

## Caracterização físico-química da água e determinação de metais pesados (Cr, Cu, Pb e Zn) no sedimento do riacho Arroio do Padre (Arroio do Padre, Brasil/RS)

**Glauco Rasmussen Betemps\***

**Pedro José Sanches Filho\*\***

**Talita Kerstner\*\*\***

**Resumo:** A hidrografia do município de Arroio do Padre é constituída por sangas e arroios, entre os quais está o arroio do Padre. Desde a emancipação, o pequeno município tem se expandido próximo a este riacho comprometendo sua qualidade, devido à atividade agrícola e ao crescimento populacional. O presente trabalho investiga a qualidade ambiental do riacho Arroio do Padre, caracterizando-o através de análises físico-químicas da água e determinando a granulometria, o Carbono Orgânico Total e a concentração dos metais Cu, Cr, Pb e Zn no sedimento. As águas do riacho se enquadram nas Águas Doces de Classe 1 da Resolução do CONAMA 357/05. Os resultados dos ensaios físico-químicos indicaram baixo impacto ambiental sobre o riacho. O sedimento apresenta baixos níveis de contaminação pelos metais estudados, com exceção do Zn que apresentou concentrações entre  $55,6 \text{ mg.Kg}^{-1}$  e  $304,6 \text{ mg.Kg}^{-1}$ , sendo este último um valor muito próximo do qual é esperado um efeito adverso na biota, oferecendo risco à vida aquática.

**Palavras-chave:** Arroio do Padre, metais, água e sedimento.

---

\* Instituto Federal Sul-Rio-grandense, Câmpus Visconde da Graça  
Graduado em Tecnólogo em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal Sul-Rio-grandense.

\*\* Instituto Federal Sul-Rio-grandense, Câmpus Visconde da Graça  
Doutor em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

\*\*\* Técnica em Química pelo Instituto Federal Sul-Rio-grandense.

**Abstract:** The hydrography of the municipality of Arroio do Padre is formed by small streams, among which is the Arroio do Padre. Since the emancipation, the small town has expanded around this creek compromising its quality due to agricultural activity and population growth. This study investigates the Environmental Quality of the stream of Arroio do Padre, characterized by the physico-chemical properties of water and determining the size, the total organic carbon and concentration of Cu, Cr, Pb and Zn in the sediment. The waters of the creek as fit Class 1 Sweet Waters of CONAMA 357/05. The test results showed low physical and chemical environmental impact on the stream. The sediment has low levels of contamination by heavy metals studied, except for Zn, showed that concentrations between 55.6 mg.Kg-1 and 304.6 mg.Kg-1, the latter being a very close value of which is expected to have an adverse effect on biota, posing a risk to aquatic life.

**Keywords:** Arroio do Padre, metals, water and sediment.

## Introdução

A água doce é essencial ao abastecimento do consumo humano, ao desenvolvimento de suas atividades industriais e agrícolas, e de importância vital aos ecossistemas – tanto vegetal como animal – das terras emersas (Rebouças, 2002). Entretanto, apenas 0,62% de toda a água presente na Terra encontram-se sob forma de água doce (Esteves, 1998).

O Brasil é o grande reservatório de água do mundo, pois tem a maior reserva hidrológica do planeta – 13,7% da água doce disponível estão no Brasil, e mais de 73% desta água encontra-se na região Amazônica, onde reside 5% da população, sendo que apenas 27% dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para as demais regiões (Casali, 2008). Mas essa água é distribuída de forma irregular no território brasileiro, pois grandes reservas não coincidem geograficamente com as grandes cidades, onde se encontra a maior parte da população brasileira.

Além da forma que as águas se distribuem sobre o território brasileiro, outro problema refere-se aos impactos antrópicos em corpos d'água doce.

Segundo Teodoro & dos Santos (2009), as formas de apropriação e exploração dos recursos hídricos pela sociedade, assim como os processos naturais, tem causado impacto na qualidade das águas superficiais. O homem vem ocupando de forma desordenada os mananciais, através do desmatamento, práticas agrícolas, ocupações urbanas, lançamento de esgotos domésticos e industriais em rios e lagos, queimadas e atividades extrativistas. Estas ações impactantes afetam diretamente na qualidade das águas naturais e no ecossistema aquático.

O ser humano utiliza a água para diversas necessidades, como consumo, higiene, irrigação, criação de animais, entre outros. E tais usos requerem padrões de qualidade adequados para cada tipo de atividade, daí a importância de estudos da caracterização físico-química da água e determinação de metais pesados em sedimento, visando não só adequar a legislação específica de cada uso requerido, como prevenir danos à saúde e ao meio ambiente.

O sedimento reflete a qualidade corrente do sistema aquático, desempenhando o papel mais importante no esquema de poluição de rios e córregos (Corbi et al., 2006). Por isso, ele representa um dos melhores meios para concentrar metais nos ambientes aquáticos, podendo ser usados como indicadores de contaminação. Elementos como Cr, Cu, Pb e Zn são conhecidos como metais pesados, com potencial tóxico que causam impactos ecológicos extremamente negativos, pondo em risco não somente a fauna e a flora, mas também o ser humano. Conforme descreve Poletto (2007), os metais pesados, como o cromo, o cobre, o chumbo e o zinco, fazem parte de um grupo de elementos químicos que aparece com bastante frequência em áreas urbanizadas.

As principais atividades humanas, na qual o cromo e seus compostos são liberados para o meio ambiente são: fertilizantes, lixo urbano e industrial, incineração de lixo, construção civil, entre outros. O cromo pode ser considerado um nutriente traço essencial, porém o Cr6+ é não-essencial e tóxico, e seus compostos são classificados como carcinógenos bem conhecidos (IARC, 1998).

As fontes antropogênicas de cobre incluem a emissão pelas atividades de mineração, fundição e pela queima de carvão. Outras fontes de menor relevância

incluem seu uso como agente antiaderente em pinturas, na agricultura (fertilizante, algicida, suplemento alimentar) e excretas de animais e humanos (esgotos). A maior parte do cobre emitido para os corpos d'água ocorre na forma de material particulado, é adsorvido pela matéria orgânica, pela argila ou pelos óxidos e hidróxidos de ferro e manganês, e se deposita ou precipita nos sedimentos. Embora o cobre seja essencial para uma boa saúde, uma dose única muito grande, ou uma exposição elevada em longo prazo pode trazer problemas. A inalação de poeira ou vapores pode irritar o nariz, a boca e os olhos, e causar dores de cabeça, tontura, náusea e diarreia (Conceição, 2004).

O chumbo tem a tendência de formar compostos de baixa solubilidade com uma grande quantidade de ânions normalmente encontrados em águas naturais, tais como hidróxidos, carbonatos, sulfatos e fosfatos. Por esta razão, uma parcela significativa do chumbo nas águas dos rios encontra-se não dissolvido, formada por partículas coloidais ou maiores, incorporadas em outros componentes do material particulado. O escoamento superficial urbano e a deposição atmosférica são fontes indiretas significativas deste metal encontrado em ambientes aquáticos. O chumbo não tem funções nutricionais, bioquímicas ou fisiológicas conhecidas e é tóxico para a maioria dos organismos vivos, e quando é lançado no meio ambiente, ele tem um tempo de residência longo comparado à maioria dos poluentes (Goyer, 1996).

O zinco ocorre em ambientes aquáticos, principalmente no estado de oxidação  $Zn^{2+}$ . A adsorção é a reação dominante resultando no seu enriquecimento no material particulado suspenso e nos sedimentos. Os óxidos e hidróxidos de ferro e manganês, argilas minerais e matéria orgânica desempenham um papel importante nos processos de adsorção. O zinco é um elemento essencial, mas em alta concentração é bioacumulativo tanto em plantas como em animais. Uma exposição alimentar excessiva pode resultar em distúrbios gastrointestinais e diarreia, danos ao pâncreas e anemia (Conceição, 2004).

A caracterização granulométrica e concentração de matéria orgânica do sedimento são importantes, pois segundo Rangel (2008) há uma relação entre estes dois parâmetros e a concentração de metais. Através dos processos de adsorção e complexação, os metais podem apresentar a capacidade de acumulação em sedimentos de granulometria fina e com alto teor de matéria orgânica (Lacerda & Marins, 2006).

O município de Arroio do Padre, localizado na serra do Tapes, ao sul do Rio Grande do Sul, não possui grandes reservas de água doce. A hidrografia é composta por arroios e sangas, entre os quais está o Arroio do Padre. Desde a emancipação, o pequeno município tem se expandido próximo a este riacho, que além de importância histórica por inspirar o nome do local, é essencial para dessedentação, irrigação e lazer. Devido à atividade agrícola, que utiliza agrotóxicos e fertilizantes, e ao crescimento populacional que gera efluente doméstico, a qualidade das águas do arroio em estudo é passível de sofrer impactos.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade ambiental do riacho Arroio do Padre, caracterizando-o através de análises físico-químicas da água (temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, sólidos totais, turbidez, pH, cloretos, nitrogênio total, oxigênio consumido em meio ácido e fósforo total) e determinando a concentração dos metais Cu, Cr, Pb e Zn no sedimento. Os estudos incluíram ainda análises granulométricas e determinação de Carbono Orgânico Total nas amostras de sedimento.

## Materiais e Métodos

Fez-se amostragem simples de água e sedimento no período de outubro de 2009 a janeiro de 2010 em dois pontos do riacho Arroio do Padre (Figura 1).

O ponto 1 (P1 – S 31° 26,542' e W 52° 25,348') situa-se próximo a nascente, e o ponto 2 (P2 – S 31° 26,965' e W 52° 24,873') após o riacho cortar um pequeno núcleo urbano do município de Arroio do Padre, na RS 737. A escolha dos pontos é pelo fato de ambos estarem localizados no bairro central do município de Arroio do Padre/RS e estão passíveis de sofrer impactos com o crescimento populacional e com a atividade agrícola desenvolvida naquela região. Todos os pontos foram devidamente registrados com o auxílio de um GPS (Global Positioning System) modelo GARMIN Etrex Vista® H.

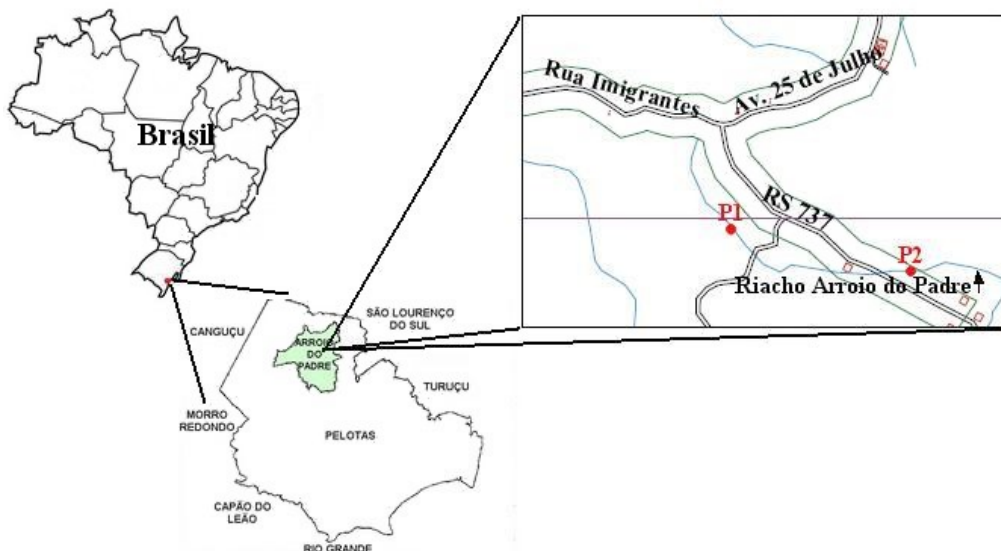


Figura 1 - Localização dos pontos de coleta.

A água foi coletada diretamente em frascos plásticos e as amostras do sedimento superficial (1 – 5cm) foram coletadas com o auxílio de uma concha de polietileno, acondicionadas em potes de polietileno, previamente descontaminados. Após a coleta as amostras foram levadas ao laboratório e mantidas sob temperatura de refrigeração de  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ . Todos os materiais e vidrarias utilizados nos procedimentos dos estudos dos metais no sedimento foram submersos em  $\text{HNO}_3$  10% (v/v) por 24 horas, enxaguados com água destilada e secos em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  (Teódulo et al., 2003).

Na caracterização físico-química da água do riacho Arroio do Padre, as medidas de temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade e turbidez foram realizadas “in situ”.

O pH foi determinado através de método potenciométrico, utilizando o pHmetro digital da marca Homis MOD. 801. A condutividade, o oxigênio dissol-

vido e a turbidez foram analisados no condutivímetro portátil da marca Instrutherm MOD. CD-830, no oxímetro digital da marca Homis MOD. 509 e no turbidímetro Policontrol modelo AP 2000, respectivamente.

A determinação da concentração de cloretos foi realizada por argentimetria, método de Mohr. O oxigênio consumido em meio ácido (matéria orgânica) foi determinado por uma titulação de oxirredução, com permanganato de potássio. A determinação de nitrogênio total foi pelo método Kjeldhal. A análise de sólidos totais foi determinada por gravimetria. E o fósforo total foi determinado por absorciometria do UV-VIS, utilizando o método do ácido ascórbico e espectrofotômetro de UV-Visível da marca Spectrumlab 22PC (APHA, 2005).

O método usado para determinação de metais no sedimento foi baseado na extração ácida, segundo o procedimento descrito por Hortellani et al., (2005), com modificações. As amostras de sedimento, secas em estufa a 60°C, foram submetidas ao processo de maceração em almofariz e ao peneiramento, sendo utilizada a fração menor que 63 µm para o tratamento químico da extração. Em uma massa de 1g de cada sedimento em triplicata, foi adicionado 4 mL de água régia (3:1 HCl:HNO<sub>3</sub>), 1 mL de água ultra pura e 1 mL de ácido perclórico (HClO<sub>4</sub>), aquecendo-se por 30 minutos a 90°C em banho-maria. Após a filtração, a solução resultante foi avolumada a 50 mL com água ultra pura. Os padrões foram preparados por diluição a partir de soluções padrões marca Titrisol® Merck (1000mg.L<sup>-1</sup>) e foram submetidos ao mesmo tratamento químico que as amostras. Em paralelo a cada extração foram realizadas análises de branco e todos os extratos foram submetidos a análises por espectrofotometria de absorção atômica em chama em um espectrofotômetro GBC 932 Plus.

Para certificação analítica foi utilizada a amostra de referência IRM-008 para solo e sedimento, adquirido da Ultra Scientific Analytical Solutions. Através de dez leituras do branco o limite de detecção (LD) foi calculado usando a soma da média do sinal do branco mais três vezes o seu desvio padrão, enquanto que o limite de quantificação (LQ) foi calculado pela soma da média do sinal do branco mais dez vezes seu desvio padrão (IUPAC 1997).

A composição granulométrica do sedimento foi determinada por peneiramento dos grãos grosseiros, segundo Suguio (1973), classificando os grãos de acordo com a escala de Wentworth.

O Carbono Orgânico Total (COT) do sedimento foi determinado por oxidação com dicromato de potássio, segundo método descrito por Gaudete et al. (1974).

## Resultados e Discussões

### Análises físico-químicas da água

Os resultados obtidos nas análises físico-químicos das águas superficiais do riacho Arroio do Padre encontram-se na Tabela 1.

Pontos de amostragem	Data da Coleta	Temperatura (°C)	pH	Turbidez (NTU)	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	Oxigênio Dissolvido ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )
P 1	Out/09	14	6,73	9,41	58,38	10
	Nov/09	20	6,72	5,21	53,85	8,8
	Dez/09	18	6,82	13,80	66,29	7,8
	Jan/10	20,6	7,08	10,00	52,69	9,9
P 2	Out/09	15	6,81	10,30	72,53	9,3
	Nov/09	22	6,82	6,45	71,04	8,9
	Dez/09	18	7,05	13,90	70,65	8,0
	Jan/10	21,6	7,63	9,19	67,90	9,6
<b>Padrão CONAMA 357/05 para águas doces de classe 1</b>		*	<b>6 - 9</b>	<b>&lt; 40</b>	*	<b>&gt; 6</b>

Pontos de amostragem	Data da Coleta	Cloretos ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ Cl}^{-1}$ )	Nitrogênio Total ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	Oxigênio Consumido em Meio Ácido ( $\text{mg}\text{ O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ )	Fósforo Total ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{ P}$ )	Sólidos Totais ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )
P 1	Out/09	9,37 ± 1,82	0,45 ± 14,12	5,17 ± 0,75	0,009 ± 16,61	61,00 ± 8,00
	Nov/09	8,98 ± 2,19	0,82 ± 10,83	8,43 ± 0,45	0,009 ± 16,61	71,0 ± 7,97
	Dez/09	9,33 ± 2,09	0,61 ± 12,5	5,23 ± 0,43	0,03 ± 15,62	64,5 ± 14,25
	Jan/10	9,47 ± 1,82	0,77 ± 1,15	3,11 ± 4,03	0,07 ± 11,54	76,5 ± 10,17
P 2	Out/09	10,34 ± 1,90	0,38 ± 11,65	4,90 ± 3,64	0,027 ± 14,43	87,00 ± 8,15
	Nov/09	10,23 ± 3,33	0,82 ± 10,83	9,02 ± 0,97	0,019 ± 12,20	85,0 ± 8,30
	Dez/09	9,66 ± 7,35	0,54 ± 14,29	5,36 ± 0,42	0,039 ± 15,11	89,0 ± 4,77
	Jan/10	9,71 ± 1,75	0,61 ± 15,00	3,90 ± 5,56	0,08 ± 5,15	90,5 ± 5,47
<b>Padrão CONAMA 357/05 para águas doces de classe 1</b>		*	<b>&lt; 2,18</b>	*	<b>&lt; 0,1</b>	*

Tabela 1 - Resultados dos parâmetros físico-químicos da água superficial e os seus respectivos RSD %, comparados aos padrões estabelecidos pela Resolução do CONAMA 357/05;

\* não há limite estabelecido na legislação.

Segundo a Resolução do CONAMA 357/05, as águas do riacho Arroio do Padre enquadram-se aos limites da Água Doce pertencente à Classe 1, podendo ser destinadas ao consumo humano após tratamento simplificado e à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo.

Em relação aos resultados dos parâmetros físico-químicos (Tabela 1), foi possível observar que os valores de oxigênio dissolvido, turbidez, pH, nitrogênio total e fósforo total estão dentro da faixa estabelecida pelo CONAMA 357/05 para águas doces de classe 1. Os demais parâmetros analisados, embora não constem na legislação, são importantes para avaliar a qualidade química de um ambiente aquático.

No período de outubro de 2009 a janeiro de 2010, a temperatura da água sofreu variações entre as coletas, devido às condições climáticas e a estação do ano. Não há diferenças significantes entre os pontos, mas a ausência de mata ciliar ao redor do ponto P2 pode ter contribuído com a pequena elevação de temperatura.

O pH manteve-se perto da neutralidade e não ultrapassou a faixa estabelecida pelo CONAMA 357/05.

A concentração de oxigênio dissolvido é um parâmetro fundamental para a autodepuração natural dos rios. Os locais de coleta são zonas de turbulência, favorecendo a oxigenação da água. Os níveis encontrados indicam que o trecho estudado do riacho Arroio do Padre pode ser considerado limpo, segundo limites (8 a 10 mg.L<sup>-1</sup>) descritos por Silveira (2007).

A turbidez ficou bem abaixo do valor indicado pela Resolução do CONAMA 357/05 para águas doces de classe 1, mostrando a baixa presença de matérias sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, colóides), matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, organismos microscópicos e algas (Oliveira et al., 2010).

Os cloretos em águas naturais são resultantes da dissolução de minerais e sais, mas sua alta concentração pode estar associada à contaminação por despejos de efluentes domésticos e industriais, impedindo o uso da água para a irrigação e consumo humano. Para efeito de comparação foi utilizado o padrão de aceitação da Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde que estabelece o limite de 250 mg.L<sup>-1</sup> de cloretos para consumo humano. E nos pontos P1 e P2 foram identificados baixos níveis de concentração, que variam de 8,98 a 9,47 mg.L<sup>-1</sup> Cl<sup>-</sup> no P1 e 9,66 a 10,34 mg.L<sup>-1</sup> Cl<sup>-</sup> no P2. A concentração de cloretos totais nas águas ficou abaixo do limite de potabilidade estabelecido pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.

A condutividade elétrica indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 µS.cm<sup>-1</sup> indicam ambientes impactados (CETESB, 2010). Como os valores para condutividade elétrica nas águas do riacho ficaram entre 52,69 e 72,53 µS.cm<sup>-1</sup>, o ambiente estudado não sofreu grandes impactos ambientais, causando alterações significativas nas concentrações de sais que elevassem a condutividade da água.

Sólidos totais correspondem à soma de sólidos dissolvidos e sólidos suspensos presente nas águas. Consultando a resolução CONAMA 357/05, comparou-se com os resultados obtidos nas águas do riacho Arroio do Padre, notou-se que os valores encontrados para sólidos totais foram menores que o máximo estabelecido pela legislação para sólidos dissolvidos totais (500 mg.L<sup>-1</sup>).

O oxigênio consumido em meio ácido (matéria orgânica) inclui uma variedade de compostos, de origem tanto animal como vegetal. O lançamento de esgotos ou despejos industriais orgânicos em um determinado rio aumenta a concentração de matéria orgânica no meio, que, por sua vez, influencia na cor, odor, turbidez e consumo de oxigênio dissolvido. As variações na concentração



de oxigênio consumido em meio ácido nas águas riacho Arroio do Padre foi de 3,11 a 8,43 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup> no ponto P1 e 3,90 a 9,02 mg O<sub>2</sub>.L<sup>-1</sup> no ponto P2.

As principais causas do aumento de nitrogênio e fósforo na água estão relacionadas aos esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, excrementos de animais, detergentes e defensivos agrícolas. O excesso desses nutrientes contribui para o processo de eutrofização dos ambientes aquáticos. A concentração de Nitrogênio Total está abaixo do limite do CONAMA 357/05. Em relação ao fósforo, seu limite (0,10 mg. L<sup>-1</sup> P-Total para ambiente lótico de águas doces de classe 1), permaneceu abaixo dos valores estabelecidos pela legislação. Mas houve um aumento dos níveis ao longo dos meses de estudo, como mostra a figura 2. Isto pode estar relacionado com as atividades agrícolas diversas, onde se destaca a cultura do fumo (Cotrim (org.), 2013), desenvolvida ao redor dos pontos e também a interferência dos esgotos domésticos identificados no local, contribuindo para o aumento da concentração de fósforo. Nos períodos mais secos pode ocorrer um aumento na concentração dos nutrientes na água, devido à dissolução de compostos previamente precipitados no sedimento, o que promove a liberação desses elementos de volta para a coluna d'água (Palma et al., 2014).

Ao longo dos meses de estudo, as diferenças dos resultados das análises físico-químicas entre os pontos 1 e 2 não são significativas. Na Figura 2 é possível observar que o perfil das águas do riacho Arroio do Padre é praticamente o mesmo nos meses e pontos estudados, evidenciando um baixo impacto da população e agricultura sobre o riacho.

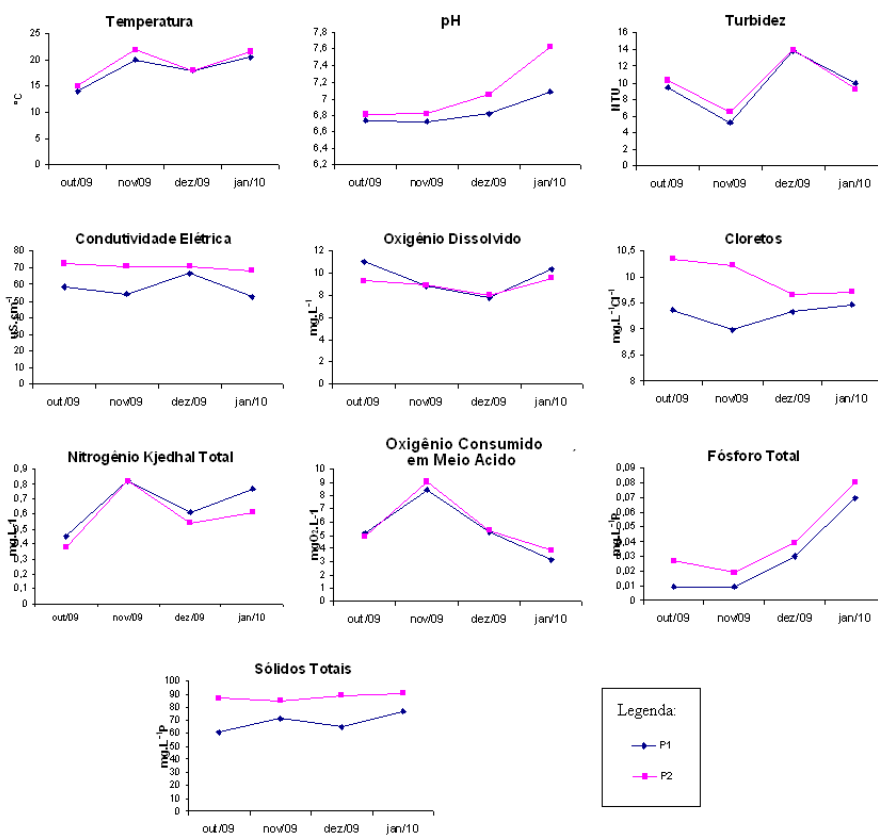


Figura 2 - Representação gráfica dos resultados físico-químicos da água.

## Análise e Sedimento

Através da distribuição granulométrica, representada na Figura 3 e Tabela 1 do anexo, o sedimento do riacho Arroio do Padre se mostrou bastante arenoso. O percentual de finos (fração < 0,063 mm) nos dois pontos de coleta é muito inferior em relação as outras frações, o que está em acordo com as características dos pontos de coleta, já que os pontos P1 e P2 encontram-se numa zona de turbulência, desfavorecendo a deposição de material finamente dividido.

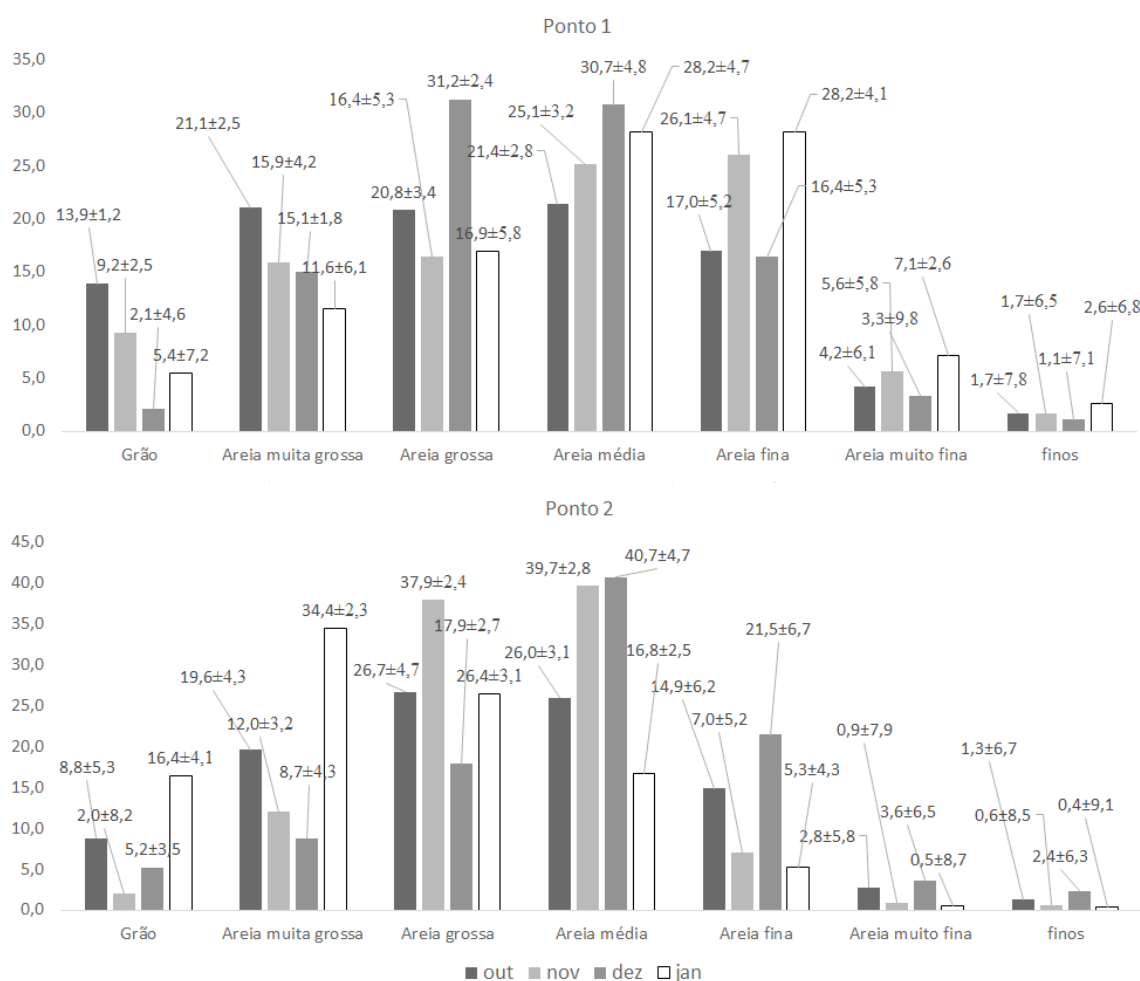


Figura 3 - Distribuição granulométrica do sedimento e seus respectivos desvios-padrão relativos em %.

<b>Outubro de 2009</b>					
	<b>%C</b>	<b>Cu</b>	<b>Cr</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
P1	0,1 ± 9,5	5,9 ± 3,1	10,1 ± 12,8	nd	63,3 ± 13,4
P2	0,08 ± 11,8	4,9 ± 14,2	8,4 ± 14,4	nd	55,6 ± 12,4
R <sup>2</sup>		0,99	0,99	0,99	0,98
LD		3,1	1,2	3,4	0,9
LQ		3,6	4,4	4,6	1,9
<b>Novembro de 2009</b>					
	<b>%C</b>	<b>Cu</b>	<b>Cr</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
P1	0,1 ± 10,8	nd	nd	2,2 ± 19,3	304,6 ± 16,6
P2	0,07 ± 12,5	nd	nd	< 2,0	231,4 ± 16,7
R <sup>2</sup>		0,99	0,99	0,99	0,99
LD		1,1	0,9	1,7	0,9
LQ		3,5	3,2	2,0	1,5
<b>Dezembro de 2009</b>					
	<b>%C</b>	<b>Cu</b>	<b>Cr</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
P1	0,08 ± 16,6	nd	nd	< 2,0	190,1 ± 4,5
P2	0,11 ± 10,9	nd	nd	< 2,0	171,5 ± 5,2
R <sup>2</sup>		0,99	0,99	0,99	0,99
LD		1,1	0,9	1,7	0,9
LQ		3,5	3,2	2,0	1,5
<b>Janeiro 2010</b>					
	<b>%C</b>	<b>Cu</b>	<b>Cr</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
P1	0,16 ± 5,2	nd	nd	3,2 ± 12,2	120,7 ± 18,0
P2	0,06 ± 17,5	nd	nd	3,7 ± 8,1	112,8 ± 0,4
R <sup>2</sup>		0,99	0,99	0,99	0,99
LD		1,1	0,9	1,7	0,9
LQ		3,5	3,2	2,0	1,5
<b>ISQG</b>		<b>35,7</b>	<b>37,3</b>	<b>35</b>	<b>123</b>
<b>PEL</b>		<b>197</b>	<b>90</b>	<b>91,3</b>	<b>315</b>

Tabela 2 - Teores de Carbono Orgânico (C%) e DPR %, níveis de metais em mg.Kg<sup>-1</sup> e respectivos DPR % no período estudado, ISQG - Índice de qualidade do sedimento e PEL – Valor acima do qual efeito adverso é esperado (CCME EPC – 98E, 1999), a – coeficiente angular, b – coeficiente linear, LD – limite de detecção e LQ – limite de quantificação em mg.Kg<sup>-1</sup>, nd – não detectado.

A concentração de carbono orgânico total foi relativamente baixa nos meses de estudo, ficando entre 0,08 e 0,16% no ponto 1 e 0,06 e 0,11% no ponto 2. Segundo Esteves (1988) os sedimentos são considerados orgânicos quando o teor de matéria orgânica de origem natural está acima de 10%. Quando o teor está abaixo de 10% são considerados sedimentos inorgânicos ou minerais, com predominância de sílica, argila e compostos como cálcio, ferro, manganês e outros.

O sedimento do riacho do Arroio do Padre apresentou baixo teor de fração menor que 0,063mm, baixa concentração de carbono orgânico e reduzida concentração de metais, com exceção do Zn, conforme podemos observar na Figura 3 e na Tabela 2. Para Froehner & Martins (2008) sedimentos predominantemente arenosos caracterizam-se por apresentarem reduzida concentração de carbono orgânico, ao contrário de partículas finas compostas por argila e silte que apresentam maior teor de carbono orgânico e, conseqüentemente, maior será a tendência de adsorção de compostos orgânicos hidrofóbicos e de metais.

Para efeito de comparação e para uma aproximação sobre as conseqüências dos teores de metais nos sedimentos, os resultados foram comparados com a resolução CONAMA 354/04 que atende aos mesmos níveis do Guia de Qualidade dos Sedimentos de Água Doce do Canadá (CCME EPC- 98E, 1999) para os elementos em estudo.

Com relação a este guia, os níveis dos metais analisados, com exceção ao Zn, ficaram abaixo do ISQG (Índice de Qualidade do Sedimento) e do PEL (valor acima do qual o efeito adverso é esperado) nos dois pontos de amostragem.

O Cu e o Cr foram detectados somente no mês de outubro no P1 e P2. Silva (2003) descreve pouca retenção de cobre em solos arenosos.

O Pb esteve presente nos meses de novembro, dezembro e janeiro nos pontos de coleta, sendo que no ponto 2 em novembro de 2009, ele foi detectado, mas não pode ser quantificado, pois o valor encontrado ficou abaixo do limite de quantificação do método analítico.

O Zn foi o metal predominante no período de estudo, ultrapassando o ISQG (Índice de Qualidade do Sedimento) nos meses de novembro e dezembro, nos dois pontos coletados e ficou muito próximo do limite do PEL (valor acima do qual o efeito adverso é esperado) no P1 em novembro de 2009. O zinco (Zn), elemento comumente encontrado na crosta terrestre, é um micronutriente essencial às plantas, porém, em concentrações elevadas, esse metal atinge níveis tóxicos no ambiente e pode afetar o crescimento e metabolismo normal de espécies vegetais (Marschner, 1995). Segundo Silva (2009), as altas concentrações deste elemento são características dos solos Sul-rio-grandense. Adiciona-se a isso, a liberação de zinco no ambiente a partir de fontes antropogênicas como corrosão de estruturas galvanizadas, combustão de carvão e combustível, remoção e incineração de lixo, e ao uso de fertilizantes e agroquímicos que contem estas metal. Tais fatos justificam a alta concentração desse metal na área de estudo.

O controle de qualidade dos resultados obteve valores entre 92 a 103% para todos os metais nas quatro campanhas amostrais (Tabela 3). Segundo Jesus et al. (2003), fatores de recuperação entre 75 a 110% são considerados satisfatórios.

<b>Sedimento de Referência</b>				
	<b>Cu</b>	<b>Cr</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>
Valor Encontrado	37,11 ± 1,8	44,28 ± 17,9	98,9 ± 1,8	124,4 ± 4,3
Valor Correto	36,4	48,1	95,3	133,5
Rec %	101	92	103	93

Tabela 3 – Valor encontrado – níveis de metais de sedimento de referência em mg.Kg<sup>-1</sup> e DPR %, Valor correto – resultados certificados da matriz de referência para sedimentos e solos IRM-008 adquirida da Ultra Scientific em mg.Kg<sup>-1</sup>, Rec% - percentual de recuperação.

## Conclusões

Após a análise de diversos parâmetros físico-químicos nas águas do riacho Arroio do Padre, constatou-se que, as características da água são praticamente as mesmas nos dois pontos de coleta, evidenciando um baixo impacto da agricultura e da população sobre o riacho. Os valores encontrados de oxigênio dissolvido, turbidez, pH, nitrogênio total e fósforo total estão em acordo com os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05 para Águas Doces de Classe 1. Os demais parâmetros analisados, embora não constem na legislação mantiveram seus níveis. Os valores de condutividade elétrica não ultrapassaram a faixa estabelecida pela CETESB (2010) para ambientes impactados

Através dos resultados da granulometria nos pontos 1 e 2, constatou-se que o sedimento é bastante arenoso, desfavorecendo a adsorção de metais e ao acúmulo de matéria orgânica, o que foi confirmado pelos baixos níveis de metais estudados e COT.

O sedimento apresenta baixos níveis de contaminação, não favorecendo risco à vida aquática, com exceção ao Zn, que foi o elemento majoritário entre o Cr, Cu e Pb. A alta concentração de zinco pode estar relacionada com a composição do solo e das rochas. Cabe salientar, que para uma melhor avaliação do impacto destes metais, torna-se necessário uma campanha de coletas em mais pontos do riacho do Arroio do Padre.

## Referências Bibliográficas

APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 ed. 2005.

BRASIL, Portaria do Ministério da Saúde Nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf)>. Acesso em: 30 ago. 2013.

BRASIL, Resolução CONAMA Nº 357, de 17 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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2013.

CASALI, Carlos Alberto. Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo) UFSM, Santa Maria, 2008.

CCME EPC- 98E (1999). Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Disponível em: <<http://ceqg-rcqe.ccme.ca/>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Variáveis da Qualidade de Água. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/varia-veis.asp>> Acesso em: 11 nov. 2013

CONCEIÇÃO, Gilberto. **Distribuição de Elementos-Traço em Sedimentos Superficiais do Rio Itajaí-Mirim em Santa Catarina**. Dissertação de Mestrado – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau/SC, 2004.

CORBI, Juliano José; STRIXINO, Silvana Trivinho; SANTOS, Ademir do; GRANDE, Marcelo Del. Diagnóstico Ambiental de Metais e Organoclorados em Córregos Adjacentes a Áreas de Cultivo de Cana-de-açúcar (Estado de São Paulo, Brasil). **Revista Química Nova**, v.29: n. 1, p. 61-65, 2006.

ESTEVEZ, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro Ed. Interciência, 656p, 1998.

COTRIM, Décio Souza (Org.). Gestão de cooperativas: produção acadêmica da Ascar. Porto Alegre, RS: Emater/RS-Ascar, Coleção Desenvolvimento Rural, v. 2, 694p. 2013. Disponível em: <[http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/teses/E\\_Book2.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/E_Book2.pdf)> Acesso em: nov de 2014.

FROEHNER, Sandro; MARTINS, Raquel Fernandes. Avaliação da Composição Química de Sedimentos do Rio Barigüi na Região Metropolitana de Curitiba. **Revista Química Nova**, v.31, n.8, p. 2020-2026, 2008

GAUDETTE, Henri; FLIGHT, Wilson; TONER, Lois; FOLGER, David. An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.44(1): p. 249-253, Março de 1974. doi:10.1306/74D729D7-2B21-11D7-8648000102C1865D

GOYER, Robert. Lead toxicity: current concerns. **New York, Environmental Health Perspectives**, v.100: 177-187, 1996.

HORTELLANI, Marcos Antonio; SARKIS, Jorge Eduardo Souza; BONETTI, Jarbas; BONETTI Carla. Evaluation of Mercury Contamination in Sediments from Santos - São Vicente Estuarine System, São Paulo State, Brazil, **Journal Brazilian Chemistry Society**. v.16: 1140-1149, 2005.

IARC - International Agency for Research on Cancer. IARc Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. França, 1998.

IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry. Chemistry Compendium of Chemical Terminology. 2 ed. 1997.

JESUS, Honório Coutinho de, COSTA, Elza de Abreu, MENDONÇA, Antonio Sérgio Ferreira, ZANDONADE, Eliana; Distribuição de metais pesados em sedimentos do sistema estuarino da Ilha de Vitória-ES. **Química Nova**, v.27(1): 378-386, 2004.

LACERDA, Luiz Drude; MARINS, Rozane Valente. Geoquímica de Sedimentos e o Monitoramento de Metais na Plataforma Continental Nordeste Oriental do Brasil. **Geochimica Brasiliensis**, v.20(1): p123-135, 2006.

MARSCHNER, Horst. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995.

OLIVEIRA, Clélia. Nobre de; CAMPOS, Vania. P.; MEDEIROS, Yvonilde Dantas Pinto. Avaliação e Identificação e Parâmetros Importantes para a Qualidade de Corpos D'água no Semi-árido Baiano, Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Rio Salitre. **Revista Química Nova**, v.33(5): p. 1059-1066, 2010.

PALMA, Patrícia; LEDO, L; SOARES, Sofia; BARBOSA, Isabel Rita; ALVARENGA, Paula. Spatial and Temporal Variability of the Water and Sediments Quality in the Alqueva Reservoir (Guadiana Basin; southern Portugal). **Science of the Total Environment**, v.470-471: p. 780-790, 2014.

POLETO, Cristiano. Fontes Potenciais e Qualidade dos Sedimentos Fluviais em Suspensão em Ambiente Urbano. Tese (Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) UFRGS, Porto Alegre, 2007.

RANGEL, Thiago Pessanha; Determinação de metais em sedimentos de fundo na região da mineradora de Mirai/MG e na bacia inferior do rio Paraíba do Sul/RJ. Monografia - Universidade Estadual do Norte Fluminense - Darcy Ribeiro, 2008.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; Água doce no Mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A.; TEODORO, Patrícia Ferretti; DOS SANTOS, Ariodari Francisco; Qualidade da água da bacia do Rio das Pedras – Guarapuava (PR), baseado nos parâmetros que definem o Índice de Qualidade da água (IQA). Revista Guairacá, Paraná, n. 25, p. 121-156, 2009

SILVA, Juliana Brito da; Micronutrientes em perfis de solos do Escudo Sul-riograndense. Pelotas - Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos) – Universidade Federal de Pelotas, 2009.

SILVEIRA, Tiago; Análise Físico-química da Água da Bacia do Rio Cabelo- João Pessoa- PB. II Jornada Nacional da Produção Científica em Educação Profissional e Tecnológica. São Luis – MA, 2007.

SUGUIO, Kenitiro; Introdução à sedimentologia, São Paulo, p.317. 1973.

TEÓDULO, Marcos José, LIMA, Edmilson Santos de; NEUMANN, Virgínio Henrique de Miranda Lopes, LEITE, Paulo Roberto Bastos; SANTOS, Maria Lourdes Florêncio dos. Comparação de métodos de extração parcial de metais traço em solos e sedimentos de um estuário tropical sob a influência de um complexo industrial portuário, Pernambuco, Brasil. **Estudos Geológicos** v. 13 p. 23-34. 2003.



## Anexos

	mm	Classificação segundo escala de Wentworth	Out/09	Nov/09	Dez/09	Jan/10
P1	2	Grão	13,88	9,22	2,14	5,44
	1	Areia muito grossa	21,07	15,91	15,05	11,55
	0,5	Areia grossa	20,81	16,42	31,24	16,93
	0,25	Areia média	21,39	25,10	30,73	28,17
	0,125	Areia fina	16,95	26,07	16,43	28,18
	0,063	Areia muito fina	4,20	5,60	3,33	7,13
	< 0,063		1,69	1,69	1,08	2,61
P2	2	Grão	8,75	1,99	5,20	16,38
	1	Areia muito grossa	19,62	12,01	8,74	34,37
	0,5	Areia grossa	26,69	37,88	17,86	26,36
	0,25	Areia média	25,98	39,66	40,73	16,75
	0,125	Areia fina	14,86	6,97	21,48	5,30
	0,063	Areia muito fina	2,80	0,88	3,64	0,49
	< 0,063		1,30	0,60	2,35	0,35

Tabela 1 - Distribuição granulométrica do sedimento em % e classificação dos grãos de acordo com a escala de Wentworth.