



ANÁLISE DA QUALIDADE HÍDRICA DO RIO TEGA, CAXIAS DO SUL- RS, BRASIL

DOI:10.19177/rgsa.v7e22018124-142

Thaise Sutil¹,
Daiana Maffessoni², Tatiane Benvenuti³,
Nilzo Ivo Ladwig¹¹, Álvaro José Back¹²

RESUMO

A água é dispensável para a manutenção da vida em todos os níveis, assim conhecer a qualidade da água disponível é fundamental para a gestão dos recursos hídricos. O rio Tega é um dos afluentes do rio das Antas e drena as águas da zona norte da cidade de Caxias do Sul, estado do Rio Grande do Sul. O estudo tem como objetivo analisar a qualidade hídrica do rio Tega utilizando como indicadores o índice de estado trófico (IET), o índice de qualidade de água (IQA) e o protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats (PAR). Na avaliação da qualidade do recurso hídrico foram selecionados três pontos de coleta: nascente, curso e foz. As amostras de água foram coletadas nos meses de setembro, outubro e novembro no ano de 2014. Os resultados do PAR classificaram as áreas dos pontos de coletas como “alterada”, “impactada” e “natural” para nascente, curso e foz, respectivamente. Nos resultados do IET a nascente foi classificada como supereutrófica, o curso como hipereutrófica e a foz como eutrófica. O IQA foi classificado como “ruim” para os dois primeiros pontos o que reforça os resultados encontrados pelo PAR e IET, já a foz foi classificada como “regular”, o que pode estar relacionado ao efeito diluição. As condições sanitárias observadas no rio Tega trazem preocupação, reforçando a necessidade de políticas de saneamento com objetivo de melhorar a qualidade ambiental do recurso hídrico.

Palavras-Chave: Recursos hídricos. Indicadores de qualidade. Análise integrada.

¹ Engenheira de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (2014). Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais na Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). E-mail: thaise.sutil@gmail.com

² Engenheira de Bioprocessos e Biotecnologia - ênfase ambiental pela Uergs (2008), Mestre em Engenharia pela UFRGS (2012). Atualmente atua como professor assistente na Uergs - Unidades Litoral Norte e Bento Gonçalves e coordenadora do Curso de Ciências Biológicas - ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira e Biologia Marinha e Costeira na Unidade Litoral Norte/Osório. E-mail: mafadaia@gmail.com

³ Pós- Doutoranda no Programa de Qualidade Ambiental da Universidade Feevale (2017). Doutora em Engenharia - Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Materiais do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais - PPGE3M - UFRGS (2013-2017). Doutorado Sanduíche na Universitat Politècnica de València (UPV- Espanha) (2016-2017). Mestre em Engenharia pelo PPGE3M- UFRGS (2012). Graduação em

¹¹ Graduado em Geografia Bacharelado e Licenciatura pela Universidade Federal de Santa Maria (1992/1993), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (1998) e doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (2006). Atualmente é professor do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense e professor da Universidade do Sul de Santa Catarina. E-mail: ladwig@unesc.net

¹² Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil(1997). Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. E-mail: ajb@unesc.net

1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional dos Recursos Hídricos de 1997 trouxe em um de seus fundamentos a compreensão de que a bacia hidrográfica é a unidade mais apropriada para o gerenciamento das águas. A bacia hidrográfica possibilita integrar ações de pesquisa e gerenciamento em uma unidade física bem definida (NAKAMURA; NAKAJIMA, 2002). As bacias hidrográficas no Brasil vêm sendo degradadas em função do elevado crescimento das cidades sem planejamento e, ainda, da superpopulação. Diversas atividades antrópicas vêm potencializando os impactos já existentes ao longo das bacias (BENVENUTI et al., 2013).

O conhecimento da qualidade da água disponível é fundamental para a gestão dos recursos hídricos. Sendo assim, existem vários índices e indicadores ambientais para avaliação destes recursos, tendo como base as suas características físico-químicas e biológicas (BARRETO, 2013).

Com o intuito de classificar os corpos hídricos e os usos permitidos para cada classe, foi instituída a Resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, o 4º artigo desta resolução apresenta a classificação das águas doces como classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. Esta classificação considera as variáveis físico-químicas e biológicas dos corpos hídricos.

O Índice de Qualidade das Águas – IQA desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* - NSF dos Estados Unidos, é um dos índices mais utilizado em estudos de qualidade das águas, pois incorpora nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação devido ao lançamento de esgotos domésticos (CETESB, 2013).

Assim como IQA, o Índice de Estado Trófico - IET é amplamente utilizado em diversos trabalhos. Esse índice estabelece níveis de trofia em relação à concentração de fósforo total, à clorofila A e ao disco de Secchi, possibilitando a classificação das águas em classes tróficas. Segundo Lamparelli (2004), dentre as variáveis estabelecidas para cálculo do IET, o fósforo total é a mais importante, pois este nutriente é, na maioria das vezes, o fator limitante para a produção primária.

O monitoramento dos rios normalmente é realizado através da avaliação físico-química e bacteriológica para indicação de potabilidade ou qualidade da água para o uso humano (RODRIGUES et al., 2008). Contudo, estes parâmetros quando analisados isoladamente, podem subestimar a real magnitude dos danos que estão sendo causados aos ambientes aquáticos (KARR; CHU., 1999). Nesse sentido é importante à utilização de diferentes ferramentas que permitam avaliar os corpos hídricos da maneira mais ampla possível, sendo assim a utilização de Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) pode contribuir para uma avaliação mais precisa. Os PARs visam a avaliar a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos no sentido de contribuir para o manejo e a conservação destes ambientes, baseados em parâmetros de fácil entendimento e utilização simplificada (CALLISTO et al., 2002).

O presente trabalho analisou a qualidade hídrica do rio Tega em Caxias do Sul através de uma análise integrada utilizando protocolo de avaliação rápida (PAR), índice de qualidade da água (IQA) e índice de estado trófico (IET). Trata-se de um estudo pioneiro onde se procurou agregar fatores qualitativos e quantitativos para determinação mais precisa da qualidade do recurso hídrico dos locais amostrados.

2 MATERIAS E MÉTODOS

O estado do Rio Grande do Sul possui três regiões hidrográficas, a Região Hidrográfica do Litoral, a Região Hidrográfica do Uruguai e a Região Hidrográfica do Guaíba. A bacia Taquari-Antas faz parte da parte da Região Hidrográfica do Guaíba (CARRA, 2009). O rio Tega é um importante afluente da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, no estado do Rio Grande do Sul. Sua principal nascente está localizada na área urbana da cidade com maior densidade populacional de Caxias do Sul. Segundo o estudo de monitoramento realizado pela Fundação Estadual de Proteção

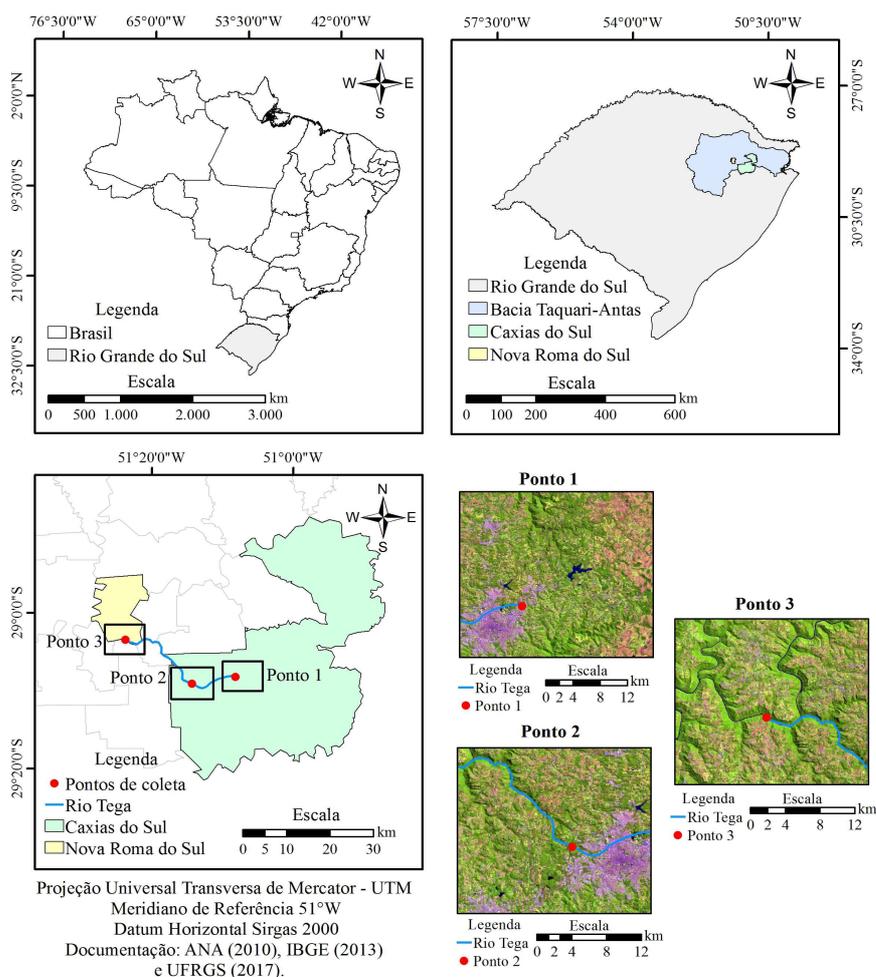
Ambiental (Fepam), o rio Tega drena a metade norte da cidade de Caxias do Sul e causa reflexos no rio das Antas quanto à presença de coliformes fecais, e possivelmente esteja carreando contaminações com metais pesados oriundos das atividades metalúrgicas, forte atividade industrial do município. Segundo o relatório preliminar do plano da bacia Taquari-Antas, o rio Tega se enquadra como Classe 3 (FEPAM, 2012).

Com o intuito de analisar e compreender os impactos ambientais relacionados à qualidade hídrica do rio Tega, foram definidos três pontos de coleta tendo como base o curso do rio desde sua nascente até sua foz:

- Ponto 1: Nascente do rio Tega, localizada no bairro São Ciro em Caxias do Sul, com latitude 29° 8'14.34"S e longitude 51° 7'58.54"O;
- Ponto 2: A Montante da Estação de Tratamento de Esgoto Tega (ETE-Tega), dentro da cidade de Caxias do Sul, com latitude 29° 9'11.19"S e longitude 51°14'1.60"O;
- Ponto 3: Foz do Rio Tega, localizado na cidade de Nova Roma do Sul com latitude 29° 3'29.23"S e longitude 51°23'47.16"O.

A Figura 1 mostra os 3 pontos estudados, o primeiro ponto é uma das nascentes do rio que se localiza em um bairro na área urbana da cidade de Caxias do Sul.

Figura 1 - Mapa de localização dos pontos de coleta de água



Fonte: Autores (2017).

O segundo está localizado à jusante da zona norte do município de Caxias do Sul e à montante ETE-Tega, área densamente urbanizada e com as margens pouco preservadas. O terceiro ponto de coleta localiza-se após a foz rio Tega onde o deságua no rio das Antas, área rural com vegetação abundante nas margens.

Durante o segundo semestre do ano de 2014 foram realizadas três campanhas de coleta, respectivamente nos meses de setembro, outubro e novembro, onde foram avaliados os seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), nitrato, fosfato, fósforo total, pH, turbidez, sólidos totais, temperatura e condutividade.

A avaliação da qualidade da água foi realizada com a aplicação de três metodologias distintas: Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) da diversidade de habitats; Índice do Estado Eutrófico (IET) e o Índice de Qualidade da Água (IQA).

Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida da diversidade de habitats foi realizada a aplicação do PAR de Hannaford et al (1997) e da EPA (1987), modificado por Callisto et al (2002).

Foram analisados 22 parâmetros que se agrupam em dois grandes grupos, o primeiro: 1. Tipo de ocupação das margens do corpo hídrico; 2. Erosão próxima e/ou nas margens e assoreamento em seu leito; 3. Alterações antrópicas; 4. Cobertura vegetal no leito; 5. Odor da água; 6. Oleosidade da água; 7. Transparência da água; 8. Odor do sedimento (fundo); 9. Oleosidade do fundo; 10. Tipo de fundo. No segundo grupo os parâmetros analisados foram: 11. Tipos de fundo; 12. Ocorrência de rápidos; 13. Frequência dos rápidos; 14. Tipos de substrato; 15. Deposição de lama; 16. Depósitos sedimentares; 17. Alterações no canal do rio; 18. Características do fluxo das águas; 19. Presença de vegetação ripária; 20. Estabilidade das margens; 21. Extensão da vegetação ripária e 22. Presença de macrófitas aquáticas.

No primeiro grupo é atribuída a cada um dos parâmetros uma pontuação de acordo com a situação local, onde a situação péssima (zero); situação boa (dois pontos) e situação ótima (quatro pontos). No segundo grupo a pontuação para cada um dos parâmetros será de (0, 2, 3, 5 pontos), onde a situação péssima (zero); situação regular (dois pontos) e situação boa (três pontos) e situação ótima (cinco pontos). As pontuações finais refletem o nível de preservação das condições ecológicas dos trechos em estudo (CALLISTO et al., 2002), onde de 0 a 22 representa trechos “impactados”; 23 a 45 trechos “alterados” e > 46 trechos “naturais”.

Para o cálculo do IET utilizou-se apenas o fósforo total, pois segundo Lamparelli (2004), dentre as variáveis estabelecidas para cálculo do (IET) o fósforo total é a mais importante, pois este nutriente é, na maioria das vezes, o fator limitante para a produção primária. Os resultados são calculados através da equação (1) que foi modificada por Lamparelli (2004) para ambientes lóticos (CETESB, 2008).

$$IET = 10 \left\{ 6 - \left[\frac{0,42 - 0,36 \ln(TP)}{\ln(2)} \right] \right\} - 20 \quad (1)$$

Onde:

TP: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$;

Os limites estabelecidos para as diferentes classes de trofia para rios são descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação do estado trófico

Categoria (Estado Trófico)	Ponderação	Fósforo Total (mg m⁻³)
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	P ≤ 8
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	8 < P ≤ 19
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	19 < P ≤ 52
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	52 < P ≤ 120
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	120 < P ≤ 233
Hipereutrófico	IET > 67	233 < P

Fonte: CETESB (2008).

Para avaliação e caracterização do Índice de Qualidade da Água do rio Tega foi realizada a determinação do IQA-NSF. Esse índice foi desenvolvido pela *National Sanitation Foudantion* (NSF) dos Estados Unidos, onde nove parâmetros foram considerados mais representativos: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, PH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato, temperatura da água, turbidez e sólidos totais. Para cada parâmetro foram traçadas curvas médias da variação da qualidade da água em função das suas respectivas concentrações e foi atribuído um peso de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA (FERREIRA; ALMEIDA:, 2005). O IQA é calculado pelo produto ponderado da qualidade de água correspondente as variáveis que integram o índice, conforme equação (2).

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (2)$$

Onde:

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 a partir da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

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

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100. A classificação está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação do IQA

Categoria	IQA
Excelente	90 < IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90
Regular	50 < IQA ≤ 70
Ruim	25 < IQA ≤ 50
Muito Ruim	00 < IQA ≤ 19

Fonte: Brasil (2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Protocolo de Avaliação Rápida

Os resultados do PAR aplicado no rio Tega em cada uma das campanhas de coleta nos três pontos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado PAR

Época	Nascente		Curso		Foz	
	Pontos	Classificação	Pontos	Classificação	Pontos	Classificação
Setembro	16	Alterada	32	Impactada	76	Natural
Outubro	16	Alterada	28	Impactada	73	Natural
Novembro	16	Alterada	30	Impactada	74	Natural

Fonte: Autores (2017).

Com a aplicação do PAR, no ponto 1 obteve-se uma pontuação igual a 16, que se mantiveram para as três datas de avaliação, o que representa uma área impactada. A classificação como área impactada vai de encontro à paisagem

observada *in loco*, uma vez que nascente do rio Tega se encontra localizada em meio ao bairro São Ciro, na cidade de Caxias do Sul, área completamente urbanizada, o que tem causado alterações na área de entorno da nascente e na qualidade de suas águas.

No ponto 2, a aplicação do PAR resultou em um somatório diferente para cada coleta resultando em um valor médio de 30 pontos e, apesar da pequena diferença nas três análises, o ponto 2 caracteriza uma área alterada. Este resultado reflete a localização do ponto que está em uma área retirada do centro urbano, porém recebe a contribuição pluvial e cloacal da zona norte do município de Caxias do Sul. Igualmente ao ponto 2, no ponto 3, na aplicação do PAR, o somatório variou a cada coleta, porém nas três análises a região foi classificada como área natural. Este ponto situa-se após a foz do rio Tega, e está localizada em uma região com vasta vegetação, margens preservadas, com pouca intervenção antrópica e sem urbanização.

De um modo geral, com a aplicação do PAR, verificou-se que os resultados das análises de setembro, outubro e novembro não têm variação considerável, pois o espaço de tempo entre as aplicações é consideravelmente pequeno. O PAR é uma importante ferramenta nos programas de monitoramento ambiental que facilita a tomada de decisão em relação aos problemas identificados durante a avaliação, sendo assim pode ser uma ferramenta útil para gestão de recursos hídricos. Porém, por ser uma técnica de análise qualitativa e subjetiva, é recomendado que fosse utilizada em conjunto com outra técnica quantitativa e objetiva.

3.2 Índice de Estado Trófico

Os resultados obtidos para o Índice de Estado Trófico (IET) para os diferentes pontos de amostragem no rio Tega estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados do IET e classificação

Análises	Ponto 1	Classificação	Ponto2	Classificação	Ponto3	Classificação
Setembro	53,3	Mesotrófico	67,7	Supertrófico	58	Mesótrófico
Outubro	71,5	Hipereutrófico	71,4	Hipereutrófico	60,9	Eutrófico

Novembro	69,8	Hipereutrófico	69,3	Hipereutrófico	62,2	Eutrófico
Média	64,9	Supereutrófico	69,5	Hipereutrófico	60,4	Eutrófico

Fonte: Autores, (2017).

A área de nascente (ponto1) foi classificada como supereutrófica que é um corpo de água com alta produtividade, baixa transparência, possivelmente afetada por atividades antrópicas, com frequentes alterações indesejáveis na qualidade da água, como florações de algas e interferências nos seus múltiplos usos (BARRETO et al., 2013). Resultado que se assemelha ao da aplicação do PAR que identificou a área como impactada. O nível de contaminação da nascente pode ser explicado pela sua localização já que a mesma está inserida em uma região altamente urbanizada, sem nenhum tipo de proteção ou preservação, provavelmente aflorando naquela praça em função de obras desviaram o afloramento original, e vem ao longo dos anos, sofrendo diversos impactos que comprometem a qualidade da sua água.

A área do curso do rio Tega que corresponde ao ponto 2 foi classificada como hipereutrófica, que são corpos de água afetados pela elevada concentração de matéria orgânica e nutriente, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos (BARRETO et al., 2013). O fato de este rio receber contribuição do esgoto sanitário de toda a zona norte da cidade de Caxias do Sul justifica o alto volume de matéria orgânica e consequente à classificação obtida através do IET.

A área do curso que corresponde ao ponto 3 caracterizou-se como uma área eutrófica. Eutrófico é um corpo de água com alta produtividade e redução da transparência, afetados por atividades antrópicas, ocorrendo alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos (BARRETO et al., 2013). Esse nível de trofia alto não foi observado visualmente *in loco*, acredita-se assim que esse resultado pode ser justificado pela contribuição que o ponto 3 recebe do rio Tega e de outros afluentes menores de áreas urbanizadas e industrializadas.

Através da aplicação do IET foi possível avaliar que a trofia aumenta da nascente (ponto 1) para o ponto 2 provavelmente por impactos relacionados com as alterações no uso e na cobertura da terra, traduzidos em fontes difusas e pontuais de poluição assim como notado por Gasparini, Santos e Meyer (2009), que observou que o grau de trofia aumentava da nascente para a foz. Neste trabalho observou-se

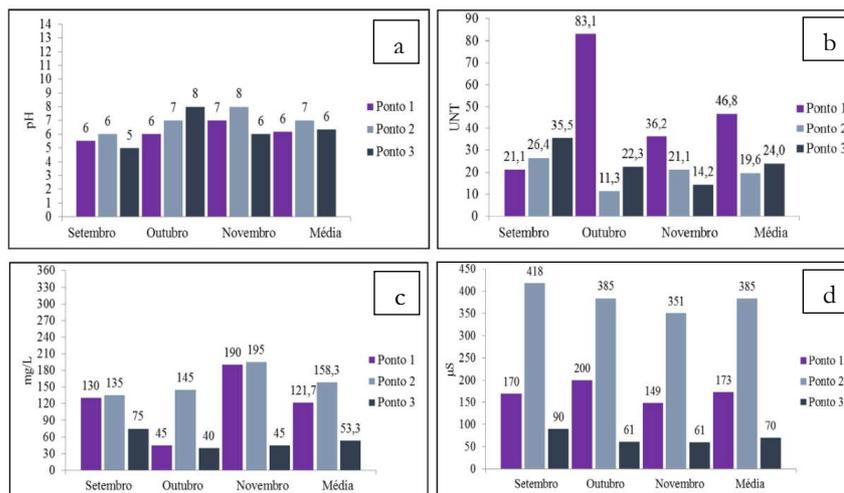
o aumento da trofia da nascente para o ponto 2; já do ponto 2 para o ponto 3, que corresponde a uma amostra da confluência do rio Tega com o rio das Antas, observa-se um decréscimo que está diretamente relacionado ao efeito de diluição.

3.3 Avaliação dos Parâmetros Analisados

Os parâmetros físico-químicos e biológicos foram analisados e discutidos individualmente. Em relação a análise do pH, os resultados variaram pouco, mais precisamente entre 6 e 8, exceto na análise do ponto 3 no mês de setembro (figura 2a). Dessa forma, a variação do pH permanece dentro do padrão estabelecido pela Resolução nº.357/2005 do CONAMA, que estipula valores de pH entre 6 e 9 para as águas doces de classe 1, 2, 3 e 4.

No constante ao ponto 3, com resultado de pH igual a 5 no mês de setembro, Bueno et al (2005) verificaram que em áreas de vegetação nativa os valores de pH variaram entre 4,5 e 6,5. Estes valores foram atribuídos, pelos autores, à presença de matéria orgânica, a qual proporcionou condições mais ácidas ao ambiente aquático. Comparando-se os resultados de pH nas análises de setembro e novembro o pH está entre 5 e 6, o que pode ter relação direta com característica de área preservada.

Figura 2. Resultados de análises físico-químicas: a) PH; b) turbidez; c) sólidos totais e d) condutividade elétrica.



Fonte: Autores (2017).

O valor elevado da turbidez no ponto 1 (figura 2b) pode estar relacionado ao baixo índice de precipitação nas semanas que antecederam a coleta das amostras já que, segundo Silva et al (2008), os valores de turbidez aumentam em função da baixa precipitação. A turbidez está relacionada à quantidade de sólidos suspensos; obteve-se maior turbidez na nascente (ponto 1), devido ao fluxo reduzido de água (apenas uma lâmina d'água), o que dificultava a coleta e possivelmente, sólidos do fundo da lâmina foram coletados quando da amostragem.

Os resultados de análises de sólidos totais está apresentado na figura 2c, os sólidos são responsáveis pelo aparecimento de cor e turbidez nas águas. Os sólidos totais em águas caracterizam o teor de matéria seca. Verificou-se que todos os valores de sólidos totais das amostras analisadas estavam entre 40 e 351 mg L⁻¹, portanto estão bem abaixo dos valores estabelecidos pela Resolução 357/05 CONAMA, que é de 500 mg L⁻¹. Assim pode-se constatar que os contaminantes lançados no rio Tega não afetaram a carga de sólidos totais.

Para a condutividade elétrica (figura 3d), segundo Machado (2010) valores de condutividade elétrica maior que 100µS.cm⁻¹ indicam ambientes impactados. A elevada condutividade no ponto 2, observada em todos os meses, segundo Guimarães e Nour (2001) provavelmente ocorre devido à emissão de esgoto doméstico no local. Tais despejos, provenientes em sua maioria de residências, compõem-se basicamente de urina, fezes, restos de alimentos, sabão, detergentes e águas de lavagem, contendo elevada quantidade de matéria orgânica, que contribuem para a entrada, no corpo d'água, de espécies iônicas como cálcio,

magnésio, potássio, sódio, fosfatos, carbonatos, sulfatos, cloretos, nitratos, nitritos e amônia, dentre outras.

Na análise dos dados para oxigênio dissolvido, o valor mais baixo foi observado no ponto 3 (figura 3a), em outubro ($5,3 \text{ mg L}^{-1}$). Esses resultados estão diferentes do obtidos pelo monitoramento da FEPAM, no mesmo ponto em 2011, que foi de $9,7 \text{ mg L}^{-1}$, tal diferença pode estar ligada ao aumento da temperatura nos últimos 3 anos, já que a elevação da temperatura diminui a solubilidade do oxigênio na água. Observando as médias obtidas para cada ponto é possível observar que oxigênio dissolvido é afetado pela altitude, segundo Boyd e Tucker (1992), a concentração de oxigênio dissolvido varia com altitudes do local, com a temperatura e com a aeração do local, uma vez que quanto maior for à temperatura, menor será a solubilidade do oxigênio na água.

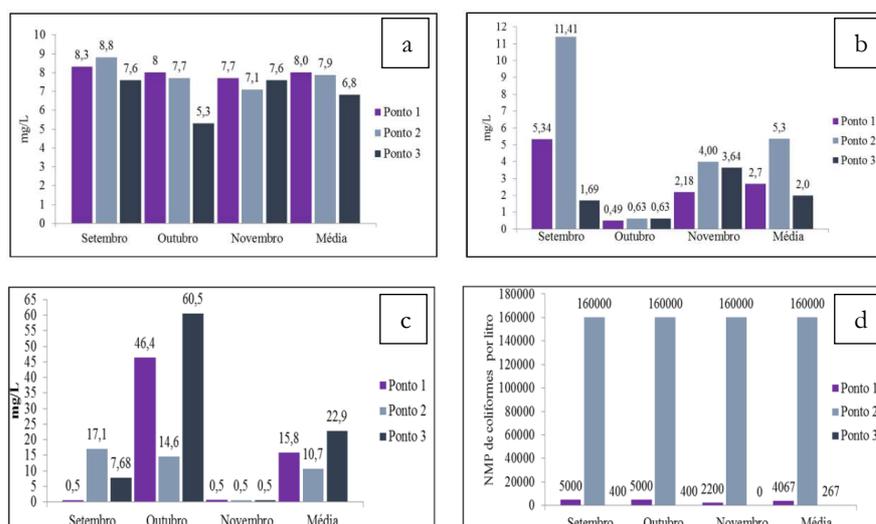
A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5) está apresentada no ponto 4b, os resultados de DBO_5 mais altos foram encontrados na análise do mês de outubro, onde o volume de água no dia de realização desta coleta estava reduzido em relação às demais coletas, podendo assim justificar um incremento na concentração por redução da diluição assim como ocorreu no trabalho do Macedo (2010). Esta condição pode indicar uma possível interferência natural na qualidade da água neste ponto, nesta data.

O ponto 3 foi o que apresentou maior concentração de DBO_5 , isso pode ser justificado pela contribuição de outros afluentes já que o ponto 3 fica localizado após a foz do rio Tega, no rio das Antas. Em estudo conduzido pela FEPAM (2012), no ano de 2011, nesse ponto a concentração média anual é de 1 mg L^{-1} , o que não aconteceu no presente trabalho, pois se obteve média maior. Vale ressaltar, certa estranheza nos valores obtidos nas análises do mês de novembro, já que os 3 obtiveram o mesmo valor, em condições ambientais e contribuições diferentes, esse resultado pode representar um erro nas análises conduzido pelo laboratório. Pela DBO ser um dos parâmetros mais importantes para indicar contaminação por matéria orgânica, para maiores discussões o monitoramento precisaria ser contínuo. Em apenas três meses não foi possível concluir muitas informações a cerca da DBO.

A figura 4c apresenta os dados para o nitrato, em que quase todos os pontos, exceto na análise de setembro, no ponto 2, a concentração ficou abaixo do limite estabelecido pela Resolução 357/05 do CONAMA, que é de $10,0 \text{ mg/L}$ para as classes 1, 2, 3 e 4. O ponto 2, situado à montante da estação de tratamento ETE-

Tega, apresentou as maiores concentrações de nitrato, isso demonstra que pode ter ocorrido lançamento de esgoto doméstico clandestino no corpo d'água, em pontos distantes deste avaliando, ainda em área urbana, pois segundo Hespanhol (2009) a presença de nitrato é um indicativo de poluição remota nas águas.

Figura 3. Resultados de análises físico-químicas: a) oxigênio dissolvido; b) DBO; c) nitrato e d) coliformes termotolerantes



Fonte: Autores (2017).

As bactérias do grupo coliformes indicam poluição de origem fecal. As análises das amostras de água (figura 4d) indicam a presença de coliformes acima do valor estabelecido nos pontos 1 e 2 para todas as classes dos corpos hídricos, se enquadrando, portanto, em classe 4 para esse parâmetro. O ponto 2 que está localizado a montante da estação de tratamento foi o que obteve os valores mais altos para coliformes termotolerantes o que é justificável já que esse ponto possivelmente recebe a contribuição de esgoto sanitário de metade da população de Caxias do Sul. Em estudo conduzido pela FEPAM (2012), no ponto 3 os valores para coliformes foram de 200 NMP de coliformes por/100 ml em média no ano de 2011, este resultado é semelhante ao encontrado neste trabalho.

3.4 Índice de Qualidade de Água

O Índice de Qualidade da Água (IQA) foi determinado por meio dos resultados obtidos nos parâmetros físico-químicos e biológicos e encontra-se apresentado, juntamente com sua classificação, na Tabela 5.

Tabela 5 – Valor e Classificação do IQA

Ponto	Setembro	IQA	Outubro	IQA	Novembro	IQA	Média	IQA
1	57	Regular	33	Ruim	58	Regular	49	Ruim
2	37	Ruim	44	Ruim	45	Ruim	42	Ruim
3	59	Regular	46	Ruim	81	Bom	62	Regular

Fonte: Autores, (2017).

A partir dos resultados do IQA, nota-se que a qualidade da água do rio Tega encontra-se ruim desde a nascente e mantém-se ruim até o ponto 2, passa a ser regular no ponto 3 justamente pelo efeito da diluição já que o rio Tega deságua no rio das Antas.

O índice de qualidade da água no ponto 1 foi classificado como ruim isto demonstra que desde a nascente o rio Tega vem sendo poluído, resultado esse que vai de encontro ao resultado expressado pelo PAR que classificava a área como alterada. Tamiosso et al (2006) avaliando as nascentes da bacia hidrográfica do Campus da Universidade Federal de Santa Maria obtiveram um IQA na faixa considerada ruim devido ao intenso processo de urbanização o mesmo que ocorreu no presente trabalho.

A intensificação da poluição fica evidente no ponto 2 que fica localizado a montante de uma estação de tratamento de esgoto, além da contribuição de toda a zona norte de Caxias do Sul por esgoto sanitário, pode haver também, neste ponto, a contribuição da contaminação das áreas industriais ou até mesmo de atividade rural.

Com base no estudo realizado pela Fepam (2012) para o ponto 3 em 2004 o mesmo era classificado como regular, pode-se afirmar que esse resultado é semelhante ao encontrado neste trabalho. Porém na análise do mês de novembro o IQA foi classificado como bom esse resultado está ligado a um provável erro na análise para o parâmetro de coliformes fecais.

Rabelo et al (2009), estudando a qualidade da água em bacias que apresentavam diferentes usos de solos, afirmaram que quanto maior o nível de preservação da bacia, melhor a qualidade da sua água, os autores encontraram valores médios de IQA de 49,00 em bacia antropizada, como é o caso do rio Tega onde foi encontrado um IQA médio global de 51,11. Além do uso da terra, outros fatores podem contribuir para as diferenças na qualidade geral da água tais como

esgoto sanitário, erosões, volumes de defensivos agrícolas, ocupacionais irregulares, escoamento superficial da água entre outros.

4 CONCLUSÕES

As análises do PAR, IET, IQA e de parâmetros físico-químicos em todos os pontos, levam a um resultado mais robusto onde se observou degradação na área de nascentes e a montante da ETE-Tega da cidade de Caxias do Sul. Na foz do rio os resultados demonstraram que esta área é a melhor preservada.

Desse modo, é possível afirmar que a água do rio Tega tem influenciado de forma negativa a qualidade do rio das Antas e por consequência, da Bacia Taquari-Antas. Ainda em relação ao rio Tega é necessário à tomada de medidas visando uma maior conservação de suas águas, principalmente na área urbana.

Após a análise da qualidade hídrica no Rio Tega, é possível concluir que o uso de diversos parâmetros de análise integrados para monitoramento qualidade das águas é mais eficiente do que o uso de uma ferramenta isolada. Neste sentido, esse tipo de análise integrada pode vir a contribuir para a gestão dos recursos hídricos de maneira efetiva, já que os parâmetros não são analisados isoladamente na definição da magnitude dos impactos sobre os ambientes aquáticos.

ANALYSIS OF THE WATER QUALITY OF RIO TEGA, CAXIAS DO SUL, RS, BRAZIL

ABSTRACT

Water is plentiful for the maintenance of life at all levels, so knowing the quality of the water available is fundamental for the management of water resources. The Tega River is one of the tributaries of the Antas river and drains the waters of the northern part of the city of Caxias do Sul, state of Rio Grande do Sul. The objective of this study is to analyze the water quality of the Tega river using as indexes the index of (TSI), the Water Quality Index (WQI) and the Rapid Assessment of Habitat Diversity (RAP) protocol. In the evaluation of the quality of the water resource, three collection points were selected: nascent, course and estuary. Water samples were collected in September, October and November in the year 2014. The results of the RAP classified the areas of collection points as "altered", "impacted" and "natural" for

spring, course and estuary respectively . In the results of the TSI the nascent was classified as supereutrophic, the course as hypereutrophic and the mouth as eutrophic. The WQI was classified as "poor" for the first two points which reinforces the results found by the RAP and TSI, since the mouth was classified as "regular", which may be related to the dilution effect. The sanitary conditions observed in the Tega river bring concern, reinforcing the need for sanitation policies with the objective of improving the environmental quality of the water resource.

Keywords: Water resources. Quality Indicators. Integrated analysis.

REFERÊNCIAS

BARRETO, L.V.; FRAGA, M. de S.; BARROS, F. M.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. da S.; CARVALHO, S. R.; BONOMO, P.; SILVA, D. P. Estado trófico em uma seção do rio Catolé Grande sob diferentes níveis de vazão. **Revista Ambient & Água**, Taubaté, v. 9, n. 2, p.250-260, jul. 2013.

BENVENUTI, T.; KIELING-RUBIO, M. A.; KLAUCK, C. R.; RODRIGUES, M. A. S. **Avaliação da Qualidade da Água em regiões de nascente da Bacia Hidrográfica do Rio Dos Sinos**. In: 10^o Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Publicações, Bento Gonçalves, p.10, nov. 2013.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture**. Auburn: Auburn University-Alabama Agricultural Experimental Station, 1992. 183 p. **Brasil. Agência Nacional das águas**. Governo Federal. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013. Brasília: ANA, 2013. 432p.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente (MMA)**. Sistema de Cálculo da Qualidade da Água: Estabelecimento das Equações do Índice de Qualidade das Águas (IQA). Relatório I. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de MG: Jun. 2005.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005**. Ministério do Meio Ambiente.

BUENO, Lara F.; GALBIATTI, João A.; BORGES, Maurício J.. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde - Conchal - SP. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal , v. 25, n. 3, p. 742-748, dez. 2005 .

CALLISTO, M.; FERREIRA, WR.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.14, n. 1, p.91-98.

CARRA, S. H. Z. **Avaliação da capacidade de depuração do Arroio Tega**. In: XVII Encontro de Jovens Pesquisadores da UCS. Caxias do Sul. Setembro de 2009.

CETESB, **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - Apêndice A - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>>. Acesso em: 12 out. 2013.

CETESB, **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Variáveis de Qualidade das Águas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas_interiores/documentos/indices/02.pdf>. Acesso em: 15 de ago. 2014.

Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. 1987. Biological criteria for the protection of aquatic life. Columbus: **Division of water Quality Monitoring and Assessment**, v. 1-3.

FEPAM - Fundação Estadual De Proteção Ambiental, **Qualidade Ambiental - Região Hidrográfica do Guaíba**. 2012. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_taquari_antas/taquariantas.asp>. Acesso em: 10 ago. 2014.

FERREIRA, E. C. F.; ALMEIDA, M. C. **Sistema de cálculo da qualidade da água (SCQA):** Estabelecimento das Equações do Índice de Qualidade das Águas (IQA). Ministério do Meio Ambiente/Secretaria do meio ambiente e desenvolvimento sustentável de Minas Gerais. 2005.

GASPARINI, D. F.C.; SANTOS, R.P.; MEYER, J.A. Macrofauna bentônica nos trechos inferiores dos Arroios Sanga do Meio e Texeira, município de Tapes RS, Primavera de 2007. **Fepam em Revista**, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p.4-11, out. 2009. 98 f.

GUIMARÃES, J.R.; NOUR, E.A.A. Tratando nossos esgotos: Processos que imitam a natureza. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. Química Ambiental. p. 19-30, 2001.

HANNAFORD, M.J.; BARBOUR, M.T.; RESH, V.H. 1997. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v.16, n. 4, p.853-860.

HESPANHOL, Ivanildo. Viabilidade de um AVAD(*) não superior a 10⁻⁴ por pessoa por ano, para reúso agrícola de água, em países em desenvolvimento. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [s.l.], v. 4, n. 2, p.124-134, 30 ago. 2009.

KARR, J.R.; CHU, E.W., 1999. **Restoring Life in Running Waters: Better Biological Monitoring**. Island Press, Washington, D.C.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. 238f. 2004. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MACEDO, Júlio César. **Qualidade das Águas do Rio dos Sinos**. 2010. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Qualidade Ambiental, Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo, 2010.

MACHADO, P. J. de O. Diagnóstico físico ambiental da bacia hidrográfica do córrego São Pedro: um exercício acadêmico da gestão dos recursos hídricos. Ed. Geographica, Consultoria, **Estudos e Projetos Ambientais Ltda**, 2010.

NAKAMURA, M. & NAKAJIMA, T. (eds.) **Lake Biwa and its Watersheds: a Review of Lake Biwa**. Research. Institute, 2002 (LBRI research notes).

RABELO, C. G.; FERREIRA, M. E.; ARAÚJO, J. V. G. de; STONE, L. F.; SILVA, S. C. da; GOMES, M. P. Influência do uso do solo na qualidade da água no bioma cerrado: um estudo comparativo entre bacias hidrográficas no Estado de Goiás, Brasil. **Ambi-Água**, Taubaté v.4, n.2, p. 172-187, 2009.

RODRIGUES, A. S. de L. **Adequação de um Protocolo de Avaliação Rápida para o Monitoramento e Avaliação Ambiental de Cursos D'água Inseridos em Campos Rupestres**. 2008. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência Natural, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

SILVA, Ana Elisa Pereira et al. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 4, n. 38, p.733-742, dez. 2008.

SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T; WAICHAMAN, A. V. **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus**. *Acta Amaz.* [online]. 2008, vol.38, n.4, pp.733-742.

TAMIOSSO, M. C. **Fragilidades ambientais aplicadas a gestão da qualidade das águas: estudo de caso da Bacia do Rio Santa Maria, RS**. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2011.