

IV-132 – CARACTERIZAÇÃO HIDRODINÂMICA DO RESERVATÓRIO DA PAMPULHA-MG

Maíra Oliveira Campos

Bióloga, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais

Eduardo von Sperling⁽¹⁾

Eng. Civil. Especialista em Engenharia Sanitária. Especialista em Proteção Ambiental. Mestre em Engenharia Sanitária. Doutor em Limnologia (Technische Universitat Berlin). Pós-Doutor (Ecole Nationale des Ponts et Chaussées). Prof. Titular da UFMG

Endereço⁽¹⁾: Rua Rio Grande do Sul 1212/1401, 30170-111 Belo Horizonte - MG, eduardo@desa.ufmg.br

RESUMO

O presente trabalho apresenta estudo sobre a hidrodinâmica de um reservatório urbano (Lagoa da Pampulha, Belo Horizonte-MG). O conhecimento dos processos de mistura horizontal e vertical é essencial para o correto entendimento da dinâmica de poluição do ambiente aquático e, conseqüentemente, para a adoção de medidas de prevenção e recuperação do corpo de água. A modelagem de circulação hidrodinâmica foi conduzida mediante a aplicação da plataforma SisBaHia, desenvolvida na COPPEUFRJ. O mapa da circulação hidrodinâmica e as isolinhas de velocidade indicam que a influência dos ventos sobre a configuração da qualidade da água pode ser mais relevante que a própria entrada de poluentes pelos cursos de água tributários à lagoa.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrodinâmica, Ventos, Modelo de Qualidade da Água.

INTRODUÇÃO

O barramento de rios é uma atividade praticada pelo homem há séculos. A construção de reservatórios em grandes centros urbanos normalmente tem como finalidade o abastecimento público, uma vez que o crescimento exponencial da população vem aumentando a demanda por água substancialmente. Entender o sistema hídrico de forma global e, conseqüentemente, conhecer os processos químicos, físicos e biológicos do ecossistema é essencial para criar alternativas sustentáveis de desenvolvimento. A gestão dos recursos hídricos requer o desenvolvimento de instrumentos tecnológicos e de sistemas de informação que sejam capazes de conhecer o sistema hídrico, além de criar condições técnicas que possam apoiar as decisões relacionadas a diversos setores. Dentro desse contexto o presente trabalho pretende realizar um estudo da hidrodinâmica da Lagoa da Pampulha, reservatório artificial construído na cidade de Belo Horizonte, fornecendo informações sobre o meio que possam servir como base para futuros planos de manejo e monitoramento do ambiente aquático.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudos - A lagoa da Pampulha é um reservatório urbano, implantado na década de 1950, originalmente para fins de abastecimento de água, controle de cheias e também harmonia paisagística. A degradação da qualidade da água (contaminação, eutrofização, assoreamento) impediu, desde os anos 1980, o uso do corpo hídrico como manancial de abastecimento. A área da bacia de drenagem é de 98 km², sendo a área superficial de 2,0 km² com capacidade de armazenamento de $9,9 \times 10^6$ m³.

Condições de contorno - Foi considerada como fronteira aberta uma região próxima à barragem, com 10 m de comprimento e 0,2 m de profundidade. As condições iniciais foram assumidas como velocidade nula nas direções x e y e nenhuma elevação da superfície livre do reservatório. Os dados batimétricos cedidos referem-se a levantamentos realizados no ano de 2007, pela equipe do Laboratório de Ecologia de Reservatórios Tropicais – ICB/UFMG apresentados em Resck et al. (2007). As vazões dos tributários na estação seca foram obtidas em SUDECAP (1997). Não foram considerados efeitos de infiltração, pela falta de dados disponíveis. Os dados de evaporação e precipitação utilizados referem-se aos estudos de CPRM (2001) e foram considerados permanentes ao longo do tempo e uniformes no espaço com intensidade média de precipitação de 0,1mm/h e

evaporação com a taxa de 0,19 mm/h. A rugosidade do fundo foi considerada 0.02 para todo o domínio. Os dados de ventos foram obtidos a partir de uma série de registros horários de direção e intensidade de ventos no mês de setembro de 2009, medidos na estação meteorológica do Aeroporto da Pampulha, operada pela INFRAERO. Considerou-se o campo de vento uniforme no espaço, mas variando ao longo do tempo, com valores definidos a cada hora.

Modelo de Circulação Hidrodinâmica - O modelo numérico utilizado foi o SisBaHiA® (Sistema de Base Hidrodinâmica Ambiental – <http://www.sisbahia.coppe.ufrj.br>), desenvolvido na Área de Engenharia Costeira e Oceanográfica do Programa de Engenharia Oceânica do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). O SisBaHiA é um sistema para modelagem de circulação hidrodinâmica e de transporte de escalares passivos em corpos de águas naturais. Oferece recursos para modelamentos de corpos de água com superfície livre sem estratificação vertical significativa (Rosman, 2000). O modelo utiliza uma malha de elementos finitos criada com auxílio do programa Argus One da Argus Holdind Ltda. Os nós da malha são interpolados partir de um *grid* gerado com a batimetria do local a ser modelado, com auxílio do programa Surfer da Golden Software. A malha utilizada apresenta 451 elementos quadrangulares e 550 nós. A Figura 1 retrata a malha do domínio geral, com suas principais características geométricas.

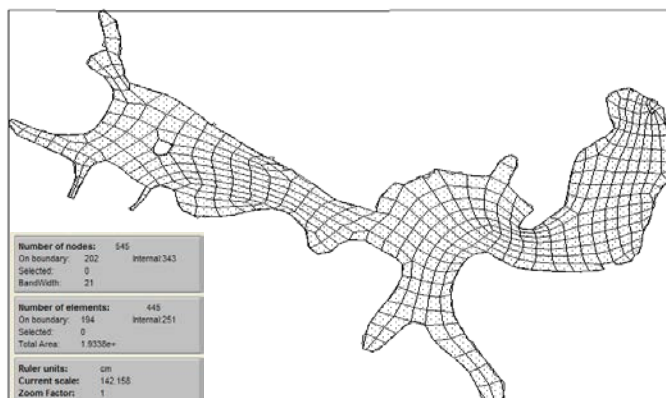


Figura 1: Domínio de modelagem discretizado por malha de elementos finitos biquadráticos da Lagoa da Pampulha.

Para o presente estudo, foi utilizada a versão 8.1 do SisBaHiA®, com aplicação dos modelos hidrodinâmico e lagrangeano com alguns parâmetros já predefinidos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ventos - A distribuição dos ventos, orientados segundo a rosa dos ventos medidos no mês de setembro de 2009, é representada na Figura 2. Observa-se que o vento reinante, de maior frequência, é o vento de Leste, com frequência de cerca de 30% e picos de intensidade superiores a 7 m/s, seguido dos ventos do quadrante leste-sudeste e de leste-nordeste. Os ventos, em especial o Leste, funcionam como o motor da lagoa, acionando as correntes que vão atuar nos processos de transporte e deposição de sedimentos, bem como nas misturas horizontais e verticais das massas de água.

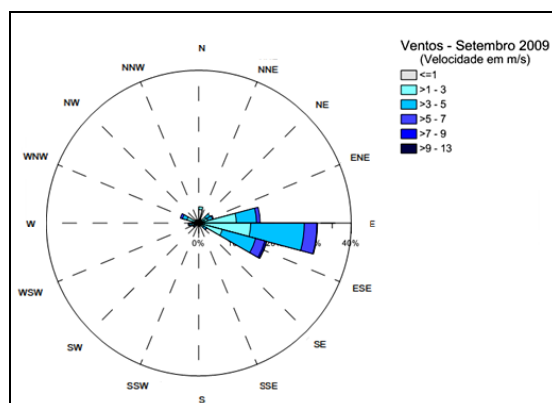


Figura 2: Rosa dos ventos em Setembro de 2009 na Lagoa da Pampulha, caracterizando uma situação de ventos usuais.

Avaliação da Circulação Hidrodinâmica – É apresentado a seguir o mapa de circulação hidrodinâmica e isolinhas de velocidade na Lagoa da Pampulha no dia da coleta (Figura 3). No momento inicial da coleta, pode-se observar a ocorrência de ventos de menor velocidade, gerando zonas da estagnação na região riverina do reservatório. Ao final da coleta, a velocidade dos ventos se intensifica, gerando uma maior velocidade de corrente e diminuindo as zonas de estagnação da água. Verifica-se que a variação espacial de fatores físicos, químicos e biológicos presentes pode ser explicada pela interação entre a flutuabilidade do fitoplâncton e as características de mistura do reservatório.

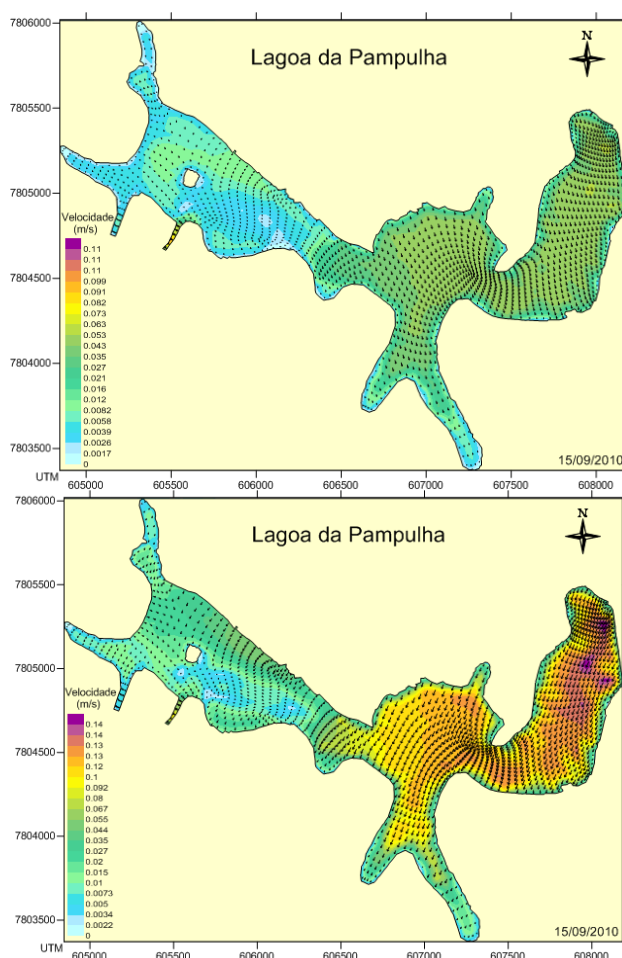


Figura 3: Padrão de circulação hidrodinâmica da Lagoa da Pampulha às 13h (a) e às 16h (b) do dia 15/09/2009.

Para verificar o tempo de residência da água e o trabalho do vento como forçante do agregamento de partículas na superfície do reservatório, rodou-se o modelo lagrangeano. Pode-se observar, na Figura 4 (a), regiões de maior e menor tempo de retenção da água. Com tempos de retenção em torno de 29 dias, destacam-se as desembocaduras dos córregos Olhos d'água e Mergulhão e a região do Museu de Arte Moderna da Pampulha, enquanto a região sob influência dos maiores tributários, Ressaca e Sarandí, e próxima ao vertedouro registraram tempos de residência da água inferiores a dois dias. Quanto ao transporte de partículas na superfície do reservatório, verifica-se na Figura 4 (b), um maior acúmulo destas na região norte do reservatório principalmente na zona lacustre. Estas partículas em suspensão podem descrever o deslocamento, por exemplo, de cianobactérias com aerótopos presentes na superfície do reservatório e, sob a ação do vento, são transportadas e acumuladas em determinadas partes do corpo d'água.

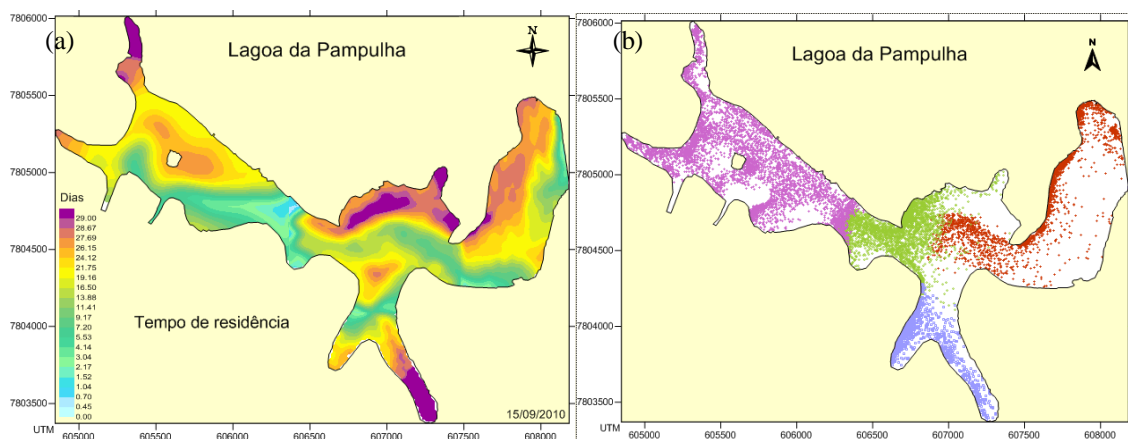


Figura 4: (a) Tempo de residência da água da Lagoa da Pampulha em Setembro de 2009 medido em dias e (b) Padrão de transporte de escalares passivos na superfície da Lagoa da Pampulha no final do dia 15/09/2009.

CONCLUSÕES

Com este trabalho foi possível conhecer a hidrodinâmica da Lagoa da Pampulha no mês de Setembro, quando se verifica uma maior degradação ambiental do sistema. Nas simulações hidrodinâmicas foi observado que a circulação do lago é dominada pela ação do vento, e que as vazões dos tributários têm importância secundária. Com a utilização do modelo lagrangeano pode-se assinalar áreas com um maior tempo de residência, onde é maior o risco de se depositarem massas de cianobactérias, que são abundantes no reservatório. Portanto este modelo pode ser utilizado como ferramenta auxiliar na tomada de decisões relacionadas ao manejo do reservatório da Pampulha. Recomenda-se portanto a utilização do modelo de qualidade de água do SisBaHia, e, por fim, sugerem-se medições de campo para calibrar o modelo, visto que os dados utilizados foram aqueles atualmente disponíveis.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) para o desenvolvimento de parte da pesquisa apresentada no trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Projeto Pampulha: estudo hidrogeológico da bacia da Pampulha. Vol.I. 151 p. Belo Horizonte: CPRM, 2001.
2. RESCK, R.; BEZERRA-NETO, J. F. & PINTO-COELHO, R. M. Nova batimetria e uma avaliação ecológica de parâmetros morfométricos da Lagoa da Pampulha (Belo Horizonte, Brasil). Revista Geografias, 5: 10. 2007.
3. ROSMAN P. C. C. Referência técnica do SisBAHIA - Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental. Rio de Janeiro: Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia, 2000.