

## **XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**

### **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DE DETENÇÃO DO ENGENHO NOGUEIRA - BELO HORIZONTE - MG**

*Izabella Rodarte de Souza<sup>1</sup>; Karine Karla Alves<sup>2</sup> & Aline de Araújo Nunes<sup>3</sup>*

**RESUMO** – Com a crescente urbanização e expansão das cidades, surgiram problemas relacionados à drenagem urbana, considerando a constante impermeabilização do solo e destinação incorreta de esgotos sanitários. Nesse sentido, a implantação de técnicas compensatórias em drenagem urbana vem se tornando uma prática comum, podendo ser citado como exemplo a inserção de bacias de retenção. No entanto, os problemas associados à qualidade das águas são constantemente transferidos para essas bacias, impedindo a utilização mais nobre da estrutura. Diante do exposto, o presente trabalho tem como finalidade avaliar as condições atuais de qualidade da água da bacia de retenção do Engenho Nogueira, localizada no município de Belo Horizonte – Minas Gerais. Para tal, primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica em busca de análises qualitativas anteriormente praticadas na bacia, e a fim de avaliar as condições atuais, foram realizadas novas análises de qualidade, considerando os parâmetros recomendados para a classificação do Índice de Qualidade da Água (IQA). Nesse contexto, foram constatadas melhorias em alguns parâmetros qualitativos, no entanto, o conjunto de parâmetros ainda resulta em um IQA ruim. Sendo assim, são necessárias intervenções em relação à qualidade da água no local, sendo prioritária a conscientização da população acerca da destinação dos esgotos sanitários.

**Palavras-Chave** – Monitoramento; urbanização; reservatórios.

### **EVALUATION OF WATER QUALITY IN ENGENHO NOGUEIRA DETENTION DAM - BELO HORIZONTE - MG**

**ABSTRACT** – With the increasing urbanization and expansion of cities, problems related to urban drainage have arisen, considering the constant waterproofing of the soil and incorrect destination of sewers. In this sense, the implementation of compensatory techniques in urban drainage has become a common practice, and the insertion of detention dams can be cited as an example. However, problems associated with water quality are constantly being transferred to these dams, preventing the more noble use of the structure. In view of the above, the present work has the purpose of evaluating the current water quality conditions of Engenho Nogueira detention dam, located in the city of Belo Horizonte - Minas Gerais. For this, a bibliographic review was first carried out in search of qualitative analyzes previously practiced in the reservoir, and in order to evaluate current conditions, new quality analyzes were carried out considering the recommended parameters for the classification of Water Quality Index (IQA). In this context, improvements were observed in some qualitative parameters, however, the set of parameters still results in a poor IQA. Therefore, interventions in relation to water quality in the place are necessary, being priority the awareness of the population about the destination of the sewers.

**Keywords** – Monitoring; urbanization; reservoirs.

1) Graduada em Engenharia Civil. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Rua Walter Ianni, 255 - São Gabriel, Belo Horizonte - MG, CEP 31980-110. Correio eletrônico: [izabellarodarte@gmail.com](mailto:izabellarodarte@gmail.com)

2) Graduada em Engenharia Civil. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Rua Walter Ianni, 255 - São Gabriel, Belo Horizonte - MG, CEP 31980-110. Correio eletrônico: [karinekarlaalves@gmail.com](mailto:karinekarlaalves@gmail.com);

3) Eng<sup>a</sup> Agrícola e Ambiental, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. UFOP - Depto. Engenharia Urbana, CEP 35400-000 Ouro Preto-MG. Correio eletrônico: [aline.nunes@ufop.edu.br](mailto:aline.nunes@ufop.edu.br)

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a partir dos anos 50, parte considerável da população migrou do meio rural para o meio urbano, o que resultou em uma urbanização acelerada. Neste sentido, houve a diminuição das áreas permeáveis e, paralelamente, o volume de resíduos sólidos aumentou de forma expressiva, sendo importante ressaltar que na maioria das vezes os mesmos não são descartados corretamente, acumulando-se nas ruas das cidades.

Os resíduos sólidos quando são carreados até as redes de drenagem trazem como consequência a redução da capacidade de amortecimento das mesmas e isto contribui para a ocorrência de alagamentos e inundações. Neste contexto, de acordo com Gomes (2005), o transporte de sedimentos para corpos hídricos traz consigo uma carga de poluentes agregados e a associação de poluentes tóxicos, além de material fino, que são lançados por redes de drenagem em corpos receptores, reduzindo a qualidade das águas.

Visando minimizar os impactos causados pela urbanização, as técnicas compensatórias em drenagem urbana vêm ganhando espaço, uma vez que buscam o aumento da permeabilidade dos centros urbanos e a diminuição das vazões de pico, tendo como exemplos: os jardins de chuva, também chamados de sistemas de biorretenção, as trincheiras de infiltração, os pavimentos permeáveis, os poços de infiltração, os reservatórios individuais, os telhados verdes ou armazenadores e as bacias de detenção ou retenção (CANHOLI, 2013; BAPTISTA *et al.*, 2007 ).

As bacias de detenção, foco deste trabalho, estão entre as medidas de controle de cheias mais usuais nas grandes cidades (VALENCIA, 2016). Neste sentido, são comumente chamadas de bacias de amortecimento e controle de cheias, ou reservatórios de detenção, sendo estruturas que têm como finalidade o gerenciamento e controle de águas pluviais, ou seja, a acumulação temporária e/ou infiltração das mesmas em eventos de chuva.

O gerenciamento de águas pluviais é feito com o propósito de amenizar os efeitos causados pela ocupação urbana e objetivam, segundo Gribbin (2013), controlar a vazão de pico, uma vez que a bacia de detenção armazena temporariamente as águas pluviais, e posteriormente realiza a liberação das mesmas de forma gradativa, sendo que o efeito primário é uma redução da vazão efluente máxima da bacia. No entanto, no processo de armazenamento e liberação, há também a retenção dos sólidos suspensos nas águas pluviais e, com isto, existe o controle da qualidade das águas. Por fim, se a bacia de detenção for também de infiltração, uma parte das águas pluviais infiltram no solo, gerando assim a recarga dos aquíferos.

Com o avanço da utilização de obras de detenção em centros urbanos, houve uma incorporação de múltiplas funções nas mesmas. De acordo com Campana *et al.* (2007), ao longo deste processo

ocorreram pelo menos quatro fases: na primeira fase, as obras de retenção propunham apenas o controle quantitativo do escoamento; na fase posterior, além da função específica do controle do escoamento superficial, foram integradas à paisagem urbana, de forma que o espaço também seria utilizado como recreação e lazer; na terceira fase, agrega-se a função de contribuir para a melhoria da qualidade do escoamento superficial; finalmente, na quarta fase, os esforços são afunilados em estudar a viabilidade de se usar o volume de água armazenado como uma fonte de abastecimento.

No Brasil, observa-se o aumento no uso das bacias de retenção em cidades metropolitanas, a partir dos anos 90. Contudo, apesar do uso para diferentes finalidades, os projetos brasileiros concentram-se apenas no amortecimento de cheias. Uma possível explicação, de acordo com Baptista *et al.* (2005), é que esta abordagem seja justificada pelo atual contexto brasileiro do saneamento, onde os esforços consideráveis de redução da poluição dos meios receptores ainda devem ser empreendidos por meio da implantação de infraestrutura de coleta e tratamento de esgotos domésticos, uma vez que uma parte considerável do esgoto ainda é lançada diretamente nos corpos receptores.

Diante do exposto, muitos problemas são evidenciados nas bacias de retenção por ocorrência da falta de ações de saneamento, interferência de esgotos sanitários, assim como ineficiência na coleta de resíduos sólidos. Nesse sentido, o presente trabalho tem como finalidade avaliar as condições atuais de qualidade da água da bacia de retenção de cheias do Engenho Nogueira, localizada no município de Belo Horizonte – Minas Gerais.

## **METODOLOGIA**

### **Caracterização da área de estudo**

A bacia hidrográfica do Córrego do Engenho Nogueira, localizada no município de Belo Horizonte, abrange uma área total de 10,04 Km<sup>2</sup> e é constituída por 7 sub-bacias, dispendo de aproximadamente 2,81 Km de extensão dos cursos d'água e população aproximada de 45.513 habitantes. A bacia de retenção do Engenho Nogueira é uma bacia de amortecimento de cheias, do tipo seca, e está inserida entre a 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> sub-bacias, na Regional Noroeste do município e parte da regional Pampulha, tendo capacidade máxima de 83.600 m<sup>3</sup> de água (PBH, 2016; BAPTISTA *et al.*, 2012).

Na Figura 1(a) é possível visualizar a bacia hidrográfica. Segundo o Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte - PMS 2016 a 2019, as Sub-Bacias 3 e 6 encontram-se com o Índice de Tratamento de Esgoto ruins, se comparadas com as demais Sub-Bacias. Já nas Figuras 1(b) e 1(c) é possível visualizar a bacia de retenção em diferentes épocas do ano.





Figura 2 – Estações de amostragem – Prefeitura de Belo Horizonte (2011).

Após o levantamento das informações básicas de monitoramentos já realizados na bacia, procedeu-se para a etapa de atualização das análises de qualidade da água. Nesse sentido, foi realizada uma nova coleta para análise, em dezembro de 2018, porém restringindo-se à Estação 2, que se localiza imediatamente a jusante da bacia de detenção.

A amostra coletada foi analisada em função dos parâmetros utilizados para a classificação do IQA – Índice de Qualidade da Água. O IQA foi desenvolvido para avaliar e classificar a qualidade da água bruta para fins de abastecimento público. Para isto, são considerados 9 parâmetros físico-químicos e biológicos, sendo eles: temperatura da água, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez. De acordo com ANA (2014), os parâmetros utilizados são, em sua maioria, indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. O IQA avalia de 0 a 100, utilizando 5 faixas de qualidade, que variam entre os estados brasileiros. Na Tabela 1 são ilustrados os parâmetros do IQA para Minas Gerais.

Tabela 1 – Parâmetros do IQA

Valor do IQA	Classes	Significado
$91 < IQA \leq 100$	Ótima	Água própria para o abastecimento público após o tratamento convencional.
$71 < IQA \leq 90$	Boa	
$51 < IQA \leq 70$	Regular	
$26 < IQA \leq 50$	Ruim	Água imprópria para o abastecimento público após o tratamento convencional, sendo necessário tratamentos mais avançados.
$IQA \leq 25$	Muito ruim	

Fonte: ANA (2014).

O cálculo do IQA é feito por meio do produtório ponderado dos nove parâmetros, segundo a fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

onde, de acordo com ANA (2014):

$q_i$  = qualidade do parâmetro, ou seja, é um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida;

$w_i$  = peso correspondente ao parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

onde  $n$  é o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Adicionalmente, existe a Resolução CONAMA nº 357 - 2005, importante para a investigação, uma vez que dispõe da classificação dos corpos de água. O córrego Engenho Nogueira está enquadrado na Classe 2, desta forma, as águas são destinadas para:

- abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- proteção das comunidades aquáticas;
- recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- aquicultura e à atividade de pesca.

Nesse contexto, a amostra coletada foi direcionada para análise dos parâmetros anteriormente citados, sendo esta realizada no laboratório Metha Controle de Qualidade. Os resultados obtidos foram analisados segundo a classificação do IQA no estado de Minas Gerais, Deliberação Normativa Conjunta do Conselho de Proteção Ambiental (COPAM) e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) - MG de 05 de maio de 2008. Paralelamente às análises citadas, foi realizada a comparação dos resultados obtidos com os monitoramentos anteriormente realizados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as consultas bibliográficas realizadas na etapa inicial da metodologia, os monitoramentos de qualidade da água conduzidos pela Prefeitura de Belo Horizonte nas fases de estudo (2007 e 2008), início (2009) e execução das obras (2010 e 2011), permitiram evidenciar que o córrego Engenho Nogueira se encontrava em situação insatisfatória e alarmante, uma vez que a elevada carga orgânica lançada nas águas que compõem o seu leito contribuiu para a presença de sais, nutrientes, metais e matéria orgânica. No ano de 2011 foram detectados nas estações valores insatisfatórios de DBO, manganês total, turbidez, óleos e graxas, nitrito, fósforo total e coliformes totais. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos do IQA na estação 2.

Tabela 2 - Resultados referentes ao Índice de Qualidade das Águas (IQA)

<b>Estação 02</b>					
<b>Data</b>	<b>Ago/07</b>	<b>Set/08</b>	<b>Dez/09</b>	<b>Jul/10</b>	<b>Out/11</b>
<b>IQA</b>	12,3 (muito ruim)	15,8 (muito ruim)	28,8 (ruim)	17,5 (muito ruim)	30,0 (ruim)

Fonte: Prefeitura de Belo Horizonte, 2013

As Figuras 3, 4 e 5 apresentam, de forma comparativa, os valores dos parâmetros utilizados para a classificação do IQA obtidos na análise realizada neste estudo e nas análises anteriormente citadas, além de apontar o limite de cada parâmetro, de acordo com a COPAM/CERH.

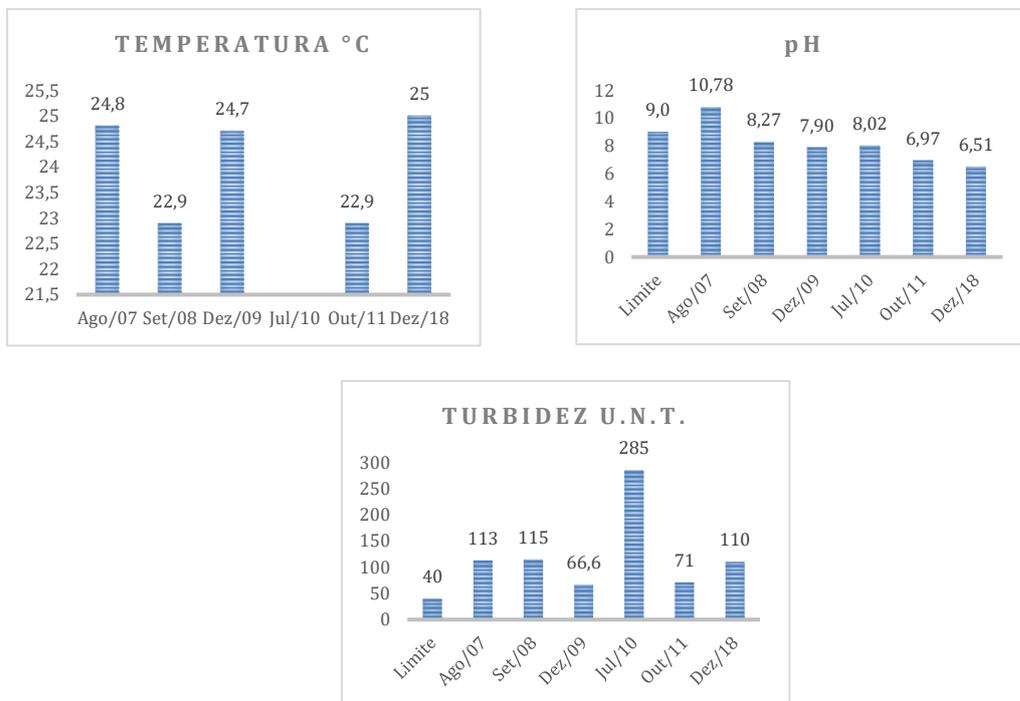


Figura 3 – Parâmetros de qualidade da água - Temperatura, pH e turbidez

É possível observar na Figura 3 que, entre os parâmetros analisados, a amostra se mostrou com uma boa temperatura, assim como nos anos de 2007 e 2009. O pH, por sua vez, apresentava um valor superior ao limite em 2007, apresentando em 2018 um valor coerente com a recomendação, sendo importante ressaltar que o pH é indispensável para a vida aquática. Já a turbidez continua com valores acima do limite, o que significa que existe matéria orgânica em suspensão presente na água. Vale ressaltar que a turbidez nos anos de 2009 a 2011 estavam elevadas devido à construção da bacia de detenção, que segundo a PBH (2016) ocorreu entre dezembro de 2008 e dezembro de 2011.

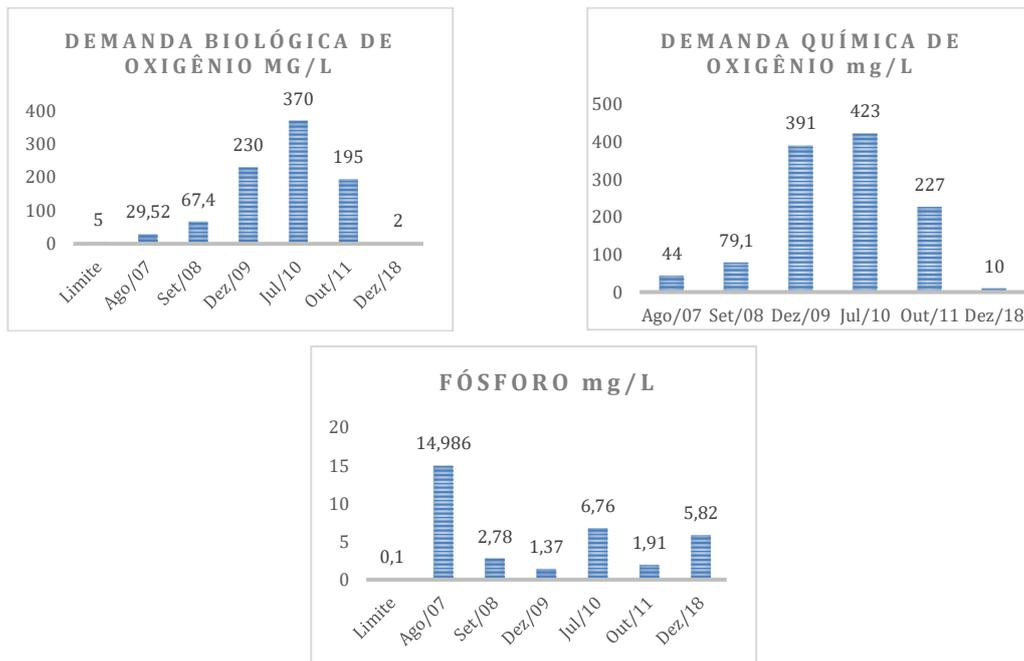


Figura 4 – Parâmetros de qualidade da água - DBO, DQO e fósforo

No que se refere aos resultados apresentados na Figura 4, observa-se que houve grande variação da Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), sendo que entre os anos de 2009 e 2011 os valores de DBO estavam muito acima dos seus limites, e mesmo o DQO, que não tem limite, pôde-se observar que no ano de 2018 houve uma melhora expressiva. A taxa de fósforo, por sua vez, apresenta-se também instável, tendo grandes variações entre os anos de 2007 e 2018, contudo ainda se encontra acima do limite estabelecido.

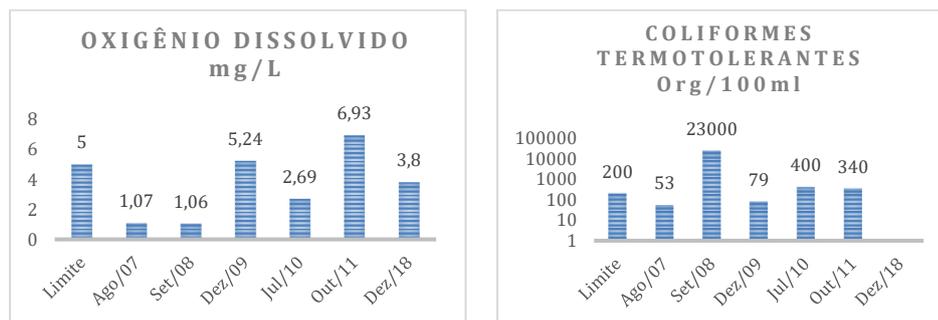


Figura 5 – Parâmetros de qualidade da água - OD e coliformes termotolerantes

Observação: Os valores encontrados para coliformes termotolerantes tiveram sua grandeza reduzida 1000 vezes para a adequação ao gráfico

Na Figura 5, é possível perceber que o OD apresentou algumas variações ao longo dos anos, sendo que em 2018, assim como em 2007, 2008 e 2010, a taxa de OD se manteve abaixo do limite. Quanto aos coliformes termotolerantes, em quase todos os anos apresentaram valores elevados, atingindo o maior valor em 2008, de 23.000.000 org/100ml contudo, em 2018, não houve presença

de coliformes termotolerantes nas águas do córrego do Engenho Nogueira, ou seja, não houve presença de microorganismos patogênicos.

Portanto, com os parâmetros obtidos, foi possível realizar o cálculo do IQA final, obtendo o valor de 41,1, ou seja, a avaliação da qualidade da água enquadra-se em ruim. Vale ressaltar que o IQA é sintetizado em um único número, levando em consideração a contaminação da água em relação à matéria orgânica e fecal, sólidos e nutrientes presentes na água. Contudo, também é importante analisar determinados índices individualmente, que estiverem em discordância com a legislação vigente.

## CONCLUSÃO

As bacias de detenção, embora bastante disseminadas em grandes centros urbanos, ainda apresentam grandes limitações no que se refere à alta concentração de resíduos sólidos, além da qualidade da água inferior aos padrões esperados para um aproveitamento mais nobre do recurso. Nesse sentido, são necessárias ações sociais e de conscientização que ultrapassem os serviços básicos urbanos.

No que se refere à bacia de detenção do Engenho Nogueira, houve melhorias em alguns parâmetros de qualidade da água. Nesse sentido, a implementação da bacia pode ter proporcionado impactos positivos para o córrego Engenho Nogueira e, conseqüentemente, para a população. No entanto, o conjunto de parâmetros ainda está em desacordo com os valores máximos estabelecidos para a classe 2, segundo a Resolução CONAMA nº 357 - 2005.

Ressalta-se a importância do monitoramento constante da qualidade da água em bacias de detenção, uma vez que as mesmas podem cumprir funções mais nobres, como recreação, ou até mesmo viabilizando o uso o volume de água armazenado como uma fonte de abastecimento.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPEMIG, à Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) e à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. (2014) “*Indicadores de Qualidade - índice de Qualidade das Águas (IQA)*”. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 18 de Abril de 2018.

BAPTISTA, M. B.; BRASIL, L. S. S. B.; FREITAS, I. C.; DIAS, R. F. C. (2007). “*Águas pluviais: técnicas compensatórias para o controle de cheias urbanas: guia do profissional em treinamento: nível 2 e 3*”. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Belo Horizonte. Disponível em: <<http://nucase.desa.ufmg.br/wp-content/uploads/2013/08/APU-TCCU.2-e-3.pdf>>. Acesso em: 20 de março de 2019.

- BAPTISTA, M.; LARA, M.; MOURA, P. (2012). “Análise da efetividade de bacias de retenção para controle de inundações em meio urbano: Estudo de caso em Belo Horizonte”. XXV Congresso Latino Americano de Hidráulica San José, Costa Rica.
- BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. (2005). “Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana”. Porto Alegre – R, ABRH, 2005. 318 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional Do Meio Ambiente – CONAMA (2005). “Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005”. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 12 de Abril de 2019.
- CANHOLI, A. P. (2013). “Drenagem urbana e controle de enchentes”. Oficina de textos, São Paulo.
- CAMPANA, N. A.; BERNARDES, R. S.; SILVA JR., J. A. (2007). “Controle qualitativo e quantitativo do escoamento pluvial urbano com bacias de retenção”. *Ami-Agua*, Taubaté, v. 2, n. 3, p. 98-111.
- Conselho Estadual De Política Ambiental – COPAM, Conselho Estadual De Recursos Hídricos Do Estado De Minas Gerais – CERH-MG. (2008). “Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 01, de 05 de maio de 2008”. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em: 12 de Abril de 2019.
- GRIBBIN, J. E. (2013). “Introdução à Hidráulica, Hidrologia e Gestão de Águas Pluviais”. 3ª Edição. São Paulo – SP, 512 p.
- GOMES, C. I. D. (2005). “Avaliação da Qualidade de Águas Pluviais lançadas por Bacias de Retenção em Corpos Hídricos do Distrito Federal, DF- Brasil” in XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Brasília, Nov. 2005.
- GOOGLE EARTH PRO. (2018). “Localização da bacia de retenção do Engenho Nogueira”. Belo Horizonte.
- PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. (2016). “Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte – PMS 2016 - 2019: Índice de Tratamento de Esgotos, por Sub-Bacia”. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/obras-e-infraestrutura/informacoes/publicacoes/plano-de-saneamento>>. Acesso em: 10 de Setembro de 2017.
- PREFEITURA DE BELO HORIZONTE (2016). “Plano Municipal de Saneamento de Belo Horizonte - PMS 2016-2019:Volume I e II – Textos”. Belo Horizonte. Disponível em:<[https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2018/documentos/volumei\\_final\\_pms2016\\_2019\\_agosto.pdf](https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/obras-e-infraestrutura/2018/documentos/volumei_final_pms2016_2019_agosto.pdf)>. Acesso em: 25 de Maio de 2018.
- PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte - DRENURBS. (2013). *Plano anual de manutenção dos empreendimentos: Bacias/sub-bacias dos córregos 1º de Maio, Nossa Senhora da Piedade, Baleares, Engenho Nogueira e Bonsucesso e conjuntos habitacionais*”. Belo Horizonte – MG.
- PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. (2011). “Relatório Semestral - 2º Semestre de 2011 – Volume II. Relatório de Acompanhamento da Implementação do Plano de Gestão Ambiental e Social – PGAS”. Belo Horizonte – MG.
- VALENCIA, A. C. B. (2016). “Modelo para a determinação da afluência dos resíduos sólidos ao sistema de drenagem urbana: estudo de caso em Belo Horizonte (MG)”. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG.