

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

LUCAS SOARES CAMARA

**ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA NO PONTO TJC DO RIO
CHAPECÓ**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2015

LUCAS SOARES CAMARA



**ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA NO PONTO TJC DO RIO
CHAPECÓ**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios – Polo UAB do Município de Concórdia, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientadora: Prof^a. Eliane Rodrigues dos Santos Gomes

MEDIANEIRA

2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Especialização em Gestão Ambiental em Municípios



TERMO DE APROVAÇÃO

Índice de Qualidade da Água no Ponto TJC do Rio Chapecó

Por

Lucas soares Camara

Esta monografia foi apresentada às 18h30min do dia 18 de Dezembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios – Polo de Concórdia, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dra. Eliane Rodrigues dos Santos Gomes
UTFPR – Câmpus Medianeira
(orientadora)

Prof. Esp. Cleusa Rosane Magnani
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof. Mestre Anderson Sandro Da Rocha
UTFPR – Câmpus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, por tudo que me proporcionou. Pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos. Com a proteção e benção Dele eu tive forças para chegar até ao final dessa jornada.

A minha esposa Jussara de Lima e ao meu filho Ramiro Lucas de Lima Camara, por me darem força, amor e paz.

A minha mãe Eunice Soares da Silva e meu pai Niles Camara da Silva, que são responsáveis pela formação do meu caráter.

À Foz do Chapecó Energia S.A pela autorização do uso dos dados do monitoramento do Programa 7.1 – Monitoramento das Águas Superficiais do Programa 7 – Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água.

Agradeço aos professores do curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios, professores da UTFPR, Câmpus Medianeira.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

Aos colegas da minha turma pelos momentos prazerosos que passamos juntos nessa jornada.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu,
mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre
aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

RESUMO

CAMARA, Lucas Soares. **Índice de Qualidade da Água no Ponto TJC do Rio Chapecó**. 2015. 47p. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

Este estudo teve como temática avaliar o nível da qualidade da água em um ponto localizado no rio Chapecó, entre o município de São Carlos e o município de Águas de Chapecó, no meio oeste do estado de Santa Catarina. Para isto, foram analisados os resultados de parâmetros físico-químicos e microbiológicos, confrontando aos padrões legais de classificação do respectivo rio segundo a Resolução do Conama nº. 357/05. Em seguida, a avaliação do conjunto de dados foi feita utilizando como indicador geral da qualidade da água o Índice de Qualidade da Água (IQA) adotado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. As variáveis analisadas foram: DBO5, Nitrogênio Total, pH, Oxigênio Dissolvido, Fósforo Total, Temperatura da Água, Turbidez, Sólidos Dissolvidos Totais e Coliformes Fecal. Foi monitorado um local denominado Ponto TJC, no rio Chapecó durante um ano, com amostragens de água realizadas bimestralmente, totalizando seis campanhas a campo. Durante esse período, em todas as campanhas os resultados analisados ficaram com os valores dentro dos parâmetros de referência para enquadrando do curso d'água como Classe 2. Na análise do IQA, o Ponto TJC do rio Chapecó apresentou o nível da qualidade da água satisfatória.

Palavras-chave: Resolução do Conama nº. 357/05, parâmetros físico-químicos e microbiológicos, CETESB.

SUMMARY

CAMARA, Lucas Soares. **Water Quality Index TJC Point Rio Chapecó**. 2015. 47p. Monograph (Specialization in Environmental Management in Municipalities). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

This study was subject assess the level of water quality at one point located in the Chapecó river, between the municipality of São Carlos and the city of Águas de Chapecó, in the middle western state of Santa Catarina. For this, the results of physical, chemical and microbiological parameters were analyzed, comparing the legal standards of the respective river classification according to the CONAMA Resolution. 357/05. Then the evaluation of the data set was made using as a general indicator of water quality the Water Quality Index (IQA) adopted by Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB. The variables analyzed were: BOD5, total nitrogen, pH, Dissolved Oxygen, Total Phosphorus, Water Temperature, Turbidity, Total Dissolved Solids Fecal coliforms and. A place called TJC was monitored point, the river Chapecó for a year, with water samples taken every two months, totaling six campaigns the field. During this period, in all campaigns the results were analyzed with the values within the benchmarks for framing the watercourse as Class 2. In the analysis of the IQA, the TJC Point River Chapecó presented the level of satisfactory water quality.

Keywords: CONAMA Resolution nº. 357/05, physical, chemical and microbiological parameters, CETESB.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição dos Sólidos Totais no Meio Líquido.....	23
Figura 2 - Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó.....	24
Figura 3 - Vista Espacial do Ponto TJC.....	26
Figura 4 - Técnico Realizando Amostragem de Água no Ponto TJC.....	27
Figura 5 - Série Histórica das Precipitações e o Ocorrido no Ano de 2014.....	30
Figura 6 - Série Histórica das Vazões e o Ocorrido no Ano de 2014.....	31
Figura 7 - Resultado das Análises de Coliformes Fecais.....	32
Figura 8 - Resultados das Análises do pH.....	32
Figura 9 - Resultados das Análises do DBO.....	33
Figura 10 - Resultados das Análises da Turbidez.....	34
Figura 11 - Resultados das Análises dos Sólidos Totais.....	35
Figura 12 - Resultados das Análises do Oxigênio Dissolvido.....	36
Figura 13 - Resultados das Análises do Fósforo Total.....	37
Figura 14 - Resultados das Análises da Temperatura da Água.....	38
Figura 15 - Resultados das Análises do Nitrato.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Enquadramento dos Cursos D'água pela Resolução CONAMA 357/2005.....	14
Tabela 2 - Parâmetros Seleccionados e Respective Pesos para Cálculo do IQA.....	16
Tabela 3 - Classificação do IQA.....	17
Tabela 4 - Resultados dos Parâmetros Monitorados no Ponto TJC.....	28
Tabela 5 - Resultados do IQA e a Classificação do Ponto TJC.....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 RECURSO NATURAL - ÁGUA	11
2.2 INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA	12
2.3 CLASSIFICAÇÃO E ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS	13
2.4 ÍNDICES DE QUALIDADE DE ÁGUA	14
2.5 PARÂMETROS UTILIZADOS NO IQA ADOTADO PELA CETESB	17
2.5.1 Oxigênio Dissolvido (OD)	17
2.5.2 Coliformes Termotolerantes	18
2.5.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)	19
2.5.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	20
2.5.5 Temperatura da Água	20
2.5.6 Nitrogênio Total (Nitrato)	20
2.5.7 Fósforo Total	21
2.5.8 Turbidez	22
2.5.9 Resíduo Total	22
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	24
3.1 ÁREA DE ESTUDO	24
3.2 COLETA DE DADOS	26
3.3 INFORMAÇÕES DE PLUVIOSIDADE E VAZÕES	28
3.4 ANÁLISES DOS DADOS	28
3.4.1 Índice de Qualidade da Água (IQA)	28
3.4.2 Precipitação Pluviométrica	29
3.4.3 Vazão Mensal do Rio Chapecó	30
3.4.4 Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos	31
3.4.4.1 Coliformes fecais	31
3.4.4.2 Potencial hidrogeniônico (pH)	32
3.4.4.3 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	33
3.4.4.4 Turbidez	33
3.4.4.5 Sólidos totais	34
3.4.4.6 Oxigênio dissolvido	35
3.4.4.7 Fósforo total	36
3.4.4.8 Temperatura da água	37
3.4.4.9 Nitrato	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural mais importante às diversas atividades humanas e também é um componente fundamental ao Meio Ambiente e à manutenção da biodiversidade dos ecossistemas terrestres.

O crescimento econômico e o tecnológico têm gerado muitos desequilíbrios no meio ambiente, os quais se refletem numa série de alterações dos ecossistemas naturais. Em face disto, há grande preocupação mundial com relação à disponibilidade e preservação dos recursos naturais, visando o seu manejo sustentável. Dentre estes recursos a água é considerada essencial para a garantia da sustentabilidade.

A grande variação no tempo e no espaço dos indicadores físicos, químicos e biológicos que caracterizam a qualidade das águas, leva à necessidade de um programa de monitoramento sistemático para a melhor compreensão da variação espacial e temporal da qualidade das águas superficiais.

A conservação da qualidade e da quantidade da água depende das condições naturais e antrópicas das bacias hidrográficas, onde ela se origina, circula, perca-la ou fica estocada, como lagos natural ou em reservatórios artificiais. O uso múltiplo da água leva à necessidade de se planejar e coordenar sua utilização, considerando suas características físicas, químicas e biológicas.

O uso de indicadores de qualidade da água torna-se sob este ponto de vista um importante aliado no planejamento de projetos que visem à utilização da água como um dos principais recursos natural.

Este trabalho trás o conceito do Índice de Qualidade da Água (IQA) adotado pela CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, ligada à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, e apresenta os dados do Índice de Qualidade da Água do Ponto TJC, monitorado no Sub - Programa 7.1 – Monitoramento das Águas Superficiais do Programa 7 – Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água, proposto no Projeto Básico Ambiental para o Aproveitamento Hidrelétrico Foz do Chapecó. O período de abrangência do estudo foi entre o período dos meses de Janeiro a dezembro de 2014, com a avaliação bimestral dos parâmetros físicos, químicos e biológicos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 RECURSO NATURAL - ÁGUA

A água é um recurso natural renovável, mas com reservas limitadas. É imprescindível à civilização humana, mas tem sido utilizada de forma inadequada, e sua demanda crescente pode fazer com que se torne em breve um recurso esgotável em quantidade e qualidade (TIAGO e GIANESELLA, 2003).

Rebouças, Braga e Tundisi (2006, p.150) relatam que “o intenso uso da água e a consequente poluição gerada contribuem para agravar sua escassez e geram, como consequência, a necessidade crescente do acompanhamento das alterações da qualidade da água”.

Pires, Feijó e Luiz (2009, p.3-4) esclarecem essa afirmação, demonstrando que a água doce disponível e necessária ao ser humano para sobreviver é muito escassa:

A água ocupa 70 % da superfície da terra. A maior parte (97%) é salgada. Dos 3 % de água doce, menos de 1% vai para os rios, ficando disponível para o uso. O restante está nas geleiras, icebergs e em solos muito profundos. Hoje cerca de 250 milhões de pessoas, em 26 países, já enfrentam a escassez de água. Em 30 anos, este número deverá saltar para 3 bilhões de pessoas, em 52 países.

Segundo UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, cerca de 70% da água doce disponível no mundo é destinado aos aproveitamentos agrícolas, 22% à indústria e 8% ao abastecimento da população humana.

“A informação sobre a qualidade da água é necessária para que se conheça a situação dos corpos hídricos com relação aos impactos antrópicos na bacia hidrográfica, [...] e seja exercido o necessário controle dos impactos”. (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2006, P. 150).

De acordo com Tucci (2009), a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é em função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. Isso se deve à interferência do homem, quer de uma forma

concentrada, como na geração de despejos domésticos ou industriais, quer de uma forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribuindo na introdução de compostos na água, afetando a sua qualidade. Portanto, a forma na qual o homem usa e ocupa o solo tem uma implicação direta na qualidade da água.

Nesse sentido a forma como o solo é usado tem grande influência na quantidade e na qualidade dos recursos hídricos. A ocorrência ou não de uma cobertura do solo, bem como o tipo de cobertura, correlaciona-se diretamente com o produto hídrico (FREIXÊDAS, 2007, p. 56).

Um plano de gestão ambiental integrado é considerado o método mais eficaz para garantir o uso sustentável dos recursos hídricos e a proteção da qualidade da água do rio, pois pode minimizar os efeitos nocivos do ambiente de desenvolvimento em um sistema fluvial e sua bacia hidrográfica (FYTIANOS et al., 2002).

2.2 INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA

Estudos relacionados à qualidade da água são de suma importância no contexto da sustentabilidade ambiental. Para caracterizar a qualidade da água em um corpo hídrico, são determinados diversos indicadores, os quais representam as suas características físicas, químicas e biológicas. Esses indicadores permitem caracterizá-la visando sua aplicação a um determinado uso. A manipulação matemática desses indicadores gera índices de qualidade de água. O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas na bacia hidrográfica, sejam estas de origem antrópica ou natural.

Segundo Merten e Minella (2002, p.12), o termo “qualidade de água” não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente às características químicas, físicas e biológicas, e que, conforme essas características são estipuladas diferentes finalidades para a água.

Zimmermann, Guimarães e Peralta-Zamora (2008) avaliando a qualidade do corpo hídrico do Rio Tibagi na região de Ponta Grossa no Paraná, destacaram que algumas amostras foram discriminadas pelos indicadores DBO, DQO, coliformes

fecais, cloreto, sólidos totais, turbidez, nitrogênio total e nitrato, relacionados com a precipitação mensal e vazão. A elevação desses indicadores está diretamente relacionada com o carreamento de cargas difusas, principalmente originadas pelas atividades agrícolas e pecuárias, características da região.

De acordo com a CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2015), o principal indicador do lançamento de esgotos domésticos sem tratamento é o aumento da concentração de coliformes termotolerantes na água. Aumentam também as concentrações de matéria orgânica, que será degradada pelos microrganismos, a partir do consumo do oxigênio dissolvido (OD) no meio aquático. Como consequência, a concentração de OD no meio é reduzida, podendo chegar à zero, dependendo das características do lançamento e do rio. Quando isto ocorrer, a degradação da matéria orgânica será anaeróbia. Após a degradação da matéria orgânica carbonácea presente nos esgotos domésticos, ocorre a degradação da matéria orgânica nitrogenada, que converte o nitrogênio orgânico a nitrato que, junto com o fósforo, consistem em nutrientes essenciais, acarretando a eutrofização e crescimento excessivo de algas e macrófitas aquáticas. Com o lançamento indevido de esgotos domésticos também aumentam a turbidez e as concentrações de surfactantes e de sólidos totais.

O escoamento superficial direto em bacias hidrográficas com topografia acentuada, exploradas por agricultura e pecuária, apresenta grande energia para desagregar o solo exposto (produção de sedimentos) e transportar esses sedimentos para os corpos d'água. Esses sedimentos são capazes de carregar, adsorvidos na sua superfície, nutrientes como o fósforo e compostos tóxicos, como agroquímicos (MERTEN; MINELLA, 2002, p. 56-57).

2.3 CLASSIFICAÇÃO E ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS

Durante os anos 80 foram desenvolvidos estudos dos principais corpos d'água brasileiros, com a finalidade de fornecer dados básicos aos futuros trabalhos de planejamento do uso integrado dos recursos hídricos. Nessa mesma época, em 1981, foi instituída a Política Nacional do Meio Ambiente que através do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabelecem vários indicadores de

qualidade e respectivas classes, proferidos na Resolução CONAMA 20/86, sendo alterada em 2005, formando a Resolução CONAMA 357/05 (DINIZ et al., 2006).

De acordo com Brito et al. (2004) procedimentos de classificação das fontes hídricas em função dos indicadores que definem a qualidade das águas facilitam o processo de gestão de recursos hídricos, principalmente nas atividades de monitoramento e de utilização das águas.

A Resolução CONAMA 357/05 dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências, como a destinação das águas conforme seu enquadramento.

Na Tabela 1 estão representados os limites de alguns indicadores para o enquadramento nas classes 1, 2 e 3, conforme a resolução CONAMA 357/2005.

Tabela 1 Enquadramento dos Cursos D'água pela Resolução CONAMA 357/2005.

Indicadores	limites para as classes		
	1	2	3
Coliformes fecais (NMP/100 ml)	≤ 200	≤ 1000	≤ 2500
DBO (mg/L)	≤ 3	≤ 5	≤ 10
Oxigênio dissolvido (mg/l)	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Turbidez (VNT)	≤ 40	≤ 100	≤ 100
Fósforo total (ambiente lótico) (mg/l)	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,15
pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Nitrato (mg/l)	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Sólidos dissolvidos totais (mg/l)	≤ 500	≤ 500	≤ 500

Fonte: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 2015.

2.4 ÍNDICES DE QUALIDADE DE ÁGUA

O conceito de qualidade da água é muito mais amplo do que a simples caracterização da água por sua fórmula molecular. Isso por que a água, devido às suas propriedades de solvente e capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, as quais definem a sua qualidade (TUCCI, 2009).

Segundo a CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2015), os índices de qualidade das águas estabelecem uma classificação para os corpos hídricos a partir da integração de grupos de variáveis específicas, os indicadores de qualidade de água.

Como já mencionado anteriormente, na caracterização da qualidade da água utilizam-se alguns indicadores que representam suas características físico-químicas e biológicas. Alguns indicadores foram estabelecidos pela National Sanitation Foundation (NSF) dos Estados Unidos em 1970, através de pesquisas junto a vários especialistas da área ambiental, para o desenvolvimento de um índice que expressasse a situação, em termos qualitativos, da água.

Baseado neste estudo, a CETESB Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, adaptou o Índice de Qualidade da Água (IQA), que incorpora nove parâmetros que são considerados os mais relevantes para serem incluídos na avaliação das águas destinadas ao abastecimento público.

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores "rating".

A gestão das águas, estabelecida no Plano Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2006) preconiza a participação dos vários atores da sociedade, sendo necessárias formas de comunicação de fácil entendimento pela sociedade, neste contexto o índice de qualidade das águas (IQA) é de grande importância por classificar a qualidade dos corpos hídricos de forma simplificada.

De acordo com Peixoto (2008), o IQA estabelece níveis e padrões de qualidade que possibilita a classificação das águas em classes, determinada pelo resultado encontrado no agrupamento das principais variáveis de qualidade da água.

Segundo Von Sperling (2005) diz que a dotação do Índice de Qualidade da Água não é um instrumento de avaliação de atendimento à legislação ambiental, mas sim de comunicação para o público das condições ambientais dos corpos d'água, onde o IQA retrata, através de um índice único global, a qualidade das águas em um determinado ponto de monitoramento.

“Os índices podem ser entendidos como “notas”, que retratam condições variando de “muito ruim” a “excelente” ”(VON SPERLING, 2005, pag. 247).

O IQA adaptado pela Cetesb (2015), conceitualmente, é determinado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, DBO5, coliformes fecais, nitratos, orto-fosfato, sólidos totais e turbidez, que é obtido pela seguinte fórmula (Equação1):

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

Onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

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

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

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

Onde:

n = número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Para cada parâmetro foram atribuídos pesos (w_i) relativos conforme descrição na tabela 2.


Tabela 1 - Parâmetros Selecionados e Respectivos Pesos para Cálculo do IQA.

PARÂMETROS	PESOS
Coliforme Fecal	0,15
DBO5	0,10
Fósforo Total	0,10
Nitrogênio Total	0,10
Oxigênio Dissolvido	0,17
pH	0,12
Sólidos Totais	0,08
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
TOTAL	1,00

Fonte: CETESB, 2015.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, a qual é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, representado na Tabela 3, conforme classificação da CETESB.

Tabela 2 Classificação do IQA.

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

Fonte: (CETESB, 2015)

2.5 PARÂMETROS UTILIZADOS NO IQA ADOTADO PELA CETESB

A água, devido às suas propriedades de solvente e à sua habilidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, que definirão sua qualidade. Esta qualidade é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma água é função das condições naturais e da interferência dos seres humanos (VON SPERLING, 2005).

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que representam as suas principais características físicas, químicas e biológicas.

As características físicas, químicas e biológicas das águas naturais decorrem de uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e na bacia hidrográfica, como consequência das capacidades de dissolução de uma ampla gama de substâncias e de transporte pelo escoamento superficial e subterrâneo (LIBÂNIO, 2005).

2.5.1 Oxigênio Dissolvido (OD)

Segundo Esteves (1998), o oxigênio (O₂) é o mais importante gás dissolvido na água, na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos.

A concentração de Oxigênio dissolvido (OD) é expressa em miligramas de oxigênio por litro de água ou percentual de saturação. Baixas concentrações de OD geralmente indicam uma excessiva descarga de matéria orgânica com altas concentrações de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) que, em geral, são resultantes da falta ou insuficiência de tratamento de esgoto. Os níveis de OD também indicam a capacidade de um corpo d'água natural manter a vida aquática (CETESB, 2015).

Von Sperling (1996) diz que o OD é de essencial importância para os organismos aeróbios. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, têm-se as condições anaeróbias, com geração de maus odores. O teor de oxigênio na água varia em função de vários fatores, sendo os principais, temperatura e altitude.

Segundo Pinto (apud BOTELHO, 2003) diz que, ao nível do mar, na temperatura de 20°C, a concentração de saturação de oxigênio na água é igual a 9,2 mg L⁻¹. Valores de OD superiores à saturação são um indicativo de presença de algas (fotossíntese). Já concentrações de OD bem inferiores à saturação, são um indicativo da presença de matéria orgânica. Esse indicador de qualidade de água é de importância vital para os seres aquáticos aeróbios e é o principal indicador de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos.

2.5.2 Coliformes Termotolerantes

Microrganismos patogênicos são introduzidos na água junto com a matéria fecal de esgotos sanitários. Podem ser de vários tipos como bactérias, vírus ou protozoários. Esses microrganismos não são residentes naturais do meio aquático, tendo origem, principalmente, nos dejetos de pessoas doentes. Por causa da grande variedade de microrganismos patogênicos que podem estar contidos na água, é difícil sua detecção individualizada. É mais fácil inferir sua existência a partir de bactérias indicadoras de poluição da água por matéria fecal. As bactérias usadas como indicadores são os coliformes fecais, que vivem normalmente no organismo

humano e no dos demais animais de sangue quente, existindo em grande quantidade nas fezes.

O grupo de coliformes totais constitui-se em um grande grupo de bactérias que têm sido isoladas de amostras de água e solos poluídos e não poluídos, bem como em fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente e os coliformes termotolerantes são subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas (IGAM, 2007).

As bactérias do grupo coliforme são alguns dos principais indicadores de contaminações fecais, originadas do trato intestinal humano e de outros animais. Essas bactérias reproduzem-se ativamente a $44,5^{\circ}\text{C}$ e são capazes de fermentar o açúcar. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como indicador da possibilidade de existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera.

2.5.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH é o indicador que representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala antilogarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14.

Esse indicador tem sua origem natural na dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e na fotossíntese. A sua origem antropogênica se deve a despejos domésticos e industriais e sua importância se relaciona em diversas etapas do tratamento da água (coagulação, desinfecção, controle da corrosividade, remoção da dureza) (VON SPERLING, 1996). Segundo o mesmo autor, valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática (ex. peixes) e os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos.

2.5.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de cinco dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO_{5,20}. Os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2015).

2.5.5 Temperatura da Água

Variações de temperatura fazem parte do regime climático normal, e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diárias, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, vazão e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoelétricas (CETESB, 2015).

2.5.6 Nitrogênio Total (Nitrato)

Esteves (1998) relata que:

O nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo de um ecossistema aquático. Esta importância deve-se principalmente a sua participação na formação de proteínas, um dos componentes básicos da

biomassa. Quanto presente em baixas concentrações pode atuar como fator limitante na produção primária de ecossistemas aquáticos.

Tomazela apud. Mota (1995) diz que o nitrogênio segue o ciclo no meio ambiente, podendo estar presente em diversas formas – amoniacal, nitritos, nitratos. Estes compostos ocorrem na água, originários de esgoto domésticos e industriais ou da drenagem de áreas fertilizadas. O nitrogênio contribui para o desenvolvimento de algas em mananciais, devendo ser limitado, para evitar a proliferação excessiva das mesmas.

Segundo Von Sperling (2005) o fato dos compostos de nitrogênio serem nutrientes nos processos biológicos, seu lançamento em grandes quantidades nos corpos d'água, pode causar um crescimento excessivo das algas, processo conhecido como eutrofização, o que pode prejudicar o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática.

A forma encontrada do nitrogênio no corpo d'água pode fornecer indicações sobre o estágio da poluição ocasionada por despejo doméstico no mesmo. Em caso de poluição recente, o nitrogênio encontra-se, principalmente, sob a forma de nitrogênio orgânico ou amônia e em caso de poluição antiga, basicamente, sob a forma de nitrato. Nos esgotos domésticos brutos prevalecem as formas orgânicas e amônia (VON SPERLING, 2005).

2.5.7 Fósforo Total

Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos, e esta importância deve-se a participação deste elemento nos processos do metabolismo dos seres vivos, como o armazenamento de energia e estruturação da membrana celular. Já o excesso de fósforo pode causar a eutrofização das águas (VON SPERLING, 2005) (ESTEVES, 1998).

Toda a forma de fósforo presente em águas naturais, seja em forma iônica ou de forma complexada, encontra-se sob a forma de fosfato. Assim, em Limnologia, deve-se utilizar essa denominação para a se referir as diferentes formas de fósforo no meio aquático (ESTEVES, 1998).

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos, os ortofosfatos e polifosfatos. Assim como o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, ou seja, é um dos chamados macro-nutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células. Nesta qualidade, torna-se um indicador imprescindível em programas de caracterização de efluentes industriais que se pretende tratar por processo biológico (CETESB, 2015).

Quando as fontes de origem de fosfato, Esteves (1998) relata que:

O fosfato presente em ecossistemas aquáticos continentais tem origem de fontes naturais e artificiais. Dentre as fontes naturais, as rochas da bacia de drenagem constituem a fonte básica de fosfato para os ecossistemas aquáticos continentais... As fontes artificiais de fosfato mais importantes são: esgotos domésticos e industriais e material particulado de origem industrial contido na atmosfera.

2.5.8 Turbidez

Os principais responsáveis pela turbidez da água são principalmente as partículas suspensas (bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos) e em menor proporção os compostos dissolvidos (ESTEVES, 1998).

“A turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva a MESMA.” (VON SPERLING, 2005, pag. 28).

Tomazela apud. Mota (1995) também afirma que a turbidez é causada pela presença de sólidos em suspensão na água, partículas insolúveis de solo, matéria orgânica e organismos microscópicos. Representa o grau de interferência com a passagem de luz através da água, conferindo uma aparência turva a mesma.

2.5.9 Resíduo Total

Segundo Von Sperling (1996) todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Por esta razão,

os sólidos são analisados separadamente, antes de se apresentar os diversos indicadores de qualidade da água. Simplificadamente, os sólidos podem ser classificados de acordo com as suas características físicas (tamanho e estado) ou as suas características químicas. De acordo com a classificação pelas características físicas, os sólidos podem ser em suspensão, coloidais ou dissolvidos. Na classificação pelas características químicas, os sólidos podem ser orgânicos ou inorgânicos.

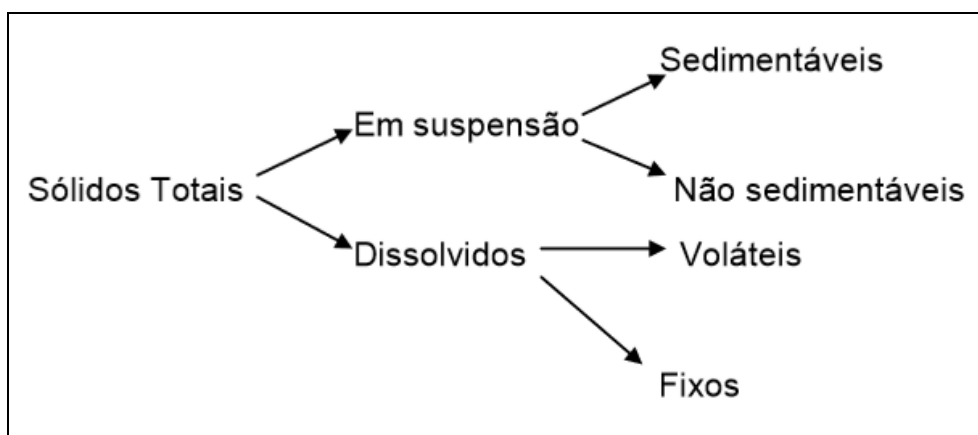


Figura 1 Distribuição dos Sólidos Totais no Meio Líquido.

Quando os resíduos sólidos se depositam nos leitos dos corpos d'água podem causar seu assoreamento, que gera problemas para a navegação e pode aumentar o risco de enchentes. Além disso, podem causar danos à vida aquática, pois ao se depositarem no leito eles destroem os organismos que vivem nos sedimentos e servem de alimento para outros organismos, além de danificar os locais de desova de peixes (CETESB, 2015).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O Rio Chapecó é um dos maiores tributário do rio Uruguai no estado de Santa Catarina. A Bacia Hidrográfica do rio Chapecó possui uma área de drenagem de 8.295.7 km² e ocupa cerca de aproximadamente 9 % do território catarinense (Figura 02).

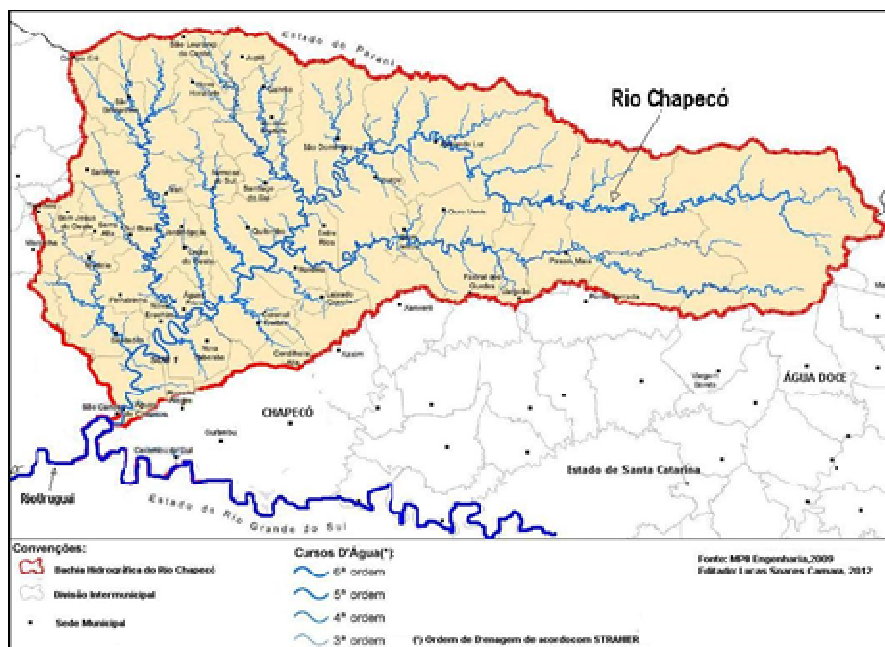


Figura 2 Bacia Hidrográfica do rio Chapecó.
Fonte: MPB Engenharia (2009). Modificado pelo autor.

As nascentes do Rio Chapecó estão localizadas no Município de Macieira. O rio Chapecó percorre dez municípios até receber as águas contribuintes de seu principal afluente, pela margem esquerda, o rio Chapecozinho. Após a confluência com o rio Chapecozinho, percorre mais nove municípios, totalizando dezoito ao longo de toda sua extensão, até desaguar no rio Uruguai (de domínio da União). Pela margem direita, os principais contribuintes são os rios: Bonito, Saudades/Jupirá, do Ouro, Burro Branco e Saudades. Mais detalhadamente tem-se:

- Pela margem esquerda, são contribuintes do Rio Chapecó: ribeirão Guamirim, córrego do Campo, córrego da Usina, córrego do Passo Liso, córrego da Divisa, córrego do Gato, córrego da Capivara, córrego do Pau Furado (todos estes com nascentes no Município de Água Doce). A jusante o rio Chapecó recebe contribuição das águas do córrego Aquidabã ou Lajeado do Capão (divisor parcial dos municípios de Água Doce e Passos Maia). Mais a jusante, recebe contribuições de vários córregos, sangas, lajeados, ribeirões, arroios situados nos municípios de Passos Maia, Vargeão, Abelardo Luz e Ouro Verde, até receber as águas do rio Passo das Antas (em Abelardo Luz) e do rio Tigre (rio que divide parcialmente os municípios de Abelardo Luz e Ipuacú). Ainda no Município de Ipuacú, o rio Chapecó, recebe as águas do lajeado Grande, do rio Toldo Velho e do rio Samburá. O rio Chapecó recebe então as águas do rio Chapecozinho (principal contribuinte pela margem esquerda), na tríplice fronteira dos municípios de Marema, Entre Rios e Quilombo. Depois, recebe ainda as contribuições do rio Golfo (em Marema) e dos rios Xaxim e Florentino (no Município de Coronel Freitas).

- Pela margem direita, são contribuintes do Rio Chapecó: ribeirão Zebu, córrego Caracol, córrego Catequese, ribeirão do Cadeado, córrego do Coxilhão, córrego Vista, córrego do Salto (todos estes com nascentes no Município de Água Doce). A jusante, o rio Chapecó, recebe contribuição das águas do rio Aguapei (rio divisor parcial dos municípios de Água Doce e Passos Maia); do rio Vermelho e do rio Pacheco (Município de Abelardo Luz), do rio Emigrá (no limite dos municípios de Abelardo Luz e São Domingos), do rio Bonito (Município de São Domingos), do rio Saudades/Jupiá (divisor municipal parcial de São Domingos e Quilombo) e do rio Quilombo (no Município de Quilombo). Ainda no Município de Quilombo, o rio Chapecó recebe contribuições das águas, pela margem direita, do rio do Ouro (com nascentes no Município de São Lourenço do Oeste). Mais a jusante recebe contribuições do rio Burro Branco, exatamente no ponto de divisão dos municípios de Água Fria e Nova Erechim. Mais a jusante recebe contribuições do rio Saudades (na divisão dos municípios de Saudades e São Carlos) (MPB ENGENHARIA, 2009).

O Ponto TJC está localizado no Rio Chapecó entre as cidades de Águas de Chapecó e a cidade de São Carlos (Figura 03), no Meio Oeste do Estado de Santa Catarina.

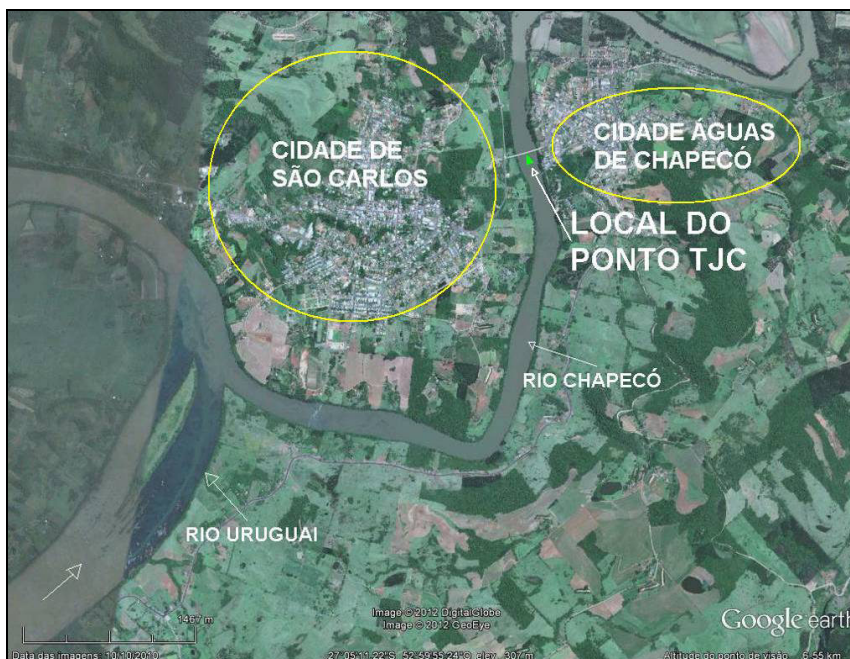


Figura 3 Visualização da Localozação Espacial do Ponto TJC.
Fonte: Google Earth 2015.

O município que se localiza as margens esquerda do Rio Chapecó, no ponto do monitoramento, é o município de Águas de Chapecó, com uma população de 6.110 pessoas, tendo uma área territorial de 139.130 km² (IBGE 2010). Na margem direita do está localizado o município de São Carlos, com uma com uma população de 10.291 pessoas, tendo uma área territorial de 158.989 km² (IBGE 2010).

De acordo com os dados do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos de Santa Catarina (SIRHESC), quase a totalidade das demandas consuntivas superficiais da Bacia Hidrográfica do rio Chapecó tem como finalidade o abastecimento público e industrial, sendo que correspondem somados juntos, a 94,7% do total do volume de água captado superficialmente. O volume captado para o uso em criação animal representa apenas 0,2% do volume total captado (MPB ENGENHARIA, 2009).

3.2 COLETA DE DADOS

A metodologia aplicada na coleta e preservação das amostras de água superficial, bem como na análise dos parâmetros selecionados, foi realizada de

acordo com as recomendações do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 20ª Edição (APHA, AWWA, WEF, 1998) e da Environmental Protection Agency – EPA.

Em campo foram determinados os parâmetros de oxigênio dissolvido (OD), temperatura da água e pH. As análises de coliforme fecal, DBO₅, fósforo total, nitrato, sólidos totais e da turbidez, foram analisadas em laboratório.

A determinação dos parâmetros físicos e químicos em campo foi realizada com uma sonda portátil (Medidor Multiparâmetros OAKTON PCD-650) devidamente calibrada anteriormente a saída a campo.



Determinação de parâmetros superficiais no ponto TJC (Rio Chapecó) em 02/07/2014.



Determinação da transparência da água no ponto TJC (rio Chapecó) em 03/12/14.



Amostragem de água superficial no TJC (rio Chapecó) em 09/04/14.

Figura 4 Técnico Realizando Amostragem de Água no Ponto TJC

3.3 INFORMAÇÕES DE PLUVIOSIDADE E VAZÕES

As informações de pluviosidade da região foram obtidas através do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, que possui uma estação meteorológica situada na cidade de Chapecó, esta localizada relativamente próxima do Ponto TJC.

Os dados da vazão do Rio Chapecó foram obtidos através da Usina Hidroelétrica Foz do Chapecó, responsável pelo monitoramento da estação hidrológica Barra do Chapecó Auxiliar, que se localiza à aproximadamente seis quilometro a montante do ponto de monitoramento.

3.4 ANÁLISES DOS DADOS

3.4.1 Índice de Qualidade da Água (IQA)

Durante o período de estudo do Ponto TJC foram realizadas seis campanhas a campo, e teve como referencia o mês de Janeiro de 2014 como início e como término o mês de Dezembro de 2014. Em cada campanha foi possível determinar o índice de qualidade da água – IQA adotado pela CETESB. Os resultados dos parâmetros analisados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 3 Resultados dos Parâmetros Monitorados no Ponto TJC.






Campanha	Data	Colif. Fec. (NMP/100m L)	Oxig. Diss (mg/L)	Temp. Água (°C)	Turbidez (UNT)	NTK(mg/L)	Sólid.T.(mg/ L)	pH (unidades)	Fósfor.T.(mg /L)	DBO5 (mg/L)
1	fev-14	13	10,3	29,4	11,0	4,65	62	6,7	0,03	<3
2	abr/14	49	8,16	25,9	21	1,13	148	7,1	0,07	<3
3	jun/14	629	9,22	15,97	83	1,34	96	6,96	0,13	<4
4	ago/14	629	7,59	19,19	15,4	1,43	35	7,14	0,06	<3
5	out/14	79	7,78	23,45	15,1	2,71	48	8,69	0,04	<3
6	dez/14	14	7,01	27,1	6,2	0,79	42	7,68	0,04	<3

O valor do índice de qualidade da água (IQA) e a classificação conforme ponderação da CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, obtidas do estudo no Ponto TJC, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 4 Resultados do IQA e a classificação do Ponto TJC.

Campanha	Data	IQA	Classificação
1	fev-14	77	Boa
2	abr/14	77	Boa
3	jun/14	63	Boa
4	ago/14	70	Boa
5	out/14	73	Boa
6	dez/14	83	Ótima

Classificação:

	Ótima $79 < IQA \leq 100$		Ruim $19 < IQA \leq 36$
	Boa $51 < IQA \leq 79$		Péssima $IQA \leq 19$
	Regular $36 < IQA \leq 51$		

3.4.2 Precipitação Pluviométrica

Ao se comparar os totais mensais de precipitação (Figura 5) ocorridos no ano de 2014 com as médias dos totais da série histórica (1961 a 1990), constatou-se que os meses de Fevereiro, Julho, Agosto e Outubro foram inferiores. Somente os meses de Janeiro e Novembro as médias mensais de precipitação foram semelhantes aos valores das médias históricas. O mês de Junho registrou o maior volume de chuva na bacia (545 mm), sendo 77% superior ao total médio da série histórica para o mesmo mês.

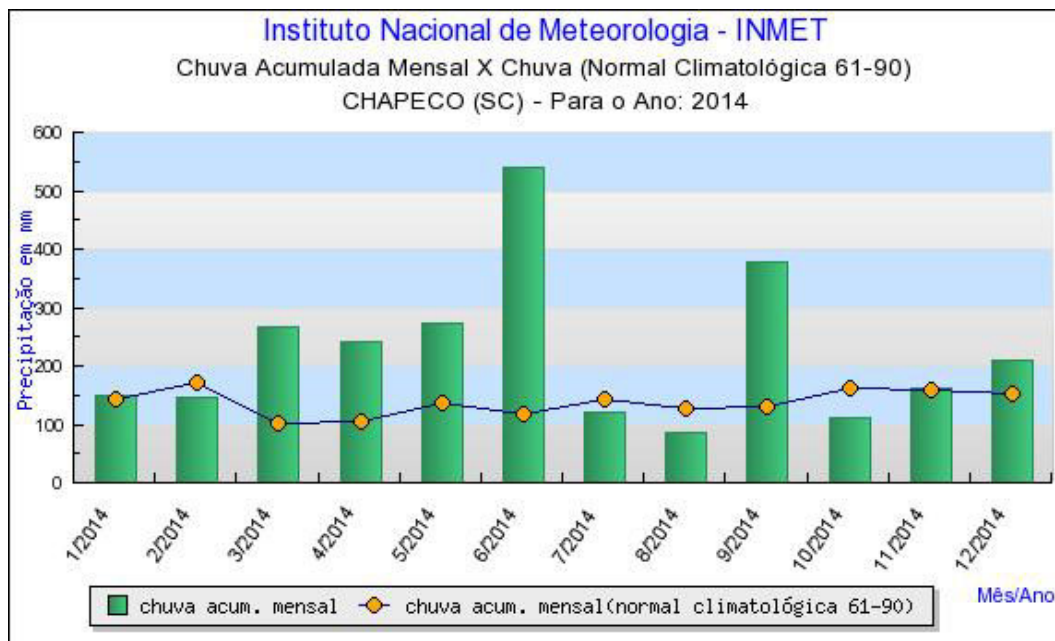


Figura 5 Série histórica das precipitações e o ocorrido no ano de 2014.
 Fonte: INMET - Instituto Nacional de Meteorologia.

3.4.3 Vazão Mensal do Rio Chapecó

Comparando os totais mensais das vazões líquidas ocorridas na estação fluviométrica Barra do Chapecó Auxiliar (Figura 6), ocorridos no ano de 2014 e comparando com as médias dos totais da série histórica (1972 a 2005), constatou-se que somente os meses de Fevereiro, Agosto, Novembro e Dezembro foram inferiores. O mês de Junho registrou a maior vazão (802 m³/s), sendo 62% superior ao total médio da série histórica para mesmo mês.

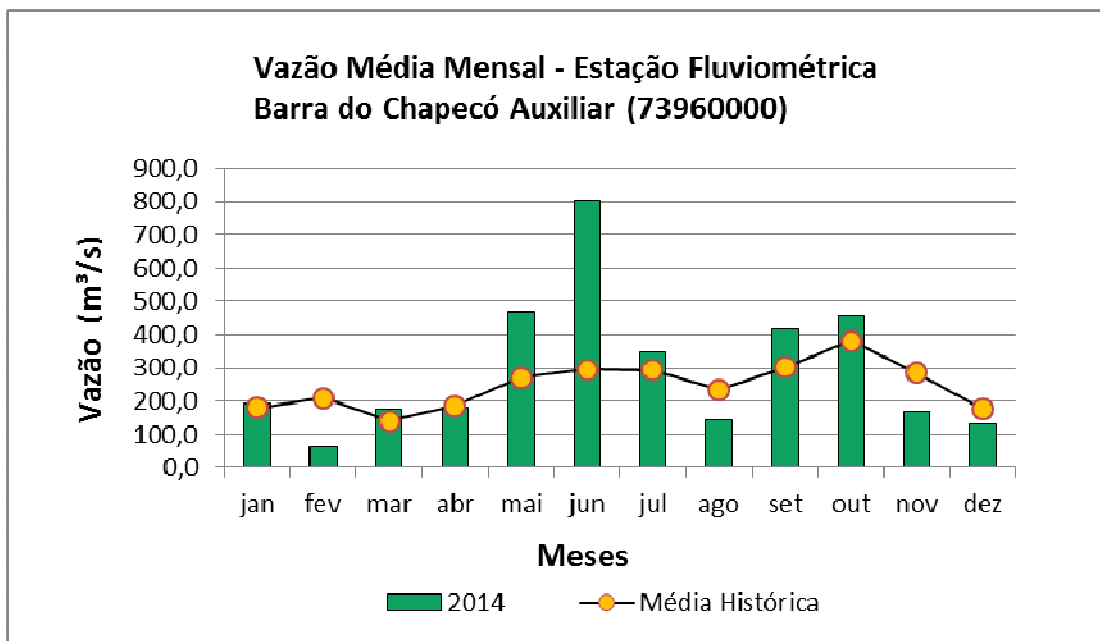


Figura 6 Série histórica das vazões e o ocorrido no ano de 2014.
Fonte: Usina Hidrelétrica Foz do Chapecó.

3.4.4 Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos

3.4.4.1 Coliformes fecais

Conforme destacado anteriormente, a presença de coliformes fecais nas águas indica a possibilidade de bactérias patogênicas que podem afetar a saúde humana e de animais.

O grupo coliforme é constituído por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gran-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão relacionadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo (CETESB, 2015).

Todos os valores encontrados para as análises de coliformes fecais ficaram inferiores a 1000 (NMP/100 ml).

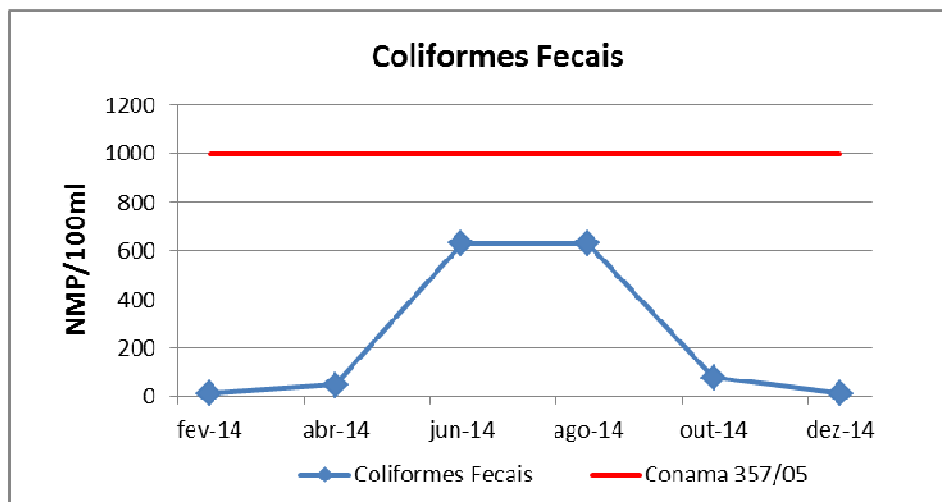


Figura 7 Resultado das análises de coliformes fecais.

3.4.4.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

Os resultados das análises de pH encontrados nas campanhas do monitoramento do Ponto TJC, apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos na Resolução do Conama nº. 357/05 para os rios de classe 2, ficando dentro da faixa de 6 a 9, como pode ser observado na Figura 8.

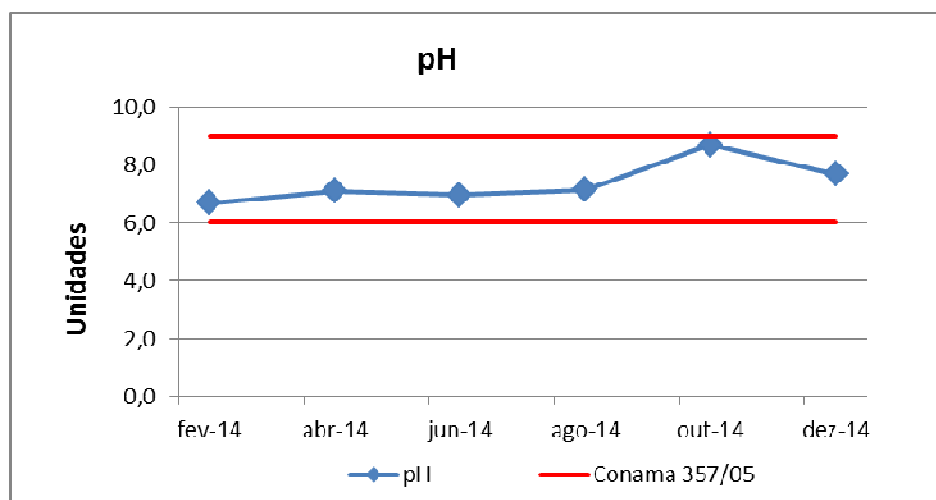


Figura 8 Resultados das análises de pH.

3.4.4.3 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

Em condições normais os valores de DBO₅ em ambientes naturais situam-se entre 1 a 10 mg/L de O₂. Os maiores aumentos em termos de DBO₅ em um corpo d'água são provocados por despejos de origem predominantemente orgânicos. Em águas superficiais com DBO₅ inferiores a 4 mg/L de O₂, são consideradas razoavelmente limpas, e aquelas com níveis maiores do que 10 mg/L de O₂, são consideradas poluídas (MACHADO, 2006).

Os resultados de DBO₅ obtidos nas campanhas do monitoramento do Ponto TJC, permaneceram inferiores ao limite estabelecido pela Resolução do Conama nº. 357/05 para os rios de classe 2, que é de 5 mg/L de O₂, classificando o respectivo ponto como não poluído.

Conforme pode ser observado no gráfico da Figura 9, todos os resultados dos valores de DBO₅ ficaram abaixo de 3 mg/L de O₂, não apresentaram valores quantificáveis, ficando abaixo do limite de detecção do método laboratorial. Adotou-se apresentar o valor de 3 mg/L de O₂ para fins de comparação com os valores máximos permitidos pela Resolução do Conama nº. 357/05 para os rios de classe 2.

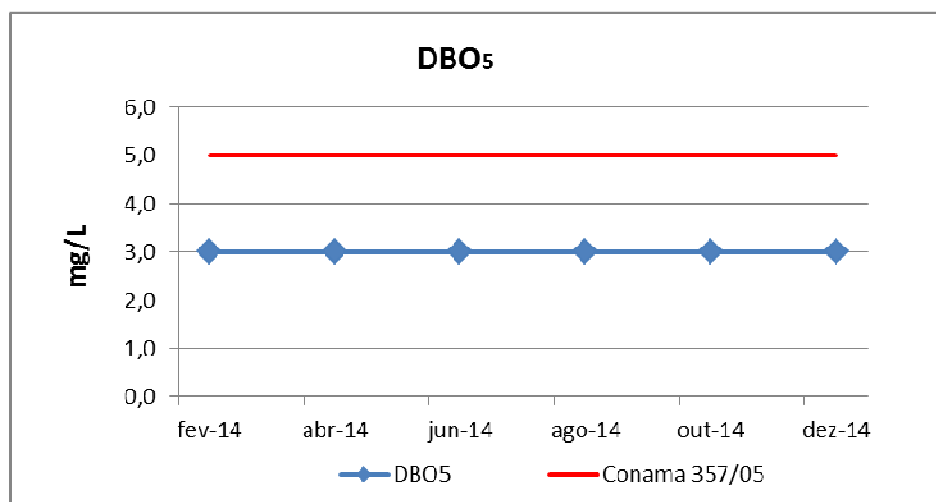


Figura 9 Resultados das análises do DBO.

3.4.4.4 Turbidez

Em geral, o teor natural de turbidez das águas superficiais está compreendido na faixa de 3 a 500 unidades nefelométricas (NTU). Em lagos e represas, onde a velocidade de escoamento da água é menor, a turbidez tende a ser bastante baixa. Além da ocorrência natural provocada por erosão, partículas de argila, areia e fragmentos de rocha, a turbidez da água pode ser causada por lançamentos de esgotos domésticos ou industriais (LIBÂNIO, 2005).

A Resolução do Conama nº. 357/05 considera para os rios de classe 2 o valor limite de 100 NTU.

Os valores de turbidez registrado nas seis campanhas do monitoramento do Ponto TJC, não ultrapassaram os limites estabelecidos, ficando na maioria das vezes com valores bem abaixo do permitido, como pode ser observado na Figura 10.

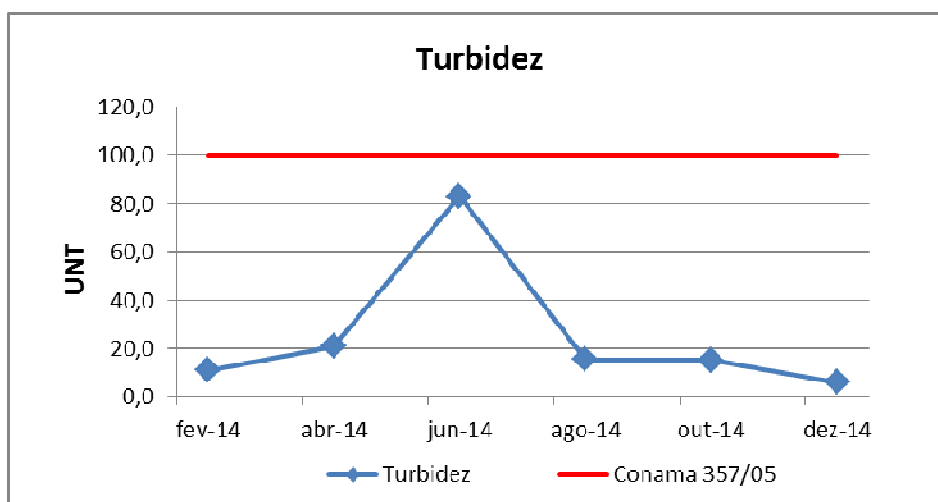


Figura 10 Resultados das análises da turbidez.

3.4.4.5 Sólidos totais

A Resolução Conama nº. 357/05 estipula um valor limite de até 500 mg/L para as análises de sólidos totais em rios classificados como de classe dois. Conforme apresentado nas Figuras 11, os valores encontrados apresentaram certa homogeneidade, não ocorrendo grandes variações durante o período monitorado. Pode-se observar que no mês de Abril de 2014, na segunda campanha foi registrado o maior valor para a análise de sólidos totais (148 mg/L).

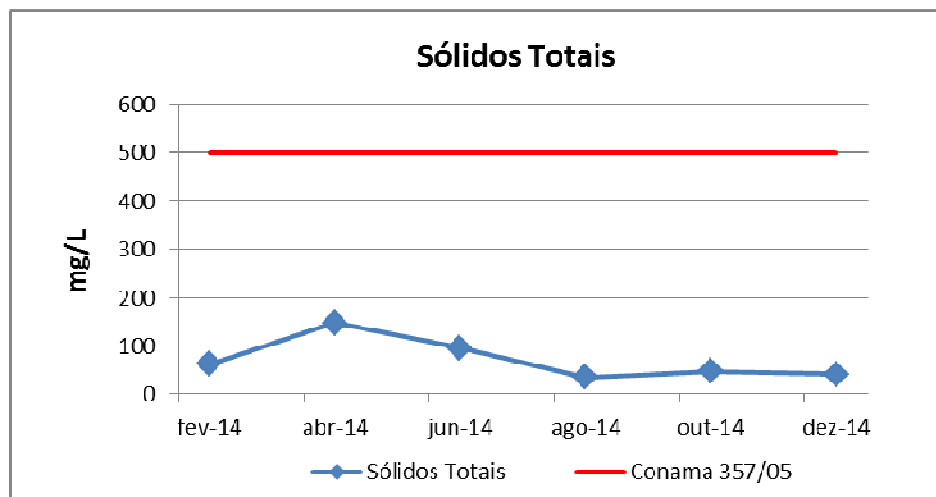


Figura 11 Resultados das análises dos sólidos totais.

3.4.4.6 Oxigênio dissolvido

Considerando o enquadramento do Rio Chapecó como de classe 2, conforme Resolução do Conama nº. 357/05, a quantidade de oxigênio dissolvido em qualquer amostra não deve ser inferior a 5 mg/L. Na Figura 12, encontram-se os valores obtidos nas análises de oxigênio dissolvido durante o monitoramento no ponto TJC. Os resultados apresentados indicam que todas as análises ficaram acima do limite mínimo exigido, com valores variados entre as seis campanhas do monitoramento.

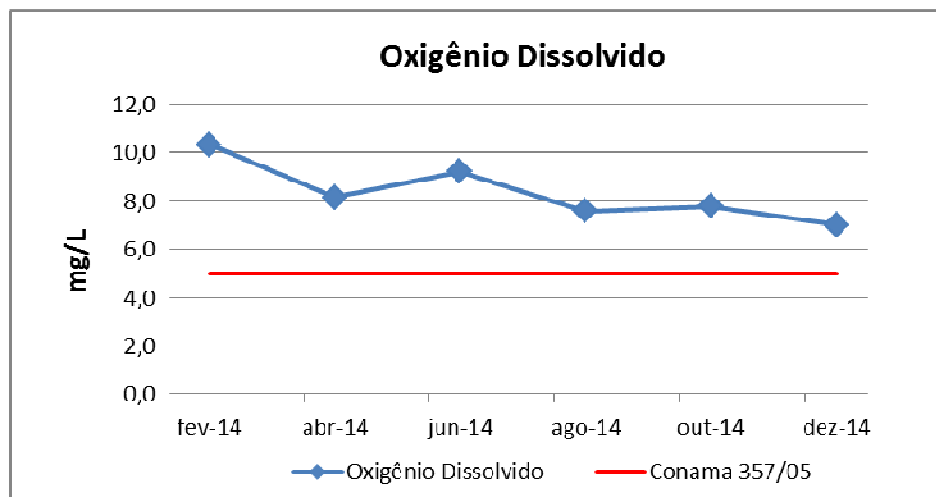


Figura 12 Resultados das análises do oxigênio dissolvido.

As variações nos teores de OD estão associadas aos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos corpos d'água. A redução de OD pode ocorrer por razões naturais principalmente pela respiração de organismos presentes no ambiente aquático, por perdas para a atmosfera, mineralização da matéria orgânica e oxidação de íons. Baixas concentrações de oxigênio (<5,0 mg/L) podem indicar processos de consumo através efluentes industriais, agricultura, efluentes de esgotos domésticos, entre outros. Além destes fatores, devem-se considerar também as características hidrodinâmicas do corpo d'água, que modificam o teor de oxigênio dissolvido no meio.

No caso do Ponto TJC, as características do rio apresentam profundidades entre 2 a 5 metros, contendo corredeiras a montantes e jusante, o que representa excelentes condições para uma eficiente turbulência e a aeração natural das águas do Rio Chapecó.

3.4.4.7 Fósforo total

Segundo a Resolução Conama nº. 357/05 para rios de classe 2, o valor limite de fósforo é de 0,1 mg/L. Verificando os dados obtidos das análises de fósforo total neste estudo, detectou-se uma desconformidade com o Conama, apenas na terceira campanha. Nas demais campanhas, os valores das análises apresentaram

valores dentro do permitido para rio de classe dois. Dessa forma os valores registrados durante as seis campanhas do monitoramento do Ponto TJC, referente à análise de fósforo total, apresentaram 83 % dos resultados de acordo com o limite estipulado pela legislação.

Do mesmo modo que o nitrogênio, o fósforo constitui-se como nutrientes essenciais para o crescimento de algas e plantas aquáticas, sendo considerados indicadores que caracterizam o processo de eutrofização em rios e lagos. Além da origem natural, estes compostos podem estar presentes em rios urbanos decorrentes de despejos domésticos, industriais, criatórios de animais, bem como fertilizantes utilizados na agricultura, passíveis de serem carreados pelas chuvas (LIBÂNIO, 2005). Na Figura 13 pode-se observar os valores obtidos para a análise de fósforo total durante as seis campanhas no ano de 2014.

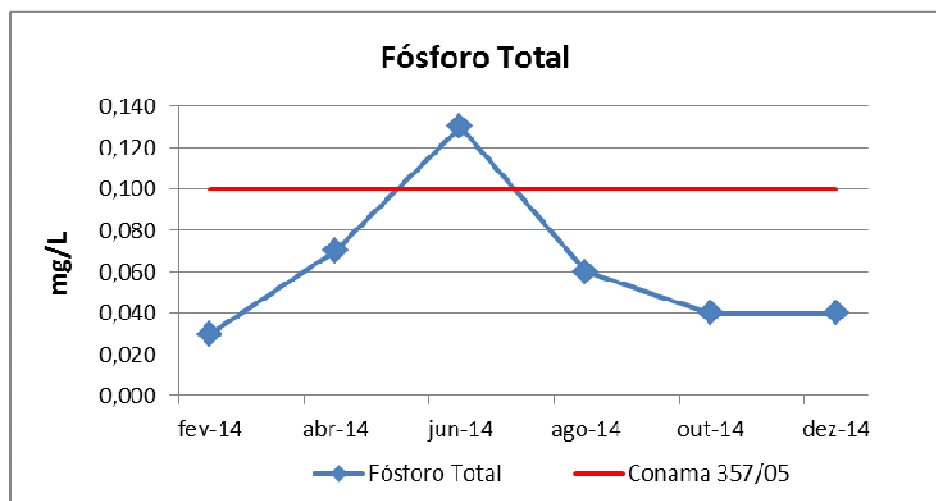


Figura 13 Resultados das análises do fósforo total.

3.4.4.8 Temperatura da água

A temperatura superficial faz parte do regime climático normal de corpos de águas naturais, e pode ser influenciada por diversos fatores, tais como variações sazonais e diurnas (período do dia), altitude e profundidade, entre outros.

A Resolução do Conama nº. 357/05 não faz menção a limites de temperatura nos rios, entretanto, apresenta em seu art. 34 parágrafo 4, as condições de temperatura para o lançamento de efluentes, que deve ser inferior a 40°C e a

variação de temperatura no corpo receptor não deve exceder a 3°C na zona de mistura.

Analisando os valores encontrados, verifica-se que todos os resultados da temperatura da água do rio mantiveram-se condizentes com as temperaturas regionais de cada época do ano. A Figura 14 apresenta os resultados encontrados da temperatura da água do rio durante as seis campanhas do monitoramento.

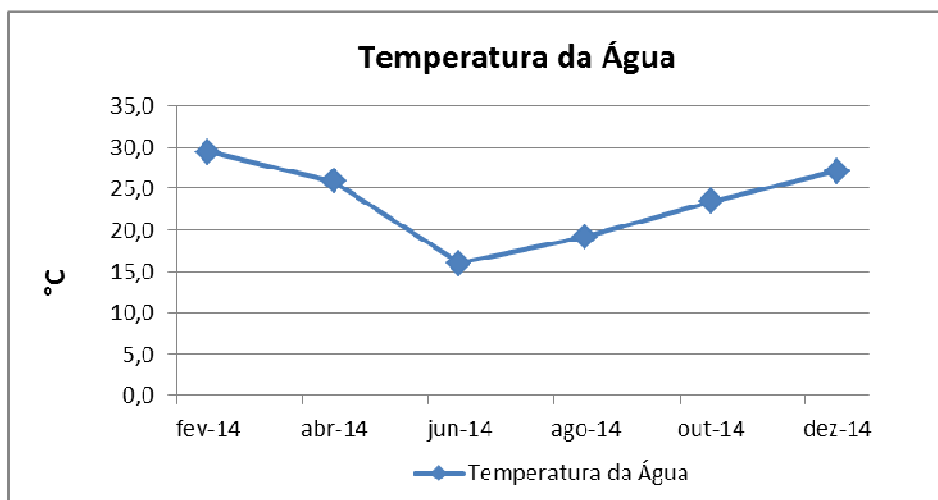


Figura 14 Resultados das análises da temperatura da água.

3.4.4.9 Nitrato

O nitrato é uma substância química derivada do nitrogênio e se encontra na água e no solo de forma natural e em pequenas concentrações. Esses valores têm aumentado principalmente pelo grande uso de fertilizantes na agricultura e aportes de esgotos domésticos. O nitrato pode causar enfermidades pelo uso de água contaminada e danos ambientais, como por exemplo, a eutrofização (CAMPOS, 2014).

O nitrato constitui-se como um dos nutrientes essenciais para o crescimento de algas e plantas aquáticas, sendo considerados indicadores que caracterizam o processo de eutrofização em rios e lagos. Além da origem natural, estes compostos podem estar presentes em rios urbanos decorrentes de despejos domésticos, industriais, criatórios de animais, bem como fertilizantes utilizados na agricultura, passíveis de serem carregados pelas chuvas (LIBÂNIO, 2005).

Conforme indica a Resolução Conama n°. 357/05 para rios de classe 2, o parâmetro nitrato estabelece como limite até 10mg/L. Os valores obtidos das análises de nitrato nas seis campanhas durante o ano de 2014 encontram-se disponível na Figura 15.

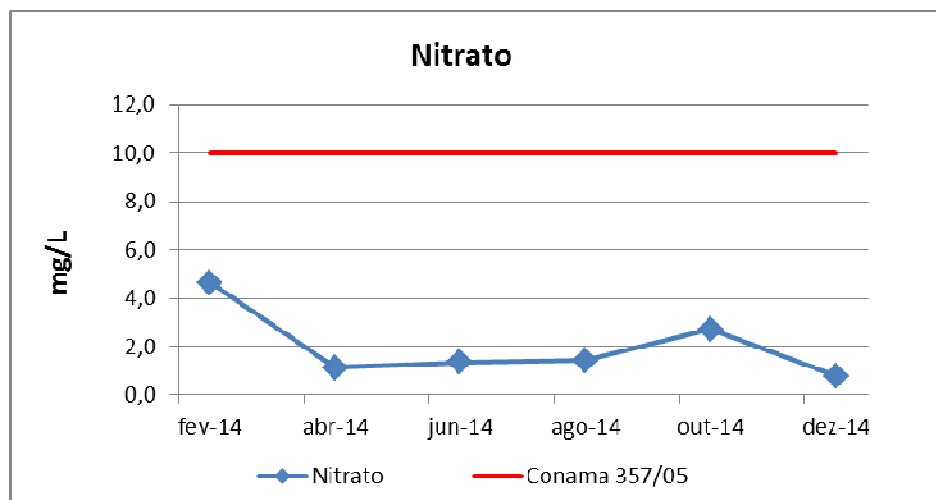


Figura 15 Resultados das análises do nitrato.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o período do estudo do IQA no Ponto TJC, localizado no Rio Chapecó, teve um ano de duração entre a primeira e última campanha, totalizando seis amostragens in loco, e, diante da proposta inicial de determinar o IQA adotado pela CETESB e a classificação do Ponto TJC, utilizou-se os resultados das seis campanhas realizadas no ano de 2014, subsidiadas pelo Subprograma de Monitoramento de Qualidade da Água da UHE Foz do Chapecó.

Na região de abrangência deste estudo, as águas doces são classificadas na Classe 2, conforme Portaria Nº 24/79. Como já dito antes, a Resolução Conama nº. 357/05 estabelece, dentre outros, as condições e padrões da qualidade das águas doces, através de limites individuais para determinadas substâncias em cada classe de água. Neste estudo, os parâmetros de qualidade da água obtidos foram correlacionados separadamente, desde a primeira campanha até a última, identificando o limite do indicador do Conama para os parâmetros de coliformes totais, pH, DBO, turbidez, fósforo total, sólidos totais e oxigênio dissolvido, que são estabelecidos para o enquadramento na classe 2. Para os demais parâmetros (temperatura da água e nitrato) foi feita uma visualização da sua variação temporal durante o período do monitoramento.

Para os índices de qualidade da água (IQA-CETESB) calculados durante o período do estudo do Ponto TJC, verifica-se que apenas 16% dos resultados enquadra o IQA na categoria como ótima ($79 < \text{IQA} < 100$). Detalhando melhor esse resultado verifica-se que o maior valor encontrado durante o período de estudo para o IQA, foi obtido no mês dezembro 2014. Para todas as demais campanhas do monitoramento, isto é, de janeiro a novembro, o IQA ficou estipulado na categoria como Boa ($51 < \text{IQA} < 79$).

Com base nas seis campanhas realizadas entre o período de Janeiro a Dezembro de 2014, os resultados obtidos para os índices de qualidade da água através dos cálculos IQA-CETESB, identificam o Ponto TJC monitorado dentro dos padrões exigidos pelo Conama para rios de classe 2. Porém verificou-se que na terceira campanha o resultado da análise de fósforo total ficou acima do estipulado pela Resolução do Conama, com valor encontrado de 0,13 mg/L. Verificando os valores da precipitação durante o mês dessa terceira campanha, constata que

durante o mês de Junho (mês anterior) registrou o maior volume de chuva mensal na bacia do Rio Chapecó (545 mm), sendo 77% superior ao total médio da série histórica para o mesmo mês. Conseqüentemente também se registrou a maior vazão média mensal para esse mês de Junho, sendo 62% superior ao total médio da série histórica para esse mesmo mês. Os ganhos de fósforo total em um corpo hídrico podem ser de duas origens, uma natural, onde é originado a partir da dissolução de rochas (como por exemplo, a apatita), carreamento do solo, chuva e decomposição orgânica. E a outra forma é de origem antropogênica, pelo uso de fertilizantes químicos, aportes de esgotos industriais (abatedouros) e de esgotos domésticos (detergentes superfosfatados e matéria fecal) (MACHADO, 2006).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é essencial às diversas atividades humanas e também é um componente fundamental ao Meio Ambiente e à manutenção da biodiversidade dos ecossistemas terrestres. A conservação da qualidade da água depende das suas condições naturais e antrópicas das bacias hidrográficas, onde ela se origina, circula, perca-la ou fica estocada, como lagos natural ou em reservatórios artificiais. O uso de indicadores de qualidade da água torna-se um importante aliado no planejamento de projetos que visem à utilização da água como um dos principais recursos natural. Visando isto, a CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental adaptou o Índice de Qualidade de Água (IQA), que atualmente é o mais utilizado e reconhecido em todo o país.

Para a análise da qualidade da água do Rio Chapecó, foram utilizados os dados do monitoramento realizado pela Fundação de Apoio e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Santa Catarina - Fundagro, realizado entre o período de Janeiro a Dezembro de 2014, como parte do Subprograma de Monitoramento de Águas Superficiais da UHE Foz do Chapecó

Durante as campanhas do monitoramento foram analisados bimestralmente os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, obtendo uma série de dados.

Durante a coleta da água superficial foram determinados os parâmetros de oxigênio dissolvido (OD), temperatura da água e pH em campo. Já as análises de coliforme fecal, DBO₅, fósforo total, nitrato, sólidos totais e turbidez, foram analisados no laboratório.

Com relação à classificação da qualidade das águas segundo índices, as principais vantagens da dotação destes são a facilidade de comunicação com o público não técnico, o status maior do que os parâmetros individuais e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade. No entanto, sua principal desvantagem consiste na perda de informação das variáveis individuais (CETESB, 2015).

É importante salientar, que quando se trabalha com a análise individual de cada parâmetro, fica difícil estabelecer a interação que pode estar ocorrendo entre as variáveis escolhidas, sendo, portanto, necessária uma avaliação conjunta e até

estatística destes dados para melhores questionamentos. Diante disso o significado do termo qualidade da água pode ser questionado, pois a água classificada como boa para uma determinada condição pode ser ruim para outra.

Sob este ponto de vista, mesmo que a água analisada na terceira e na quarta campanha foram classificadas como Boa, segundo o IQA, esta, por sua vez, apresentou quantidades significativas de coliformes fecais.

Porém, no geral, pode-se considerar que a qualidade da água do Ponto TJC, está dentro do enquadramento da Resolução do Conama nº 357/05 para rio de classe 2, onde permite a recreação em contato primário.

Analisando as seis campanhas do monitoramento, conclui-se que provavelmente o Ponto TJC, vai manter-se enquadrado no que é exigido para rios de classe 2 da Resolução do Conama nº. 357/05, considerando os parâmetros analisados neste estudo.

Verificou-se que os aspectos climatológicos de uma região influenciam os corpos d'água, podendo provocar sensíveis alterações nos seus metabolismos. Verificou-se também que num período de maior precipitação pode ocorrer um aumento na turbidez em função do grande aporte de material que é carregado pelas chuvas para o corpo d'água em questão. Mesmo com a bacia hidrográfica preservada nas suas condições naturais, devido às precipitações atmosféricas, a qualidade das águas pode ser afetada. As principais fontes de poluição de origem natural são a decomposição de vegetais, erosão das margens e a salinização provocada pelo escoamento superficial, bem como a infiltração no solo e em corpos receptores. Além dos fenômenos naturais, verificou-se também que existe a interferência do homem sobre as características da qualidade da água. A forma como o homem usa e ocupa o solo tem uma implicação direta nesta qualidade, modificando os padrões naturais através da geração de despejos domésticos ou industriais, lixo, aplicação de defensivos agrícolas no solo, pesticidas, fertilizantes, entre outros fatores (VON SPERLING, 1996).

Dessa forma, a qualidade da água dos rios, é influenciada pela ação da natureza (clima da região, a vegetação circundante, o tipo de solo, o ecossistema aquático), e ainda pela ação humana, (entrada de poluentes de fontes pontuais e não pontuais), sendo, portanto, resultado do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica em que ela se apresenta (VON SPERLING, 1996).

A grande variação no tempo e no espaço dos indicadores físicos, químicos e biológicos que caracterizam a qualidade das águas, leva à necessidade de um programa do monitoramento sistemático constante, para a melhor compreensão da variação espacial e temporal da qualidade das águas superficiais.

REFERÊNCIAS

APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th Ed. Washington, DC: APHA, 1998.

BRASIL. CONAMA. **Resolução nº357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Plano Nacional dos Recursos Hídricos (volume 1)**. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. 2006. Disponível em: <<http://www.imbituba.sc.gov.br/f/saneamento/17991-18023.pdf>>. Acesso em: 22 de Maio de 2015.

BRITO, L. T. L. et al. Uso da análise multivariada para subsidiar no monitoramento da qualidade das águas da bacia hidrográfica do Salitre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33., 2004, São Pedro. **Anais...** São Pedro: [s. n.], 2004. 1 CD ROM.

CAMPOS, T. S. **Avaliação dos valores de nitrato em águas subterrâneas e sua correlação com atividades antrópicas no município de Águas Lindas de Goiás**. Programa de Pós-Graduação em Biociências Forenses. PUC – GO.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Água: rios e reservatórios**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.com.br>>. Acesso em: 01 de Maio de 2015.

_____. **Águas Superficiais - Variáveis de qualidade das águas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas#oxigenio>>. Acesso em: 02 de Maio de 2015.

_____. **Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/res_conama_357_05.pdf>. Acesso em: 10 de Maio de 2015.

DINIZ, L. T. et al. **O enquadramento de cursos d'água na legislação brasileira**. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste, 1., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABRH, 2006. 1 CD ROM.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. p. 43-263.

FREIXÊDAS, V. M. **Conservação ou degradação? Diferentes concepções sobre microbacias e práticas de manejo no entorno do Córrego Campestre em Saltinho, SP**. 2007. 207 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

FYTIANOS, K. et al. Assessment of the quality characteristics of Pinios river, Greece. **Water, Air, and Soil Pollution**, Dordrecht, v. 136, p. 317-329, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 11 de Junho de 2015.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais na Bacia do Rio São Francisco Norte em 2006**. Relatório Anual – Belo Horizonte: 2007.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 11 de Junho de 2015.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005.

MACHADO, W.C.P. **Indicadores da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Pato Branco**. Tese (Doutorado em Geologia), UFPR, Curitiba, 2006.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, out./dez. 2002.

MPB ENGENHARIA. **Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó**. Elaboração do Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó. Etapa C - Relatório Final. 2009. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=bacia%20hidrografica%20chapeco%20B3&source=web&cd=5&ved=0CF8QFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.aguas.sc.gov.br%2Fsrhsc%2Fbaixararquivo.jsp%3Fid%3D729%26NomeArquivo%3DRelat%25F3rio%2520Plano%2520Estrat%25E9gico%2520Bacia%2520Chapeco%25F3%2520%2520Etapa%2520C.pdf&ei=9T3gT8GqLOHY0QHhyZHKDg&usq=AFQjCNH04Fr1REXR1_V1t8SutzcVmXhPGw&cad=rja>. Acesso em 05 de Maio de 2015.

PEIXOTO, Marta J. B. M. Meira. **Qualidade Biológica da Água do Rio Cávado**; Porto, Portugal; 2008. Dissertação de Mestrado em Hidrobiologia. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2008.

PINTO, L. C. **Índice de Qualidade de Água com Base na Normalização dos Dados e Análise de Componentes Principais**. 2011. 89 p. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/4576/1/DISSERTA%3%87%3%830_%3%8Dndice%20de%20qualidade%20de%20%3%A1gua%20com%20base%20na%20normaliza%3%A7%3%A3o%20dos%20dados%20e%20an%3%A1lise%20de%20componentes%20principais.pdf>. Acesso em: 26 de Maio de 2015.

PIRES, E.O; FEIJÓ, C.C.C; LUIZ, L. C. **Gestão de recursos hídricos: Gestão Ambiental**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

REBOUÇAS, BRAGA & TUNDISI. **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação**. 3a ed. São Paulo, Escrituras, 2006.

TOMAZELA, D. P. **Monitoramento Espacial e Temporal de Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari (Norte Da Ilha De Santa Catarina)**. 2008. 49 p. Disponível em: <<http://www.limnos.ufsc.br/assets/docs/TCC-DANILO.pdf>>. Acesso em: 15 de Junho de 2015.

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

_____. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.

THIAGO, G. C.; GIANESELLA, S. M. F. O uso da água pela aqüicultura: estratégias e ferramentas de implementação de gestão. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v29, n. 01, p. 01-07, 2003.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009. P. 943.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Água - Um recurso cada vez mais ameaçado**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf>. Acesso em: 20 de Maio de 2015.

ZIMMERMANN, C. M.; GUIMARÃES, O. M.; PERALTA-ZAMORA, P. G. Avaliação da qualidade do corpo hídrico do rio Tibagi na região de Ponta Grossa utilizando análise de componentes principais (PCA). **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 7, 2008.