



## **Análise de conformidade ao enquadramento das águas na bacia experimental do Arroio Lageado Tacongava**

**Vania Elisabete Schneider<sup>1</sup>, Fernanda de Lemos Ramos<sup>2</sup>, Sofia Helena Zanella Carra<sup>3</sup>, Renata Cornelli<sup>4</sup>, Tiago Panizzon<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Universidade de Caxias do Sul (veschnei@ucs.br)

<sup>2</sup>Universidade de Caxias do Sul (flramos@ucs.br)

<sup>3</sup>Universidade de Caxias do Sul (sofi\_carra@hotmail.com)

<sup>4</sup>Universidade de Caxias do Sul (rcornelli@ucs.br)

<sup>5</sup>Universidade de Caxias do Sul (tpanizzo@ucs.br)

### **Resumo**

A água é indispensável à vida, pois regula os ciclos biogeoquímicos, mantém o equilíbrio dos ecossistemas além de ser um recurso estratégico para o desenvolvimento econômico. Assim, conciliar os usos múltiplos da água, promovendo sua sustentabilidade apresenta-se como um grande desafio. Ciente da necessidade de realizar um planejamento a longo prazo referente a qualidade dos recursos hídricos visando à manutenção das atividades na Bacia Hidrográfica Taquari Antas, o Conselho de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul definiu, através da Resolução CRH n° 121/2012, o enquadramento das águas superficiais da referida bacia. Neste contexto, este trabalho apresenta o cálculo do Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) da microbacia do Arroio Lageado Tacongava, inserido na região do Médio Rio Guaporé, na Bacia Hidrográfica Taquari Antas. Para tanto, foram determinados 22 parâmetros físico-químicos e biológicos em 7 pontos de amostragem ao longo da microbacia, entre outubro de 2013 a outubro de 2014. Através da metodologia proposta por Amaro (2009), foi calculado o ICE cujos resultados mostraram que o ponto 4 é o único classificado como conforme (dentro do enquadramento estabelecido). Os demais pontos monitorados (1, 2, 3, 5, 6 e 7) foram classificados como afastados, ou seja, distante do enquadramento estabelecido em virtude da concentração de nitratos e coliformes termotolerantes.

Palavras-chave: classificação das águas; bacia hidrográfica; índice de conformidade ao enquadramento.

Área Temática: Recursos Hídricos

## **Compliance scan the environment of the waters in the experimental basin of the Arroio Lageado Tacongava**

### **Abstract**

*Water is essential to life because it regulates the biogeochemical cycles, maintains the equilibrium of ecosystems as well as being a strategic resource for economic development. Thus reconciling the multiple uses of water, promoting sustainability presents itself as a challenge. Aware of the need for a long-term planning regarding the quality of water resources in order to maintain the activities in the Basin Taquari Antas, the Board of the Rio Grande do Sul State Water Resources defined by CRH Resolution n° 121/2012 the framework*



*of surface waters of the basin. In this context, this paper presents the calculation of the Environment Compliance Index (ICE) of the watershed of Arroyo Lageado Tacongava, located on the Middle Rio Guaporé region, the Basin Taquari Antas. For this, we analyzed 22 physical, chemical and biological parameters in 7 sampling points along the watershed, from October 2013 to October 2014. Through the methodology proposed by Amaro (2009), we calculated the ICE whose results showed that the Section 4 is the only rated as (within the established framework). The other monitored points (1, 2, 3, 5, 6 and 7) were classified as remote, or distant from the framework established by virtue of the concentration of nitrate and fecal coliforms.*

**Keywords:** *Water classification; Hydrographic basin; Compliance rate to the frame.*

**Theme Area:** *Water resources*

## 1 Introdução

A Política Nacional de Recursos Hídricos define o enquadramento dos recursos hídrico como um dos seus instrumentos, tendo por objetivo determinar a qualidade da água necessária para o atendimento aos seus usos múltiplos. Neste contexto, a Resolução Conama n° 357/2005 determina estes enquadramento de acordo com a qualidade dos recursos hídricos, diferenciando os padrões para as águas doces, salobras e salinas.

Aos Comitês de Bacia Hidrográfica cabe submeter ao Conselho de Recursos Hídricos (CRH) o enquadramento dos corpos de água das bacias hidrográficas respectivas em classes de uso e conservação, conforme inciso V, do artigo 19, da Lei n° 10.350/1994. Desta forma a resolução CRH n° 121/2012 define o enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas para 10 e 20 anos, resultado de estudos e debates realizados com os 119 municípios que compõem a bacia.

De acordo com Amaro (2009), uma das dificuldades comumente encontradas é a identificação da situação atual do corpo hídrico em relação ao seu enquadramento, bem como acompanhar a eficácia das ações e do resultado dos investimentos. Isto se deve ao fato do processo de enquadramento trabalhar com muitas variáveis representativas de qualidade da água e ser planejado de diferentes maneiras no tempo e no espaço.

Neste contexto o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) auxilia no conhecimento das classes dos corpos hídricos avaliando sua situação atual e prevê que sua qualidade seja mantida ou melhorada, amparando na tomada de decisões, uma vez que a grande quantidade de parâmetros de qualidade da água acaba dificultando a avaliação das condições dos corpos hídricos e a percepção do quão distante sua situação está das condições de enquadramento definidas (AMARO, 2009).

O ICE atualmente é utilizado pela Agência Nacional das Águas (ANA) para avaliar o cumprimento das metas de qualidade das águas dos rios brasileiros definidas pelas classes de uso em que estão enquadrados (ANA, 2012). O valor do índice está baseado na comparação de valores dos parâmetros de qualidade da água obtidos nas medições, com os valores determinados pela legislação vigente. Baseia-se na combinação de três fatores que criam um



vetor no espaço tridimensional que representa a desconformidade dos padrões das medições com os valores estabelecidos.

Com base no exposto acima, este trabalho teve por objetivo realizar o enquadramento atual dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica experimental e compará-lo com o enquadramento estabelecido pela Resolução do CRH nº 121/2012 para o horizonte de 20 anos, através do cálculo do Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE).

## **2 Materiais e Métodos**

A seguir é apresentada a área de estudo bem como a metodologia adotada para o cálculo do ICE.

### **2.1 Área de estudo**

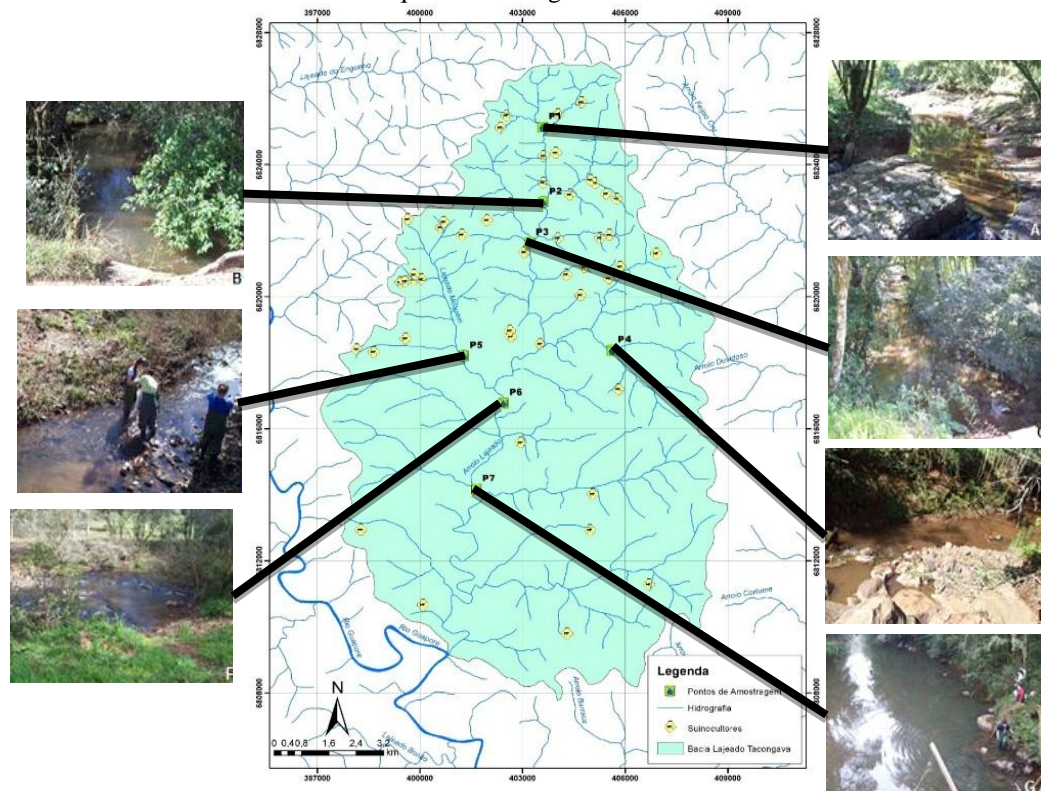
A bacia experimental, unidade de referência deste trabalho, abrange parcialmente o território de quatro municípios: Serafina Corrêa, Montauri, União da Serra e Guaporé, localizados no sítio hidrológico do Rio Guaporé, na região do Médio Rio Guaporé. A mesma foi determinada a partir das características de uso e cobertura do solo, pedologia, hidrografia, hipsometria e clinografia.

A atividade agropecuária predomina nestes municípios, onde a pecuária é associada a agricultura familiar. Entre as atividades pecuárias a suinocultura, atividade de elevado impacto poluidor se destaca com um rebanho de aproximadamente 19.700 animais, conforme informações dos órgãos ambientais municipais (2012).

Com vistas ao monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos da bacia experimental, definiram-se 07 pontos de amostragem onde foram realizadas 14 campanhas de monitoramento, com frequência bimestral, entre os meses de agosto de 2012 e fevereiro de 2015. Em cada campanha foram determinados 22 parâmetros físico-químicos e biológicos, de acordo com o SMEWW (*Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, 2012). A delimitação da bacia hidrográfica bem como a localização dos suinocultores e dos pontos de amostragem são apresentados na Figura 1.



Figura 1 – Bacia hidrográfica experimental, localização dos suinocultores e pontos de monitoramento da qualidade da água.



## 2.2 Metodologia para o cálculo do ICE

O ICE foi determinado a partir da metodologia proposta pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment: Water Quality Guidelines* (CCME, 2001), onde recomenda-se que sejam considerados no mínimo quatro parâmetros e quatro campanhas de medição. Os três fatores que compõem o índice são: abrangência (relacionada ao impacto causado pela desconformidade), a frequência (número de vezes em que as desconformidades ocorrem) e a amplitude (desvio em relação ao valor ideal da variável de qualidade da água).

O ICE é composto por três fatores:

- Fator 1 - Representa a abrangência das desconformidades, isto é, o número de parâmetros que violaram a meta de qualidade ou limite legal pelo menos uma vez no período de observação, dado pela Equação 1:

$$F_1 = \left( \frac{\text{Número de parâmetros que não alcançaram a meta}}{\text{Número total de parâmetros}} \right) \times 100$$

Eq. 1

- Fator 2 - Representa a porcentagem de vezes que o parâmetro esteve em desconformidade em relação ao número de observações, dado pela Equação 02:



$$F_2 = \left( \frac{\text{Número de medições que não alcançaram a meta}}{\text{Número total de medições}} \right) \times 100$$

Eq. 2

• Fator 3 – Representa a amplitude, ou seja, a extensão da não conformidade legal, isto é, a diferença entre o valor medido e a meta, sendo calculado em três etapas:

I) O número de vezes no qual a concentração individual é maior que o limite máximo da classe (ou menor que, quando o objetivo é um mínimo);

(II) O número total de medições individuais que está em desacordo com a meta é calculado somando as variações individuais em relação aos limites legais e dividindo pelo número total de medições;

(III) O valor de F3 é calculado (Equação 03) pela soma normalizada das variações (snv) em relação aos limites legais, sendo que estas são reduzidas a uma variável entre 0 e 100:

$$F_3 = \left( \frac{snv}{0,01 \times snv + 0,01} \right)$$

Eq. 3

A fórmula de cálculo do ICE é dada pela Equação 04:

$$ICE = 100 - \left( \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right)$$

Eq. 4

O fator de 1,732 normaliza os valores resultantes para a faixa entre 0 e 100. São estabelecidas faixas de valores para este índice, as quais caracterizem o cumprimento das metas de qualidade das águas definidas pelo enquadramento, conforme Tabela 1.

Tabela1: Classificação do Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE).

Faixas de ICE utilizadas	Classes
80- 100	Conforme
45 – 79	Afastado
0 - 44	Não- conforme

Desta forma, quanto mais próximo o resultado do ICE estiver de zero, mais distante está o corpo hídrico em relação à meta de enquadramento desejada, seja pela abrangência, pela frequência ou pela amplitude das violações. Em contrapartida, quanto mais próximo de 100, mais próximo da conformidade com a legislação vigente.

Com base nas informações apresentadas, dentre os 22 parâmetros de qualidade amostrados, 14 estão definidos na Resolução Conama nº 357/05 e foram incluídos no cálculo do ICE. São eles: pH, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos totais dissolvidos, DBO, nitrogênio amoniacal, nitrato, fósforo total, clorofila-*a*, coliformes termotolerantes, chumbo total, cromo total, níquel total e zinco total.

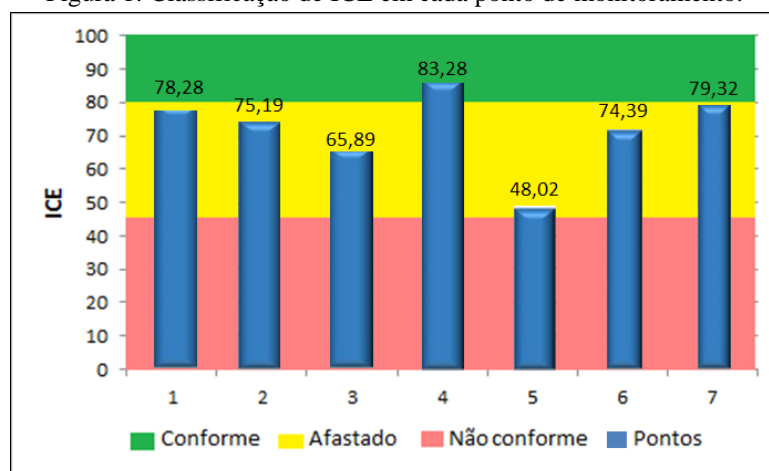


Ressalta-se que, conforme a Resolução CRH 121/2012 (Rio Grande do Sul, 2012), os corpos hídricos da bacia Hidrográfica do Taquari- Antas, localizados na região do Médio Rio Guaporé, devem ser enquadrados como classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/05, no horizonte de 20 anos.

### 3 Resultados e Discussão

Os resultados do ICE nos pontos de monitoramento ao longo da bacia experimental, a partir das campanhas realizadas, são apresentados na Figura 01.

Figura 1: Classificação de ICE em cada ponto de monitoramento.



Conforme observado na Figura 1, para cada ponto de monitoramento foi gerado uma classificação de ICE, onde apenas o ponto 4 apresenta classificação "conforme" ao determinado na Resolução CRH 121/2012 ao passo que os demais pontos apresentam ICE classificado como "afastado". Para que fossem efetuadas as comparações de valores dos parâmetros monitorados com os limites estabelecidos pela legislação, foram utilizadas as médias das coletas em cada ponto, juntamente com os valores mínimos e máximos determinados e o desvio padrão. Observa-se este comportamento nas Tabelas 1 e 2.





## 5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

Tabela 1- Valores de média, desvio padrão, mínimo e máximo para os pontos 1, 2 e 3.

Parâmetros	Ponto 1				Ponto 2				Ponto 3			
	Média	DP	Mín.	Máx.	Média	DP	Mín.	Máx.	Média	DP	Mín.	Máx.
Clorofila a (mg/m <sup>3</sup> )	2,67	1,46	2,67	2,67	5,34	3,23	2,67	8,01	8,01	6,26	2,67	16,02
Cobre total (mg/L)	0,06	0,03	0,06	0,06	0,05	0,03	0,03	0,08	0,08	0,03	0,08	0,08
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	4515,00	2943,56	790,00	7900,00	14966,67	17453,10	3300,00	49000,00	17983,33	19355,87	2600,00	49000,00
Condutividade (µS/cm a 20°C)	72,68	36,34	0,09	99,00	87,52	44,64	0,11	120,00	79,18	40,46	0,10	109,00
Demanda bioquímica de oxigênio (mg O <sub>2</sub> /L)	1,68	0,94	1,10	2,25	1,38	0,78	1,10	1,74	1,73	0,95	1,60	1,80
Demanda química de oxigênio (mg O <sub>2</sub> /L)	7,50	4,18	5,00	10,00	7,00	3,88	5,00	9,00	7,00	3,89	6,00	8,00
Escherichia coli	2848,33	2675,90	490,00	7900,00	5616,67	4181,11	3300,00	14000,00	9150,00	12200,29	1400,00	33000,00
Fósforo total (mg P/L)	0,03	0,03	0,01	0,10	0,07	0,05	0,02	0,14	0,17	0,24	0,01	0,63
Nitrato (NO <sub>3</sub> - mg/L)	11,63	1,93	9,19	13,77	16,89	2,44	14,09	20,02	14,29	2,25	11,98	17,45
Nitrogênio amoniacal (mg NH <sub>3</sub> -N/L)	0,16	0,09	0,11	0,21	0,18	0,13	0,10	0,40	0,15	0,08	0,10	0,25
Nitrogênio total kjeldahl (mg N/L)	0,51	0,35	0,25	0,87	0,43	0,25	0,14	0,68	0,30	0,17	0,15	0,45
ORP (mV)	263,83	69,66	193,00	378,00	302,50	49,40	245,00	371,00	302,17	41,59	249,00	358,00
Oxigênio dissolvido (mg O <sub>2</sub> /L)	11,37	1,99	8,40	13,37	11,33	2,35	8,10	14,90	12,41	2,31	8,80	14,71
pH a 25°C	6,81	0,50	6,12	7,58	6,71	0,61	6,06	7,72	6,89	0,48	6,24	7,66
Potássio (mg/L)	2,19	1,28	0,17	4,15	2,89	0,83	2,30	4,33	2,74	1,13	1,17	4,50
Sólidos dissolvidos totais (mg/L SDT)	47,01	23,54	0,06	64,00	56,85	29,29	0,07	78,00	52,51	26,54	0,06	71,00
Sólidos suspensos totais (mg/L)	15,40	7,95	15,20	15,60	16,20	8,37	16,00	16,40	11,60	4,74	11,60	11,60
Sólidos totais (mg/L)	102,67	13,54	84,00	122,00	122,33	15,24	99,00	139,00	113,67	14,36	91,00	136,00
Temperatura Água (°C)	19,65	3,35	14,85	24,80	18,66	4,36	13,51	25,70	18,08	3,59	13,01	22,90
Temperatura Ar (°C)	25,25	4,88	17,00	32,00	24,67	4,27	17,00	30,00	24,00	4,98	15,00	30,00
Turbidez (NTU)	5,70	5,59	1,00	16,60	14,12	12,76	5,10	35,40	9,82	4,02	4,20	14,40
Zinco total (mg/L)	0,07	0,04	0,05	0,08	0,07	0,04	0,05	0,08	0,07	0,04	0,06	0,08

Tabela 2- Valores de média, desvio padrão, mínimo e máximo para os pontos 4, 5, 6 e 7.

Parâmetros	Ponto 4				Ponto 5				Ponto 6				Ponto 7			
	Média	DP	Mín.	Máx.	Média	DP	Mín.	Máx.	Média	DP	Mín.	Máx.	Média	DP	Mín.	Máx.
Clorofila a (mg/m <sup>3</sup> )	5,34	4,68	2,67	13,35	8,01	6,26	2,67	16,02	2,67	1,38	2,67	2,67	4,67	3,93	2,67	10,68
Cobre total (mg/L)	0,08	0,03	0,08	0,08	0,08	0,03	0,08	0,08	0,06	0,02	0,06	0,06	0,06	0,03	0,06	0,06
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	6833,33	5943,29	1300,00	17000,00	17983,33	19355,87	2600,00	49000,00	2550,00	1593,42	0,00	4900,00	1993,33	1720,14	110,00	4900,00
Condutividade (µS/cm a 20°C)	70,85	36,66	0,09	103,00	79,18	40,46	0,10	109,00	53,03	41,78	0,09	92,00	59,52	30,35	0,09	85,00
Demanda bioquímica de oxigênio (mg O <sub>2</sub> /L)	1,52	0,85	1,30	1,77	1,73	0,95	1,60	1,80	1,19	0,65	1,10	1,30	4,24	4,49	1,17	11,81
Demanda química de oxigênio (mg O <sub>2</sub> /L)	7,50	3,89	7,00	8,00	7,00	3,89	6,00	8,00	12,33	8,95	6,00	23,00	10,20	8,60	5,00	25,00
Escherichia coli	3863,33	4602,96	780,00	13000,00	9150,00	12200,29	1400,00	33000,00	2681,67	2697,63	790,00	7900,00	1206,67	1145,51	170,00	3300,00
Fósforo total (mg P/L)	0,06	0,03	0,02	0,11	0,17	0,24	0,01	0,63	0,05	0,03	0,01	0,08	0,06	0,03	0,03	0,12
Nitrato (NO <sub>3</sub> - mg/L)	5,16	1,42	3,53	7,40	14,29	2,25	11,98	17,45	11,45	4,71	10,86	12,32	9,58	0,96	8,09	10,64
Nitrogênio amoniacal (mg NH <sub>3</sub> -N/L)	0,18	0,10	0,14	0,21	0,15	0,08	0,10	0,25	0,15	0,09	0,10	0,20	0,25	0,16	0,12	0,47
Nitrogênio total kjeldahl (mg N/L)	0,37	0,23	0,23	0,61	0,30	0,17	0,15	0,45	0,41	0,26	0,25	0,69	0,42	0,24	0,15	0,85
ORP (mV)	300,67	42,60	246,00	363,00	302,17	41,59	249,00	358,00	308,00	45,83	233,00	358,00	318,60	131,64	281,00	340,00
Oxigênio dissolvido (mg O <sub>2</sub> /L)	11,14	1,87	8,10	13,07	12,41	2,31	8,80	14,71	12,58	2,22	9,00	15,39	12,81	2,41	8,90	15,87
pH a 25°C	6,72	0,67	5,89	7,63	6,89	0,48	6,24	7,66	6,96	0,59	6,16	7,93	6,91	0,57	6,10	7,82
Potássio (mg/L)	2,59	1,15	2,14	3,28	2,74	1,13	1,17	4,50	2,82	0,57	2,30	3,78	2,69	0,65	1,86	3,62
Sólidos dissolvidos totais (mg/L SDT)	40,01	27,93	0,06	67,00	52,51	26,54	0,06	71,00	46,96	18,23	13,73	65,00	38,51	19,64	0,05	55,00
Sólidos suspensos totais (mg/L)	32,08	35,69	10,00	98,00	11,60	4,74	11,60	11,60	20,80	8,49	20,80	20,80	10,40	4,25	10,40	10,40
Sólidos totais (mg/L)	109,33	16,10	84,00	130,00	113,67	14,36	91,00	136,00	99,00	11,98	85,00	115,00	95,17	14,59	76,00	112,00
Temperatura Água (°C)	19,29	3,75	14,15	25,00	18,08	3,59	13,01	22,90	16,95	3,93	11,73	21,90	16,84	3,94	11,59	21,50
Temperatura Ar (°C)	25,17	4,45	18,00	32,00	24,00	4,98	15,00	30,00	22,00	5,18	12,00	26,00	20,93	4,74	11,55	25,00
Turbidez (NTU)	13,42	5,33	4,60	20,40	9,82	4,02	4,20	14,40	7,93	3,26	4,20	12,60	9,73	4,13	5,20	14,50
Zinco total (mg/L)	0,05	0,03	0,04	0,05	0,07	0,04	0,06	0,08	0,08	0,05	0,04	0,11	0,05	0,03	0,04	0,06

Analisando cada ponto percebe-se que os pontos 1, 2 e 3 possuem comportamentos semelhantes, estando os três afastados do enquadramento, conforme o ICE. Este comportamento se deu devido aos parâmetros de coliformes termotolerantes e nitratos se encontrarem acima do limite determinado.

Conforme citado, as atividades agropecuárias são desenvolvidas em larga nos municípios que contemplam a bacia experimental, o que permite relacionar a concentração excessiva de coliformes termotolerantes e nitrato com a degradação da matéria orgânica presente nos dejetos suínos. Ressalta-se que os dejetos suínos, na sua quase totalidade, são utilizados como fertilizantes orgânicos nas atividade agrícolas da região e aplicados sem o manejo correto. Desta forma, os mesmos são lixiviados aos recursos hídricos através de



eventos de precipitação e infiltração no solo, corroborando na redução da qualidade dos mesmos.

Associado aos fertilizantes orgânicos tem-se a aplicação de aditivos químicos nas áreas agrícolas com vistas a potencialização da fertilidade do solo e consequente aumento da produção, cuja aplicação excessiva muitas vezes satura a capacidade de absorção das culturas e acaba sendo lixiviada aos recursos hídricos, comprometendo a qualidade dos recursos hídricos.

O ponto 4 é o único ponto que apresenta todos os parâmetros dentro dos limites aceitáveis e, portanto, com o ICE em conformidade com a legislação. Isto ocorre pois, na sub-bacia hidrográfica deste ponto, não observa-se a presença de suinocultores. Além disto, trata-se de uma área mais preservada e com presença de vegetação, reduzindo a probabilidade de contaminação por matéria orgânica.

Nos pontos seguintes (5, 6 e 7) observa-se o comportamento semelhante aos primeiros, com limites acima do permitido para coliformes termotolerantes e nitrato, estabelecidos pela CONAMA 357/2005. Da mesma forma, nestes também se encontram suinocultores e grandes áreas de agricultura.

#### **4 Considerações Finais**

A bacia experimental, unidade de referência deste trabalho, localizada na região do Médio Rio Guaporé, na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, encontra-se em uma situação de ICE classificado como afastado do enquadramento vigente, visto que a Resolução CRH nº 121/2012 estabelece que este curso d'água deva ser enquadrado como classe 2 num horizonte de 20 anos.

Através dos resultados obtidos percebe-se que há a necessidade de um maior controle sobre o manejo dos dejetos animais, principalmente dos dejetos suínos, incentivando que os mesmos sejam aplicados no solo após maturados e em dias onde não ocorram eventos pluviométricos intensos.

É de fundamental importância realizar o acompanhamento da situação de enquadramento dos recursos hídricos para o planejamento e gerenciamento das Bacias Hidrográficas, permitindo que se observem os pontos ao longo da bacia que demandam de maior controle para atender aos padrões estabelecidos, canalizando recursos para investimentos em tecnologias com vistas a melhoria da sua qualidade. Ressalta-se que, até o momento, a Bacia Hidrográfica Taquari-Antas não instituiu a cobrança pelo uso da água onde os recursos arrecadados poderiam ser investidos em gestão e tecnologia visando a melhoria da qualidade dos recursos hídricos, incluindo a região do Médio Rio Guaporé, onde obteve-se um ICE afastado do enquadramento determinado para a Resolução CRH nº 121/2012 num horizonte de 20 anos.

#### **Referências**

APHA, AWWA, WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21. ed. Washington: APHA, AWWA, WEF, 2005.





Amaro, C. A. **Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento**. Diss. Universidade de São Paulo, 2009.

BORJA, Á. et al. Implementation of the European water framework directive from the Basque country (northern Spain): a methodological approach. **Marine Pollution Bulletin**, v. 48, n. 3-4, p. 209-218, 2004. ISSN 0025-326X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X03005423>>.

BRASIL. **RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. D.O.U. Brasília, DF: CONAMA 2005.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. D. C. Análise probabilística de ocorrência de incompatibilidade da qualidade da água com o enquadramento legal de sistemas aquáticos - estudo de caso do rio Pariquera-Açu (SP). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 15, p. 337-346, 2010. ISSN 1413-4152. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522010000400006&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522010000400006&nrm=iso)>.

CUNHA, D. G. F. et al. Resolução CONAMA 357/2005: análise espacial e temporal de não conformidades em rios e reservatórios do estado de São Paulo de acordo com seus enquadramentos (2005–2009). **Eng Sanit Ambient**, v. 18, n. 2, p. 159-168, 2013.

PORTO, M.F.A. **Sistemas de gestão da qualidade das águas: uma proposta para o caso brasileiro**. 2002. 131p. Tese (Livre docência – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

RIO GRANDE DO SUL. **RESOLUÇÃO Nº 121, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012 - Aprova o enquadramento das água superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas**. Porto Alegre, RS: CRH, 2012.