

## QUALIDADE AMBIENTAL DE SUB-BACIA HIDROGRÁFICA URBANA: UM ESTUDO DE CASO DE ALFENAS – MG

Environmental quality of an urban sub-basin: A study case of Alfenas – MG

Danilo Augusto Toledo Costa , Augusto César Ferreira Guiçardi , Diego de Souza Sardinha , e  
Ronaldo Luiz Mincato

Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL, Alfenas, Brasil

### Resumo

*A expansão das cidades condicionada pelo aumento da população urbana exerce notável pressão sobre os ecossistemas, muitas vezes levando-os à degradação. A utilização de procedimentos e técnicas que avaliem as condições atuais e eventuais cenários futuros é indispensável, buscando-se a sustentabilidade para o desenvolvimento socioeconômico e proteção ambiental. Para tanto, aplicou-se um Protocolo de Avaliação Rápida para a avaliação de parâmetros de qualidade urbano ambiental e da água da Sub-bacia Hidrográfica do Córrego do Pântano 1, Alfenas - MG, localizado no limite periurbano do município, importante área para provisionamento de serviços ambientais e indicadora de resposta dos processos urbanos ao meio natural. Assim, foram distribuídos pesos para os indicadores de qualidade ambiental e, para cada variável, designada determinada nota, possibilitando a composição de um cenário das condições ambientais dos locais estudados. Constatou-se que a aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida é um eficiente meio para o direcionamento de políticas públicas que visem mitigar os impactos causados pelas cidades na qualidade ambiental e da água de sub-bacias sob influência urbana. Recomenda-se a implantação de um plano de gestão para a sub-bacia com diretrizes que abarquem a conservação da área principalmente direcionadas à recuperação da vegetação nativa e fiscalização da emissão de efluentes urbanos.*

**Palavras-chave:** Protocolo de avaliação rápida. Geotecnologia. Conservação ambiental.

### Abstract

*The cities expansion conditioned by the urban population increase exerts considerable ecosystems pressure, often leading them to high degradation stages. The use of proceedings and techniques that evaluate current conditions and possible future scenarios are indispensable, seeking sustainability for socioeconomic development and environmental protection. Therefore, a Rapid Assessment Protocol was applied to evaluate parameters of urban environmental and water quality of the Córrego do Pântano 1 Hydrographic Sub-basin, Alfenas - MG, located at the municipality periurban limit, important area for the provision of environmental services and a response indicator to the urban processes on the natural environment. Thus, weights were distributed for the environmental quality indicators and, for each variable, was designated a note, making possible the composition of a scenario of the environmental conditions of the studied sites. It was verified that the application of the Rapid Assessment Protocol is an efficient means for directing public policies aimed at mitigating the impacts caused by cities on the environmental and water quality of sub-basins under urban influence. It is recommended the implementation of a sub-basin management plan with guidelines that embrace the conservation of the area mainly directed to the recovery of native vegetation and inspection of the urban effluents emission.*

**Keywords:** Rapid Assessment Protocol. Geotechnology. Environmental conservation.

## 1 Introdução objetivo

O crescimento demográfico global, e consequente aumento da demanda por commodities da agropecuária (UNFPA, 2013), exercem grande pressão sobre o meio natural. O aumento da população urbana resulta no crescimento dos centros urbanos, fator de considerável alteração da paisagem, impermeabilizando o solo com a pavimentação de vias de acesso, canalização dos cursos d'água e ocupação de planícies de alagamento ou encostas (SILVA; MENDES, 2012). Prevê-se que a população mundial das cidades irá duplicar, de aproximadamente 2,6 bilhões em 2010 para 5,2 bilhões em 2050 (UN, 2011), portanto, é importante que sejam desenvolvidas novas estratégias para melhorar a performance das cidades buscando um modo de vida sustentável (LETAIFA, 2015).

A urbanização se reflete sobre as questões ambientais, pois o crescimento rápido e sem planejamento tem contribuído para a deterioração dos espaços urbanos, gerando problemas de ordem social, econômica e ambiental. Segundo Silva e Mendes (2012), as alterações ambientais ocorrem por inúmeras causas, muitas denominadas naturais e outras oriundas de intervenções antropológicas, consideradas não naturais. É fato que o desenvolvimento tecnológico contemporâneo e as culturas das comunidades têm contribuído para que essas alterações no e do ambiente se intensifiquem, especialmente no ambiente urbano.

Os problemas socioambientais urbanos são eivados de alta complexidade, particularmente nas grandes cidades (MENDONÇA, 2009). Mendonça (2004), com base nas suas concepções, propõe uma análise que busca apontar novas perspectivas metodológicas para os estudos relativos à problemática socioambiental urbana. Para isso, o autor revisa os conceitos de ambiente urbano proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Escritório das Nações Unidas de Serviços para Projetos (PNDU/UNOPS) (1997) levando em consideração seus três subsistemas, sendo eles, o natural, o social e o construído, e propõe o Sistema Ambiental Urbano (SAU) como metodologia para o estudo dos problemas socioambientais urbanos.

No estudo do ambiente urbano devem ser levados em conta produtos derivados da interação social, que envolvem a poluição sonora, atmosférica e visual. Francisco (2005) relata que os danos socioambientais urbanos no Paraná registrados pela promotoria do meio ambiente, são em maioria decorrentes de problemas sonoros relacionados às atividades de casas noturnas, danos causados por empreendimentos imobiliários acarretando a poluição visual do ambiente, danos causados por atividades industriais como poluição sonora e atmosférica, e danos relacionados à veiculação e mobilidade urbana. Pimentel, Brandão e Brandão (2016) também relataram que a população de Manhuaçu - MG, possui percepção de que existe poluição visual na cidade e que, na maioria dos casos, é provocada pelo excesso de publicidade nas ruas. Os impactos das emissões veiculares na qualidade do ar e seus efeitos na saúde da população é reiterado por Cardoso, Gobbo e Ribeiro (2017) em estudo comparativo entre municípios paulistas.

Outro problema está relacionado à impermeabilização do solo, o que propicia grandes transtornos em épocas chuvosas. Costa e Silveira (2017) destacam que a cidade de Goiânia hoje, sofre com diversos problemas ambientais decorrentes do processo de urbanização, entre eles construções em Áreas de Proteção Permanente (APP) e de um sistema falho de drenagem urbana intensificado pela alta impermeabilidade do solo. Além de intensificar os problemas ocasionados em épocas chuvosas, a prática inadequada relacionada impermeabilização superficial excessiva com concentração do fluxo e lançamentos inapropriados das águas de drenagem pluvial, são as mais relevantes causas na formação de processos erosivos (NUNES, 2008).

As condições sanitárias também devem ser abordadas, pois trata-se de um importante indicativo relacionado à saúde populacional e ambiental, ligada diretamente à prevenção de doenças causadas por vetores como mosquitos, ratos e microrganismos. Rocha e Tavares (2017) citam, em seu estudo, problemas ligados às más condições sanitárias relatadas pela população, como ausência de uma rede de tratamento de água para consumo humano, falta de rede de esgotos e coleta esporádica de resíduos sólidos, fatores estes que afetam diretamente a saúde da população. Rocha (2015) discute que a falta de infraestrutura sanitária apresenta um alto risco de contaminação das águas superficiais e subsuperficiais utilizadas para o abastecimento humano. Fontes, Bastos e Santos (2017) quando analisaram as condições sanitárias de Lagarto - SE, constataram que as condições de saneamento básico locais são precárias, deixando a população à mercê de diversos riscos à saúde, além de outros problemas socioambientais.

Relatar a qualidade da fauna e flora é de suma importância para a caracterização de um ambiente saudável. Áreas arborizadas promovem diversos benefícios à população da cidade, como a possibilidade de conviver com diferentes cores, texturas e formas, além de melhorar a qualidade de vida, através de melhorias climáticas, ambientais e psicológicas (DANTAS et al., 2016). Apesar de uma grande diversidade florística, o Brasil possui fortes contrastes em alguns de seus grandes centros urbanos e pequenos municípios, evidenciado por diversas cidades desprovidas de áreas verdes e outras que estão entre as mais verdes nos rankings mundiais (SILVA et al., 2017). Segundo Martins (2016) é necessário compreender que a arborização urbana é um patrimônio natural e cultural da cidade e é essencial para estabelecer parâmetros e diretrizes para sua manutenção e preservação, um bom projeto de arborização urbana é responsável por atrair a fauna local, caracterizando um ambiente saudável e bem diversificado biologicamente. A abordagem da temática das condições estéticas é complementar à abordagem dos problemas socioambientais urbanos supracitados, uma vez que a disposição dos equipamentos urbanos como praças e áreas verdes e também a integridade física destes, é um fator relevante na visitação e conservação destes espaços pela população.

Neste contexto, é crescente o uso de geotecnologias para análise ambiental, como o Sensoriamento Remoto (SR), devido seu potencial de análise com visão holística da paisagem e, também, seus produtos oriundos da interação da radiação eletro-

magnética com elementos da atmosfera e da superfície. Associado ao SR, há o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que utilizam dados geográficos que descrevem objetos do mundo real em termos de posicionamento, com relação a um sistema de coordenadas, seus atributos e relações topológicas existentes (CÂMARA; ORTIZ, 1998).

Dentre os propósitos ou aplicações de um SIG estão a utilização em estudos relativos ao meio ambiente e recursos naturais, na previsão de determinados fenômenos e no apoio a decisões de planejamento em que podem ser utilizadas, por exemplo, metodologias multicritério em apoio e à tomada de decisão (MCDM – Multicriteria Decision Making) em bacias hidrográficas, municípios, ou qualquer que seja a escala de planejamento (FITZ, 2008). Dentre as principais vantagens do uso de ferramentas como SIG aliadas às metodologias de multicritério está o monitoramento e a gestão ambiental e físico-territorial, de maneira rápida, constante e que pode ser feita em grande parte à distância, reduzindo dispêndios com deslocamento a campo. Os dados apresentados pelo SIG quando associados às ferramentas de apoio à tomada de decisão auxiliam na avaliação em campo, e, são capazes de reduzir a possibilidade de eventuais erros, que podem vir a ocorrer pela indisponibilidade de imagens atuais ou ainda imagens com baixo nível de detalhes inadequadas à escala de estudos urbanos.

Dentre as ferramentas de apoio à análise ambiental utilizadas em campo, podemos citar a aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), que se baseia em questões desenvolvidas com o objetivo de auxiliar no monitoramento ambiental dos sistemas hídricos, de modo que sejam diagnosticadas informações qualitativas do meio, de um modo simples e de fácil aplicação (BERSOT et al., 2015). Os PAR podem ser utilizados para a caracterização do meio ambiente, ou são adaptações de protocolos já existentes, como os da Agência de Proteção Ambiental americana (Environmental Protection Agency – EPA) que avalia as características de trechos e nível de impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas em rios (VARGAS; FERREIRA, 2012). O PAR desenvolvido por Hannaford et al. (1997) avalia a complexidade do habitat e o seu nível de conservação, analisando características como o fluxo d'água, tipo de substrato para o estabelecimento de comunidades aquáticas, além da análise da vegetação no entorno do curso d'água.

No contexto brasileiro, o PAR tem sido utilizado para o diagnóstico e monitoramento de áreas naturais suscetíveis às pressões antrópicas. Kieling-Rubio et al. (2015) utilizaram parâmetros físicos, químicos e biológicos em três cursos d'água componentes da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul. Apesar dos resultados relacionados ao enquadramento da qualidade das águas se mostrarem abaixo dos indicados pelo PAR, os autores reconhecem que sua aplicação fornece resultados mais abrangentes do atual cenário da área estudada por levar em consideração diversos parâmetros em comparação com coletas pontuais. O mesmo foi relatado por Machado et al. (2015) em estudo conduzido nas APPs da bacia hidrográfica do Rio Pardo, região sudeste do Brasil, em que, os resultados do PAR revelaram deterioração ambiental em trechos próximos às atividades antrópicas, menor variabilidade de substratos disponíveis para a fauna aquática e maior deposição de sedimentos. Entretanto, houve pouca relação entre os resultados fornecidos pelo PAR e pelos parâmetros físico-químicos estudados, o que segundo os autores, indica que as informações geradas são complementares.

Guimarães et al. (2017) aplicaram um PAR compreendendo a interação entre os fatores geomorfológicos, ecológicos e biológicos, nas áreas de veredas do cerrado brasileiro inseridas na bacia hidrográfica do córrego Vai-e-Vem, Goiás, e constataram a aplicabilidade do PAR, devido aos seus procedimentos metodológicos relativamente simples, como uma ferramenta complementar no diagnóstico e monitoramento das áreas naturais destinadas ao provisionamento de serviços ambientais.

As condições urbano-ambientais desempenham papel importante na determinação da qualidade de vida, como à saúde, serviços de esgotamento sanitário, coleta de dejetos, poluição oriunda de ação antrópica, lixo descartados a céu aberto, proliferação de vetores, dentre outros, que se não tratados com dada importância, podem gerar desequilíbrios ecológicos. Bizzo et al. (2014) acreditam que todos os parâmetros observados e aplicados para a análise em um protocolo são fundamentais para que haja uma compreensão da área de estudo, possibilitando a interação da análise da qualidade da água e do ecossistema que a envolve.

O estudo da percepção ambiental é de fundamental importância, pois permite realizar uma análise da realidade local do ambiente estudado e dos problemas emanados da interação sociedade-natureza. Neste sentido, o presente trabalho busca propor uma perspectiva de análise da qualidade ambiental por meio da elaboração de um Índice de Qualidade Urbano Ambiental (IQUA) que aborde problemas enfrentados na área urbana, correlacionando o ambiente e a natureza, da Sub-bacia Hidrográfica do Córrego do Pântano 1, município de Alfenas - MG, utilizando geotecnologias e um Protocolo de Avaliação Rápida (PAR). Com isso, espera-se verificar a influência das principais fontes de degradação e analisar cenários com vistas a subsidiar o planejamento e gerenciamento dessa bacia hidrográfica, colaborando na busca de soluções para minimizar os impactos ambientais ocasionados pelas atividades humanas.

## 2 Materiais e métodos

O mapeamento da área de estudo foi realizado por meio da análise de imagem fusionada da banda pancromática de 10 m e composição RGB com as bandas 3 (vermelho), 2 (verde) e azul sintético, do satélite CBERS 4 com resolução espacial de 5 metros, ponto/órbita 154-124, datada de 24/10/2015, vetorizada por meio do SIG ArcGIS® 10.2.2 (ESRI, 2014). Para a análise da declividade, primeiramente foi gerado um Mapa Digital de Elevação (MDE) a partir da interpolação de curvas de nível

detalhadas, em ambiente SIG, com equidistância de 5 metros cedidas pela Prefeitura Municipal de Alfenas - MG.

Foram analisados 4 pontos amostrais por meio do IQUA e de qualidade da água (QA), dispostos na Figura 1. Os dados foram coletados no dia 16/12/2016, sendo que, no dia anterior houve precipitação de 4,4 mm (COOXUPÉ, 2016). IQUA abordou os seguintes grupos indicadores (Tabela 1): condições gerais, poluição sonora, impermeabilização do solo, condições sanitárias, fauna, flora e condições estéticas. A avaliação foi distribuída entre pesos de 1 a 5 para os grupos indicadores sendo o valor 5 de maior relevância e 1 de menor relevância. Para cada variável foi designada nota de 1 a 3, sendo 1=baixo/bom; 2=médio/regular; 3=alto/péssimo. Para o IQUA final:  $\leq 3,99$  = baixo impacto;  $\geq 4$  = médio impacto;  $\geq 6$  = alto impacto ambiental (Tabela 1).

Tabela 1 - Índice de qualidade urbano ambiental (IQUA) aplicado na região da Sub-bacia Hidrográfica do Córrego do Pântano 1.

| Grupo de Indicadores      | Peso | Variáveis             | Nota Campo | Peso X Nota | IQUA parciais                                   |
|---------------------------|------|-----------------------|------------|-------------|---|
| Condição Gerais           | ?    | Poluição Sonora       |            |             |   |
|                           |      | Poluição Ar           |            |             |   |
|                           |      | Poluição Visual       |            |             |   |
|                           |      | Tráfego               |            |             |   |
| Impermeabilização do Solo | ?    | 20                    | 1          |             | IQUA final =<br>∑ IQUA parciais<br>÷<br>∑ Pesos |
|                           |      | 40                    | 1          |             |   |
|                           |      | 60                    | 2          |             |   |
|                           |      | 80                    | 3          |             |   |
|                           |      | 100                   | 3          |             |   |
| Condições Sanitárias      | ?    | Esgotamento           |            |             |   |
|                           |      | Lixo                  |            |             |   |
|                           |      | Abastecimento         |            |             |   |
|                           |      | Risco Vetores         |            |             |   |
| Fauna / Flora             | ?    | Diversidade           |            |             |   |
|                           |      | Distribuição          |            |             |   |
| Condição Estética         | ?    | Limpeza               |            |             |   |
|                           |      | Conservação           |            |             |   |
| TOTAIS (Pesos)            |      | TOTAL (IQUA parciais) |            |             |   |

Fonte: Elaborado pelos autores.

O IQA, utilizado no presente estudo, foi adaptado do PAR desenvolvido por Callisto et al. (2002) e do IQA –desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF), apresentando características difusas. A pontuação para cada parâmetro foi atribuída por meio da observação das condições relacionadas a transparência da água, espumas, lixos, odor, material sedimentável, peixes, larvas e vermes, cobertura vegetal e óleos e graxas (Tabela 2). Também foram analisados parâmetros como oxigênio dissolvido (método polarográfico, de 0,0 a 50,0 mg/L  $\pm$  0,2 mg/L); pH (método de eletrodo de vidro, de 0,0 a 14,0  $\pm$  0,1 pH); condutividade elétrica (método do eletrodo 4AC, de 0,0 a 100,0  $\mu$ S/cm  $\pm$  0,1 %) e sólidos totais dissolvidos (conversão de condutividade, de 0,0 a 100,0 g/L  $\pm$  5,0 g/L). Para isso, foi utilizado o equipamento com eletrodos de leitura direta, medidor portátil U-50 Multiparameter Water Quality Checkers (Horiba), previamente calibrado em laboratório para pH 4,00 (4,01  $\pm$  0,01 a 25  $\pm$  0,2° C) e 7,00 (7,01  $\pm$  0,01 a 25  $\pm$  0,2° C), condutividade elétrica usando solução padrão de KCl (1.0 mmol/L) de condutividade elétrica conhecida, 147  $\mu$ S/cm a 25° C. O maior valor na somatória dos pesos (> 40) se caracteriza por representar a melhor classificação ambiental da área (Tabela 2).

Tabela 2 - Formulário aplicado na Sub-bacia Hidrográfica do Córrego do Pântano 1 para análise do Índice de Qualidade da Água (IQA)

|   |               |
|---|---------------|
| (1) Transparência da água               | Peso          |
| Poucos centímetros abaixo da superfície | ( )/( )/( ) 1 |
| Entre 50 cm a 1 m                       | ( )/( )/( ) 2 |
| Mais de 1 m                             | ( )/( )/( ) 3 |
| (2) Espumas                             | Peso          |
| Grande quantidade, formando flocos      | ( )/( )/( ) 1 |
| Pouca quantidade                        | ( )/( )/( ) 2 |
| Ausente                                 | ( )/( )/( ) 3 |

Continua...

Tabela 2 - Continuação

|  |               |
|--|---------------|
| (3) Lixo flutuante e/ou acumulado nas margens            | Peso          |
| Muito lixo (plásticos, papéis, madeiras, orgânico, etc.) | ( )/( )/( ) 1 |
| Pouco, ou apenas árvores, folhas, aguapés                | ( )/( )/( ) 2 |
| Nenhum   | ( )/( )/( ) 3 |
| (4) Cheiro   | Peso          |
| Fétido ou cheiro de ovo podre                            | ( )/( )/( ) 1 |
| Fraco de mofo e/ou capim                                 | ( )/( )/( ) 2 |
| Nenhum   | ( )/( )/( ) 3 |
| (5) Material sedimentável                                | Peso          |
| Muito alta (mais de 0,5 cm)                              | ( )/( )/( ) 1 |
| Baixa (observável)                                       | ( )/( )/( ) 2 |
| Ausente  | ( )/( )/( ) 3 |
| (6) Peixes   | Peso          |
| Nenhum   | ( )/( )/( ) 1 |
| Poucos, raros  | ( )/( )/( ) 2 |
| Muitos (normal)  | ( )/( )/( ) 3 |
| (7) Larvas vermelhas                                     | Peso          |
| Muitos   | ( )/( )/( ) 1 |
| Poucos   | ( )/( )/( ) 2 |
| Nenhum e/ou muito raro                                   | ( )/( )/( ) 3 |
| (8) Larvas e vermes transparentes, escuros ou conchas    | Peso          |
| Nenhum   | ( )/( )/( ) 1 |
| Raros  | ( )/( )/( ) 2 |
| Frequente  | ( )/( )/( ) 3 |
| (9) Cobertura vegetal nas margens (mata ciliar)          | Peso          |
| Sem vegetação/vegetação rasteira                         | ( )/( )/( ) 1 |
| Com vegetação arbustiva                                  | ( )/( )/( ) 2 |
| Com vegetação arbórea                                    | ( )/( )/( ) 3 |
| (10) Óleos e graxas                                      | Peso          |
| Alta quantidade  | ( )/( )/( ) 1 |
| Plumas esparsas  | ( )/( )/( ) 2 |
| Ausente  | ( )/( )/( ) 3 |
| (11) Oxigênio dissolvido                                 | Peso          |
| Menos de 4 mg/L  | ( )/( )/( ) 1 |
| Entre 4 mg/L e 6 mg/L                                    | ( )/( )/( ) 2 |
| Acima de 6 mg/L  | ( )/( )/( ) 3 |
| (12) Condutividade                                       | Peso          |
| Maior que 100 mg/L                                       | ( )/( )/( ) 1 |
| Entre 100 mg/L e 50 mg/L                                 | ( )/( )/( ) 2 |
| Menor que 50 mg/L  | ( )/( )/( ) 3 |
| (13) pH  | Peso          |
| Acima de 9 e/ou abaixo de 5                              | ( )/( )/( ) 1 |
| Entre 7 e 9 e/ou entre 5 e 6                             | ( )/( )/( ) 2 |
| Entre 6 ou 7   | ( )/( )/( ) 3 |
| (14) Sólidos Totais Dissolvidos                          | Peso          |
| Acima de 80 mg/L   | ( )/( )/( ) 1 |
| Entre 80 mg/L e 20 mg/L                                  | ( )/( )/( ) 2 |
| Abaixo de 20 mg/L  | ( )/( )/( ) 3 |
| IQA  |               |
| Entre 14 e 20 pontos                                     | Péssima       |
| Entre 21 e 26 pontos                                     | Ruim          |
| Entre 27 e 35 pontos                                     | Aceitável     |
| Entre 36 e 40 pontos                                     | Boa           |
| Acima de 40 pontos                                       | Ótima         |



## 2.1 Características gerais da área de estudo

A Sub-bacia Hidrográfica do Córrego do Pântano 1 (Figura 1), está localizada entre as coordenadas UTM 23 K 399.135 m a 402.215 m E e 7661.000 m a 7630.700 m N, no município de Alfenas – MG, sul de Minas Gerais, e possui uma área de 409 hectares e está inserida na unidade do Comitê da **Bacia Hidrográfica do Entorno do Reservatório de Furnas (GD3)** (ALFENAS, 2006).

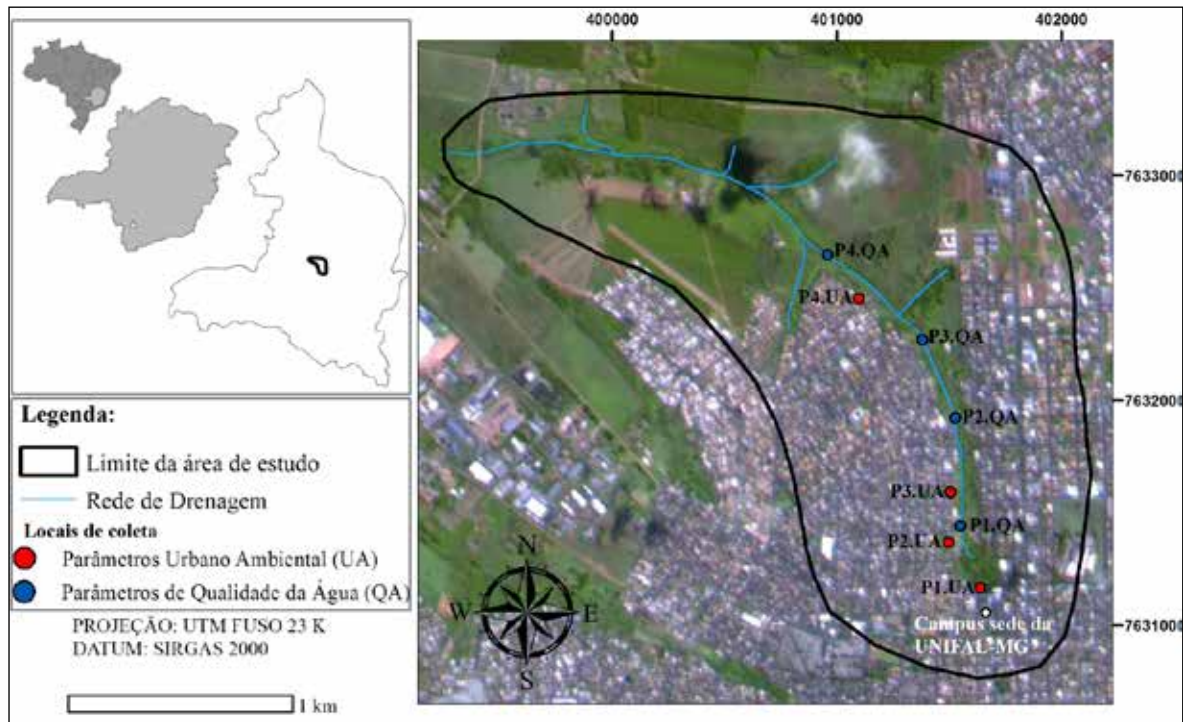


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo em relação a parte da área urbana de Alfenas – MG com locais de coleta de qualidade urbano ambiental e qualidade de água. No detalhe a área de estudo em relação ao estado de Minas Gerais, Brasil.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Córrego do Pântano 1 apresenta cursos d'água de 1ª e 2ª ordem, e sua nascente está localizada próxima ao Campus da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG) a aproximadamente 840 m de altitude. Percorre cerca de 3 km em grande parte em área urbana, nos bairros residenciais Jardim América e Jardim São Carlos, e em área rural até desaguar no Reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) de Furnas, exutório da bacia a aproximadamente 760 m de altitude (Figura 1). Os fundos de vale e as encostas convexas estão densamente ocupadas, sendo essas instalações de bairros de classes média baixa e baixa (OLIVEIRA, 2011). Segundo Rodrigues et al. (2013) as águas da bacia recebem esgotamentos sem tratamentos de dois bairros residenciais e efluentes do distrito industrial enquanto sua foz se localiza em uma extremidade do Reservatório da UHE de Furnas cuja água é utilizada para abastecimento público, dessedentação de animais, irrigação e aquicultura.

Quanto ao arcabouço geológico, a região está localizada no embasamento cristalino (Pré-Cambriano) inserido no contexto da Província Mantiqueira, mais precisamente no Complexo Guaxupé e no Sistema de Nappes Andrelândia, que compreendem rochas gnáissicas, migmatíticas, anfíbolíticas a granulíticas (CPRM, 1979). São rochas de idade Neoproterozoica que representam a porção de uma faixa de dobramentos, onde estão presentes muitas estruturas associadas, por exemplo, foliações, falhas e fraturas que podem apresentar deslocamento de blocos (CPRM, 2010). A Sub-bacia do Córrego do Pântano 1 encontra-se sobre uma falha transformante, onde afloram gnaisses graníticos/granodioríticos da Formação Elói Mendes (Complexo Guaxupé) e granulitos da Unidade Arantina (Nappe, Andrelândia). O Planalto Sul de Minas está dividido em três unidades geomorfológicas, denominadas superfície do alto Rio Grande, planalto de São Pedro de Caldas e Planalto de Poços de Caldas (CPRM, 1979). O tipo de solo presente na área é o Latossolo Vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa (LVd2), (UFV, 2010). Ao longo dos principais afluentes e da calha do rio principal ocorrem materiais argilosos escuros (OLIVEIRA, 2011).

A área de estudo está localizada na faixa de transição entre o bioma Mata Atlântica e Cerrado, sendo que esta região, apresenta fragmentos residuais de Floresta Estacional Semidecidual (SCOLFORO; CARVALHO, 2006). Segundo Alvares et al. (2013), o clima predominante é do tipo subtropical com inverno seco e verão úmido (Cwa), com temperatura anual média de 21° C e amplitude térmica de 5° a 7° C, e índice pluviométrico em torno de 1.500 mm ano<sup>-1</sup>.

### 3 Resultados e Discussão

A partir do mapeamento do uso e ocupação do solo (Figura 2), foi observado que a Sub-bacia Hidrográfica do Córrego do Pântano 1 sofre grande influência da pressão urbana, visto que 52,62% da área total está ocupada pela malha urbana. A área da sub-bacia também é utilizada para atividades agrosilvopastoris, como pastagem, eucalipto, café e milho correspondendo a 34,78%, 2,13%, 5,59%, 0,27%, respectivamente, da área. Apenas 4,61% do total são cobertos por vegetação nativa ou secundária em estágio de regeneração.

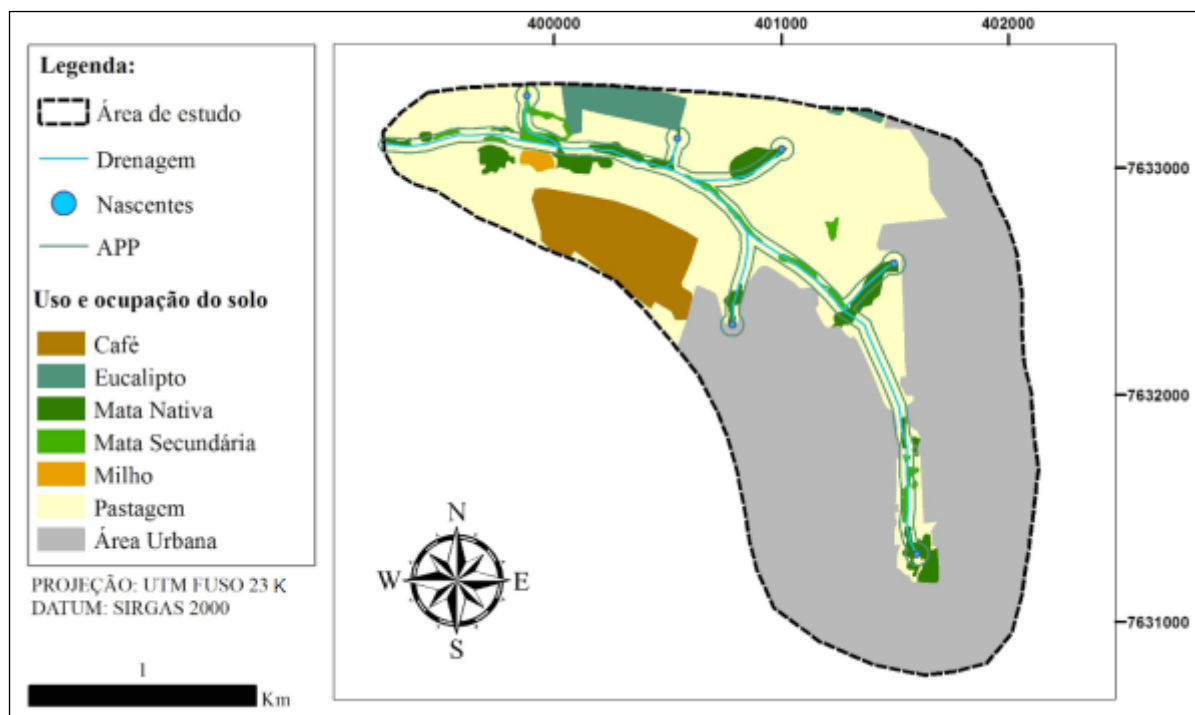


Figura 2 - Mapa de uso e ocupação do solo da Sub-bacia Hidrográfica do Córrego do Pântano 1 e Área de Preservação Permanente Legal.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o mapeamento das APP, foram gerados *buffers* com 50 m de raio para as nascentes e 30 m de distância a partir da calha principal e/ou leito regular, como disposto na Lei Federal 12.651/12, para rios menores de 10 m (BRASIL, 2012). Com isso, há aproximadamente 32 há que deveriam ser exclusivamente destinados à preservação das zonas ripárias e proteção de nascentes, sendo que, apenas 34,44% deste total estão cobertos por mata. Aproximadamente 63% da área total tiveram a vegetação nativa suprimida, sendo destinada a pastagem (13%), plantio de eucalipto (2,43%) e crescimento desordenado da malha urbana. Isto configura áreas de conflito entre a preservação ambiental e o desenvolvimento de práticas antrópicas na área periurbana de Alfenas - MG.

Quanto ao relevo, a área da bacia é caracterizada por amplas colinas, com interflúvios principais e secundários de topos arredondados e depósitos de colúvios. No mapeamento de declividade: 7,39% da área da bacia possuem relevo suave (até 3% de inclinação); 34,31% relevo suave ondulado (3% a 8% de inclinação); 58,07% relevo ondulado (8% a 20% de inclinação); apenas 0,23% relevo forte ondulado (20% a 45% de inclinação). A bacia não apresenta áreas de encostas com declividades superiores a 45° que são destinadas à proteção segundo a Lei Federal 12.651/12 (BRASIL, 2012).

Os resultados obtidos pelo IQUA estão apresentados na Tabela 3. O primeiro ponto (P1) está localizado em uma área sujeita a escoamento de efluentes, declive elevado e baixa permeabilidade do solo. No local foi observado que a pressão da água da chuva, proveniente do escoamento superficial (drenagem urbana) derrubou um muro de alvenaria, sendo necessária a instalação de grades para o escoamento da água. O local possui alto tráfego de carros, presença de lixeiras e bueiros, baixa diversidade de fauna e flora (observado através da observação de aves). A região apresenta ambiente parcialmente conservado apenas em uma área particular, onde se encontra a nascente do Córrego do Pântano 1.

O segundo ponto (P2) possui vegetação secundária e primária, declividade média para escoamento da água de chuva, ausência de APPs e rede de captação de efluentes, observado pela presença de esgotos vertendo sentido calha principal do Córrego do Pântano 1, ambiente propício à procriação de vetores. No local também foram observadas baixa permeabilidade do solo e tráfego de carros, além de depósitos tecnogênicos com presença de material úrbico e gárbico. O terceiro ponto (P3) apresenta

depósitos de resíduos, animais exóticos, APPs muito reduzida com dominância de vegetação primária e baixa diversidade de espécies arbóreas. A área possui alto tráfego de automóveis, baixa declividade e baixo nível de escoamento, propícios ao acúmulo de água.

Tabela 3. Resultados do IQUA aplicados na região da Sub-bacia Hidrográfica do Córrego do Pântano 1

| Grupo de Indicadores      | Peso | Variáveis             | Nota |    |    |    | Peso X Nota |    |    |    | IQUA parciais |     |    |    | IQUA final<br>=<br>IQUA<br>parciais<br>÷<br>Pesos |      |  |  |      |
|---------------------------|------|-----------------------|------|----|----|----|-------------|----|----|----|---------------|-----|----|----|---|------|--|--|------|
|                           |      |                       | P1   | P2 | P3 | P4 | P1          | P2 | P3 | P4 | P1            | P2  | P3 | P4 |   |      |  |  |      |
| Condições Gerais          | 2    | Poluição Sonora       | 2    | 1  | 2  | 1  | 4           | 2  | 4  | 2  | 14            | 10  | 18 | 8  |   |      |  |  |      |
|                           |      | Poluição do Ar        | 1    | 1  | 3  | 1  | 2           | 2  | 6  | 2  |               |     |    |    |   |      |  |  |      |
|                           |      | Poluição Visual       | 1    | 1  | 2  | 1  | 2           | 2  | 4  | 2  |               |     |    |    |   |      |  |  |      |
|                           |      | Tráfego               | 3    | 2  | 2  | 1  | 6           | 4  | 4  | 2  |               |     |    |    |   |      |  |  |      |
| Impermeabilização do solo | 5    | 20 %                  | -    | -  | -  | -  | -           | -  | -  | 15 | 15            | 15  | 10 |    |   |      |  |  |      |
|                           |      | 40 %                  | -    | -  | -  | -  | -           | -  | -  |    |               |     |    |    |   |      |  |  |      |
|                           |      | 60 %                  | -    | -  | -  | 2  | -           | -  | -  |    |               |     |    |    |   | 10   |  |  |      |
|                           |      | 80 %                  | -    | -  | 3  | -  | -           | -  | 15 |    |               |     |    |    |   | -    |  |  |      |
|                           |      | 100 %                 | 3    | 3  | -  | -  | 15          | 15 | -  |    |               |     |    |    |   | -    |  |  |      |
| Condições Sanitárias      | 4    | Esgotamento           | 2    | 3  | 2  | 2  | 8           | 12 | 8  | 8  | 20            | 40  | 44 |    |   | 28   |  |  |      |
|                           |      | Lixo                  | 1    | 3  | 3  | 1  | 4           | 12 | 12 | 4  |               |     |    |    |   |      |  |  |      |
|                           |      | Abastecimento         | 1    | 1  | 3  | 1  | 4           | 4  | 12 | 4  |               |     |    |    |   |      |  |  |      |
|                           |      | Risco de Vetores      | 1    | 3  | 3  | 3  | 4           | 12 | 12 | 12 |               |     |    |    |   |      |  |  |      |
| Fauna / Flora             | 3    | Diversidade           | 2    | 3  | 3  | 2  | 6           | 9  | 9  | 6  | 15            | 18  | 18 |    |   | 12   |  |  |      |
|                           |      | Distribuição          | 3    | 3  | 3  | 2  | 9           | 9  | 9  | 6  |               |     |    |    |   |      |  |  |      |
| Condição Estética         | 1    | Limpeza               | 1    | 3  | 3  | 1  | 1           | 3  | 3  | 1  | 3             | 6   | 6  |    |   | 4    |  |  | P1   |
|                           |      | Conservação           | 2    | 3  | 3  | 3  | 2           | 3  | 3  | 3  |               |     |    |    | P2  |      |  |  | 5,93 |
| TOTAIS (Pesos)            | 15   | TOTAL (IQUA parciais) |      |    |    |    |             |    |    | 67 | 89            | 101 | 62 |    | P3  | 6,73 |  |  |      |
|                           |      |                       |      |    |    |    |             |    |    |    |               |     | P4 |    | 4,13  |      |  |  |      |

P1: Ponto amostral 1. P2: Ponto amostral 2. P3: Ponto amostral 3. P4: Ponto amostral 4

O quarto ponto (P4) está localizado em uma área de transição entre urbano e rural (faixa periurbana) com baixo índice de tráfego de automóveis. O local apresenta pastagens para bovinos e equinos, fragmentos florestais (isolados), vegetação exótica como plantação de eucalipto, ausência de odores, agricultura familiar com plantação de legumes e verduras, no entanto, com depósitos tecnogênicos.

Os pontos amostrais P2 e P3, quanto ao IQUA, foram os mais afetados pela ação antrópica, conforme o protocolo aplicado em campo. Os pontos estão localizados na zona urbana, próximos a malha viária, sujeitos a maior acessibilidade e interferência antrópica, quando comparados aos pontos P1 e P4. O ponto P1 está localizado próximo a nascente do Córrego do Pântano 1 e o ponto P4 em área de transição urbano/rural. Carvalho (2014) ao estudar a influência do uso e ocupação do homem ao longo do Riacho 2 de Junho na cidade de Glória de Dourados - MS, identificou que os pontos amostrais classificados como impactados, apresentavam características como vegetação decomposta, pastagens, residências e represamentos. Característica da ocupação urbana sem planejamento, conforme observado nos pontos P2 e P3.

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos através da aplicação do IQA. O Ponto 1, mais próximo à nascente, está localizado em área urbana com grande quantidade de resíduos urbanos e de construção civil. A água apresenta mau cheiro, provavelmente pelo descarte de efluentes domésticos, conforme observados em campo. A vegetação é arbustiva e os níveis de oxigênio dissolvido encontram-se acima do limite exigido pela Resolução Conama 357/05 (BRASIL, 2005) para rios da Classe 2 (5,0 mg/L),

Os pontos amostrais 2 e 3 também estão inseridos em área com aglomeração urbana e o ponto 4 na faixa periurbana, apresentando características de transição da zona urbana para a rural. Nota-se que as concentrações de oxigênio dissolvido tendem a diminuir ao longo do Córrego do Pântano 1, devido à autodepuração e entrada de afluentes, e, o teor de oxigênio dissolvido fica abaixo do limite exigido para rios da Classe 2 no ponto P3 (Tabela 5). Óleos e graxas, lixos e falta de cobertura vegetal também foram os principais impactos observados nestes locais. A ausência de mata ciliar torna o ambiente mais vulnerável a impactos antrópicos, uma vez que a mata ciliar tem como função atuar como filtro natural contra poluentes carreados pelas atividades urbanas, ou como uma barreira à disseminação de pragas e doenças nos cultivos agrícolas.

O IQA realizado no Córrego do Pântano 1 demonstra que o curso dá água em questão apresenta uma qualidade ruim, apresentando uma pontuação entre 21 e 26 pontos. Nos 1,7 km percorridos, a pressão antrópica é evidenciada pela ausência de espécies nativas, os poucos fragmentos florestais apresentam baixa diversidade, grande quantidade de resíduos e efluentes líquidos, óleos e graxas e baixa quantidade de cobertura vegetal. Com isso, políticas públicas voltadas para o reflorestamento e conservação das áreas de APPs devem ser incentivadas, pois estas exercem importantes serviços ambientais como proteção do solo diminuindo a erosão superficial (CARVALHO, 2008) além do carreamento de partículas poluentes pelas atividades



humanas.

A temperatura de água pode afetar a vida aquática, a concentração de oxigênio dissolvido e a demanda biológica de oxigênio (TUNDISI, 1986), entretanto, os valores de temperatura da água não tiveram uma variação significativa durante o estudo. Com relação ao pH, foi observada estreita interdependência entre as comunidades vegetais, animais e o meio aquático, atuando diretamente nos processos de permeabilidade da membrana celular, interferindo, portanto, no transporte iônico intra e extracelular (ESTEVEZ, 1998). Os valores de pH também estão próximos da neutralidade, não apresentando características ácidas ou alcalinas, além disso, os valores atendem aos parâmetros previstos pela Resolução Conama 357/05 (BRASIL, 2005), ou seja, entre 6 e 8 (Tabela 5).

Tabela 4 - Resultados do IQA aplicado na drenagem principal da Sub-bacia Hidrográfica do Córrego do Pântano 1

|  |                   |
|--|-------------------|
| (1) Transparência da água                                | P1/P2/P3/P4       |
| Poucos centímetros abaixo da superfície                  | ( )/( )/( )/1     |
| Entre 50 cm a 1 m  | (x)/(x)/(x)/(x)2  |
| Mais de 1 m  | ( )/( )/( )/3     |
| (2) Espumas  | Peso              |
| Grande quantidade, formando flocos                       | (x)/( )/(x)/( ) 1 |
| Pouca quantidade   | ( )/(x)/( )/( ) 2 |
| Ausente  | ( )/( )/( )/(x)3  |
| (3) Lixo flutuante e/ou acumulado nas margens            | Peso              |
| Muito lixo (plásticos, papéis, madeiras, orgânico, etc.) | (x)/( )/(x)/( ) 1 |
| Pouco, ou apenas árvores, folhas, aguapés                | ( )/(x)/( )/(x)2  |
| Nenhum   | ( )/( )/( )/( )3  |
| (4) Cheiro   | Peso              |
| Fétido ou cheiro de ovo podre                            | (x)/( )/( )/( ) 1 |
| Fraco de mofo e/ou capim                                 | ( )/( )/(x)/( )2  |
| Nenhum   | ( )/(x)/( )/(x) 3 |
| (5) Material sedimentável                                | Peso              |
| Muito alta (mais de 0,5 cm)                              | ( )/( )/( )/(x) 1 |
| Baixa (observável)                                       | (x)/(x)/(x)/( ) 2 |
| Ausente  | ( )/( )/( )/( )3  |
| (6) Peixes   | Peso              |
| Nenhum   | (x)/(x)/(x)/(x) 1 |
| Poucos, raros  | ( )/( )/( )/( ) 2 |
| Muitos (normal)  | ( )/( )/( )/( ) 3 |
| (7) Larvas e vermes vermelhos                            | Peso              |
| Muitos   | ( )/( )/( )/( ) 1 |
| Poucos   | ( )/(x)/(x)/(x) 2 |
| Nenhum e/ou muito raro                                   | (x)/( )/( )/( ) 3 |
| (8) Larvas e vermes transparentes, escuros ou conchas    | Peso              |
| Nenhum   | ( )/( )/( )/( ) 1 |
| Raros  | (x)/(x)/(x)/(x) 2 |
| Frequente  | ( )/( )/( )/( ) 3 |
| (9) Cobertura vegetal nas margens (mata ciliar)          | Peso              |
| Sem vegetação/vegetação rasteira                         | ( )/(x)/(x)/(x)1  |
| Com vegetação arbustiva                                  | (x)/( )/( )/( )2  |
| Com vegetação arbórea                                    | ( )/( )/( )/( ) 3 |
| (10) Óleos e graxas                                      | Peso              |
| Alta quantidade  | ( )/( )/( )/( ) 1 |
| Plumas esparsas  | ( )/( )/(x)/(x) 2 |
| Ausente  | (x)/(x)/( )/( ) 3 |
| (11) Oxigênio dissolvido                                 | Peso              |
| Menos de 4 mg/L  | ( )/( )/( )/( ) 1 |
| Entre 4 mg/L e 6 mg/L                                    | ( )/(x)/(x)/(x)2  |
| Acima de 6 mg/L  | (x)/( )/( )/( ) 3 |

Continua...

Tabela 4 - Continuação

|  |                   |
|--|-------------------|
| (12) Condutividade                               | Peso              |
| Maior que 100 $\mu\text{s/cm}$                   | (x)/(x)/(x)/(x) 1 |
| Entre 50 $\mu\text{s/cm}$ e 100 $\mu\text{s/cm}$ | (/)(/)(/)(/) 2    |
| Menor que 50 $\mu\text{s/cm}$                    | (/)(/)(/)(/) 3    |
| (13) pH  | Peso              |
| Acima de 9 e/ou abaixo de 5                      | (/)(/)(/)(/) 1    |
| Entre 7 e 9 e/ou entre 5 e 6                     | (x)/(x)/(x)/(x) 2 |
| Entre 6 ou 7                                     | (/)(/)(/)(/) 3    |
| (14) Sólidos Totais Dissolvidos                  | Peso              |
| Acima de 80 mg/L                                 | (x)/(x)/(x)/(x) 1 |
| Entre 80 mg/L e 20 mg/L                          | (/)(/)(/)(/) 2    |
| Abaixo de 20 mg/L                                | (/)(/)(/)(/) 3    |
| IQA  |                   |
| Entre 14 e 20 pontos                             | Péssima           |
| Entre 21 e 26 pontos                             | Ruim              |
| Entre 27 e 35 pontos                             | Aceitável         |
| Entre 36 e 40 pontos                             | Boa               |
| Acima de 40 pontos                               | Ótima             |
|  | IQA               |
|  | P1= 25            |
|  | P2= 26            |
|  | P3 = 22           |
|  | P4= 25            |

Tabela 5 - Parâmetros de qualidade da água avaliados no Córrego do Pântano 1

|    | Hora  | T° C  | pH   | CE1                  | OD2    | STD3   |
|----|-------|-------|------|----------------------|--------|--------|
|    |       |       |      | ( $\mu\text{s/cm}$ ) | (mg/L) | (mg/L) |
| P1 | 09:44 | 23,38 | 7,71 | 220                  | 6,01   | 430    |
| P2 | 09:59 | 22,51 | 7,58 | 190                  | 5,33   | 123    |
| P3 | 10:23 | 23,05 | 7,49 | 170                  | 4,27   | 115    |
| P4 | 11:03 | 23,01 | 7,62 | 133                  | 5,65   | 89     |

CE1 = Condutividade Elétrica; OD1 = Oxigênio Dissolvido; STD3 = Sólidos Totais Dissolvidos.

Por meio da condutividade é possível obter informações sobre a produção primária (reduz a condutividade) e a decomposição (aumenta a condutividade), identificar as fontes poluidoras e diferenças hidrogequímicas (PORTO, 1991). Apesar do intemperismo das rochas poder elevar a condutividade dessa maneira (média = 178  $\mu\text{s/cm}$ ), acredita-se que tal elevação se deve principalmente à contribuição de efluentes domésticos verificados, em campo. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese, as perdas se devem ao consumo pela decomposição da matéria orgânica (oxidação), difusão para a atmosfera e respiração de organismos aquáticos (ESTEVEZ, 1998). Há uma variação pequena dos valores de oxigênio dissolvido em todos os pontos de amostragem, os valores tendem a diminuir ao longo do Córrego do Pântano 1, no entanto, aumento em P4, provavelmente devido ao ressalto (cachoeira) localizada antes deste ponto de amostragem. A concentração de sólidos nos ecossistemas aquáticos lóticos está fortemente relacionada a todas as impurezas encontradas no curso da água, exceto os gases (ESPÍNDOLA et al. 2000). No Córrego do Pântano 1, os valores de STD tendem a diminuir ao longo dos pontos analisados, além disso, as concentrações podem estar relacionadas ao lançamento de efluentes no ponto P1 (Tabela 5).

Os protocolos baseados em qualificações visuais são ferramentas de simples aplicação, e possibilitam uma caracterização imediata do ambiente, porém devem ter sua aplicação sempre vinculada a outros estudos concomitantes (CORGOSSINHO et al. 2004). Segundo Carvalho et al. (2014), com a observação e integração destas metodologias é possível apontar vários fatores que indicaram impactos ambientais negativos no ambiente decorrentes dos processos de urbanização e do avanço das fronteiras agrícolas. Esses impactos poderiam ser corrigidos por uma administração pública mais eficiente em relação à gestão ambiental municipal. Algumas medidas de manejo poderiam ser adotadas para reduzir esses impactos nas áreas rurais ou áreas urbanas, tais como: cumprimento legal e conservação de APPs; recuperação de áreas degradadas; controle e planejamento da expansão urbana; coleta e disposição adequada dos resíduos sólidos; sistema de coleta e tratamento de efluentes. Além dessas sugestões, estudos futuros, que tracem um comportamento qualitativo maior, em mais pontos de amostragem e ao longo de um ano hidrológico nas águas da Sub-bacia Hidrográfica do Córrego do Pântano 1, devem ser realizadas visando um melhor entendimento dos impactos antrópicos neste importante sistema hídrico que drena suas águas para o reservatório da UHE de Furnas.

## 4 Conclusão

Os impactos negativos originados das atividades humanas estão, a princípio, relacionados aos danos potenciais ao meio ambiente. Os ecossistemas naturais, muitas vezes, não comportam essas atividades e não suportam o excessivo número de habitantes.

A utilização do método proposto contribui para facilitar e orientar a coleta das análises de campo, integrando as informações referentes aos indicadores de impactos ambientais, qualidade da água e as sugestões quanto à conservação dos recursos naturais.

Os resultados da presente investigação indicam que a Sub-bacia Hidrográfica do Córrego do Pântano 1 está sendo afetada principalmente pela falta de cobertura vegetal e uso inadequado do solo em Área de Preservação Permanente, despejo de resíduos sólidos e lançamento de efluentes sem tratamento prévio.

Medidas mitigadoras relacionadas ao cumprimento das legislações ambientais, recuperação de áreas degradadas, planejamento urbano, elaboração de um programa de monitoramento das águas, entre outras que reduzam os impactos verificados, devem ser implantadas para que a área não continue sofrendo degradação ambiental podendo atingir níveis avançados de degradação o que afeta substancialmente a fauna e flora e a qualidade de vida da população residente.

## Referências

ALFENAS. Lei nº 3941 de 12 de dezembro de 2006. Institui o novo plano diretor participativo do município de Alfenas, nos termos do art. 182 da Constituição Federal e do Capítulo iii, da Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (estatuto da cidade) e lei orgânica do município. Alfenas, 2006; 26p.

ALVARES CA, STAPE JL, SENTELHAS PC, GONÇALVES JLM, SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. Meteorol. Z. 2013;22(6):711-728.

BERSOT MR de OB, MENEZES J M, ANDRADE SF de. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) na bacia hidrográfica do Rio Imbé – RJ. *Ambiência*. 2015;11(2):277-294.

BIZZO MR de O, MENEZES J, ANDRADE SF de. Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). *CADEGEO*. 2014;04(01):05-13.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente. CONAMA n o 357 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. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, Publicação DOU nº 53. 2005: 58-63.

CALLISTO M, FERREIRA W, MORENO P, GOULART MDC, PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnol. Bras.* 2003;14:91-98.

CÂMARA G, ORTIZ MJ. Sistemas de Informação Geográfica para Aplicações Ambientais e Cadastrais: Uma Visão Geral. Cap. 2, p. 59-88. In: SOUZA E SILVA M. Cartografia, Sensoriamento e Geoprocessamento. Lavras: UFLASBEA, 1998, 255p.

CARDOSO JM, GOBBO CAR, RIBEIRO RA. Comparação entre as Estimativas de Emissão de Poluentes Veiculares dos Municípios de São Carlos (SP) e Ilha Solteira (SP). *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 2017;13(1):195-205.

CARVALHO EM, BENTOS AB, PEREIRA NS. Avaliação rápida da diversidade de habitats em um ambiente lótico. *Interbio*. 2014;8(1):45-55.

- CARVALHO NO. Hidrossedimentologia Prática. 2.ed., Rio de Janeiro: Interciência. 2008; 600p.
- COOXUPÉ, Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé Ltda. Dados meteorológicos diários. Disponível em: <<https://www.cooxupe.com.br/meteorologiadiaria>>. Acesso em: 16 dez. 2016.
- CORGOSINHO PHC, CALIXTO LSF, FERNANDES PL, GAGLIARDI LM, BALSAMÃO VLP. Diversidade de habitats e padrões de diversidade e abundância dos bentos ao longo de um afluente do reservatório de Três Marias, MG. Arq. Inst. Biol. 2004;200(71):227-232.
- COSTA PR, SILVEIRA ALR. Drenagem urbana e os impactos decorrentes do processo de urbanização na bacia do córrego Mingau, Goiânia, GO. RENEFARA. 2017;11:76-100.
- CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Carta Geológica de Alfenas. Folha SF-23-V-D-II, 2010.
- CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Projeto Sapucaí: relatório final. Escala 1:250.000. São Paulo: Editora do Departamento Nacional de Produção Mineral, 1979, 289p.
- DANTAS AR, GOMES EMC, PINHEIRO AP. Diagnóstico florístico da praça Floriano Peixoto na cidade de Macapá, Amapá. REVSBAU, 2016;11(4):32-46.
- ESPÍNDOLA ELG. O rio do Monjolinho: um estudo de caso. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000, 575p.
- ESRI. ArcGIS Desktop [software GIS] Version 10.2.2. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, Inc., 2014.
- ESTEVES FA. Fundamentos de Limnologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998, 602p.
- FITZ PR. Geoprocessamento sem Complicação. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 160p.
- FONTES AR, BASTOS RPN, SANTOS MB dos. Condições socioambientais de saneamento básico no conjunto Santa Terezinha, bairro Novo Horizonte, Lagarto (SE): Desafios frente à educação ambiental. REVBEA, 2017;12(1):97-114.
- FRANCISCO DP. Danos socioambientais urbanos em Curitiba: uma abordagem geográfica. R. RA'E GA, 2005; 9:47-58.
- GUIMARÃES A, RODRIGUES ASL, MALAFAIA G. Adapting a rapid assessment protocol to environmentally assess palm swamp (Veredas) springs in the Cerrado biome, Brazil. Environ. Monit. Assess. 2017;189(592):1-10.
- HANNAFORD MJ, BARBOUR MT, RESH VH. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. J. N. Amer. Benthol. Soc., 1997;16(4):853-860.
- KIELING-RUBIO MA, BENVENUTI T, COSTA GM, PETRY CT, RODRIGUES MAS, SCHMITT JL, DROSTE, A. Integrated Environmental Assessment of streams in the Sinos River basin in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. Braz. J. Biol. 2015;75(2):105-113.
- LETAIFA SB. How to strategize smart cities: Revealing the SMART model. J. Bus. Res., 2015;68(7):1414-1419.
- MACHADO CS, ALVES RIS, FREGONESI BM, BEDA CF, SUZUKI MN, TERVILATO RB et al. Integrating three tools for the environmental assessment of the Pardo River, Brazil. Environ Monit Assess 2015;187(569):1-14.
- MENDONÇA F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: Uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. DMA, 2004;10:139-148.
- MENDONÇA F. Geografia, geografia física e meio ambiente: uma reflexão à partir da problemática socioambiental urbana. Revista da ANPEGE. 2009;5(5):123-134.

- MARTINS LO. Arborização urbana de Primavera-SP. Anais do Encontro de Iniciação Científica – ENIC, 2016;8.
- NUNES AP, SILVA L, RIBEIRO MGN, NARDINI MJMA, FARIA KMS de. Diagnóstico ambiental da sub-bacia do córrego Macambira, Goiânia/GO. Agência Municipal de Meio Ambiente de Goiânia (GO), 2008.
- OLIVEIRA CN. Diagnóstico geomorfológico para fins de planejamento no Córrego do Pântano no município de Alfenas-MG. Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG). Alfenas, 2011, 66p.
- PIMENTEL F, BRANDÃO J de FC, BRANDÃO IJ. Poluição visual: um estudo de caso em Manhuaçu, MG. Anais do Seminário Científico da FACIG, 2016;2:4p.
- PORTO FA, BRANCO SM, LUCA SL. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO RLL (Org) Hidrologia Ambiental. São Paulo: Editora da USP, ABRH.1991;3:943.
- ROCHA GC. Propostas para a elaboração de planos de gestão para a praia de Macapá - Luís Correia - Piauí . 2015. 213 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2015.
- ROCHA GC, TAVARES AC. Levantamento de informações socioambientais na comunidade da praia de Macapá-Luís Correia-Piauí-Brasil: contribuições ao gerenciamento costeiro participativo. Caderno de Geografia, 2017;27(1):67-83.
- RODRIGUES LCA, BARBOSA S, PAZIN M, MASELLI BS, BEIJO LA, KUMMROW F. Fitotoxicidade e citogenotoxicidade da água e sedimento de córrego urbano em bioensaio com *Lactuca sativa*. Rev. bras. eng. agríc. ambient., 2013;17(10):1099-1108.
- SCOLFORO JR, CARVALHO LMT. Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais. Lavras: UFLA, 2006, 288p.
- SILVA LT, MENDES JFG. City Noise-Air: An environmental quality index for cities. Sustain. Cities Soc., 2012;4:1-11.
- SILVA RFL, RODRIGUES JS, LUCENA MFA. avaliação das espécies vegetais utilizadas na arborização em canteiros e praças de Tuparetama, Pernambuco, nordeste do Brasil. RSBAU, 2017;12(1):132-141.
- TUNDISI, J.G. Environment and dams. Ciência Hoje, 1986;5(27):48-55.
- UFV. Universidade Federal de Viçosa. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010.
- UN. United Nations. Population distribution, urbanization, internal migration and development: An international perspective. New York: United Nations Department of Economics and Social Affairs, 2011, 378p.
- UNFPA, Fundo de Populações das Nações Unidas. Relatório sobre a Situação da População Mundial 2012. Nova York: ONU, 2012. 137p.
- VARGAS JRA, FERREIRA JÚNIOR PD. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida na caracterização da qualidade ambiental de duas microbacias do rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. RBRH, 2012;17(1):161-168.

Danilo Augusto Toledo Costa

Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL, Alfenas, Brasil

Email: danilo\_cibio@hotmail.com

Participação do autor: Aplicação da metodologia, mapeamento e coleta de dados de campo, tratamentos e interpretação e discussão dos resultados e redação.



**Augusto César Ferreira Guizardi**

Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL, Alfenas, Brasil

Email: [augusto\\_guizardi@hotmail.com](mailto:augusto_guizardi@hotmail.com)

Participação do autor: Aplicação da metodologia, mapeamento e coleta de dados de campo, tratamentos e interpretação e discussão dos resultados e redação.

**Diego de Souza Sardinha**

Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL, Alfenas, Brasil

Email: [diego.sardinha@unifal-mg.edu.br](mailto:diego.sardinha@unifal-mg.edu.br)

Participação do autor: Seleção dos parâmetros avaliados, interpretação e discussão dos resultados e redação.

**Ronaldo Luiz Mincato**

Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL, Alfenas, Brasil

Email: [ronaldomincato@unifal-mg.edu.br](mailto:ronaldomincato@unifal-mg.edu.br)

Participação do autor: Interpretação e discussão dos resultados e redação dos redação.