



## **COMPARAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) COM O PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE HABITATS NO CÓRREGO LISO, MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO, MINAS GERAIS**

**Alexandre Cardoso Souza**<sup>1</sup>

**Thainá Desiree Franco dos Reis**<sup>2</sup>

**Odila Rigolin de Sá**<sup>3</sup>

### **RESUMO**

Nas últimas décadas, estudos sobre conservação e monitoramento de habitats mostraram-se em constante e importante crescimento. Novas técnicas de monitoramento foram desenvolvidas e são consideradas importantes no meio científico, justamente pela facilidade, rapidez e precisão dos resultados apresentados. Este trabalho teve por objetivo utilizar o Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats, proposto por Callisto et al. (2002), como ferramenta para uma avaliação visual, rápida e qualitativa, visando avaliar a estrutura e funcionamento dos ecossistemas e comparar com o Índice de Qualidade da Água (IQA), no sentido de contribuir para o manejo e conservação dos mesmos. As coletas de dados foram realizadas nos dias 20 e 23 de março de 2014, em seis pontos de amostragem no Córrego Liso, localizado no município de São Sebastião do Paraíso, Minas Gerais. Percebe-se que no Córrego Liso há uma forte ação antrópica, e com a aplicação do protocolo foi possível diagnosticá-lo como "impactado" segundo a pontuação final de todos os pontos estudados que variaram de 26 a 31. De acordo com o relatório publicado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) o referido Córrego apresentou um IQA de 25,1 no 4º trimestre de 2013, e no 1º trimestre de 2014 apresentou IQA de 34,6, no entanto permanecendo como "ruim", o que se confirma na metodologia do protocolo rápido, mostrando sua eficiência para diagnosticar ambientes lóticos. Necessita-se ainda aplicar medidas mitigadoras urgentes para que o córrego não piore ainda mais sua qualidade limnológica, agravando cada vez mais o sua classificação perante o IQA.

**PALAVRAS-CHAVE:** Habitats, Ambientes Lóticos, Índice de Qualidade da Água.

### **COMPARISON BETWEEN THE WATER QUALITY INDEX (WQI) TO THE PROTOCOL OF RAPID ASSESSMENT OF HABITATS IN THE LISO STREAM IN SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO, MINAS GERAIS**

<sup>1</sup> Engenheiro Ambiental, FESP/UEMG. E-mail: alexandre.csouza@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduanda em Ciências Biológicas, FESP/UEMG. E-mail: thainadfr@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Dr<sup>a</sup> em Ecologia e Recursos Naturais, coordenadora e professora do curso de Ciências Biológicas, FESP/UEMG. E-mail: odilarigolin@yahoo.com.br

**ABSTRACT**

In the last decades, studies on conservation and monitoring of habitats is shown in constant and significant growth. New monitoring techniques have been developed and are considered important in scientific circles, just for the ease, speed and accuracy of the results presented. This work had as objective use the Rapid Assessment Protocols, proposed by Callisto et al. (2002), as a tool for visual, fast and qualitative evaluation, aiming to evaluate the structure and functioning of ecosystems with the water quality index (WQI) in order to contribute for the management and conservation. The data collections were made on March 20 and 23 2014, in six sampling sites in the Liso Stream, located in the São Sebastião do Paraíso town, MG. It is noticed that in the Liso Stream there is a strong anthropic action, and with the protocol application was possible to diagnose it as "impacted" according to the final score of all the points studied ranged 26-31. According to the report published by Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) the said stream presented a WQI of 25,1 in the 4th quarter 2013, and in the 1st quarter 2014 presented a WQI of 34,6, however remaining as "bad", which is confirmed in the Rapid Assessment Protocols methodology, showing its efficiency to diagnose lotic environments. Need is still urgent mitigation measures apply to the stream does not worsen further their limnological quality, increasingly aggravating their classification before the IQA.

**KEY-WORDS:** Habitats, Lotic Environments, Water Quality Index.

## **COMPARACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA) UTILIZANDO EL PROTOCOLO DE EVALUACIÓN RÁPIDA DE LOS HÁBITATS EN EL ARROYO LISO, MUNICIPIO DE SÃO SEBASTIÃO DO PARAÍSO, MINAS GERAIS**

**RESUMEN**

En las últimas décadas, los estudios sobre la conservación y monitoreo de los hábitats muestran en crecimiento constante y significativo. Nuevas técnicas de monitoreo se han desarrollado y se consideran importantes en los círculos científicos, justo por la facilidad, rapidez y precisión de los resultados presentados. Este estudio tuvo como objetivo utilizar el Protocolo de Evaluación Rápida de la Diversidad de hábitats, propuesto por Callisto et al. (2002), como una herramienta para la evaluación visual, rápida y cualitativa para evaluar la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y comparar con el Índice de Calidad del Agua (ICA), para contribuir con la gestión y conservación de ellos. Las recolectas de datos se llevaron a cabo el 20 y 23 de marzo de 2014, en seis puntos de muestreo en el Arroyo Liso, ubicado en el municipio de São Sebastião do Paraíso, Minas Gerais. Se dio cuenta de que en el Arroyo Liso hay una fuerte acción humana, y con el uso del Protocolo fue posible diagnosticarlos como "impactado" de acuerdo a la puntuación final de todos los puntos estudiados que fueron del 26 al 31. De acuerdo con el informe publicado por el "Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) dijo Arroyo presentó un ICA de 25.1 en el cuarto trimestre de 2013 y en el primer trimestre de 2014 mostró ICA con 34,6, sin embargo, permaneciendo como "malo", que se confirmó utilizando la metodología del protocolo rápido, que muestra su eficacia para diagnosticar ambientes lóticos. Se necesita aún aplicar medidas de mitigadoras urgentes para que el Arroyo no empeore aún más su calidad limnológica, agravando cada vez más su clasificación del ICA.

**PALABRAS CLAVE:** Ambientes lóticos Hábitat, Índice de Calidad del Agua.



## 1 INTRODUÇÃO

Com a expansão das cidades há aumento da pressão antrópica sobre os corpos hídricos inseridos nessas, pela ocupação do entorno. Isto ocorre, entre outros fatores, devido aos benefícios que estes corpos oferecem, tais como amenização da temperatura, pesca de subsistência e lazer. Entretanto, o uso desordenado do solo e da água, o despejo de resíduos sólidos e a retirada da mata ciliar são alguns dos fatores que atuam na modificação dos ambientes naturais (GOLDANI & CASSOL, 2008).

A escassez de reservas de água de boa qualidade é decorrente do aumento progressivo da agricultura, mineração e industrialização que causam a poluição de corpos aquáticos e afetam a saúde humana e das comunidades aquáticas (KLEINE & TRIVINHO-STRIXINO, 2005).

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados em diferentes escalas como consequência negativa de atividades antrópicas. Os rios integram tudo o que acontece nas áreas de entorno, considerando-se o uso e ocupação do solo. Assim, suas características ambientais, especialmente as comunidades biológicas, fornecem informações sobre as consequências das ações do homem. Como consequências observam-se modificações nos cursos e na composição física e química natural dos rios, córregos e lagos, na cobertura vegetal, nas margens, na cor da água, e nos organismos que ali vivem (CALLISTO et al., 2001).

Os autores Silva e Araújo (2003) alertam para o fato de que o consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde, e a garantia do consumo de água potável livre de micro-organismos patogênicos e de substâncias e elementos químicos prejudiciais à saúde constituem ação eficaz de prevenção das doenças causadas pela água.

Devido à atual situação em que se encontra a qualidade ambiental das bacias hidrográficas, diversas pesquisas vêm sendo realizadas no Brasil a fim de demonstrar



a crescente necessidade de conservação da qualidade da água. A Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) apresenta os padrões de diversos parâmetros para o enquadramento das águas brasileiras, tornando-se uma referência importante para o monitoramento da qualidade hídrica (BRASIL, 2005).

Com base em Esteves (2011), é importante destacar que o estado de degradação dos recursos hídricos tem revelado a necessidade de se estabelecer métodos de avaliação rápida de sua qualidade ambiental. Nesse contexto, uma ferramenta possível de ser utilizada como ferramenta complementar no monitoramento dos recursos hídricos, são os Protocolos de Avaliação Rápida (PARs), os quais têm a proposta de avaliar, de forma integrada, parâmetros que determinam a qualidade dos condicionantes físicos dos riachos e/ou rios.

Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência e praticidade da utilização do Protocolo de Avaliação Rápida de Diversidade de Habitats, no Córrego Liso do Município de São Sebastião do Paraíso - MG, e comparar com o Índice de Qualidade da água estimado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

O estudo procurou explicitar a base metodológica que deu suporte à pesquisa. Trata-se da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Diversidade de Habitats, proposto por Callisto et al. (2002), em seis trechos escolhidos aleatoriamente no Córrego Liso do Município de São Sebastião do Paraíso (MG), pertencente à Bacia do Rio Grande e à Sub-bacia do Rio São João, sendo afluente do Rio Santana, principal fonte de captação de água para abastecimento do município.

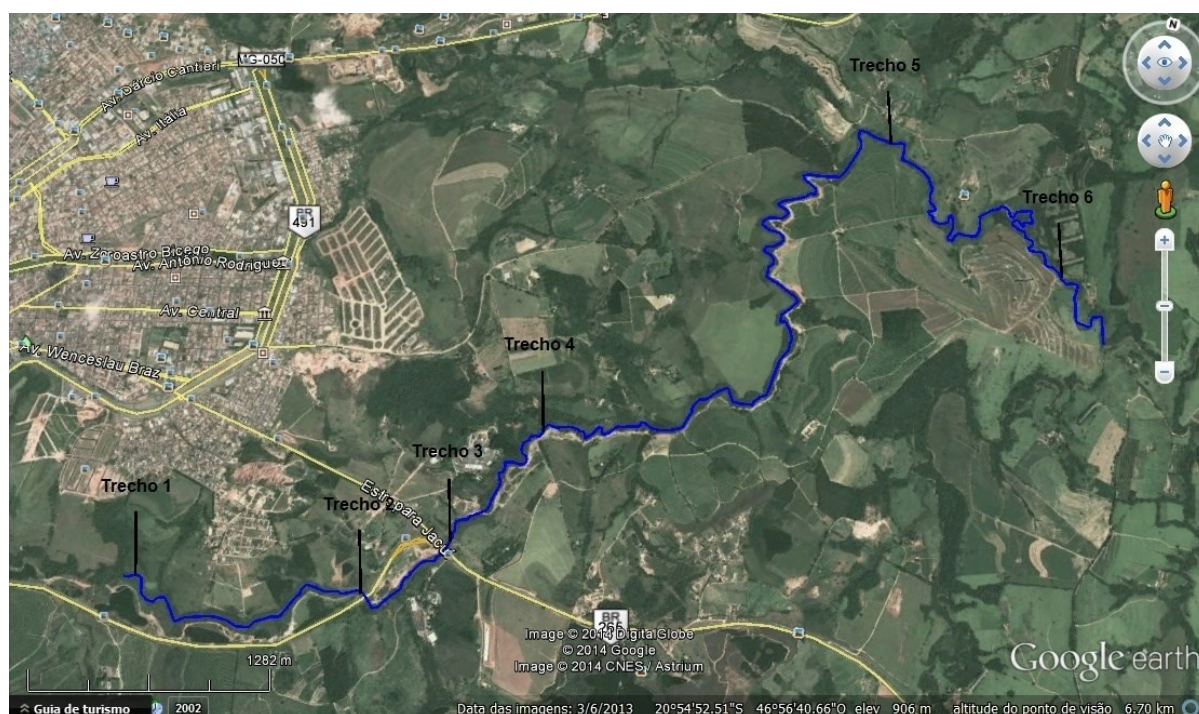
A escolha dos pontos para a aplicação dos PAR's foi realizada através de visitas ao campo no mês de Março de 2014, a partir de uma análise prévia utilizando





o *Google Earth*. A seleção dos trechos analisados levou em consideração a distribuição espacial da rede hidrográfica e a facilidade de acesso, sendo este, um critério determinante para a escolha dos locais no qual foi aplicado o protocolo (RODRIGUES, 2007).

**Figura 1 - Imagem de satélite da localização dos 06 Trechos (pontos) em estudo do Córrego Liso do Município de São Sebastião do Paraíso.**



Fonte: Google earth, 2014.

## 2.2 Protocolo de Avaliação Rápida (PAR's)

Os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR's) são abordagens modernas para o tradicional uso de indicadores biológicos empregados para avaliação da qualidade ambiental e, dentre as medidas de análises usadas para determinar o grau de impacto empregam-se geralmente à combinação de múltiplas medidas, já que nem todos os parâmetros indicam alterações ambientais com a mesma sensibilidade (MOULTON, 1998; MARQUES & BARBOSA, 1997; NORRIS & GEORGES, 1984).



Foi utilizado o protocolo proposto por Callisto et al. (2002) que é composto por duas partes que avaliam o sistema através de um conjunto de 22 parâmetros distribuídos em categorias descritivas e pontuadas de 0 a 4 na primeira parte (Parâmetros de 1 a 10), e de 0 a 5 na segunda parte (Parâmetros de 11 a 22). A primeira parte do protocolo corresponde a 40% da pontuação e a segunda parte a 60%.

Os primeiros 10 parâmetros procuram avaliar as características dos trechos e os impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas. A segunda parte do protocolo de Callisto et al. (2002) foi adaptada dos estudos de Hannaford et al. (1997) e buscam avaliar as condições de hábitat e níveis de conservação das condições naturais.

O valor final do protocolo de avaliação será obtido a partir do somatório dos valores atribuídos a cada um dos parâmetros. As pontuações refletem o nível de preservação dos trechos de bacias estudados (Tabela 1) e quando reunidos esses trechos indicam a situação ambiental do trecho.

**Tabela 1- Intervalos de pontuação para cada situação ambiental. Protocolo de Avaliação Rápida proposto por Callisto et al. (2002).**

Pontuação	Situação ambiental
61 a 100 pontos	Natural
41 a 61 pontos	Alterado
0 a 40 pontos	Impactado

Fonte: SOUZA, 2014 (acadêmico).

As visitas para aplicação dos protocolos e coletas de aspectos físicos como: largura, profundidade e temperatura da água, foram feitas no mês de Março onde tínhamos situação dos dias nublados e parcialmente nublados; ensolarado.

Inicialmente foram sistematizadas as atividades de levantamentos bibliográficos, dados e informações, aquisição de mapas, imagens de satélite da área de estudo e de suporte instrumental composto por um Sistema de Posicionamento



Global (Modelo - GPSMAP60c5x e Marca Garmin), o qual possibilitou estabelecer a localização geográfica exata de cada local/ponto (trecho) visitado.

Foi usada para a medição da largura do trecho em avaliação uma trena de fibra de vidro de 50m, assim como, o termômetro para avaliar a temperatura da água; e disco de Secchi para medir a transparência da água.

### 2.3 Índice de Qualidade da Água (IQA)

De acordo com o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2013), a qualidade das águas para abastecimento público é um dos tópicos mais cobrados pela sociedade desde a década de 70, fazendo com que especialistas da área criassem um índice que representasse um padrão de qualidade para determinar o nível de tratamento o qual a água bruta deverá ser submetida. Para determinação desse índice, os cientistas da *National Sanitation Foundation* (NSF) escolheram nove parâmetros que mais representavam a qualidade da água, atribuíram-lhes pesos (Tabela 3) e instituíram curvas que indicavam a qualidade de cada um e a partir deles determinaram o Índice de Qualidade da Água (IQA) que classifica a qualidade em cinco faixas (excelente, boa, média, ruim e muito ruim) (Tabela 2).

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

**IQA:** Índice de Qualidade das Águas um número entre 0 e 100;

**qi :** qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e

**wi :** peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo:



$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

**n:** número de variáveis que entram no cálculo de IQA.

**Tabela 2 - Faixas de Classificação conforme a variação do IQA**  
**Classificação**  
**Faixa de IQA.**

<b>Classificação</b>	<b>Faixa de IQA</b>
Excelente	90 < IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90
Médio	50 < IQA ≤ 70
Ruim	25 < IQA ≤ 50
Muito Ruim	IQA ≤ 25

Fonte: IGAM, 2013

**Tabela 3 - Parâmetros químicos, físicos e microbiológicos analisados para o cálculo de IQA com seus respectivos valores de pesos e unidades para o calculo.**

<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>Peso (wi)</b>
Temperatura	°C	0,10
pH	-	0,12
Oxigênio Dissolvido	mg/L	0,17
DBO	mg/L	0,10
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	0,15
Nitrogênio Total	mg/L	0,10
Fósforo Total	mg/L	0,10
Resíduo Total	mg/L	0,08
Turbidez	UNT	0,08

Fonte: CETESB, 2013.





Os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos analisados para a determinação do IQA devem seguir os seguintes métodos: pH - determinado pela leitura do potenciômetro, oxigênio dissolvido (Golterman et al., 1978), nitrogênio total (VALDERRAMA, 1981), fósforo total (STRICKLAND & PARSONS, 1960), coliformes termotolerantes e demanda bioquímica de oxigênio (APHA, 1998), resíduo total e turbidez de acordo com CETESB (2001).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final da aplicação do “PAR” nos trechos selecionados foi obtida a média dos resultados, classificando o ambiente como impactado, ou seja, o ambiente sofreu ações que prejudicaram o estado de conservação do habitat, prejudicando/modificando todo o meio em relação a sua condição natural (Quadro 3).

Pode-se constatar que, os resultados dos PARs revelaram que as águas do Córrego Liso, passam por fortes impactos antrópicos decorrentes do uso e ocupação do solo e despejos de efluentes domésticos e industriais que prejudicam a qualidade ambiental do referido córrego. Assim, a Resolução, de 19 de dezembro de 1997, considera impacto ambiental como resultante das alterações que se seguem.

Com base no Quadro - 3 observou-se que, os locais que obtiveram o maior número de impactos foi o trecho 3 com 26 pontos; seguido por 28 pontos atribuídos aos trechos 4 e 6. Estes valores estão relacionados às intensidades das atividades/ações impactantes desenvolvidas em cada setor.

De acordo com o IGAM (2013) o Índice de Qualidade das Águas (IQA) no 4º trimestre de 2013 verificou-se a predominância da condição de IQA em vinte e cinco por cento (25,8%) nas águas do Estado de Minas Gerais foi considerada Boa, mas no Córrego Liso as condições ainda se encontram ruins, com o valor do IQA em 25,1.

As ocorrências de IQA *Médio* reduziram de 53,5% no 4º trimestre de 2012 para 50,5% no 4º trimestre de 2013. Verificou-se, também a redução das ocorrências



de IQA *Ruim*, passando de 26,2% no 4º trimestre de 2012 para 22,5% no 4º trimestre 2013. Já o IQA *Muito Ruim* também diminuiu de 1,6% para 1,2% (IGAM, 2013).

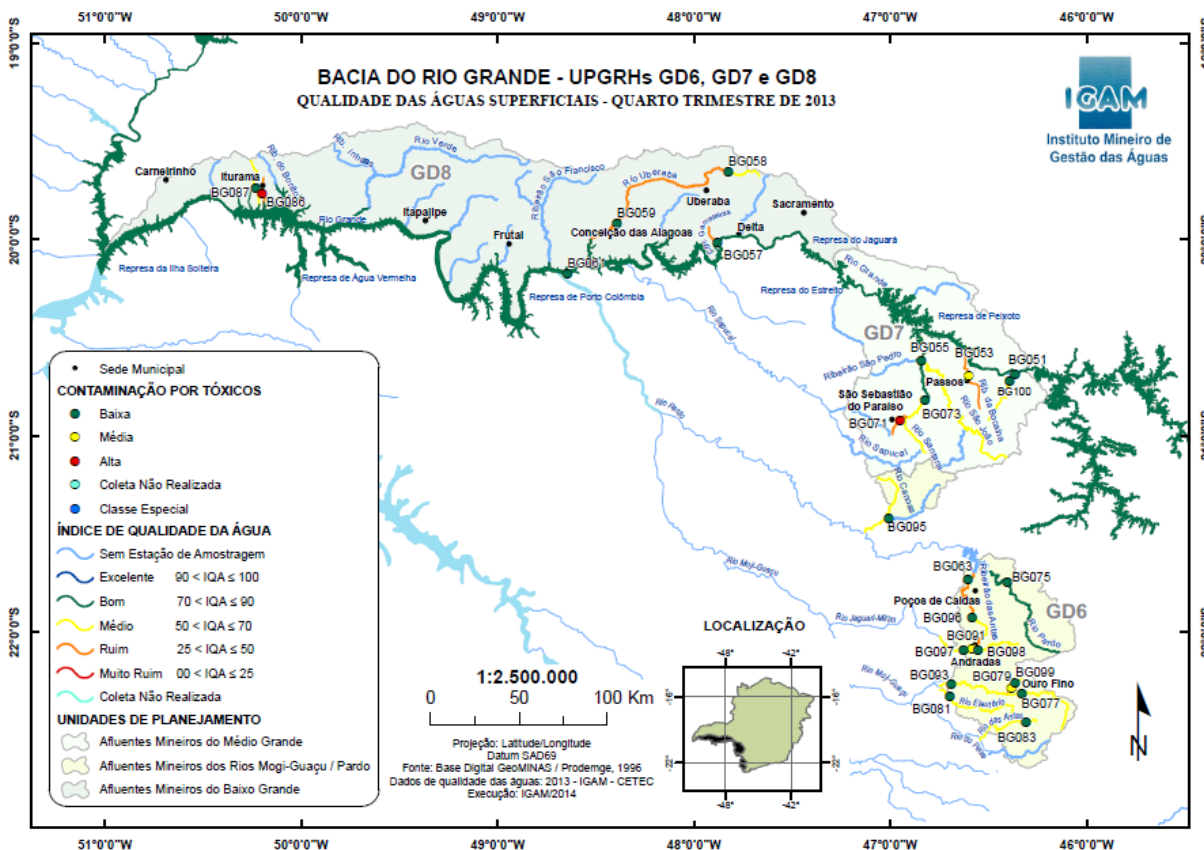
Baseado nos resultados do Protocolo de Avaliação Rápida e do IQA, pode-se dizer que as avaliações realizadas permitiram detectar prejuízos na conservação ambiental em todos os seis (6) trechos do Córrego Liso, localizado no Município de São Sebastião do Paraíso (MG), tendo como resultado “impactado”, enquanto que, para o IGAM o resultado detectado no IQA foi ruim, mas houve uma pequena melhora nos resultados indicando que passaram de muito ruim para ruim. Contudo, verificou que as condições de qualidade muito ruim e ruim vêm prevalecendo ao longo dos anos no Córrego Liso. Embora, pode ser observada uma melhora no ano de 2012 em relação aos resultados apresentados em 2011, uma vez que a frequência de ocorrência do Índice de Qualidade da Água em 75% das águas passou de muito ruim em 2011 para 50% em 2012 aponta o relatório (NOGUEIRA, 2013).

Já os resultados obtidos no 3º trimestre de 2013, as variáveis físico-químicas, bacteriológicas e dos indicadores IQA, coliformes totais (CT), índice de estado trófico (IET) e densidade de cianobactérias do monitoramento realizado no Estado de Minas Gerais, considera que o Córrego Liso, cujo parâmetro de número 10 não atendeu ao limite legal (violação maior ou igual a 100%) de Alumínio dissolvido, Cianeto Livre, DBO, *Escherichia coli*, Ferro dissolvido. Estes resultados provavelmente são devido à existência de curtumes e fábrica de fertilizantes presentes na região de São Sebastião do Paraíso (IGAM, 2013, p. 11- 22).

Contudo, o resultado obtido no 4º trimestre de 2013 nos mostra uma pequena melhora, uma vez que não houve ocorrência de qualidade “muito ruim”. Ainda, assim a qualidade da água precisa de uma grande melhora para poder sair da classificação “ruim”, como pode ser observado na Figura 2.



Figura 2 - Qualidade da água do Córrego Liso do Município de São Sebastião do Paraíso (MG).



Fonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM). Relatório Trimestral. Belo Horizonte, 4º trimestre de 2013, publicação de março 2014, p. 11.

Segundo Nogueira (2013), também, consta a demanda bioquímica de oxigênio com 100% das violações, seguido de oxigênio dissolvido com 91%, ferro dissolvido e fósforo total com 87%, cianeto livre com 69%, nitrogênio amoniacal com 61% e cromo total com 52% das violações. Estes indicadores refletem os impactos do lançamento dos esgotos domésticos e dos efluentes industriais, mais uma vez comprova que provavelmente do ramo de curtumes de São Sebastião do Paraíso (MG).

Cabe acrescentar que, o Protocolo de Avaliação Rápida de Callisto et al., (2002) propõe analisar o ambiente como um todo, não levando em consideração os parâmetros físico-químicos, mas sim aspectos de observação rápida e análises qualitativa, enquanto que o IQA visa analisar a qualidade da água e não do ambiente



ao seu redor, estudando somente compostos presentes nela. Pode-se acrescentar o caso do Rio Palmeiras e do Córrego Prata, da cidade de Pratápolis (MG), que através das análises realizadas foi encontrada a presença constante de altas concentrações de nutrientes (Cu, Ni e Fe) na água, que é condizente com a alta disponibilidade desses nutrientes junto com o manejo inadequado do solo e o lançamento de efluente industrial e doméstico sem qualquer tipo de tratamento. O uso do solo fora da capacidade de aptidão, o manejo inadequado do solo, o uso indiscriminado de fertilizantes e pesticida, a falta de saneamento e de uma Estação de Tratamento de Efluente (ETE) na região do município, estão comprometendo a qualidade da água do Córrego Prata e do Rio Palmeiras (DUARTE, 2010).

Através dos resultados obtidos, segundo Duarte (2010), pode-se dizer que a qualidade da água no Córrego Prata e no Rio Palmeiras é de boa qualidade, segundo a Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), mas apresentou algumas alterações elevadas nos pontos 2 e 3 estudados como por exemplo: Cu, Ni e Fe.

Nesse sentido, constatou-se na avaliação da qualidade da água do Córrego Lava Pés no Município de São João Batista do Glória (MG), conforme Rodrigues (2010) que os esgotos domésticos lançados indiscriminadamente, com ou sem tratamento prévio, em ambientes aquáticos afetam profundamente a qualidade da água, provocando drásticas alterações nesses ambientes, como diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido, aumento da turbidez, mudanças no pH e aumento da concentração de nitrogênio e fósforo. Essas alterações na qualidade da água refletem negativamente nas condições ideais para a sobrevivência dos organismos aquáticos. Foi constatado, também, que a urbanização é responsável por profundas modificações na paisagem em que a mata ciliar é retirada, o que causa à exposição das encostas e conseqüentemente a aceleração dos processos erosivos, com a presença de lixo e resíduos nos corpos d' água, além de alterações no curso normal do rio, assim como a diminuição de diversidade de habitats.





Com base nos estudos realizados, pode-se dizer que, tanto o Córrego Liso quanto ao Córrego Lava Pés, se encontram eutrofizados pela ação do lançamento de esgoto *in natura*, além de impactos ambientais causados pela ação antrópica.

De acordo com estudos realizados por Preto (2010) onde o autor realizou análises físicas, químicas e microbiológicas e constatou a presença de coliformes totais e termotolerantes em concentrações tão elevada que não puderam ser contadas. Estes parâmetros podem ser atribuídos ao lançamento de esgoto doméstico sem tratamento prévio; que segundo Hannaford et al. (1997 *apud* Callisto et al. 2002) contém geralmente mais de 3 milhões de coliformes por 100 ml.

#### **4 CONCLUSÃO**

Coube salientar a importância do monitoramento feito no Córrego Liso pelo IGAM na tentativa de autuar os responsáveis pelo grande e contínuo lançamento de efluentes industriais. Apesar disso, as leis vigentes não conseguem conter boa parte dos praticantes desse crime ambiental, o que condiz do quanto precisamos de leis ainda mais rígidas para não deixarmos nossos ambientes aquáticos a mercê das grandes e pequenas indústrias. Por isso, estudos que contam com a utilização dos Protocolos de Avaliação Rápida (PAR's) reafirmam o mesmo como uma metodologia que se mostra simples e de fácil aplicação, que permite avaliar o impacto não só do ambiente aquático como das áreas de entorno, levando a um diagnóstico mais preciso do ambiente como um todo.

Com isto, este trabalho pode servir como uma base de estudos quanto aos possíveis destinos que podem ser dados a alguns córregos, como o do Córrego Liso e outros mananciais que recebem efluentes de forma inadequada e, levando em conta a importância do uso de metodologias diferentes na discussão dos resultados obtidos na investigação de um ecossistema.



## REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: APHA, 1998. p.1161.

CALLISTO, M.; MORETTI, M. & GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramentas para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Volume 6 n.º 1, jan/ mar 2001, 71-82.4.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M. & PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasiliensia**, 14(1): 91-98. 2002. Disponível em: <[http://www.ablimno.org.br/acta/pdf/acta\\_limnologica\\_contents1401E\\_files/Artigo%2010\\_14%281%29.pdf](http://www.ablimno.org.br/acta/pdf/acta_limnologica_contents1401E_files/Artigo%2010_14%281%29.pdf)>. Acessado em: 28 jul. de 2014.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2000**. Vol.1. 214p. 2001

DUARTE, D. B. **Avaliação da qualidade da água no Córrego Prata e do Rio Palmeiras no Município de Pratápolis (MG)**. 2010. Artigo de Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Fundação de Ensino Superior de Passos. Faculdade de Engenharia de Passos. Passos, MG.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos da limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

GOLDANI, J. Z.; CASSOL, R. **Ocupação antrópica e socio-ambiental da microbacia do rio Vacacaí- Mirim – RS**. Geomática Santa Maria. v. 3, n. 1 e 2, p. 43-55, 2008.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, RS. & OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978. p.213.

HANNAFORD, M.J; BARBOUR, M.T. & RESH, V.H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. *Journal North American Benthol. Soc.* 16 (4): 853-860. 1997. In: CALLISTO, Marcos; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M. & PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasiliensia**, 14(1): 91-98. 2002. Disponível em: <[http://www.ablimno.org.br/acta/pdf/acta\\_limnologica\\_contents1401E\\_files/Artigo%2010\\_14%281%29.pdf](http://www.ablimno.org.br/acta/pdf/acta_limnologica_contents1401E_files/Artigo%2010_14%281%29.pdf)>. Acessado em: 25 jul. de 2014.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Relatório Trimestral**. Belo Horizonte, 3º trimestre de 2013.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais**: resumo executivo/Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2013.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2013**: resumo executivo / Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2014.

KLEINE, P.; TRIVINHO-STRIXINO, S. 2005. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrates of a first order stream: community response after habitat fragmentation. **Acta Limnológica Brasiliensia**, 17(1): 91-99.



MARQUES, M. M. G. S. M. & BARBOSA, F. A. R. **Eficiência de alguns parâmetros da comunidade de macroinvertebrados utilizados na avaliação da qualidade de água.** In: VIII SEMINÁRIO REGIONAL DE ECOLOGIA. 1997. São Carlos. Anais...São Carlos: Ed. UFSCAR. 1997. v.7. p.113-126.

MOULTON, T.P. Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos. In: ESTEVES, F. A. & ESTEVES, A. M. (eds.). **Oecologia Brasiliensis - Ecologia de Insetos Aquáticos.** Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1998. 5v.p 289-298.

NATIONAL SANITATION FOUNDATION. Water quality index-WQI. Disponível em: <[http://www.nsf.org/consumer/earth\\_day/wqi.asp#calculating](http://www.nsf.org/consumer/earth_day/wqi.asp#calculating)>. Acessado em: 1 ago. de 2014.

NOGUEIRA, R. Qualidade das águas do Córrego Liso 'evolui para ruim' diz nota do IGAM. Jornal do Sudoeste, São Sebastião do Paraíso (MG). Publicado em 14 dez. 2013. Disponível em: <<http://www.jornaldosudoeste.com.br/noticia.php?codigo=4987>>. Acesso em: 04 jun. 2014.

NORRIS, R.H. & GEORGES, A. Analysis and interpretation of benthic macroinvertebrate surveys. In: RESH, V. H. & ROSENBERG, D. M. (eds.). **The ecology of aquatic insects.** New York. Praeger Publishers. 1984. p. p235-286.

PRETO, R. J; OLIVEIRA, T. C. T. **Previsão da qualidade da água do Córrego Liso, São Sebastião do Paraíso (MG), após instalação da estação de tratamento de efluentes.** 2010. Artigo de Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Fundação de Ensino Superior de Passos. Faculdade de Engenharia de Passos. Passos, MG.

**Resolução 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. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Publicada no Diário Oficial da União, nº. 053, de 18/03/2005, p. 58-63.

RODRIGUES, E. Século XXI rumo ao desenvolvimento sustentável e a educação ambiental. **Revista Bioética e Educação**, Belo Horizonte: Bio Consulte, nº. 01, 2007, p. 179-190 (Universidade Federal de Lavras - UFLA).

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, 8(4):1019-1028, 2003. Disponível em: <[http://www.usc.br/biblioteca/salusvita/salusvita\\_v26\\_n2\\_2007\\_art\\_07.pdf](http://www.usc.br/biblioteca/salusvita/salusvita_v26_n2_2007_art_07.pdf)>. Acessado em: 1 ago. de 2014.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. A manual of seawater analysis. **Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada**, v.125, 1960. p.1-185.

VALDERRAMA, J. C. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. **Marine Chemistry**, v.10, 1981. p.109-122.

**ANEXOS**

**Quadro 1 - Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo proposto pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio, EUA (EPA 1987). Obs.: 4 pontos = situação natural; 2 e 0 pontos = situações leve ou severamente alterada Fonte: CALLISTO; FERREIRA; MORENO; GOULART; PETRUCIO. Acta Limnologica Brasiliensia, 14(1): 93, 2002.**

Localização:		Coordenadas:	
Data Coleta:		Hora da Coleta:	
Tempo (Situação do Dia):			
Modo de Coleta:			
Tipo de Ambiente: Córrego ( ) Rio ( )			
Largura:			
Profundidade:			
Temperatura da Água:			
PARÂMETROS	PONTUAÇÕES		
	4 Pontos	2 Pontos	0 Pontos
1 Tipo de ocupação das margens do corpo d' água	Vegetação natural	Campos de Pastagem/ Agricultura/ Reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
2 Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3 Alterações Antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial, urbana (fábricas, canalização, reutilização do curso do rio)
4 Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5 Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6 Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7 Transparência da água	Transparente	Turva, cor de chá forte	Opaca ou colorida
8 Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
9 Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10 Tipo de fundo	Pedras/Cascalho	Lama/ areia	Cimento/canalizado





**Quadro 2 - Protocolo de Avaliação Rápida de Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo proposto por Hannafordet *al.* (1997). Obs.: 5 pontos (situação natural); 3, 2 e 0 pontos (situação levemente a severamente alterada). Fonte: CALLISTO; FERREIRA; MORENO; GOULART; PETRUCIO. Acta Limnologica Brasiliensia, 14(1): 94, 2002.**

PARÂMETROS	PONTUAÇÕES			
	5 Pontos	3 Pontos	2 Pontos	0 Pontos
<b>11</b> Tipos de Fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficientes; substratos frequentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para a fixação de organismos.
<b>12</b> Extensão de Rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidos; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
<b>13</b> Frequência de Rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lamina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
<b>14</b> Tipos de Substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes, cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso ou lamoso.
<b>15</b> Deposição de Lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
<b>16</b> Depósitos Sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 e 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
<b>17</b> Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou drenagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próxima à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Algumas modificações presentes nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
<b>18</b> Características do fluxo da água	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposto.	Lamina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio e/ou maior parte do canal do substrato nos rápidos exposto	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos
<b>19</b> Presença de mata ciliar	Acima de 90% de vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos de metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado.



20 Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidencia de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros; menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes; entre 5 e 30% da margem com erosão	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão; risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21 Extensão da mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m.; sem influência de atividades antrópicas.	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; Mínima influência antrópicas.	Largura da vegetação ripária entre 8 e 12 m.; influência antrópicas intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 8m.; vegetação restrita ou ausente devido a atividades antrópicas.
22 Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio; substrato com perífiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos; perífiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas.

**Quadro 3** - Resultados da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Diversidade de Habitats (Callisto *et al.* 2002) no Córrego Liso do Município de São Sebastião do Paraíso, MG. **Fonte:** SOUZA, 2014 (acadêmico).

Parâmetros	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 4	Trecho 5	Trecho 6
1	4	2	2	2	2	2
2	2	2	0	2	0	2
3	0	0	0	0	0	0
4	4	0	0	4	2	4
5	0	0	0	0	0	0
6	2	4	4	2	4	4
7	2	2	2	2	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	2	4	4	2	4	4
10	2	4	2	2	2	2
11	0	2	2	0	0	0
12	5	5	5	5	5	2
13	5	5	5	5	5	2
14	0	0	0	0	0	0
15	0	5	0	0	0	0
16	0	3	0	0	0	2
17	0	0	0	0	2	2
18	0	0	0	0	5	0
19	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	2	0	2
21	2	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
<b>Pontuação Final</b>	<b>30</b>	<b>38</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>28</b>
<b>Situação do Trecho</b>	<b>Impactado</b>	<b>Impactado</b>	<b>Impactado</b>	<b>Impactado</b>	<b>Impactado</b>	<b>Impactado</b>