



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA MICROBACIA TARUMÃZINHO, SANTA CATARINA

Bruna Stedile Ribeiro Pacheco – bruna_stedile@hotmail.com

Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental

Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI

Rua Uruguai

CEP: 88302-901 – Itajaí – Santa Catarina

Francisco Carlos Deschamps, MSc., DSc. - xicodsc@hotmail.com

Professor do curso de Mestrado e Doutorado em Ciência e Tecnologia Ambiental

Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI

Rua Uruguai

CEP: 88302-901 – Itajaí – Santa Catarina

Resumo: Os recursos hídricos são como espelhos de todos os processos que se manifestam na bacia hidrográfica e, por isso, a solução de muitos problemas ambientais pode estar relacionada ao diagnóstico e gestão da qualidade da água. Atualmente a regulamentação brasileira (resolução CONAMA nº 357/2005) promove o enquadramento dos recursos hídricos em classes de qualidade, sendo elencados padrões individuais para cada uso. Existem alguns Índices de Qualidade da Água (IQAs) utilizados como instrumentos para avaliar e divulgar a qualidade das águas, entre eles destacam-se o IQA utilizado pela National Sanitation Foundation (IQA-NSF), e o IQA utilizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (IQA-CETESB). O objetivo deste trabalho consiste em avaliar a qualidade da água na microbacia Tarumãzinho, localizada no município de Águas Frias em Santa Catarina, por meio de três instrumentos: o IQA-CETESB, o IQA-NSF e pela classificação segundo a resolução CONAMA nº 357/2005. Com a aplicação dos instrumentos pôde-se perceber que o IQA-CETESB apresentou classificação “boa” para todos os pontos, enquanto o IQA-NSF apresentou apenas duas classificações como “boa” e o restante como “regular”. Na classificação obtida pela resolução CONAMA nº 357/2005 a microbacia Tarumãzinho enquadrou-se na classe 2. Neste trabalho a aplicação dos três instrumentos parecem ter apresentado a mesma tendência, com pequena variação. Foi possível identificar que a qualidade da água na microbacia Tarumãzinho enquadra-se, em geral, em um meio termo entre boa e regular.

Palavras-chave: Microbacia, Índice de qualidade da água, Enquadramento



WATER QUALITY ASSESSMENT IN TARUMÃZINHO MICROBASIN, SANTA CATARINA

Abstract: *Water resources are like mirrors of all processes that manifest in the watershed and therefore the solution to many environmental problems may be related to the diagnosis and management of water quality. Currently, Brazilian regulation (CONAMA resolution n° 357/2005) promotes the framework of water resources in quality classes, being listed individual standards for each use. There are some Water Quality Index (WQI) used as tools to evaluate and disseminate the water quality, among them, stand out: the WQI used by the National Sanitation Foundation (WQI-NSF), and the WQI used by the Environmental Company of the State of São Paulo (WQI-CETESB). The objective of this study is to evaluate the water quality in Tarumãzinho microbasin, located in Águas Frias city in Santa Catarina, through three instruments: the WQI-CETESB, the WQI-NSF and the classification according to CONAMA resolution n° 357/2005. With the implementation of these instruments could be seen that the WQI-CETESB presented "good" classification for all points, while the WQI-NSF had only two ratings as "good" and the rest as "regular". In the classification obtained by CONAMA resolution n° 357/2005, the Tarumãzinho microbasin was within the class 2. In this study, the application of the three instruments seem to have shown the same trend, with little variation. It was possible identify that the water quality in Tarumãzinho microbasin fits generally in a middle ground between good and regular.*

Keywords: *Microbasin, Water quality index, Framework*

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da água natural pode ser definida de acordo com suas características físicas e químicas adquiridas ao longo de sua trajetória nos ciclos hidrológicos e bioquímicos (SOUZA, 2011). Assim a água tem sua qualidade definida a partir da agregação de cátions, ânions e sílica, originários de rochas, solos e sedimentos, além de substâncias orgânicas e atividade microbiológica do solo (CALIJURI & CUNHA, 2013). Portanto, dependendo das condições presentes na atmosfera, litologia do terreno, vegetação e outros fatores intervenientes, as principais variáveis que caracterizam a qualidade da água poderão apresentar valores diferentes (BRAGA *et al.*, 2005).

Uma bacia hidrográfica e seus corpos d'água superficiais são muito mais que apenas um sistema natural, mas é um grande sistema social, econômico e ambiental, pois refletem as condições físicas, químicas, biológicas e socioeconômicas. Os recursos hídricos são como espelhos de todos os processos que se manifestam na bacia e, por isso, a solução de muitos problemas ambientais pode estar relacionada ao diagnóstico e gestão da qualidade da água. A importância das microbacias está na manutenção do volume de água, garantida até então por rios caudalosos que drenam para grandes bacias hidrográficas, que depende da preservação de tributários menores, ou seja, das pequenas bacias hidrográficas.

A noção clássica de poluição das águas e sua avaliação envolve a determinação da presença e concentração de substâncias potencialmente nocivas para os organismos vivos ou que tornem a água inadequada para consumo e seus respectivos usos, baseada na sua identificação em pontos amostrais determinados, por meio de análises físicas, químicas e biológicas (BOLLMANN & EDWIGES, 2008).

Uma estratégia para a avaliação da qualidade da água, tanto para fins de destinação e uso da água como para o diagnóstico de problemas relacionados à poluição é o monitoramento da qualidade da água, o qual fornece conhecimento e informações básicas para avaliar a presença de contaminantes, entender os sistemas aquáticos e fornecer subsídios às políticas públicas (MUNIZ, 2014).

Neste contexto, os recursos hídricos precisam ser estudados por meio da análise e descrição quantitativa das variáveis que os caracterizam a fim de conhecer e interpretar sua situação e promover



ações de gerenciamento e controle (SOUZA, 2011). Entretanto, estas variáveis sofrem variações ao longo do tempo e do espaço, havendo a necessidade do estabelecimento de um programa de monitoramento sistemático para obter a real estimativa da qualidade das águas superficiais (TOLEDO & NICOLELLA, 2002).

O conceito de monitoramento da qualidade não é apenas verificar o atendimento aos padrões normativos de qualidade da água, mas sim entender todos os processos envolvidos, tendo em vista esta necessidade para o gerenciamento dos recursos hídricos a fim de que possam ser tomadas ações eficientes na redução dos danos ao meio ambiente, bem como estabelecer formas de utilização desses dados, para que essas informações sejam úteis ao gestor dos recursos hídricos e à sociedade, resultando em um passo a mais no conhecimento dos processos da natureza (BRAGA *et al.*, 2006).

O monitoramento da qualidade da água pode ser considerado instrumento do planejamento de ações tanto preventivas, ao detectar, precocemente, tendências prejudiciais; quanto corretivas, ao possibilitar o diagnóstico de degradação (MAROTTA *et al.*, 2008).

A importância da qualidade da água está bem-conceituada na Política Nacional de Recursos Hídricos tendo como um dos seus objetivos “garantir à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (Lei nº 9.433, art. 2º). A legislação ambiental brasileira para a qualidade das águas de corpos hídricos é um essencial instrumento norteador das estratégias de controle da poluição, tanto em nível do poluidor, quanto dos órgãos ambientais (SPERLING, 1998).

Atualmente a regulamentação brasileira promove o enquadramento dos recursos hídricos superficiais em classes de qualidade de acordo com o uso que se pretende fazer dela. Para cada uso podem ser elencados padrões individuais de qualidade provocando o surgimento de escalas de valores diferenciadas para uma mesma variável ambiental (BOLLMANN & MARQUES, 2000). A resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, a qual dispõe sobre a classificação dos corpos de água, é o dispositivo legal relacionado à qualidade da água superficial em vigor no Brasil.

Assim a qualidade das águas superficiais precisa ser acompanhada a fim de fornecer subsídios para as ações de controle da poluição e subsidiar as tomadas de decisões no gerenciamento dos recursos hídricos e no planejamento ambiental como um todo (FERREIRA & IDE, 2001).

Os índices de qualidade surgiram com a preocupação com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo que requer grandes quantidades de informações em graus de complexidade cada vez maiores. Os índices e indicadores tornaram-se fundamentais no processo decisório de políticas públicas, auxiliando os tomadores de decisão a reportar o estado de qualidade da água (BOYACIOGLU, 2007).

Estes índices permitem transformar as informações geradas em formas mais acessíveis e de fácil entendimento tanto para a população leiga utilizadora destes recursos, como para especialistas e tomadores de decisão envolvidos no gerenciamento dos recursos hídricos (ALMEIDA & SCHWARZSBOLD, 2003; FERREIRA & IDE, 2011). É um grande desafio gerar índices que tratem um número cada vez maior de informações de forma sistemática, tornando-os acessíveis para todos os interessados.

A primeira apresentação formal de um índice de qualidade da água (IQA) deve-se a Horton (1965). Brown *et al.* (1970) desenvolveram IQA similar, a partir de estudo financiado pela *National Sanitation Foundation* (NSF), denominado IQA-NSFA. Os parâmetros utilizados neste índice são: temperatura, sólidos dissolvidos totais, pH, turbidez, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, fosfato e nitrato. Para elaboração do referido índice foi utilizada a técnica Delphi, tendo como base a opinião de 142 especialistas para a definição dos parâmetros de interesse. Para cada parâmetro foram atribuídos pesos e, posteriormente, elaboraram-se curvas que representavam a variação da qualidade da água produzida pelas várias possíveis medidas do parâmetro. Totalizaram nove curvas que foram utilizadas para o cálculo do IQA constituindo-se das curvas médias obtidas das respostas de todos os especialistas participantes. A presença de agrotóxicos, metais pesados e elementos tóxicos nos cursos d'água leva o IQA a um valor nulo, pois estas substâncias são consideradas prejudiciais aos seres humanos, aos animais e à vida aquática (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), a partir de um estudo realizado em 1970 pela NSF dos Estados Unidos, adaptou o IQA para utilização no Estado de São Paulo, o qual incorpora nove parâmetros: temperatura, resíduo total (sólidos totais), pH, turbidez, coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, fósforo total e nitrogênio total. Cada parâmetro possui um valor de qualidade obtido do gráfico de qualidade em função de sua concentração e o resultado final é calculado pelo produtório do valor individual de cada parâmetro, elevados aos respectivos pesos. Este IQA é o índice atualmente mais utilizado no Brasil (PHILIPPI Jr *et al.*, 2004). Os valores fornecidos por este índice podem ser entendidos como “notas”, agregados a descritores que retratam condições variando de “muito ruim” a “excelente”. Entretanto, são bastante polêmicos, pois não incluem parâmetros importantes como: metais pesados, pesticidas e compostos orgânicos (VON SPERLING, 2014).

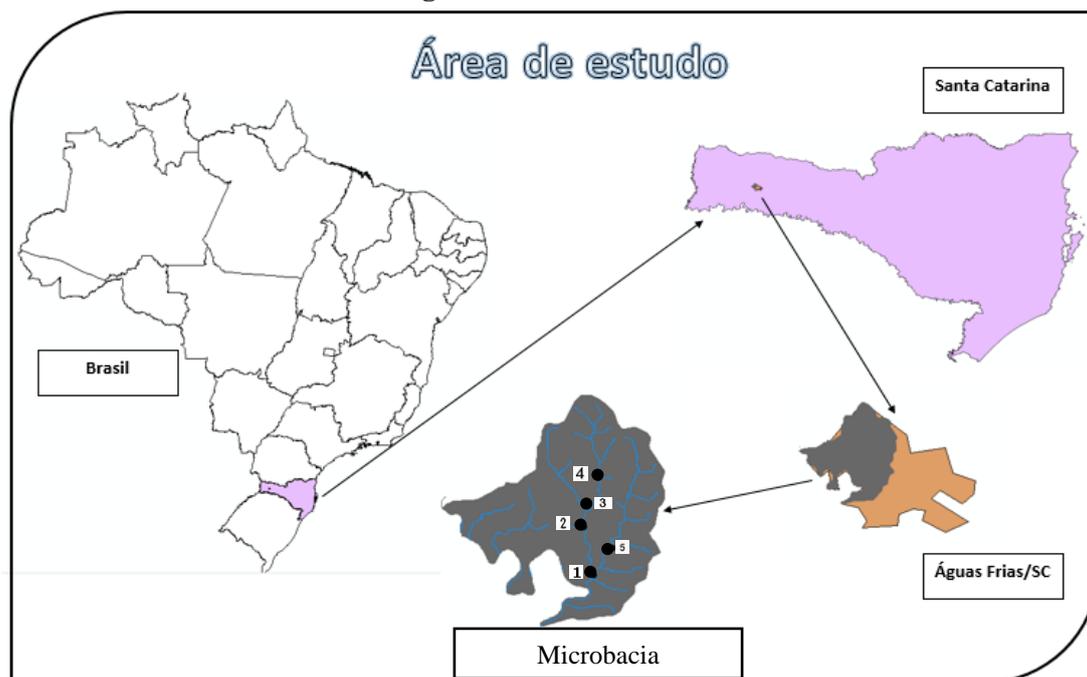
O objetivo deste trabalho consiste em avaliar a qualidade da água na microbacia Tarumãzinho, localizada no município de Águas Frias em Santa Catarina. Os instrumentos utilizados para a avaliação foram o IQA utilizado pela CETESB, o IQA da NSF e a resolução CONAMA nº 357/2005.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A microbacia Tarumãzinho é uma microbacia rural localizada na cidade em Águas Frias (região do meio oeste catarinense) em Santa Catarina (Figura 1), distante 5 Km da sede. Esta microbacia possui uma área de 27,5 Km² e integra a bacia hidrográfica do Rio Chapecó. A área é um conjunto de redes de drenagem, sendo a principal formada pelo córrego Tarumãzinho que é alimentado pelos córregos do Meia e Tarumã. O córrego Tarumãzinho possui sua foz no rio Burro Branco, que por sua vez desemboca no rio Chapecó. A área da microbacia apresenta pequenas manchas da sua vegetação original, a qual foi desmatada para implantação de culturas cíclicas, pastagens e retirada de madeira (CIRAM, 2004). Os dados de monitoramento provêm de uma série histórica de 2004 a 2008, constituída de 5 pontos amostrais (01, 02, 03, 04, 05), totalizando 235 amostras.

Figura 1: Área de estudo





Os parâmetros monitorados nesta bacia foram 17: nitrato, nitrito, amônia, fósforo, fósforo-orto, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (OD), demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, coliformes totais, turbidez, sólidos dissolvidos totais (SDT), sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV) e sólidos suspensos totais (SST).

O trabalho de coleta de amostras de água nas bacias estudadas foi parte das atividades referentes ao projeto Microbacias – Programa de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PRAPEN), realizado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

2.2 Avaliação da qualidade da água

Neste trabalho realizou-se a avaliação da qualidade da água na microbacia de estudo, por meio do IQA-CETESB e IQA-NSF. Além da aplicação dos índices, foi realizada a classificação por meio da resolução CONAMA nº 357/2005, realizando no final uma comparação entre os 3 instrumentos utilizados. A aplicação dos IQAs foi possível tendo como base os *softwares* “QualiGraf” para o cálculo do IQA-CETESB e o “IQADData” para o cálculo do IQA-NSF. Os 2 *softwares* possuem distribuição livre e gratuita.

O *software* QualiGraf possibilita o cálculo do IQA utilizado pela CETESB e possui também outras funcionalidades. Este *software* foi desenvolvido pelo Departamento de Recursos Hídricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) posto à disposição do público em 2002 (<http://www3.funcceme.br/qualigraf/>).

O *software* IQADData corresponde a um software aplicativo desenvolvido pela UNISC (Universidade de Santa Cruz do Sul) especificamente para calcular IQAs, o qual utiliza como referência o modelo de IQA adotado pela NSF (<http://www.unisc.br/portal/pt/cursos/mestrado/mestrado-em-sistemas-e-processos-industriais/software-para-download/iqadata.html>). Neste programa, o usuário pode aplicar o modelo original da NSF, ou selecionar as variáveis que julgar mais importantes para cada caso e elaborar diferentes modelos de índices de qualidade. Ao todo o usuário pode selecionar 13 variáveis: temperatura, oxigênio dissolvido (saturação de oxigênio), coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrogênio total Kjeldahl, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total (somatório de nitrogênio total Kjeldahl, nitrato e nitrito), pH, sólidos totais dissolvidos e turbidez.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo o Panorama de Recursos Hídricos de Santa Catarina (2006) a configuração da rede hídrica caracteriza o Estado como um centro dispersor de águas, pois este não recebe cursos d'água que fluem a partir de outros estados, concentrando em seu próprio território as nascentes que banham o Estado, exceto nos contornos estaduais. Nesse contexto apesar desta configuração física favorecer mecanismos efetivos na gestão ambiental de recursos hídricos qualquer estratégia estabelecida que interfira na qualidade pode refletir consequências em outros Estados e até mesmo em países vizinhos.

A grande maioria dos rios que drenam o Estado de Santa Catarina apresentam 2 períodos típicos de cheias, uma na primavera e outra no final do verão, e 2 períodos de vazões mínimas, início do verão e no outono com prolongamento no inverno. O Estado possui favorecimento na formação de rios perenes, devido à topografia e o regime pluviométrico que é regular sem grandes variações sazonais (Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina, 2005).

Segundo Zampieri (2003) o progresso econômico traz consigo problemas de toda a ordem, sendo que muitos deles têm origem nos efluentes e dejetos lançados nos rios, que limitam a qualidade e o uso da água. Um dos pontos críticos em Santa Catarina está localizado na bacia do rio do Peixe, na região Meio Oeste. As causas da poluição nesta bacia decorrem de resíduos despejados pela indústria de papel e celulose, corroborado pelos resíduos de frigoríficos, curtumes e pesticidas e, as águas servidas



de esgotos domésticos. Na região de Joinville, os despejos industriais acabam poluindo o rio Cachoeira com metais pesados, colocando em risco a vida dos manguezais e o entorno da baía da Babitonga. No sul do estado, a mineração e a geração de energia a partir do carvão, e as tensões sociais entre o urbano e rural, evidencia que futuramente haverá sérios problemas de carência de água. Já na região da Grande Florianópolis, devido ao uso intenso de agrotóxicos e a extração de areia comprometem a qualidade dos recursos hídricos para o abastecimento urbano. No Vale do Itajaí a derrubada indiscriminada da vegetação, tem corroborado para degradação dos corpos hídricos. No Oeste, a suinocultura é o principal poluidor dos rios, em que a carga de poluição é comparável a cidades de grande porte. De modo geral, os problemas ambientais adquirem gravidade diante do uso excessivo de agrotóxicos na fruticultura (maça, uva e banana) e nas lavouras de arroz irrigado que interferem na qualidade da água.

Neste trabalho foi calculada a mediana da concentração de todas as amostras para cada variável em cada ponto. Isso por que as observações atípicas dos valores quantitativos dos parâmetros podem ser consideradas *outliers*, os quais são significativamente diferentes do restante e sua ocorrência pode indicar características reais da população ou erros de medição ou registro, o que pode distorcer os resultados (OLIVEIRA *et al.*, 2014). No presente trabalho, os referidos *outliers* foram mantidos no banco de dados, pois podem ocorrer naturalmente nos processos estudados.

Uma vez que o cálculo da medida de tendência central é baseado em todas as observações, a média aritmética é altamente afetada por valores extremos (*outliers*). Nesses casos a média aritmética poderia apresentar uma distorção daquilo que os dados realmente estão representando. Com isso, a média aritmética não seria a melhor medida de tendência central a ser utilizada para descrever um conjunto de dados que possua valores extremos. Neste contexto, neste trabalho foi estabelecida a mediana como medida estatística mais adequada para representar os valores da condição real da qualidade das águas, pois não é afetada por observações extremas em um conjunto de dados. Na Tabela 1 podem ser visualizados a mediana dos dados de monitoramento da microbacia.

Tabela 1: Mediana dos dados de monitoramento da microbacia Tarumãzinho (2004 a 2008)

Microbacia Tarumãzinho					
Variáveis/Pontos amostrais	01	02	03	04	05
Nitrato (mg/L-N)	0,98	0,95	0,875	0,84	0,89
Nítrito (mg/L-N)	0	0	0	0	0
OD (mg/L)	8,05	8,32	8,15	8,16	8,08
Fósforo orto (mg/L)	0,025	0,025	0,02	0,02	0,03
pH	7,5	7,55	7,52	7,55	7,54
Potássio (mg/L)	n.m	n.m	n.m	n.m	n.m
Turbidez (NTU)	9,19	10,3	8,08	7,9	11,6
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	n.m	n.m	n.m	n.m	n.m
Amônia (mg/L - NH ₃)	0,22	0,239	0,18	0,175	0,235
Cálcio (mg/L)	n.m	n.m	n.m	n.m	n.m
Col_term (nmp)	860	959	591	457	2107
Col_totais (NMP)	24192	24192	24192	24192	43520



Microbacia Tarumãzinho					
Variáveis/Pontos amostrais	01	02	03	04	05
Condutividade (uS/cm)	84,1	82	80,4	80	90,7
Ferro (mg/L)	n.m	n.m	n.m	n.m	n.m
Magnésio (mg/L)	n.m	n.m	n.m	n.m	n.m
Fósforo (mg/L - P)	0,17	0,19	0,17	0,16	0,16
DQO (mg/L)	4,59	4	3,8	4,72	5,7
Dureza (mg/L)	n.m	n.m	n.m	n.m	n.m
DBO (mg/L)	2,4	2,2	1,9	1,8	2,6
S.D.T (mg/L)	71	73,5	70,5	71	79,5
S.T (mg/L)	105,5	105,5	102	100,5	110,5
S.V (mg/L)	34,5	33,5	35	29,5	39,5
S.S.T (mg/L)	29	25,5	18,5	22	29

Para aplicação do IQA–CETESB exige-se a existência de dados de qualidade de: nitrogênio total, fósforo total, temperatura, pH, DBO, oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, turbidez e resíduo total. E o IQA–NSF, exige praticamente as mesmas 9 variáveis do IQA–CETESB, trocando apenas nitrogênio total por nitrato, fósforo total por fosfato e resíduo total por sólidos dissolvidos totais. Evidencia-se um dos problemas da aplicação destes índices, pois se não houver dados de apenas 1 destas variáveis, não é possível aplicar estes índices.

A fim de adaptar os dados existentes para aplicação do IQA-NSF, precisaram-se transformar os dados de fósforo total (P) em fosfato total (PO_4^-). Para se converter os resultados de P para PO_4^- , dividiu-se as amostras por “ $31 / (31 + 16 \times 4)$ ”, ou seja 0,326, equivalentes às massas de cada elemento componente. Já para que fosse possível a aplicação do IQA-CETESB, para a variável nitrogênio total somou-se as 3 formas de nitrogênio que existiam na base de dados: nitrato, nitrito e amônia.

Outra adaptação que precisou ser feita foi com a variável amônia, pois a mesma estava expressa em mg/L- NH_3 e precisava ser transformada para mg/L-N, a fim de que fosse possível somar com as outras formas de nitrogênio (nitrato e nitrito) existentes, as quais já estavam expressas em mg/L-N. Para isso multiplicou-se a concentração da amônia por “ $14 / (14 + 1 \times 3)$ ”, ou seja, 0,933, referente às massas de cada elemento componente. Além disso, na variável resíduo total utilizaram-se os dados de sólidos totais.

Com a finalidade de comparação também foi feita a classificação dos pontos monitorados nas bacias a partir da Resolução CONAMA nº 357/2005. Para classificar de acordo com esta resolução analisou-se cada variável separadamente, atribuindo-se uma classe para cada variável (mediana da concentração) em cada ponto monitorado. Entretanto das 17 variáveis monitoradas, apenas 10 delas possuíam valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005: nitrato, nitrito, amônia, fósforo, pH, OD, DBO, coliformes termotolerantes, turbidez, sólidos dissolvidos totais.

A Resolução nº 357/2005 do CONAMA estabelece limites diferentes para a concentração de fósforo total em águas naturais, em função da forma em que ocorre o escoamento. Neste trabalho utilizou-se a concentração de ambientes lóticos para comparação em todos os pontos monitorados.

Em geral, a classe final de cada ponto da bacia foi calculada com a classificação mais restritiva obtida de cada variável, devido ao princípio da precaução. Assim a média de um único parâmetro fora dos padrões é suficiente para alterar a classificação de um rio. A classificação realizada pela Resolução CONAMA nº 357/2005 pode ser visualizada na Tabela 2.

Tabela 2: Classificação dos recursos hídricos por meio da Resolução CONAMA nº 357/2005

Tarumãzinho	Nitrato	Nitrito	OD	pH	Turbidez	Amônia	Col_Term.	Fósforo	DBO	S.D.T	Classe Final
1	Classes 1,2,3	Classes 1,2,3	Classe 1	Classes 1,2,3,4	Classe 1	Classe 1 e 2	Classe 2	Classe 1,2	Classe 1	Classe 1 e 2	Classe 2
2	Classes 1,2,3	Classes 1,2,3	Classe 1	Classes 1,2,3,4	Classe 1	Classe 1 e 2	Classe 2	Classe 1,2	Classe 1	Classe 1 e 2	Classe 2
3	Classes 1,2,3	Classes 1,2,3	Classe 1	Classes 1,2,3,4	Classe 1	Classe 1 e 2	Classe 2	Classe 1,2	Classe 1	Classe 1 e 2	Classe 2
4	Classes 1,2,3	Classes 1,2,3	Classe 1	Classes 1,2,3,4	Classe 1	Classe 1 e 2	Classe 2	Classe 1,2	Classe 1	Classe 1 e 2	Classe 2
5	Classes 1,2,3	Classes 1,2,3	Classe 1	Classes 1,2,3,4	Classe 1	Classe 1 e 2	Classe 2	Classe 1,2	Classe 1	Classe 1 e 2	Classe 2
Total	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 2	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 2

A variável amônia, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 é classificada de acordo com o intervalo de pH em que se encontra: quanto maior o pH, mais restritiva é a concentração permitida para a variável amônia (expressa em mg/L-N). Assim a classificação foi realizada com base nas medianas do pH e da amônia para cada ponto amostral. Na Tabela 3 pode ser visualizado como foi realizada a classificação da variável amônia.

Tabela 3: Classificação da variável amônia por meio da Resolução nº 357/2005

Amônia expressa em mg/L-N

Pontos amostrais	Mediana Amônia (mg/L-N)	Mediana Ph	CONAMA
01	0,20526	7,5	Classe 1,2
02	0,222987	7,55	Classe 1,2
03	0,16794	7,52	Classe 1,2
04	0,163275	7,55	Classe 1,2
05	0,219255	7,54	Classe 1,2

Na Tabela 4 pode ser visualizada a comparação dos 3 instrumentos utilizados para avaliação da qualidade da água na microbacia em estudo.

Tabela 4: Avaliação da qualidade da água segundo os 3 instrumentos utilizados

	IQA CETESB		IQA-NSF		Conama 357
Tarumãzinho					
1	69	Boa	69	Regular	Classe 2
2	69	Boa	69	Regular	Classe 2
3	71	Boa	71	Bom	Classe 2
4	72	Boa	72	Bom	Classe 2
5	66	Boa	66	Regular	Classe 2

Pode-se perceber que o IQA-CETESB apresentou classificação “boa” para todos os pontos, mostrando menor sensibilidade à variabilidade, enquanto o IQA-NSF apresentou apenas 2 classificações como “boa” e o restante como “regular”. Apesar de o valor final do IQA-CETESB e do IQA-NSF ser o mesmo, apresentaram classificações diferentes devido aos intervalos diferenciados para cada classe. Os intervalos de cada classe utilizados pelos 2 índices utilizados podem ser visualizados na Tabela 5.

Tabela 5: Classificações IQA-CETESB, IQA NSF e Resolução CONAMA nº357/2005

IQA CETESB		IQA-NSF		Conama
80 a 100	Ótima	91 a 100	Excelente	Especial
52 a 79	Boa	71 a 90	Bom	Classe 1
37 a 51	Aceitável	51 a 70	Regular	Classe 2
20 a 36	Ruim	26 a 50	Ruim	Classe 3
0 a 19	Péssima	0 a 25	Muito Ruim	Classe 4

Considerando o grande número de dados gerados durante o monitoramento, os índices de qualidade da água permitem a avaliação da qualidade da água de forma mais objetiva e simples. O IQA adaptado e utilizado pela CETESB é uma ferramenta simples e de fácil entendimento, entretanto tem como determinante principal a utilização da água para abastecimento público. Além disso, os parâmetros que compõem esse IQA refletem, principalmente, a poluição causada pelo lançamento de esgotos domésticos, sem considerar, por exemplo, os parâmetros representativos de poluição por atividades agrícolas e industriais (DOTTO *et al.*, 1996).

Os índices globais e fechados como o de Horton, de Prati e da NSF embora úteis para analisar grandes áreas, têm uma tendência de mascarar a realidade, produzindo falsas impressões para leigos (SANTOS, 2009). Além disso, a não existência de dados de apenas uma variável, impede a aplicação destes índices. Entretanto segundo Almeida & Schwarzbald (2003), entre críticas e defesas, ainda não foi desenvolvido um método de divulgação capaz de substituir com vantagens consideráveis aos índices de qualidade existentes. Neste contexto, tem-se concentrado esforços no desenvolvimento e adaptações de índices de qualidade de águas.

Na classificação geral obtida pela resolução CONAMA nº 357/2005 a microbacia Tarumãzinho enquadrou-se na classe 2. Com a aplicação desta legislação é difícil notar a variabilidade da qualidade da água das bacias, sendo que todos os pontos parecem ter a mesma qualidade.

Na aplicação das classificações constantes na resolução CONAMA nº 357/2005, houve algumas dificuldades práticas, pois, algumas variáveis possuíam os mesmos limites de concentração para as classes 1,2, 3 como por exemplo: nitrato, nitrito e pH. As variáveis amônia, fósforo e SDT também apresentaram a mesma classificação: classe 1 e classe 2 em vários pontos.

Um ponto a ser destacado é que a variável SDT além de não possuir valores de referência para classe 4 pela resolução CONAMA nº 357/2005, também não possui valores de referência para a classe 3, evidenciando-se as deficiências e dificuldades de implementação da legislação brasileira para o enquadramento de rios.

Outra dificuldade existente, apesar de não ter ocorrido na microbacia analisada, é a possibilidade de a concentração da variável ser demasiadamente elevada e extrapolar o limite máximo da pior classe estabelecida na resolução (classe 4). Nesses casos há dúvidas em como proceder, ou seja, há muitas incertezas em como promover uma classificação quando as concentrações das variáveis ultrapassam os valores elencados.

Além disso, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, na classe especial, as condições naturais dos cursos d'água devem ser mantidas, não havendo valores orientadores para esta classe específica.

As variáveis: fósforo orto, coliformes totais, condutividade, magnésio, DQO, dureza, ST, SV e SSP, não foram utilizados em nenhum dos 3 instrumentos de avaliação. Sugerindo-se que novas



instrumentos mais integradores e abrangentes e/ou flexíveis e adaptáveis devem ser aplicados e desenvolvidos para avaliar a qualidade da água, a fim de aproveitar todos os dados disponíveis e não os subutilizar.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de classificação de água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 emitem valores isolados, ou graus de restrição de uso da água, os quais avaliam as variáveis individualmente. Já os índices de qualidade de água, como o IQA-CETESB e o IQA-NSF têm uma proposta diferenciada, pois associam as variáveis e seus valores segundo um referencial numérico único. Neste trabalho a aplicação dos 3 instrumentos para avaliar a qualidade da água na microbacia parecem ter apresentado a mesma tendência, com pequena variação. Foi possível identificar que a qualidade da água na microbacia Tarumãzinho enquadra-se, em geral, em um meio termo entre boa e regular. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, os recursos hídricos da bacia podem ser utilizados em para: abastecimento humano após tratamento convencional; proteção de comunidades aquáticas; recreação de contato primário; irrigação de hortaliças, planas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer; aquicultura e atividades de pesca.

Mesmo que o volume de resultados de qualidade da água seja expressivo, transformá-los em conhecimento e sistematizar esses resultados de tal forma que atendam a demandas complexas como as da ciência e ao mesmo tempo ser simples para uso da comunidade e dos gestores ainda é desafiador (Toledo & Nicolella, 2002; Andrade et al., 2005). Portanto a aplicação de instrumentos de avaliação da qualidade da água e o desenvolvimento de novas metodologias merecem esforços, tendo em vista a importância do monitoramento da qualidade da água para a manutenção das condições necessárias às utilizações dos recursos hídricos.

Agradecimentos

À EPAGRI pela disponibilização dos dados de monitoramento da qualidade da água e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. A.; SCHWARZSBOLD, A. Avaliação Sazonal da Qualidade das Águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um Índice de Qualidade de Água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.8, n.1, p. 81-97, 2003.

BOLLMANN, H. A.; EDWIGES, T. Avaliação da qualidade das águas do Rio Belém, Curitiba-PR, com o emprego de indicadores quantitativos e perceptivos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 13, n.4, p.443-452, 2008.

BOLLMANN, H. A.; MARQUES, D. D. Bases para a estruturação de indicadores de qualidade de águas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.5, nº 1, p. 37-60, 2000.

BOYACIOGLU, H. Development of a water quality index based on European classification scheme. **Water SA**. v. 30, n.1, p. 101-106, 2007.

BRAGA, B. et al. **Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.



BRAGA, B. et al. **Monitoramento de quantidade e qualidade das águas**. . In: REBOLÇAS, A. C. et al. (Org.). *Águas doces no Brasil*. 3ª ed. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 145-160.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 de Jan. 1997.

BROWN, R.M. et al. A Water Quality Index Do We Dare? **Water & Sewage Works**, v.117, n.10, p. 339-343, 1970.

CALIJURI, M. C; CUNHA, D. G. F. (Coord.). **Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 789 p.

CIRAM/SC, Centro Integrado de Informações de Recursos Ambientais. **Inventário de Terras da Microbacia Córrego Tarumãzinho**. Florianópolis, 2004. Disponível em: http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=559&Itemid=200. Acesso em: 10 jul. 2016.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, 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] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

DOTTO, S. E. et al. (1996). Determinação de um índice de qualidade de água para algumas culturas irrigadas em São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.55, n.1, p. 193-200, 1996.

FERREIRA, L. M.; IDE, C. N. Avaliação comparativa da sensibilidade do IQA - NSF, IQA SMITH e IQA - HORTON, aplicados ao Rio Miranda, MS. . In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, 2001, João Pessoa. **Anais....**João Pessoa: ABES, 2001.

HORTON, R.K. An index-number system for rating water quality. **J Water Pollution Control Federation**, v. 37, n. 3, p. 300-306, 1965.

MAROTTA, H. et al. Monitoramento Limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambientais. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.11, n.1, p.67-79, 2008.

MORETTO, D. L. **Calibração do índice de qualidade da água (IQA) para a bacia hidrográfica com Rio Pardo, RS, Brasil**. Santa Cruz do Sul, 83 p., 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Santa Cruz do Sul.

MUNIZ, D. H. **Proposição de um índice de qualidade de água para irrigação (IQAI) com base no monitoramento e caracterização de águas superficiais em ambientes rurais do cerrado**. Brasília, 67 p., 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília.

OLIVEIRA, M. D. et al. Nova Abordagem do índice de qualidade de água bruta utilizando a lógica fuzzy. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.19, n.4, p. 361-372, 2014.

PHILIPPI Jr. et al. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri: Manole, 2004. 1045 p.



SOUZA, A. P. **Índice de qualidade da água em microbacias hidrográficas com diferentes coberturas vegetais, no sul do Estado do Espírito Santo.** Jerônimo Monteiro, 82 p., 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo.

SPERLING, M. V. Análise dos padrões brasileiros de qualidade dos corpos d'água e lançamento de efluentes líquidos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.3, n.1, p. 111-132, 1998.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014, 470 p.

TOLEDO, L. G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n.1, p. 181-186, 2002.

ZAMPIERI, S. L. **Método para seleção de indicadores de sustentabilidade e avaliação dos sistemas agrícolas do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis, 215 p., 2003. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina.