

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE DO ALTO DA SERRA DO BOTUCARAÍ - SOLEDADE
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO E SUSTENTABILIDADE
AMBIENTAL**

ANNELIR PEREIRA RODRIGUES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO ARROIO TAPERA - RS
UTILIZANDO O IQA – ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA**

SOLEDADE

2019

ANNELIR PEREIRA RODRIGUES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO ARROIO TAPERA - RS
UTILIZANDO O IQA – ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA**

Monografia apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Especialista em
Gestão e Sustentabilidade Ambiental na
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Orientador: Prof. Dr. Robson Evaldo Gehlen
Bohrer

SOLEDADE

2019

ANNELIR PEREIRA RODRIGUES

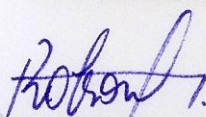
**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO ARROIO TAPERA UTILIZANDO O
IQA – ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão e Sustentabilidade Ambiental na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

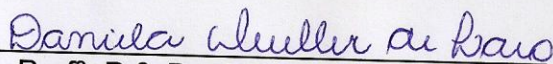
Orientador: Prof. Dr. Robson Evaldo Gehlen Bohrer

Aprovada em: 19/12/2019

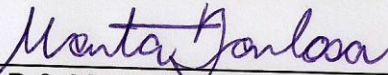
BANCA EXAMINADORA



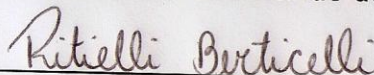
Orientador: Prof. Dr. Robson Evaldo Gehlen Bohrer
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS



Prof^a. Dr^a. Daniela Mueller de Lara
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS



Prof^a. Dr^a. Marta Martins Barbosa
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS



Prof^a. Dr^a. Ritielli Berticelli
Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ

Catálogo de Publicação na Fonte

R696a Rodrigues, Anelir Pereira.
Avaliação da qualidade da água do Arroio Tapera - RS
utilizando o IQA – Índice de Qualidade de Água. / Anelir Pereira
Rodrigues. - Soledade, 2020.
23 f.

Orientadora: Prof. Robson Evaldo Gehler Bohrer.

Artigo de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade
Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Especialização em
Gestão e Sustentabilidade Ambiental, Soledade, 2019.

1. Qualidade da água. 2. Índice de qualidade da água. 3.
Recurso hídrico. I. Bohrer, Robson Evaldo Gehler. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Bibliotecas da Uergs.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 MATERIAL E MÉTODOS	9
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
REFERÊNCIAS	22

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO ARROIO TAPERA - RS UTILIZANDO O IQA – ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA

RESUMO

A crescente preocupação acerca do esgotamento dos recursos hídricos é uma realidade presente na sociedade. A água é um bem primordial ao ser humano e a natureza como um todo. No entanto, a cultura do desperdício e do não tratamento do esgoto/efluente gerado e lançado, por conseguinte, nos cursos d'água, torna-se cada vez mais presente no mundo moderno. Neste sentido, realizou-se um estudo na cidade de Tapera – RS, cujo objetivo foi avaliar a qualidade da água do Arroio Tapera, que está inserido na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, que possui pontos de lançamento de esgoto doméstico sem o devido tratamento e que contribui para a degradação deste recurso. Utilizou-se para este estudo o IQA-CETESB (Índice de Qualidade da água) adaptado pela CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo para avaliar a qualidade da água bruta para abastecimento público após o devido tratamento. Assim, foram coletadas duas amostras em dois pontos distintos do arroio e em dois momentos (seco e úmido) para verificar a qualidade da água, e analisados em laboratório nove variáveis. Constatou-se que o IQA-CETESB no ponto 1 (P1) de coleta apresentou-se bom enquanto que no ponto 2 (P2) o índice apresentou-se regular. De maneira geral, os resultados obtidos são considerados aceitáveis, pois, apesar de sofrer com atividades antropogênicas relacionadas ao despejo irregular de esgoto doméstico, o arroio está conseguindo diluir este efluente. Algumas ações importantes para o gerenciamento de recursos hídricos englobam a recomposição de vegetação ciliar, controle de erosão, desassoreamento, controle de encostas, entre outros.

Palavras-chave: Qualidade da água. Índice de qualidade da água. Recurso hídrico.

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico e o desenvolvimento da sociedade, os recursos de que a natureza provém estão sendo extintos ano após ano. O desperdício exacerbado em contraste com os diversos usos da água está colaborando para uma catástrofe ambiental anunciada. A exploração dos recursos naturais no Brasil coexiste desde seu descobrimento, e é evidenciada no último século como base de um desenvolvimento econômico competitivo. No entanto, com a utilização dos recursos naturais de maneira não sustentável, o país passa a ser visto como destruidor destes recursos (MAZIERO *et al.* 2016).

A água como sendo um recurso natural e indispensável ao ser humano, embora exista em abundância na terra (mares e geleiras), muitas áreas do planeta sofrem com a sua escassez, pois nem toda a água é de qualidade para o consumo humano. Sabe-se que 97,5% das águas do planeta são salgadas, formando os mares, e dessa forma não podem ser consumidas.

Apenas uma parcela pequena, 2,5% das águas que estão nos aquíferos representam água doce, e desse percentual, apenas 0,3% das águas dos rios e lagos é passível de captação ou distribuição (MAIA NETO, 2008). Segundo Merten e Minella (2002), água doce é um recurso natural finito, cuja qualidade vem piorando devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas para a sua preservação. De acordo com os autores, estima-se que aproximadamente doze milhões de pessoas morrem anualmente por problemas relacionados com a qualidade da água.

Como exemplo, no país, problemas de abastecimento de água decorrem principalmente da combinação do crescimento exagerado das demandas localizadas e da degradação da qualidade das águas em níveis nunca imaginados, consequência da expansão desordenada a partir de 1950 (TUCCI, 2002).

Com isso, na sociedade moderna, a água passou a ser vista como um recurso hídrico e não mais como um bem natural, disponível para a existência humana e das demais espécies (BACCI e PATACA, 2008). Sua utilização tornou-se indiscriminada, empregando novos usos constantemente, sem avaliar as consequências ambientais em relação à quantidade e qualidade da água. Houve então, um aumento da escassez em certas regiões do planeta, principalmente relacionada à fatores antrópicos ligados à ocupação do solo, à poluição e contaminação dos corpos de águas superficiais e subterrâneos.

Com o crescimento da população humana e desenvolvimento das tecnologias, impactos como o aumento da erosão e assoreamento de rios e lagos, áreas alagadas, remoção de áreas alagadas, urbanização, despejo de águas residuárias não tratadas, atividades agrícolas, mineração e outros (TUNDISI, 2006).

Dentre as diversas atividades cotidianas, muitas demandam de água para seus diferentes usos. Assim, após a utilização a mesma torna-se um efluente/esgoto, que deve ser tratado adequadamente, pois, é comum a presença de micro-organismos patogênicos, responsáveis pela disseminação de algumas doenças através do meio aquático. Outro sério agravante dos lançamentos irregulares no curso d'água é a eutrofização das águas. Tal situação resulta em mau odor e aspecto turvo na água devido à presença de toxinas liberadas por algumas algas. O crescimento excessivo dessas algas e plantas reduz a disponibilidade de oxigênio dissolvido nas águas, afetando adversamente o ecossistema aquático e causando, em alguns casos a mortalidade de peixes (TUNDISI, 2008). Assim, para realizar um levantamento acerca do nível de poluição/contaminação de um recurso hídrico, podem ser utilizadas análises físico-químicas, biológicas e também o uso de bioindicadores.

Ainda de acordo com Tundisi (2008), a solução para o enfrentamento das consequências dos efeitos adversos já mencionados junto aos recursos hídricos, é prática: é necessário adaptar-se a essas alterações, estimulando uma melhor governança em nível de bacias hidrográficas, desenvolvendo tecnologias avançadas de monitoramento e gestão, ampliando a participação da comunidade – usuários e público em geral – nessa gestão e no compartilhamento dos processos tecnológicos que irão proporcionar maior sustentabilidade às ações.

Uma das propostas de tecnologias de gestão e monitoramento é o uso do IQA (Índice de Qualidade de Água), que foi desenvolvido pela *National Sanitation Foundation* dos Estados Unidos da América, e representa um valor atribuído à qualidade da água, podendo variar de zero a cem. Este índice foi adaptado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB e seu objetivo é avaliar a qualidade da água para utilização no abastecimento público, após tratamento, através da análise de nove variáveis (CETESB, 2017).

O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice, através da equação 1 (CETESB, 2017).

$$IQA_{CETESB} = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

onde,

IQA = índice de qualidade de água (valor entre 0 e 100);

q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro (valor entre 0 e 100);

w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro (valor entre 0 e 1);

i = número do parâmetro (valor de 1 a 9);

em que:

n = número de variáveis que entram no cálculo;

O IQA consiste em uma ferramenta relevante para avaliar a qualidade das águas. Ou seja, é fundamental para verificar possíveis deteriorações dos recursos hídricos à nível de bacias hidrográficas (GLORIA, *et al.*2017).

Alves *et al.* (2019) ao realizar o monitoramento da qualidade de água na bacia do rio Camarajipe – BA com a utilização do IQA-CETESB, verificou que a qualidade da água foi classificada como péssima, o que atribuiu-se à fatores relacionados com a falta de serviços de saneamento básico e atividades antrópicas relativas ao uso e ocupação do solo.

Para reforçar a importância da preservação do meio ambiente e, por conseguinte os recursos naturais, especialmente a água que é essencial para a manutenção da vida terrestre, esse artigo retrata um estudo que foi realizado na cidade de Tapera – RS, mais especificamente no Arroio Tapera, localizado na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, cujo objetivo principal foi avaliar a qualidade da água do arroio utilizando o IQA.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O Arroio Tapera (principal curso d'água da cidade) é composto por três principais arroios: Arroio Matadouro, Arroio Ficagna e Arroio Cinco Irmãos. Dessa forma, foram coletadas amostras de água de dois pontos desse recurso hídrico em dois períodos distintos, no mês de agosto de 2019 e outubro de 2019 respectivamente. As amostras foram identificadas como P1 (ponto 1) localizado à jusante da cidade e P2 (ponto 2) à montante da cidade, conforme demonstra a Figura 1.

O arroio está inserido na sub-bacia do Rio Colorado que por sua vez, faz parte da bacia hidrográfica do Alto Jacuí (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE – RS, 2012). Além de contribuir para harmonização paisagística e aspectos socioculturais, este recurso hídrico é fundamental para proteção das comunidades aquáticas, e, à irrigação de plantas e hortaliças.

Para verificação dos pontos de coleta utilizou-se GPS GARMIN eTrex® 10. A coleta foi por meio de amostragem simples, em um ponto intermediário, de massa líquida, distante das bordas, do fundo, e da superfície do corpo hídrico. A coleta também ficou isenta de partículas grandes, folhas e detritos. Foi utilizado termômetro digital AK05 devidamente calibrado e seguiram-se devidamente as normas para coleta de efluentes indicadas pelo laboratório da UPF (Universidade de Passo Fundo) para onde estas foram enviadas. As amostragens ocorreram respectivamente nos dias 21/08 (período seco) e 07/10 (período úmido), no turno da tarde. Esta última foi realizada após dias chuvosos. Após a coleta e identificação, as amostras foram armazenadas em caixa de isopor com gelo (em gel) e levadas imediatamente para o laboratório. Por questões de limitações laboratoriais, a análise de sólidos totais dissolvidos foi realizada no laboratório da UERGS em Três Passos – RS.

Figura 1 - Pontos de coleta das amostras de água do Arroio Tapera. 2019.



Fonte: Google Earth. Adaptado pelo autor (2019)

A metodologia utilizada foi indicada pelos laboratórios responsáveis pelas análises físicas, químicas e biológicas, e estão dispostas na Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis analisadas para a qualidade da água e metodologias utilizadas

(continua)

Parâmetro	Método
Ph	SMWW, 23ª Edição, Método 2580 B
Turbidez (Unidades Nefelométricas de Turbidez – UNT)	SMWW, 23ª Edição, Método 2130 B
OD - Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1})	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 OC
(DBO_5)- Demanda bioquímica de oxigênio (mg.L^{-1})	SMWW, 23ª Edição, Método 5210B
Fósforo total (mg.L^{-1})	SMWW, 23ª Edição, Método 4500 P E
Nitrogênio total (mg.L^{-1})	SMWW, 23ª Edição, Método 4500Norg B
STD - Sólidos totais dissolvidos (mg.L^{-1})	APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 9221E.23rd ed. 2017
Coliformes termotolerantes (Número mais provável – NMP/100 mL)	APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 9221E . 23rd ed.2017

(conclusão)

Parâmetro	Método
Temperatura (°C)	APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 9221E . 23rd ed. 2017

Fonte: Autor (2019)

A qualidade da água foi verificada utilizando o IQA-CETESB. De acordo com a CETESB, as variáveis de qualidade utilizadas para o cálculo do IQA (Tabela 2) refletem a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos. Assim sendo, este índice foi elaborado para avaliar a qualidade das águas, visando sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas. O índice não contempla outras variáveis, tais como: metais pesados, compostos orgânicos com potencial mutagênico, substâncias que afetam as propriedades organolépticas da água, entre outros que afetam a qualidade da água.

Na tabela 2 estão indicados os parâmetros que abrangem o cálculo do IQA bem como os pesos estabelecidos para cada variável.

Tabela 2 - Valores de pesos de cada parâmetro do IQA.

Parâmetros	Peso (w_i)
pH	0,12
Turbidez (UNT)	0,08
OD (mg. L^{-1})	0,17
DBO ₅ (mg. L^{-1})	0,10
P _{total} (mg. L^{-1})	0,10
N _{total} (mg. L^{-1})	0,10
STD (mg. L^{-1})	0,08
Coliformes _{termo} (NMP/100 mL)	0,15
Temperatura (°C)	0,10

Fonte: CETESB (2012)

A partir da aplicação do índice IQA-CETESB, conforme equação anterior obteve-se a classificação da qualidade da água do arroio Tapera, indicado pelo IQA-CETESB conforme ilustrado no quadro 1.

Quadro 1 - Classificação da qualidade da água IQA-CETESB

CATEGORIA	PONDERAÇÃO
ÓTIMA	$79 < IQA \leq 100$
BOA	$51 < IQA \leq 79$
REGULAR	$36 < IQA \leq 51$
RUIM	$19 < IQA \leq 36$
PÉSSIMA	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB (2012)

Os resultados das análises realizadas foram comparados com a normativa existente no Brasil, referente à qualidade da água:

❖ Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 que determina os valores aceitáveis de cada parâmetro na qualidade da água dos recursos hídricos observando para que fim será utilizada, de maneira a conscientizar e promover a preservação ambiental (BRASIL, 2005).

Na Tabela 3 estão especificados os parâmetros que abrangem o IQA bem como os padrões estabelecidos para cada classe de água doce de acordo com sua utilização. Na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, no segmento em estudo, a água está classificada como água doce classe II.

Tabela 3 - Limites dos parâmetros de qualidade da água para cada classe segundo a Resolução nº 367 do CONAMA

PARÂMETROS	CLASSE I	CLASSE II	CLASSE III	CLASSE IV
Ph	6,00 à 9,00	6,00 à 9,00	6,00 à 9,00	6,00 à 9,00
Turbidez (NTU)	< 40	< 100	< 100	N.A.
OD (mg/L)	> 6	> 5	> 4	> 2
DBO5 (mg/L)	≤ 3	≤ 5	≤ 10	N.A.
P _{total} (mg/L)	0,02	0,03	0,05	N.A.
N _{total} (mg/L)	3,7 – pH ≤ 7,5 2,0 – 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 – 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 – pH > 8,5	3,7 – pH ≤ 7,5 2,0 – 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 – 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 – pH > 8,5	13,3 – pH ≤ 7,5 5,6 – 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2 – 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0 – pH > 8,5	N.A.
STD (mg/L)	V.A.	V.A.	≤ 500	V.A.
COL _{termo} (NMP/100 mL)	< 200	< 1000	< 2500	N.A.

Legenda: N.A. – não analisado; V.A. – virtualmente ausentes;

Fonte: CONAMA, 2005.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O arroio Tapera está inserido na bacia hidrográfica do Alto Jacuí, que situa-se na porção centro-norte do Rio Grande do Sul entre as coordenadas geográficas 28°08' a 29°55' de latitude Sul e 52°15' a 53°50' de longitude Oeste. Possui área de 12.985,44 K7m², e abrange alguns municípios como: Carazinho, Cruz Alta, Passo Fundo, Sobradinho, Tupanciretã, entre outros. Os principais cursos de água são os rios: Jacuí, Jacuí-mirim, Jacuizinho, dos Caixões e Soturno. Os principais usos da água se destinam a irrigação, dessedentação animal e consumo humano (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA – RS, 2019).

O município de Tapera está localizado no noroeste gaúcho, sob as coordenadas geográficas: Latitude: 31° 14' 14" Sul, Longitude: 51° 2' 2" Oeste. Segundo dados do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), o município apresentava uma população

de 10.448 habitantes, e 46,8% dos domicílios com esgotamento sanitário adequado. A altitude média da cidade é de 409 metros. No quadro 2, estão descritos os pontos de coleta de amostras com sua localização e a característica do local.

Quadro 2 - Descrição dos locais de amostragem e suas respectivas coordenadas geográficas

Ponto de coleta	Característica do local	Coordenadas geográficas
P1	Recurso hídrico com mata ciliar em seu entorno;	Latitude: 28°37'45.39"S Longitude: 52°51'49.56"O
P2	Recurso hídrico sem aporte de vegetação no local; habitações próximas ao córrego;	Latitude: 28°37'29.58"S Longitude: 52°52'35.17"O

Fonte: Google Earth. Adaptado pelo autor (2019)

Os valores determinados pelos parâmetros químicos, físicos e microbiológicos de qualidade da água para os dois pontos apresentados estão descritos na Tabela 4, juntamente com os padrões definidos pela legislação brasileira através da normativa CONAMA n° 357/05.

Os dois pontos analisados apresentaram contaminação por coliformes termotolerantes o que já era esperado, visto que parte relevante do esgoto doméstico da cidade é lançado no respectivo arroio. Entretanto, o P1 apresentou menor concentração de coliformes termotolerantes que P2, estima-se que seja devido ao fato do primeiro ponto estar localizado em uma área verde, ou seja, possuir poucas fontes de despejos de esgotos domésticos. Contudo o P2 está localizado a jusante dos despejos, o que indica a contaminação pelo lançamento de esgotos sanitários. No entanto, ainda assim, P1 está acima da legislação brasileira que delimita até 1000 NMP/100 mL.

Tabela 4 - Valores das variáveis de qualidade da água dos pontos estudados e padrões da Resolução n° 357 do CONAMA para águas doces classe II

Variáveis	Pontos		RESOLUÇÃO n° 357 do CONAMA		Águas Doces - Classe II
	P1 21/08	P2 21/08	P1 07/10	P2 07/10	
pH	6,91	7,01	6,77	6,81	6,00 à 9,00
Turbidez (UNT)	4,38	7,34	6,82	12,65	< 100
Oxigênio dissolvido (mg. L ⁻¹)	8,8	7,9	6,6	6,3	> 5
DBO ₅ (mg. L ⁻¹)	5,8	3,64	6,2	19,9	≤ 5
P _{total} (mg. L ⁻¹)	0,22	0,39	0,13	0,13	0,03
N _{total} (mg. L ⁻¹)	2,5	2,6	2,6	1,8	3,7 – pH ≤ 7,5
STD (mg. L ⁻¹)	0,31	0,32	0,33	0,37	V.A.
COL _{termo} (NMP/100 mL)	7900	49000	7000	49000	< 1000
Temperatura (°C)	15	15	19	20	-

Legenda: V.A. – virtualmente ausentes.

Fonte: CONAMA. 2005. Adaptado pelo autor (2019)

Os coliformes termotolerantes isoladamente não propagam doenças, no entanto, sua presença pode ser um indicativo de microorganismos patogênicos (WU *et al.*, 2011). Coliformes termotolerantes são os microorganismos do grupo coliforme capazes de fermentar a lactose a 44-45°C. Nesse contexto, apenas a *E. coli* é de origem exclusivamente fecal, estando presente em níveis elevados nas fezes de humanos, mamíferos, entre outros, e é raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal (GASPAROTTO, 2011). Observou-se que nas duas coletas realizadas nos dois pontos amostrados, os valores ultrapassaram os limites da legislação que estabelece $\leq 1.000,00$ NMP/100 mL. Já, no P1, os coliformes termotolerantes apresentaram valores inferiores visto que não há interferência da urbanização e do homem no local, já que é rodeado por vegetação. O valor para o P1 também está acima da normativa, no entanto um dos fatores deve-se à questões de atividades agropecuárias.

As análises apresentaram um pH mais básico (neutro) ou seja, próximo de 7,0. Nos estudos de Leite *et al.*, (2013), também foram encontrados valores para pH próximos ou acima de 7,0, o que indicou que o recurso hídrico estudado (Rio Atibaia), não sofreu modificações neste parâmetro ao receber efluente industrial. Em contrapartida, nos estudos de Agrizzi *et al.*, (2018), foram encontrados valores de pH ligeiramente ácidos para as nascentes analisadas, visto que pode ter sofrido influência pelo tipo de solo, considerado fortemente

ácido e/ou pode ter origem subterrânea. Segundo a CETESB (2020), a alteração do pH também pode ter origem da atividade fotossintética elevada (floração de algas).

Os valores de pH, mantiveram-se dentro dos parâmetros relativos à normativa que delimita pH entre 6,0 à 9,0. O pH pode afetar o metabolismo de várias espécies, e, para proteção das espécies aquáticas deve estar entre 6,00 à 9,5 (BRASIL, 2005). O Potencial Hidrogeniônico (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio aquoso através da presença de íons hidrogênio H^+ . Ele pode influenciar na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, definir o potencial de toxicidade de determinados elementos e contribuir para aumento ou redução da solubilidade de certas substâncias (GASPAROTTO, 2011).

Em relação à temperatura, em ambas as coletas apresentou-se dentro do esperado, ou seja, praticamente equilibrou-se com a temperatura ambiente $20^{\circ}C$, contudo, na legislação CONAMA não estão estipulados valores para temperatura. A temperatura possui duas origens quando correlacionada com o parâmetro de caracterização das águas. A primeira corresponde à origem natural, e está relacionada à transferência de calor por radiação, condução e convecção entre atmosfera e solo. A segunda origem está interligada à ações antropogênicas e está vinculada à águas de torres de resfriamento e despejos industriais (ALVES, 2008). A temperatura influencia na velocidade das reações químicas, na solubilidade de substâncias e nas atividades metabólicas dos organismos (BRASIL, 2014). Nas pesquisas de Marmontel e Rodrigues (2015), ao analisar os parâmetros indicativos para a qualidade de água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar, observou-se que as temperaturas das nascentes ficaram na faixa de $15^{\circ}C$ a $30^{\circ}C$, onde a nascente 1 obteve menores médias no período em estudo devido às condições de sombreamento da mata ciliar no entorno da nascente.

A turbidez encontrada nas análises está dentro da especificação do CONAMA ($< 100,00$ UNT – unidades nefelométricas de turbidez). O alto valor de turbidez do P2 (07/10) – 12,65 UNT em relação às outras amostras, pode estar relacionado ao fato de a amostra ter sido coletada após dias chuvosos, o que faz com que o material particulado fique em suspensão. Em um período de maior precipitação, pode ocorrer um aumento na turbidez em função do grande aporte de material que é carregado pelas chuvas para o corpo d'água em questão (SOUZA, 2008). O autor ao avaliar a água do Córrego Figueira pertencente à microbacia do Queima-Pé de Tangara da Serra/MT observou uma maior turbidez em um dos pontos (20,12 UNT) que poderia estar relacionado com a baixa transparência e diminuição da profundidade, além da falta de mata ciliar no local. A amostra P2 nesse estudo apresentou na segunda coleta

um valor de 12,65, pode ter sido influenciado pela ausência de mata ciliar no local, já que em períodos chuvosos a água pode carrear partículas de solo para dentro do arroio, em virtude de não existir uma barreira para segurá-las.

Em águas naturais, a turbidez deve estar situada na faixa de 3 a 500 unidades nefelométricas de turbidez. Ela pode ser entendida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através do líquido. A turbidez dos recursos hídricos é alta nas regiões que contém solos erosivos, onde a precipitação pluviométrica pode carrear partículas de silte, argila, entre outros (BRASIL, 2014). Este parâmetro pode estar relacionado à quantidade de matéria orgânica presente na água, e/ou com a quantidade de sólidos totais visto que, as três amostras que apresentaram uma turbidez mais elevada, também indicaram uma quantidade maior de sólidos totais dissolvidos.

A turbidez reduz a capacidade de penetração solar no corpo d'água, dificultando assim a fotossíntese da vegetação e das algas presentes no fundo da lagoa, causando a supressão da produtividade de peixes (LIMA, 2018).

A variável OD – oxigênio dissolvido apresentou valores dentro do especificado na legislação em todas as amostragens. O valor mínimo de OD é 5,00 mg. L⁻¹. O oxigênio dissolvido é utilizado para indicar o oxigênio molecular (O₂) dissolvido na água. A concentração de oxigênio dissolvido nos recursos hídricos está atrelada à temperatura, pressão atmosférica, presença de corredeiras ou cachoeiras e interferências antropogênicas como lançamento de efluentes nos cursos d'água (PINTO, 2007). Um recurso hídrico com valores muito baixos de OD pode prejudicar a vida de seres aquáticos. Além disso, baixos índices de OD podem indicar poluição do recurso por matéria orgânica.

Agrizzi *et al.*, (2018), encontraram valores baixos de OD variando de 0,89 à 5,83 mg. L⁻¹. Os autores relacionaram os valores com a especificidade de cada olho d'água e a falta de movimentação e consequente oxigenação da água.

A demanda bioquímica de oxigênio DBO₅ apresentou um valor dentro da especificação (P2 - 21/08) – 3,64 mg. L⁻¹, porém nas outras três amostras apresentou valores acima do padrão para essa variável que é de $\leq 5,00$ mg. L⁻¹. A DBO₅ é utilizada para indicar a presença de matéria orgânica na água (BRASIL, 2014). Ela é muito importante para a caracterização do grau de poluição de um corpo hídrico, sendo importante por estimar o potencial consumo do oxigênio pelos poluentes domésticos e ambientais (SANT'ANA *et al.*, 2019). Ainda de acordo com os autores, o período chuvoso apresentou valores de DBO₅ superiores ao período seco. Constatou-se que isso ocorreu devido ao aumento da matéria orgânica e a chuva, além disso, é provável que tenha ocorrido maior despejo de matéria

orgânica naquele mês, elevando dessa forma a DBO_5 . Em vista disso, verifica-se que a DBO_5 nas coletas realizadas no dia 07/10 (período úmido) – $19,9 \text{ mg. L}^{-1}$ apresentou maiores índices de DBO_5 , o que também pode ser explicado pelo despejo de matéria orgânica e as chuvas ocorridas.

O fósforo representa um dos nutrientes mais importantes para o desenvolvimento das plantas. Sua presença em recursos hídricos está vinculada a processos naturais ou atividades antropogênicas como o lançamento de esgotos, detergentes, fertilizantes, pesticidas, entre outros (BRASIL, 2014).

A Resolução n° 357 do CONAMA estabelece que para ambientes lênticos o padrão para o parâmetro P_{total} é de até $0,030 \text{ mg. L}^{-1}$, e para ambientes intermediários, até $0,050 \text{ mg. L}^{-1}$. Dessa forma, os valores de P_{total} das quatro amostras, estão acima dos dados especificados pela legislação. Isso se deve, muito provavelmente, às ações antrópicas do homem, como o lançamento de esgotos, detergentes, shampoos, condicionadores, uso de fertilizantes que de uma maneira ou outra, são carregados para o recurso natural contribuindo para sua degradação. Nesse sentido, verifica-se que a contribuição pluviométrica da coleta do dia 07/10, pode ter contribuído para o declínio nos valores desse parâmetro, uma vez que na primeira coleta, os índices foram mais elevados ($0,22 \text{ mg. L}^{-1}$ e $0,39 \text{ mg. L}^{-1}$) e em virtude da chuva, ocorreu à diluição deste. Sendo os principais nutrientes nos processos biológicos, o nitrogênio e o fósforo quando em excesso podem ocasionar um aumento de algas e consequente processo de eutrofização no corpo d'água (CETESB, 2019).

O nitrogênio (N_{total}) é um componente muito importante no metabolismo dos ecossistemas aquáticos, é facilmente assimilável nas formas de amônio e nitrato (GASPAROTTO, 2011). De acordo com seu estudo, em 21 das 32 análises realizadas em águas de nascentes urbanas em Piracicaba/SP, apontaram valores acima de $3,0 \text{ mg. L}^{-1}$ para nitrato, o que sugere poluição devido à atividades humanas.

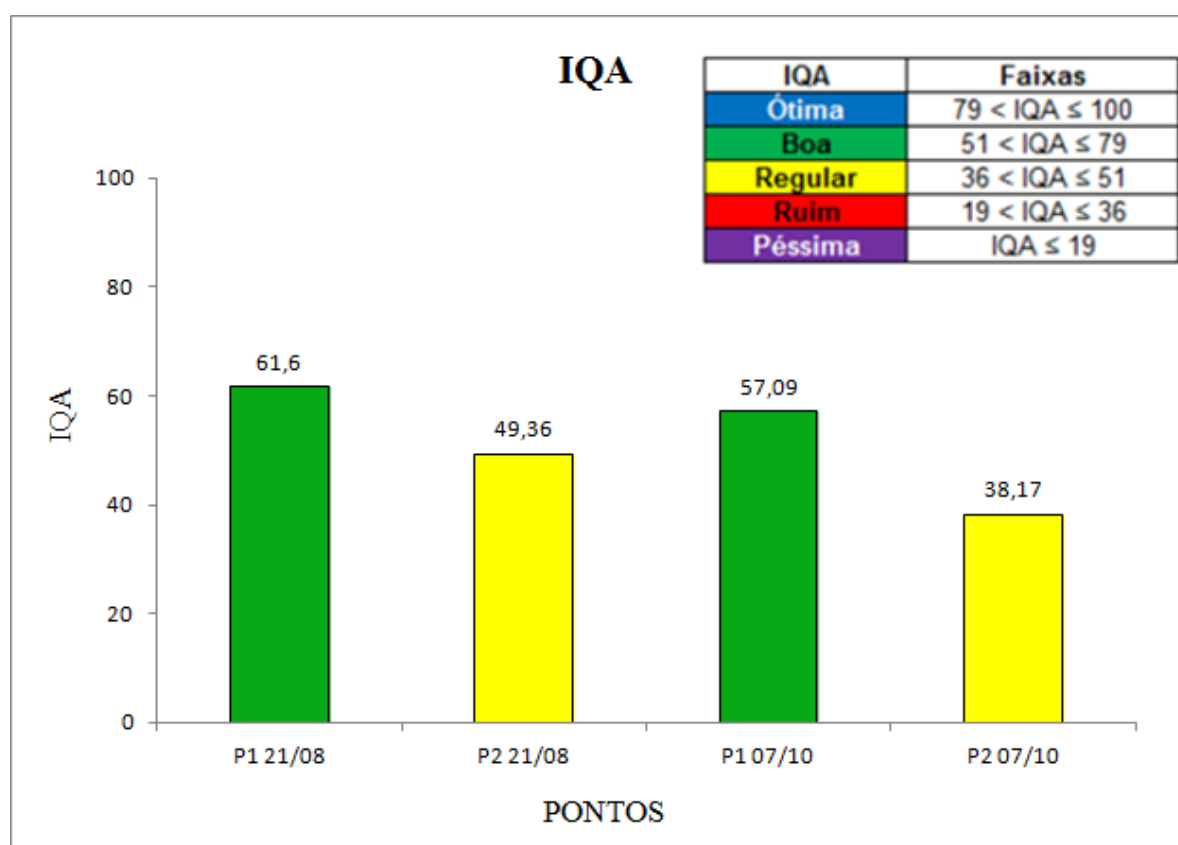
Pôde-se observar que em todas as amostras coletadas no presente estudo, o N_{total} está dentro do especificado pela legislação CONAMA n° 357 que estabelece um padrão de $3,7 \text{ mg. L}^{-1}$ para $\text{pH} \leq 7,0$. Os resultados obtidos ficaram na faixa de $1,8 \text{ mg. L}^{-1}$ até $2,6 \text{ mg. L}^{-1}$.

Em relação à variável STD, constatou-se que esta aumentou gradativamente nas primeiras três análises ($0,31$; $0,32$; $0,33 \text{ mg. L}^{-1}$ respectivamente). Já a última amostra P2 (07/10), apresentou maior quantidade de STD ($0,37 \text{ mg. L}^{-1}$), muito em virtude da turbidez também ter dado relativamente alta ($12,65 \text{ UNT}$), em relação às outras amostras. A resolução brasileira 357 do CONAMA determina que STD sejam virtualmente ausentes.

Sólidos nas águas representam toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-determinada durante um tempo fixado. Em um recurso hídrico, os sólidos podem causar danos à vida aquática, pois podem sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos e/ou danificar os leitos de desova de peixes (CETESB, 2009).

A partir dos valores obtidos para cada parâmetro, foi realizado o cálculo do IQA-CETESB para determinação da qualidade da água do arroio Tapera conforme apresenta a Figura 5.

Figura 5 – Gráfico do IQA – Índice de Qualidade de água obtido para os pontos P1 e P2.



Fonte: Autores, 2019.

A Figura 5 indica os dados obtidos no cálculo de ponderação do IQA que apresentou os seguintes valores: P1 21/08 = 61,60; P2 21/08 = 49,36; P1 07/10 = 57,09 e P2 07/10 = 38,17. Dessa forma, o P1 apresentou um IQA-CETESB classificado como bom enquanto que o P2 apresentou IQA regular.

No entanto, a análise do IQA contempla apenas alguns parâmetros para a avaliação da qualidade da água bruta para abastecimento público após tratamento, dessa forma, deve-se proceder com uma análise mais criteriosa (metais pesados, óleos e graxas, entre outras) para

verificar a real situação da qualidade da água para junto com o índice apresentado propor melhores estratégias de gerenciamento dos recursos hídricos.

Pode-se constatar que P2 apresentou índice regular devido a alta presença de coliformes termotolerantes, 49.000 NMP/100 mL e também ao valor de turbidez bem elevado (12,65 UNT) da coleta do dia 07/10, e DBO₅ de 19,9 mg. L⁻¹, o que fez cair o valor do IQA para 38,17. O P1 mostrou uma qualidade de água boa porque os índices mantiveram-se melhores em relação ao P2. Soares *et al.*, (2018), ao realizar a avaliação da qualidade da água superficial do Rio Beem verificou que três pontos apresentaram valores de IQA de 35 a 42, no período de cheia, sendo classificado como ruim, e nestes locais havia maior interferência humana, com despejos clandestinos de efluentes domésticos caracterizando locais de risco para a população que utilizava das águas do rio. Um ponto apenas apresentou IQA médio (53), estando localizado em área com pouca ou nenhuma interferência humana.

Lopes e Jr (2010) obtiveram valores de IQA entre 37,46 e 63,65 ao analisar a qualidade da água no Ribeirão de Carrancas, enquadrando-se como ruim e médio. Para eles, os principais fatores para redução do índice correspondem a alta taxa de coliformes termotolerantes e baixos valores de pH que podem estar associados à alta concentração de matéria orgânica vegetal que provém da vegetação ciliar próximo ao ponto amostrado. Ainda de acordo com suas pesquisas, os valores de IQA de 40,31 a 52,2 em outro ponto estão relacionados com o lançamento de efluentes domésticos oriundos da área urbana, que está atrelado aos valores de coliformes termotolerantes e oxigênio dissolvido, resultado do maior peso atribuído a esses parâmetros para o cálculo do IQA.

Segundo Leite *et al.*, (2013) o esgoto doméstico contribui para elevar os resíduos totais, matéria orgânica biodegradável e principalmente a *E. coli*, maior preocupação dos órgãos de fiscalização. Ainda de acordo com os autores, a avaliação da qualidade das águas em uma bacia hidrográfica é essencial para garantir o gerenciamento sustentado dos recursos hídricos e seus usos múltiplos.

Os IQAs deste estudo classificados como bom e regular sofreram influência principalmente dos coliformes termotolerantes, OD, pH e turbidez. Em linhas gerais, o IQA apresentou valores aceitáveis, em virtude das ações antrópicas do homem que ocasionam a contaminação e/ou poluição deste recurso natural e conseqüentemente do ecossistema como um todo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os IQA dos dois pontos mostraram-se em geral satisfatório. O P1 apresentou IQA bom, enquanto que P2 apresentou IQA regular, o que indica que apesar de o recurso hídrico sofrer com atividades antrópicas ligadas ao despejo de efluentes domésticos e lixo, ainda sim, indica potencial bom para abastecimento público após tratamento. A exigência dos últimos anos acerca das instalações urbanas precisarem conter fossa e sumidouro também favorece a minimização de impactos sobre o arroio. Por se tratar de uma cidade pequena, menos de 15.000 habitantes, o arroio Tapera está conseguindo diluir o efluente lançado. O pH em águas naturais normalmente é ligeiramente ácido e alcança a alcalinidade quando a água é utilizada e devolvida ao recurso natural, o que foi constatado nessa pesquisa, já que os valores de pH se apresentaram próximos de 7,0. Além disso, foi possível verificar que os índices pluviométricos contribuíram de alguma maneira nos resultados das análises de: turbidez, OD, DBO₅, STD e fósforo.

No entanto, é necessário regradar o uso racional dos recursos naturais para alcançar o objetivo comum de preservação e minimização dos impactos ao meio ambiente. Além disso, é necessária a fiscalização dos órgãos competentes acerca do cumprimento destas leis e a devida punição para quem não o fizer.

O cálculo do IQA pode ser considerado uma importante ferramenta na análise da qualidade da água bruta, para fins de abastecimento público após o tratamento especializado, fornecendo dessa maneira informações relevantes, porém, apresenta algumas limitações, pois não leva em consideração outras variáveis importantes da água, como metais pesados e substâncias com potencial mutagênico. Outra limitação do índice é considerar sua utilização somente para o abastecimento público.

Com a utilização deste instrumento, é possível planejar ações para manter a qualidade dos recursos hídricos. A recomposição de vegetação ciliar, o controle da erosão, o desassoreamento de rios e lagos, o controle do uso e ocupação do solo, são algumas medidas que podem contribuir para a manutenção dos cursos d'água, assim como não desperdiçar água e não jogar lixo no meio ambiente.

ABSTRACT

WATER QUALITY ASSESSMENT OF ARROIO TAPERA - RS USING IQA - WATER QUALITY INDEX

The growing concern about the depletion of water resources is a reality present in society. Water is a primordial good for human beings and nature as a whole. However, the culture of waste and non-treatment of the sewage / effluent generated and released, therefore, in watercourses, is increasingly present in the modern world. In this sense, a study was carried out in the city of Tapera - RS, whose objective was to evaluate the water quality of Arroio Tapera, which is inserted in the Alto Jacuí Hydrographic Basin, which has discharge points for domestic sewage without proper treatment and which contributes to the degradation of this resource. The IQA-CETESB (Water Quality Index) adapted by CETESB - Environmental Company of the State of São Paulo was used for this study to assess the quality of raw water for public supply after due treatment. Thus, two samples were collected at two different points of the stream and at two times (dry and wet) to check the water quality, and nine variables were analyzed in the laboratory. It was found that the IQA-CETESB at point 1 (P1) of collection was good while at point 2 (P2) the index was regular. In general, the results obtained are considered acceptable, because, despite suffering from anthropogenic activities related to the irregular discharge of domestic sewage, the stream is managing to dilute this effluent. Some important actions for the management of water resources include the restoration of riparian vegetation, erosion control, silting, slope control, among others.

Keywords: Water quality. Water quality index. Water resource.

REFERÊNCIAS

AGRIZZI, D. V. *et al.* **Qualidade da água de nascentes do Assentamento Paraíso.** Revista de Engenharia Sanitária Ambiental, 2018. Pg. 557-568. V. 23. N. 3.

ALVES, E. C. *et al.* **Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.** Paraná, Acta Scientiarum Technology: 2008. Pg. 39-48. V. 30; N. 1.

ALVES, L. S. *et al.* **Avaliação da qualidade da água na bacia do rio Camarajipe (Salvador – Brasil): diagnóstico dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e determinação do IQA.** Revista Brasileira de Meio Ambiente, 2019. Pg. 71-80. V.6. N.1.

BACCI, D. D. L. C.; PATACA, E. M. **Educação para a água.** São Paulo: Estudos Avançados, 2008. Pg. 211-225. V. 22.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº357, de 17 de março de 2005.** Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.

BRASIL. Fundação Nacional da Saúde (FUNASA). **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs.** 2014. Disponível em: < <http://www.funasa.gov.br/site/wp>

content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf > Acesso em: 12 outubro de 2019.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Apêndice D. **Índice de qualidade das águas**. São Paulo: 2017. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf> > Acessado em: 12 de outubro de 2019.

_____. Mortandade de peixes. **Matéria orgânica e nutrientes**. São Paulo. Disponível em : < <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/materia-organica-e-nutrientes/> >. Acessado em: 13 de setembro de 2019.

_____. Mortandade de peixes. **pH**. São Paulo. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/ph/> >. Acessado em: 31 de janeiro de 2020.

_____. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem**. São Paulo, 2009. Pg. 44.

GASPAROTTO, Felipe A. **Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP**. Dissertação de Mestrado. Piracicaba, 2011.

GLORIA, L. P. *et al.* **Avaliação da qualidade da água de bacias hidrográficas através da ferramenta do índice de qualidade da água – IQA**. Caderno Pedagógico Univates, 2017. Pg. 103-119. V.14. N.1.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/tapera/panorama> > Acessado em: 14 de setembro de 2019.

LEITE, D. A. N. O. *et al.* **Avaliação dos parâmetros do índice de qualidade de água segundo o modelo estatístico arima**. HOLOS Environment, 2013. Pg. 24. V.13. N.1.

LIMA, Lorena S. **Estudo dos Índices de Qualidade da Água (IQA) e do Estado Trófico (IET) na Lagoa do Gambá, Ouro Preto, MG**. Monografia. Ouro Preto, 2018.

LOPES, F. W. A.; JR, A. P. M.; **Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas**. Belo Horizonte, 2010. Pg. 134-147.

MAIA NETO, Cândido Furtado. **Água: direito humano fundamental máximo**. 2008. Pg. 323-352.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. **Parâmetros indicativos para a qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar**. Botucatu: Floresta e Ambiente, 2015.

MAZIERO, E. *et al.* **Legislação ambiental brasileira: princípios básicos e reflexões no contexto de sustentabilidade**. Porto Alegre, 2016. Pg. 87-98. V. 13.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. Porto Alegre: Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável, 2002.

PINTO, Magda C. F. **Manual medição in loco**. Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/pgagem/manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf>. Acesso em: 12 de outubro 2019.

SANT'ANA, G. R. S. *et al.* **Aspectos físico-químicos dos córregos de Limeira e do lajeado em área de cultivo de cana-de-açúcar, no município de Quirinópolis-GO**. Jataí, 2019.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA – RS. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/g050-bacia-hidrografica-do-alto-jacui>> Acessado em: 14 de setembro de 2019.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE – RS. Departamento de Recursos Hídricos – DRH. **Elaboração de serviço de consultoria relativo ao processo de planejamento dos usos da água na bacia hidrográfica do Alto Jacuí – Etapas A e B. Relatório Técnico 5: Cenários Futuros para a gestão – RT5**. Engeplus. Rio Grande do Sul, 2012.

SOARES, M. D. R. *et al.* **Avaliação do índice de qualidade da água superficial do rio Beem**. São Bernardo do Campo, 2018.

SOUZA, H. M. L.; NUNES, J. R. S. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos do córrego Figueira pertencente à microbacia do Queima-Pé de Tangará da Serra – MT**. Espírito Santo do Pinhal, 2008.

TUCCI, C. E. M. O. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. Ed. São Paulo: Escritura Editora, 2002. Pg. 473-506.

TUNDISI, José Galizia. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções**. São Paulo: Estudos Avançados, 2008. Pg. 1-16. V. 22.

_____. **Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos**. São Paulo: Estudos Avançados, 2006. Pg. 24-35. N. 70.

WU, J. *et al.* **Are microbial indicators and pathogens correlated? A statistical analysis of 40 years of research**. Journal of Water and Health, 2011. Pg. 265-278. V. 9; N. 2.