

URBANIZAÇÃO E QUALIDADE DAS ÁGUAS DO CÓRREGO INDEPENDÊNCIA, JUIZ DE FORA/MG

Pedro José de Oliveira **MACHADO**

Professor dos cursos de graduação e pós-graduação em Geografia

Departamento de Geociências/UFJF

pjomachado@gmail.com

RESUMO: O processo de urbanização tem provocado muitos impactos negativos nos recursos hídricos, como a alteração de sua dinâmica e a degradação de seus padrões de qualidade. Nesse artigo são apresentados os resultados de alguns trabalhos realizados sobre o Córrego Independência, que corta a região mais densamente urbanizada de Juiz de Fora/MG. São abordados aspectos relativos ao processo de ocupação de sua bacia hidrográfica e a consequente geração de esgotos domésticos, que são introduzidos no córrego sem nenhum tipo de prévio tratamento. A intensa ocupação da bacia resultou num córrego quase todo canalizado (86,5%) e a grande geração de efluentes domésticos comprometeu a qualidade de suas águas. Com o objetivo de mensurar os impactos gerados sobre o córrego foram avaliados 7 parâmetros de qualidade, tomados em dois pontos distintos: o primeiro localizado à montante da bacia, em área de baixa densidade de ocupação humana e o segundo, localizado no extremo jusante, próximo à sua foz, em área densamente ocupada. Os resultados, depois de comparados aos padrões estabelecidos para as águas da Classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, indicam a degradação da qualidade das águas do córrego no sentido de jusante, acompanhando o aumento da ocupação da bacia. Os altos valores registrados para os parâmetros DBO e DQO confirmam o elevado consumo do oxigênio dissolvido de suas águas, o que se deve principalmente à introdução de efluentes domésticos.

Palavras-chave: Urbanização. Qualidade das águas. Córrego Independência

URBANIZATION AND WATER QUALITY OF THE INDEPENDENCIA CREEK, JUIZ DE FORA/MG

ABSTRACT: The urbanization process has caused many negative impacts to water resources, such as changing its dynamics and the degradation of its quality standards. In this article we present the results of some work we have done on the Independence creek, which cuts one of the most densely urbanized regions of Juiz de Fora/MG. They are presented aspects of urban occupation process of its drainage basin and the consequent generation of domestic sewage, which is introduced into the creek without any treatment. The intense occupation of the basin resulted in a stream channeled almost all (86.5%) and the great generation of domestic sewage committed to quality of its waters. In order to measure the impacts on the stream were evaluated seven quality parameters, taken at two different points: the first located upstream of the basin, in an area of low density of human occupation and the second, located in the far downstream, near its mouth, in densely occupied area. The results, after compared to the standards established for the water of Class 2, according to Resolução CONAMA 357/2005, indicate the degradation of the quality of stream water towards downstream, following the increase of the occupation of the basin. The high values recorded for the DBO and DQO parameters confirm the high consumption of dissolved oxygen of the water, which is mainly due to the introduction of domestic sewage.

Key words: Urbanization. Water quality. Independencia creek

URBANIZACIÓN Y CALIDAD DA LAS AGUAS DEL CORREGO INDEPENDENCIA, JUIZ DE FORA/MG

RESUMEN: El proceso de urbanización ha causado muchos impactos negativos a los recursos hídricos, como el cambio de su dinámica y la degradación de sus estándares de calidad. En este artículo se presentan los resultados de algunos trabajos que hemos realizado sobre el Córrego Independencia, que corta la region más densamente urbanizada de Juiz de Fora/MG. Son presentados aspectos relativos a lo proceso de ocupación urbana de su cuenca y la consecuente generación de aguas residuales domésticas, que se introduce en la corriente

sin ningún tratamiento. La intensa ocupación de la cuenca dio lugar a un flujo casi todo canalizado (86,5%) y la gran generación de aguas residuales domésticas ha comprometido la calidad de sus aguas. Con el fin de medir los impactos sobre la corriente se evaluaron siete parámetros de calidad, tomadas en dos puntos diferentes: el primero situado aguas arriba de la cuenca, en una zona de baja densidad de ocupación humana y el segundo, que se encuentra en el extremo aguas abajo, cerca de su boca, en una zona densamente ocupada. Los resultados, después de la comparación con los estándares establecidos para el agua de la clase 2, de acuerdo con la Resolução CONAMA 357/2005, indican la degradación de la calidad del agua de la corriente hacia aguas abajo, tras el aumento de la ocupación de la cuenca. Los altos valores registrados para los parámetros DBO y DQO confirman el alto consumo de oxígeno disuelto del agua, que se debe principalmente a la introducción de las aguas residuales domésticas.

Palabras clave: Urbanización. Calidad de las águas. Córrego Independência

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização dos países periféricos, tem se caracterizado pela crescente incorporação de novos espaços, destinados a atender o crescimento das cidades e de suas populações, o que resulta, dentre outros efeitos, numa rápida e constante criação e substituição de paisagens. Dentre os elementos naturais impactados pela intensa urbanização, os recursos hídricos têm sido os mais severamente alterados, especialmente nas cidades médias brasileiras, onde, em geral, passaram da condição de principais vetores de ocupação a meros locais de destinação final dos efluentes produzidos.

As relações entre urbanização e recursos hídricos vêm sendo marcadas, sobretudo, pelo insucesso, com prejuízos significativos para as águas urbanas, o que tem se transformado em prejuízos para toda coletividade, uma vez que a degradação dos rios tem se constituído um elevado preço pago em razão de um modelo de crescimento urbano descomprometido com o ambiente. Pode-se afirmar que grande parte dos problemas relacionados aos recursos hídricos tem como causas principais a sua má utilização, a falta de planejamento e a perda de ligação entre sociedade e natureza. Drew (2005, p.87) analisa esta relação, salientando o exemplo dado pelas chamadas ‘civilizações hidráulicas’, do antigo Egito, China, Índia e Mesopotâmia,

ênfatizando que “sua ascensão e subsequente queda estão intimamente relacionadas ao uso e abuso da água”.

Sant’Anna (2007, p.24) apresenta São Paulo do século XIX como a “cidade das águas”, uma situação impensada para descrever atualmente essa metrópole, cujos mais graves problemas estão justamente relacionados à escassez desse recurso. Juiz de Fora/MG também toma lugar nesse contexto de cidades brasileiras que negligenciaram seus recursos hídricos ao promover seu crescimento e adensamento urbanos.

O ônus para acomodar seus 555.284 habitantes (estimativa do IBGE para 2015) tem sido pago, em grande medida, pela degradação da qualidade de suas águas (MACHADO, 2005; 2011) e pela substancial alteração da dinâmica dos canais fluviais urbanos, pois estes, em última análise, passaram a ser considerados “um problema ao desenvolvimento local”, como definido por Carneiro (2003, p.20) ao estudar a similar situação dos recursos hídricos na Baixada dos Goytacazes.

Os cursos d’água que cortam Juiz de Fora sofreram profundas modificações em razão do modelo de urbanização adotado como referência de desenvolvimento. Os impactos vão desde sua completa canalização à generalizada degradação de seus padrões de qualidade, o que afeta todo o ambiente hídrico e o retira do nosso campo de visão.

Neste artigo são apresentados os resultados (e atualizações) de alguns trabalhos que temos realizado sobre o Córrego Independência, que corta uma das regiões mais densamente urbanizadas de Juiz de Fora – o Bairro São Mateus e parte do Centro da cidade – tendo como objetivo mostrar os impactos gerados pelo intenso processo de urbanização nas águas desse córrego, através da avaliação de 7 parâmetros de qualidade em dois pontos distintos.

O CÓRREGO E SUA BACIA HIDROGRÁFICA

Sendo a água de um manancial o resultado da drenagem de sua bacia, sua qualidade e, portanto, suas características físicas, químicas, biológicas e ecológicas, encontram-se sempre na dependência direta das ações que se realizam no solo dessa bacia (modelos de parcelamento, uso, ocupação e cobertura), bem como do grau de controle que se tem (ou não se tem) sobre essas fontes (MACHADO, 2011, p.2). Assim, para entender as profundas alterações pelas quais passou o Córrego Independência torna-se necessário avaliar, paralelamente, as transformações ocorridas em sua bacia de contribuição.

A Bacia Hidrográfica do Córrego Independência (BHCI), segundo a Prefeitura de Juiz de Fora (PJF, 1996, p.20) é uma das 156 sub-bacias que drenam a Área Urbana do município. Sua importância não deve ser medida a partir de seu tamanho físico, apenas 7,11 km², mas por abrigar uma parcela considerável da população urbana da cidade, por conter parte importante do sistema viário municipal, por concentrar comércio e serviços, e por se constituir num importante vetor de expansão urbana e, portanto, de interesse direto do mercado imobiliário. Características responsáveis, de um lado, pelo grande adensamento demográfico e pela valorização de terrenos, e por outro lado, pela quase completa supressão de seus cursos d'água e pela transformação do Córrego Independência num dos mais degradados afluentes urbanos do Rio Paraibuna.

O córrego tem um comprimento de 5,47km, dos quais 4,73km (86,5%) encontram-se canalizados, cobertos por densas camadas de concreto e asfalto, imperceptível ao olhar dos cidadãos. O trecho que ainda resiste está localizado no extremo montante, no curso de seus dois principais formadores, o Córrego Don Orione e a parte do seu próprio curso que passa dentro do *Campus* da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

Essa atual configuração tem um longo histórico, que se tornou objeto de investigação em nosso projeto de pesquisa intitulado “Cartografia histórica das águas urbanas de Juiz de Fora”, iniciado em agosto de 2015, que desenvolvemos na UFJF, quando foram estudadas as modificações decorrentes do processo de urbanização local na estrutura e conformação de alguns cursos d'água urbanos. Seu processo de retificação e canalização quase completa, bem como a posterior abertura da Avenida Independência (atual Avenida Itamar Franco) veio como condição para o controle dos constantes transbordamentos desse córrego.

Controlar suas frequentes inundações, especialmente no baixo e médio curso, na região central e no Bairro São Mateus – e assim viabilizar a expansão urbana nessas regiões – tornou-se um objetivo perseguido pelas sucessivas administrações municipais, desde a década de 1870, mas somente alcançado um século depois, no final da década de 1970, quando o curso d'água foi quase todo canalizado, e por sobre ele implantada a Avenida Independência, uma das principais vias estruturadoras da cidade, que passou a fazer a ligação do centro da cidade à BR 040, à UFJF e à Cidade Alta.

Por isso, pode-se afirmar que, historicamente, o Córrego Independência sempre ocupou papel determinante no processo de organização do espaço urbano de Juiz de Fora, seja por sua localização, seja pelos inúmeros episódios de inundação que causava, especialmente no seu baixo curso, na área hoje ocupada pelo centro urbano.

A grande enchente ocorrida em março de 1916 e que causou grandes prejuízos, por exemplo, foi intensificada pelas águas desse córrego. Estas, como relatado por Brasil (2013, p.135/136), atingiram casas da parte baixa da Rua Santa Rita, quintais da Rua Espírito Santo e Barbosa Lima e o Largo da Alfândega. A Avenida Quinze de Novembro (atual Getúlio Vargas), também foi parcialmente coberta por água e lama, se tornando inacessível. Dois meses depois, a Resolução Municipal Nº 716, de 1º de maio de 1916, proibia “fazerem-se quaisquer obras, entulhos ou aterros capazes de dificultar a vazão do Rio Paraibuna, Córrego Independência e outros cursos d’água existentes na cidade”.

Contudo, somente no final da década de 1970 é completada a obra que resultou na canalização do córrego e implantação da avenida, levada a cabo pelo antigo DNOS (Departamento Nacional de Obras de Saneamento), responsável pela elaboração do projeto em 1961 e sua execução nas décadas de 1960 e 1970 (STAICO, 1974, p.1).

EFEITOS DA URBANIZAÇÃO

Os trabalhos de retificação, alargamento de margens e canalização do córrego e, sobretudo, a abertura da Avenida Independência, intensificaram a expansão da cidade nessa bacia, ocupando-a de jusante para montante, da área central em direção à UFJF. A Tabela 1 apresenta dados relativos ao percentual de urbanização da bacia, a partir de informações cartográficas que mostram a situação em diferentes momentos históricos.

Tabela 1 – Expansão urbana na Bacia Hidrográfica do Córrego Independência

Anos	Referências	% de área urbanizada na bacia
1936	Carta “Juiz de Fora (Palmira)”, da Comissão Geográfica e Geológica de Minas Gerais, Folha nº 15, escala 1/100.000, 2 ed., 1936.	17,4
1965	Carta “Matias Barbosa”, do IBGE, Folha SF.23-X-D-IV-3, escala 1/50.000, cobertura aérea de 1965, impressão 1983.	45,9
2000	Zaidan; Fernandes (2009, p.65)	69,0
2015	Google Earth (2015)	76,0

Fonte: elaborado pelo autor, a partir das fontes referenciadas na 2ª coluna da tabela.

A expansão urbana acabou se tornando também responsável pela canalização dos pequenos tributários localizados no seu médio curso, o que resultou numa bacia extremamente impermeabilizada (Figura 1). Deve-se notar que existem ainda algumas áreas verdes na bacia, que agem como importantes freios ao processo de sua completa urbanização, como o *Campus* da UFJF e as encostas do Morro do Cristo, preservadas pelas circunstâncias impostas pela elevada declividade e/ou por tratar-se de áreas legalmente protegidas. Isso fez com que se diminuísse o ritmo da expansão horizontal na bacia, mas com paralela intensificação das verticalizações locais, o que se comprova pelos dados de sua elevada densidade demográfica, 11.670 hab./km² (segundo estimativa do IBGE para 2015), enquanto o município apresenta média de 387 hab./km² (segundo estimativa do IBGE para 2015).

A Figura 1 mostra a BHCI, com destaque para a Avenida Independência (atual Avenida Itamar Franco), o Córrego Independência, quase totalmente canalizado (como o são quase todos os seus afluentes), bem como as áreas ainda não ocupadas (*Campus* da UFJF e encostas do Morro do Cristo).

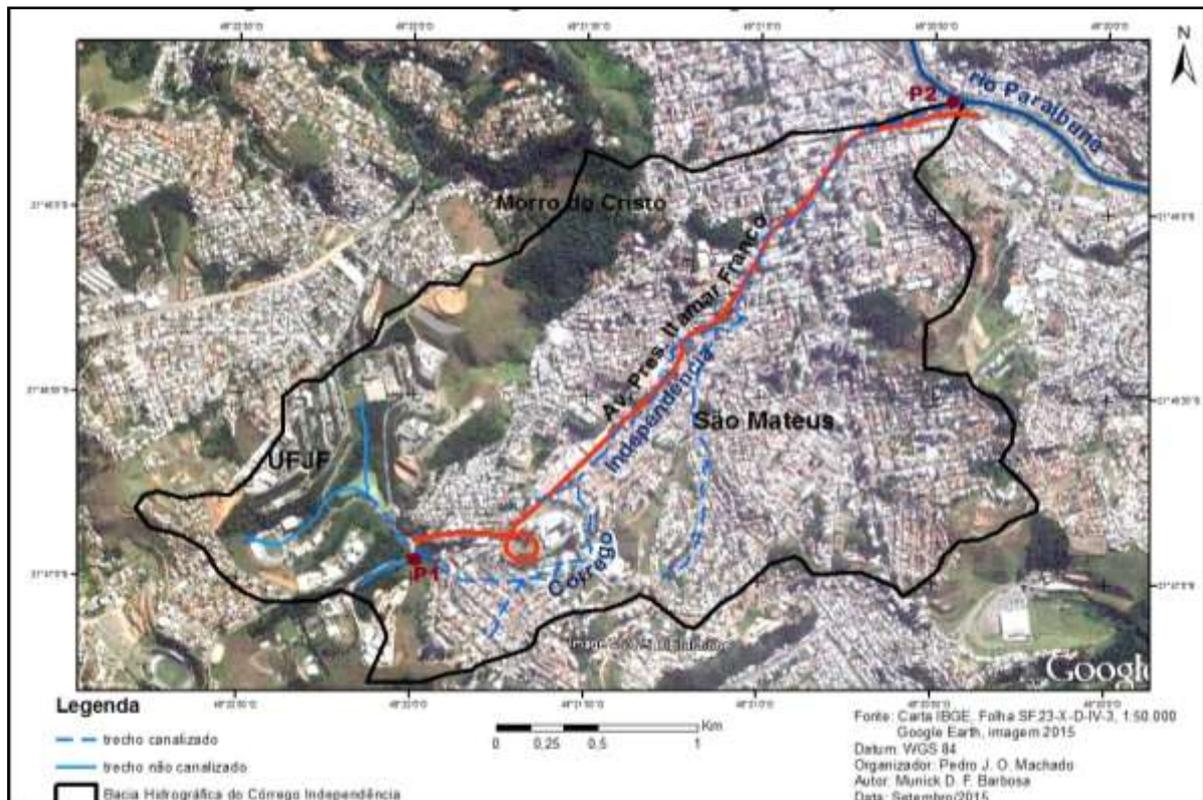


Figura 1 – Ocupação urbana na BHCI

Fonte: Carta IBGE, Folha SF 23-X-D-IV-3, 1/50.000; Google Earth, imagem 2015

Os dados demográficos apresentados fundamentam-se no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU), de 1996 (PJF, 1996) que avaliou a “qualidade ambiental” da Área Urbana de Juiz de Fora utilizando a bacia hidrográfica como unidade de estudo. Com isso disponibilizou dados importantes para o estudo das principais bacias urbanas. Levando-se em consideração os dados demográficos apresentados no citado trabalho, que tinham como base o Censo do IBGE de 1991 e aplicando-se à bacia os mesmos índices de crescimento demográfico de Juiz de Fora, registrados no período 1991/2015 (43,86%), como mostrado na Tabela 2, temos que a população atual da bacia é de 82.977 habitantes, o que corresponde a uma densidade demográfica elevadíssima, de 11.670 hab./km².

Deve-se observar que se trata de uma simples projeção, feita a partir das informações disponíveis no PDDU (PJF, 1996), adotando-se a taxa média de crescimento da população municipal no período 1991/2015. Esses dados podem estar subestimados, pois nesse período ocorreu na bacia um avanço do processo de ocupação, tanto pela criação de áreas novas (Bairro Estrela Sul), quanto pela consolidação de outras mais antigas (bairros Cascatinha, Granbery, Aeroporto e São Mateus), o que se viabilizou pela implantação de grandes empreendimentos, responsáveis pela valorização e adensamento da região (shopping, hospitais etc.), tendo a Avenida Independência como principal vetor.

Tabela 2 – Evolução da população na BHCI, no período 1991/2015

Unidades	População 1991	População estimada para 2015
Juiz de Fora	385.996	555.284 (**)
BHCI	57.680 (*)	82.977

Fontes: (*) PJF (1996, p.162);

(**) Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=313670> (acessado em 19/abril/2016)

A Figura 2 apresenta dois momentos de ocupação da bacia, sendo possível observar a área urbanizada no ano de 1965, quando apenas se iniciava a construção da Avenida Independência, e a situação em 2015, com a avenida totalmente implantada. Foram utilizadas como bases cartográficas as informações da Carta do IBGE (Folha SF.23-X-D-IV-3) e imagens do Google Earth 2015.

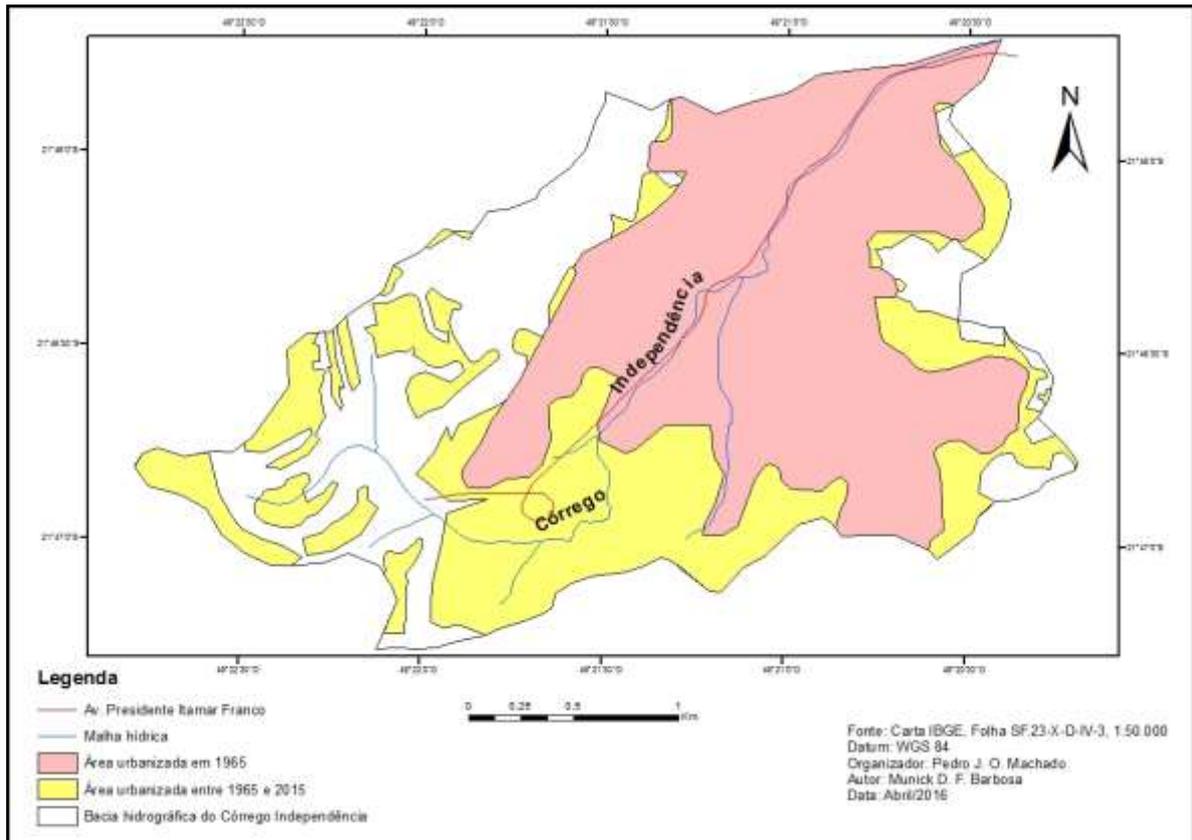


Figura 2 – Evolução da expansão urbana na BHCI, entre 1965 e 2015

Fonte: Carta IBGE, Folha SF 23-X-D-IV-3, 1/50.000; Google Earth, imagem 2015

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS

O intenso processo de urbanização e concentração demográfica na bacia resultou também numa grande geração de efluentes, especialmente de origem orgânica, que têm como destinação final o Córrego Independência. Como não há nenhum tipo de prévio tratamento desses efluentes era de se esperar que a qualidade das águas do córrego se encontrasse em situação precária, especialmente no baixo curso, onde se concentra a maior parte da população e, pois, da geração de efluentes.

Para avaliar a qualidade das águas da bacia foram escolhidos 2 pontos (Figura 1), representativos de situações opostas. O primeiro ponto (P1) localiza-se na parte montante da bacia, no Córrego Don Orione, um dos formadores do Córrego Independência, onde ainda prevalece uma ocupação menos densa. Para avaliar a qualidade das águas do Córrego Independência foi escolhido um ponto no seu baixo curso (P2), próximo à sua foz no Rio Paraibuna, local onde o córrego já recebeu todo o esgoto gerado na bacia.

A amostra do Córrego Don Orione foi tomada por alunos do Curso de Geografia da UFJF (como parte da disciplina Gestão de Recursos Hídricos), em 24 de outubro de 2008 e a amostra do Córrego Independência, tomada no dia 13 de novembro de 2008. Em razão do córrego se mostrar totalmente canalizado nesse último trecho foi imprescindível a participação do Corpo de Bombeiros de Juiz de Fora, que fez a coleta da amostra, de barco, adentrando-o a partir de sua foz. Os exames laboratoriais foram gentilmente realizados pelo laboratório da CESAMA (Companhia de Saneamento Municipal), empresa responsável pelos serviços de água e esgoto.

Foram levantados os parâmetros pH (Potencial Hidrogeniônico), Condutividade, DQO (Demanda Química de Oxigênio), DBO_(5;20) (Demanda Bioquímica de Oxigênio), Óleos e Graxas, Cor e Turbidez. Posteriormente, esses parâmetros foram comparados aos padrões de qualidade estabelecidos para as águas da Classe 2 pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005). Como não existe um enquadramento específico para os dois córregos, foram observadas as disposições estabelecidas pela Deliberação Normativa COPAM nº 16, de 25 de setembro de 1996, que “dispõe sobre o enquadramento das águas estaduais da bacia do Rio Paraibuna” (Artigo 1º, Parágrafo 1º) e pela citada Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), que “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”, a qual estabelece, em seu Artigo 42, que “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas e salobras Classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente”.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das amostras são comentados e a seguir apresentados na Tabela 3, onde é possível observar os elevados valores de DQO e DBO_(5;20), denunciando o elevado consumo de Oxigênio Dissolvido, elemento fundamental no meio hídrico, o que se deve à introdução de grande quantidade de esgoto doméstico sem tratamento.

Óleos e graxas aparecem nas águas sob a forma de emulsão, podendo ser derivados de resíduos industriais e resíduos orgânicos, embora também possam derivar da decomposição de plâncton ou de formas superiores de vida aquática. Apresentam efeitos prejudiciais porque podem formar uma película que bloqueia e/ou dificulta a aeração, interferindo negativamente

nos processos biológicos que ocorrem nas águas (BENETTI; BIDONE, 1993, p.861; FINOTTI *et. al.*, 2009, p.85). A Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) estabelece que eles estejam ausentes para as águas de Classe 2, mas em ambos os pontos amostrados houve registro desse parâmetro, especialmente no ponto 2, na foz do Córrego Independência, o que contribui para diminuir o processo de aeração natural das águas.

Tabela 3 – Qualidade das águas dos córregos Don Orione e Independência

Parâmetros	Unidades de medida	Ponto P1 (Don Orione)	Ponto P2 (Independência)	Padrões para Classe 2
pH	UpH	7,2	7,2	De 6,0 a 9,0
Condutividade	µS/cm	120	396	---
DQO	mg/l	15,2	1.285,0	---
DBO _(5;20)	mg/l	2,0	400,0	Até 5 mg/l
Óleos e graxas	mg/l	< 0,1	11,9	Virtualmente ausentes
Cor	UPt/l	0,2	24,6	Até 75 UPt/l
Turbidez	UNT	< 10	132	Até 100 UNT

Fonte: elaborado pelo autor a partir de amostras coletadas em 24/10/2008 (Córrego Don Orione) e 13/11/2008 (Córrego Independência)

A condutividade indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, representando uma medida indireta da concentração de poluentes (CETESB, 2009, p.09). A condutividade de águas naturais varia entre 10 e 1.000 µS/cm (FINOTTI *et. al.*, 2009, p.80). A Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), no entanto, não estabelece limites para esse parâmetro, mas níveis superiores a 100 µS/cm são indicativos de ambientes impactados (CETESB, 2009, p.09), valor excedido em ambos os pontos amostrados, o que pode decorrer do lançamento de resíduos industriais e/ou de esgoto doméstico, em grande quantidade e sem prévio tratamento, sobretudo no ponto P2.

O pH é um fator decisivo na distribuição das espécies aquáticas, ligando-se, portanto à sobrevivência dos organismos vivos na água (MOTA, 2008, p.27; FINOTTI *et. al.*, 2009, p.80). Critérios de proteção à vida aquática fixam valores entre 6 e 9, sendo tanto melhor quanto mais próximo de 7, a neutralidade (CETESB, 2009, p.22). Os dois pontos amostrados apresentaram pH levemente básico, mas dentro a faixa estabelecida pela Resolução

CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) para as águas da Classe 2, o que demonstrou que esse parâmetro não é seriamente afetado pelas condições atuais da bacia.

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico, como os esgotos domésticos, que se caracterizam por apresentar predominantemente matéria orgânica em estado coloidal (CETESB, 2009, p.03). Além do efeito estético, a concentração de pigmentos pode interferir na diminuição da penetração da luz solar, com conseqüente diminuição da fotossíntese realizada por fitoplâncton e macrófitas (FINOTTI *et. al.*, 2009, p.76). As amostras dos dois pontos analisados atenderam ao padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005). Enquanto no ponto P1 o resultado pareceu normal, em razão de sua localização (no trecho de alto curso, em região que apresenta baixa densidade de ocupação e menor geração de efluentes), o resultado observado no ponto P2 mostrou-se surpreendente, por tratar-se do baixo curso do córrego, local onde a concentração de esgotos é máxima.

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos em suspensão, como os detritos orgânicos. Os esgotos domésticos e diversos efluentes industriais podem provocar elevações na turbidez das águas, reduzindo a fotossíntese, o que influencia negativamente nas comunidades biológicas aquáticas (CETESB, 2009, p.05). O ponto P1 mostrou baixo valor de turbidez, coerente com a situação de sua localização. O ponto P2, na foz do Córrego Independência apresentou valor superior ao padrão máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), o que também se mostra coerente com sua situação.

A DBO, quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável, se liga diretamente à presença de despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Esse parâmetro reflete bem a situação da bacia. Enquanto no ponto P1 o valor encontrado ficou aquém do valor máximo adotado pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), no ponto P2, que corresponde ao baixo curso do Córrego Independência, o valor observado foi 80 vezes maior que o máximo estabelecido para as águas da Classe 2, refletindo bem a situação de degradação das águas nesse trecho do córrego.

A DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica de uma amostra por meio de um agente químico como o dicromato de potássio. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO_(5;20), pois enquanto a DBO se refere exclusivamente à matéria orgânica mineralizada pela atividade dos micro-organismos (esgotos domésticos), a DQO engloba também a estabilização da matéria orgânica por processos químicos, ligada principalmente a despejos de origem industrial (CETESB, 2009, p.13; FINOTTI *et. al.*, 2009, p.83). Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO, mais biodegradável é o efluente (CETESB, 2009, p.11). Não há padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), mas o elevado valor registrado no Córrego Independência revela seu alto grau de degradação. Além disso, observa-se que os valores da DBO – embora muito elevados, em razão da introdução de esgoto doméstico – estão muito distantes dos valores observados para DQO, mostrando que a geração de outros efluentes (não orgânicos) é também muito elevada na bacia.

Torna-se também possível estimar a produção e descarga de esgotos domésticos na bacia e relacioná-la à vazão mínima do córrego, como foi feito no PDDU (PJF, 1996, p.162). Os valores ali apresentados para a BHCI, que tinham como referência os dados demográficos do Censo IBGE de 1991 foram atualizados, segundo a estimativa populacional do IBGE para 2015 (Tabela 4).

Tabela 4 – Descarga de esgotos na BHCI

Anos	População da bacia	Área (km ²)	Descarga de esgoto na bacia (m ³ /dia)	Vazão mínima da bacia (m ³ /dia)	Relação entre descarga de esgotos e vazão mínima
1991	57.680	7,37	8.248	2.299	1:0,28
2015	82.977	7,11	11.865	2.218	1:0,19

Fonte: elaborado pelo autor a partir das informações da PJF (1996, p.162) e pela estimativa demográfica do IBGE para Juiz de Fora, em 2015 - Disponível em:

<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=313670> (acessado em 19/abril/2016)

Sobre os valores apresentados nessa tabela cumpre fazer algumas observações. A área da bacia difere ligeiramente do valor adotado pelo PDDU (PJF, 1996, p. 162), em razão da adoção de técnicas mais atuais que nos permitiram maior refinamento cartográfico; a descarga de esgotos foi calculada a partir do coeficiente per capita de 0,143 m³/hab./dia e para o cálculo

da vazão mínima da bacia foi adotado o coeficiente de 3,61l/s/km², ou 311,9 m³/dia/km² (PJF, 1996, p.162).

Adotando-se a diluição ideal usada como parâmetro eficiente de autodepuração, 1:25, ou seja, 1 m³/dia de esgoto gerado para cada 25 m³/dia de vazão (PJF, 1996, p.162), pode-se observar como o Córrego Independência, no seu baixo curso, apresenta-se em situação comprometida. A atual relação entre descarga de esgotos x vazão mínima (1:0,19) está muito longe do valor ideal (1:25). Em momentos de vazão mínima, registrados no período seco, que vai de abril a setembro, a cada 6 litros de carga líquida transportada pelo córrego, na altura do ponto P2, cerca de 5 litros são esgotos, mostrando que sua capacidade de receber efluentes foi amplamente ultrapassada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir que as obras de retificação e canalização desse curso d'água e posterior implantação da avenida, nas décadas de 1960/1970 foram os agentes responsáveis pela intensificação do processo de expansão urbana, que transformou essa bacia numa das mais populosas (número de habitantes) e mais povoadas (densidade demográfica) do município.

Por sua vez, a intensa urbanização gerou impactos importantes na qualidade das águas da bacia, sobretudo no Córrego Independência, sendo possível dividi-lo em, pelo menos, duas zonas distintas. A primeira delas, a parte montante da bacia (Ponto P1), apresenta padrões de qualidade menos impactados, em razão da área ainda contar com menor densidade de ocupação e menor geração de efluentes domésticos. Mas a expansão da ocupação no Bairro Aeroporto e a construção de grandes equipamentos (hospital, *campus* universitário) certamente deverão alterar, para pior, essa situação. A outra zona, localizada no baixo curso do córrego, próxima à sua foz (Ponto P2) apresenta-se com uma qualidade extremamente degradada, em razão de ter recebido a totalidade dos efluentes produzidos na bacia, em quantidade que muito excede a capacidade de assimilação natural das águas do córrego. Pelos valores registrados pela DQO observa-se que o consumo do Oxigênio Dissolvido no córrego deve-se não somente à introdução de esgotos domésticos, mas liga-se também a outras tipologias de efluentes sem tratamento.

Se as obras de canalização, retificação e aprofundamento do córrego minimizaram a ocorrência de inundações, também é certo que os decorrentes efeitos sobre a qualidade de

suas águas foram ampliados, embora escondidos sob o asfalto, símbolo maior do processo de urbanização.

Trabalho enviado em Junho de 2016
Trabalho aceito em Novembro de 2016

REFERÊNCIAS

BENETTI, Antônio; BIDONE, Francisco. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, Carlos Eduardo M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 1 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, ABRH, EDUSP, 1993, p. 849-875.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **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**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, nº 053, p. 58-63, 18 mar., 2005.

BRASIL, Camila Campos Grossi. **Paisagem e ambiente construído: intervenções antrópicas no traçado do rio Paraibuna, em Juiz de Fora – MG**. 2013, 172f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído). Juiz de Fora: Faculdade de Engenharia, UFJF, 2013.

CARNEIRO, Paulo Roberto Ferreira. **Dos pântanos à escassez – Uso da água e conflito na Baixada dos Goytacazes**. 1 ed. São Paulo: Annablume: Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2003, 136p.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo – Apêndice A: Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas de amostragem**. 1 ed. São Paulo: CETESB, 2009, 43p.

DREW, David. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. 6 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005, 206p.

FINOTTI, Alexandra R. et. al. **Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas**. 1 ed. Caxias do Sul/RS: EDUCS, 2009. 270p.

MACHADO, Pedro José de Oliveira. Qualidade das águas do Rio Paraibuna no trecho urbano de Juiz de Fora/MG. **Revista Virtú**, Ano I, n. 1, p. 01-15, Juiz de Fora: UFJF, 2005.

MACHADO, Pedro José de Oliveira. Qualidade das águas urbanas em Juiz de Fora. **Revista de Geografia**, Edição Nº 01, Volume 1, p.1-7, Juiz de Fora: UFJF, 2011.

MOTA, Suetônio. **Gestão ambiental de recursos hídricos**. 3 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2008, 343p.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA (PJF). **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano**. 1 ed. Juiz de Fora: Concorde, 1996. 215p.

SANT'ANNA, Denise Bernuzzi de. **A cidade das águas: usos de rios, córregos, bicas e chafarizes em São Paulo (1822/1901)**. 1 ed. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2007, 318p.

STAICO, Jorge. **Interligação da Avenida Brasil, Independência e vias adjacentes – Memória Descritiva do Projeto urbanístico, viário, arquitetônico, geométrico e estrutural**. Juiz de Fora, 1974, 11p. (trabalho não publicado).

ZAIDAN, Ricardo Tavares; FERNANDES, Nelson Ferreira. Zoneamento de susceptibilidade a escorregamentos em encostas, aplicado à bacia de drenagem urbana do Córrego Independência – Juiz de Fora (MG). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Nº 2, Volume 10, p.57-76, 2009.