imobiliária, mesmo em empreendimentos de menor porte. Por sua vez, a ausência de um CA máximo impossibilita o aumento da área construída via instrumentos como a Outorga Onerosa do Direito de Construir (OODC) ou a Transferência do Direito de Construir (TDC), auxiliando no controle do adensamento. Ademais, com a Taxa de Permeabilidade elevada, próxima de 100%, promove-se a proteção das camadas vegetais locais e a manutenção dos processos ambientais (como os hidrológicos) ali presentes. Apesar dos parâmetros mais permissíveis da ZAC-2, sua presença na sub-bacia é mínima. Como resultado, o MZ-RMBH promove restrições mais robustas a eventuais processos de urbanização no local, ainda que possibilite usos mais esparsos e compatíveis com suas características ambientais.

10

#### 4. ANÁLISE COMPARATIVA DOS DADOS OBTIDOS

Com a realização do diagnóstico das condicionantes socioambientais por meio do método de McHarg e da análise das legislações pertinentes ao Córrego do Cafundó, convém analisar comparativamente os dados obtidos, de modo a averiguar a adequação do planejamento territorial vigente e proposto ao contexto dessa sub-bacia (Figura 7). Com vistas a auxiliar no processo, foi efetuada a simplificação da geometria do mapa síntese do diagnóstico realizado.

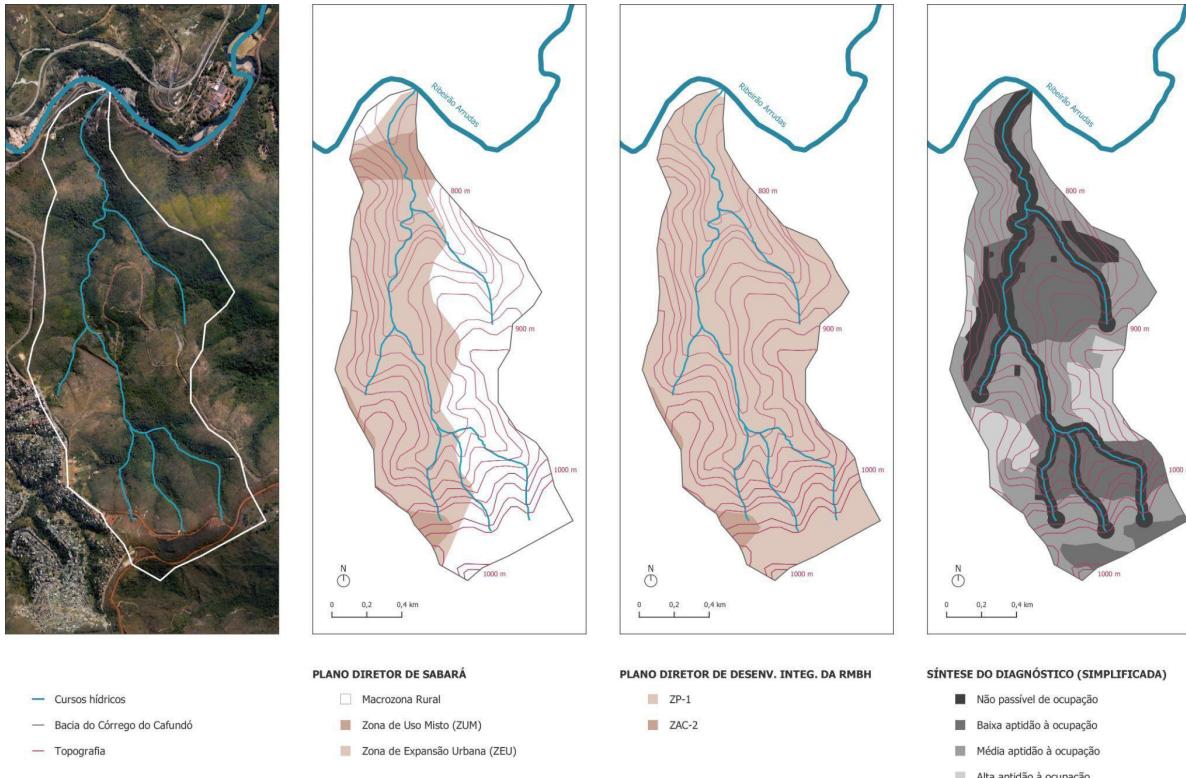
Conforme as disposições presentes no Plano Diretor de Sabará, apesar da afirmação de que o zoneamento se baseou em fatores como a topografia, a drenagem e a preservação de mananciais, pode-se apurar que sua delimitação pouco considerou as particularidades ambientais do território. As zonas ali presentes, ZUM e ZEU, apareceram ter sido demarcadas estritamente em razão da proximidade de áreas já urbanizadas aos limites oeste da sub-bacia. Desse modo, a Macrozona Rural perde seu potencial no planejamento ao ser delimitada de maneira residual, ou seja, apenas em função da distância em relação às regiões já urbanizadas. Ademais, a ausência de parâmetros urbanísticos que propiciem a sustentabilidade do uso e da ocu-

Tabela 2 – Tabela indicativa de alguns dos parâmetros urbanísticos das zonas encontradas no Córrego do Cafundó pelo MZ-RMBH.

Zona	Coeficiente de Aproveitamento Mínimo	Coeficiente de Aproveitamento Básico	Coeficiente de Aproveitamento Máximo	Taxa de Permeabilidade (%)	Quota de Terreno (m <sup>2</sup> ) por Unidade Habitacional	Gabarito de altura (m)
ZP-I	NA	0,1	NA	95	5000	9
ZAC-2	0,2	1	1,5	30	40 / 60*	12

Fonte: Produzida pelos autores sobre dados de Minas Gerais, 2017.

\* 40 m<sup>2</sup> para a produção de Habitação de Interesse Social (HIS) e 60 m<sup>2</sup> para as demais situações



**Figura 7 – Mapas comparativos do zoneamento vigente pelo Plano Diretor de Sabará, do macrozoneamento proposto pelo PDDI-RMBH e da síntese simplificada do diagnóstico socioambiental.**

**Fonte:** Mapas produzidos pelos autores em 2022 sobre bases georreferenciadas do IBGE, do SGB/CPRM, da PBH e do Plano Metropolitano RMBH.

pação, como a criação de uma Taxa de Permeabilidade mínima, reforça a negligência do zoneamento ao contexto ambiental.

Já nas propostas do PDDI-RMBH, verifica-se uma abordagem mais preservacionista quanto ao uso e à ocupação. Com a delimitação quase total do Córrego do Cafundó como ZP-I, foram estabelecidas diretrizes e parâmetros mais restritivos que buscam limitar sua possível urbanização e salvaguardar seus recursos naturais. Dessa forma, há avanços ao reconhecer e integrar a relevância ambiental da região na gestão do solo. Entretanto, dada a escala regional de atuação desse instrumento, as especificidades de cada porção territorial não conseguem ser devidamente incorporadas ao planejamento e, assim, há uma delimitação mais abrangente do zoneamento, que não se adequa integralmente às potencialidades e fragilidades locais.

Como evidenciado pelo diagnóstico socioambiental, uma porção majoritária da sub-bacia apresenta características que a tornam pouco apta à urba-

nização e, assim, evidenciam uma tendência ao seu tratamento como área de preservação, conforme, por exemplo, sua inserção na Trama Verde e Azul, proposta pelo PDDI-RMBH. Todavia, também existem áreas passíveis de uso e ocupação, desde que sejam adotadas diretrizes e parâmetros condizentes com o seu contexto ambiental. Ademais, mesmo nas regiões menos aptas a tal, é possível considerar alternativas de fruição sustentáveis e de menor densidade que auxiliem na manutenção de seu valor ecológico.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contínuo processo de expansão e adensamento do tecido urbano da Região Metropolitana de Belo Horizonte, somado à proximidade do Córrego do Cafundó aos limites municipais da capital mineira, cujo território já se encontra saturado, evidencia a necessidade de reflexão acerca das perspectivas de urbanização dessa região no futuro. Ademais, o contexto histórico

de negligência com os recursos hídricos na bacia do Ribeirão Arrudas, vistos os persistentes problemas de drenagem pluvial, reforça a urgência do protagonismo das questões ambientais nesses debates.

Diante do diagnóstico efetuado por meio do método de Ian McHarg, avaliou-se a aptidão do Córrego do Cafundó ao uso e à ocupação, tendo em conta as especificidades socioambientais do seu território e, especialmente, a perspectiva da drenagem pluvial. Como resultado, fatores como topografia acidentada, extensa cobertura vegetal e elevado risco de movimentações de terra apontaram a reduzida capacidade de urbanização da maior parte da sub-bacia e a necessidade de sua proteção ambiental. Entretanto, deve-se destacar que tal circunstância não impossibilita a fruição dessa área, mas demonstra que esta deve partir de programas compatíveis com suas particularidades e que auxiliem na salvaguarda de seus recursos e processos naturais.

Hoje, a principal legislação urbanística que incide sobre o Córrego do Cafundó é o Plano Diretor de Sabará (SABARÁ, 2008). Conforme demonstram as diretrizes e os parâmetros urbanísticos ali incidentes, o zoneamento municipal não levou em consideração as potencialidades e fragilidades físicas desse território, o que evidencia a necessidade de sua revisão e da efetiva incorporação da temática ambiental no planejamento local. Por sua vez, a elaboração de projetos de lei como o PDDI-RMBH indica a possível influência de outras camadas legislativas sobre esse espaço no futuro. No caso das propostas provenientes do MZ-RMBH, notam-se avanços quanto ao reconhecimento dos fatores ambientais no planejamento territorial, embora, visto o âmbito metropolitano do PDDI, essa legislação não seja capaz, sozinha, de incorporar todas as particularidades locais ao zoneamento, atuando, assim, num contexto e escala mais abrangentes.

Compreende-se que as legislações e os instrumentos urbanísticos, em quaisquer escalas de atuação, devem ser capazes de versar sobre as questões ambientais e promover meios para sua proteção. Nesse sentido, o protagonismo da drenagem pluvial no planejamento territorial – tendo por unidade básica a bacia hidrográfica – constitui uma possível frente de análise e de atuação, que auxilia a evidenciar as potencialidades e fragilidades ambientais do território, identificar áreas de interesse à conservação, como corredores ripários e ecológicos, realçar o papel dos cursos hídricos e dos espaços verdes na urbe contemporânea, prevenir a ocorrência de desastres de influência antrópica, como enchentes, alagamentos e deslizamentos,

e, assim, promover dinâmicas de uso e ocupação mais sustentáveis e pertinentes aos seus contextos de inserção.

Nessa perspectiva, entende-se que a teoria de Ian McHarg, introduzida no livro *Design with Nature* (1969), permanece como um possível instrumento de impacto sobre diferentes escalas da gestão territorial. Especialmente, o emprego de seu método no processo de elaboração de legislações urbanísticas pode contribuir para uma melhor delimitação das diretrizes e parâmetros frente às particularidades de cada território, auxiliando, assim, na construção de práticas mais sustentáveis de urbanização. Algumas pontuações, contudo, devem ser traçadas quanto à sua aplicabilidade, tendo em vista as investigações aqui realizadas. Embora a adaptabilidade desse método – ao possibilitar que se elenquem as variáveis de pertinência ao contexto local e ao eixo de análise – seja um de seus principais potenciais, também há com ela maior margem para falhas e entraves em sua aplicação, o que, por sua vez, pode ocasionar a distorção dos resultados.

Nesse sentido, dado o impacto de cada camada no produto final, devem ser identificadas não **apenas** as condicionantes relevantes (com vistas a eliminar eventuais ruídos que interfiram na análise), como **todas** as condicionantes relevantes (de modo a não negligenciar aspectos influentes no tema em questão), o que evidencia o caráter transdisciplinar do processo de diagnóstico e a imprescindibilidade do acesso aos dados pertinentes ou de meios para sua obtenção. Do mesmo modo, ao se subclassificar cada condicionante para seu mapeamento (a exemplo da delimitação das faixas de declividade mais ou menos permissíveis ao uso e à ocupação), deve-se atentar para que a categorização seja pautada por critérios claros, objetivos e pertinentes ao eixo de análise. Já quanto ao processo de sobreposição, deve-se observar que, enquanto camadas mais opacas permanecem mais visíveis ao serem sobrepostas, aquelas com maior transparência tornam-se menos perceptíveis e, consequentemente, apresentarão menor impacto no produto final. Desse modo, é importante avaliar se todas as condicionantes têm significância equivalente na análise (e, portanto, terão mesmo nível de transparência) ou, caso contrário, deixar claros quais são os seus respectivos pesos sobre o tema e o território analisados.

Por fim, com o avanço das novas geotecnologias, convém apontar os seus impactos na aplicabilidade do método de McHarg. Conforme ilustrado em seus estudos de caso, o processo de diagnóstico territorial era originalmente efetuado por vias, sobretudo, analógicas e manuais. Hoje, com o

desenvolvimento de novas ferramentas digitais, como os softwares de manipulação de dados georreferenciados (que, via de regra, trabalham sob uma lógica de *layers*), permite-se o levantamento de informações mais precisas e diversificadas, o acesso facilitado a múltiplas bases de dados *online* e a utilização de interfaces de seleção, tratamento e análise dos dados de maneira mais ágil e automatizada. Assim, potencializa-se o emprego desse método na contemporaneidade, sobretudo com vistas ao planejamento sustentável, dadas as possibilidades de ampliação da abordagem de análise e de demonstração dos resultados de forma mais rápida e assertiva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm). Acesso em: 6 abr. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 8 mar. 2022.

BORSAGLI, Alessandro. **Do convívio à ruptura:** a cartografia na análise histórico-fluvial de Belo Horizonte (1894/1977). 2019. 224 f. Dissertação (Mestrado em Geografia - Tratamento da Informação Espacial) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <https://bib.pucminas.br/acervo/521146>. Acesso em: 7 jan. 2023.

CAVALCANTE, Lucas Vinicius Bezerra. **A bacia do rio Arrudas:** análise das inundações entre 1930 a 2005 no município de Belo Horizonte. 2011. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/MPBB-8THHLK>. Acesso em: 11 nov. 2021.

COSTA, Staël de Alvarenga Pereira; GIMMLER NETTO, Maria Manoela. **Fundamentos de morfologia urbana.** Belo Horizonte: C/Arte, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha Municipal. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 15. nov. 2021.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS; SGB/CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações – 1:25.000:** nota técnica explicativa. Brasília: 2014. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/publice/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Manuais-Tecnicos---Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes-6473.html>. Acesso em: 22 mar. 2022.

MACEDO, Silvio Soares et al. **Os sistemas de espaços livres e a constituição da esfera pública contemporânea no Brasil.** São Paulo: Edusp, 2018.

MCHARG, Ian L. **Design with nature.** New York: American Museum of Natural History, 1969.

MINAS GERAIS. Decreto Estadual nº 44.646, de 31 de outubro de 2007. Disciplina o exame e anuência prévia pelo Estado, por meio da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e

Política Urbana – SEDRU, para aprovação de projetos de loteamentos e desmembramentos de áreas para fins urbanos pelos municípios. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/DEC/44646/2007/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

MINAS GERAIS. Projeto de Lei Complementar nº 74/2017. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/projetos-de-lei/PLC/74/2017>. Acesso em: 11 fev. 2023.

PBH - Prefeitura de Belo Horizonte. **BH Map.** Disponível em: <http://bhmap.pbh.gov.br/v2/mapa/idebhgeo>. Acesso em: 15 nov. 2021.

PLANO METROPOLITANO RMBH. **Bases Cartográficas.** Disponível em: <http://www.rmbh.org.br/central-cartog.php>. Acesso em: 7. fev. 2022.

SABARÁ. Lei Complementar nº 5, de 2004. Dispõe sobre a ocupação e o uso do solo no Município de Sabará e dá outras providências.

SABARÁ. Lei Complementar nº 12, de 8 de janeiro de 2008. Dispõe sobre o Plano Diretor do município de Sabará e dá outras providências.

SGB/CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações.** Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/publice/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes-5379.html>. Acesso em: 22 mar. 2022.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; BERTONI, Juan Carlos (org.). **Inundações urbanas na América do Sul.** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

UFMG – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Produto 4:** definição das Zonas de Interesse Metropolitano. Belo Horizonte: UFMG, 2014. Disponível em: <http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/central-de-conteudos-pddi/>. Acesso em: 14 fev. 2022.

UFMG – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Produto 5:** definição dos parâmetros urbanísticos e de diretrizes específicas de estruturação e desenvolvimento para as Zonas de Interesse Metropolitano (ZIMs). Belo Horizonte: UFMG, 2015. Disponível em: <http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/central-de-conteudos-pddi/>. Acesso em: 14 fev. 2022.

Rogério Ribeiro Ferreira  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Escola de Arquitetura,  
Laboratório da Paisagem.  
Rua Paraíba, nº 697, sala 404c, Belo Horizonte, MG, Brasil,  
CEP 30130-141.  
CV: <http://lattes.cnpq.br/9857365827516961>  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4064-9782>  
E-mail: rogerioriferreira@gmail.com

Maria Cristina Villefort Teixeira  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Escola de Arquitetura,  
Laboratório da Paisagem.  
Rua Paraíba, nº 697, sala 404c, Belo Horizonte, MG, Brasil,  
CEP 30130-141.  
CV: <http://lattes.cnpq.br/2553965602594498>  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8839-4192>  
E-mail: mcrisvt@gmail.com

Aline Cristina Gonçalves da Costa  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Escola de Arquitetura,  
Laboratório da Paisagem.  
Rua Paraíba, nº 697, sala 404c, Belo Horizonte, MG, Brasil,  
CEP 30130-141.  
CV: <http://lattes.cnpq.br/6299264632660603>  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3899-7320>  
E-mail: incristn@gmail.com

14 Giovanna de Paula Lopes  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Escola de Arquitetura,  
Laboratório da Paisagem.  
Rua Paraíba, nº 697, sala 404c, Belo Horizonte, MG, Brasil,  
CEP 30130-141.  
CV: <http://lattes.cnpq.br/7740177375399845>  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1880-5141>  
E-mail: arq.giovanna.plopes@gmail.com

Elisabete Cunha de Andrade Paranhos  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Escola de Arquitetura,  
Laboratório da Paisagem.  
Rua Paraíba, nº 697, sala 404c, Belo Horizonte, MG, Brasil,  
CEP 30130-141.  
CV: <http://lattes.cnpq.br/9662370469019507>  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5876-1481>  
E-mail: beteandrade.bh@gmail.com

Nota do Editor  
Revisão do texto: Tikinet  
Submetido em: 01/05/2022  
Aprovado em: 19/06/2023