

GRUPO DE TRABALHO SOBRE A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DO RESERVATÓRIO DA PAMPULHA

AVALIAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS E ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO DAS ÁGUAS DA LAGOA DA PAMPULHA



Reunião COMUSA

Outubro de 2020

Plano da apresentação

- Grupo de Trabalho Pampulha: composição e objetivos
- Avaliação de tecnologias para a recuperação ambiental de lagos urbanos
- Avaliação das séries temporais de parâmetros monitorados
- Limites de conformidade: sugestões
- Conclusões e recomendações

Grupo de Trabalho com o propósito de:

Avaliar Estratégias e Alternativas de Tratamento das
Águas da Lagoa da Pampulha

Instituído pela Deliberação COMUSA 001/2019, aprovada
em reunião plenária de 26/02/2019

Grupo de Trabalho: Prefeitura de Belo Horizonte

MEMBRO DA EQUIPE	FORMAÇÃO E CARGO
Ricardo de Miranda Aroeira	Engenheiro Diretor da Diretoria de Gestão de Águas Urbanas – DGAU
Ana Paula Fernandes Viana	Engenheira da Diretoria de Gestão de Águas Urbanas – DGAU
Graziela Mendes de Paula	Engenheira da Diretoria de Gestão de Águas Urbanas – DGAU
Marcelo Cardoso Lovalho	Engenheiro Gerente da Ger. de Manutenção em Infraestrutura - SUDECAP

Grupo de Trabalho: COPASA

MEMBRO DA EQUIPE	FORMAÇÃO E CARGO
Ronaldo Matias de Sousa	Engenheiro Gestor de Empreendimentos de Grande Porte
Antônio C. Ferreira de Oliveira	Engenheiro da Unidade de Negócio Metropolitana
Fernando Antônio Jardim	Biólogo Responsável pelo Setor de Hidrobiologia do Laboratório Central
Mauro Diniz Carneiro	Engenheiro Superintendente de Produção de Água
Cleber Torres	Engenheiro Gerente da Unid. de Serviço de Expansão da Metropolitana
Max Demattos	Analista Master

Grupo de Trabalho: FCO/UFMG

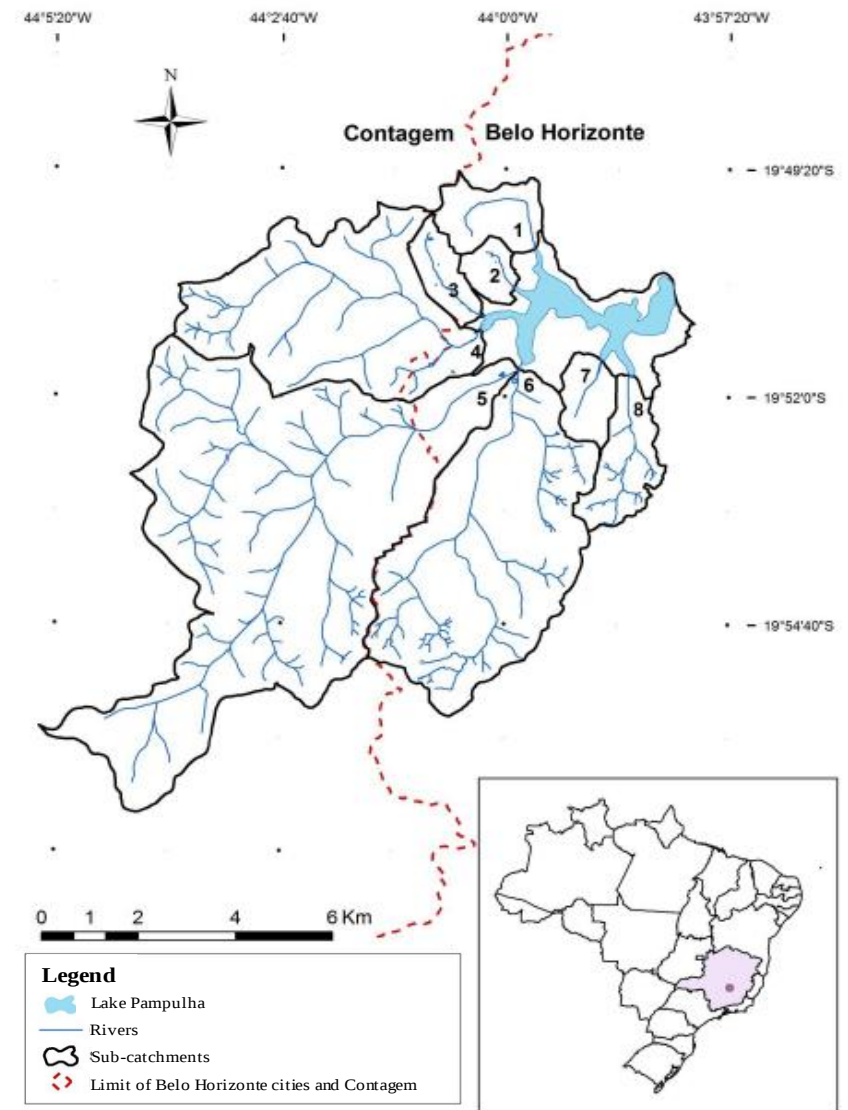
MEMBRO DA EQUIPE	FORMAÇÃO E CARGO
Cesar Rossas Mota Filho	Engenheiro, Professor Adjunto, EE-UFMG, e Coordenador do Grupo FCO
Alessandra Giani	Bióloga, Professora Titular, ICB-UFMG
Nilo de O. Nascimento	Engenheiro, Professor Titular. EE-UFMG
Cleber Cunha Figueredo	Biólogo, Professor Adjunto, ICB-UFMG
Talita F. das Graças Silva	Engenheira, Professora Adjunta, EE-UFMG
Rafael Pereira Resck	Biólogo, Consultor Externo, Ryma Recursos Hídricos
Weber Coutinho	Engenheiro, Consultor Externo, PWc Consultoria Ambiental e Pedagógica
Letícia da Silva Santos	Engenheira, Estudante de Pós-Graduação, EE-UFMG
Gustavo H. P. Abrantes	Biólogo, Estudante de Pós-Graduação, ICB-UFMG

Lagoa da Pampulha



(www.soubh.com.br)

Área da bacia	100 km ²
Tributários	8
População na bacia	500.000
Área do espelho d'água	1.9 km ²
Perímetro da lagoa	19 km
Profundidade média	5 m
Profundidade máxima	16 m
Volume de armazenamento	10 hm ³



(Silva et al, 2014)

Objetivos:

- amplo levantamento de informações e avaliação de tecnologias/experiências nacionais/internacionais bem-sucedidas em gestão da qualidade das águas de lagos urbanos
- aprofundar a análise de resultados das ações realizadas sob a iniciativa da PBH na Lagoa da Pampulha e na bacia do Ribeirão Pampulha:
 - desempenho
 - aspectos técnicos
 - seleção de tecnologias
- contribuir para a formulação de ações de médio e longo prazo a serem empreendidas no reservatório da Pampulha

Métodos:

- Ampla e aprofundada revisão de literatura nacional e internacional sobre os diferentes temas tratados no estudo
- Organização de seminários, workshops e reuniões técnicas
- Análises estatísticas de séries temporais de dados de monitoramento de qualidade de água no Reservatório da Pampulha

Produtos:

- **Produto 01:** Plano de Trabalho
- **Produto 02:** Relatório de Análise Crítica do Termo de Referência de Contratação dos Serviços
- **Produto 03:** Relatório de Estado da Arte acerca de Tratamento das Águas em Ambientes Lênticos em Áreas Urbanas: Parte 1
- **Produto 04:** Relatório de Estado da Arte acerca de Tratamento das Águas em Ambientes Lênticos em Áreas Urbanas: Parte 2
- **Produto 05:** Relatório de Avaliação dos Resultados de Aplicação do Tratamento das Águas do Reservatório da Pampulha por meio da Captura de Fósforo
- **Produto 06:** Relatório de Avaliação dos Resultados de Aplicação do Tratamento das Águas do Reservatório da Pampulha por meio da Decomposição da Matéria Orgânica
- **Produto 07:** Sumário Executivo

Avaliação de tecnologias: critérios

- **Efetividade:** indica o grau de eficiência da técnica em termos de resultados de melhoria na proteção e recuperação da lagoa.
- **Aplicabilidade:** procura graduar a maior ou menor dificuldade técnica e operacional para a aplicação da técnica.
- **Disponibilidade comercial:** indica se a técnica ou o produto atingiu o estágio de maturidade e desenvolvimento e se há fornecedor no mercado.

Avaliação de tecnologias: critérios

- **Impacto ambiental negativo** : indica o potencial de que a técnica resulte em impactos ambientais de caráter negativo para alguns componentes do ambiente da lagoa (e.g.: biodiversidade, estética) e para cursos d'água tributários ou localizados a jusante (e.g.: estéticos, qualidade de água, frequência de inundações)
- **Potencial global**: considera o potencial global de emprego da técnica por meio da análise conjunta dos critérios efetividade, aplicabilidade, disponibilidade, impactos ambientais de caráter negativo acima descritos.

i	Tipo de ações	Técnica	Efetividade	Aplicabilidade	Disponibilidade comercial	Impacto Ambiental Neg.	Potencial Global
1	Estruturais no lago e margens	Estruturas para minimizar ressuspensão de sedimentos pelo vento	Baixa	Baixa	Sim	Médio	Baixo
		Valas no entorno do reservatório	Baixa	Baixa	Sim	Alto	Baixo
		Pequenas lagoas artificiais na entrada do lago	Avaliar	Alta	Sim	Médio	Alto
		Cortinas com efeito filtrante	Alta	Alta	Sim	Baixo	Alto
2	Captura de nutrientes e sedimentos	Dragagem	Média	Alta	Sim	Médio	Alto
		Adição de sulfatos, nitrato ou ferro	Média	Baixa	Sim	Alto	Baixo
		Partículas magnéticas	Avaliar	Média a alta	Não	Baixo	Baixo
3	Coluna d'água	Oxigenação: aeração	Médio	Média a alta	Sim	Baixo a médio	Médio
		Oxigenação: microbolhas ou nanobolhas	Avaliar	Média a alta	Sim	Baixo	Alto
		Bio manipulação	Avaliar	Média a alta	Sim	Médio	Médio
		Biorremediação	Avaliar	Média a alta	Sim	Baixo	Médio
		Phoslock	Média	Alta	Sim	Baixo	Alto
		Ozonização	Média	Baixa	Sim	Alto	Baixo
		Ondas ultrassônicas	Baixa	Baixa	Sim	Alto	Baixo
4	Operação do reservatório	Regulação do NA do reservatório	Média	Baixa	Não se aplica	Alto	Baixo
		Retirada de água do hipolímnio/descarga de fundo	Média	Alta	Não se aplica	Baixo a médio	Alto
5	Não-estruturais na bacia	LUOS (Lei de Uso e Ocupação do Solo)	Alta	Média	Não se aplica	Baixo	Alto
		Regulamentação ambiental	Alta	Média	Não se aplica	Baixo	Alto
		Varrição de ruas e praças	Média	Alta	Sim	Baixo	Alto
		Redução do uso de fertilizantes e pesticidas	Alta	Média	Não se aplica	Baixo	Médio
		Redução de conexões cruzadas	Alta	Média	Sim	Baixo	Alto
6	Estruturais na bacia	Controle de erosão urbana	Alta	Média	Sim	Baixo	Alto
		Coleta de água de chuva	Média	Alta	Sim	Baixo	Médio
		Coberturas verdes (telhados verdes)	Média	Média	Sim	Baixo	Médio
		Leitos e bacias de infiltração	Alta	Média	Sim	Médio	Médio
		Valas e trincheiras de infiltração	Alta	Média	Sim	Médio	Médio
		Poços de infiltração	Alta	Alta	Sim	Médio	Médio
		Pavimentos porosos	Alta	Média	Sim	Médio	Médio
		Jardins de chuva e células de biorretenção	Alta	Alta	Sim	Baixo	Médio
		Valas gramadas	Média	Média	Sim	Baixo	Alto
		Bacias de retenção	Média a alta	Alta	Sim	Médio	Alto
		Área úmidas artificiais - wetlands	Alta	Baixa	Sim	Médio	Médio
		Arborização urbana, praças e parques	Média a alta	Alta	Sim	Baixo	Alto

Avaliação de tecnologias: critérios

33 tecnologias avaliadas

14 com potencial alto

12 com potencial médio

07 descartadas

Tecnologias com alto potencial de emprego

Tipo	Tecnologia/Técnica
Estruturais na lagoa e margens	Pequenas lagoas artificiais na entrada do lago
	Cortinas com efeito filtrante
Captura de nutrientes e sedimentos	Dragagem
Ações na coluna d'água	Oxigenação: microbolhas ou nanobolhas
	Phoslock
Operação da lagoa	Retirada de água do hipolímnio/descarga de fundo
Não-estruturais na bacia	LUOS (Lei de Uso e Ocupação do Solo)
	Regulamentação ambiental
	Varrição de ruas e praças
	Redução de conexões cruzadas pluvial-esgoto
Estruturais na bacia	Controle de erosão urbana
	Valas gramadas
	Bacias de retenção
	Arborização urbana, praças e parques

Tecnologias com médio potencial de emprego

Tipo	Tecnologia/Técnica
Ações na coluna d'água	Oxigenação: aeração
	Biomanipulação
	Biorremediação
Não-estruturais na bacia	Redução do uso de fertilizantes e pesticidas
Estruturais na bacia	Coleta de água de chuva
	Coberturas verdes (telhados verdes)
	Leitos e bacias de infiltração
	Valas e trincheiras de infiltração
	Poços de infiltração
	Pavimentos porosos
	Jardins de chuva e células de biorretenção
	Áreas úmidas artificiais - wetlands





Cortinas de sedimentos

PONTO 2
Fevereiro/2018



Resíduos sólidos: 5 a 10 ton/dia



PONTO 3
Fevereiro/2018

CA = 1, certificação ambiental, áreas verdes, taxa de permeabilidade e controle na fonte (Novo Plano Diretor de BH: Lei 11.181/2019)



Edifício Marly Viana / BH.

Funções:

Ambiência / Biodiversidade
Microclima
Drenagem

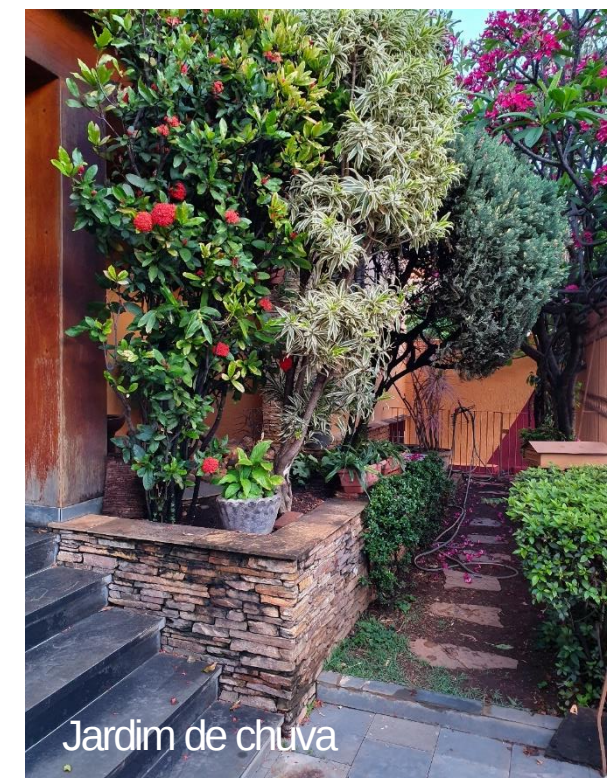


Legenda:

- ① Edificação
- ② Piso impermeável
- ③ Área ajardinável sobre solo (permeável)
- ④ Área ajardinável sobre laje
- ⑤ Piso semipermeável com vegetação
- ⑥ Cobertura verde
- ⑦ Reservatório de retenção
- ⑧ Árvores

- Todos os lotes devem assegurar taxa de permeabilidade mínima e adotar controle na fonte
- O coeficiente de aproveitamento é fixado igual a 1 (CA = 1)
- CA > 1 é negociado via outorga onerosa
- Parte da outorga pode ser paga com soluções de projeto: áreas verdes adicionais, ajardinamento do afastamento frontal, dispositivos de controle de drenagem
- A Certificação de Qualidade Ambiental do edifício também impacta sobre o custo da outorga

Fonte: Medeiros (2019)



Análise das séries temporais de dados do monitoramento



- Período monitorado:
 - 04/2016 a 03/2019
- Pontos A: 8 afluentes
- Pontos P: 6 diferentes pontos de monitoramento na lagoa
- O ponto P3 mostrou valores intermediários para todos os parâmetros analisados.
- P3 pode ser considerado como o ponto representativo de condições médias da água da Lagoa da Pampulha

Análise das séries temporais de dados do monitoramento

- Os resultados da aplicação combinada das tecnologias de Remediação e Biorremediação propiciaram o atingimento das metas de Classe 3, da Resolução 357/2005 do CONAMA, em alguns períodos do ano, em certos pontos de coleta e para algumas variáveis.
- Os dados analisados nesse relatório indicam claramente que os afluentes da Lagoa (em particular os córregos Ressaca e Sarandi) ainda se configuram como as principais fontes de entrada de nutrientes nesse ecossistema.
- Dificilmente a recuperação e a manutenção da qualidade de água da lagoa serão viabilizadas sem intervenções na sua bacia hidrográfica, relacionadas à coleta e interceptação dos esgotos domésticos e industriais e o encaminhamento desses esgotos para tratamento na ETE-Onça.

Análise das séries temporais de dados do monitoramento

- As ações de desassoreamento têm sido utilizadas na Lagoa da Pampulha, viabilizando não só o aumento do volume e a manutenção do espelho d'água, mas contribuindo ainda para a retirada do fósforo particulado interno ao reservatório.
- Esse efeito positivo de longo prazo foi observado em ambientes de diversos países onde esse processo foi adotado.

Recomendações

- Para uma avaliação mais assertiva dos efeitos do tratamento realizado na Lagoa da Pampulha, sugere-se o estabelecimento de metas que incorporem variações temporais e espaciais dos indicadores de qualidade da água no reservatório.
- Recomenda-se avaliação dos métodos de análise laboratorial dos parâmetros monitorados para garantir a sua adequação e sensibilidade e melhor análise dos resultados obtidos.
- Recomenda-se que sejam mantidas a frequência mensal das coletas de amostras de água e de sedimentos e a realização das análises em laboratório independente e acreditado na Norma 17.025/2017 do INMETRO.

Recomendações

- É importante a realização de um estudo específico para a avaliação do impacto do desassoreamento na concentração de fósforo na Lagoa da Pampulha.
- Para melhor eficácia das tecnologias que vêm sendo aplicadas na Lagoa da Pampulha, sugere-se uma avaliação das dosagens dos produtos, especialmente nos períodos em que se espera uma maior aporte de nutrientes.
- O potencial apresentado por técnicas de tratamento de corpos d'água baseados em biorremediação e remediação é alto, mas recomenda-se a realização de estudos e experimentos para otimizar os resultados do Tratamento na Lagoa da Pampulha.

Recomendações

Limites de conformidade - Indicadores

- **Coliformes termotolerantes:** Não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral ;
- **Clorofila a:** valor máximo de 60 µg/L ;
- **Densidade de cianobactérias:** valor máximo de 100.000 cel/mL ou 10 mm³/L;
- **DBO₅ a 20° C:** valor máximo de 10 mg/L O₂;
- **Fósforo Total (ambiente lântico):** valor máximo de 0,07 mg/L P (pouco superior aos limites do CONAMA para águas de Classe 3).

Conclusões

- A revisão de literatura sobre a experiência nacional e internacional avaliou algumas técnicas centradas no corpo d'água da lagoa e de ações estruturais e não estruturais na bacia hidrográfica. O concurso de várias técnicas e ações na lagoa e na bacia oferece as melhores perspectivas de recuperação e de proteção do corpo d'água, de forma durável.
- Essas técnicas visam, em síntese:
 - a captura de poluentes junto às margens ou braços do reservatório, antes que atinjam suas regiões pelágicas;
 - a remoção de poluentes diretamente do corpo d'água do reservatório que podem basear-se em processos físico-químicos (e.g.: uso do Phoslock) e/ou mecânicos (e.g.: dragagem, operação do reservatório);
 - a captura de poluentes na bacia hidrográfica, contribuindo para a melhoria da qualidade de água dos cursos d'água tributários e, em consequência, do próprio reservatório;
 - a redução na liberação de poluentes na bacia por meio de ações de medidas regulatórias, mobilização da população e educação ambiental.
- Algumas dessas ações têm sido empregadas na Lagoa da Pampulha e em sua área de contribuição.

Conclusões

- As ações de tratamento realizadas na Lagoa da Pampulha resultaram em melhorias da qualidade de água do reservatório e redução de concentrações do fitoplâncton, o que pode ser constatado pelos dados de monitoramento realizado.
- Apesar de apresentar atualmente maior resiliência às agressões externas, as águas da Lagoa da Pampulha ainda estão sujeitas a variações de qualidade, que podem superar a capacidade de autodepuração do reservatório.
- Essa diversidade de condições hidrodinâmicas e de qualidade da água demanda diferentes estratégias para o tratamento da lagoa da Pampulha, complementares entre si, além da continuidade das ações em curso.



Muito obrigado

GT-Pampulha