

## IV-237 - DIAGNÓSTICO DA CONDIÇÃO DE SANEAMENTO BÁSICO E QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS CONTRIBUINTE DO RESERVATÓRIO DA PAMPULHA - MG

**Karla Helena Francisco<sup>(1)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pelo Centro Universitário UNA. Especialista em Gerenciamento de Recursos Hídricos pelo Instituto de Ciências Biológicas (ICB/UFMG).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Pedra Negra, 115, Casa A – São Gabriel – Belo Horizonte – MG – CEP: 31985-150 – Brasil – Tel.: (31) 99195-7299 - e-mail: [karlahelena91@gmail.com](mailto:karlahelena91@gmail.com)

### RESUMO

O presente estudo aborda como a condição de saneamento básico nas grandes cidades influencia na qualidade das águas de rios e córregos localizados nos centros urbanos. Como foco deste estudo, foi escolhida a bacia hidrográfica da Pampulha, onde seus afluentes foram divididos em oito sub-bacias, com o objetivo de avaliar a condição sanitária de cada contribuinte. No decorrer do estudo, foram levantados índices de coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU), coleta de esgoto doméstico da população de cada sub-bacia, o serviço de drenagem urbana e o fornecimento de água para consumo humano nas oito sub-bacias hidrográficas estudadas. Através destes dados, do Índice de Salubridade Ambiental de cada sub-bacia e das análises de qualidade das águas dos afluentes da bacia da Pampulha, foi possível identificar que ainda existem áreas que não possuem a universalização dos serviços de saneamento básico e regiões que mesmo com o pleno fornecimento do serviço, possuem o descarte clandestino de resíduos e efluentes nos corpos hídricos da bacia estudada. Além dos números levantados nestas análises, percebeu-se a dificuldade da gestão integrada dos recursos hídricos na sua dimensão territorial. A ausência de recursos, a escassa mão de obra capacitada e outros interesses municipais, impedem o avanço dos serviços a toda a população, gerando impactos não só ambientais mas também sociais e à saúde humana. Reconheceu-se também a barreira imposta pelo uso e a ocupação dos solos indevido nas proximidades dos córregos, áreas estas que deveriam estar protegidas para reduzir os impactos da urbanização no ambiente aquático.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento básico, bacia hidrográfica, urbanização, qualidade das águas.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a preocupação com os recursos hídricos e sua disponibilidade tem crescido exponencialmente. Um dos grandes desafios da humanidade é garantir o uso da água em qualidade e quantidade suficiente para todos, onde a conservação de corpos d'água em áreas urbanas – onde se concentra, atualmente, a maior parte da população brasileira – e o uso e ocupação dos solos nas áreas rurais das grandes cidades, são os principais problemas encontrados nos municípios brasileiros. Entende-se que a quantidade e a qualidade de água disponível para os usos diversos estão totalmente ligadas ao manejo e gestão deste recurso, principalmente em centros urbanos.

Em 1997 o governo brasileiro, através da Lei nº 9.433, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que estabelece em seus fundamentos, que a gestão dos recursos hídricos deva ser participativa e descentralizada, contando com a atuação dos usuários, das comunidades e do poder público. Além disso, a Lei 9.433/97 define a água como sendo um bem de domínio público, finito, de uso múltiplo, dotado de valor econômico e que deve ser conservado para o uso das presentes e futuras gerações.

Mas infelizmente, esta não é a realidade de muitos corpos hídricos situados nas cidades brasileiras. A represa da Lagoa da Pampulha, inaugurada em 1938 durante a administração do prefeito Juscelino Kubitschek e um dos pontos turísticos mais conhecidos da capital mineira, já foi utilizada para abastecimento público da região norte da cidade de Belo Horizonte. Porém, devido à alteração da qualidade das águas do reservatório pelo despejo de esgoto bruto, na década de 80 a captação foi interrompida e atualmente o reservatório encontra-se com um alto índice de poluição.

Diante disso, com o objetivo de recuperar a qualidade das águas da represa, em 2015 iniciou-se um projeto de revitalização na Lagoa da Pampulha, através de uma parceria de entidades governamentais e privadas, buscando reduzir os níveis de nitrogênio e fósforo presentes no reservatório. Entretanto, mesmo após a conclusão do processo de revitalização em 2017 e de acordo com os valores estabelecidos para os parâmetros da DN COPAM/CERH nº 01/08 que estabelece o enquadramento dos corpos hídricos, o Consórcio Pampulha Viva constatou que ainda são excessivos os níveis de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo na Lagoa, para se suas águas se enquadrem na Classe 2.

Sabe-se que alguns fatores podem acelerar o processo de eutrofização, tais como o crescimento urbano próximo de rios e córregos e sua ocupação desordenada, além do despejo inadequado do esgoto bruto doméstico e/ou industrial diretamente nos corpos hídricos. O estudo proposto visa avaliar como a condição de saneamento básico, através da prestação dos serviços de esgotamento sanitário, abastecimento público, drenagem e coleta de resíduos sólidos na bacia da Pampulha e dos seus afluentes diretos, influencia na qualidade das águas da Lagoa da Pampulha, bem como identificar os pontos positivos e as melhorias necessárias para evolução no gerenciamento dos recursos hídricos da bacia de estudo.

## **OBJETIVOS**

- a) demonstrar, por meio dos índices estabelecidos na legislação e dos números informados no Plano Municipal de Saneamento da Prefeitura de Belo Horizonte, a condição do sistema de esgotamento sanitário, drenagem urbana e coleta de resíduos sólidos da bacia da Pampulha e seus tributários;
- b) demonstrar os pontos positivos e a desenvolver sobre o gerenciamento dos recursos hídricos dos municípios onde a sub-bacia e seus tributários estão inseridos, buscando atender os eixos social, econômico e ambiental da sustentabilidade.

## **METODOLOGIA UTILIZADA**

O estudo proposto utilizou como metodologia os dados secundários adquiridos junto aos órgãos municipais e gestores da bacia hidrográfica da Pampulha, baseando-se na revisão bibliográfica de estudos já realizados na área escolhida. Para realizar a análise dos dados coletados, utilizou-se a técnica de comparação entre os números obtidos através do Plano Municipal de Saneamento (PMS) da Prefeitura de Belo Horizonte (PBH), as análises de água da Lagoa da Pampulha e de seus tributários diretos, publicadas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e os valores de mínimo e máximo estabelecidos na legislação para os corpos hídricos de classe 2, classe em que a Lagoa da Pampulha se enquadra.

Conforme fixado na DN COPAM/CERH nº 01/08, oito parâmetros são estabelecidos como padrões para corpos hídricos de classe 2, porém este estudo utilizou apenas dois destes parâmetros: o fósforo total (mg/L) e o oxigênio dissolvido (mg/L). Nos esgotos domésticos o fósforo total pode apresentar-se como fosfato inorgânico, muito utilizado nos produtos domésticos e detergentes e como fosfato orgânico, sua forma natural. Até 50% do volume de fósforo total encontrado nos esgotos domésticos são originados dos detergentes. Assim, a alta concentração do fósforo em corpos hídricos indica um possível lançamento de esgoto bruto, que além de reduzir a velocidade de autodepuração do córrego ou rio, pode ocasionar a eutrofização nas suas águas (BORGES *et. al.*, 2003; VON SPERLING, 2005).

Já o oxigênio dissolvido é um parâmetro de extrema importância para sobrevivência dos organismos aeróbios. Em ambientes com alto índice de matéria orgânica, as bactérias responsáveis pela estabilização desta carga orgânica consomem muito oxigênio, reduzindo assim a disponibilidade do oxigênio no meio. Caso esta redução seja intensa, pode acarretar na mortandade de peixes e outros seres aquáticos, prejudicando assim o equilíbrio do meio (VON SPERLING, 2005). Os dois são considerados parâmetros químicos, onde um pode evidenciar o despejo de esgoto bruto nos corpos hídricos e o outro o impacto da poluição das águas para os seres aquáticos aeróbios, sendo que o objetivo principal da análise dos dois parâmetros é o de demonstrar a qualidade das águas dos córregos AABB, Água Funda, Braúnas, Mergulhão, Olhos D'água, Ressaca, Sarandi e Tijuco.

Para avaliar a condição de saneamento básico das oito sub-bacias, utilizou-se o índice de salubridade ambiental (ISA), índice que é usado no PMS do município de Belo Horizonte do ano de 2016 para verificar os níveis de cobertura dos serviços de saneamento das sub-bacias hidrográficas localizadas no município. Para o cálculo do ISA, foram utilizados os valores encontrados para os quatro eixos do saneamento básico – abastecimento de água, drenagem urbana, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos, conforme descrito no Tabela 1 e 2 (AROEIRA, 2009).

**Tabela 1: Cálculo do Índice de Salubridade Ambiental.**

<b>ISA = [Iab] x 0,05 + [Ies] x 0,35 + [Irs] x 0,20 + [Idr] x 0,40</b>	
Onde:	
<b>Iab:</b>	Índice de Abastecimento de Água;
<b>Ies:</b>	Índice de Esgotamento Sanitário;
<b>Irs:</b>	Índice de Resíduos Sólidos;
<b>Idr:</b>	Índice de Drenagem Urbana.

Fonte: PMS PBH 2016-2019.


**Tabela 2: Cálculo dos Índices Iab, Ies, Irs e Idr.**

<b>Iab = Paa / Pt</b>	<b>Ies = 0,30 x Ice + 0,70 x Iie</b>
Onde: <b>Paa:</b> população, da área considerada, atendida com o abastecimento de água; <b>Pt:</b> População total da área considerada.	Onde: <b>Ice:</b> Indicador de atendimento de coleta de esgoto; <b>Iie:</b> Indicador de atendimento por interceptação de esgoto.
<b>Irs = Icl = Pcl / Pt</b>	<b>Idr = Pmi / Pt</b>
Onde: <b>Pcl:</b> população, da área considerada, atendida com coleta de lixo porta a porta; <b>Pt:</b> população total da área considerada.	Onde: <b>Pmi:</b> população, da área considerada, inserida nas manchas de inundação; <b>Pt:</b> população total da área considerada.

Fonte: PMS PBH 2016-2019.

Originalmente, tanto os indicadores dos serviços quanto o próprio ISA possuem uma variação teórica de zero a um. Todavia no PMS de Belo Horizonte o somatório foi ajustado para intervalos que variam entre 0,41 a 1,00 – que foram os valores encontrados nas sub-bacias inseridas no município – onde os índices mais próximos da unidade possuem a melhor prestação do serviço e mais próximos de zero, possuem a maior carência e maiores riscos sanitários e ambientais, conforme descrito na Tabela 3.

**Tabela 3: Faixas de variação do ISA.**

Faixa utilizada no levantamento dos oito afluentes diretos da bacia da Pampulha	<b>Faixa do ISA</b>	PIOR CENÁRIO  MELHOR CENÁRIO
	0,41 a 0,50	
	0,51 a 0,60	
	0,61 a 0,70	
	0,71 a 0,80	
	0,81 a 0,90	
	0,91 a 1,00	

Fonte: AROEIRA, 2009 (adaptado).

Para análise das oito sub-bacias, as faixas utilizadas de ISA foram de 0,71 a 1,00, pois estes foram os valores de índices encontrados para sub-bacias da área de estudo. Os dados para cálculo dos índices foram obtidos através



da companhia de tratamento de água e de esgoto – COPASA – e dos órgãos municipais da cidade de Belo Horizonte, como SUDECAP, SLU, SMMA, SMOBI, entre outros (PMS PBH, 2016). Entretanto, não se obteve os mesmos dados para os afluentes que estão inseridos no município de Contagem. Desta forma, utilizaram-se apenas alguns dados do PMGIRS de Contagem 2013 – 2032 e do PMS de Contagem 2013, tais como caracterização da bacia hidrográfica, condições do uso do solo e situação aparente do saneamento básico da região de estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 1 – Afluentes com os melhores índices de saneamento

#### 1.1 – Sub-bacia do córrego Mergulhão

De acordo com o ISA estabelecido pelo PMS de Belo Horizonte, a sub-bacia do Mergulhão apresenta um dos mais altos níveis de saneamento básico dentre as oito sub-bacias da Pampulha. O serviço de drenagem urbana e coleta de resíduos sólidos são fornecidos para 100% da população residente. Entretanto, mesmo com a universalização do serviço na região, ao longo do curso d'água são encontrados resíduos sendo descartados de forma incorreta, conforme demonstrado na Figura 1. Já para esgotamento sanitário e abastecimento de água, a sub-bacia atende 97% das residências. Devido à baixa vazão o córrego apresenta pouco carreamento de sedimentos para o reservatório da Pampulha.

Ainda segundo dados do PMS BH, dentro da sub-bacia do Mergulhão algumas áreas apresentam ISAs diferentes. A extensão do córrego localizada na Vila Engenho Nogueira e nas proximidades da Vila Jardim Alvorada, além de serem as áreas mais populosas, são as que apresentam o menor índice de esgotamento sanitário, sendo este fornecido apenas para 92% da população. Estes números, juntamente com o as análises de água realizadas pelo IGAM, evidenciam o lançamento indevido de águas residuárias sem tratamento no corpo d'água.

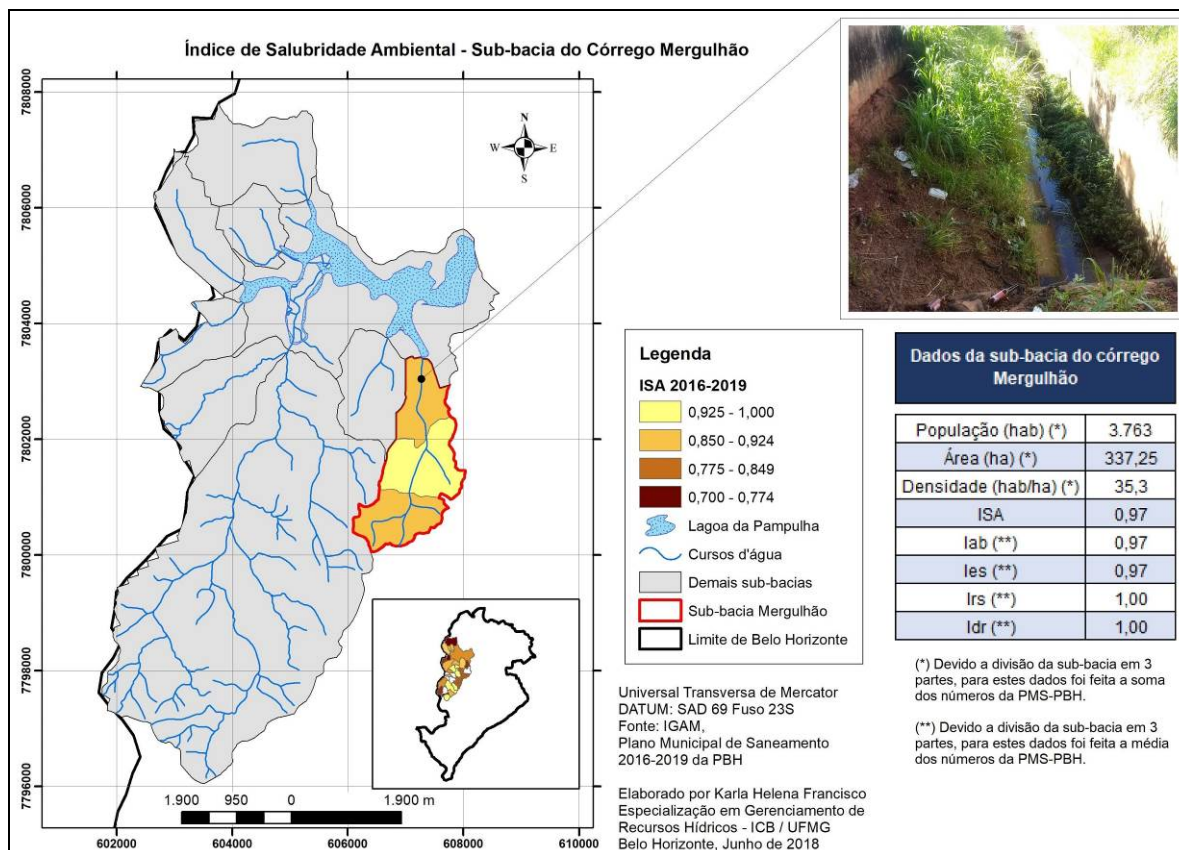
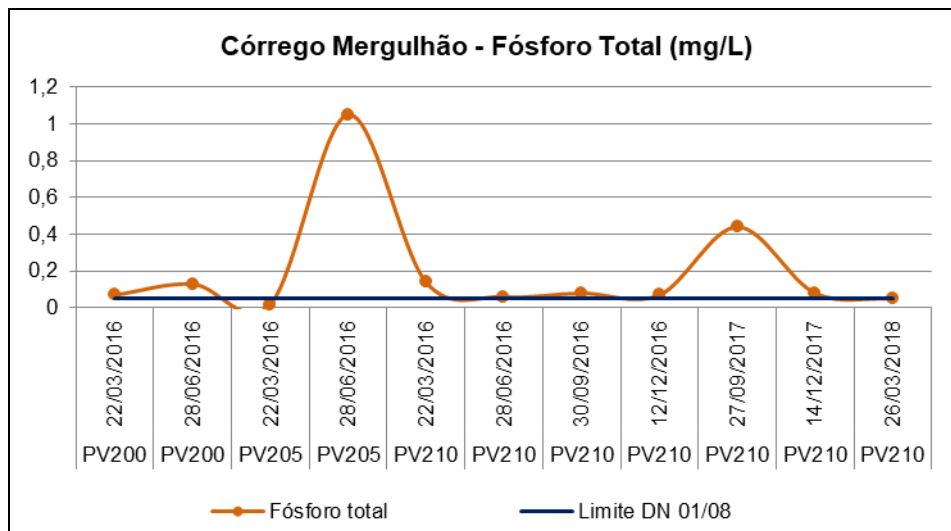


Figura 1: Índice de Salubridade Ambiental da sub-bacia do córrego Mergulhão.

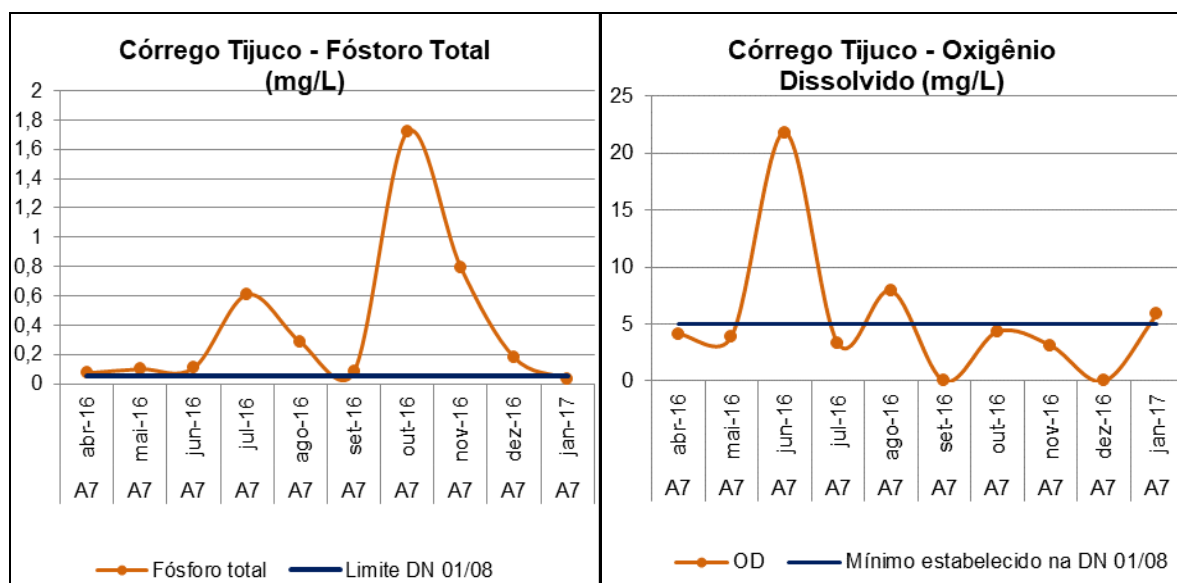


**Figura 2: Análise de fósforo total de oito pontos do Córrego Mergulhão, de 2016 a 2018.**

As análises dos três pontos de coleta instalados no curso d'água realizadas pelo IGAM entre março de 2016 a março de 2018 demonstram que, mesmo com uma boa extensão preservada, o córrego Mergulhão não se enquadra na classe estabelecida devido à alta concentração de fósforo. De acordo com a Figura 2, o oxigênio dissolvido esteve dentro do padrão instituído em todos os pontos e durante todo o período analisado, porém o fósforo total esteve fora dos limites em todos os pontos de coleta, exceto em dois que foram realizados no período chuvoso e atenderam as exigências legais.

### 1.2 – Sub-bacia do córrego Tijuco

Nos relatórios de monitoramento da qualidade das águas superficiais disponibilizado pelo IGAM, não temos nenhuma análise realizada na sub-bacia do Tijuco. Desta forma, exclusivamente para este afluente, utilizou-se os dados de coleta do relatório de conclusão da 1ª etapa de recuperação do Consórcio Pampulha Viva. As análises foram feitas entre abril de 2016 a janeiro de 2017 e constatam uma realidade diferente do PMS de Belo Horizonte.



**Figura 3: Análise de fósforo total e de oxigênio dissolvido na foz do Córrego Tijuco, de 2016 a 2017.**

Conforme demonstra a Figura 3, percebe-se que ao longo do ano de 2016 e 2017, tivemos uma concentração elevada de fósforo no córrego Tijuco, evidenciando o lançamento de águas residuárias no corpo receptor, mesmo com o fornecimento da coleta de esgoto doméstico para 100% dos residentes, de acordo com o PMS

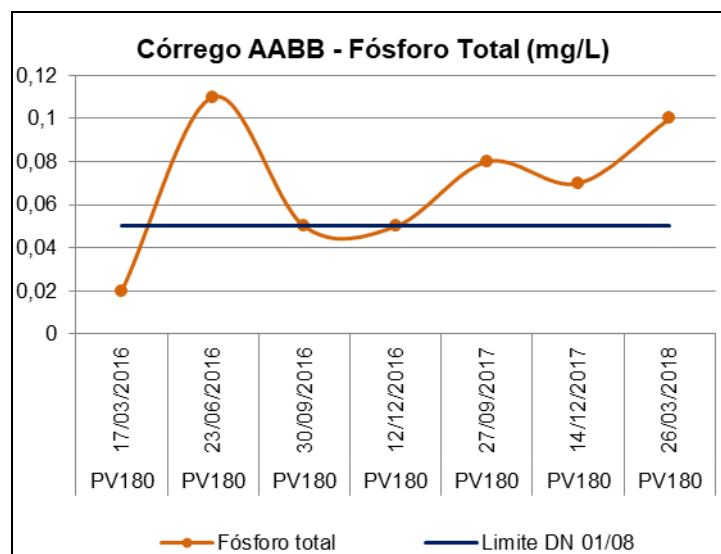
de BH. Além disso, o gráfico também demonstra uma grande oscilação da concentração de oxigênio dissolvido no córrego, demonstrando que atualmente o córrego Tijuco não se enquadra na classe 2, classificação estabelecida para o córrego na DN nº 20, de 24 de junho de 1997.

Apesar dos diversos problemas apresentados, o ISA estabelecido pelo PMS de Belo Horizonte para a sub-bacia do Tijuco está entre um dos melhores. Mesmo possuindo a terceira maior população dentre as oito sub-bacias, segundo dados do PMS, o serviço de esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem urbana cobrem 100% da população residente. Já no abastecimento de água, a sub-bacia atende 98% das residências da região. Porém, mesmo com o serviço disponível a quase toda a população, a sub-bacia do Tijuco ainda sofre com os despejos irregulares de esgoto doméstico.

### 1.3 – Sub-bacia do córrego AABB

Assim como a sub-bacia do Tijuco, a sub-bacia do córrego AABB possui um alto índice de salubridade ambiental. Os serviços de abastecimento de água, coleta de resíduos sólidos e drenagem urbana são universalizados na sub-bacia, alcançando toda a população. Entretanto, essa realidade ainda não é encontrada no serviço de esgotamento sanitário, onde ainda existe uma parcela residente na sub-bacia que não possui acesso a coleta e interceptação do esgoto doméstico.

Comparando os índices encontrados no PMS de Belo Horizonte para a sub-bacia do AABB com as análises de água realizadas pelo IGAM entre 2016 a 2018, é possível inferir que apesar de poucos, ainda existem pontos de despejo irregular de esgoto bruto no córrego AABB. Como o único serviço que não é universalizado é a coleta e interceptação do esgoto doméstico, percebe-se que existe lançamento indevido do efluente no corpo hídrico a partir da análise da concentração de fósforo total presente nas águas do córrego ao longo dos dois anos de coleta.



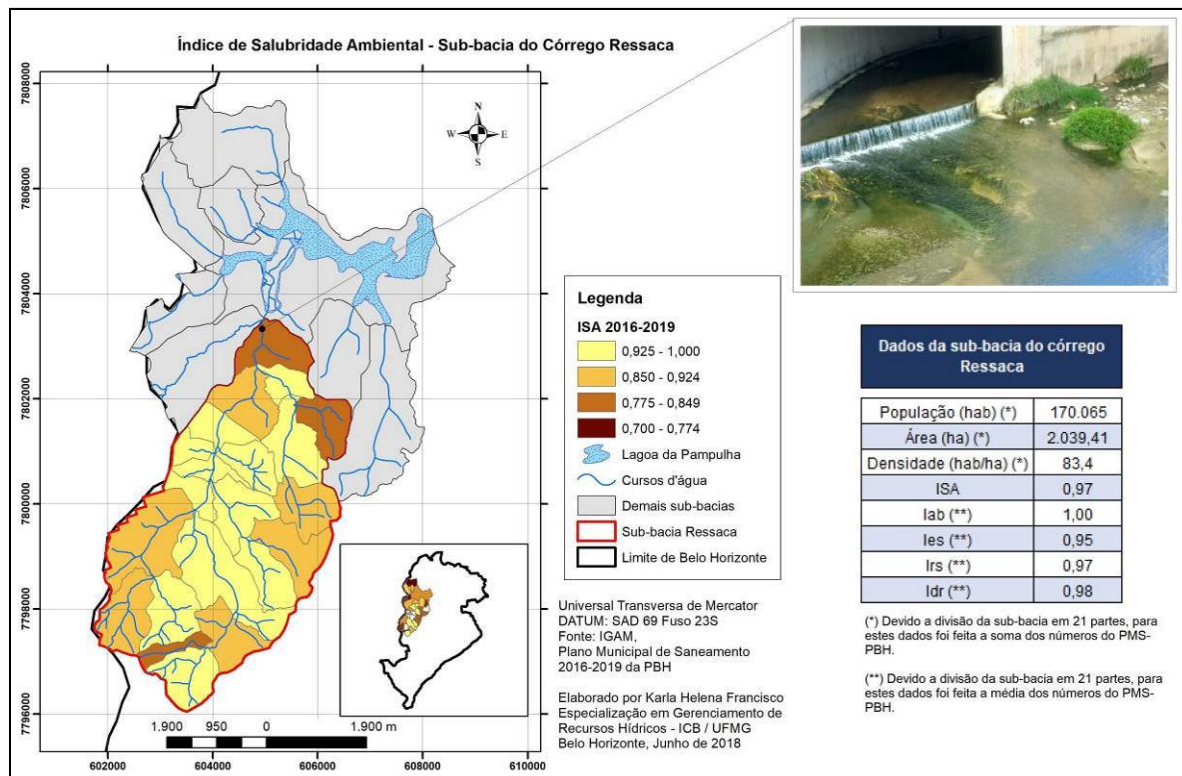
**Figura 4: Análise de fósforo total do Córrego AABB, de 2016 a 2018.**

Segundo a Figura 4, das oito análises realizadas durante o período informado, somente um ficou dentro do limite estabelecido na DN 01/08 para águas de classe 2, no parâmetro fósforo total. Ainda conforme os dados do IGAM, o oxigênio dissolvido esteve dentro do limite durante os dois anos de análise, apresentando apenas uma amostra abaixo de 5,0 mg/L. É importante ressaltar um ponto de extrema relevância que caracteriza a sub-bacia do AABB. As áreas verdes ao longo do curso d'água favorecem o processo de autodepuração do córrego, além de promover a proteção do corpo hídrico, e o baixo adensamento populacional, gerando menos impactos na sub-bacia.

### 1.4 – Sub-bacia do córrego Ressaca

Segundo os dados levantados pelo IGAM, o córrego Ressaca e Sarandi são os grandes responsáveis pela poluição na Lagoa da Pampulha. Entretanto a sub-bacia do Ressaca está entre as quatro que apresentam o

melhor índice de salubridade ambiental da bacia hidrográfica da Pampulha. O serviço de abastecimento de água é fornecido para 100% da população residente. O segundo melhor índice é o de drenagem urbana, que atende a quase toda a população, seguido da coleta de RSU.



**Figura 5: Índice de Salubridade Ambiental da sub-bacia do córrego Ressaca.**

Mesmo apresentando um ISA satisfatório, segundo os dados do PMS de Belo Horizonte (2016) a sub-bacia ainda não possui o serviço de esgotamento sanitário em todas as residências inseridas em sua área de abrangência. Devido a sua grande extensão e por possuir diversas áreas de vilas e aglomerados – aproximadamente 96,94 hectares da sua área são compostos por vilas e aglomerados – a situação do saneamento básico varia muito ao longo da sub-bacia.

Conforme demonstrado na Figura 5 a sub-bacia do Ressaca foi dividida em vinte e uma partes, para identificação das áreas com os piores índices sobre os serviços de saneamento básico. Dentre as vinte e uma partes citadas, dezoito apresentam o melhor índice estabelecido – acima de 0,925. Apenas três áreas estão com ISA abaixo de 0,849, sendo uma delas bem próxima à confluência com o córrego Sarandi.

No ano de 2016, o PV090, que está localizado no córrego Ressaca antes da entrada do córrego Flor d'água da Vila São José apresentou uma concentração de 1,11 mg/L, vinte duas vezes acima do permitido na DN 01/08. Já para o parâmetro de oxigênio dissolvido, conforme Figura 6, apenas dez pontos apresentaram volume abaixo do permitido na DN 01/08 para águas de classe 2, sendo que sete destes dez pontos que apresentam a concentração abaixo do permitido estão localizados próximos a Vila São José.

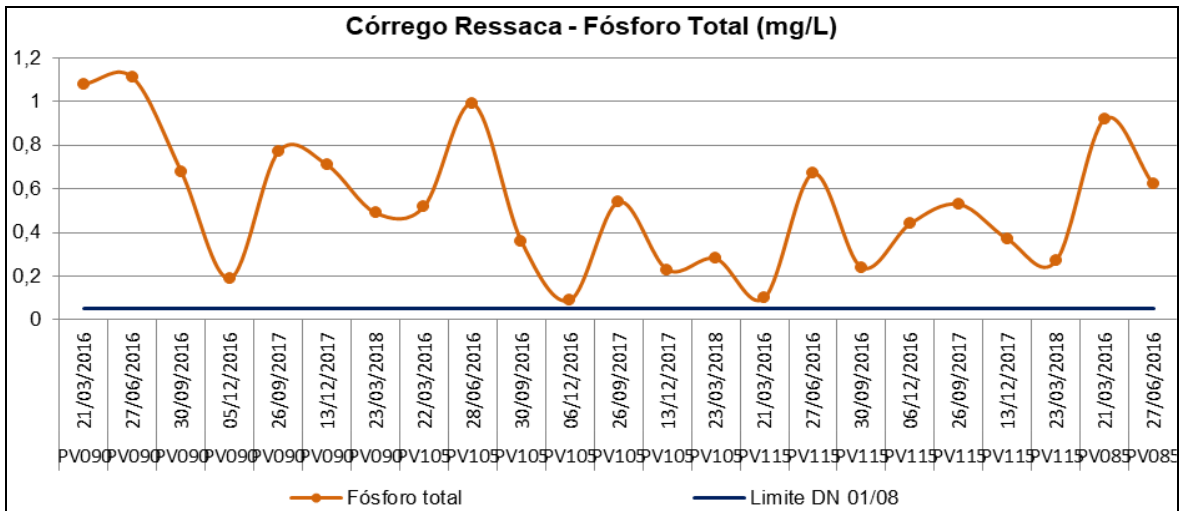


Figura 6: Análise de fósforo total do Córrego Ressaca, de 2016 a 2018.

## 2 – Afluentes com os piores índices de saneamento

### 2.1 – Sub-bacia do córrego Sarandi

A parte da sub-bacia do Sarandi localizada no município de Belo Horizonte apresenta o pior nível de saneamento básico dentre as oito sub-bacias da Pampulha. Segundo dados do PMS de Belo Horizonte (2016), o serviço de abastecimento de água e o de coleta de resíduos sólidos é fornecido para 100% da população residente. Já no esgotamento sanitário, a sub-bacia atende 97% das residências, tanto na coleta de esgoto quanto no atendimento por interceptação de esgoto. Como o serviço de esgotamento sanitário não atinge o total das moradias da sub-bacia, a probabilidade de ocorrer despejos indevidos de esgoto bruto em córregos das proximidades é alta.

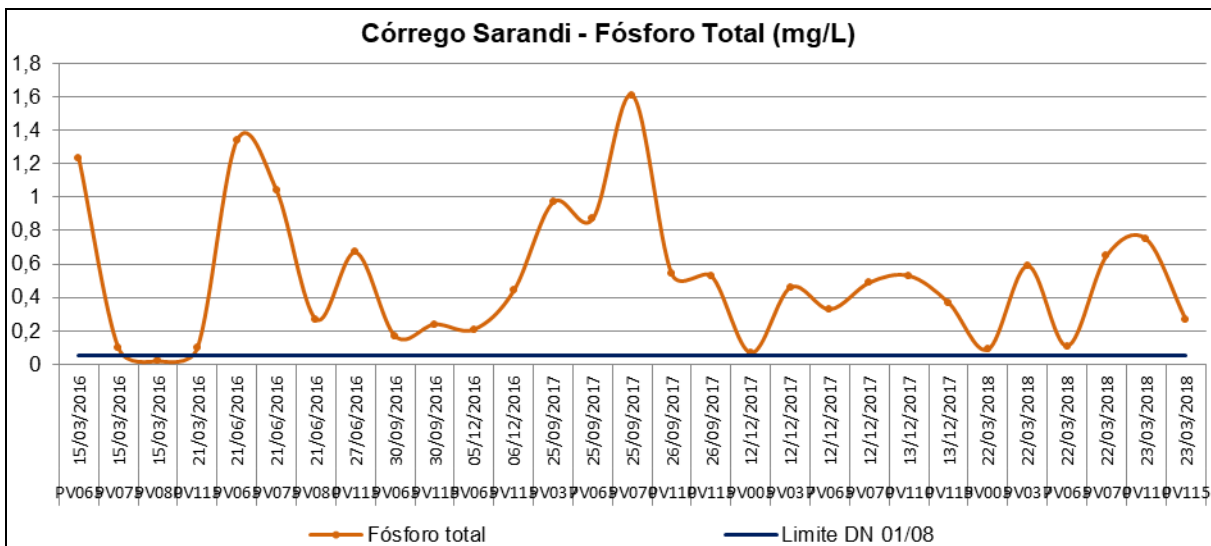


Figura 7: Análise de fósforo total de oito pontos do Córrego Sarandi e afluentes, de 2016 a 2018.

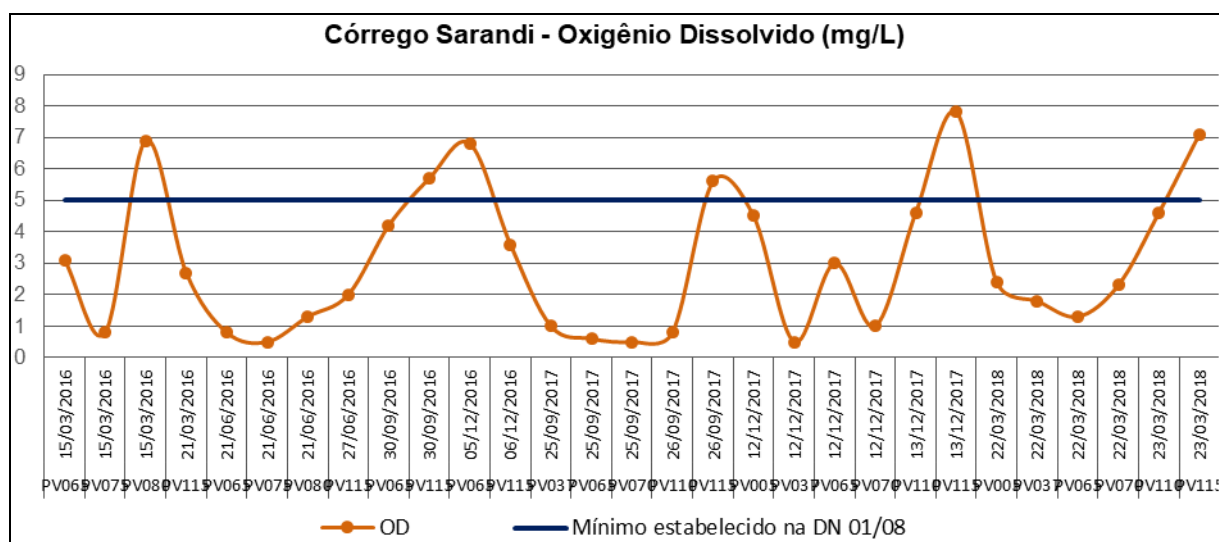
Analisando os dados coletados de março de 2016 a março de 2018 pelo IGAM, para oito pontos da sub-bacia do Sarandi, é perceptível que ocorre o despejo irregular de esgoto bruto nos córregos da sub-bacia. Conforme demonstrado na Figura 7 e 8, identificou-se que os volumes de fósforo total e oxigênio dissolvido são os parâmetros de maior discrepância com relação ao estabelecido na DN COPAM/CERH 001/08 para a corpos hídricos de Classe 2. Na DN, o limite estabelecido para o fósforo total é de 0,05 mg/L para tributários diretos de ambientes lânticos. Conforme demonstrado na Figura 7, somente em um ponto - PV080, que está localizado



no Córrego Gandi antes de sua foz no córrego Sarandi – e uma vez durante todo o período coletado, o parâmetro de fósforo total ficou dentro limite estabelecido na DN.

Além disso, ainda conforme os dados do IGAM, as quatro estações de coleta dos córregos Cabral, Luzia, Gandi e do Bairro Cinco, apresentaram alto índice de fósforo total em todos os períodos de coleta do ano e baixa concentração de oxigênio dissolvido em 11 das 13 análises feitas nos pontos. Na análise feita no dia 22 de março de 2018, o córrego Cabral, antes da confluência com o Sarandi, obteve uma concentração de 1,3 mg/L de oxigênio dissolvido, enquanto de fósforo total teve 0,11 mg/L.

Para o parâmetro oxigênio dissolvido, conforme demonstra a Figura 8, nos oito pontos do córrego Sarandi encontrou-se uma grande oscilação do nível mínimo estabelecido na DN COPAM/CERH 001/08, que também é de 5 mg/L. Alguns pontos apresentaram ao longo do ano menos que 1 mg/L, comprometendo drasticamente a sobrevivência dos seres aquáticos ali existentes e os pontos que apresentam dados acima do mínimo estabelecido na legislação são sempre próximos a períodos chuvosos.



**Figura 8: Análise de OD de oito pontos do Córrego Sarandi e afluentes, de 2016 a 2018.**

O menor índice de atendimento dos serviços de saneamento básico da sub-bacia do Sarandi, conforme a Figura 9 está no serviço de drenagem urbana. Conforme dados do PMS somente 47% da população do Sarandi possui a devida captação das águas pluviais. A deficiência na prestação deste serviço, além de ocasionar diversos problemas de saúde pública, alagamentos e inundações para os habitantes da região, existe ainda o aumento no transporte de sedimentos para o curso d'água, gerando assim o assoreamento. Essa insuficiência da drenagem, juntamente com o aumento do carreamento de sedimentos e erosão ocasionada pelo escoamento do leito dos córregos, geram problemas hidráulicos tais como o remanso hidráulico, que pode alterar as características hidráulicas de uma bacia hidrográfica.

A parte do córrego Sarandi que está inserida no município de Belo Horizonte é um curso d'água canalizado de forma aberta e com a ausência da drenagem urbana, tanto em regiões de vilas e aglomerados quanto em áreas urbanizadas, o que pode ocasionar também o carreamento de resíduos sólidos para os corpos hídricos locais. Esse carreamento, que leva tanto materiais como plástico, papel, alumínio e afins, como também uma alta quantidade de matéria orgânica advinda de restos de alimentos, polui o corpo receptor e altera suas condições naturais.

Com relação à parte da sub-bacia do Sarandi que está situada no município de Contagem, os dados são escassos. O município não trabalha com os mesmos índices de saneamento que a prefeitura de Belo Horizonte, mas possui um PMSB de 2013-2032 da cidade que contempla a situação atual e projeção para os próximos anos dos quatro pilares do saneamento.

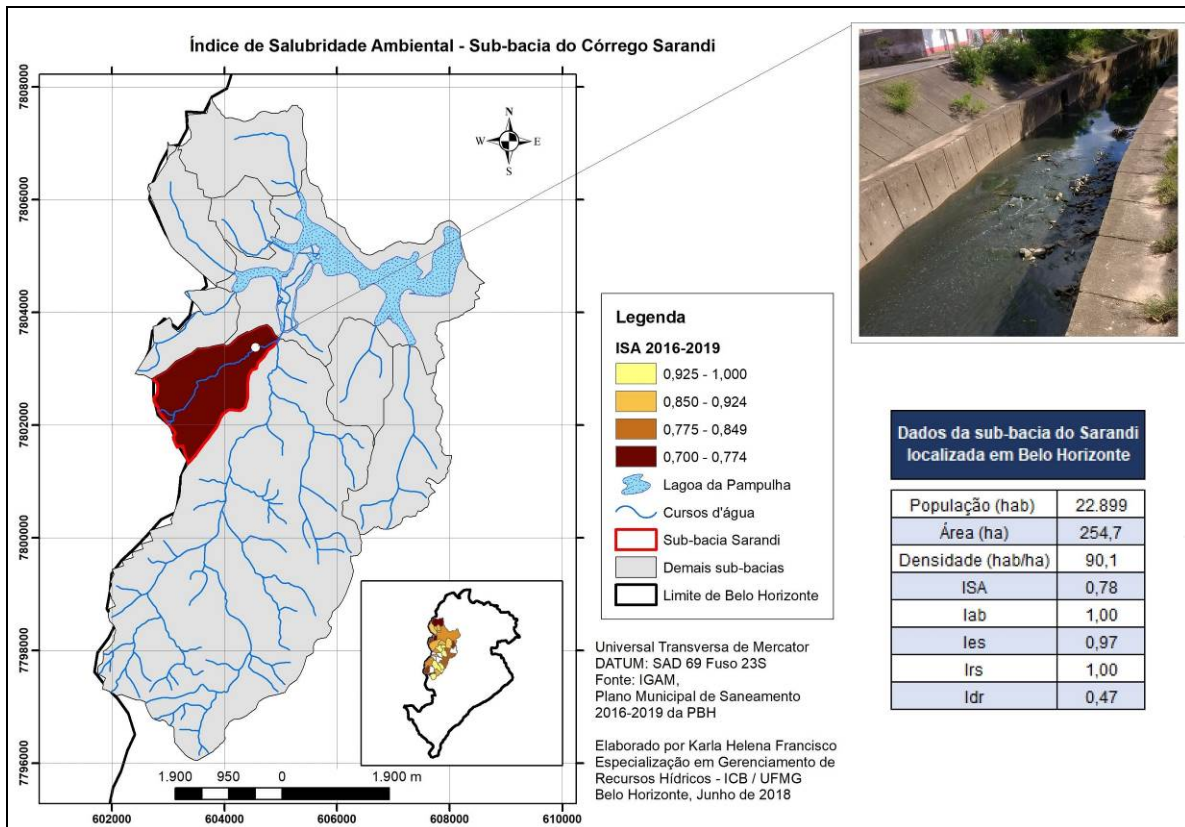


Figura 9: Índice de Salubridade Ambiental da sub-bacia do Sarandi localizada em Belo Horizonte.

## 2.2 – Sub-bacia do córrego Água Funda

O córrego Água Funda apresentou o segundo menor valor do ISA e as análises do IGAM comprovam o baixo valor do índice no PMS de Belo Horizonte (2016). Segundo os resultados das análises realizadas pelo IGAM entre março de 2016 a março de 2018, os seis pontos de coleta apresentam possível descarga de esgoto sanitário no córrego devido ao volume superior a 0,05 mg/L de fósforo total ao longo do curso d'água e índices críticos de oxigênio dissolvido, abaixo do estabelecido na DN COPAM/CERH 001/08 para corpos hídricos classe 2, conforme demonstrado na Figura 10:

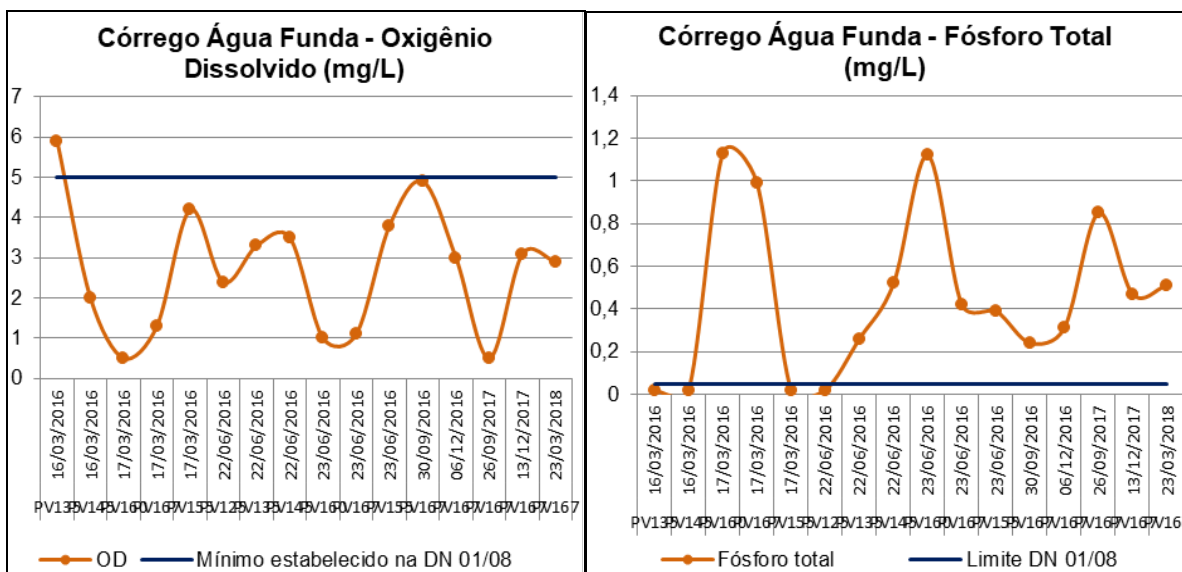


Figura 10: Análise de fósforo total e de oxigênio dissolvido do Córrego Água Funda, de 2016 a 2018.

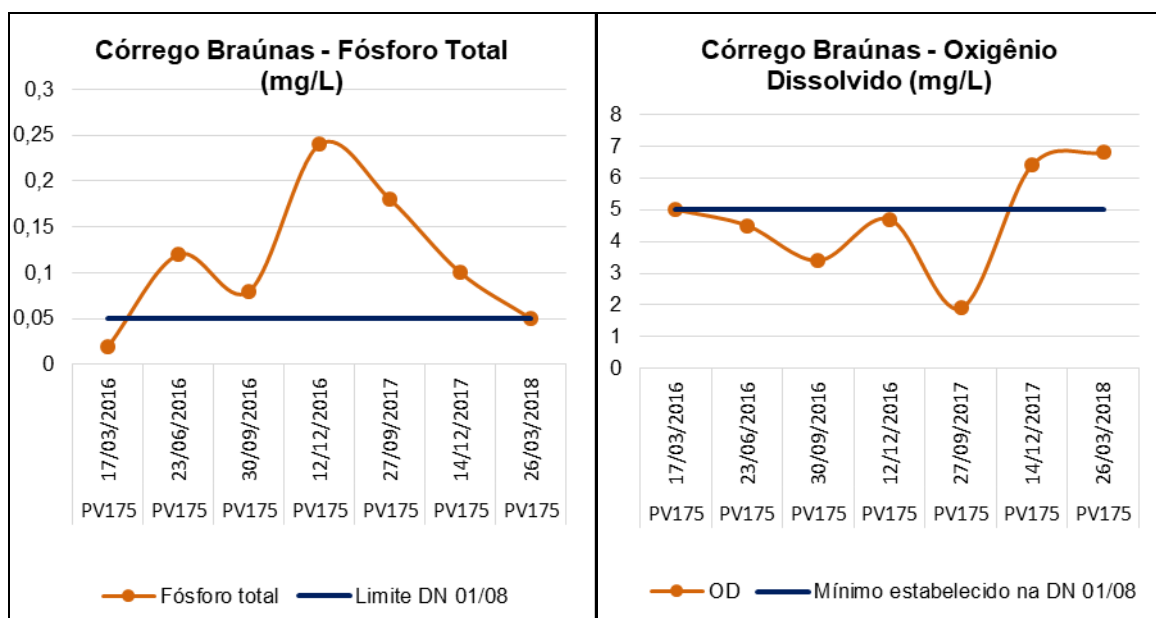
No plano desenvolvido pela capital do estado, a sub-bacia do Água Funda apresenta o segundo pior índice de salubridade ambiental da bacia da Pampulha. O serviço de drenagem urbana, coleta de resíduos sólidos e abastecimento de água são fornecidos para 100% da população residente. Entretanto, o índice de esgotamento sanitário demonstra uma grande defasagem na prestação do serviço, o pior da bacia estudada. Apenas 47% da população residente na sub-bacia possui o serviço de coleta e interceptação do esgoto doméstico, o que além de impactar o meio ambiente, através dos lançamentos clandestinos, acaba se tornando um problema de saúde pública, aumentando a possibilidade de doenças de veiculação hídrica.

Em Belo Horizonte, o córrego está localizado no bairro Confisco e nas proximidades da Fundação Zoológica o mesmo entra em leito natural. Apesar da baixa declividade da sub-bacia do córrego Água Funda, sua foz apresenta o carreamento de um volume considerável de sedimentos e águas com coloração acinzentada, mas ainda sim é possível visualizar o fundo do curso d'água. Entretanto, ainda de acordo com as análises trimestrais do IGAM, as altas concentrações de *Escherichia Coli* nos seis pontos de coleta apontam o lançamento de águas residuárias neste córrego, comprometendo assim a sua qualidade.

### 2.3 – Sub-bacia do córrego Braúnas

A sub-bacia do córrego Braúnas apresenta o terceiro pior ISA da bacia hidrográfica da Pampulha. Apesar de possuir a menor densidade populacional entre todas as sub-bacias, não são todos os serviços do saneamento básico que são universalizados. O abastecimento de água, a drenagem urbana e a coleta de RSU são os serviços que, segundo os dados do PMS de Belo Horizonte (2016), são oferecidos a todos os habitantes da sub-bacia.

O esgotamento sanitário ainda é um serviço escasso na região da sub-bacia, e apresentou um índice de atendimento de 0,69, bem precário para uma sub-bacia localizada na região metropolitana de Belo Horizonte. Os impactos da precariedade do esgotamento sanitário na região são vistos através das análises de água realizados pelo IGAM. Por ser um córrego de pequena extensão, para análise no Braúnas utilizou-se apenas um ponto de coleta. Pode-se observar na Figura 11 que o córrego Braúnas apresentou ao longo dos dois anos diversos períodos de alta concentração de fósforo total e baixas concentrações de oxigênio dissolvido.

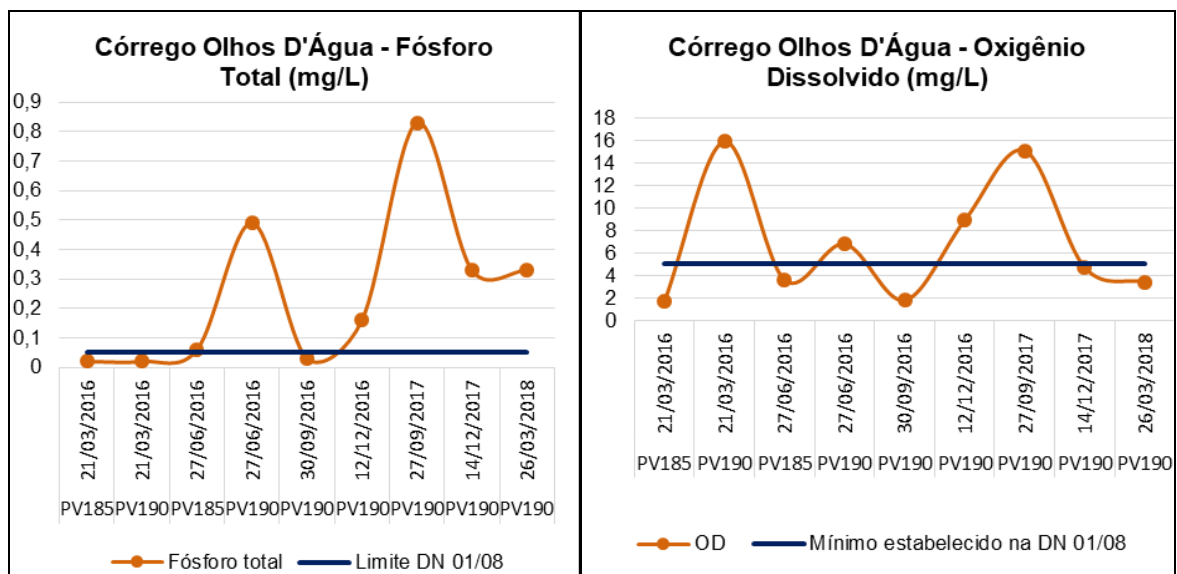


**Figura 11: Análise de fósforo total e de oxigênio dissolvido do Córrego Braúnas, de 2016 a 2018.**

Para o parâmetro de fósforo total apenas duas, das sete coletas feitas no córrego apresentaram a concentração dentro do limite estabelecido na DN 01/08, que é de 0,05 mg/L. Já o oxigênio dissolvido, percebe-se que em quase todo o período analisado encontramos o parâmetro dentro do mínimo estabelecido na legislação – mínimo de 5 mg/L. O período de análise trata-se de um período chuvoso, onde o aumento das águas pluviais nos córregos diluiu a concentração dos efluentes presentes, aumentando também a concentração de oxigênio no meio.

## 2.4 – Sub-bacia do córrego Olhos D’Água

As análises feitas pelo IGAM entre 2016 a 2018 para a sub-bacia do córrego Olhos D’água foram feitas em dois pontos distintos: um na sua entrada na galeria de concreto e outro em sua foz na Lagoa da Pampulha. Das nove análises realizadas no período informado, o parâmetro oxigênio dissolvido esteve abaixo do limite estabelecido na DN 01/08 em cinco períodos e essa variação de concentração ao longo dos meses pode ser vista na Figura 12. Já para o fósforo total, somente três análises apresentaram a concentração dentro do permitido na legislação, demonstrando assim a poluição das águas da sub-bacia através do lançamento clandestino de esgoto sanitário no corpo hídrico.



**Figura 12: Análise de fósforo total e oxigênio dissolvido do Córrego Olhos D’Água, de 2016 a 2018.**

Segundo ISA divulgado no PMS de Belo Horizonte (2016), a sub-bacia do Olhos D’água possui os serviços de drenagem urbana, coleta de RSU e abastecimento de água disponível para toda a população residente na sua área de abrangência, conforme demonstrado na Figura 13. Todavia, apresenta a mesma deficiência que a sub-bacia do córrego Braúnas, onde o serviço de coleta e interceptação do esgoto doméstico ainda é precário. Com a ausência deste serviço em algumas áreas, o destino certo do esgoto sem o tratamento correto é o curso d’água mais próximo, gerando grandes impactos em toda a bacia.

Um dos principais problemas sofridos pela sub-bacia do córrego Olhos D’água é a ocupação irregular. A sub-bacia está inserida em seis bairros de Belo Horizonte: Céu Azul, Copacabana, Garças, Nova Pampulha, Leblon e Trevo e possui uma área total de 277,36 hectares. Desta área total, 2,55 hectares são áreas de vilas e aglomerados. A comunidade Dandara, um famoso aglomerado de Belo Horizonte, está localizado às margens do córrego Olhos D’água e devido à ausência da interceptação de esgotos nestas áreas é uma das possíveis fontes de efluentes que afetam a qualidade das águas dessa sub-bacia.

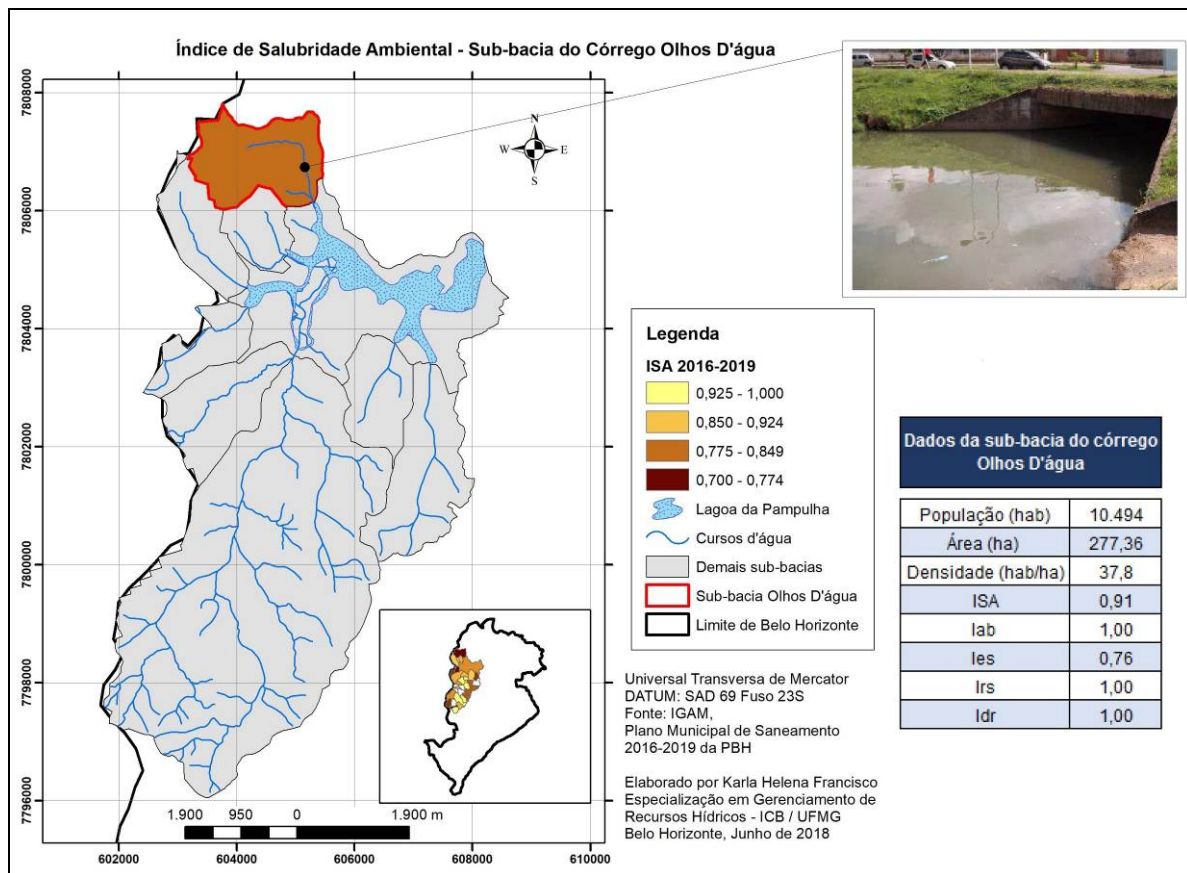


Figura 13: Índice de Salubridade Ambiental da sub-bacia do córrego Olhos D'água.

## CONCLUSÕES

Analisando as condições de saneamento encontrada nos afluentes da Lagoa da Pampulha em conjunto com as análises de água realizadas pelo IGAM, concluiu-se que o atual projeto de revitalização da Lagoa não surtirá os efeitos desejados. O projeto, que tem como objetivo recuperar a qualidade das águas do reservatório está tratando apenas uma ação pontual, retirando as altas concentrações de nutrientes como fósforo e nitrogênio presentes na Lagoa. Mesmo que o objetivo de alcançar a classe 3 nas águas da Lagoa da Pampulha tenha sido alcançado, os efluentes lançados nos tributários da represa não estão sendo tratados e os principais responsáveis pela elevação dos nutrientes na Lagoa não foram cessados.

O serviço de abastecimento de água, juntamente com a coleta de RSU, apresentam nas oito sub-bacias os melhores índices de atendimento à população. O terceiro lugar fica com a drenagem urbana, com um índice médio de 0,93. O serviço mais precário e que ainda necessita de grandes investimentos é o esgotamento sanitário. Somente em uma sub-bacia – a do córrego Tijucu – o serviço atende a 100% da população, atingindo assim um índice médio de 0,89, o pior dentre os quatros serviços do saneamento básico.

Análises concisas e estudos aprofundados já demonstraram os impactos causados pela ausência do saneamento básico e seus serviços em diversas cidades. No Brasil, a extensão territorial, a ocupação desordenada, a fragilidade nas políticas públicas e os mínimos recursos investidos na área dificultam ainda mais a universalização dos serviços estabelecidos no Plano Nacional de Saneamento Básico. Soluções alternativas e inovadoras que visam universalizar o serviço de esgotamento sanitário são necessárias para derrubar barreiras encontradas ao longo do caminho e o estudo feito sobre as condições de saneamento na bacia hidrográfica da Pampulha demonstra tal necessidade. Existem locais na capital mineira de difícil acesso, ocupações irregulares ou de declividade que inviabilizam a instalação das redes coletoras, mas que precisam de acesso ao serviço e que geralmente são áreas próximas a córregos e rios urbanos.

Um obstáculo encontrado durante o processo de pesquisa foi o desconhecimento da população sobre os impactos gerados pelo despejo de resíduos e efluentes diretamente nos corpos hídricos. Mesmo em áreas onde o serviço está completamente disponível, observou-se através das análises trimestrais do IGAM que ainda existe o lançamento clandestino de esgoto bruto nos córregos vizinhos, causando transtornos ambientais, sociais e na saúde.

O desenvolvimento de um programa voltado para a conscientização da população quanto à importância da ligação do esgoto sanitário doméstico a rede da COPASA é crucial para esclarecer a gravidade dos impactos ambientais, sociais e econômicos gerados por tal prática, juntamente com a ampliação do programa Caça-esgoto, principalmente em áreas de ocupações irregulares. Além dos investimentos nas medidas estruturantes e estruturais, conforme descrito no Plansab, ações e projetos que tem como objetivo recompor a fauna, flora e estabelecer o equilíbrio no meio são importantíssimos no processo de recuperação.

Quanto aos dados obtidos, identificou-se a ausência de estudos e números referente à condição de saneamento básico na parte da bacia hidrográfica da Pampulha que está inserida no município de Contagem. Tal inexistência dificulta e muito no manejo e gestão das águas em território urbano. Estudos geoespaciais, análises de qualidade e limnológicas dos corpos hídricos são dados importantes que podem ser utilizados para demonstrar os pontos frágeis dos córregos e rios localizados no município, além de serem subsídios para futuras melhorias.

Por fim, conforme previsto no Artigo 31 da Política Nacional de Recursos Hídricos, o uso e ocupação do solo, os projetos de saneamento básico e as políticas federais e estaduais devem estar integradas com as políticas de recursos hídricos. A gestão e o manejo integrados são desafios atuais, principalmente devido à divisão territorial. Entretanto esse desafio precisa ser vencido, para que possamos garantir água em qualidade e quantidade suficientes para as presentes e futuras gerações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Peixe Vivo. Projeto Valorização das Nascentes Urbanas. Estudo Técnico – Ribeirão Onça – Sub-bacia do córrego Sarandi – ON147 – Nascente BR 040 – KM 688. Contagem, MG, 2018. Disponível em <<http://www.agbpeixevivo.org.br/nascentesurbanas/index.php/nascentes-do-onca/nascentes-da-sub-bacia-corrego-sarandi/br-040-km-688>>. Acesso em: 16 mai. 2018.
2. ALEXANDRE, Nadja Zim; VALVASSORI, Morgana Levati. Hipertexto: Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para áreas urbanas. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, Rio de Janeiro, n. 25, p. 1-19, set./nov. 2012. Disponível em <[http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/25-03\\_Materia\\_1\\_artigos321.pdf](http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/25-03_Materia_1_artigos321.pdf)>. Acesso em: 19 jun. 2018.
3. ALVES, Carlota Virgínia Pereira. ISA 2016 da bacia da Pampulha localizada em Belo Horizonte, MG. Mensagem enviada por <[carlota@pbh.gov.br](mailto:carlota@pbh.gov.br)> em 27 abr. 2018.
4. AROEIRA, Ricardo de Miranda. Plano Municipal de Saneamento Básico: a experiência de Belo Horizonte. In: BRASIL, Ministério das Cidades. Lei Nacional de Saneamento Básico: Instrumentos das políticas e da gestão dos serviços públicos de saneamento básico. Brasília: Editora, 2009. p. 54-85. Disponível em <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2161/2/Lei%20nacional%20de%20saneamento%20basico\\_Livro%20I\\_P\\_BD.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2161/2/Lei%20nacional%20de%20saneamento%20basico_Livro%20I_P_BD.pdf)>. Acesso em: 19 jun. 2018.
5. BORGES, M. J.; GALBIATTI, J. A.; FERRAUDO, A. S. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgoto em cursos d'água urbanos da bacia hidrográfica do córrego Jaboticabal. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 161-171, 2003.
6. BRANDÃO, Renata Tamara da Cruz; *et al.* Especial: Bacia Hidrográfica da Pampulha. Revista Pampulha: O rio de nossa aldeia. Belo Horizonte, n. 001, ed. 01, 15p. 2012. Disponível em <<https://pt.calameo.com/read/0048432114e218cb12475>>. Acesso em: 19 jun. 2018.
7. BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). Portal da Qualidade das Águas. Brasília, DF, 2018. Disponível em <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-introducao.aspx>>. Acesso em: 19 jun. 2018.
8. BRASIL. Instituto Trata Brasil. Principais estatísticas no Brasil. Disponível em <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil>>. Acesso em: 25 abr. 2018.
9. CASTRO, José Antônio de Castro. Análise da qualidade da água da Bacia do Córrego Mergulhão em Belo Horizonte - MG. 2003, 26f. Monografia (Especialização em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente.) – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, Belo Horizonte. Disponível em

- <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9ATFHB/monografia\\_\\_do\\_jose\\_antonio.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9ATFHB/monografia__do_jose_antonio.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 12 mai. 2018
10. Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). Copasa contribui com o projeto por meio do Programa de Despoluição da Lagoa da Pampulha, que permitirá a coleta de 100% do esgoto direcionado ao cartão-postal de Belo Horizonte. Belo Horizonte, MG, 2013. Disponível em <<http://www.copasa.com.br/media2/Noticia2013/PampulhaPatrimonioMundial.pdf>>. Acesso em: 04. jun 2018.
  11. Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). Copasa retoma obras para despoluição da Lagoa da Pampulha. Belo Horizonte, MG, 2015. Disponível em <[http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/imprensa/noticias/releases/rel2015/maio/copasa-retoma-obras-para-despoluicao-da-lagoa-da-pampulha!/ut/p/a0/04\\_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOJ9DLwdPby9Dbz8gzdzDBY9g\\_zd\\_T2dgvx8zfULsh0VAfwq3lw!/>. Acesso em: 04 jun. 2018.](http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/imprensa/noticias/releases/rel2015/maio/copasa-retoma-obras-para-despoluicao-da-lagoa-da-pampulha!/ut/p/a0/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfGjzOJ9DLwdPby9Dbz8gzdzDBY9g_zd_T2dgvx8zfULsh0VAfwq3lw!/)
  12. Consórcio Pampulha Viva; et al. 2016. Programa de monitoramento: prestação de serviços de recuperação da qualidade da água da Lagoa da Pampulha. Belo Horizonte, PBH. 31 p. (Relatório Técnico)
  13. Consórcio Pampulha Viva; et al. 2017. Relatório de Conclusão da 1ª etapa da do serviço de recuperação da qualidade da água da Lagoa da Pampulha. Belo Horizonte, PBH. 228 p. (Relatório Técnico).
  14. COUTINHO, Weber. Emprego da flotação a ar dissolvido no tratamento de cursos d'água – Avaliação de Desempenho da Estação de Tratamento dos Córregos Ressaca e Sarandi Afluentes à Represa da Pampulha. 2007. 118f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.) – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, Belo Horizonte.
  15. IBRAHIM, Elizabeth Rodrigues Brito; et al. Caracterização ambiental do córrego Sarandi afluente da Lagoa da Pampulha em Belo Horizonte - MG. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, XV ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA AMBIENTAL E III FÓRUM LATINO AMERICANO DE ENGENHARIA E SUSTENTABILIDADE, 2017, Belo Horizonte, MG. Belo Horizonte: IX SBEA, 2017. 18p. Disponível em <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/xvенеаmb/055.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2018.
  16. KAMURA, Douglas Toshinobu; et al. Microdrenagem nas grandes cidades: problemas e soluções. 2005, 10f. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, 2005. Disponível em <[www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id\\_arq=1069](http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=1069)>. Acesso em: 10 jun. 2018.
  17. LIMA, Geisiane Aparecida de; et al. Diagnóstico dos córregos de influência direta da lagoa da Pampulha com base nos requisitos do código florestal brasileiro por meio da utilização das ferramentas do SIG. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2016, Campina Grande – PB. Campina Grande, VII ConGeA, 2016. 9p. Disponível em <[www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/VIII-073.pdf](http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/VIII-073.pdf)>. Acesso em: 03 fev. 2018.
  18. MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de Maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Minas Gerais, p.10-15, 2008. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/EFABF603/DeliberaNormativaConjuntaCOPAM-CERHno01-2008.pdf>>. Acesso 16 mai. 2018.
  19. MINAS GERAIS. Deliberação Normativa nº 20, de 24 de junho de 1997. Dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia do rio das Velhas. Minas Gerais, 1997. Disponível em <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=115>>. Acesso em: 16 mai. 2018.
  20. MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). 2013. Avaliação da qualidade das águas da Bacia da Lagoa da Pampulha. Belo Horizonte, IGAM. 52p. (Relatório Técnico). Disponível em <[http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/qualidade\\_aguas/2014/avaliacao-qualidade-das-aguas-lagoa-da-pampulha.pdf](http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/qualidade_aguas/2014/avaliacao-qualidade-das-aguas-lagoa-da-pampulha.pdf)> Acesso em: 03 fev. 2018.
  21. MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Portal InfoHidro. Bases cartográficas – Bacia Hidrográfica do São Francisco 2010. Disponível em <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/mapas-e-bases-cartograficas/bases-cartograficas/ottocodificada/hidrografia/11704-hidroottosfigam2010>>. Acesso 09 mai. 2018.
  22. MINAS GERAIS. Novo Portal da Prefeitura de Belo Horizonte. REGIONAL PAMPULHA - Em busca da recuperação ambiental. Belo Horizonte, MG, 2018. Disponível em <[ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental](http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pIdPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=regionalpampulha&lang=pt_BR&pg=>. Acesso em: 09 fev. 2018.</li></ol></div><div data-bbox=)



23. MINAS GERAIS. Prefeitura de Belo Horizonte (PBH). 2016. Plano de Saneamento Municipal do Município de Belo Horizonte 2016/2019. Belo Horizonte, PBH. 358p. 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: 09 mai. 2018.
24. MINAS GERAIS. Prefeitura de Belo Horizonte. Córrego Ressaca. Belo Horizonte, MG, 2009. 5p. Disponível em <<http://www.pbh.gov.br/comunicacao/pdfs/corregoressaca.pdf>>. Acesso 12 mai. 2018.
25. MINAS GERAIS. Prefeitura de Belo Horizonte. Diário Oficial do Município (DOM). Ata da 112ª Reunião Ordinária. Secretaria Municipal de Obras e Infraestrutura – COMUSA. Belo Horizonte, Ed. n. 5487, ano XXIV, 2018. Disponível em <<http://portal6.pbh.gov.br/dom/iniciaEdicao.do?method=DetalheArtigo&pk=1191400>>. Acesso em: 16 mai. 2018.
26. OLIVEIRA, Danielle Cristina de. O enquadramento das águas superficiais na gestão de recursos hídricos – A bacia de drenagem da Lagoa da Pampulha. 2014, 58f. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos.) – Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Belo Horizonte. Disponível em <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/VRNS-9T5JMT/danielle\\_cristina\\_de\\_oliveira.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/VRNS-9T5JMT/danielle_cristina_de_oliveira.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 16 mai. 2018.
27. PINTO-COELHO, Ricardo Motta. Atlas da qualidade da água do Reservatório da Pampulha. Belo Horizonte: Recoleo, 56p., 2012. Disponível em <[http://www.manuelzao.ufmg.br/publicacoes/biblioteca\\_virtual/mapas/mapas\\_bacia\\_onca/atlas-da-qualidade-da-%C3%A1gua-do-reservat%C3%B3rio-da-pampulha](http://www.manuelzao.ufmg.br/publicacoes/biblioteca_virtual/mapas/mapas_bacia_onca/atlas-da-qualidade-da-%C3%A1gua-do-reservat%C3%B3rio-da-pampulha)>. Acesso em: 04.jun. 2018.
28. Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha (PROPAM). Centro de Educação Ambiental - Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha. Belo Horizonte, 20018. Disponível em <<http://aguasdapampulha.org/cea-propam>>. Acesso em: 04 jun. 2018.
29. ROCHA, A. R.; LOUGON, M. S.; GARCIA, G. O. Hipertexto: Influência de diferentes fontes de poluição no processo de eutrofização. Revista Verde, Mossoró, v. 4, n. 4, p. 01 - 06, out./dez. 2009.
30. SOUZA, Mariana Elissa Vieira de. Dados de monitoramento de qualidade das águas superficiais da Pampulha de 2016 a 2018. Mensagem enviada por <[mariana.elissa@meioambiente.mg.gov.br](mailto:mariana.elissa@meioambiente.mg.gov.br)> em 18 mai. 2018.
31. VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 3ª ed. v.1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, 2005. 452p.