

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

FILIFE FONSECA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM AFLUENTE DO ARROIO
DOS LANCEIROS EM CAÇAPAVA DO SUL - RS**

**Caçapava do Sul
2019**

FILIFE FONSECA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM AFLUENTE DO ARROIO
DOS LANCEIROS EM CAÇAPAVA DO SUL - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária da
Universidade Federal do Pampa,
como requisito parcial para obtenção
do Título de Bacharel em Engenharia
Ambiental e Sanitária.

Orientadora: Prof. Dra. Maria Amélia
Zazycki

**Caçapava do Sul
2019**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

O48a Oliveira, Filipe
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM AFLUENTE DO
ARROIO DOS LANCEIROS EM CAÇAPAVA DO SUL - RS /
Filipe Oliveira.
41 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) --
Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA AMBIENTAL
E SANITÁRIA, 2019.

"Orientação: Maria Amélia Zazycki".

1. Recurso Hídrico. 2. Poluição hídrica. 3.
Monitoramento Ambiental. I. Título.

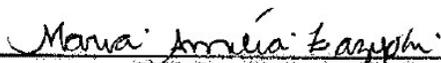
FILIFE FONSECA DE OLIVEIRA

**AVLIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UM AFLUENTE DO ARROIO
DOS LANCEIROS EM CAÇAPAVA DO SUL-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária da
Universidade Federal do Pampa,
como requisito parcial para obtenção
do Título de Bacharel em Engenharia
Ambiental e Sanitária.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 25/11/2019

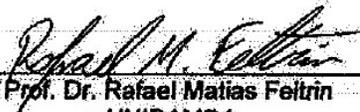
Banca examinadora:



Prof. Dra. Maria Amélia Zazycki
Orientadora
UNIPAMPA



Prof. Dr. Júlio César Mendes Soares
UNIPAMPA



Prof. Dr. Rafael Matias Feltrin
UNIPAMPA

RESUMO

A qualidade das águas superficiais vem sendo alvo de preocupação devido ao crescimento urbano descontrolado, que gera problemas ambientais como aumento de despejos irregulares de efluentes, diminuindo a disponibilidade qualitativa e quantitativa de um recurso hídrico e afetando a vida aquática. Diante disto surge a necessidade de monitorar e utilizar mecanismos de gestão de recursos hídricos. Assim o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do descarte de esgoto doméstico em um curso hídrico do município de Caçapava do Sul- RS. Segundo a resolução CONAMA nº 357/05 o corpo hídrico se enquadra na classe 4. Por meio do Índice de Qualidade das Águas que incorpora nove parâmetros (Oxigênio dissolvido, Nitrogênio total, Turbidez, Sólidos totais, demanda biológica de oxigênio, pH, temperatura, coliformes termotolerantes e fósforo total) foi possível elaborar um diagnóstico do estado atual da qualidade do curso de água. Os valores obtidos demonstraram que a qualidade da água do curso hídrico segundo o IQA é considerada ruim com valores médios de 47,17 para o ponto 1, 47,29 para o ponto 2 e 49,18 para o ponto 3. Este estudo demonstrou que o descarte de esgoto está afetando a qualidade da água na região.

Palavras-Chave: Recurso Hídrico. Poluição hídrica. Monitoramento Ambiental.

ABSTRACT

The quality of surface water has been a concern due to uncontrolled urban growth that generates environmental problems such as increased irregular effluent discharges that decrease the qualitative and quantitative availability of a water resource and affect aquatic life. Given this, there is a need to monitor and use water resources management mechanisms. Thus, the present study aimed to evaluate the influence of domestic sewage disposal on a watercourse in the city of Caçapava do Sul-RS. According to CONAMA Resolution No. 357/05 the water body falls into class 4. Through the Water Quality Index which incorporates nine parameters (dissolved oxygen, total nitrogen, turbidity, total solids, biological oxygen demand, pH, temperature, thermotolerant coliforms and total phosphorus) it was possible to make a diagnosis of the current state of watercourse quality. The values obtained showed that the water quality of the watercourse according to the IQA is considered poor with average values of 47.17 for point 1, 47.29 for point 2 and 49.18 for point 3. This study showed that Sewage disposal is affecting water quality in the region.

Key Words: Water Resource. Water pollution. Environmental monitoring.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Ciclo hidrológico.....	11
Figura 2- Mapa de localização de Caçapava do Sul.	21
Figura 3- Mapa de localização e delimitação da bacia da área de estudo.	23
Figura 4- mapa de uso do solo na bacia estudada.....	24
Figura 5- Curvas de variação de coliformes fecais, pH e DBO.	25
Figura 6-Curvas de variação de nitrogênio total, fósforo total e temperatura. ..	26
Figura 7- Curvas de variação de turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Parâmetros de qualidade de água e seus pesos.	13
Tabela 2- Faixas de IQA e suas avaliações.	14
Tabela 3- Classes de águas superficiais.	20
Tabela 4- Dados climatológicos do período de 1961 a 1990 da estação de Encruzilhada do Sul.	22
Tabela 5- Métodos de análise dos parâmetros de qualidade da água.	25
Tabela 6- Resultados das análises laboratoriais e a classificação CONAMA 357/05 para o ponto de coleta 1.	28
Tabela 7- Resultados das análises laboratoriais e a classificação CONAMA 357/05 para o ponto de coleta 2.	29
Tabela 8- Resultados das análises laboratoriais e a classificação CONAMA 357/05 para o ponto de coleta 3.	30
Tabela 9- Índice de qualidade da água para os três pontos analisados.	31
Tabela 10 - Vazão média nos pontos amostrados.	32

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA - Agência Nacional de Águas
APHA - American Public Health Association
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
CT - Coliformes Termotolerantes
CPRM- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQA- Índice de Qualidade da Água
MMA- Ministério do Meio Ambiente
mg/L- miligrama por litro.
NSF - National Sanitation Foundation
PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH - Plano Nacional dos Recursos Hídricos
OD - Oxigênio Dissolvido
pH - Potencial Hidrogeniônico
UNT - Unidade de Turbidez Nefelométrica
UTM Universal Transversal Mercator
ST - Sólidos Totais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	JUSTIFICATIVA	9
3	OBJETIVOS	9
3.1	Objetivo geral	9
3.2	Objetivos específicos	9
4	REFERENCIAL TEÓRICO	10
4.1	Hidrologia	10
4.2	Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica	10
4.3	Poluição hídrica	12
4.4	Índice de qualidade de água	13
4.4.1	Oxigênio dissolvido	14
4.4.2	Coliformes termotolerantes	15
4.4.3	Potencial Hidrogeniônico	15
4.4.4	Demanda Bioquímica de Oxigênio	16
4.4.5	Temperatura da água	17
4.4.6	Nitrogênio total	17
4.4.7	Fósforo total	18
4.4.8	Turbidez	18
4.4.9	Sólidos totais	19
4.5	Legislação	19
5	METODOLOGIA	21
5.1	Área de estudo	21
5.2	Coletas	24
5.3	Análises físico-químicas e microbiológicas	24
5.4	Cálculo do Índice de Qualidade da Água - IQA	25
5.5	Medição da vazão	27

5.6 Enquadramento em relação a CONAMA 357/2005.	27
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
6.1 Avaliação dos parâmetros segundo resolução CONAMA 357.....	28
6.2 Classificação do Índice de qualidade da água.	31
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com maior abundância de água doce, porém a distribuição territorial deste bem não atinge igualmente todas as regiões. A Região Hidrográfica Amazônica onde vive a menor parte da população do país possui cerca de 80% do volume disponível de água doce superficial, já região semiárida do nordeste apresenta baixo índice de precipitação e temperaturas elevadas ao longo do ano reduzem a disponibilidade hídrica, com isso surgem áreas de conflito devido à escassez de água (ANA, 2018).

Boa parte dos municípios brasileiros possui apenas o afastamento do esgoto sanitário não contando com o tratamento deste efluente. Conforme dados obtidos na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2008, apenas 55,16 % dos municípios possuem rede de coleta de esgoto, já no estado do Rio Grande do Sul entorno de 40,5 % tem rede coletora de esgoto (IBGE, 2010).

De acordo com Rattner (2009) o aumento de despejos de resíduos e efluentes orgânicos e industriais estão causando a poluição dos rios e acentuando a degradação das águas continuamente. Nas últimas décadas o volume de tratamento não vem acompanhando proporcionalmente o volume de esgotos lançados, gerando impactos severos sobre o ambiente como a eutrofização de cursos de água. Por consequência faz se necessário à avaliação da qualidade das águas para determinar as atividades que cada corpo hídrico pode receber.

Em 1970 nos Estado Unidos a National Sanitation Foundation (NSF) desenvolveu o Índice de Qualidade das Águas (IQA) baseado em uma pesquisa de opinião onde especialistas determinaram parâmetros e sua importância para a qualidade da água. A metodologia desenvolvida para o cálculo do IQA leva em consideração parâmetros que refletem principalmente a contaminação da água gerada pela liberação de esgotos domésticos nos corpos hídricos (CETESB,2003).

No Brasil a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) em São Paulo começou a utilizar uma versão adaptada do IQA em 1975, com o

tempo outros estados adotaram este índice utilizando como forma de expor a situação das águas dos corpos hídricos (CETESB,2005).

2 JUSTIFICATIVA

Atualmente a expansão urbana vem gerando problemas ambientais referentes à poluição como a degradação dos corpos hídricos. O município de Caçapava do Sul não possui sistema de tratamento de esgoto, conta apenas com a canalização de afastamento do efluente.

A área de estudo foi escolhida por que a nascente do curso hídrico está situada no perímetro urbano. Na região onde nasce este copo de água estão localizados dois bairros populosos e existem residências construídas muito próximas a área de estudo.

Na área de estudo ocorrem lançamentos de efluentes domésticos e descartes irregulares de lixos. Tendo em vista este problema torna-se importante saber a qualidade desta água já que a população fica muito próxima.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água de um afluente do Arroio dos Lanceiras localizado na região oeste do município de Caçapava do Sul-RS.

3.2 Objetivos específicos

- Analisar os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água.
- Comparar os dados obtidos com a legislação vigente CONAMA 357/2005 para águas doces.
- Determinar o Índice de Qualidade de Água (IQA) para os pontos de coleta das amostras.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Hidrologia

A hidrologia estuda a disponibilidade e as propriedades físicas e químicas da água no planeta Terra, analisando toda sua dinâmica com o ambiente, observando também as interações antrópicas. As tecnologias desenvolvidas pelo homem possibilitam quantificar a disponibilidade hídrica para um melhor planejamento e gerenciamento de recursos hídricos (KOBAYAMA, et al, 2008).

Segundo Tucci et al (2001) é necessário analisar dados históricos de um local para estimar a ocorrência de eventos hidrológicos, sendo que estes eventos são difíceis de prever a médio e longo prazo. A coleta de dados pluviométricos por períodos extensos possibilita criar modelos matemáticos que descrevem padrões climáticos aproximados para aquela região.

Os fenômenos hidrológicos como períodos de seca e cheias possuem forte impacto considerando a importância da água para os seres vivos. Baseado em grandes eventos e suas consequências é possível notar que alguns são difíceis de prever. Com isso o papel da hidrologia é fundamental para melhor aproveitamento dos recursos hidráulicos (PINTO, 1976).

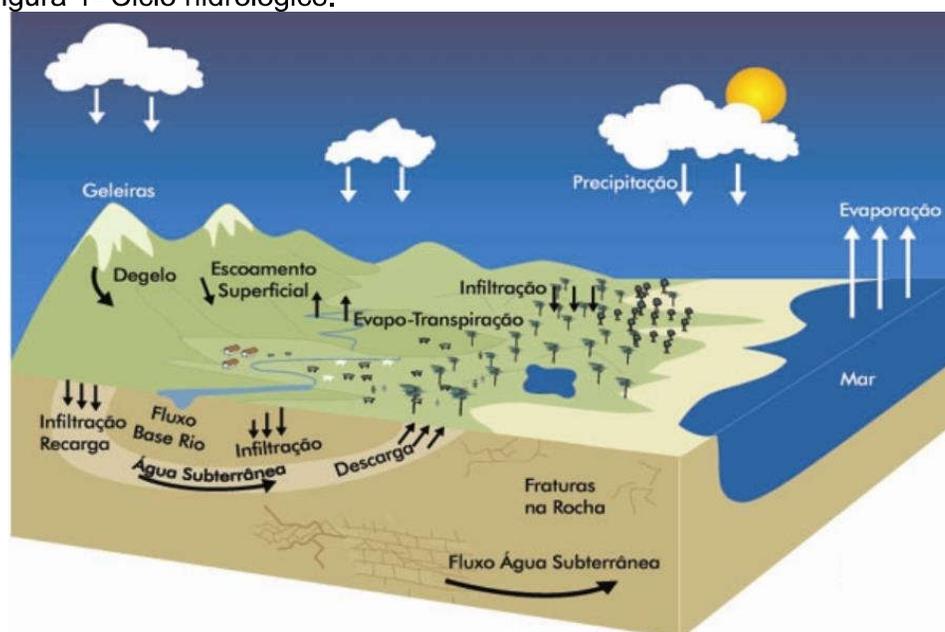
4.2 Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica

A água é um recurso natural renovável por meio do ciclo hidrológico, aproximadamente 96,5% de água do planeta é salgada sendo imprópria para o consumo humano e a dessalinização ainda possui um custo elevado (SPIRO e STIGLIANI, 2009). De acordo com Braga et al (2005) a disponibilidade está relacionada com a qualidade e quantidade de água presente em uma região, a nível global apenas uma pequena parcela de água doce está disponível sendo que o restante está presente nas geleiras.

Silveira (2003) define o ciclo hidrológico a nível global como um processo de ciclo fechado onde a energia solar proporciona a circulação da água entre a atmosfera e o solo. Ainda de acordo com Silveira (2003) considerando áreas menores de drenagem, a nível local o ciclo da água pode ser classificado aberto

porque o volume evaporado não necessariamente precipita no mesmo local. A figura 1 exibe de maneira simplificada os processos do ciclo hidrológico.

Figura 1- Ciclo hidrológico.



Fonte: MMA, (2019).

Segundo Tucci (2001) para descrever o ciclo hidrológico pode-se começar a partir do vapor de água presente na atmosfera, em determinadas situações forma gotículas de água, pela movimentação de massas de ar as gotas se unem, ganham massa e precipitam. Ao cair, uma fração da água fica retida na vegetação, o restante infiltra no solo e uma porção percola recarregando os lençóis freáticos. Parte da água não chegará até o oceano porque na superfície sempre haverá evaporação.

A bacia hidrográfica é o principal elemento a ser considerado quando se pretende estudar o ciclo hidrológico de uma determinada região. Sendo formada por vertentes, redes de drenagem e rios, a água que circula em sua área tende a escoar naturalmente para um único local formando um leito chamado exutório (TUCCI, 2001).

Conforme Tucci (2001) a bacia hidrográfica é considerada como um sistema, onde o volume que precipita satura superficialmente o solo, aumentando o escoamento superficial. A rede de drenagem formada pela topografia se encarrega de transportar este volume em rios até o exutório e o

formato desta bacia vai influenciar no tempo que a água leva para completar todo o percurso.

4.3 Poluição hídrica

A Lei 6.938/81 que institui a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) define como poluição qualquer degradação que a altere negativamente o meio ambiente, através de atividades que afetam as condições ambientais, sociais e econômicas (BRASIL, 19881). Segundo Pereira (2004), as principais atividades poluidoras de recursos hídricos são de origem antrópica, como atividades comerciais, industriais e domésticas.

Um curso de água recebe poluente essencialmente de duas maneiras, de modo pontual onde a fonte poluidora libera o contaminante em um ponto fixo, como por exemplo, uma tubulação de esgoto. Já de forma difusa o poluente esta disperso no ambiente e pode ser carregado pela drenagem até atingir o corpo hídrico (SPERLING, 2005).

Cargas pontuais são mais fáceis de identificar, possibilitando um controle mais eficiente. Os pontos difusos são mais difíceis de identificar (BRAGA et al, 2005). Segundo Derisio (2013), a poluição da água pode ser classificada de acordo com a sua origem:

- a) Poluição natural – Ocorre naturalmente sem interferência antrópica.
- b) Poluição industrial – Gerada por atividades industriais, com alta influência nos parâmetros de qualidades da água.
- c) Poluição urbana – Ocasionalada pelo lançamento de esgotos e descarte irregular de resíduos sólidos.
- d) Poluição agropastoril – Causada pelo uso de fertilizantes e defensivos agrícolas.

A qualidade da água é influenciada diretamente pelas atividades realizadas na região da bacia hidrográfica do recurso hidrológico (DERISIO, 2013). As medidas de preservação mais utilizadas são o tratamento dos efluentes antes do descarte seja de origem doméstica ou industrial e evitar descartes irregulares. Sendo de suma importância a elaboração de estudos do uso dos solos da bacia hidrográfica em questão (TUCCI et al ,2001).

4.4 Índice de qualidade de água

Para Libânio (2010) o IQA é uma forma de divulgar dados de maneira fácil de se compreender, representando em um único valor um grupo de parâmetros importantes. Os parâmetros utilizados para calcular o IQA são indicadores da presença de esgoto sanitário, uso de fertilizantes e efluentes industriais de origem orgânica biodegradável no corpo hídrico (CETESB, 2017).

Para o desenvolvimento do IQA nove parâmetros foram predefinidos por um grupo de pesquisadores, levando em conta seu grau de importância para a qualidade da água sendo eles: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, potencial hidrogeniônico, demanda bioquímica de oxigênio, temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e sólidos totais (ANA, 2012).

A tabela 1 apresenta os parâmetros e seus respectivos pesos para o cálculo do IQA.

Tabela 1- Parâmetros de qualidade de água e seus pesos.

Parâmetros de qualidade da água	Peso (W)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico (pH)	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO-5,20)	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totais	0,08

Fonte: Adaptado de CETESB, (2003)

O valor obtido pelo IQA varia numa faixa de 0 a 100 dividida em quatro classes cada uma com um grau de qualidade que pode variar de acordo com a região (DERISIO, 2013). O intervalo de cada classe e sua avaliação estão demonstrados na tabela 2.

Tabela 2- Faixas de IQA e suas avaliações.

Faixa de IQA utilizadas para os seguintes estados: AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	Avaliação da Qualidade da Água
91-100	Ótima
71-90	Boa
51-70	Razoável
26-50	Ruim
0-25	Péssima

Fonte: Adaptado de CETESB, (2003)

Os resultados refletem a presença de poluentes principalmente de efluentes domésticos descartados sem o tratamento. Porém períodos de eventos climáticos duradouros pode influenciar nas chuvas e no escoamento superficial aumentando a vazão de um rio e diluindo os poluente ou em períodos de seca onde o volume de água é menor prejudicando a diluição dos poluentes (ANA, 2018).

4.4.1 Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é considerado um dos melhores parâmetros para caracterizar a qualidade da água. É fundamental para processos aeróbios onde microrganismos degradam a matéria orgânica (JORDAO, 2005). A solubilidade do oxigênio depende da temperatura e da pressão, quando ocorre um aumento na temperatura, a pressão suprime a dissolução do oxigênio na água (ESTEVES, 1998).

Na água o oxigênio é consumido rapidamente pela oxidação da matéria orgânica e se o corpo hídrico não for raso e reincorpore oxigênio pela turbulência do escoamento e pela fotossíntese, este curso de água não terá capacidade de dar suporte aos seres vivos (MANAHAN, 2013).

De acordo com a CETESB (2003) por meio deste parâmetro é possível identificar o nível de poluição de uma água que recebe cargas orgânicas de efluentes. Águas poluídas tendem a apresentar concentrações baixa de OD,

enquanto águas consideradas limpas apresentam teores elevado de OD (FUZINATO, 2009).

4.4.2 Coliformes termotolerantes

Coliformes termotolerantes (CT) são organismos capazes de fermentar lactose a aproximadamente 45°C e entre eles estão as *Citobacter*, *Enterobacter* e *Escherichia coli*. Esses microrganismos sobrevivem em condições semelhantes a maioria das bactérias patogênicas causadoras de doenças transmitidas pela água possibilitando assim utilizá-los como indicadores de qualidade (CETESB, 2016).

Segundo Sperling (2005) os CT estão presentes em grandes quantidades nas fezes de animais, sendo restritos ao trato intestinal de animais de sangue quente, se estivessem presente em animais de sangue frio seria difícil analisar a poluição. Com isso torna-se possível verificar a contaminação de um curso hídrico por esgoto sanitário.

De acordo com Derisio (2013) a identificação dos coliformes é rápida e simples e seu monitoramento constante é importante para observar a qualidade de um curso de água. Altas taxas de matéria orgânica provenientes de esgoto doméstico contribuem para a redução do oxigênio dissolvido afetando a vida aquática.

4.4.3 Potencial Hidrogeniônico

Através de medidas de íons de hidrogênio (H⁺) é possível representar as condições ácidas ou básicas da água. Na determinação da qualidade de água o potencial hidrogeniônico (pH) é um parâmetro extremamente relevante, pois a água é capaz de dissolver substâncias químicas. O pH está ligado a dissolução destas substâncias, normalmente quanto menor o pH a solubilidade na água tende a aumentar (FUNASA, 2014).

Este parâmetro é classificado em uma escala que varia de 0 a 14, valores menores que 7 representam condições ácidas e acima alcalinas (SIQUEIRA, 2016). As variações do pH ocorrem naturalmente pelos processos biológicos na

água ou por dissolução de material rochoso. Ações antrópicas como despejo de esgoto sanitário variam o pH pelo aumento na degradação de matéria orgânica, ou pelo descarte incorreto de resíduos ácidos (SPERLING, 2005).

Cada ser vivo possui uma faixa de tolerância ideal de pH paralelamente com a sua estrutura biológica (FUZINATTO, 2009). Valores altos proporcionam o crescimento de algas, que diminuem a concentração de oxigênio dissolvido e há proliferação de bactéria anaeróbicas, que causam forte odor a água (PRADO, 2004).

Ao longo do dia o pH pode variar de acordo com processos que ocorrem na água. Durante a realização de fotossíntese a interação CO_2 e a água produzem íons de H, durante o dia estes íons diminuem dando caráter alcalino, a noite a fotossíntese cessa e o pH volta a acidificar (SANTOS, 2008).

4.4.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A diminuição de oxigênio dissolvido em corpos hídricos é o principal resultado de poluição orgânica. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) reflete quanto os microrganismos gastam de oxigênio para estabilizar a matéria orgânica. Este parâmetro serve também para indicar indiretamente o carbono orgânico biodegradável (SPERLING, 2001).

Segundo Jordão (2005) pela DBO é possível estimar o grau de poluição da água, quanto maior o valor maior é o grau de degradação. Quando a matéria orgânica começa a se estabilizar os organismos vão gastar menos oxigênio, então a DBO tende a diminuir.

O descarte de águas residuais é um dos principais fatores que contribuem para o aumento da DBO, como consequência pode ocorrer à morte de espécies aquáticas (MATOS, 2005). De acordo com Medeiros (2005) os peixes precisam de uma concentração de no mínimo 3 mg de OD por litro para sobreviver e microrganismos anaeróbico sobrevivem com no máximo 1 mg de OD por litro.

4.4.5 Temperatura da água

A temperatura é um parâmetro que determina a intensidade de calor e os corpos hídricos tem variações diárias e durante as estações do ano de acordo com o regime climático (CETESB, 2016). Ao longo do dia estas variações de temperatura ocorrem principalmente pela insolação, e também podem ser decorrentes de origem antrópica pelo lançamento de efluentes industriais de águas de refrigeração de caldeiras (LIBÂNIO, 2010).

O aumento da temperatura é inversamente proporcional a concentração de OD na água, interferindo na autodepuração do corpo hídrico. Organismos aquáticos dependem de uma faixa ideal de temperatura para sobreviver e o aumento da temperatura afeta esses organismos de forma que ocorre uma aceleração no metabolismo e aumenta a demanda por oxigênio (CETESB, 2016; DERISIO, 2013).

Temperaturas elevadas, segundo Libânio (2010), reduzem a viscosidade da água e facilitam a sedimentação de partículas solidas, porem facilitam a liberação de gases para atmosfera. Em águas poluídas a decomposição de matéria orgânica gera metano que tem como característica odor desagradável.

4.4.6 Nitrogênio total

O Nitrogênio é um elemento importante pois faz parte das proteínas dos seres vivos, além de ser essencial para o metabolismo. Em baixas quantidades é um fator limitante para o desenvolvimento dos organismos aquático. Contudo em grandes quantidades pode alterar a dinâmica do ecossistema causando grande proliferação de algas e plantas aquáticas (ESTEVES, 1998).

Para Sant'Anna Jr (2010) a poluição dos rios é gerada de forma antrópica por efluentes domésticos que possuem ureia, creatina e outras formas de nitrogênio provenientes da urina. Em efluentes industriais, do ramo alimentício e de fertilizantes, o nitrogênio é encontrado em altas concentrações, podendo ocorrer a eutrofização decorrente da proliferação descontrolada de microalgas.

Na água o nitrogênio é encontrado em diversas formas como nitrito e nitrato. O nitrito em meio aquático pode ser oxidado em nitrato, com isso

aumenta a demanda de oxigênio, além de propiciar o crescimento de algas. Sua toxicidade varia de acordo com a espécie afetada. O nitrato também é nutriente para algas, possui um nível menor de toxicidade porém o consumo de águas com alta concentração pode causar metemoglobinemia em bebês (SANT'ANNA JR, 2010).

4.4.7 Fósforo total

O fósforo é um macro nutriente que é utilizado na realização contínua de processos biológicos, em forma de adenosina trifosfato é utilizado como fonte de energia pelo metabolismo de um organismo. No meio aquático o fósforo é encontrado na forma de fósforo orgânico e em maior quantidade na forma de fosfato. Sendo a forma orgânica originada da decomposição de células de algas (SPRELING, 2005).

Naturalmente o fosfato inorgânico vem da decomposição de rochas fosfáticas por fenômenos de erosão sendo dissolvido na água, presente na forma de sólido em suspensão ou dissolvido no corpo hídrico. Já a parte orgânica dos fosfatos está incorporado aos organismos aquáticos (LIBÂNIO, 2010).

Segundo Rocha et al (2009) o fósforo chega ao corpos hídricos por ações antrópicas decorrentes do despejo de efluentes domésticos, industriais e pela aplicação de fertilizantes. O uso de detergentes e de fertilizantes apesar de não apresentarem grau elevado de toxicidade são causadores de sérios problemas de poluição aquática.

Além disso, de acordo com Rocha et al (2009), por ser um nutriente essencial para microrganismos, em excesso pode gerar um crescimento acelerado de algas. Assim elevando a demanda de oxigênio necessária para degradar a matéria orgânica, levando a eutrofização do corpo hídrico, podendo levar a morte dos organismos da fauna e flora aquática.

4.4.8 Turbidez

A turbidez indica a interferência de material suspenso. O teste é feito por meio da passagem de luz por uma amostra e os resultados são expressos por

unidades de turbidez nefelométricas (UNT). As principais partículas que atribuem turbidez a água são o silte e a argila (LIBÂNIO, 2010). Naturalmente microrganismos podem conferir turbidez assim como fragmentos de rochas.

Atividades antrópicas como extração de areia em corpos hídricos, áreas de extração mineral e beneficiamento, áreas de plantação onde o solo foi exposto contribuem para o aumento da turbidez. Em períodos de chuva o escoamento superficial se encarrega de carrear o material sólido oriundo da erosão para dentro dos canais da bacia hidrográfica (ANA, 2018).

Segundo Sperling (2005) os sólidos suspensos podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos, alta turbidez prejudica a fotossíntese de organismos o que diminuiu a incorporação de oxigênio na água. A turbidez traz aspecto visual desagradável, porém se for de origem natural não oferece risco sanitário.

4.4.9 Sólidos totais

Os sólidos totais são divididos em dois grupos, de acordo com a sua forma de determinação. Sólidos suspensos voláteis estão associados a matéria de origem orgânica e os sólidos suspensos fixos estão relacionados a partículas inorgânicas. O somatório destes dois parâmetros fornece o valor total de sólidos suspensos (SANT'ANNA JR, 2010).

Os sólidos em suspensão em efluentes ocasionam a turbidez, quanto se tem a presença de sólidos sedimentáveis pode ocasionar o assoreamento do corpo receptor. Os sólidos sedimentáveis são os sólidos suspensos capazes de sedimentar, se estes forem de origem orgânica podem criar depósitos de matéria orgânica que serão degradados por organismos aeróbicos aumentando a DBO necessária para a estabilização (SANT'ANNA JR, 2010).

4.5 Legislação

A lei nº 9.433 de 1997 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) com a finalidade de assegurar que todas as gerações tenham acesso a água em quantidade e em padrões de qualidade adequado aos seus respectivos

usos, determinando que a água deva ser enquadrada de acordo com o uso de maior importância, evitando gastos com a recuperação das águas poluídas (BRASIL, 1997).

Os padrões de enquadramento, a classificação das águas, assim como padrões de efluentes são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Para estabelecer diretrizes a resolução define os tipos de água quanto a salinidade:

- a) Águas doces: salinidade menor ou igual a 0,5 %
- b) Águas salobras: salinidade maior que 0,5% e menor que 30%
- c) Águas salinas: salinidade maior que 0,5%

As águas do território brasileiro sendo doce, salobra ou salina são classificadas em treze classes e subclasses de qualidades com o objetivo de determinar o uso a que este recurso hídrico pode ser destinado como demonstra a tabela 3. Um curso d'água para ser enquadrado em uma das classes deve apresentar os padrões de qualidade exigidos para cada item estabelecido (BRASIL, 2005).

Tabela 3- Classes de águas superficiais.

Tipo da Água	Classes
Doce	Especial, 1, 2, 3 e 4
Salina	Especial, 1, 2, 3.
Salobra	Especial, 1, 2, 3.

Fonte: adaptado de BRASIL, (2005).

Na Resolução CONAMA nº 357/05, o artigo 42 estabelece que enquanto um corpo hídrico não possui um enquadramento aprovado será estimado um padrão. Águas doces serão consideradas classe 2, águas salinas e salobras classe 1. Se os padrões atuais forem melhores receberá uma classificação mais elevada (BRASIL, 2005).

Os padrões de balneabilidade da resolução CONAMA nº 274/2000 servem como base para a resolução CONAMA nº 357/05 determinar o grau de

contato destinado a cada classe de água. A água poder ser classificada em duas categorias sendo própria ou imprópria para balneabilidade (BRASIL, 2000).

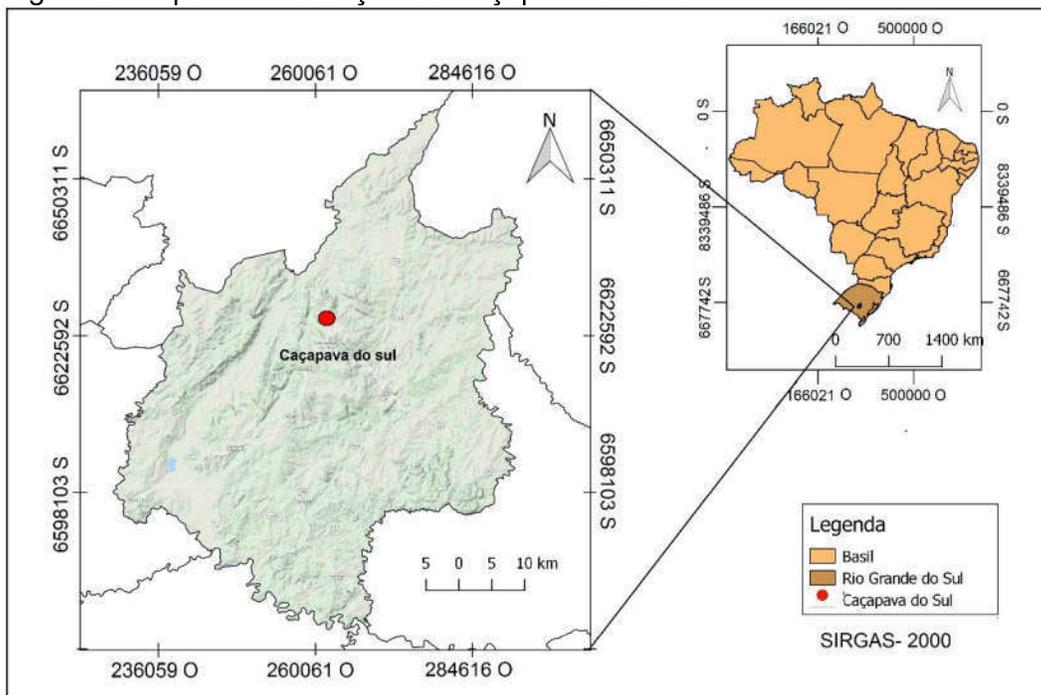
De acordo com a resolução CONAMA n° 274/2000 para estimar a classificação quanto à balneabilidade é necessário levar em conta os resultados das últimas cinco semanas. Porém este intervalo pode variar se as cinco amostras tenham entre si no mínimo 24h de intervalo entre uma coleta e a outra.

5 METODOLOGIA

5.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada no município de Caçapava do Sul, situada na região centro-sul do estado do Rio Grande do Sul (Figura 2). A sede do município fica a aproximadamente 255 Km de Porto Alegre, posicionada a uma latitude de 6621758 sul e uma longitude 260867 oeste a uma altitude média de 444 metros em relação ao nível do mar. Com população estimada de 33.690 (IBGE, 2010).

Figura 2- Mapa de localização de Caçapava do Sul.



Fonte: Modificado de CPRM, (2017).

Como o município não possui dados climatológicos utiliza-se as informações da estação de monitoramento de Encruzilhada do Sul - RS, que está em uma região próxima e apresenta características físicas semelhantes. As informações climáticas estão descritas na tabela 4 (EMBRAPA, 2019).

Tabela 4- Dados climatológicos do período de 1961 a 1990 da estação de Encruzilhada do Sul.

Mês	Temperatura (°C)	Precipitação (mm)
Jan.	22,1	118
Fev.	21,9	137
Mar.	20,4	128
Abr.	17,4	97
Mai.	14,8	113
Jun.	12,2	149
Jul.	12,2	157
Ago.	12,7	151
Set.	14,3	141
Out.	16,5	127
Nov.	19,5	122
Dez.	21,7	101
Médias	17,1	128

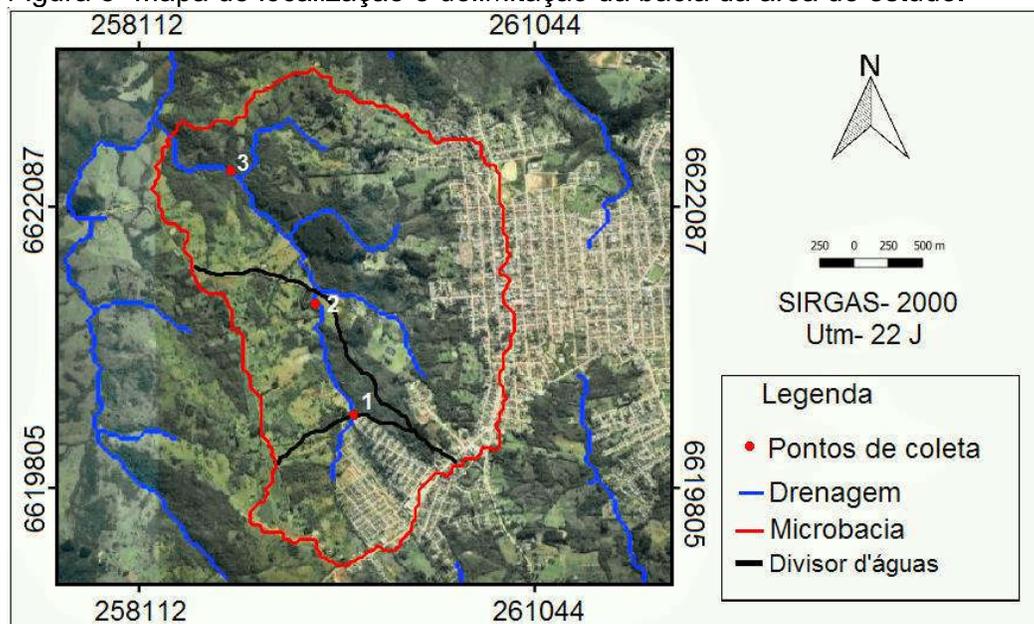
Fonte: Modificado de EMBRAPA, (2019).

Segundo os dados climatológicos, a temperatura média anual fica em torno de 17,1°C, a menor temperatura registrada foi de 12,2°C nos meses de junho e julho e a maior foi de 22,1 °C no mês de janeiro. O menor índice pluviométrico registrado foi de 97mm no mês de abril, no mês de julho ocorreu a maior precipitação e a média mensal é de 128 mm.

Segundo a classificação de Köppen o tipo climático de Caçapava do sul é o tipo climático subtropical Cfa, apresenta temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e no mês mais quente temperatura média acima de 22°C (EMBRAPA, 2012).

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico do município a área de estudo abrange a bacia hidrográfica do Vacacaí-Vacacaí Mirim (G060) que pertencem à região hidrográfica do rio Guaíba. Este curso de água fica localizado na região oeste de Caçapava do Sul como mostra a figura 3.

Figura 3- Mapa de localização e delimitação da bacia da área de estudo.



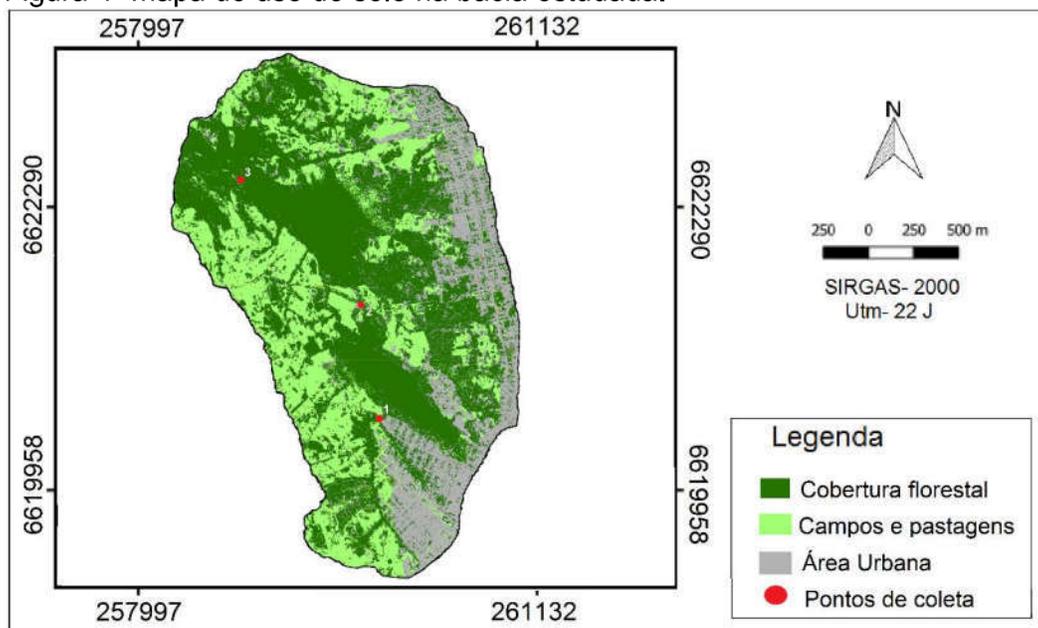
Fonte: Do autor, (2019).

Os pontos escolhidos estão localizados em regiões distintas. O ponto 1 está localizado no Bairro Sul com latitude de 6620444.71 S e longitude de 259745.05 O. O ponto 2 está cerca 2 Km distante do centro da cidade localizado no Rincão dos Godinho com 6621502.15 S de latitude e 259468.12 O de longitude. E o ponto 3 está a 3 Km do centro da cidade, com latitude de 6622478.38 S e longitude de 258826.42 O.

É possível visualizar que o curso de água nasce em área urbana, e flui no sentido sul norte. E durante o percurso existem outros cursos de água menores que também contribuem para a bacia. Como dá para observar o ponto 1 fica junto a uma área urbanizada e os pontos 2 e 3 estão em área rural.

A figura 4 apresenta o mapa com as condições de uso do solo, dividida em três categorias: cobertura florestal, campos e pastagens e área urbanizada.

Figura 4- mapa de uso do solo na bacia estudada.



Fonte: Do autor, (2019).

A cobertura florestal é composta de floresta nativa e plantações de eucalipto. Os campos e pastagens são cobertos na sua maioria por gramíneas nativas. A área urbana representa todas as edificações da bacia.

5.2 Coletas

Foram realizadas coletas nos dias 5 de setembro, dia 3 de outubro e no dia 31 de outubro, em três pontos distintos do curso hídrico.

As coletas foram realizadas em garrafas pets de 500 mL. Todas as garrafas foram esterilizadas com solução de ácido clorídrico 1:1. Destas amostras foram analisado os parâmetros de qualidade.

5.3 Análises físico-químicas e microbiológicas

Os testes foram realizados no laboratório de química da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA seguindo a metodologia do livro *Standard methods for the examination of water and wastewater* (APHA, 2005). Todas as análises foram realizadas em triplicatas, para maior confiabilidade dos dados.

Após foi calculado a média dos valores. Os parâmetros indicadores e seus respectivos métodos podem ser visualizados na tabela 5.

Tabela 5- Métodos de análise dos parâmetros de qualidade da água.

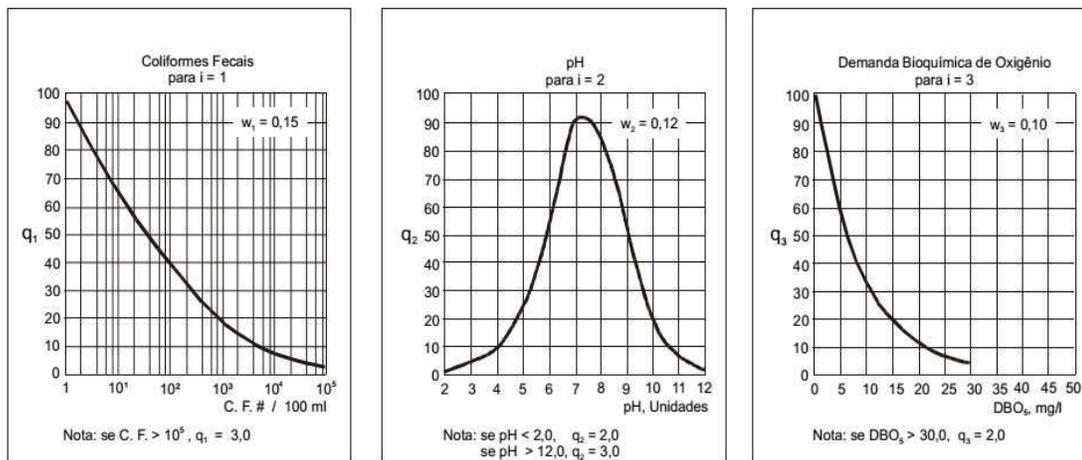
Parâmetros	Métodos
Oxigênio dissolvido	Método iodométrico de Winkler
Coliformes termotolerantes	Método do substrato cromogênico
Potencial hidrogeniônico (pH)	Método do potenciômetro
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO-5, 20)	Método de Winkler
Temperatura da água	Medição in loco com termômetro
Nitrogênio total	Método colorimétrico
Fósforo total	Fósforo total
Turbidez	Método nefelométrico
Sólidos totais	Método gravimétrico

Fonte: Adaptado de APHA, (2005).

5.4 Cálculo do Índice de Qualidade da Água - IQA

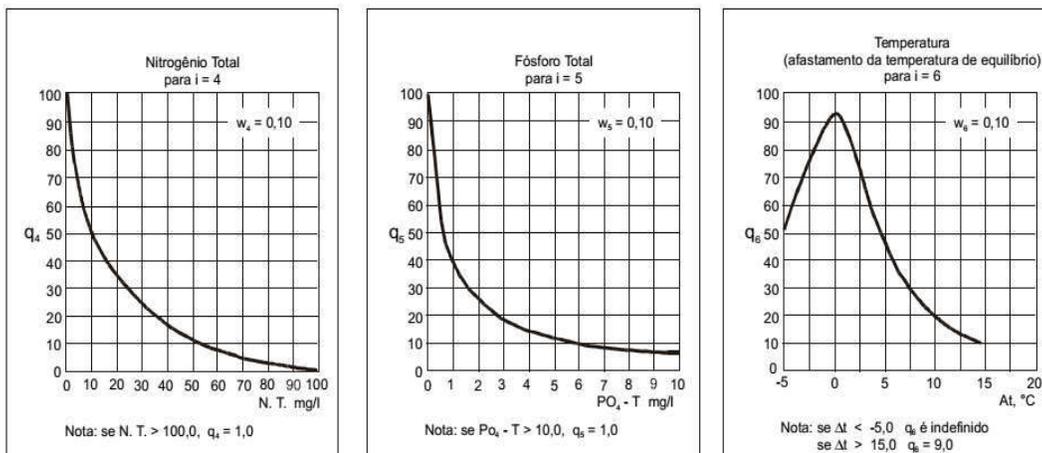
Para calcular o IQA utilizou-se curvas que indicaram a variação da qualidade da água de acordo com a situação de cada indicador (Figuras 4, 5 e 6). Cada curva apresenta a média do parâmetro juntamente com o peso relativo (DERISIO, 2013).

Figura 5- Curvas de variação de coliformes fecais, pH e DBO.



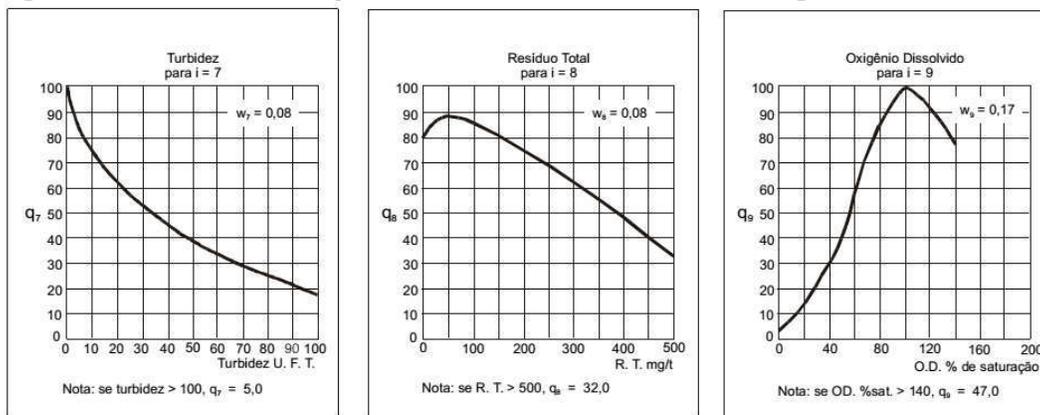
Fonte: CETESB, (2003).

Figura 6-Curvas de variação de nitrogênio total, fósforo total e temperatura.



Fonte: CETESB, (2003).

Figura 7- Curvas de variação de turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido.



Fonte: CETESB, (2003).

O IQA é calculado pelo produtório ponderado dos valores e pesos de cada um dos parâmetros (Equação 1).

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

Onde:

W_i = peso do parâmetro i variando de 0 a 1;

q_i = pontos retirados da curva recebidos pelo parâmetro i;

n = número de parâmetros.

Caso não exista dados para um dos parâmetro do IQA, torna-se inviável obter o valor para o índice.

5.5 Medição da vazão

Para medição da vazão utilizou-se o método do flutuador, que consiste no volume de água que passa entre dois pontos por um dado período de tempo, calculada pela equação 2 (EMBRAPA, 2007).

$$\text{Vazão} = \frac{A \times L \times C}{T} \quad (2)$$

Onde:

A= média da área do rio (distância entre as margens multiplicada pela profundidade do rio);

L= distância percorrida pelo flutuador;

C= coeficiente ou fator de correção (0,8 para rios com fundo pedregoso);

T= tempo em segundos que o flutuador demora para percorrer a distância.

Posteriormente foi calculada a vazão média para cada ponto, levando em consideração a vazão obtida no dia das coletas.

5.6 Enquadramento em relação a CONAMA 357/2005.

Para classificar quanto a resolução CONAMA 357/2005, os nove parâmetros estabelecidos para a determinação do IQA. Estes parâmetros foram comparados com os valores exigidos pelo CONAMA para o enquadramento das águas doces.

Cada classe estabelecida tem limites para as concentrações de determinados parâmetros. Estando de acordo com os valores receberá a classificação indicada.

Para determinar a classe do curso hídrico foi levado em consideração a pior classe obtida durante a comparação dos valores, e então determinar quais atividades aquele corpo hídrico pode ser destinado.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Avaliação dos parâmetros segundo resolução CONAMA 357

A tabela 6 apresenta os resultados das análises físicas, químicas e microbiológicas do ponto 1 localizado no Bairro Sul próximo a nascente do curso de água.

Tabela 6- Resultados das análises laboratoriais e a classificação CONAMA 357/05 para o ponto de coleta 1.

Ponto 1					
Parâmetros de qualidade da água	1 ^a coleta	2 ^a coleta	3 ^a coleta	Média	Classe
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,6	6,2	6,4	6,73	1
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	16	16	9,2	13,73	1
Potencial hidrogeniônico (pH)	7,56	6,84	6,48	6,96	1
DBO-5,20 (mg/L)	4,8	5,8	6	5,53	3
Temperatura da água °C	10	14	16	13,33	-
Nitrogênio total (mg/L)	22,13	22,37	23,89	22,80	4
Fósforo total (mg/L)	0,98	2,16	1,4	1,51	4
Turbidez (UNT)	1	0,72	3,41	1,71	1
Sólidos Totais (mg/L)	160	150	130	146,67	1

Fonte: Do autor, (2019).

O ponto 1 apresentou valores considerados satisfatórios para oxigênio dissolvido acima de 6 mg/L, turbidez inferior a 40 UNT, pH entre 6 e 9, coliformes termotolerantes inferiores a 200 NMP/100 ml e sólidos totais abaixo de 500 mg/L sendo estes parâmetros enquadrados como classe 1. A DBO foi maior que 5 mg/L sendo classificada como classe 3.

O nitrogênio total ultrapassou o limite de 13,3 mg/L exigido para classe 3 em todas as coletas, da mesma maneira a concentração de fósforo total também excedeu o valor exigido para classe 3 que é de no máximo 0,05 mg/L. Como estes parâmetros extrapolaram os valores eles conferem ao ponto 1 a classe 4.

Os resultados das análises físicas, químicas e microbiológicas do ponto 2 estão dispostos na tabela 7.

Tabela 7-Resultados das análises laboratoriais e a classificação CONAMA 357/05 para o ponto de coleta 2.

Ponto 2					
Parâmetros de qualidade da água	1ª coleta	2ª coleta	3ª coleta	Média	Classe
Oxigênio dissolvido (mg/L)	9,2	5,8	5,9	6,97	1
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	16	16	9,2	13,73	1
Potencial hidrogeniônico (pH)	7,28	7,31	6,23	6,94	1
DBO-5,20 (mg/L)	3,9	5,6	4,7	4,73	2
Temperatura da água °C	10	14	16	13,33	-
Nitrogênio total (mg/L)	12,33	13,23	11,34	12,30	3
Fósforo total (mg/L)	1,03	1,82	4,52	2,46	4
Turbidez (UNT)	4	3,99	8,54	5,51	1
Sólidos Totais (mg/L)	240	120	280	213,33	1

Fonte: Do autor, (2019).

Como pode ser observado o oxigênio dissolvido, coliformes, pH, turbidez e sólidos totais não excederam os valores da classe 1 em nenhuma das coletas. A DBO teve oscilações durante o período, classificando em relação à média se enquadra na classe 2.

Em todas as coletas os valores da concentração de nitrogênio total foram inferiores ao ponto 1, esta redução foi suficiente para enquadrar este parâmetro na classe 3, inferior a 13,3 mg/L. Em relação ao fósforo total, neste segundo ponto recebe a classe 4 por ainda apresentar concentrações acima de 0,05mg/L.

A tabela 8 apresenta os resultados das análises físicas, químicas e microbiológicas do ponto 3.

Tabela 8-Resultados das análises laboratoriais e a classificação CONAMA 357/05 para o ponto de coleta 3.

Ponto 3					
Parâmetros de qualidade da água	1 ^a coleta	2 ^a coleta	3 ^a coleta	Média	Classe
Oxigênio dissolvido (mg/L)	8,6	5,4	5,8	6,60	1
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	16	16	9,2	13,73	1
Potencial hidrogeniônico (pH)	7,42	7,23	6,75	7,13	1
DBO-5,20 (mg/L)	3,5	4,6	4,4	4,17	2
Temperatura da água °C	10	14	16	13,33	-
Nitrogênio total (mg/L)	9,22	9,32	6,56	8,37	3
Fósforo total (mg/L)	1,91	1,18	2,62	1,90	4
Turbidez (UNT)	3,9	3,96	7,42	5,09	1
Sólidos Totais (mg/L)	230	200	100	176,67	1

Fonte: Do autor, (2019).

No terceiro ponto também foi possível notar que a DBO manteve-se abaixo de 5mg/L sendo enquadrada na classe 2. O nitrogênio total teve uma redução em relação ao ponto 2 mas ainda condiz com a classe 3.

Ainda comparando com o ponto 2 nota-se que o fósforo total teve uma redução na média porém continua extrapolando o exigido na classe 3. Os demais parâmetros como OD, Coliformes totais, sólidos totais tiveram oscilações mas continuam sendo enquadrados na classe 1.

De maneira geral foi possível observar que em todos os pontos analisados a concentração de oxigênio dissolvido está num padrão aceitável. Também nota-se que a DBO tende a diminuir ao longo do trecho analisado. Além disso é visível que em todas as coletas a concentração de nitrogênio total teve um decréscimo comparando os pontos 1, 2 e 3.

Para determinar o enquadramento conforme a resolução CONAMA 357/05, foi estimado o enquadramento referente ao pior parâmetro de cada ponto. Os piores valores obtidos estão relacionados a concentração de fósforo e nitrogênio que sempre estavam em altas concentrações. Então a classificação dada a este curso de água segundo esta resolução CONAMA 357/05 é classe 4.

De acordo com este enquadramento o curso de água não pode ser destinado ao consumo humano, dessedentação animal e atividades de recreação. Portanto só pode ser utilizada para navegação se comportar embarcações e para harmonia paisagística.

6.2 Classificação do Índice de qualidade da água.

Para estimar o IQA de cada ponto os cálculos foram feitos de acordo com os procedimentos da metodologia. Para isso foram utilizados os dados obtidos nas análises laboratoriais. A classificação obtida representa as condições do curso de água no momento da coleta, desta forma podem ocorrer variações durante o dia. A tabela 9 apresenta os pontos analisados e seus respectivos índices.

Tabela 9- Índice de qualidade da água para os três pontos analisados

Pontos de coleta	Valores do IQA			Média
	05/09/19	03/10/19	31/10/19	
1	46,83	46,99	47,69	47,17
2	49,94	48,42	43,50	47,29
3	48,96	49,59	49,00	49,18

Fonte: Do autor, (2019).

Observando os valores percebe-se que durante o período analisado o ponto 1 tendeu a melhorar de índice, o ponto 2 teve comportamento inverso já o ponto 3 oscilou em todas coletas. Todos os pontos obtiveram nível de qualidade da água Ruim, isto é, apresentaram valores dentro do intervalo estipulado pela CETESB, para o Rio Grande do Sul índices entre 26 e 50 são considerados ruim.

Pelos resultados das análises laboratoriais foi observado que a concentração de nitrogênio diminui ao longo do curso d'água assim como o valor do IQA médio. Possivelmente isso ocorre pela auto depuração do corpo hídrico. Este processo ocorre naturalmente pela decomposição de matéria orgânica por microrganismos aeróbios, com isso ocorre a queda de oxigênio dissolvido na água devido à respiração dos microrganismos. E pelo movimento da água o oxigênio é reincorporado.

Durante as análises laboratoriais notou-se que os parâmetros que mais influenciaram na qualidade da água indicaram contaminação por meio de despejos irregulares e esgotamento sanitários.

Na região do ponto 1 observa-se que existe uma área urbana muito próxima, indicando que o esgoto deste bairro escoar para o curso de água, o que confirma os valores altos de nitrogênio total e fósforo neste ponto. O ponto 2 recebe a água do ponto 1 e de uma região de floresta e campo. O ponto 3 além de receber dos pontos anteriores sofre influência de outras regiões urbanizadas.

Na tabela 10 estão dispostas as vazões médias para cada ponto considerando o período das três coletas.

Tabela 10 - Vazão média nos pontos amostrados.

Ponto	Vazão média (m ³ /s)
1	0,018
2	0,037
3	0,108

Fonte: Do autor, (2019).

Como pode ser observado ocorre um aumento na vazão do corpo hídrico, decorrente da contribuição de outros afluentes menores que fazem parte da micro bacia estudada. Este aumento da vazão no curso de água contribui para a diluição dos poluentes, facilitando a assimilação destes pelos microrganismos. E assim ocorre uma melhoria de alguns parâmetros como o nitrogênio.

Diferente do nitrogênio as concentrações de fósforo total não apresentaram um comportamento padronizado, durante toda a pesquisa ocorreram oscilações. Foi observado que no ponto 1 existe uma fonte pontual de contaminação que é o esgoto do Bairro Sul. Entre o ponto 2 e 3 pode ocorrer de um dos afluentes estar contaminado, sendo que alguns nascem próximo a cidade.

A principal fonte de contaminação neste caso é provavelmente pela presença de detergentes em pó. Estes possuem compostos de sais de fosfato

em sua fórmula e são utilizados pela população para a limpeza de tecidos e roupas.

Outra fonte que fornece estes macro nutrientes como fósforo e nitrogênio é a área de cobertura vegetal. As folhas que caem das árvores junto com outras vegetações formam serapilheiras, ricas em matéria orgânica que fica na superfície do solo. Fatores climáticos podem carrear estes nutrientes decorrentes da matéria vegetal, para a água colaborando para a variação das concentrações dos nutrientes.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises dos parâmetros oxigênio dissolvido, DBO, pH, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, sólidos totais e temperatura da água serviram de referência para o desenvolvimento deste estudo. Verificou-se que as concentrações de nitrogênio total e fósforo total em todos os pontos encontram-se em desacordo com a resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), confirmando a degradação da água.

Com os dados alcançados no IQA, os pontos 1, 2 e 3 foram considerados com qualidade ruim. Através da análise dos resultados, pode-se verificar a influência das atividades antrópicas nos resultados obtidos no IQA.

No que se refere as principais fontes de contaminação destaca-se o avanço da urbanização nas proximidades da nascente do curso de água. Com isso compromete a qualidade das águas, por falta de estrutura de saneamento básico resíduos são descartados de forma incorreta.

Como recomendação para estudos posteriores vale ressaltar que apenas três coletas de água com três amostragens não são suficientes para caracterizar por completo a qualidade de um curso hídrico. Par uma avaliação mais detalhada seria necessário um monitoramento contínuo e com um número maior de amostras. Logo, haveria uma visualização melhor para os parâmetros analisados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil:2018**. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>> Acesso em: 8 abr. 2019

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil 2012**. Caderno de Recursos Hídricos, Brasília, ANA, SPR. 2012.

APHA – American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**.21 ed. Washington D.C. APHA-AWWAPCF, 2005.

BRAGA, B; HESPANHOL, B.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2005.318p.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Disponível em:<<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 19 maio 2019.

BRASIL. **Lei nº9433, 8 de Janeiro de 1997**. Institui Política Nacional dos recursos hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm >. Acesso em: 01 Jun. 2019.

BRASIL. **Resolução nº. 274, de 29 de novembro de 2000**. Define critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Disponível em:<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: 01 Jun. 2019.

BRASIL. **Resolução nº. 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Disponível em:<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 01 Jun. 2019.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental/Estado de São Paulo. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil, São Paulo: Série Relatórios**. CETESB, 2005, 2v. Disponível em: http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/PANORAMA_DA_QUALIDADE_DAS_ÁGUAS.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2019

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental/Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**

2003. São Paulo: Série Relatórios. CETESB, 2003, 2v. Disponível em: <<http://www.mp.sp.gov.br/portal/page/portal/.../Relatório%20Anual.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2016.** São Paulo: CETESB, 2017 (Série Relatórios).

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - Apêndice E -** Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. 2016. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2019.

CPRM- Serviço Geológico do Brasil, Geobank. Disponível em: <<http://geosgb.cprm.gov.br/>> Acesso em: 29 de maio, 2019.

DERISIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental.** 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2012 **Atlas climático da região sul do Brasil.** 2 ed. Brasília, DF.2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2007 **Comunicado técnico 455.** Concórdia, SC.2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2019. **Banco de dados climáticos do Brasil.** Município de Encruzilhada do Sul.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** 2ª Edição. Rio de Janeiro. Editora Interciência. 1998. 602-p.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Controle da Qualidade da água para Técnicos que Trabalham em ETAS.** 1ª ed. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_água_tecnicos_trab_emetas.pdf>. Acesso: 25 mai 2019.

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: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

GOOGLE EARTH PRO - **MAPAS,** Software Google Earth versão 7.1.8.3036. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=series-historicas>> Acessado em: 9 abr. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades. Censo Demográfico 2010**

JORDÃO, Eduardo Pacheco. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. Rio de Janeiro, 2005, 932p.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. de A.; CORSEUIL, C. W. **recursos hídricos e saneamento**. Curitiba: Organic Trading, 2008. 160 p.

LIBÂNIO.M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3.ed. revista e ampliada. Campinas: Átomo, 2010. 494 p.

MANAHAN, Stanley E. **Química Ambiental**, 9 ed. São Paulo: Bookman, 2013.944p.

MATOS, Antônio Teixeira. **Curso sobre tratamento de resíduos agroindustriais**. Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental / UFV. Fundação Estadual do Meio Ambiente. 2005. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAYNoAL/tratamento-residuos-agroindustriais>>. Acesso em 25 mai. 2019.

MEDEIROS, Sófocles. **Química ambiental**. 3ed. revista e ampliada. Recife, 2005.122p.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Ciclo hidrológico**. Disponível: <<http://www.mma.gov.br/água/recursos-hidricos/águas-subterraneas/ciclo-hidrologico.html>> 25 mai. 2019.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2011, 565 p.

PEREIRA, R. S. **Identificação e Caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos**. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH UFRGS. V. 1, N. 1 P. 20-36. 2004. Disponível em:<http://www.aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/321556/mod_folder/content/0/Revista%20Elet%C3%B4nica%20de%20Recursos%20H%C3%ADricos.pdf?force_download=1>. Acesso em: 20 mai 2019.

PINTO, Nelson L. de Souza et al. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blücher, c1976. 278 p.

PRADO, Rachel Bardy. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra**

Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos. 2004. 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia, Área de concentração Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

RATTNER, H. **Meio Ambiente Saúde e Desenvolvimento Sustentável.** Revista Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 14, n. 6, p. 1965 – 1971, 2009.

ROCHA, J.C.; ROSA, A.H.; CARDOSO, A.A.; **Introdução a Química Ambiental,** 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 256 p.

SANT'ANNA JR, Geraldo L. **Tratamento biológico de efluentes: fundamentos e aplicações.** Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 418 p.

SANTOS, Elisa S. **Caderno pedagógico química análises físico-químicas de águas e solos.** Pinhais: UTFPR, 2008. Disponível em;<
<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1701-6.pdf> >.
Acesso: 24 mai. 2019.

SILVEIRA, A. L. L. **Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica.** In: TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia: Ciência e Aplicação. 3ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2003. cap. 2, p. 35-51.

SIQUEIRA, Lauda. **Análise da qualidade da água para fins de abastecimento público no Rio Prado, município de Ourinhos-SP.** TCC de Pós Graduação em Planejamento Ambiental e Gerenciamento de Recursos. Ourinhos, 2016. 67p.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuais. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

SPIRO, Thomas G.; STIGLIANI, William M. **Química ambiental.** 2. ed. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2009. xiv, 334 p.

TUCCI et al, 2001. **Hidrologia Ciência e Aplicação.** Porto Alegre: UFRGS, 2001. 943 p.