

Avaliação dos parâmetros e do índice de qualidade da água para o Arroio Moreira/Fragata, Pelotas/RS

Os diversos usos da água a tornam essencial para nossa sobrevivência, tornando-se indispensável sua proteção e garantia de melhor qualidade e quantidade. Embasando-se nestas alegações, este trabalho tem por objetivo monitorar e analisar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água do Arroio Moreira/Fragata, principal afluente da Bacia Moreira/Fragata, assim como verificar se os resultados obtidos estão dentro das condições e padrões de qualidade estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 para águas doces de classe 2. Além disso, foi estabelecido o Índice de Qualidade de Água (IQA) de todos os 5 pontos de coleta. O ponto 1, que era próximo a nascente, apresentou a melhor qualidade tanto em relação aos parâmetros quanto no Índice de Qualidade da Água, na maioria das coletas, em contrapartida, o ponto 4, que se localiza na área urbana de Pelotas, foi o que apresentou o pior Índice de Qualidade da Água. A presença de uma lagoa antes do ponto 5, que fica a jusante em relação ao ponto 4, pode ter influenciado na qualidade do mesmo, de forma positiva, pois muitos de seus parâmetros obtiveram melhores resultados que o ponto anterior devido ao tempo em que a água ficou represada na mesma antes de continuar seu curso.

Palavras-chave: Poluição hídrica; Monitoramento ambiental; Resolução CONAMA 357/05; IQA.

Evaluation of parameters and water quality index for stream Moreira/Fragata, Pelotas/RS

The various uses of water make it essential for our survival, making essential its protection and guarantee of quality and quantity. Based on these affirmations, this work aims to monitor and analyze the physical, chemical and microbiological parameters of the water of the Arroio Moreira/Fragata, the main tributary of the Moreira/Fragata Basin, as well as verifying whether the results obtained are within the conditions and standards of quality established by CONAMA resolution 357/05 for class 2 freshwater. Furthermore, the Water Quality Index (IQA) of all 5 collection points was established. Point 1, which was close to the source, presented the best quality both in relation to the parameters and in the Water Quality Index, in most collections, in contrast, point 4, which is located in the urban area of Pelotas, was which presented the worst Water Quality Index. The presence of a lagoon before point 5, which is downstream from point 4, may have positively influenced its quality, as many of its parameters obtained better results than the previous point due to the time in which the water was dammed in it before continuing its course.


Keywords: Water pollution; Environmental monitoring; CONAMA Resolution 357/05; WQI.

Topic: Engenharia da Sustentabilidade e Meio Ambiente

Received: 10/05/2020


Approved: 06/06/2020


Reviewed anonymously in the process of blind peer.


Gabriel Borges dos Santos 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8502930511377553>
<http://orcid.org/0000-0002-0013-0134>
gabrielwxsantos@hotmail.com


Marlon Heitor Kunst Valentini 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6499660114940771>
<http://orcid.org/0000-0003-3183-5142>
marlon.valentini@hotmail.com


Larissa Aldrighi da Silva 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1786513412610267>
<http://orcid.org/0000-0002-1985-3279>
larissa.aldrighi@gmail.com


Henrique Sanchez Franz 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0985124189064768>
<http://orcid.org/0000-0002-7003-2687>
hsffranz@gmail.com


Bárbara de Lima Corrêa 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3961220820729315>
<http://orcid.org/0000-0001-8029-3285>
barb.lima.correa@gmail.com


Francine Vicentini Viana 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0219375029813785>
<http://orcid.org/0000-0001-9881-0965>
fravivi@gmail.com

Marília Guidotti Corrêa 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2113299633932476>
<http://orcid.org/0000-0001-9091-6001>
mariliaguidotti@yahoo.com.br

Beatriz Müller Vieira 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7971506885058825>
<http://orcid.org/0000-0002-0813-2417>
biamvieira14@hotmail.com

Willian César Nadaleti 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4670559561277136>
<http://orcid.org/0000-0002-4727-4127>
williancezarnadaletti@gmail.com

Diuliana Leandro 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3076528365846421>
<http://orcid.org/0000-0002-8092-5550>
diuliana.leandro@gmail.com

Bruno Müller Vieira 
Universidade Federal de Pelotas, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1885554662703620>
<http://orcid.org/0000-0002-9615-3778>
bruno.prppg@hotmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2020.004.0024

Referencing this:

SANTOS, G. B.; VALENTINI, M. H. K.; SILVA, L. A.; FRANZ, H. S.; CORRÊA, B. L.; VIANA, F. V.; CORRÊA, M. G.; VIEIRA, B. M.; NADALETI, W. C.; LEANDRO, D.; VIEIRA, B. M.. Avaliação dos parâmetros e do índice de qualidade da água para o Arroio Moreira/Fragata, Pelotas/RS. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.4, p.287-299, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.004.0024>

INTRODUÇÃO

O gerenciamento sustentável da superfície da Terra, como mudanças na qualidade dos recursos hídricos, continua sendo um desafio ambiental crítico que a sociedade deve enfrentar (GUZHA et al., 2018). De acordo com Santos et al. (2018), os recursos hídricos têm demandado constantes estudos de monitoramento e atenção especial dos ambientalistas.

Apesar de a água ser considerada um dos elementos essenciais para a vida na terra, sendo uma condição básica e um bem imprescindível para todo ser vivo, alguns dos problemas atuais de poluição como êxodo rural, expansão urbanística e industrialização vem afetando sua qualidade (SANTOS et al., 2013; CALEGARI et al., 2015; RAMACHANDRA et al., 2014). Vale destacar que as águas superficiais são muito vulneráveis à poluição devido a seu fácil acesso e, além disso, ao contrário de outras fontes naturais, a mesma flui continuamente, dessa forma, o transporte de poluentes para longe do foco de contaminação inicial é inevitável (PUJOL-VILA et al., 2015).

Assim, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, estabeleceu condições de qualidade para o enquadramento dos corpos hídricos no Brasil, e ainda fixou limites superiores ou inferiores para diversos parâmetros em sistemas de água doce, salobra e salina (CONAMA, 2005).

Outro procedimento que pode auxiliar na determinação da qualidade do ambiente aquático, ou melhor, que auxilia no estudo da degradação de bacias hidrográficas é o Índice de Qualidade das Águas (IQA) (FERREIRA et al., 2015). O IQA é um método simples que utiliza um grupo de parâmetros que reduzem grandes quantidades de informações a um único número, na maioria das vezes sem dimensão. Esse método fornece dados importantes que descrevem o status geral da qualidade da água de determinado corpo hídrico, o que pode auxiliar na escolha da técnica de tratamento do mesmo frente a uma possível contaminação (EWAID et al., 2017).

Diante do contexto apresentado, a Bacia do Arroio Moreira/Fragata, que compõe uma das vinte e seis bacias do estado do Rio Grande do Sul (RS), vem sofrendo com a ocupação de extensas áreas ao longo do seu espaço natural, alterando a qualidade da água e modificando a paisagem do leito dos recursos hídricos. Conforme o Ministério Público (MP), é necessário e fundamental o monitoramento das águas e dos leitos do arroio principal e tributários da Bacia Moreira/Fragata, isso se dá devido à importância desse arroio sob diversos aspectos e seus usos, como por exemplo, abastecimento público (VALADÃO et al., 2018).

De acordo com Valadão et al. (2018), apurou-se que, a elevada área de ocupação antrópica no ambiente rural da bacia acabou ocasionando impactos ambientais negativos no meio ambiente. Além disso, foi detectado na parte sul da bacia (região urbana) alteração na qualidade da água através dos resultados encontrados para os parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Com esses resultados encontrados, demonstra-se a importância da realização de estudos para a avaliação das águas superficiais da bacia em questão.

Assim, este estudo tem por objetivo monitorar a qualidade da água do Arroio Moreira/Fragata

através de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, avaliar os resultados obtidos considerando as condições e padrões de qualidade estabelecidos pela resolução CONAMA nº357 de 2005 e também determinar o Índice de Qualidade de Água para os pontos amostrais, analisando os resultados obtidos constatando possíveis alterações.

REVISÃO TEÓRICA

Descrição da área de estudo

Inserido na Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo, o município de Pelotas/RS tem seu território dividido em oito sub-bacias, conforme mostra a Figura 1, são elas: Bacia do Arroio Pelotas, Pepino, Moreira/Fragata, Contagem, Corrientes, Turucu, Santa Bárbara e a Bacia Litoral-Praias (OLIVEIRA, 2017).

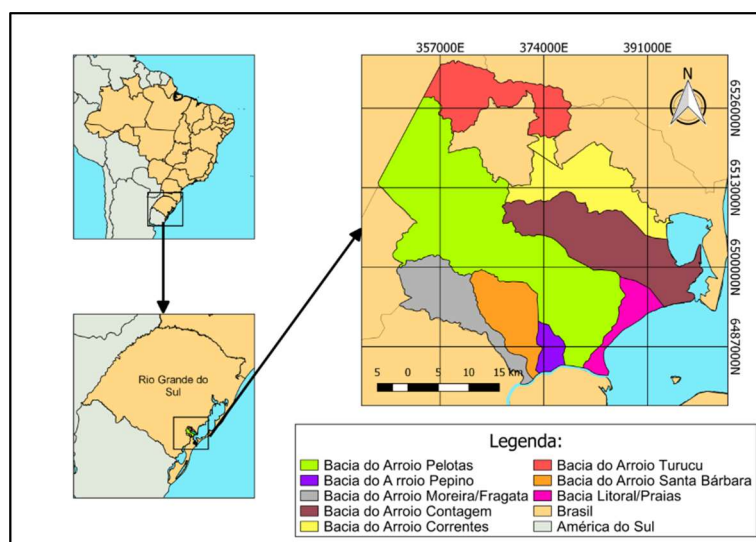


Figura 1: Bacias hidrográficas do município de Pelotas.

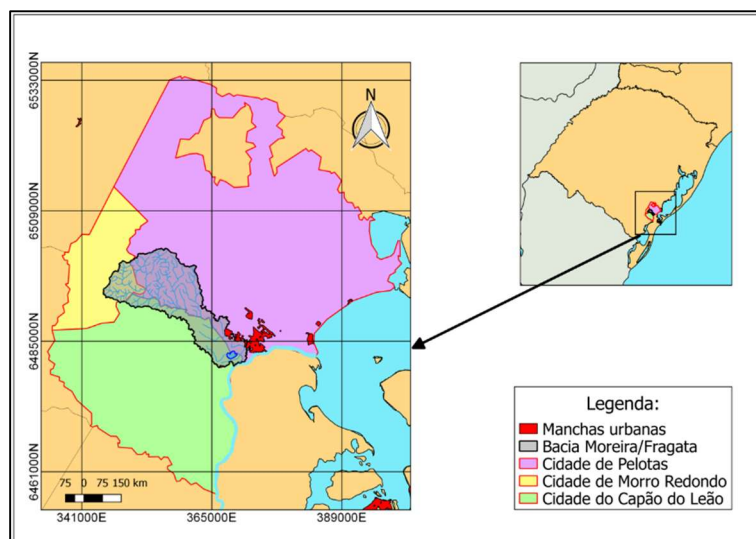


Figura 2: Localização da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira/Fragata.

As Figuras a seguir (1, 2 e 3) foram associadas ao sistema de referência SIRGAS 2000 e projetadas no sistema de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) para o fuso 22S. Para obtenção das mesmas utilizou-se um software livre de código aberto conhecido como QGIS, versão 2.18.24, ao qual permite a

visualização, edição e análise de dados georreferenciados.

De acordo com Valadão et al. (2018), a Bacia do Arroio Moreira/Fragata, localizada na região sudoeste do município de Pelotas/RS, abrange aproximadamente 87 km², sua distribuição não está somente na cidade de Pelotas, mas também no município do Capão do Leão e Morro Redondo, além dos distritos da Cascata, Monte Bonito e da Área Urbana de Pelotas (figura 2).

O Arroio Moreira/Fragata, Arroio principal da bacia apresenta um desnível geométrico de 285 m, percorrendo 37,9 km de extensão, desembocando no Canal São Gonçalo. Seus principais tributários localizados na sua margem esquerda são os arroios Pestana, Michaela e Moinho e na margem direita o arroio Taquara (VALADÃO et al., 2018). Vale destacar que o Arroio Moreira constitui um dos três mananciais de abastecimento de água da cidade de Pelotas (HANSMANN, 2013).

Pontos de Coleta

Os cinco pontos de coleta, escolhidos devido às características descritas na Tabela 1, são representados na Figura 3, e se distribuem ao longo do principal corpo hídrico da Bacia Hidrográfica do Arroio Moreira/Fragata, desde a nascente de cota mais alta localizada na Serra da Buena no Distrito da Cascata até seu exutório, no Canal São Gonçalo, ressaltando que a nascente escolhida se deu devido à mesma estar localizada na cota mais alta em relação às demais nascentes.

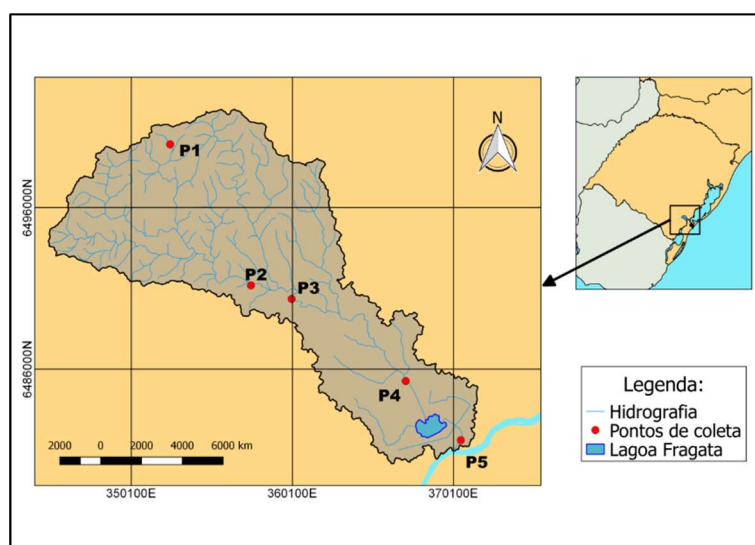


Figura 3: Localizações dos pontos de coleta ao longo do Arroio Moreira/Fragata.

A Tabela 1 apresenta a descrição dos cinco pontos de coleta, além disso, traz as coordenadas geográficas obtidas através do software QGIS 2.18.24, referenciado através do sistema cartesiano UTM.

Tabela 1: Descrição e coordenadas dos pontos de coleta no sistema de referência SIRGAS 2000 e projeção UTM zone22s.

| Pontos | Descrição | Coordenada X (Este) | Coordenada Y (Norte) |
|--------|--|---------------------|----------------------|
| P1 | Nascente | 370609.56m | 6481643.93m |
| P2 | Pós Estação de Tratamento de Água Arroio Moreira | 367184.84m | 6485303.34m |
| P3 | Pós-afluente Michaela | 360102.76m | 6490383.11m |
| P4 | Localizado na área urbana pós-residências e indústrias | 357575.15m | 6491224.28m |
| P5 | Exutório | 352553.19m | 6499953.39m |

Amostragem

O monitoramento foi realizado através de seis coletas, três no ano de 2018 (Maio, Junho e Julho) e três no ano de 2019 (Fevereiro, Março e Abril), período de maior probabilidade de contribuição por lançamentos (defensivos agrícolas, efluentes industriais, entre outros) devido às atividades agroindustriais e agrícolas serem intensas na região. Tanto a coleta, armazenamento, preservação e análise das amostras seguiram as normas padrão descritas pelo Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater (APHA, 2017). Já para a análise de matéria orgânica se seguiu a Norma Técnica da ABNT NBR 10739 de 1989.

Parâmetros determinados

As análises foram realizadas no laboratório de Análise de Águas e Efluentes da Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim (ALM) – UFPel, localizada na cidade de Pelotas/RS. Todos parâmetros determinados no estudo estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros realizados no estudo.

| Tipo | Parâmetro | Método ou equipamento de medição utilizado |
|---------------------|--------------------------------|---|
| Parâmetros físicos | Temperatura | Medidor Multiparâmetro de Bolso (Combo 5) |
| | Condutividade elétrica | Medidor Multiparâmetro de Bolso (Combo 5) |
| | Turbidez | Turbidímetro Ap 2000 Policontrol |
| | Sólidos totais | Gravimétrico |
| Parâmetros químicos | pH | Medidor Multiparâmetro de Bolso (Combo 5) |
| | Nitrogênio Kjeldahl | Digestão ácida e determinação por titulação |
| | Fósforo | Colorimétrico – Espectroscopia de UV-Vis |
| | Oxigênio dissolvido | Titulométrico |
| | Matéria orgânica | Titulométrico |
| | Demanda Bioquímica de oxigênio | Titulométrico |
| Parâmetro biológico | Alumínio | Colorimétrico – Espectroscopia de UV-Vis |
| | Coliformes termotolerantes | Método de tubos múltiplos |

Padrões de qualidade

Tabela 3: Condições e padrões de qualidade estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/05 para águas doces de classe II.

| Parâmetro | Classe 2 |
|-------------------------------|----------|
| Coliformes (NMP/100mL) | ≤ 1000* |
| DBO (mg/L O ₂) | ≤ 5 |
| OD (mg/L O ₂) | ≥ 5 |
| Turbidez (UNT) | ≤ 100 |
| Ph | 6 a 9 |
| NTK (mg/L N) | ≤ 2,18 |
| Fósforo total (mg/L P) | ≤ 0,03 |
| Alumínio Dissolvido (mg/L Al) | ≤ 0,1 |

*em 80% de pelo menos 6 amostras coletados no ano.

Segundo o Relatório Anual de Qualidade Ambiental do município de Pelotas (PELOTAS, 2016), ainda não existe uma resolução que aprove o enquadramento de águas referentes à Bacia Hidrográfica da Mirim - São Gonçalo. Neste caso, conforme Artigo 42 da resolução do CONAMA 357/2005, é estabelecido que: “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2” (CONAMA, 2005). Assim, o enquadramento de acordo com essa resolução para o Arroio Moreira/fragata é classe 2. As condições e padrões aplicados às águas doces de classe 2, conforme o Art. 15 desta resolução

são apresentadas na Tabela 3.

Índice de Qualidade da Água (IQA)

O IQA utilizado neste estudo é composto por nove parâmetros, cada um com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água. Os parâmetros adotados neste estudo para o cálculo do IQA seguiram a adaptação proposta pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) a partir dos parâmetros definidos pela National Sanitation Foundation (NSF), parâmetros esses representados na Tabela 4 com seu respectivo peso (w).

Tabela 4: Parâmetros do IQA e seus respectivos pesos.

| Parâmetros | Pesos (w) |
|--------------------------------------|-----------|
| Oxigênio dissolvido (OD) | 0,17 |
| Coliformes Termotolerantes | 0,15 |
| Potencial hidrogeniônico (pH) | 0,12 |
| Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) | 0,10 |
| Temperatura | 0,10 |
| Nitrogênio total | 0,10 |
| Fósforo total | 0,10 |
| Turbidez | 0,08 |
| Sólidos Totais | 0,08 |

Fonte: ANA (2005).

O IQA é calculado por meio do produto ponderado dos nove parâmetros utilizados, através da seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n qi^{wi} \quad (1)$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas. Um número que varia entre 0 e 100, sendo o extremo superior considerado como de melhor qualidade;

qi = qualidade do i -ésimo parâmetro. Um número que também varia entre 0 e 100.

wi = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade (um número entre 0 e 1).

Assim, durante os seis meses de coleta os resultados de cada um dos cinco pontos de monitoramento, para cada um desses nove parâmetros foram utilizados na fórmula anterior para calcular o IQA de cada ponto. De acordo com ANA (2005), cada estado brasileiro possui sua faixa de valor para classificar o IQA. Na Tabela 5 é apresentada a classificação dos valores do IQA para o estado do Rio Grande do Sul (RS).

Tabela 5: Classificação dos valores do IQA para o estado do RS.

| Valor do IQA | Qualidade da água |
|--------------|-------------------|
| 91-100 | Ótima |
| 71-90 | Boa |
| 51-70 | Aceitável |
| 26-50 | Ruim |
| 0-25 | Péssima |

Fonte: ANA (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliações dos parâmetros segundo a resolução CONAMA 357/2005

Na Tabela 6 é apresentada a média e o desvio padrão dos resultados das seis coletas dos parâmetros físicos (turbidez, sólidos totais (ST), temperatura e condutividade) obtidos para os cinco pontos de coleta.

Tabela 6: Médias e desvio padrão dos resultados de cada parâmetro físico para todos os pontos de coleta.

| Parâmetros físicos | | | | |
|--------------------|----------------|-------------------|------------------|-----------------------|
| Pontos | Turbidez (UNT) | ST (mg/L) | Temperatura (°C) | Condutividade (µS/cm) |
| P1 | 6,01 ± 3,81 | 43,33 ± 19,30 | 18,92 ± 3,53 | 37,11 ± 25,86 |
| P2 | 29,56 ± 22,48 | 104,75 ± 39,26 | 19,67 ± 3,89 | 91,06 ± 35,04 |
| P3 | 27,32 ± 21,46 | 104,63 ± 49,46 | 19,65 ± 3,94 | 93,36 ± 35,51 |
| P4 | 25,68 ± 15,76 | 137,00 ± 27,38 | 20,42 ± 4,44 | 158,28 ± 39,50 |
| P5 | 33,80 ± 19,30 | 1187,92 ± 2456,96 | 21,07 ± 5,43 | 216,18 ± 230,01 |

Considerando a resolução do CONAMA 357/2005, todos os resultados de turbidez demonstram níveis dentro do permitido para a classe 2. Já no que se refere a sólidos totais, de acordo com o estudo desenvolvido por Souza et al. (2014), valores iguais ou superiores a 200 mg/L indicam como possível justificativa, a contribuição elevada de lançamento de esgoto *in natura*. Outro fator que pode elevar os sólidos totais na água é a presença de salinidade elevada, pois conforme Almeida (2013), quando se aumenta as concentrações de sais dissolvidos na água maior será a quantidade de sólidos totais. Seguindo estas colocações, destaca-se o ponto 5, no mesmo pode ocorrer a presença de salinidade elevada, visto que a ligação entre o São Gonçalo e a Laguna dos Patos (água salobra) é influenciada pela maré, horas enchente e horas vazante, assim como, a sua localização se dar próximo à área urbana de Pelotas sendo possivelmente influenciado pela presença de esgotos *in natura*.

Ressalta-se que a turbidez é causada pela presença de materiais sólidos em suspensão na água, como silte, argila, coloides, matéria orgânica, matéria inorgânica etc., além disso, a turbidez e os materiais sólidos em suspensão possuem comportamentos semelhantes (FAY, 2006; ANA, 2009). A alta concentração da turbidez e dos sólidos totais pode reduzir a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e das algas, esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes (CETESB, 2013). Através dos resultados apresentados, o ponto 1, que se localiza próximo a nascente, possui a menor turbidez entre os demais pontos, o que se pode inferir devido à pouca influência antrópica sofrida pelo mesmo.

A temperatura e a condutividade não têm um valor limite pré-estabelecido pela resolução do CONAMA 357/2005 para águas doces. A temperatura do arroio Moreira/Fragata não apresenta grande variação ao longo dos pontos. Como a elevação da temperatura da água geralmente é provocada por despejos industriais (NOGUEIRA et al., 2015), os resultados obtidos demonstram essa não variação da temperatura por contaminação térmica, mas sim sendo influenciada possivelmente por fatores como latitude, altitude, período do dia etc.

De acordo com Gasparotto (2011), resultados que apresentam variação de 100 a 10.000 µS/cm de condutividade, indicam contaminação devido à presença de efluentes de esgotos. Assim, partindo-se da ideia de que o limite máximo para uma água de boa qualidade é 100µS/cm, apenas os pontos 4 e 5 apresentam

níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Um provável fator é a localização dos mesmos, pois estão próximos a área urbana de Pelotas (conforme Figura 3), suscetíveis a contaminação por esgotos, porém como citado anteriormente a presença de salinidade alta pode ocorrer no ponto 5, o que favorece também para o aumento na condutividade do mesmo, pois segundo Barbosa (2017), sua associação está imediatamente ligada à salinidade das águas o que pode justificar o resultado maior que nos demais pontos. Na Tabela 7 é apresentada a média dos resultados referentes aos parâmetros químicos obtidos para os cinco pontos de coleta.

Tabela 7: Médias e desvio padrão dos resultados dos parâmetros químicos para os pontos de coleta.

| Parâmetros químicos | | | |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Pontos | pH | OD (mg/L) | DBO (mg/L) |
| P1 | 6,38 \pm 0,17 | 7,09 \pm 0,96 | 1,08 \pm 1,26 |
| P2 | 6,65 \pm 0,52 | 7,69 \pm 0,85 | 1,30 \pm 1,28 |
| P3 | 6,56 \pm 0,48 | 7,30 \pm 1,06 | 0,97 \pm 0,82 |
| P4 | 6,31 \pm 0,41 | 4,24 \pm 1,51 | 1,37 \pm 0,92 |
| P5 | 6,58 \pm 0,52 | 5,99 \pm 1,52 | 0,70 \pm 0,24 |
| Pontos | N (mg/L) | P (mg/L) | MO (mg/L) |
| P1 | 0,77 \pm 0,58 | 0,04 \pm 0,75 | 2,90 \pm 1,04 |
| P2 | 1,22 \pm 0,77 | 0,09 \pm 0,89 | 5,58 \pm 3,12 |
| P3 | 1,22 \pm 0,73 | 0,10 \pm 0,91 | 5,73 \pm 3,52 |
| P4 | 1,40 \pm 0,92 | 0,12 \pm 0,82 | 6,46 \pm 2,54 |
| P5 | 0,96 \pm 1,06 | 0,09 \pm 0,48 | 6,17 \pm 2,15 |

Todos os valores encontrados para o parâmetro pH em qualquer um dos pontos de coleta se encontram dentro do valor estabelecido pela resolução do CONAMA 357/2005, o qual deve encontrar-se na faixa de 6 e 9 para águas doces de classe 2. Segundo Nogueira et al. (2015) o pH das águas é muito influenciado pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, quanto maior a quantidade da mesma, menor será o pH. Fatores naturais como a dissolução de rochas e a fotossíntese também influenciam no pH da água (VON SPERLING, 2007).

Em relação ao oxigênio dissolvido (OD) apenas o ponto 4 se encontra fora do limite estabelecido pela legislação, ele apresenta 4,24 mg/L de O_2 enquanto o estabelecido pela resolução é de ≥ 5 mg/L de O_2 . Já os demais pontos encontram-se dentro do recomendado, assim como resultados encontrados por Coradi et al. (2009) para o Arroio Pelotas, onde a concentração de OD foi considerada satisfatória para manutenção de vida aeróbia.

De acordo com Fuzinato (2009), o excesso de matéria orgânica em um determinado corpo hídrico causa uma grande redução no OD, partindo deste princípio um dos possíveis motivos de que o ponto 4 apresente baixo OD é que além de se encontrar na região urbana, sendo influenciado pelo descarte de efluentes de esgoto doméstico, também sofre influência por efluentes industriais. Porém outros parâmetros também influenciam no OD da água. Baixas temperaturas, por exemplo, reduzem a volatilização dos gases de oxigênio contidos na água elevando, portanto, os níveis de OD, já com o aumento da temperatura a taxa metabólica dos organismos também aumenta, acarretando o consumo desse oxigênio (VON SPERLING, 2007).

Diferente do OD os valores de DBO se encontram todos dentro do permitido pela resolução do

CONAMA 357/2005, que é de ≤ 5 mg/L de O_2 . O ponto que apresenta maior DBO é o ponto 4, corroborando com o resultado do OD. Como a DBO é a quantidade necessária de oxigênio requerida por microrganismos para realizar a oxidação da matéria orgânica, os microrganismos neste ponto 4 acabam usando uma grande quantidade de oxigênio para decompor a matéria orgânica, assim dessa forma reduzindo a concentração de oxigênio dissolvido no mesmo (BARBOSA, 2017).

O parâmetro químico nitrogênio assim como o pH e a DBO, se encontra dentro do limite aceitável pela resolução em questão, que é $\leq 2,18$ mg/L de N. Destacando-se o ponto 1 (nascente), onde se obteve o resultado mais baixo, 0,77 mg/L de N, que de acordo com Von Sperling (2007) as principais fontes de nitrogênio para as nascentes, é a decomposição da matéria orgânica (células e excrementos), isso na ausência de contaminação antrópica. Outro ponto que merece destaque, é o ponto 4, o mesmo alcançou 1,4 mg/L de N indicando uma possível influencia antrópica, que segundo Von Sperling (2005) pode se dar devido a despejos domésticos, industriais, uso de fertilizantes, etc.

O fósforo, em todos os pontos de coleta, apresentou resultados acima do limite estabelecido pela resolução do CONAMA 357/2005, que é $\leq 0,03$ mg/L de P, vale destacar que o mesmo foi o único acima do estabelecido para o ponto 1. O fósforo, assim como o nitrogênio, pode se dar através da decomposição da matéria orgânica (células e excrementos) ou até mesmo de esgotos domésticos, efluentes industriais, e fertilizantes (VON SPERLING, 2007). Além disso, vale ressaltar que esses dois elementos (N e P) são um dos principais nutrientes para os processos biológicos, onde em altas concentrações podem ocasionar o fenômeno de eutrofização (LIMA et al., 2016).

No estudo de Fia et al. (2009) todas as concentrações mínimas em relação ao P foram superiores aos valores estabelecidos pela referida resolução para o Arroio Pelotas, ao qual destacou-se devido ao fato dele receber parte da poluição da cidade de Pelotas. Segundo CETESB (2019), a matéria orgânica (MO) é todo o material de origem vegetal ou animal, podendo ser produzida tanto no próprio ambiente aquático quanto inserido nele. Com a decomposição da MO na água liberam-se nutrientes para o meio, sendo os principais nutrientes o P e o N. A Tabela 8 apresenta o resultado da média para o metal alumínio, obtido para os cinco pontos de coleta.

Tabela 8: Média e desvio padrão dos resultados do parâmetro químico Al (metal) para os pontos de coleta.

| Pontos | Parâmetro químico |
|--------|-------------------|
| | Al (mg/L) |
| P1 | 0,05 ± 0,03 |
| P2 | 0,13 ± 0,11 |
| P3 | 0,11 ± 0,06 |
| P4 | 0,12 ± 0,08 |
| P5 | 0,12 ± 0,07 |

Somente o ponto 1 (nascente) apresentou-se dentro do estabelecido pela resolução para o parâmetro alumínio, já os demais ficaram acima do limite que é de 0,1 mg/L Al. Vale ressaltar que o ponto 2, localizado logo após a Estação de Tratamento de Água Moreira, que usa como o coagulante o Policloreto de Alumínio (PAC), foi o que apresentou a maior concentração de alumínio. De acordo com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Pelotas, nenhuma das estações de tratamento de água, em

operação no município, possui descarte de lodo em aterros, os mesmos são descartados junto com a água de lavagem dos filtros/decantadores na rede de esgoto (PELOTAS, 2014). A tabela 9 apresenta as médias dos resultados do parâmetro biológico (coliformes termotolerantes).

Tabela 9: Médias e desvio padrão dos resultados do parâmetro biológico para todos os pontos de coleta

| Pontos | Parâmetro biológico |
|--------|-----------------------|
| | C. Termo. (NMP/100mL) |
| P1 | 342,17 ± 343,47 |
| P2 | 1162,17 ± 696,98 |
| P3 | 1278,33 ± 529,92 |
| P4 | 1600,00 ± 0,04 |
| P5 | 603,30 ± 781,63 |

Dos resultados obtidos apenas o ponto 1 e 5 encontram-se dentro do limite que é ≤ 1000 NMP/100mL, já o ponto 2, 3 e 4 acima, o que indica que ocorre a poluição fecal proveniente de fezes de animais de sangue quente e/ou humanos. Nos pontos 2 e 3 destaca-se como um dos fatores, a presença de criação de gado bovino (contaminação por dejetos de animais) próximo aos mesmos, já o ponto 4 é caracterizado pelo despejo de esgoto domésticos além da presença dos dejetos animais.

Vale ressaltar que de acordo com Valadão et al. (2018) em seu estudo verificou-se elevada área de ocupação antrópica no ambiente rural da bacia, assim desse modo, podemos considerar a possível presença de contaminação via esgoto doméstico no ponto 2 e 3, ao qual se localizam na zona rural do município de Pelotas.

Classificação do Índice de Qualidade da Água (IQA)

Na Figura 4 é apresentado os resultados referentes ao IQA de todos os 5 pontos com a devida classificação do nível de qualidade para o estado do Rio Grande do Sul.

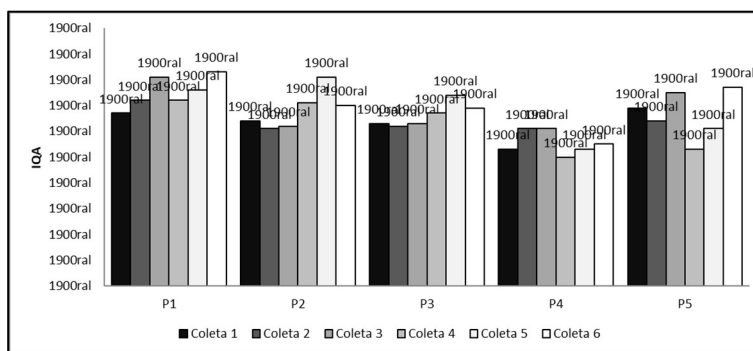


Figura 4: Resultado do IQA para os cinco pontos em todas as coletas.

Ponto 1, como se observa, o nível de qualidade variou entre aceitável e bom sendo, aceitável na primeira coleta e bom nas demais. O mesmo apresenta o melhor IQA nas coletas na maioria das vezes ao comparar com os demais pontos. Um possível motivo de isso ocorrer pode se dar devido à pouca influência nas águas superficiais, visto que a distância percorrida até o ponto onde se realizou a coleta foi pequeno, diferente dos demais pontos onde a distância ao qual o arroio percorreu foi maior. Ou seja, esse ponto sofre pouca influência antrópica, sendo a influência natural a que mais interfere no mesmo, como por exemplo, a

precipitação, temperatura, entre outros.

No estudo de Oliveira et al. (2010) observou-se que a influência na nascente se dava devido à presença de substâncias de origem natural, basicamente a intervenção se dá através da inserção de galhos e restos de plantas que constituem a mata ciliar. Já o estudo de Jardim et al. (2017), mostrou que, de forma geral, nascentes com maior gradiente de mata nativa, como o caso aqui estudado, apresentam melhores índices de qualidade de água.

Assim como no ponto 1, o nível de qualidade do ponto 2 e 3 variaram entre bom e aceitável. No que compete a esses dois pontos, os seus IQA's foram os que mais variaram entre as amostragens. Um dos motivos pode se dar através das precipitações que ocorreram antes da data de coleta, ao qual aumenta, por exemplo, o volume de sedimentos no corpo hídrico devido à erosão hídrica afetando na qualidade do mesmo. Estudos como o de Silva et al. (2008) mostram que a precipitação influencia na qualidade da água de forma significativa.

A Figura 4 ainda mostra os resultados referentes ao ponto 4, na mesma é apresentado que o nível de qualidade neste ponto na maioria das vezes foi classificado como aceitável, sendo apenas a coleta 4 classificada como ruim. O mesmo apresenta o pior IQA dentre os pontos, um dos possíveis motivos do mesmo apresentar esses resultados pode-se dar devido à localização do mesmo próximo à área urbana da cidade de Pelotas, sendo muito influenciado pelo descarte de efluentes domésticos e industriais.

Já nível de qualidade no ponto 5 foi classificado em suas coletas como aceitável e bom. O mesmo apresenta melhor IQA que o seu ponto anterior (ponto 4), destaca-se que ele é coletado a jusante em relação ao ponto 4. A presença de uma lagoa antes do ponto 5, conforme mostra a Figura 3, conhecida como Lagoa do Fragata, pode ter influenciado no resultado.

Como a água diminui sua velocidade por determinado tempo na mesma, antes de continuar seu curso até o exutório (passando pelo ponto 5) a influência da radiação solar é maior. De acordo com Vieira et al. (2018), os microrganismos patogênicos presentes na água são vulneráveis ao calor e a raios ultravioletas, isso porque a combinação entre temperatura e radiação pode acabar inativando-os através da penetração dos raios na parede celular dos mesmos, destruindo toda a sua capacidade reprodutora (BERWICK et al., 2005). O que pode ser observado na Tabela 9, onde os C. Termo, passam em média de 1600 NMP/100mL no ponto 4 para 603,30 NMP/100mL no ponto 5.

Além do calor e raios ultravioletas outros fatores podem interferir nos resultados, um exemplo é a decantação devido ao tempo que a água passa pela lagoa antes de continuar o fluxo. Essa Lagoa funciona como uma bacia de sedimentação, que é o local onde a água fica em repouso por um determinado tempo e ocorre a sedimentação dos sólidos em suspensão somente por processos gravitacionais (PAIVA, 2004). Outro fator é a filtragem que se dá através dos juncos (*Scirpuscalifornicus*) próximos às margens. Segundo Schulz (2009), a planta do junco é eficaz quanto à remoção de nutrientes e matéria orgânica, o que pode ser observado na Tabela 7, na qual foi reduzido o valor de DBO, NTK, P e MO do ponto 4 para o ponto 5.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento da pesquisa possibilitou o monitoramento de 5 pontos ao longo do Arroio Moreira/Fragata do período de 2017 a 2018. Com base nos resultados das análises dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos conclui-se que no que compete a avaliação dos resultados obtidos considerando as condições e padrões de qualidade estabelecidos pela resolução do CONAMA 357 de 2005 temos como destaque o ponto 1, que se localiza próximo a nascente, o mesmo apresentou somente o parâmetro P fora do limite estabelecido pela resolução. Já no que compete aos resultados referentes ao IQA, pode-se constatar alteração negativa na qualidade da água do corpo hídrico conforme se a próxima à área urbana de Pelotas, onde o ponto 4 obteve em todas coletas o pior IQA entre os demais.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10739 de 09/1989**. Água: Determinação de oxigênio consumido: Método do permanganato de potássio: Método de ensaio. Brasília: ABNT, 1989.
- ALMEIDA, J. C.. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos**. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Cadernos De Recursos Hídricos 1**. Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil. Brasília: ANA, 2005.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Índice de qualidades das águas**. Portal da qualidade das águas. Brasília: ANA, 2009.
- APHA. American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23 ed. Washington: APHA, 2017.
- BARBOSA, T. V.. **Índice de qualidade da água em nascentes de assentamento rural em Guaçuí/ES**. Monografia (Bacharelado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2017.
- BERWICK, M.; KESLER, D.. Ultraviolet radiation exposure, vitamin D, and cancer. **Photochem Photobiol**, v.81, n.6, p.1261-6, 2005. DOI: <http://doi.org/10.1562/2005-02-18-IR-445>
- CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005**. Brasília: CONAMA, 2005.
- CALEGARI, R. P.; BOFFE, P. M.; PILOTO, C. A.; TESSARO, D.. Caracterização da água da microbacia do Rio Lonqueador avaliada por parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v.19, n.2, p.1284-1291, 2015.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de Qualidade das Águas**. São Paulo: CETESB, 2013.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Mortandade de peixes: Matéria Orgânica e Nutriente**. São Paulo: CETESB, 2019.
- CORADI, P. C.; FIA, R.; PEREIRA-RAMIREZ, O.. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas/RS. **Ambi-Água**, Taubaté, v.4, n.2, p.46-56, 2009.
- EWAID, S. H.; ABED, S. A.. Water quality index for Al-Gharraf River, southern Iraq. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, v.43, n.2, p.117-122, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.ejar.2017.03.001>
- FAY, E. F.; SILVA, C. M. M. S.. **Índice de uso sustentável da água (ISA – Água) na região do sub-médio São Francisco**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.
- FERREIRA, K. C. D.; LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; MIIRELES, A. C. M.; SILVA, G. S.. Adaptação do índice de qualidade da água da National Sanitation foundation ao semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.2, p.277-286, 2015.
- FIA, R.; MATOS, A. T.; CORADI, P. C.; PEREIRA-RAMIREZ, O.. Estado trófico da água na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim, RS, Brasil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v.4, n.1, p.132-141, 2009.
- FUZINATTO, C. F.. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.
- GASPAROTTO, F. A.. **Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba/SP**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2011.
- GUZHA, A. C.; RUFINO, M. C.; OKOTH, S.; JACOBS, S.; NÓBREGA, R. L. B.. Impacts of land use and land cover change on surface runoff, discharge and low flows: Evidence from East Africa. **Journal of Hydrology: Regional Studies**, v.15, p.49-67, 2018.
- HANSMANN, H. Z.. **Descrição e Caracterização das Principais Enchentes e Alagamentos de Pelotas/RS**. Monografia (Bacharelado em engenharia ambiental e sanitária) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

JARDIN, P. B.; GUARDA, V. L. M.. Mata ciliar e qualidade de água em nascentes do município de Ouro Branco, Minas Gerais. **Revista ALEMUR**, v.2, n.2, 2017.

LIMA, R. N. S.; RIBEIRO, C. B. M.; BARBOSA, C. C. F.; ROTUNNO FILHO, O. C.. Estudo da poluição pontual e difusa na bacia de contribuição do reservatório da usina hidrelétrica de Funil utilizando modelagem espacialmente distribuída em Sistema de Informação Geográfica. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.21, n.1, p.139-150, 2016.

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A.. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis/Goiás**. Monografia (Bacharelado em engenharia ambiental e sanitária) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

OLIVEIRA, C. N.; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P.. Avaliação e Identificação de Parâmetros Importantes para a Qualidade de Corpos D'água no Semiárido Baiano. Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Rio Salitre. **Quim. Nova**, v.33, p.1059, 2010.

OLIVEIRA, M. C. B.. **A transposição do leito do canal Santa Bárbara, Pelotas/RS: utilização de SIG na análise temporal de uma alteração de drenagem urbana**. Monografia (Bacharelado em engenharia ambiental e sanitária) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

PAIVA, C. T.. **Melhoria da qualidade da água em bacias de decantação localizadas em área de extração de areia**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

PELOTAS. Prefeitura Municipal de Pelotas. Pelotas. **PMGIRS- Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Pelotas: Prefeitura Municipal de Pelotas. Pelotas, 2014.

PELOTAS. Secretaria de Qualidade Ambiental. **RAMB- Relatório Anual de Qualidade Ambiental do município de Pelotas**. Pelotas: Secretaria de Qualidade Ambiental, 2006.

PUJOL-VILA, F.; GÓMEZ, P. G.; SANTAMARIA, N.; ANTÚNEZ, B.; VIGUÉS, N.; GONZÁLEZ, M. D.; JORQUERA, C. J.; MAS, J.; SACRISTÁN, J.; BERBEL, X. M.. Portable and miniaturized optofluidic analysis system with ambient light correction for fast in situ determination of environmental pollution. **Sensors and Actuators B: Chemical**, Barcelona, p.55-62, 2015.

RAMACHANDRA, T. V.; BHARATH, A. H.; SOWMYASHREE, M. V.. Monitoring urbanization and its implications in a mega city from space: Spatiotemporal patterns and its indicators. **Journal of Environmental Management**, v.148, p.67-81, 2015.

SANTOS, J. O.; SANTOS, R. M. S.; GOMES, M. A. D.; MIRENDA, R. C.; NÓBREGA, I. G. M.. A qualidade da água para o consumo humano: Uma discussão necessária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v.7, n.2, p.19-26, 2013.

SANTOS, R. C. L.; LIMA, A. S.; CAVALCANTI, E. B.; MELO, C. M.. Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.23, n.1, p.33-46, 2018.

SCHULZ, G.. **Sistema de tratamento de efluentes com plantas aquáticas emergentes (PAE) para o processo de parboilização de arroz**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2009.

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 Amazônica**, v.38, n.4, p.733-742, 2008.

SOUZA, M. M.; GASTALDINI, M. C. C.. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.19, n.3, p.263-274, 2014.

VALADÃO, L. S.; PEREIRA, R. S.; SILVA, M. D.; MONKS, J. L. F.. Caracterização espacial e análise da qualidade da água da Bacia do Arroio Moreira/Fragata, Pelotas, RS. **Revista Thema**, v.15, n.1, p.282-297, 2018.

VIEIRA, B. M.; GOLIN, N. VALENTINI, M. H. K.; CORRÊA, M. G.; VIANA, F. V.; NADALETI, W. C.. Avaliação da eficiência do método SODIS na desinfecção da água para consumo humano em Pelotas/RS. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.7, p.158-170, 2018.

VON SPERLING, M.. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

VON SPERLING, M.. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.