



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

# ANÁLISE ESTATÍSTICA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS E PROPOSTAS DE GESTÃO NA BACIA DE ABASTECIMENTO DA CIDADE DE PINHEIRO MACHADO, RS

Ignacio Pablo TraversaTejero<sup>1</sup>; Juliana Mendes da Silva<sup>2</sup>

## RESUMO

---

A água é um recurso natural muito importante para a vida, entretanto ela é vulnerável à degradação de sua qualidade, o que pode comprometer a saúde e bem-estar da população. Este trabalho teve como objetivo determinar as condições da bacia de captação de água e a qualidade da água que abastece a cidade de Pinheiro Machado - RS. Através de observações *in loco* na bacia de captação e por meio do uso de técnicas de estatística descritiva e indutiva (estimação por intervalo) concluiu-se que as propriedades físicas, químicas e biológicas da água estão dentro dos padrões estabelecidos na legislação. Porém, são propostas medidas de antecipação ambiental e de educação que visam à manutenção das condições da qualidade do manancial.

**Palavras-chave:** Bacia; propriedades da água; análise estatística; legislação; educação ambiental.

## STATISTICAL ANALYSIS OF WATER QUALITY AND BASIN MANAGEMENT PROPOSALS IN THE CITY OF PINHEIRO MACHADO, RS

### ABSTRACT

Water is a very important natural resource for life, however it is vulnerable to the degradation of its quality, which can compromise the health and well-being of the population. This work aims to determine the conditions of a basin water and the quality of the water that supplies the city of Pinheiro Machado-RS. Through direct observations on the basin and also by the use of descriptive and inductive statistics techniques (estimation by interval), it was concluded that the physical, chemical and biological properties of water are within the standards established in the legislation. However, measures were proposed to advance environmental care and education aiming to maintain the quality conditions of the spring.

**Keywords:** Basin; water properties; statistical analysis; legislation; environmental education.

---

<sup>1</sup>Professor adjunto da Universidade Federal de Pelotas. E-mail: [igraversa@gmail.com](mailto:igraversa@gmail.com)

<sup>2</sup>Graduada em Gestão Ambiental - Universidade Federal de Pelotas. E-mail: [juliana.smendes@hotmail.com](mailto:juliana.smendes@hotmail.com)

## 1. INTRODUÇÃO

Diariamente, milhões de toneladas de esgoto bruto e resíduos agrícolas e industriais são derramados nas águas do mundo e, anualmente morrem mais pessoas em função da má qualidade da água do que de outras formas de violência (ONU, 2014). O Brasil é o país com maior disponibilidade hídrica em rios do mundo, mas a poluição e o uso impróprio danificam esse recurso em diversas regiões do país, devido a processos de urbanização, industrialização e produção agrícola (SOCIOAMBIENTAL, 2013). A água se torna a cada dia mais vulnerável e vital (RIGHES, 2000) para a saúde e bem-estar da população e as produções de bens e serviços; desde a necessidade mais simples como matar a sede, até as mais complexas, como abastecimento humano, geração de energia elétrica, navegação e irrigação (TUNDISI, 2000; BRAGA et al, 2005; EMBRAPA, 2011).

Os recursos hídricos devem conter substâncias essenciais à vida e estarem isentos de outras que possam causar efeitos nocivos (BRAGA et al, 2005) e suas características físicas e químicas devem ser mantidas dentro de certos limites chamados padrões de qualidade que respondem a legislações específicas (INEA, 2013). O manejo dos recursos hídricos é um problema complexo, tendo

início na irregularidade espacial e temporal das precipitações, diferentes condições de armazenamento e escoamento da água e problemas recorrentes de sua captação, tratamento, distribuição e uso (DURLO, 2000), por isso é necessário que a comunidade global, se una para auxiliar na proteção e melhoria da qualidade dos recursos hídricos (ONU, 2014). O Sistema de Gestão de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul determina que o Estado, constitucionalmente, é dono dos recursos hídricos, ele fixa metas de qualidade dos corpos de água a serem atingidas, introduzindo os usos pretendidos e impondo melhorias ou manutenção da atual qualidade. Só então, delega aos Comitês de Bacia o poder de realizar e projetar as ações necessárias para alcançar os níveis de qualidade determinados (GRASSI e CÁNEPA, 2000).

A realização de estudos para avaliar a qualidade ambiental das bacias urbanas é uma estratégia que visa subsidiar o planejamento dessas áreas (COLET e SOARES, 2013). Na cidade de Pinheiro Machado, localizada na região hidrográfica litorânea do Estado de Rio Grande do Sul, não existem antecedentes de trabalhos sobre a qualidade das águas brutas de captação. Este trabalho se justifica pela necessidade de gerar uma metodologia integrada para conhecer o nível de qualidade da água que abastece a cidade e

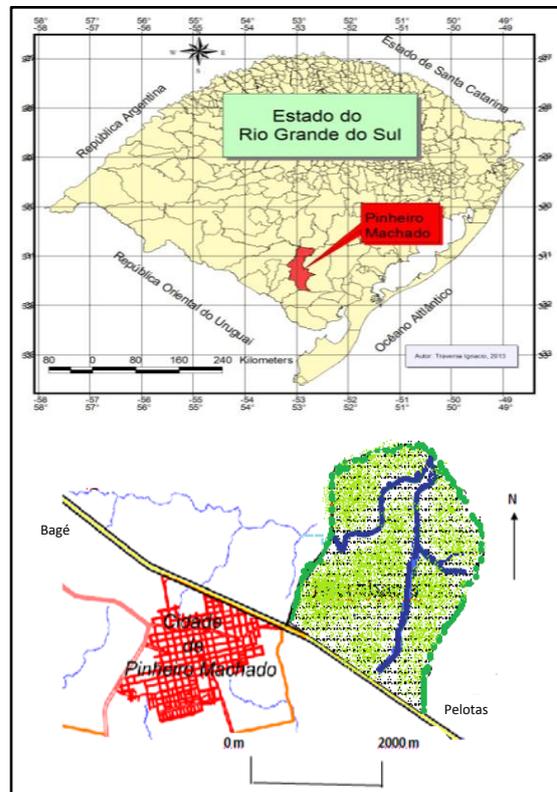
assim determinar o estado da microbacia de captação de água para propor melhorias de gestão ambiental ao manancial visando soluções corretivas para possíveis alterações negativas dos parâmetros de qualidade das variáveis físicas, químicas e biológicas das águas superficiais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho analisou a qualidade das águas em comparação à Resolução do CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2012), que estabelece padrões de qualidade e teores máximos de impurezas permitidos na água estipulados em função dos seus usos. Realizou-se uma análise estatística das variáveis físicas, químicas e biológicas da qualidade da água bruta, ou seja, ainda não tratada para potabilização.

Por representatividade estatística, a análise de qualidade concentrou-se apenas no manancial que abastece o território urbano da cidade de Pinheiro Machado tendo em vista que ela representa quase 90% da população do município, além do que para o abastecimento humano de uma cidade, a quantidade consumida é relativamente constante ao longo do ano (DURLO, 2000). Também por representatividade estatística o período analisado foi de agosto de 2012 até julho de 2013 o qual reflete a qualidade da água que os habitantes consomem.

O Município de Pinheiro Machado está localizado na região sul do Estado do Rio Grande do Sul na microrregião denominada Serra do Sudeste, na fronteira com o Uruguai a 350 km de distância da capital Porto Alegre (Prefeitura Municipal de Pinheiro Machado, 2012). Sua população é de 12.780 habitantes (IBGE, 2010), está localizada na BR 293, Km 106, a metade do caminho entre as cidades riograndenses de Bagé e Pelotas (Figura 1). A microbacia de captação fica no Arroio Santa Fé, afluente do Arroio Basílio, que, por sua vez, deságua no Rio Piratini, cuja foz está no Canal São Gonçalo, que une a Laguna dos Patos e Lagoa Mirim cujas águas são internacionais (Uruguai).



**Figura 1.** Município de Pinheiro Machado- RS (acima). Cidade de Pinheiro Machado e

Microbacia de captação de água no Arroio Santa Fé (abaixo).

O sistema de abastecimento de água tem a concessão dos serviços sob responsabilidade da CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento) desde 1968, possuindo uma extensão de rede de abastecimento que atende 4.028 ligações urbanas. O abastecimento é feito através de captação superficial de água proveniente do Arroio Santa Fé, com recalque de água bruta com vazão de 31 L/s (CORSAN, 2013). Os solos têm grande influência na qualidade da água (Barrios et al, 2011), na microbacia são podzólicos vermelho-amarelo de textura média cascalhenta e argilosa e do tipo brunizém avermelhado de textura média de textura média cascalhenta (IBGE, 2014).

Os dados das características da água estudada foram fornecidos pela CORSAN. Estes referem-se às características da água do manancial referentes às propriedades físicas de: odor, cor, turbidez e temperatura; as propriedades químicas de: alcalinidade, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), matéria orgânica, pH, dureza, ferro e manganês; e a propriedade biológica teor de coliformes (*Escherichia coli*). O total de dados foi de 468, resultante de treze variáveis (quatro físicas, oito químicas e uma biológica) e três repetições mensais de cada variável durante doze meses.

Para complementar os demais instrumentos de coleta de dados foi feito um percurso aleatório pela região da microbacia, a pesquisa de campo utilizou-se o método de observação direta conforme Capellão (2012) bem como fotografias (COLET e SOARES, 2013) para verificar *in loco* os usos do solo e possíveis impactos negativos sobre o mesmo.

Para as treze variáveis foram usadas técnicas descritivas e indutivas de estatística. Os dados levantados foram ingressados em planilhas de cálculo. As estatísticas descritivas usadas foram de centralização e de dispersão, entanto as de tendência central foram: média, mediana e moda; as de dispersão foram: desvio padrão, amplitude (DOWNING e CLARK, 1998). Também foi calculado o coeficiente de variação, que é o resultado em porcentagem do quociente entre o desvio padrão e a média de cada variável (INFANTE e ZÁRATE de LARA, 1994). Foi usada a técnica indutiva do intervalo de confiança, dado que o valor da média amostral não é o valor da média populacional gerando a possibilidade da média amostral estar em conformidade com a legislação, no entanto a média populacional não. Desta maneira obteve-se o intervalo o qual fornece um limite inferior e outro superior (KATO, 2012), com uma probabilidade prefixada o parâmetro (média populacional). Este

processo de estimação determina o intervalo de valores que deve conter a média de uma variável qualquer da água. A probabilidade pré-determinada ou nível de confiança usada foi de 95 e 99%.

A média populacional ( $\mu$ ) de cada variável foi estimada a partir da construção de intervalos de confiança com uma probabilidade de erro ( $\alpha$ ) de 0,05 e 0,01 respectivamente. A expressão matemática usada para o cálculo foi a seguinte:

$$IC = \left[ \bar{X} - \left( \frac{S}{\sqrt{n}} \right) * t_{\alpha/2(n-1)}, \bar{X} + \left( \frac{S}{\sqrt{n}} \right) * t_{\alpha/2(n-1)} \right]$$

Onde:

- IC = limites do intervalo (superior e inferior);
- X = média aritmética da amostra;
- S = desvio padrão da amostra;
- t = valor tabelado da distribuição t;
- $\alpha$  = probabilidade de erro tipo I;
- n = tamanho da amostra.

Em função da legislação vigente e com base nestes dados, foi apresentada uma conclusão estatística, que serviu de apoio para a tomada de decisões referentes aos tratamentos de potabilização e a sugestão medidas de gestão ambiental ou conservação da microbacia de captação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Atividades na Microbacia

A lei nº 9.433 (1997) define a bacia hidrográfica como unidade territorial de

gestão, assim a Macro Bacia Mirim - São Gonçalo (na qual esta inserida a microbacia de trabalho) ainda não possui enquadramento legal, portanto aplica-se o Artigo 42 da Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (CONAMA, 2012), que estabelece enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe dois. Assim, a água captada pode ser destinada a abastecimento para consumo humano após tratamento convencional (CONAMA, 2012).

Foram verificadas as atividades agrícola, pecuária e florestal. A agricultura preocupa por aumentar o escoamento de resíduos de nitrogênio, fósforo e agrotóxicos para as águas superficiais e subterrâneas favorecendo processos de eutrofização (BRAGA et al, 2005); a microbacia de captação da água bruta é representada por pequenos cultivos de milho e de soja ao longo da região que a forma (Figura 2).



**Figura 2.** Cultivo de milho (esquerda) e cultivo de soja (direita) na microbacia de captação de água.

A pecuária pode contaminar a água por agentes patogênicos, além de metais, antibióticos e outros compostos contidos na urina e nas fezes dos animais,

resultando em problemas de saúde para o ser humano (PNUMA, 2010). As atividades pecuárias averiguadas foram a ovinocultura e a bovinocultura, ambas sobre campos naturais (Figura 3).



**Figura 3.** Atividades de ovinocultura (esquerda) e bovinocultura (direita) na microbacia de captação de água.

A atividade florestal está representada por floresta nativa, que aparentemente encontra-se conservada, e por florestas artificiais, implantadas com árvores de *Eucalyptus grandis*(Figura 4).



**Figura 4.**Atividades florestais na microbacia de captação de água. Mata nativa (esquerda) e plantações de *Eucalyptus grandis* (direita).

Outros impactos da atividade florestal são o uso de agroquímicos (como formiguicidas e fertilizantes), e a compactação do solo durante a extração da madeira (TRAVERSA, 2010). Pelo observado a campo e tendo em vista a baixa dotação de animais e as pequenas extensões de plantios, todas as anteriores

são atividades ainda não intensivas em insumos agropecuários.

No entanto, se sugerem medidas de antecipação ambiental e educação ambiental (TRAVERSA e CASTELLANOS, 2009) que protejam especificamente esta microbacia, pois apesar da ênfase dada à gestão dos recursos hídricos, os demais elementos (solo, vegetação, fauna) devem ser contemplados com estratégias de gerenciamento (ALVES e AZEVEDO, 2013) e iniciativas de gestão que visem ampliar o diagnóstico ambiental da bacia (COLET e SOARES, 2013).

### 3.2 Propriedades físicas da água

A variável odormanteve-se constante durante todo o período estudado, apresentando a característica G-1 em todas as análises. O valor G-1 representa um aroma herbáceo muito fraco, levemente perceptível a quente. Nota-se que a variável cor apresenta uma distribuição assimétrica dos dados, pois os valores da média (91,1) mediana (64) e moda (12) são bem diferentes (INFANTE e ZÁRATE de LARA, 1994). A legislação define que ele não deve exceder 75 mg l/pt (Platina), observando os intervalos de confiança, tanto com 95% quanto com 99% a média populacional pode exceder o limite definido pela resolução. A variação deste parâmetro ocorre em períodos de fortes

chuvas na região do manancial, quando a quantidade de matéria orgânica do corpo hídrico aumenta e ela é degradada, o que acaba intensificando a coloração da água (UFV, 2013). Excedendo-se os períodos de chuva mais intensa, o parâmetro manteve-se dentro padrão exigido (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultados das propriedades físicas da água de Pinheiro Machado, RS.

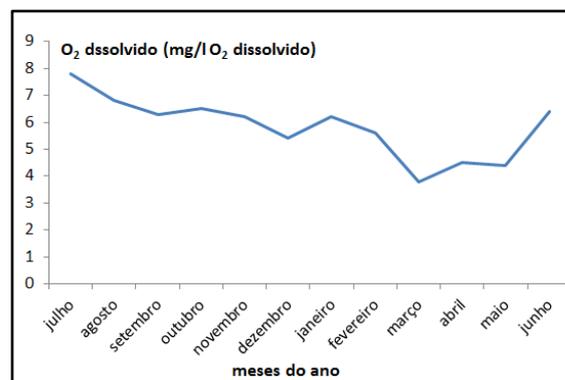
Estatística	Odor	Cor (mg/l pt)	Turbidez (mg/l SiO <sub>2</sub> )	Temperatura (°C)
Média amostral	G-1	91,1	41,8	18,4
Limite inferior (95%)	G-1	68,0	24,2	17,0
Limite superior (95%)	G-1	114,2	59,4	19,9
Limite inferior (99%)	G-1	60,1	18,2	16,5
Limite superior (99%)	G-1	122,0	65,4	20,4
Mediana	G-1	64,0	16,0	19,0
Moda	G-1	35	12	19
Desvio padrão	0	68,3	52,1	4,4
Amplitude	0	250	183,8	17
Mínimo	G-1	20	1,2	8
Máximo	G-1	270	185	25

No que se refere à turbidez, a média para o período foi de 41,8 mg/l SiO<sub>2</sub>. Esta variável reflete uma elevada variação anual, confirmada pelo elevado coeficiente de variação (125%). A Resolução CONAMA nº 357/2005 (CONAMA, 2012) determina que a turbidez não deve ultrapassar 100mg/l SiO<sub>2</sub>. Os seus intervalos de estimação para a média populacional com 95% e 99% de confiança se mantêm dentro deste padrão. Mesmo assim, esta característica pode apresentar valores que excedam este limite (valor máximo) durante ocorrência de fortes chuvas que revolvem os sólidos depositados no fundo do corpo hídrico.

A variável temperatura da água teve mínima de 8°C e máxima de 25°C. A média, mediana e moda, são muito próximas devido ao elevado calor específico da água que implica menores variações em relação a outros corpos. Nenhuma legislação estabelece valores mínimos ou máximos de temperatura, porém ela é analisada pela sua importância para o tratamento da água, pois afeta diretamente o processo de clarificação.

### 3.3 Propriedades químicas da água

Segundo a CETESB (2013), existe uma forte relação entre temperatura da água e teor de oxigênio dissolvido, que tende a diminuir conforme a temperatura aumenta e vice-versa. O período compreendido entre os meses de dezembro de 2012 e abril de 2013 apresentou as menores concentrações de OD, coincidente com as máximas temperaturas (Figura 5).



**Figura 5.** Variação do teor de Oxigênio Dissolvido no período 2012 – 2013.

A média populacional para o oxigênio dissolvido teve pouca variação no intervalo de confiança. A CONAMA 357 estabelece que o teor de OD que esta classe de água pode apresentar é de cinco mg/l. Esta variável se manteve dentro do que estabelece a Resolução.

Não consta na CONAMA 357 nenhum padrão para os parâmetros de alcalinidade, matéria orgânica e dureza. Esta última só é limitada para a água tratada através da Portaria 2914 (MINISTÉRIO da SAÚDE, 2011) não podendo passar de 500 mg/l de CaCO<sub>3</sub> (carbonato de cálcio). Estas variáveis são analisadas, pois em elevados teores afetam características da água, como gosto, redução de OD e dificuldade em precipitar sabões (Tabela 2).

A DBO está também em conformidade com a Resolução, média de 0,6 mg/l O<sub>2</sub> e desvio padrão de 0,2, resultando em coeficiente de variação de 30%. A legislação define que o valor máximo permitido para esta variável é de

cinco mg/l O<sub>2</sub> e, portanto, a média populacional estimada ficou bem abaixo.

Os limites de pH para a água bruta, definidos pela resolução, ficam entre 6,0 e 9,0, os intervalos demonstram que as médias estão dentro destes limites.

O padrão de Ferro estabelecido na mesma resolução refere-se a ferro dissolvido, limitado a concentração de 0,3 mg/l Fe. Devido à CORSAN usar dados referentes à Ferro total, não há embasamento para uma discussão específica.

O manganês teve média de 0,10 mg/l Mn com pouca variação, mas pode exceder o limite de 0,10 mg/l Mn estabelecidos pela resolução. Foi o caso dos meses de fevereiro e março de 2013, vinculado a pouca precipitação ocorrida (50,3 mm em fevereiro e 36,5 mm em março). Nestas circunstâncias, o manganês tem sua concentração aumentada pelo fato de acumular em organismos presentes na água (CETESB, 2012), como as algas, que se proliferam em tempos de pouca chuva.

**Tabela 2.** Resultados das propriedades químicas da água de Pinheiro Machado, RS.

Estatística	Alcalinidade (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	O <sub>2</sub> Dissolvido (mg/l O <sub>2</sub> Dissolvido)	DBO	Matéria Orgânica (mg/l O <sub>2</sub> Diss. ácido)	pH	Dureza (mg/l)	Ferro (mg/l)	Manganês (mg/l)
Média amostral	42,2	5,8	0,6	6,9	7,1	45,8	1,2	0,1
Limite inferior (95%)	35,4	5,4	0,5	5,8	7,0	41,9	1,0	0,0
Limite superior (95%)	49,0	6,3	0,6	7,9	7,2	49,7	1,3	0,2
Limite inferior (99%)	33,0	5,2	0,5	5,5	7,0	40,6	1,0	0,1
Limite superior (99%)	51,4	6,4	0,7	8,3	7,2	51,0	1,4	0,3
Mediana	37,0	6,1	0,6	6,2	7,1	46,0	1,2	0,0
Moda	20	5,6	0,5	4,2	7,5	46	1,2	0
Desvio padrão	20,2	1,3	0,2	3,1	0,3	11,5	0,5	0,4
Amplitude	82	5,6	0,6	10,9	1	53	2	2
Mínimo	16	3	0,3	3,1	6,5	23	0	0
Máximo	98	8,6	0,9	14	7,5	76	2	2

### 3.3. Propriedades biológicas da água

A concentração de *Escherichia coli* para o período apresentou distribuição variável e assimétrica, com média de 540,8 NMP (Número Mais Provável) entretantomediana de 250 NMP e coeficiente de variação elevado de 109% (Tabela 3).

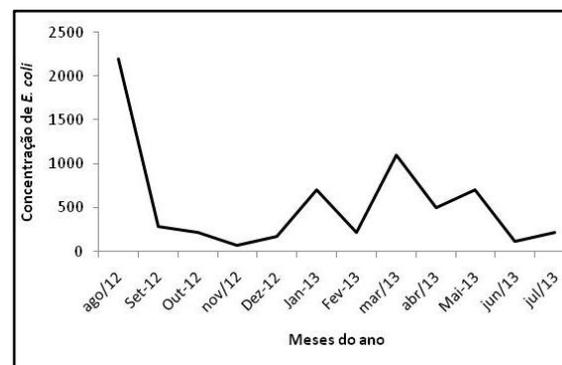
**Tabela 3.** Concentração de *Escherichia coli* na água de Pinheiro Machado, RS.

Estatística	<i>Escherichia coli</i> NMP total por 100 ml
Média amostral	540,8
Limite inferior (95%)	341,9
Limite superior (95%)	739,7
Limite inferior (99%)	274,1
Limite superior (99%)	807,5
Mediana	250,0
Moda	220
Desvio padrão	588,4
Amplitude	2130
Mínimo	70
Máximo	2200

Agosto de 2012 apresentou a maior concentração de *E. coli*. Este aumento pode ser explicado por ser um dos meses mais chuvosos do período, acarretando no

carregamento para as águas, de resíduos de atividades (como a pecuária) que contém este tipo de contaminante (Figura 6).

A resolução de comparação determina que não deve ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos seis amostras coletadas durante o período de um ano. A média estimada no intervalo está conforme a legislação.

**Figura 6.** Variação de concentração de *E. coli*.

## 4. CONCLUSÕES

Tendo em vista que as atividades observadas na região da Microbacia estudada não são intensivas e levando em conta que todos os parâmetros estão dentro

dos padrões determinados pela legislação; como medidas de gestão, sugere-se a antecipação ambiental através de: criação de uma legislação municipal específica que assegure e mantenha a qualidade da microbacia a qual pertence o manancial; e campanhas de educação ambiental nas escolas de ensino fundamental e médio para conscientizar a importância da conservação desse território que totaliza 600 ha de superfície. A conservação da mata ciliar e o manejo adequado do solo que forma a microbacia são condutas que auxiliam na proteção do manancial e, mantêm sua boa qualidade.

Os resultados demonstram que a água que abastece a cidade de Pinheiro Machado está dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, obedecendo aos limites para sua classificação de água doce de classe dois. Conclui-se que a estimação por intervalo de confiança é uma metodologia apropriada e fornece com maior precisão as médias das distintas variáveis.

A água é de boa qualidade para a atividade a que se propõe (o abastecimento humano). É importante, porém, ressaltar que em determinados períodos alguns parâmetros podem ultrapassar os limites determinados pela legislação. É o caso de parâmetros como cor, turbidez e concentração de *E. coli*, que aumentam com a intensidade de chuvas, e o

parâmetro manganês, que tem seu teor elevado épocas de pouca chuva.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CORSAN por ceder informações para a realização do tratamento estatístico dos dados.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V. Estudos de bacias hidrográficas como suporte a gestão dos recursos naturais. **Revista Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 10, n. 2, p. 166-184, 2013.
- BARRIOS, E.; COUTINHO, H.L.C.; MEDEIROS, C.A.B. 2011. **InPaC-S: Integração Participativa de Conhecimentos sobre Indicadores de Qualidade do Solo – Guia Metodológico**. Nairobi: World Agroforestry Centre (ICRAF)-Embrapa -CIAT, 2011.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; MIERZWA, J.C.; BARROS, M.T.L.; VERAS, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; NUCCI, J., N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2.ed. São Paulo Prentice Hall, 2005.
- BRASIL. **Lei nº 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- CAPELLÃO, A. T. **Estatística e Pesquisa**. Canoas: ULBRA, 2012.
- COLET, K. M; SOARES, A. K. Diagnóstico e índice de qualidade ambiental da

- bacia do córrego do Barbado, Cuiabá-MT. **Revista Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal v. 10, n. 2, p. 022-040, 2013.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. **Alterações Físico Químicas** - Oxigênio Dissolvido. 2013. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/mortandade/causas\\_oxigenio.php](http://www.cetesb.sp.gov.br/mortandade/causas_oxigenio.php)> Acesso em: 04 jul. 2013.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. **Manganês**. 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/manganes.pdf>> Acesso em: 28 mai. 2014.
- Companhia Riograndense de Saneamento - CORSAN. **Características Físico-Químicas e Bacteriológicas da Água Bruta**. Porto Alegre: CORSAN, 2013.
- CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente). **Resoluções do CONAMA**. 2012. Brasília, DF: Ministério de Meio Ambiente, 2012.
- DOWNING, D.; CLARK, J. **Estatística Aplicada**. São Paulo: Saraiva, 1998.
- DURLO, M. A. Biotécnicas no manejo de cursos de água. **Revista Ciência & Ambiente**. Santa Maria. 21, p 81-90, 2000.
- EMBRAPA. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã**. 2011. Disponível em: <[http://www.cnpma.embrapa.br/download/\\_hp/464.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/download/_hp/464.pdf)> Acesso em: 10 ago. 2013.
- GRASSI, L. A. T.; CÁNENA, E. M. Os Comitês de Bacia do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência & Ambiente**. Santa Maria. 21, p 122-132, 2000.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Rio Grande do Sul: Pinheiro Machado**. 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431450>> Acesso em: 31 set. 2013.
- Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro. **Qualidade da água**. 2013. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/fma/qualidade-agua.asp%3E>> Acesso em: 23 set. 2013.
- KATO, Sérgio. **Estimação e teste de hipótese**. PUC - RS. 2012. Disponível em: <[http://www.pucrs.br/famat/sergio/Probabilidade\\_Estatistica\\_T360/estimacao\\_teste\\_de\\_hipotese.pdf](http://www.pucrs.br/famat/sergio/Probabilidade_Estatistica_T360/estimacao_teste_de_hipotese.pdf)> Acesso em: 29 abr. 2013.
- Ministério da Saúde. **Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- Nações Unidas no Brasil - ONU. **A ONU e a água**. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-em-acao/a-onu-e-a-agua/>> Acesso em: 20 fev. 2014.
- Prefeitura Municipal de Pinheiro Machado. 2014. Disponível em: <<http://www.pinheimomachado.rs.gov.br/>> Acesso em 31 de maio de 2014.
- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Cuidando das Águas: Soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos**. Nairobi: PNUD. 2010.
- RIGHES, A. A. Água, sustentabilidade, uso e disponibilidade para irrigação. **Revista Ciência e Ambiente**. Santa Maria. 21, p 91-100, 2000.

INFANTE, S. G.; ZÁRATE DE LARA, G.  
P. **Métodos estadísticos**. México  
DF: Trillas. 1994.

Socioambiental. **Água doce e limpa: de  
"dádiva" à raridade**. 2005.  
Disponível em:  
<[http://www.socioambiental.org/esp/  
agua/pgn/](http://www.socioambiental.org/esp/agua/pgn/)> Acesso em: 20 fev. 2014.

TRAVERSA, I. P.; CASTELLANOS, V. E.  
Impacto urbano en los bosques  
fluviales de la frontera uruguayo-  
brasileña In: DOMÍNGUEZ, A.;  
PESCE, F. (Coords) **Lecturas y  
Análisis desde la(s) Geografía(s)**.  
Montevideo: Zona Libro, 2010, v.1,  
p. 126–142.

TRAVERSA, I. P. Evaluación de los  
Sistemas Agroforestales del Norte  
Uruguayo, propuestas de Gestión y  
Educación. 2010. 320 f. Tese  
(**Doutorado** em Engenharia  
Ambiental) Universidade de Huelva,  
España. 2010.

TUNDISI, J. G. Limnologia e gerenciamento  
de recursos hídricos. **Revista  
Ciência e Ambiente**. Santa Maria.  
21, p 11-18, 2000.