



## CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA BACIA DA PAMPULHA

*R. Nogueira<sup>1</sup>; F. Soares<sup>1</sup>; L. Luiza<sup>1</sup>; B. Laurence<sup>1</sup>; F. Coelho<sup>1</sup>; Tiago Igor<sup>1</sup>; C. Hamilton<sup>1</sup>;  
D. M. Magalhães<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte, MG

### Comissão V – Gestão Territorial e Cadastro Técnico Multifinalitário

### RESUMO

Este artigo realiza uma caracterização ambiental da bacia do ribeirão Pampulha a partir do cruzamento de variáveis por meio da análise de multicritérios. Além disso, é verificada as alterações do uso e cobertura do solo na bacia por meio de classificação supervisionada de imagens de satélite no período de 2005 a 2016. Os resultados podem contribuir com o processo de gestão ambiental da bacia que passa por processo de readequação em função do título de Paisagem Cultural da Humanidade, recebido em 2016 pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), que foi dado ao Complexo Arquitetônico da Pampulha.

**Palavras-chave:** Lagoa da Pampulha, Análise de Multicritérios, Planejamento Urbano.

### ABSTRACT

This paper presents an environmental characterization of the Pampulha river basin made by data combination using multi-criteria analysis. In addition, changes in land use and cover in this basin was verified by supervised classification of satellite images in the period 2005 to 2016. The results may contribute to the process of environmental management in this basin that undergoes a process of readjustment in as part of the Cultural Landscape of Humanity, received in 2016 by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), which was given to the Pampulha Architectural Complex.

**Keywords:** Pampulha Lagoon, Multi-criteria Analysis, Urban Planning.

### 1-INTRODUÇÃO

Em dezessete de julho de 2016, a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) conferiu ao Complexo Arquitetônico da Pampulha os títulos de Patrimônio Cultural da Humanidade e de Paisagem Cultural do Patrimônio Moderno. Mas, para a manutenção do título, a Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) terá três anos para despoluir a lagoa e fazer obras no Conjunto Arquitetônico, que são as readequações impostas pela UNESCO.

O Conjunto Arquitetônico foi projetado por Oscar Niemeyer sob encomenda do prefeito Juscelino Kubitschek entre 1942 e 1944. Está inserido na parte mais nobre da região e compreende a Igreja de São Francisco de Assis, a Casa do Baile, o Iate Tênis Clube, e o Museu de Arte da Pampulha. Além dessas, existem outras atividades turísticas e de lazer na região: o Jardim Zoológico, O Parque Ecológico da Pampulha e o Parque Guanabara, o Estádio Mineirão e o Ginásio Mineirinho. As ciclovias e pistas de caminhada também são convidativas para a prática de corridas e passeios, além de ser palco de eventos esportivos como a Volta Internacional da Pampulha.

A Lagoa da Pampulha está situada na regional Pampulha, uma das regiões mais valorizadas de Belo Horizonte. É um reservatório d'água que teve a sua construção iniciada em 1936, com o intuito de diminuir enchentes e auxiliar no abastecimento da capital (BELO HORIZONTE, s/d).

A Barragem da Pampulha é composta pelos córregos Mergulhão, Tijuco, Ressaca, Sarandi, Água Funda, Braúna, Olhos D'água e AABB, sendo que os córregos Sarandi e Ressaca são os de maior importância, responsáveis pelo aporte de 70% do abastecimento da lagoa. A capacidade de acumulação de água era, na data da sua fundação, de 18 milhões m<sup>3</sup>. Entretanto, após o rompimento da barragem, ocorrido na década de 50, houve a redução da sua capacidade, estando, atualmente, em 13 milhões de m<sup>3</sup> (ib.id.).

O histórico de poluição do reservatório, desde a década de 1960, levou-o a um estado crítico de assoreamento e eutrofização de suas águas, em função do grande volume de esgoto e resíduos sólidos despejados, o que levou à redução de até 40% do espelho d'água inicial. Outro fator que se destaca é a ocupação sem planejamento

e a falta de investimento em saneamento básico, que trouxeram várias consequências socioambientais para a bacia. Com isso, a Lagoa passou a receber anualmente cerca de 380.000 m<sup>3</sup> de sedimentos (ib.id.).

Atualmente, a Lagoa da Pampulha pertence à classe de águas 3, que permite seu uso para pesca amadora, navegação e consumo de espécies animais. Acerca da área de drenagem da barragem da Pampulha, 45% (44,25 km<sup>2</sup>) estão inseridos no município de Belo Horizonte e 55% (52,98 km<sup>2</sup>) estão no município de Contagem, perfazendo um total de, aproximadamente, 98 km<sup>2</sup>, como mostra a Figura 1. Sua hidrografia pertence à bacia do Rio das Velhas que desagua no Rio São Francisco (LEMOS et al., 2014, p.2).

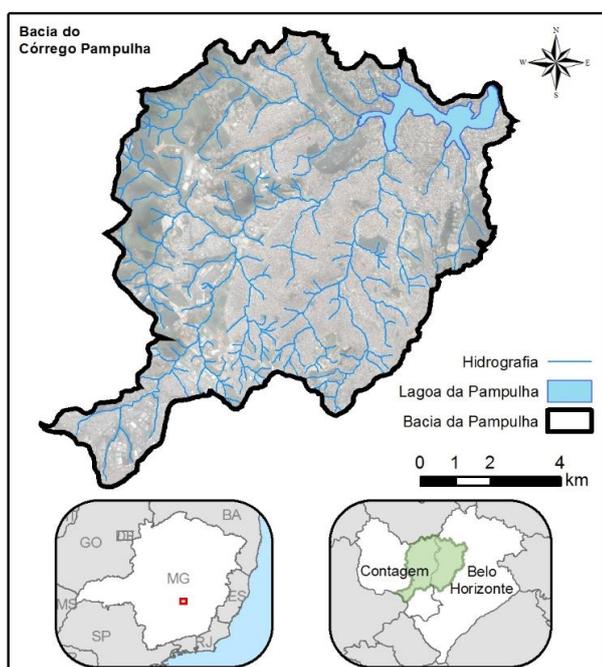


Fig. 1 – Localização da Bacia do Ribeirão Pampulha

Diante do exposto, o trabalho tem por objetivo realizar uma caracterização ambiental da bacia do ribeirão Pampulha com vistas a gerar subsídios para a manutenção do título de Paisagem Cultural da Humanidade recebido pela UNESCO. Dentre os objetivos específicos, destacam-se a avaliação da qualidade da água e sua correlação com as transformações no uso e cobertura do solo na área de drenagem da bacia ao longo da última década.

## 2-MATERIAL E MÉTODOS

Para o cumprimento dos objetivos propostos, foi elaborada uma análise multitemporal utilizando as bandas 345-BGR dos satélites Landsat-5 (TM) e 456-BGR do Landsat-8 (OLI). Sobre essas composições coloridas, foi realizada uma classificação supervisionada no software ArcGIS 10.3 para comparação das alterações ocorridas no uso e cobertura do solo na bacia do ribeirão Pampulha durante os anos de 2005, 2010 e 2016.

A fim de realizar uma síntese das condições ambientais da bacia, foi realizada uma análise de multicritérios utilizando o mesmo software. Essa metodologia é definida por Moura (2007, p. 2901) como um procedimento metodológico que se baseia “no mapeamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano de informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final”. Os critérios e pesos utilizados na avaliação multicriterial estão expressos na Tabela 1.

TABELA 1 – ÁRVORE DE DESCISÃO

Peso	Variável	Componente de Legenda	Nota
25%	Uso e cobertura do Solo (2016)	Vegetação Densa	10
		Vegetação Rasteira	6
		Solo Exposto	3
		Corpos Hídricos	10
		Área Urbanizada	0
20%	Declividade	0 - 3% (Plano)	3
		3 - 8 % (Suave Ondulado)	0
		8 - 20 % (Ondulado)	0
		20 - 45% (Forte Ondulado)	4
		45 - 75 % (Montanhoso)	9
		> 75 % (Forte Montanhoso)	10
25%	Área de Preservação Permanete	Sim	10
		Não	0
12%	Pedologia	Argissolo	5
		Latossolo	0
20%	Unidades de Conservação	Uso Sustentável	5
		Proteção Integral	10

Os atributos avaliados foram mensurados por meio do método Delphi em que envolveu opinião de estudantes e professores de graduação dos cursos de Geografia e Geologia do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH). Todos os dados foram convertidos para o formato matricial e a síntese foi gerada por meio da utilização da calculadora raster no mesmo software.

## 3-RESULTADOS

A Figura 2 apresenta o uso e ocupação do solo da bacia da Pampulha nos anos de 2005, 2010 e 2016.

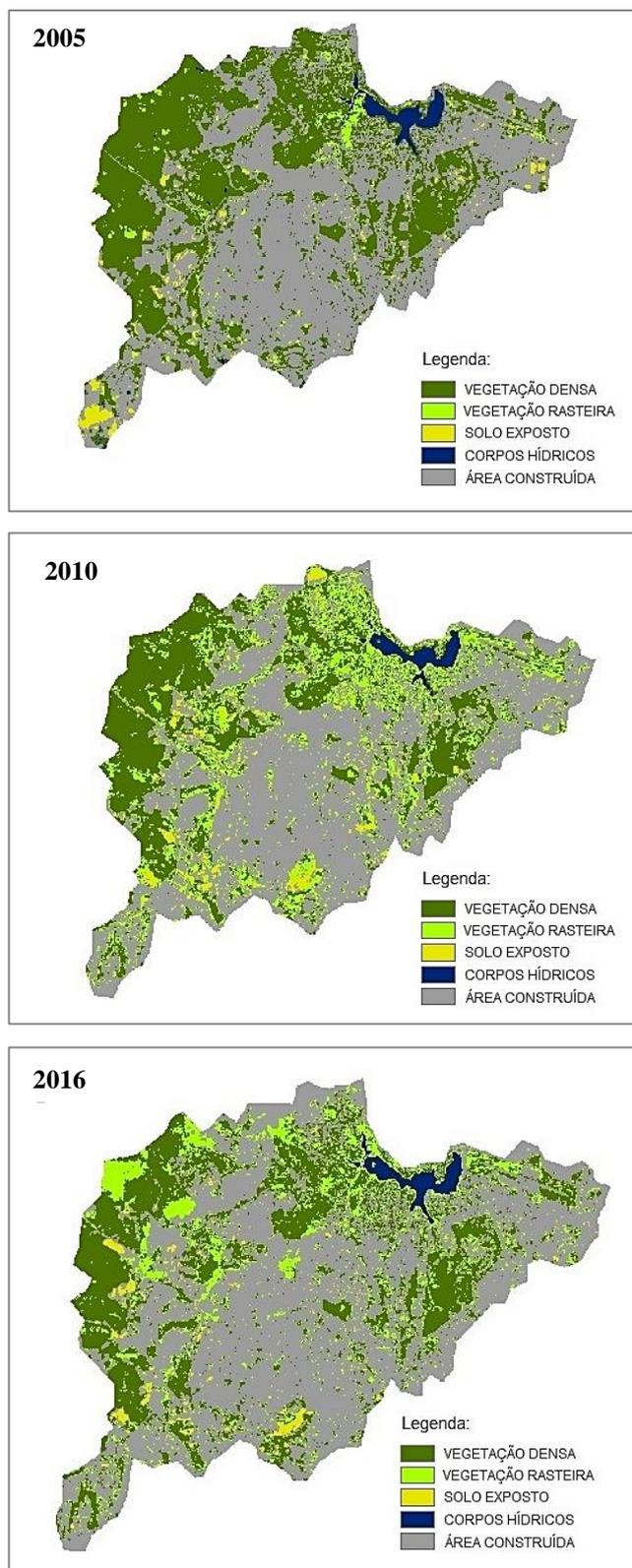


Fig.2 – Evolução do Uso e Cobertura do Solo na Bacia

A análise comparativa demonstra a redução da cobertura vegetal densa no período analisado, sobretudo em função do crescimento das áreas urbanizadas e da criação de espaços com predomínio de vegetação rasteira. Esses casos foram encontrados principalmente nas regiões

periféricas da bacia que são zonas de expansão urbana. Nas porções centrais da bacia, em que se percebe a manutenção da cobertura vegetal, se encontram as áreas preservada por unidades de conservação municipais, o campus da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e o jardim zoológico. Tal fato demonstra a importância da criação e manutenção de áreas preservadas para garantir a qualidade ambiental da bacia.

Acerca da síntese por multicritérios, o resultado apresenta um zoneamento das áreas de maior ou menor interesse em preservação ambiental, tendo por base as variáveis utilizadas e os pesos atribuídos. As regiões do mapa demarcadas na cor vermelha têm o maior interesse em preservação, devido principalmente à presença de APPs, de declividades mais acentuadas, de cobertura vegetal ainda densa ou rasteira. A área em verde é caracterizada por regiões em que há um menor interesse em investimentos para preservação ambiental, pois foi caracterizada como áreas de alta antropização, de relevo plano e fora de APPs.

Esse tipo de mapa nos fornece uma boa noção das condições ambientais da bacia e das regiões prioritárias para receber investimentos em projetos de manutenção da cobertura vegetal para garantir a qualidade das águas e do ambiente de um modo geral.

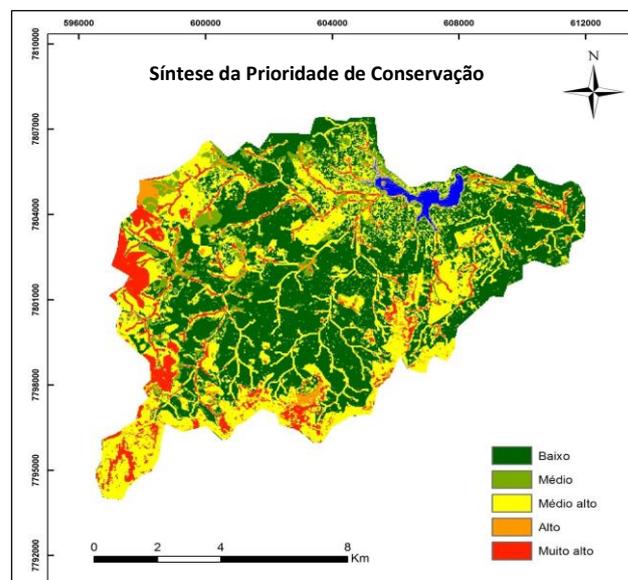


Fig.3 – Síntese por Multicritérios

O crescimento sem o devido planejamento das grandes cidades desenvolve um indevido uso e ocupação do solo, impermeabilizando extensas áreas, independente das condições físicas/ambientais dos locais. Essa expansão tende a evoluir e gerar ocupações que não se interagem de maneira propícia com agentes externos dinâmicos do meio físico, obtendo consequências de impactos ambientais negativos e expõem riscos à vida. Essa situação já é conhecida na região da Pampulha e a análise realizada neste trabalho comprovaram que a tendência ao crescimento urbano sobre áreas em que há o interesse em conservação

ambiental é ainda constante. Assim, para atingir à meta de despoluição das águas da lagoa da Pampulha, para manutenção do título recebido da UNESCO, não deve ser tratada apenas as águas do reservatório e seus afluentes diretos, mas toda a região à montante do reservatório merece especial atenção.

Análises de água realizadas nos córregos Sarandi e Ressaca em 2016, pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), mostram que as nascentes que formam a bacia normalmente encontram-se despoluídas. Porém, em seu percurso até a lagoa, ocorre alteração da água em razão das cargas poluentes decorrentes dos esgotos sanitários, como dejetos industriais, esgotos pluviais, matérias orgânicas, detergentes e óleos (IGAM, 2016).

Tendo como base o valor máximo permitido de substâncias de acordo com o COPAM (Conselho Estadual de Política Ambiental) nº 1/2008 e CONAMA nº 357/2005, foram encontradas altas quantidades de cianeto, escherichia coli, fósforo, manganês, mercúrio, nitrogênio amoniacal, óleos, graxas, oxigênio dissolvido, sólidos em suspensão, substâncias tensoativas, sulfeto e zinco. Em relação à condutividade elétrica, Vito et al. (2016) informa que, para a Agência Nacional de Águas (ANA), valores superiores a 500 µS/cm indicam problemas de poluição. Nas análises realizadas nos Córregos Sarandi e Ressaca, os valores encontrados estão abaixo do limite definido pela ANA. A temperatura foi registrada a 29°C nos meses de março e dezembro e nos outros períodos sofreu uma queda de 7-8 graus, situação que altera os efeitos tóxicos de alguns efluentes modificando o tempo de vida da fauna e flora local.

#### 4-DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados produzidos e analisados neste trabalho mostram que o adensamento populacional e alteração do uso do solo na bacia tem impactado diretamente na qualidade das águas ao longo dos canais. De acordo com o IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas), com o passar dos anos esse crescimento urbano espontâneo e não contemplado por estruturas adequadas de saneamento acarretou problemas que vão além da impermeabilização do solo. O despejo de esgoto sem tratamento nos canais e o carreamento de particulados de solo são problemas evidentes in loco e causam mal cheiro, baixa qualidade das águas e assoreamento do reservatório.

Segundo o Censo Demográfico de 2010 realizado pelo IBGE, estima-se a existência de 460.000 habitantes na região da bacia. A partir da análise de imagens de satélites, verifica-se um maior adensamento populacional nas proximidades limítrofes dessa área, sendo a maioria da população de baixa renda que se concentra na forma de segregação induzida.

Historicamente, Belo Horizonte realiza investimentos em construções de avenidas sanitárias e as canalizações surgem como propostas de solução aos problemas de saúde pública e às inundações dos canais, causando, porém, a ocultação dos cursos d'água na

paisagem da cidade, o que não pode ser considerada uma solução adequada para a região da Pampulha, tendo em vista que o local se configura como área de lazer com disponibilidade de áreas verdes.

Nesse sentido, estudos como esse, que utilizam de técnicas de geoprocessamento e espacialização de informações devem ser considerados para gestão do espaço e um planejamento adequado, em que é possível realizar um diagnóstico com informações bastante detalhadas e precisas, bem como simular cenários futuros mediante alterações previstas para a paisagem estudada.

#### 5-CONCLUSÃO

A Lagoa da Pampulha é uma importante referência cultural e de lazer da comunidade e, atualmente, passa por desafios para recuperação de aspectos paisagísticos e ambientais a fim de assegurar o título de patrimônio recebido pela UNESCO. Conclui-se, a partir do estudo, que a qualidade das águas da lagoa é prejudicada devido às alterações no uso e cobertura do solo ao longo de todo o período de ocupação urbana da região. E que tal comportamento ainda se mantém em função da bacia estar localizada em um vetor de expansão urbana metropolitana. Tal situação ocasiona problemas em regiões à montante do reservatório da Pampulha, carreando impurezas residuais e alta carga de sedimentos que são transportados facilmente devido ao aumento da turbidez dos canais, atingindo o reservatório, que é o nível de base intensamente assoreado.

Sugere-se que análises integradas como a proposta neste trabalho sejam realizadas com periodicidade na região da Pampulha, sobretudo utilizando de dados com resoluções espaciais mais apuradas e avaliações em campo para garantir resultados mais precisos e que possibilitem aplicações diretas em ações de planejamento e gestão urbana e ambiental.

Todas as atividades poluidoras devem ser evitadas durante o percurso da água para que ela seja lançada limpa na barragem. Somente após esses processos que a lagoa deverá ser despoluída, e possivelmente, destinada aos esportes aquáticos como antigamente, garantindo o título e aumentando o turismo na capital.

#### REFERÊNCIAS

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. *Bacia da Pampulha*. Disponível em: [http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=regionalpampulha&lang=pt\\_BR&pg=5484&tax=8645](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=regionalpampulha&lang=pt_BR&pg=5484&tax=8645). Acesso em 25/03/2017.

CONSELHO ESTADUAL DE POLITICA AMBIENTAL - COPAM. *Resolução nº 1*, de 05 de maio de 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/EFABF60>

3/DeliberaNormativaConjuntaCOPAM-CERHno01-2008.pdf. Acesso em 04/06/2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em 04/06/2017.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Portal Hidroinfo**. Monitoramento da qualidade das águas. 2016. Disponível em <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/>> . Acesso em 17/05/2016.

LEMOS, Rodrigo S. et al. **A evolução do uso e ocupação em uma bacia hidrográfica urbana e suas consequências para a qualidade ambiental**: reflexões a partir do caso da Lagoa da Pampulha, região metropolitana de Belo Horizonte. 2014. Disponível em: <http://anpur.org.br/app-urbana-2014/anais/ARQUIVOS/GT2-287-94-20140529222744.pdf>. Acesso em 25/03/2017.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios**. In: Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2899-2906.

VITÓ, Camila V. G. et al. **Avaliação da qualidade da água: determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesanais na região noroeste fluminense**. Acta Biomedica Brasiliensia / Volume 7/ nº 2/ Dezembro de 2016. Disponível em: <http://www.actabiomedica.com.br/index.php/acta/article/download/154/124>. Acesso em 15/05/2017.