

ISSN 1982-2162 online

fepam em revista



Revista da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler

volume 5 • número 2 • julho a dezembro de 2011

fepam em revista

FEPAM em Revista v. 5, n. 2, jul./dez. 2011

Publicação periódica de divulgação técnico-científica da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler – FEPAM, órgão da Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.

Missão

Estimular a documentação e a divulgação dos conhecimentos e informações produzidas na Fundação, divulgar estudos nos campos das ciências ambientais e ações de gestão ambiental, contribuindo para a atualização e o fortalecimento do setor ambiental, e o crescimento da consciência ambiental na Sociedade.

FEPAM em Revista é editada e organizada inteiramente pela **Comissão Editorial** da FEPAM. Os artigos assinados são de responsabilidade de seus autores.

Comissão Editorial

Coordenadora Maria Lucia Kolowski Rodrigues • **Secretária** Sílvia Maria Jungblut
Kátia Helena Lipp Nissinen, Carmem Lúcia Vicente Níquel,
Ana Lúcia Mastracusa Rodrigues, Nina Rosa Rodrigues, Enilson Silva Gonçalves,
Vicente Fernandes Dutra Fonseca, Janine Ferreira Haase, Thais Braun Pivatto

Colaboradores desta edição

Clarice Barcellos de Souza, Lilian Waquil Ferraro, Maria Heloísa Degrazia Pestana (FEPAM),
Maria Tereza Raya-Rodríguez, Sílvia Beatriz Alves Rolim, Teresinha Guerra (UFRGS)
e Alex Miranda Santana (Estagiário)

Diagramação

Rubens Santos da Cunha

Projeto Gráfico

Letraria

Endereço Eletrônico

<http://www.fepam.rs.gov.br/fepamemrevista/>

Endereço Para Correspondência

FEPAM em Revista - Coordenação da Comissão Editorial
Rua Carlos Chagas, 55, Térreo, Biblioteca - CEP 90030-020 - Porto Alegre - RS - Brasil
e-mail: comissaoeditorial@fepam.rs.gov.br - Fone: (51) 3288-9477

Capa

O Barco, em Santa Vitória do Palmar, RS. Fotografia de Cleber Arruda Spolavori.

Publicação indexada internacionalmente por CAB ABSTRACTS. Classificação no Sistema Qualis de Periódicos CAPES: B5 em Ecologia e Meio Ambiente, B5 em Engenharia II e C em Ciências Agrárias I.

F383 Fepam em Revista: revista da Fundação Estadual de
Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler /
FEPAM. – vol. 1, n.1 (2007) - . Porto Alegre: FEPAM
2007-

Semestral
ISSN 1980-797X / ISSN 1982-2162 online

1. Proteção Ambiental - Periódico 2. Meio Ambiente – Periódico
I. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler.

Ficha catalográfica elaborada por Sílvia Maria Jungblut CRB 10/644

Ao findar o ano de 2011, refletimos sobre o cenário ambiental nos dias de hoje. O quadro em que nos encontramos é bastante preocupante: numerosos desastres naturais, elevação dos índices de gases de efeito estufa, desmatamentos, águas e solos poluídos, e tantas outras ameaças à vida, cientificamente evidenciadas e relatadas diariamente. Além disso, nos deparamos com iminentes alterações na legislação, que suscitam polêmicas, como no caso do Código Florestal, que deverão repercutir profundamente no trabalho de proteção das águas, dos solos e da biodiversidade. Soma-se a isso a falta de investimentos suficientes para o adequado funcionamento dos órgãos públicos ambientais, frente às demandas exponencialmente crescentes dos setores de infraestrutura, habitação e afins. Como sabemos, a concretização dessas obras depende do trabalho dos órgãos ambientais. Neste cenário de grandes desafios aos trabalhadores em meio ambiente, serão necessários esforços de capacitação, qualificação e de adaptação às mudanças. Acreditamos que a disponibilização, o acesso ao conhecimento e o intercâmbio de informações, por exemplo, através de publicações periódicas, serão ferramentas cada vez mais valiosas para a eficácia desse complexo trabalho. Dentro deste contexto, *FEPAM em Revista* persiste em sua missão de divulgação, contribuindo para a atualização, o fortalecimento do setor ambiental e o crescimento da consciência ambiental na sociedade. Nesta

edição, contamos com a colaboração de pesquisadores da FURG, trazendo a público problemas decorrentes da poluição urbana e industrial, que afetam a qualidade de vida da população de Rio Grande. A Revista abre espaço a jovens pesquisadores, ao publicar dois trabalhos premiados na VII Jornada de Iniciação Científica FZB/FEPAM, desenvolvidos sob a orientação de técnicos de nossa Instituição. O primeiro trata da contaminação por mercúrio na bacia hidrográfica do rio dos Sinos, contribuindo para o processo de gestão integrada desse ambiente fluvial. O segundo é um estudo pioneiro, que aborda a poluição do ar, investigando em tempo real a distribuição de tamanho de partículas atmosféricas na Região Metropolitana de Porto Alegre. A Revista apresenta, ainda, uma ferramenta de suporte à decisão para a avaliação ambiental integrada de bacias hidrográficas, utilizada no processo de licenciamento ambiental de hidrelétricas na FEPAM. Finalmente, a seção Legislação é dedicada a comentários sobre a Resolução CONAMA N° 420/2009, discutindo a importância de suprir lacunas existentes nos instrumentos de gestão e licenciamento ambiental de áreas contaminadas. São temas, enfim, que pedem atenção e responsabilidade, ante a perspectiva de subsequentes debates, por diferentes setores da sociedade, no que diz respeito à área ambiental. Esperamos que a leitura deste número seja proveitosa e aguardamos suas contribuições!

A Comissão Editorial

Contribuição do deságue de um canaleta da rede pluvial de Rio Grande (RS) na contaminação do estuário da lagoa dos Patos

Ariana Teixeira de Vargas¹ e Maria da Graça Zepka Baumgarten²

Resumo

A cidade de Rio Grande situa-se na margem do estuário da Lagoa dos Patos, onde existem enseadas rasas propícias para a pesca artesanal. A rede pluvial que drena a cidade é antiga, nela se destacando o canaleta da Av. Major Carlos Pinto (1.310 m de extensão), local turístico que atravessa a cidade. Esse estudo identificou locais de lançamento de efluentes clandestinos ao longo do canaleta e avaliou a qualidade de suas águas, bem como a influência do deságue das mesmas na eutrofização das águas estuarinas. As coletas de água ocorreram no inverno de 2009, em período de chuva, e no verão de 2010, em estiagem, em nove locais no canaleta e nas águas estuarinas receptoras do seu deságue. Em cada local foram medidos parâmetros indicadores da contaminação por matéria orgânica. Os resultados identificaram oito pontos de lançamentos de efluentes clandestinos no canaleta e dois na área de seu deságue no estuário. Esses lançamentos foram mapeados e fotografados. As concentrações dos parâmetros analisados comprovaram a contaminação por matéria orgânica e bactérias fecais na água do canaleta, a qual, quando deságua no estuário, desencadeia a eutrofização. Urge o monitoramento e o incremento de ações básicas de conservação do canaleta.

Palavras-chave: cidade de Rio Grande, canaleta, contaminação, estuário.

Contribution of a water canal drainage from the rainwater system of Rio Grande City (RS, Brazil) to the contamination of Patos Lagoon estuary

Abstract

Rio Grande City is located on the Patos Lagoon estuary shore, where shallow inlets are conducive to fishing. The rainwater system that drains the city is old, singling out the water canal of Major Carlos Pinto Avenue (1,310 m extension), which is a tourist spot that crosses the city. This study identified the origin of illegal effluents released along the raceway, as well as measured the canal's water quality and the influence of their outflow on the contamination of estuarine waters. The water samples were collected in winter 2009, during rain season, and in summer 2010, during dry season, at nine locations along the raceway and in the estuarine waters receiving its drainage. At each sampling site, indicators of contamination by organic matter were measured in the water. The results identified eight points of illegal effluent release in the canal, of which two were located at the area of drainage into the estuary. These releases were mapped and photographed. The concentrations of the chemical parameters evaluated proved the water contamination by organic matter and fecal bacteria in the canal waters, which empties into the estuary and triggers eutrophication on its margin. It is necessary the increase of monitoring and conservation actions along the raceway.

Keywords: Rio Grande city, rainwater channel, contamination, estuary.

Introdução

Matéria orgânica e a eutrofização aquática

Os desequilíbrios ecológicos são comuns em estuários que margeiam centros urbanos, industriais, portuários e navais e que recebem aportes de matéria orgânica oriundos de efluentes não suficientemente tratados. Logo que é lançada no ecossistema, a matéria orgânica se degrada, pela ação de microorganismos decompositores, que liberam para a água fitonutrientes inorgânicos nitrogenados

¹Curso de Especialização em Ecologia Aquática Costeira, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil.

²Instituto de Oceanografia, Laboratório de Hidroquímica, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil.
Autor correspondente: M. G. Z. Baumgarten, Avenida Itália km 8, Campus Carreiro, Rio Grande, RS, Brasil
Fone (53) 3233 6797, E-mail: dqmmgzb@furg.br

e fosfatados. O excesso desses fitonutrientes causa a eutrofização, que é um processo de desequilíbrio ambiental, caracterizado pela proliferação de vegetais oportunistas e diminuição da biodiversidade natural.

A eutrofização e a qualidade da água já foram abordadas em vários estudos realizados nas águas que margeiam a cidade de Rio Grande, localizada na margem do estuário da Lagoa dos Patos, ao sul do Estado do Rio Grande do Sul (Almeida *et al.*, 1993; Baumgarten *et al.*, 1995; Araújo, 2005 e Baumgarten, 2010, entre outros).

Rio Grande e a área amostrada no canaleta e no seu deságue no estuário

O estuário da Lagoa dos Patos apresenta enseadas rasas marginais, incubadoras de peixes e de crustáceos comercializáveis, que constituem locais propícios para a pesca artesanal (Programa Pró-Mar de Dentro, 2000).

A cidade de Rio Grande, com uma população de aproximadamente 200.000 habitantes, tem na economia pesqueira (artesanal e industrial) um importante segmento econômico e apresenta um pólo naval e um parque industrial em desenvolvimento, além de um dos maiores portos marítimos brasileiros.



▲ Figura 1 - O canaleta pluvial da Av. Major Carlos Pinto (a) e seu final na margem do Saco da Mangueira (b).

A rede pluvial que drena Rio Grande é antiga e nela se destaca o canaleta da Avenida Major Carlos Pinto (Figura 1). Este é um dos elementos da drenagem urbana, construído em 1916 em área relativamente central, sendo local de turismo e lazer. Com uma extensão de 1.310 m (Piragine, 1992), o canaleta corta a cidade de lado a lado. Ambas as extremidades do canaleta deságuam em enseadas rasas estuarinas, conhecidas como “sacos”, ficando de um lado o Saco da Mangueira e do outro o Saco do Rio Grande.

O canaleta foi projetado para controlar enchentes urbanas, em caso de excesso de escoamento pluvial das áreas adjacentes, e para atuar como um regulador de vazão entre as duas enseadas, quando o nível do estuário se elevar muito, o que geralmente ocorre em regime de vazante estuarina e alta pluviosidade. Para tanto, o canaleta deveria equilibrar o nível de suas águas através de deságues na extremidade mais conveniente, de acordo com a situação ocorrente. Assim, em cada extremidade das partes concretadas do canaleta existe uma comporta de equilíbrio de nível, a qual deveria ser invertida para direcionar o fluxo de escoamento e controlar o excesso de água no canaleta. Atualmente, essas comportas estão em mau estado de conservação e aparentemente sem uso.

Efluentes clandestinos domésticos e comerciais (de postos de gasolina, por exemplo) são visivelmente lançados no canaleta. Essa situação também é comum nas margens da cidade, assim como as ligações clandestinas na rede pluvial, uma vez que a atual rede de coleta de esgotos em Rio Grande é insuficiente e relativamente pouco abrangente, embora esteja em processo de extensão (Almeida *et al.*, 1993).

A partir da preocupação com a realidade da qualidade ambiental do estuário da Lagoa dos Patos, a FEPAM (1995) enquadrou as suas águas. Para cada classe de qualidade de água, foi recomendado um padrão de composição química, o qual deve ser mantido ao longo do tempo, fazendo com que as concentrações de diferentes compostos não ultrapassem os limites máximos recomendados pela legislação. Nesse processo, as águas do Saco do Rio Grande e do Saco da Mangueira foram classificadas como Classe B – áreas de conservação, para as quais são tolerados lançamentos de efluentes tratados.

Quanto à água do canaleta, predominantemente de origem pluvial, sua qualidade deve estar em conformidade com os limites máximos de concentrações descritos para água doce de Classe 1, que se refere a corpos aquáticos drenados para o estuário. O enquadramento legal das águas reforça a necessidade da avaliação da qualidade das mesmas e da identificação das possíveis fontes de contaminação.

Nesse sentido, visando evidenciar a contribuição do deságue do canaleta para a contaminação do estuário, o presente estudo identificou e documentou os pontos de lançamento de efluentes clandestinos em toda a sua extensão e nas águas estuarinas receptoras do seu deságue. Também verificou a qualidade química e bacteriológica dessas águas, em período de chuva e de estiagem. Esses resultados inéditos podem servir de subsídios para programas de preservação do estuário da Lagoa dos Patos. Ao serem disponibilizados para os gestores ambientais do município, podem ser úteis para a tomada de providências que solucionem os problemas ambientais detectados na região do canaleta, além dos decorrentes prejuízos paisagísticos e turísticos.

Metodologia

Identificação e caracterização dos pontos de lançamentos dos efluentes

As visitas ao longo do canaleta e adjacências serviram para identificar e caracterizar os pontos de lançamento de efluentes, os quais foram mapeados e fotografados. Além disso, foram documentadas as características visuais de cada efluente, em termos de aparência, de intensidade de fluxo e de sua possível origem (Quadro 1). Em sequência, foi feita uma pesquisa na Secretaria Municipal do Meio Ambiente local (SMMA) sobre a abrangência da atual rede de coleta de esgotos da cidade e de sua área de ampliação, a qual se encontra em andamento. A intenção foi enquadrar a Avenida Major Carlos Pinto (rua do canaleta) dentro ou fora das áreas abrangidas por esta rede. Essas informações estão disponibilizadas integralmente aos interessados, a partir de contato com as autoras desse artigo.



▼ Figura 2- Estuário em regime de vazante e mapa da cidade de Rio Grande (RS), com os locais de amostragem (adaptado de Souza, 2008).

Análises das águas e locais das amostragens

A amostragem de água foi realizada em nove locais (Figura 2), sendo:

- cinco locais distribuídos ao longo do canaleta: 1, 2, 3, 4 e 5;
- três locais na margem do Saco do Rio Grande: 6, posicionado em frente a uma planta industrial (processamento de pescado) e distante 200 m à esquerda do deságue do canaleta; 7, posicionado junto ao deságue na referida enseada, e 8, afastado cerca de 60 m à direita do deságue;
- um último local, posicionado nos fundos do Museu Oceanográfico da FURG, acerca de 500 m à direita do deságue, que serviu como controle em relação à influência do canaleta.

Com essa estratégia, pretendeu-se avaliar a influência do deságue do canaleta no Saco do Rio Grande, já que não foi constatado deságue no Saco da Mangueira. Foram feitas duas amostragens - no final do inverno de 2009, em período de maior índice pluviométrico, e no final do verão de 2010, em período de estiagem.

Parâmetros analisados e métodos analíticos

Nas amostras de água, foram analisados os parâmetros abaixo citados, cujos métodos analíticos baseiam-se em recomendações de APHA (1998), mas foram adaptados, otimizados e descritos para águas doces, estuarinas e marinhas por Baumgarten *et al.* (2010).

- Temperatura, salinidade e pH: medidos no local, respectivamente com um termo-salinômetro e um pH-metro digital.
- Oxigênio dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅): avaliados pelo método volumétrico de Winkler com modificação da azida sódica.
- Fitonutrientes dissolvidos: analisados por espectrofotometria de luz visível. O nitrogênio amoniacal (amônio) foi analisado pelo método colorimétrico do azul do indofenol; o fosfato pelo método colorimétrico do fosfomolibdato reduzido; o nitrito pelo método colorimétrico da reação de Griess, com formação de composto róseo. O nitrato foi analisado através da sua redução quantitativa em coluna redutora de cádmio-cobre e posterior dosagem como nitrito.
- Ferro total: a amostra sofreu digestão ácida e depois foi analisada pelo método colorimétrico da ortofenantrolina.
- Gás amônia: calculado a partir da concentração do nitrogênio amoniacal, com base nas condições de temperatura, salinidade e pH de cada amostra.
- *Escherichia coli* e coliformes totais: analisados pelo método dos tubos múltiplos (APHA, 1998).

Os resultados foram comparados entre si, principalmente com o local controle, e com valores citados como recomendáveis para estuários na legislação ambiental (FEPAM, 1995 e CONAMA, 2005).

Resultados e discussão

A situação da área do canaleta frente à rede oficial de coleta de esgotos da cidade

O mapa da atual e da pretendida extensão da rede de coleta de esgoto de Rio Grande, elaborado pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), evidenciou que a Av. Major Carlos Pinto está contemplada na rede atual, exceto nas duas extremidades, onde estão os deságues do canaleta. Por esse motivo, não se justifica a liberação de efluentes clandestinos para dentro do canaleta. Entretanto, a pretendida extensão da rede contempla somente a área dessa avenida na margem do Saco da Mangueira, onde fica uma das extremidades do canaleta. A extensão da rede de coleta para essa área ainda não é realidade.

Lançamentos clandestinos e os problemas detectados no canaleta e adjacências

Foram identificados oito pontos de lançamentos de efluentes clandestinos ao longo do canaleta e dois em sua área de deságue junto ao Saco do Rio Grande, os quais estão mapeados e tabelados com suas características visuais na Figura 3 e na Tabela 1. Além dessas ligações, há lixo depositado no interior e nas bordas do canaleta. Isso diminui a vazão e a aeração das águas, prejudicando mais ainda a sua qualidade.



◀ Figura 3 - Identificação dos locais de lançamentos de efluentes clandestinos no canaleta (mapa adaptado de Souza, 2008).

O deságue do canaleta no Saco do Rio Grande é feito por uma valeta cavada no solo, a partir da parte concretada do canaleta. A valeta tem cerca de 500 m de extensão e apresenta no final em torno de 6 m de largura. Ao lado do deságue (local 6, na Figura 2) há um emissário, que lança o efluente de uma indústria de processamento de pescados, com fraca vazão. Na segunda amostragem desse estudo (fevereiro de 2010), foi noticiado que essa indústria tinha providenciado um sistema de tratamento de seu efluente. Além desse emissário industrial, existe na margem uma comporta de finalização da rede pluvial da região. Esse efluente pluvial, que deságua na enseada, aparentemente tem resíduos de ligações clandestinas de efluentes domésticos. Portanto, são dois os pontos de lançamento de efluentes nessa restrita área marginal do estuário.

Na outra extremidade do canaleta, que deveria desaguar no Saco da Manguieira, há um sério bloqueio da estrutura original do escoamento, com aterros oficiais e clandestinos. Nesses, foram construídas pequenas residências, formando quadras pouco estruturadas na continuação da Avenida Major Carlos Pinto, até junto à margem da enseada, constituindo uma parte da Vila Dom Bosquinho.

A exemplo do constatado na margem do Saco do Rio Grande, no lado do Saco da Manguieira também há uma valeta cavada no solo, antes da área aterrada que finaliza a Avenida Major Carlos Pinto, como continuação do final da parte concretada do canaleta. Essa valeta tem 200 m de extensão, menos de 1 m de profundidade e em torno de 3 a 5 m de largura. Nela se acumulam as águas pluviais contaminadas por efluentes, visivelmente gerando problemas de saúde pública para as dezenas de residências do local (Figura 1).

Ponto em que foi identificado o lançamento	Tipo de lançamento clandestino e provável origem	Descrição/caracterização
Final do canaleta na área próxima ao Saco da Mangueira	Doméstico (Esgoamento de sub-habitações)	Diariamente alagado, mau cheiro, péssima aparência, derramamento por cano PVC e escoamento por pequenas valetas cavadas a partir de algumas casas.
Esquina da Av. Rheingantz com Av. Major Carlos Pinto	Comercial (Posto de gasolina)	Fluxo médio, água clara, saída por cano de PVC.
Entre as ruas Tiradentes e General Abreu	Pluvial com aparente ligação de esgoto doméstico	Aparência amarelada, incrustações de esgoto ressecadas na boca do emissário.
Esquina da rua Bento Gonçalves		Fluxo rápido e constante, água clara, formação de bolhas no efluente emitido e na água receptora.
Esquina da rua João Manoel		Fluxo médio, água de tom marrom claro, florações de <i>Aphanothece sp.</i>
Entre as ruas Portugal e João Salomão	Comercial (Posto de lavagem de automóveis)	Fluxo lento, cor esbranquiçada da água, mau cheiro no ar.
Entre as ruas Espindião de Freitas e João Salomão	Provável emissário pluvial com ligação clandestina de esgoto doméstico	Fluxo lento, cor esbranquiçada/amarelada da água, mau cheiro no ar.
Entre a rua Alvina Cavalheiro e a desembocadura do canaleta no Saco do Rio Grande	Doméstico (cano de PVC oriundo de sub-habitações)	Fluxo lento, mau cheiro no ar, efluente sem grande turbidez.
Final da rua Marechal Deodoro junto à margem do Saco do Rio Grande	Industrial (Empresa de pescados)	Fluxo intenso para a água do estuário, efluente sem grande turbidez, forte mau cheiro no ar.
	Provável ligação de esgoto doméstico na rede pluvial que termina em comporta que deságua no Saco do Rio Grande	Água escura e mau cheiro.

▲ Quadro 1 – Lançamentos de efluentes no canaleta e na área do seu deságue.

Qualidade química e bacteriológica da água do canaleta e da área do seu deságue

Os dois períodos amostrados permitiram a avaliação da influência do deságue do canaleta no estuário em duas condições hidrológicas diferentes: regime de vazante do estuário em direção ao oceano (inverno de 2009), quando as águas se apresentaram doces, em função da maior pluviosidade ocorrente, e regime de entrada da água marinha ou enchente estuarina (verão de 2010), favorecido pela menor pluviosidade e menor nível da água do estuário, quando dominaram águas mixo-halinas (Quadro 2).

A qualidade química de cada área estudada foi caracterizada como segue:

1 - Extremidade do canaleta na direção do Saco da Mangueira (locais 1 e 2)

A água dessa parte do canaleta está muito contaminada, porque fica semi-estagnada, devido ao bloqueio do deságue do canaleta e, ainda, é receptora de lançamentos clandestinos de esgotos (Figura 3), que escorrem a céu aberto na direção da valeta que finaliza o canaleta. A degradação microbiológica da matéria orgânica doméstica torna essa água subsaturada em oxigênio e com altas concentrações de amônio (Figura 4), que é produto de excreção de bactérias decompositoras - processo de amonificação (Esteves, 1998). O nível de amônio recomendado pelo CONAMA (2005) para águas doces é muito tolerante, por isso essas altas concentrações não se apresentaram em desacordo com a legislação. A DBO₅ também foi alta, em desconformidade com o recomendado pela FEPAM (1995), com exceção do local 2, no inverno, quando a presença de muito óleo na amostra incubada subestimou o resultado da análise. Esse óleo provavelmente se originou de um efluente pluvial localizado no local, com visível ligação clandestina.

As concentrações de coliformes totais e de *Escherichia coli* também foram muito elevadas (Figura 4), com destaque novamente do local 2, no verão, quando a maior temperatura e a alta insolação aumentam a proliferação dessas bactérias, sendo que a presença da última sugere o lançamento de resíduos fecais recentes.

Portanto, as águas dessa área não conseguem autodepurar a intensa carga de efluentes que aí são lançados clandestinamente, ficando contaminadas e eutrofizadas, com florações intensas e degradantes da cianobactéria *Aphanothece sp.* (conhecida na região como ranho-de-marinheiro), que é bioindicadora de águas poluídas por matéria orgânica (Araújo, 2005).

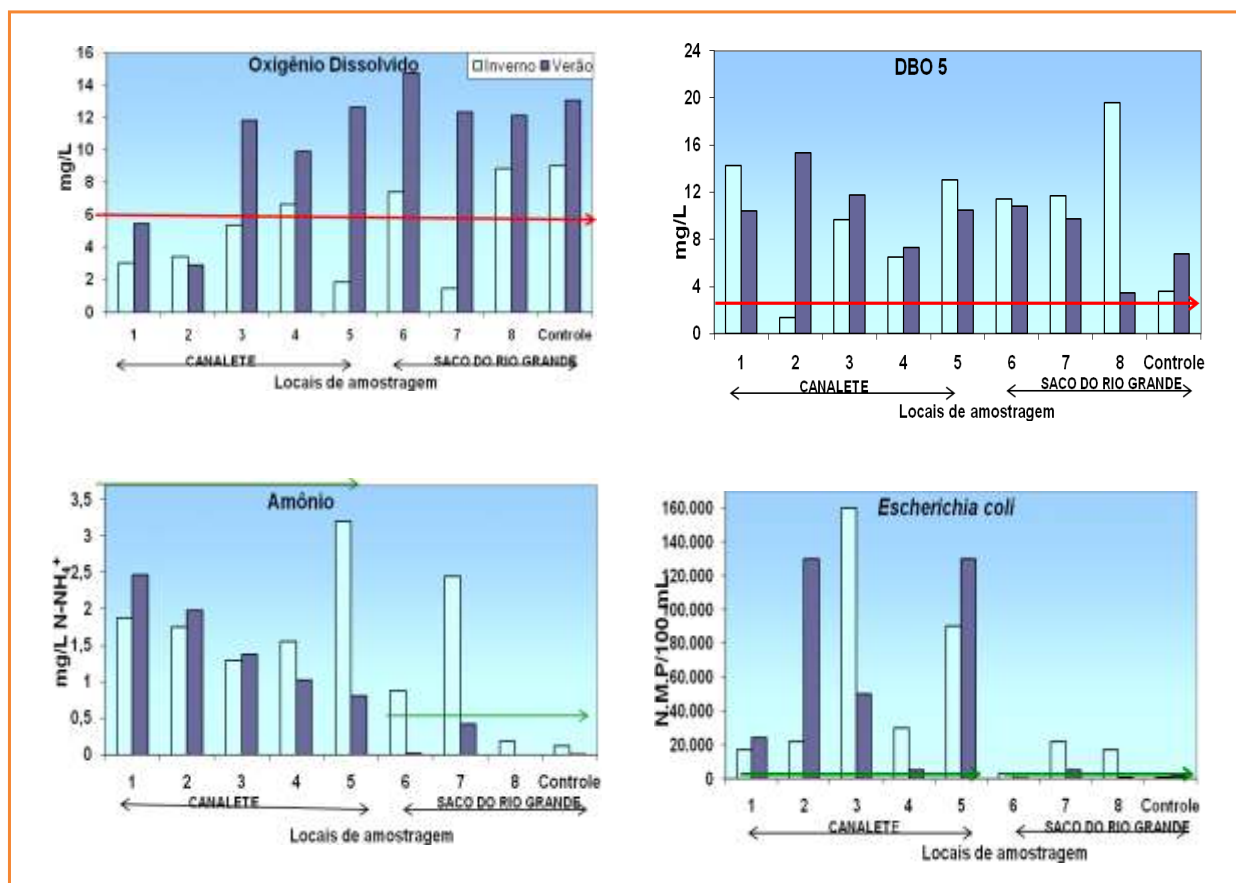
Parâmetros	época	Pontos de coleta										Referência		
		Canalete					Saco do Rio Grande (S.R.G)							
		1	2	3	4	5	6	7	8	controle				
Temperatura (°C)	I	18	19	18	18	18	18	18	18	18	18	17	18	-
pH	V	28	26	26	26	26	25	26	25	26	25	25	24	-
	I	7,0	7,4	7,2	7,4	7,2	7,6	7,2	7,4	7,2	7,6	7,3	7,4	Canalete: 6 a 9* S.R.G: 6,5 a 8,5*
Salinidade (‰)	V	7,5	7,3	7,4	7,5	7,3	8,0	7,4	7,4	8,2	8,2	8,2	6,4	-
	I	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3	0,3	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	V	1,3	0,2	0,1	1,4	10,0	14,7	14,9	16,4	10,4	14,7	16,4	10,4	-
	I	3,1	3,4	5,4	6,7	1,9	7,4	1,5	8,9	9,1	7,4	1,5	8,9	Canalete: >6* S.R.G: >6* e 5**
Saturação de Oxigênio (%)	V	5,5	2,9	11,8	9,9	12,7	14,8	12,4	12,1	13,1	14,8	12,1	13,1	-
	I	32,5	37,3	57,3	70,7	20,0	79,0	15,9	92,7	96,4	79,0	92,7	96,4	-
DBO ₅ (mg/L)	V	70,7	36,2	146,1	128,0	165,6	194,7	166,2	162,0	171,5	194,7	162,0	171,5	Canalete e S.R.G: <3***
	I	14,3	1,3	9,7	6,5	13,1	11,4	11,7	19,6	3,6	11,4	11,7	19,6	3,6
Fosfato (mg/L P)	V	10,4	15,3	11,8	7,3	10,5	10,8	9,7	3,5	6,8	10,8	9,7	3,5	6,8
	I	0,040	0,030	0,050	0,030	0,060	0,010	0,080	0,080	0,020	0,010	0,080	0,080	0,020
Ferro total (mg/L)	V	0,020	0,020	0,030	0,010	0,010	0,008	0,008	0,008	0,009	0,008	0,008	0,009	Canalete: <0,025* S.R.G: <0,062**
	I	0,500	0,890	0,310	0,650	0,390	7,150	0,510	5,190	5,500	7,150	0,510	5,190	5,500
Nitrito (mg/L N)	V	1,160	0,630	2,600	0,370	0,860	0,230	1,890	0,520	1,630	0,230	1,890	0,520	1,630
	I	0,322	0,080	0,302	0,291	0,460	0,052	0,223	0,055	0,007	0,052	0,223	0,055	0,007
Nitrito (mg/L N)	V	0,010	0,017	0,040	0,025	0,026	0,005	0,022	0,002	0,003	0,005	0,022	0,002	0,003
	I	0,035	0,290	0,380	0,340	0,000	0,280	0,270	0,240	0,170	0,280	0,270	0,240	0,170
Amônio (mg/L N)	V	0,005	0,097	0,530	0,260	0,150	0,007	0,120	0,005	0,005	0,007	0,120	0,005	0,005
	I	1,880	1,750	1,290	1,550	3,210	0,880	2,450	0,180	0,120	0,880	2,450	0,180	0,120
Amônia (mg/L NH3)	V	2,470	1,980	1,380	1,020	0,810	0,020	0,420	0,000	0,004	0,020	0,420	0,000	0,004
	I	0,008	0,027	0,005	0,020	0,013	0,036	0,010	0,002	0,002	0,036	0,010	0,002	0,002
Coliformes	V	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	Canalete e S.R.G: <0,02* S.R.G: <1000***
	I	160,000	160,000	160,000	160,000	160,000	30,000	160,000	160,000	22,000	30,000	160,000	160,000	22,000
Totais (NMP/100ml)	V	160,000	240,000	160,000	50,000	240,000	3,000	160,000	11,000	2,200	3,000	160,000	11,000	2,200
Escherichia Coli (NMP/100ml)	V	17,000	22,000	160,000	30,000	90,000	3,000	22,000	17,000	800	3,000	22,000	17,000	800
	I	24,000	130,000	50,000	5,000	130,000	400	5,000	500	1,100	400	5,000	500	1,100
Precipitação 10 dias antes coleta (mm)	I	88												
	V	30												

* FEPAM 1995 água doce CLASSE 1 e salobra CLASSE B ** CONAMA 2005 água doce CLASSE 1 e salobra CLASSE B
 *** mesmos valores para FEPAM (1995) e CONAMA (2005) água doce CLASSE 1 e salobra CLASSE B

obs: células coloridas indicam valores em desconformidade com as respectivas legislações ambientais.

▲ Quadro 2 – Concentrações dos parâmetros analisados na água do canalete e do Saco do Rio Grande, no inverno de 2009 (I) e no verão de 2010 (V).

A estagnação das águas nessa área do canaleta e o intenso aporte de matéria orgânica resultaram na aparente anoxia dos sedimentos submersos na valeta de finalização do canaleta, liberando para o ambiente um odor desagradável, com visíveis pequenas bolhas gasosas vindas do fundo da valeta. A comunidade local queixa-se muito dessa situação e o problema se agrava por tratar-se de uma zona relativamente central e urbanizada.



▲ Figura 4 – Concentrações de parâmetros indicadores de contaminação. Obs.: as setas nos gráficos indicam os limites máximos recomendados pelas legislações (vermelha: FEPAM, 1995 e verde: CONAMA, 2005).

2 – Área central do canaleta (locais 3, 4 e 5)

Essa área recebe seis lançamentos de efluentes contaminados, o que mantém altos os níveis de DBO₅ e amônio, ainda, se destacando, no inverno, acréscimos de fosfato e nitrito em relação ao verão.

A contaminação por *E. coli* também foi maior no inverno nos locais 3 e 4. No local 5, a concentração igualmente foi alta no inverno, sendo ultrapassada pela que foi registrada no verão (Figura 4, Quadro 2). Isso foi devido à entrada de água mixo-halina no estuário durante o verão, formando uma barreira no final do canaleta, onde se posicionou o local 5, impedindo o escoamento da água contaminada do canaleta. Entretanto, esse represamento não impediu que ocorressem acréscimos de oxigênio em relação ao inverno. A causa pode ter sido a fotossíntese realizada pela intensa vegetação que se desenvolveu a partir da primavera nas margens e no fundo do canaleta, favorecida pela maior insolação.

Em comparação com os locais 1 e 2, a maior circulação das águas nos locais 3 e 4 favoreceu a oxidação do amônio (remoção) para formar nitrato (nitrificação), o que representa um importante processo de autodepuração da água receptora dos efluentes, já que o nitrato tem menor poder eutrofizante do que o amônio (Esteves, 1998).

3- Área do deságue (local 7) e adjacências no Saco do Rio Grande (locais 6, 8 e controle)

Esses locais estuarinos apresentaram, em geral, águas bem oxigenadas (Figura 4), em função da hidrodinâmica e da alta taxa de renovação da água do estuário, em comparação à água do canaleta, onde não há ondas e intensa circulação. Entretanto, as concentrações nesses locais se apresentaram frequentemente em desconformidade com a legislação para águas salobras (Quadro 2), como consequência do deságue de águas contaminadas do canaleta. Destaque para a DBO₅ (locais 6 e 7 no verão e inverno, local 8 no inverno e local controle no verão), para o fosfato (locais 7 e 8 no inverno), para o ferro total (locais 6, 8 e controle no inverno e locais 7 e controle no verão), para o amônio (locais 6 e 7 no inverno), para o nitrito (local 7 no inverno), para a amônia (local 6 no inverno), para coliformes totais (todos os locais no inverno e local 7 no verão) e para *E. coli* (locais 7 e 8 no inverno).

A contaminação junto ao deságue (local 7) predominante no inverno foi em função de que, nesse período, a ocorrência de chuvas mais intensas proporcionou um maior escoamento das águas pluviais contaminadas com efluentes para o canaleta, aumentando assim a contribuição do seu deságue para a eutrofização do Saco do Rio Grande. Além disso, o regime de vazante do estuário faz com a água que escorre no canaleta perca velocidade, quando se encontra com a água do estuário e se acumula na área do local 7, concentrando a contaminação. A partir desse local, a água do canaleta vai se dispersando lentamente no estuário, mas já chega bem diluída na área do local 8 (60 m à frente do deságue). Entretanto, nessa área se concentraram florações de *Aphanotbece sp.*, retidas na margem irregular e empurradas pela ação do vento. O problema se agrava porque essa é uma área usada para esportes náuticos, além de pesca artesanal.

Na situação hidrológica contrária, quando a água marinha entrou no estuário (regime de enchente estuarina) no verão, a influência do deságue do canaleta foi insignificante para o Saco do Rio Grande, devido ao mais intenso represamento das águas dentro do canaleta pela água mixo-halina penetrante no estuário. Por isso, nessa condição ambiental, tanto o local controle, apesar de estar a apenas cerca de 500 m do deságue, quanto o local 8, não tiveram a qualidade das suas águas significativamente afetada pelo deságue do canaleta.

Com relação ao local 6, que fica a 200 m do deságue do canaleta, junto a uma indústria de processamento de pescados, e no lado oposto ao local 8 (Figura 2), em ambos regimes hidrológicos, sua água foi pouco impactada pelo deságue do canaleta. Nesse local, salientaram-se os altos níveis de DBO₅ nos dois períodos estudados, refletindo que o emissário industrial aí presente, lança frequentemente resíduos de processamento de pescados, com matéria orgânica muito biodegradável. Por isso, no inverno também se destacaram neste local, altos níveis de ferro total, de amônio e do gás amônia. Entretanto, esses acréscimos também podem ter sido influenciados pelo deságue de águas pluviais contaminadas, que fracamente escorriam pela comporta terminal da rede pluvial presente no local.

Com relação ao local 6, que fica a 200 m do deságue do canaleta, junto a uma indústria de processamento de pescados, e no lado oposto ao local 8 (Figura 2), em ambos regimes hidrológicos, sua água foi pouco impactada pelo deságue do canaleta. Nesse local, salientaram-se os altos níveis de DBO₅ nos dois períodos estudados, refletindo que o emissário industrial aí presente, lança frequentemente resíduos de processamento de pescados, com matéria orgânica muito biodegradável. Por isso, no inverno também se destacaram neste local, altos níveis de ferro total, de amônio e do gás amônia. Entretanto, esses acréscimos também podem ter sido influenciados pelo deságue de águas pluviais contaminadas, que fracamente escorriam pela comporta terminal da rede pluvial presente no local.

Nesse local, no verão, a DBO₅ decresceu um pouco, mas ainda se manteve alta. Os outros parâmetros analisados apresentaram baixas concentrações, possivelmente em função do tratamento do efluente teoricamente já implantado, ou devido à diluição do efluente, proporcionada pela entrada da água mixo-halina.

Conclusão

Os oito pontos de lançamento de efluentes, dentro do canaleta, demonstraram que o aporte de matéria orgânica é maior do que as suas águas tem capacidade de depurar. As concentrações dos parâmetros analisados nas águas do canaleta apresentaram-se geralmente altas e, muito frequentemente, em desconformidade com a legislação ambiental, principalmente no inverno, nos períodos de chuva, quando aumentou o fluxo dos lançamentos dos efluentes para dentro do canaleta.

Nessa situação, o estuário apresentou-se em regime de vazante, com maior vazão de deságue do canaleta para o Saco do Rio Grande, contribuindo mais intensamente para a intensa eutrofização da margem dessa enseada.

Entretanto, quando o estuário esteve dominado por águas costeiras (regime de enchente estuarina, como ocorreu na amostragem de verão, em período de estiagem), a contribuição do canaleta para a eutrofização do estuário se concentrou somente na área do deságue (até cerca de 60 m à frente e 500 m na lateral sul), gradativamente se dispersando e diluindo no sentido da correnteza do estuário.

O comprometimento ambiental do canaleta é grave, pelos prejuízos ao seu uso para recreação, turismo e patrimônio histórico. Além disso, não deve ser esquecido que a pesca artesanal e as atividades náuticas são intensas no Saco do Rio Grande. No Saco da Mangueira, o canaleta não contribui para a eutrofização, em função do bloqueio do seu deságue. Entretanto, é grave o acúmulo de água contaminada nessa região marginal, com proliferação de mosquitos, moscas e todas as outras inconveniências causadas por águas contaminadas expostas a céu aberto em áreas urbanas.

As contaminações constatadas nas águas do canaleta e junto ao seu deságue reforçam a necessidade de que os gestores ambientais municipais concretamente resolvam problemas como: a) a obstrução do deságue do canaleta junto ao Saco da Mangueira, na Vila Dom Bosquinho; b) a instalação imediata da rede coleta de esgoto nessa área obstruída, aterrada e muito habitada, onde as águas contaminadas se acumulam; c) a maior fiscalização e impedimento dos lançamentos de efluentes clandestinos para dentro do canaleta, principalmente aqueles emitidos por canos de PVC cravados nas muretas laterais; d) o aumento na fiscalização e a exigência de adequado tratamento dos esgotos das indústrias que estão instaladas ou que venham a se instalar nessa região; e) o incremento das ações de limpeza, monitoramento, conservação e vigilância do canaleta.

A divulgação desse estudo pretende reforçar o antigo e insistente pedido da comunidade que vive nas adjacências do canaleta e que deseja melhorias da qualidade ambiental dessa região, até então não atendido. Os resultados obtidos dão subsídios concretos para essas queixas, que inclusive já motivaram inúmeras reportagens locais pelo Jornal Agora, se destacando as de Zangrando (2010), Costa Filho (2011) e Maciel da Silva (2011).

Referências bibliográficas

ALMEIDA, M. T.; BAUMGARTEN, M. G. Z.; RODRIGUES, R. **Identificação das possíveis fontes de contaminação das águas que margeiam a cidade do Rio Grande-RS**. Rio Grande: FURG, 1993. 34 p. (Série Documentos Técnicos 06 - Oceanografia. FURG).

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 18 ed. Washington, DC, 1998. 1193 p.

ARAÚJO, E. A. C. **Fatores que colaboram para a ocorrência de cianobactéria nas águas ao redor da cidade do Rio Grande-RS**. 2005. 100 f. Tese (Mestrado em Oceanografia Física, Química e Geológica). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande. 2005.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; NIENCHESKI, L. F.; KUROSHIMA, K. **Qualidade das águas estuarinas que margeiam o município do Rio Grande (RS): nutrientes e detergente dissolvidos**. *Atlântica*, Rio Grande, v. 17, n. 1, p. 17-34, 1995.

BAUMGARTEN, M. G. Z. **A eutrofização das águas de uma enseada do estuário da Lagoa dos Patos protegida pela legislação ambiental**. *FEPAM em REVISTA*, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 34-42, 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N° 357, 17 de março 2005. Revoga a Resolução CONAMA N° 20 de 1986. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 de julho 2005.

COSTA FILHO, M. **A infeliz idade do canaleta**. *Jornal Agora*, Rio Grande, p. 2, 14 de abril de 2011. Seção Feliz idade.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciências, 1998. 602 p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER. Portaria SSMA N° 7. Norma Técnica 003/95. Enquadramento dos recursos aquáticos do sul do estuário da Lagoa dos Patos. Baseado na Resolução CONAMA N° 20, 1986. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 24 maio 1995.

MACIEL da SILVA, D. O meio ambiente e o município de Rio Grande. **Jornal Agora**, Rio Grande, p. 6, 3 de maio de 2011.

PIRAGINE, M. L. R. **Cartilha Papareia**: informativo turístico de a/z do município do Rio Grande. Rio Grande: FURG, 1992.

PROGRAMA PRÓ-MAR DE DENTRO. Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria da Coordenação e Planejamento. **Relatório técnico**. Porto Alegre: 2000. Disponível em: < <http://www.centrodeestudosambientais.files.wordpress.com/2009/10/pmd-ai-dezembro-00.pdf>>. Acesso em: março de 2010.

Contaminação por mercúrio no trecho inferior da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, RS

Camila Cerveira^{1,2}, Larissa Meincke¹, Daniela Gorziza^{1,2}, Celso Troian de Carvalho¹, Maria Lucia Kolowski Rodrigues¹ (orientadora)

¹Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM), Departamento de Laboratórios, Divisão de Química – Porto Alegre, RS, Brasil.

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Porto Alegre, RS, Brasil.

Autor Correspondente:
M. L. K. Rodrigues,
Rua Aurélio Porto, 45,
CEP 90620-090,
Porto Alegre, RS,
Brasil.
Fone: (51) 3384 5285,
metaisfepam@hotmail.com

Resumo

O mercúrio é um metal extremamente tóxico, persistente e bioacumulativo, que se deposita preferencialmente nos sedimentos quando introduzido no ambiente fluvial. Neste estudo, investiga-se a contaminação por mercúrio na bacia hidrográfica do rio dos Sinos, cujo trecho inferior sofre grande impacto urbano e industrial, focalizando a análise do sedimento de fundo. De outubro a novembro de 2010, coletaram-se sete amostras de sedimento entre Novo Hamburgo e Canoas, além de uma amostra de referência em Caraá. As amostras foram analisadas por CV-AAS, após digestão ácida da fração <math><63\mu\text{m}</math>. Para interpretação dos resultados, calculou-se o fator de contaminação (FC), equivalente à razão entre o teor de mercúrio no ponto considerado e na referência. Avaliaram-se ainda dados disponíveis para o teor do metal em peixes (dez/2010) e dados históricos da FEPAM de qualidade da água (2000-2010). Os teores de mercúrio no sedimento variaram de 0,099 a 0,545 mg kg⁻¹, com uma contaminação entre baixa e considerável, destacando-se o arroio Portão (FC=5). Nas águas, o contaminante foi detectado em apenas oito oportunidades (n=369; 0,200-0,700 µg L⁻¹), mas uma espécie de peixes predadores apresentou-se em desacordo com o limite da ANVISA para consumo humano (1 mg kg⁻¹). Os resultados alertam para a ocorrência de mercúrio em sedimentos e peixes da área investigada e demonstram a necessidade de confirmação desses dados iniciais, no sentido de encaminhar providências para reduzir o risco local de exposição ao contaminante.

Palavras-chave: mercúrio, sedimento, peixes, águas superficiais, rio dos Sinos

Mercury contamination in the lower reach of the Sinos River basin (RS, Brazil)

Abstract

Mercury is an extremely toxic, persistent and bioaccumulative metal, which is preferentially deposited in the sediments when introduced into a fluvial environment. In this study we investigate mercury contamination in the Sinos River basin, whose lower reach suffers great urban and industrial impact. The focus is on the analysis of bottom sediment. From October to November 2010 seven samples of sediment were collected between Novo Hamburgo and Canoas, besides a reference sample at Caraá. The sediment samples were analyzed by AAS/CV, after acid digestion of the silt-clay fraction. In order to interpret the results, the contamination factor (CF) was calculated, given by the ratio between mercury contents at the site considered and the reference. Further, data available were evaluated for mercury content in fish species (December 2010) and for historical data from FEPAM on water quality (2000-2010). The mercury contents in sediment varied from 0.099 to 0.545 mg kg⁻¹, with the contamination grade ranging from low to considerable, highlighting Portão stream (CF=5). In the water, the contaminant was detected only on eight occasions (n=369; 0.200-0.700 µg L⁻¹), but mercury content in a predatory fish species was not in accordance with the ANVISA limit for human consumption (1 mg kg⁻¹). The results call attention to the occurrence of mercury in sediments and fish in the area investigated, and show the need to confirm the data obtained, with a view to taking measures to reduce the local risk of exposure to the contaminant.

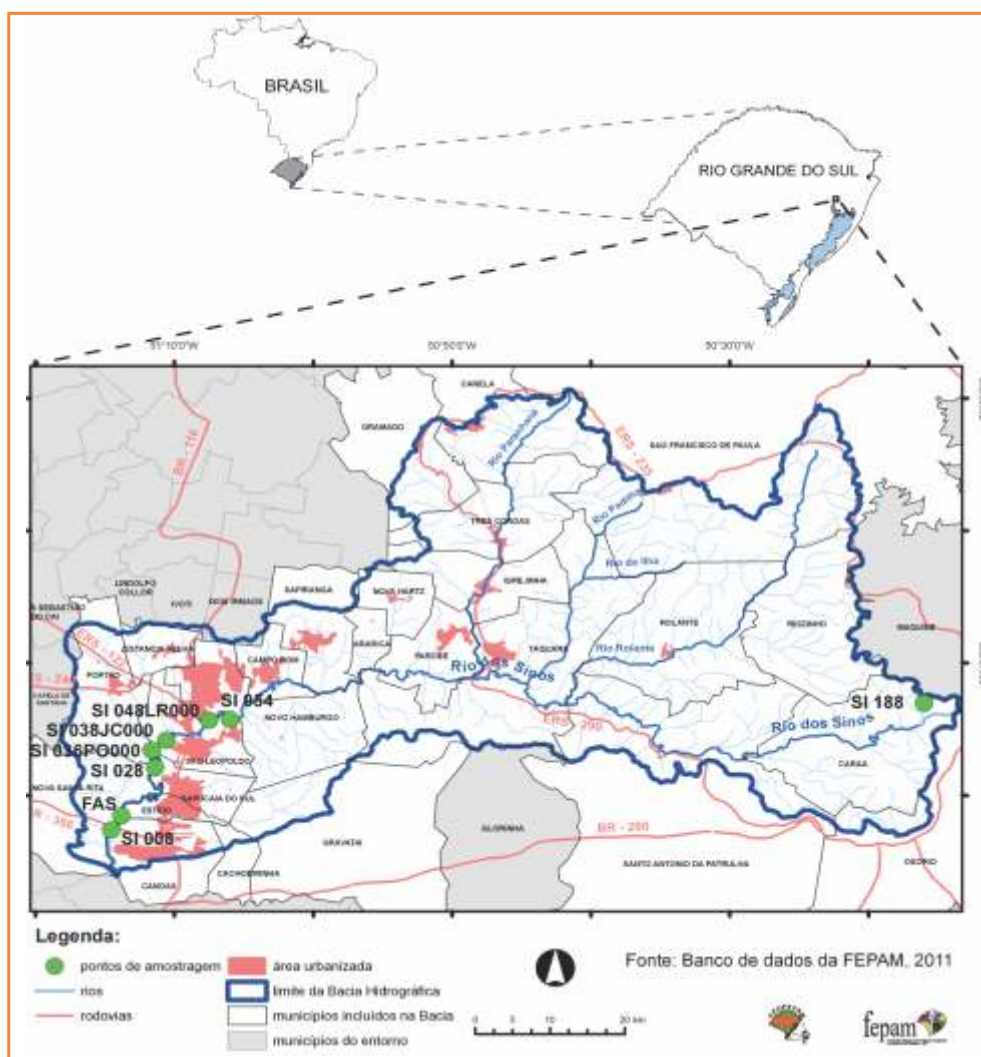
Keywords: mercury, sediment, fish, surface waters, Sinos River

Introdução

O mercúrio é um metal extremamente tóxico, persistente e bioacumulativo, que não possui função bioquímica ou nutricional. Quando introduzido no meio aquático, deposita-se preferencialmente nos sedimentos e pode sofrer um processo de biomagnificação, acumulando-se em quantidades crescentes ao longo da cadeia alimentar (Bisinoti & Jardim, 2004). Entre os ambientes fluviais do Rio Grande do Sul sujeitos à contaminação por mercúrio, destaca-se o rio dos Sinos, cujo trecho inferior, há várias décadas, sofre o impacto de uma progressiva concentração urbana e industrial. Este estudo visa investigar uma possível contaminação por mercúrio no trecho inferior da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, focalizando a análise de seus sedimentos e interpretando dados disponíveis para o teor do metal em amostras de água e de peixes, a fim de complementar o diagnóstico ambiental.

Materiais e métodos

Entre outubro e novembro de 2010, realizou-se uma campanha de amostragem entre os municípios de Novo Hamburgo e Canoas, com a obtenção de sete amostras de sedimento superficial. Para fins de comparação dos dados, também foi coletada uma amostra de sedimento no trecho superior da bacia do rio dos Sinos, na localidade de Caraá. Na Figura 1, estão representados os pontos de amostragem de sedimento: SI188 – referência, em Caraá; SI054 – prainha de Novo Hamburgo; SI048LR000 – foz do arroio Luís Rau, em Novo Hamburgo; SI038JC000 – foz do canal João Corrêa, em São Leopoldo; SI036PO000 – foz do arroio Portão; SI028 – Passo da Carioca, em Sapucaia do Sul; FAS – foz do arroio Sapucaia, em Esteio; SI008 – Tabai/Canoas, em Canoas.



► Figura 1 - Localização da área de estudo, com a indicação dos locais de coleta de sedimento na bacia hidrográfica do rio dos Sinos.

As análises de mercúrio foram realizadas na fração silte-argila dos sedimentos, por espectrometria de absorção atômica com geração de vapor a frio (CV-AAS), após digestão em meio ácido e fortemente oxidante (Malm *et al.*, 1989). No controle de qualidade analítico, foram empregadas duplicatas das amostras (coeficiente de variação <7%) e foi processado o material de referência CANMET STSD1, obtendo-se uma recuperação de 97% e um coeficiente de variação igual a 2,6%. O limite de detecção obtido durante as análises foi de 0,020 mg kg⁻¹.

A fim de avaliar uma possível contaminação por mercúrio nas amostras de sedimento, foi calculado o fator de contaminação (FC), que equivale à razão entre o teor do metal no ponto considerado e no ponto de referência (Förstner & Wittmann, 1981). Os valores obtidos permitiram enquadrar os sedimentos em suas respectivas classes de contaminação: FC<1 = baixa; 1<FC<3 = moderada; 3<FC<6 = considerável; FC>6 = muito alta (Hakanson, 1984).

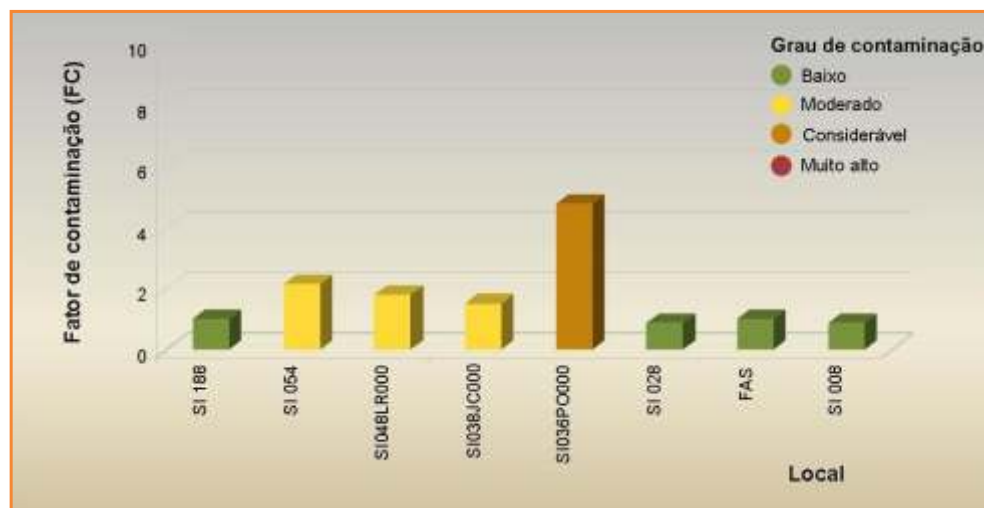
Para complementar o diagnóstico, avaliaram-se dados históricos da FEPAM, referentes à qualidade da água local, no período de 2000 a 2010, contemplando os seguintes pontos: SI188 – referência, em Caraá; SI048LR000 – foz do arroio Luís Rau, em Novo Hamburgo; SI038JC000 – foz do canal João Corrêa, em São Leopoldo; SI028 - Passo da Carioca, em Sapucaia do Sul; SI008 – Tabaf /Canoas, em Canoas (Figura 1). Além disso, avaliaram-se dados disponíveis para o teor de mercúrio em peixes da espécie *Aceatorhynchus pantaneiro*, capturados em dezembro de 2010, na prainha de Novo Hamburgo (SI054) e junto ao arroio Sapiranga (Gorziza *et al.*, 2011).

Resultados

No trecho situado entre Novo Hamburgo e São Leopoldo, os teores de mercúrio nos sedimentos variaram de 0,173 a 0,244 mg kg⁻¹ e o cálculo de FC mostrou uma contaminação moderada (1,5<FC<2). As concentrações observadas nesse segmento situaram-se entre o nível de efeitos toleráveis (nível 1 = 0,17 mg kg⁻¹) e o nível de efeitos prováveis na biota (nível 2 = 0,486 mg kg⁻¹), referidos na Resolução CONAMA N° 344 como valores orientadores para a classificação de sedimentos dragados (CONAMA, 2004). No arroio Portão, o teor de mercúrio atingiu 0,545 mg kg⁻¹, superando o valor correspondente ao nível 2 e indicando uma poluição considerável (FC=4,8). Esse arroio drena uma região de alta concentração industrial, onde se destacam os diversos curtumes instalados em Estância Velha e Portão. De Sapucaia do Sul até a foz, onde os teores de mercúrio variaram de 0,099 a 0,114 mg kg⁻¹, observou-se uma baixa contaminação (FC<1), o que provavelmente expressou a ação de dragas para retirada de areia e manutenção do canal de navegação. A Figura 2 apresenta os resultados do cálculo de FC para os pontos amostrados.

Salienta-se que a comparação dos teores obtidos de mercúrio na fração silte-argila com a Resolução CONAMA N° 344 é indicativa, uma vez que os critérios de qualidade previstos na lei referem-se à amostra de sedimento integral.

► Figura 2 - Fator de contaminação por mercúrio (FC) em amostras de sedimento superficial coletadas na bacia na hidrográfica do rio dos Sinos entre outubro e novembro de 2010.



A avaliação dos dados de mercúrio nas águas superficiais (2000-2010, n=369) revelou a detecção do contaminante em apenas oito oportunidades (0,200 a 0,700 $\mu\text{g L}^{-1}$). Entretanto, dados obtidos para peixes predadores, capturados na prainha de Novo Hamburgo e junto ao arroio Sapiranga, indicaram teores de mercúrio no tecido muscular equivalentes a 0,635 (n=2) e 2,85 mg kg^{-1} (n=1), respectivamente (Gorziza *et al.*, 2011). Esse último valor ultrapassou o limite máximo estabelecido pela ANVISA para consumo humano de peixes predadores, equivalente a 1 mg kg^{-1} .

Conclusão

Mesmo que os teores de mercúrio levantados pela FEPAM para as águas da bacia do rio dos Sinos, no período 2000-2010, apontem para uma contaminação apenas eventual, os resultados desse estudo preliminar despertam preocupação quanto à ocorrência do metal nos outros compartimentos ambientais avaliados. A contaminação considerável por mercúrio observada nos sedimentos do arroio Portão, além dos níveis em desacordo com a legislação verificados na região para peixes predadores, alertam para a necessidade de prosseguimento do estudo, de modo a validar esses dados iniciais. A confirmação dos resultados deverá demandar uma tomada de providências, no sentido de reduzir o risco local de exposição ecológica e humana a esse agente altamente tóxico.

Referências bibliográficas

BISINOTI, M. C.; JARDIM, W. F. O comportamento do metilmercúrio (metilHg) no ambiente. *Química Nova*, v. 27, n. 4, p. 593-600, 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução N° 344 de 25 de março de 2004. *Diário Oficial da União*, Brasília, 07 de maio de 2004.

FÖRSTNER, U.; WITTMANN, G. *Metal pollution in the aquatic environment*. 2. ed. New York: Springer, 1981. p. 486.

GORZIZA, D. F.; MEINCKE, L.; CERVEIRA, C.; RODRIGUES, M. L. K. Risco potencial de exposição humana ao mercúrio por consumo de peixes do rio dos Sinos (RS). In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 10., 2011, São Lourenço, MG. *Anais...* São Lourenço, 2011. CD-ROM.

HAKANSON, L. Aquatic contamination and ecological risk: an attempt to a conceptual framework. *Water Research*, v. 18, n. 9, p. 1107-1118, 1984.

MALM, O.; PFFEIFER, W. C.; BASTOS, W. R.; SOUZA, C. M. M. Utilização do acessório de geração de vapor a frio para análise de Hg em investigações ambientais por espectrofotometria de absorção atômica. *Ciência e Cultura*, v. 41, n. 1, p. 88-92, 1989.

Agradecimentos

À equipe do Serviço de Amostragem da FEPAM, à Lilian Waquil Ferraro (GEO/FEPAM) pela elaboração do mapa e ao Prof. Dr. Fernando Gertum Becker (PPG Ecologia/UFRGS) pelo auxílio na identificação dos peixes. Ao CNPq e à FAPERGS pelas bolsas de Iniciação Científica de Camila Cerveira e Daniela Gorziza e pela bolsa de Apoio Técnico de Larissa Meincke.

Distribuição do tamanho de partículas atmosféricas na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS

Maurício Andrades Paixão¹, Felipe Norte Pereira²,
Daniela Osório Migliavacca^{3,4}, Dayana Milena Agudelo-Castañeda^{4,5}
(co-orientadora), Elba Calesso Teixeira^{4,5}(orientadora)

¹ Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM), Programa de Pesquisas Ambientais – Porto Alegre, RS, Brasil.

² Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM), Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar – Porto Alegre, RS, Brasil.

³ Universidade FEEVALE, Novo Hamburgo, RS, Brasil.

⁴ Universidade do Vale do Rio dos Sinos - São Leopoldo, RS, Brasil.

⁵ Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Porto Alegre, RS, Brasil.

Autor Correspondente:
E. C. Teixeira, Rua Carlos Chagas, 55/802, CEP 90030-020, Porto Alegre, RS, Brasil. Fone: (51) 3288 9408, E-mail: gerpro.pesquisa@fepam.rs.gov.br

Resumo

A maioria das redes de qualidade do ar que utilizam sistemas de amostragem automáticos não alerta em tempo real à população, entretanto, o distribuidor de tamanho determina continuamente e em tempo real a concentração do número de partículas. O objetivo principal do presente trabalho foi estudar a distribuição do tamanho de partículas atmosféricas, nas faixas PR1, PR2,5 e PR10, na Região Metropolitana de Porto Alegre (RS, Brasil), para partículas com diâmetros nas faixas de tamanho <1 µm, 1-2,5 µm e 2,5-10 µm, respectivamente, usando o analisador MP101M com módulo CPM, da Environnement S.A. Os resultados obtidos para a concentração diária do número de partículas por volume (Nbr/L) mostraram que a área de estudo apresenta maior número de partículas finas (1,0-2,5 µm) e ultrafinas (<1,0 µm). Os resultados revelaram concentrações horárias com picos nas primeiras horas do dia, entre 7:00 e 10:00 h, devido ao aumento do fluxo de tráfego. À noite, os dados mostraram concentrações mais elevadas, com um pico às 19:00 h.

Palavras-chave: partículas atmosféricas, poluição do ar, emissão veicular, distribuição de tamanho de partículas.

Size distribution of atmospheric particles in the metropolitan area of Porto Alegre (RS, Brazil)

Abstract

Most air quality networks that use automatic sampling systems do not alert the public in real time, however, the distributor size continuously determines and in real-time the particle number concentration. The main objective of this work was to study the size distribution of atmospheric particles, in PR1, PR2.5 and PR10 ranges, in the Metropolitan Region of Porto Alegre, RS, Brazil, for particles with diameters in size ranges <1 µm, 1-2.5 µm and 10 µm, respectively, using the Environnement S.A. MP101M analyzer with CPM module. The obtained results for the daily number concentration of particles per volume (Nbr/L) showed that the study area has a higher number of fine (1.0-2.5 µm) and ultrafine particles (<1.0 µm). The hourly concentration showed peaks in the early hours of the day between 7:00AM to 10:00AM, due to the increase of traffic flow. At night, the results showed higher concentrations with a peak at 7:00PM.

Keywords: atmospheric particulates, vehicle emission, air pollution, particulate size distribution

Introdução

A poluição do ar é um dos principais problemas enfrentados nas grandes cidades, ameaçando de forma direta a qualidade de vida da população. Dentre os fatores geradores de poluição do ar, destaca-se a emissão de poluentes de veículos automotores (Colville *et al.*, 2001), que são a principal fonte de material particulado nas áreas urbanas (Bathmanabhan e Saragur, 2010). Informações sobre a concentração em massa das partículas podem ser um bom indicador para gerar um alerta de poluição, porém a distribuição do tamanho e da natureza destas partículas são também parâmetros importantes para a determinação do seu potencial impacto à saúde humana (Renard *et al.*,

2010). O distribuidor de tamanho de partículas pode ser utilizado para tal efeito, devido à capacidade de determinação contínua e em tempo real da concentração e distribuição do tamanho das partículas atmosféricas. Existem poucos trabalhos relativos a medidas de partículas ultrafinas e distribuição de tamanho de partículas, dentre os quais citam-se alguns - Shi *et al.* (1999), Hagler *et al.* (2009), Renard *et al.* (2010), Chen *et al.* (2010).

Objetivo

O objetivo principal do presente trabalho foi estudar a distribuição do tamanho de partículas atmosféricas, nas faixas PR1, PR2,5 e PR10, na Região Metropolitana de Porto Alegre, para partículas com diâmetros nas faixas $<1 \mu\text{m}$, $1-2,5 \mu\text{m}$ e $2,5-10 \mu\text{m}$, respectivamente.

Materiais e métodos

As medidas são organizadas em períodos e ciclos, sendo que, no presente trabalho, os ciclos foram de 24 horas e os períodos de 15 minutos. O banco de dados foi montado a partir dos dados brutos registrados no aparelho de amostragem. Foram realizadas médias horárias e diárias dos dados dos meses de agosto, setembro e outubro do ano de 2010, na estação de Sapucaia do Sul. O equipamento utilizado para análise de material particulado foi o MP101M com módulo CPM, da Environnement S.A (Figura 1). O MP101M com módulo CPM (Environnement S.A) é um analisador automático de concentração de partículas, com base na medição da quantidade de radiação absorvida por uma amostra, quando exposta a uma fonte radioativa.



Resultados

A Figura 2 mostra as médias diárias do número de partículas por volume (Nbr/L) - PR1 ($<1,0 \mu\text{m}$), PR2,5 ($1,0-2,5 \mu\text{m}$) e PR10 ($2,5-10 \mu\text{m}$). Os resultados revelam maior número de partículas finas (PR2,5) e ultrafinas (PR1), com concentrações de 23,7 Nbr/L e 14,9 Nbr/L, respectivamente. As partículas grossas (PR10) apresentaram uma concentração média diária de 6,99 Nbr/L.

A Figura 3 apresenta as médias horárias do número de partículas por volume (Nbr/L) PR1 ($<1,0 \mu\text{m}$), PR2,5 ($1,0-2,5 \mu\text{m}$) e PR10 ($2,5-10 \mu\text{m}$). Estes dados mostram picos nas primeiras horas do dia, entre 7:00 h e 10:00 h, podendo ser atribuídos ao aumento do fluxo de tráfego (*rush hours*). À noite, os valores foram mais elevados, devido, principalmente, à diminuição da dispersão atmosférica característica da camada limite noturna (Stull, 1997). Isto concorda com os estudos de diversos autores (Yli-Tuomi *et al.*, 2005; Hagler *et al.*, 2009; Chen *et al.* 2010), os quais destacam que, em ambientes urbanos com alto fluxo veicular, existe uma elevada emissão de partículas finas e ultrafinas.

▲ Figura 1. Analisador MP101M com módulo CPM (Fonte: Environnement, 2010).

Figura 2

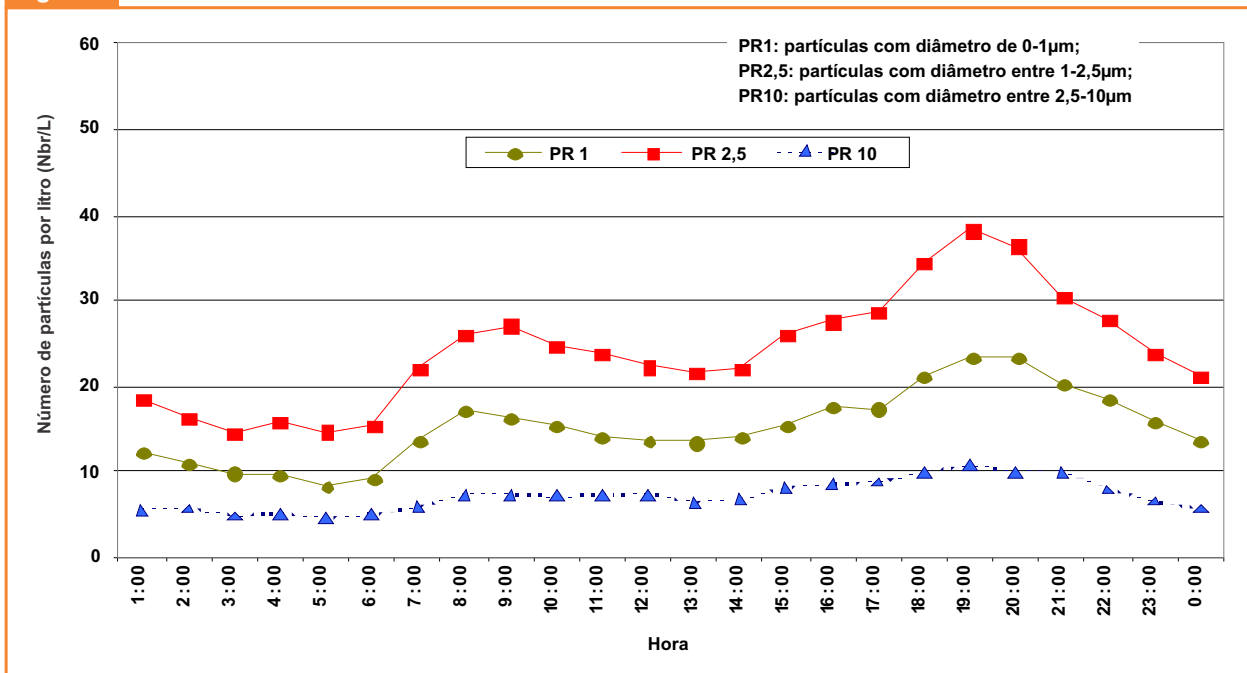
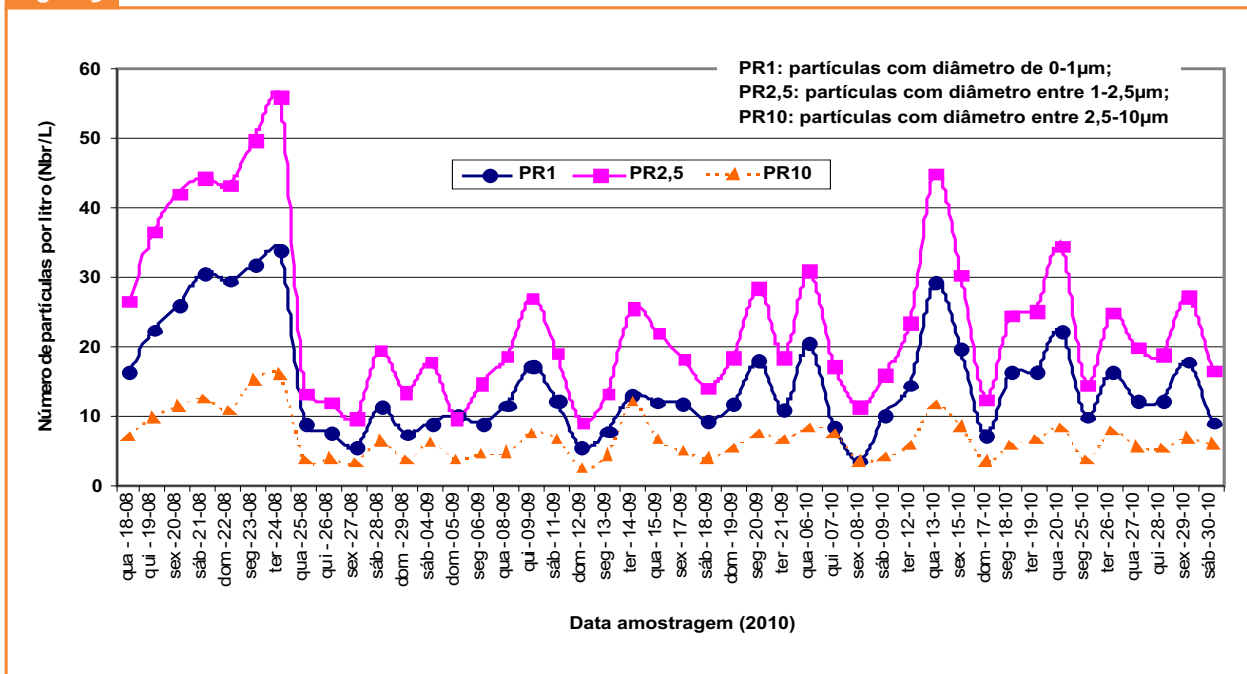


Figura 3



▲ Figura 2. Médias diárias de PR1, PR2,5 e PR10.

▲ Figura 3. Médias horárias de PR1, PR2,5 e PR10.

Conclusões

O comportamento diário mostra que a concentração do número das partículas ultrafinas (<1 μ m) e finas (1-2,5 μ m) foi mais elevada para o período estudado. A concentração média horária do número de partículas apresentou valores superiores para partículas ultrafinas e finas nos horários do início da manhã (8:00 - 9:00 h) e à noite (19:00 - 20:00 h), revelando a influência do tráfego veicular e da incidência da radiação solar.

Referências bibliográficas

BATHMANABHAN, S.; SARAGUR, S. N. Analysis and interpretation of particulate matter - PM10, PM2.5 and PM1 emissions from the heterogeneous traffic near an urban roadway. **Atmospheric Pollution Research**, v. 1, p.184-194, 2010.

CHEN, S.; TSAI, C.; CHOU, C.; ROAM, G.; CHENG, S.; WANG, Y.; Ultrafine particles at three different sampling locations in Taiwan. **Atmospheric Environment**, v. 44, p. 533-540, 2010.

COLVILE, R. N.; HUTCHINSON, E. J.; MINDELL, J. S.; WARREN, R. F. The transport sector as a source of air pollution. **Atmospheric Environment**, v. 35, p. 1537-1565, 2001.

HAGLER, G. S. W.; BALDAUF, R. W.; THOMAS, E. D.; LONG, T. R.; SNOWC, R. F.; KINSEY, J. S.; OUDEJANS, L.; GULLETT, B. K. Ultrafine particles near a major roadway in Raleigh, North Carolina: Downwind attenuation and correlation with traffic-related pollutants. **Atmospheric Environment**, v. 43, n. 6, p. 1229-1234, 2009.

RENARD, J-B.; THAURY, C.; MINEAU, J-L.; GAUBICHER, B. Small-angle light scattering by airborne particulates: Environment S.S. continuous particulate monitor. **Measurement Sciences and Technology**, v. 21, p. 1-10, 2010.

YLI-TUOMI, T.; AARNIOA, P.; PIRJOLA, L.; MÄKELA, T.; HILLAMOD, R.; JANTUNENA, M. Emissions of fine particles, NO_x, and CO from on-road vehicles in Finland. **Atmospheric Environment**, v. 39, p. 6696-6706, 2005.

SHI, J. P.; HARRISON, R. M.; BREAR, F. Particle size distribution from a modern heavy duty diesel engine. **The Science of the Total Environment**, v. 235, p. 305-317, 1999.

STULL, R. B. **An introduction to boundary layer meteorology**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1997. 670p.

Agradecimentos: À FINEP e à FAPERGS pelo suporte financeiro, no âmbito do Projeto Estruturante Biodiesel. Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica outorgada ao primeiro autor.

A avaliação ambiental integrada como base para a tomada de decisão no licenciamento de hidrelétricas na região hidrográfica do rio Uruguai, RS

Ana Lucia Mastrascusa Rodrigues¹, João Carlos Pradella Dotto¹,
Raquel Barros Binotto², Rafael Cabral Cruz³, Fabio Villela⁴,
Maria Isabel Stumpf Chiappeti¹, Diego Polacchini Carrillo¹

Resumo

Na última década, o órgão ambiental do Estado do Rio Grande do Sul tem utilizado ferramentas de suporte à decisão para a avaliação ambiental integrada de bacias hidrográficas, no processo de licenciamento ambiental de hidrelétricas. Nos estudos desenvolvidos para a região hidrográfica do rio Uruguai foram propostos diagramas de tomada de decisão embasados na análise de fragilidades ambientais, considerando os fatores físicos, bióticos e antrópicos, estruturados em um Sistema de Informações Geográficas. Essa metodologia permitiu a identificação de áreas mais favoráveis ou com menor grau de fragilidade ambiental para a implantação de empreendimentos hidrelétricos nas bacias hidrográficas dos rios Ijuí, Butuí-Piratinim-Icamaquã e Apuaê-Inhandava. Dessa forma, foi possível a hierarquização dos empreendimentos analisados quanto a sua viabilidade de licenciamento ambiental.

Palavras-chave: avaliação ambiental integrada, bacia hidrográfica, hidrelétrica

Integrated environmental assessment as a base for decision-making in licensing hydropower plants in the Uruguay River Hydrographic Region (RS, Brazil)

Abstract

In the last decade, the environmental protection agency of Rio Grande do Sul State, Brazil, has used decision support tools for the integrated watershed environmental assessment in the hydropower plant environmental licensing process. In the studies developed for the Uruguay River Hydrographic Region, decision-making diagrams were proposed based on the analysis of environmental fragilities, considering physical, biotic and anthropic factors, structured in a Geographic Information System (GIS). This methodology allowed identifying more favorable or less environmentally fragile areas to install hydropower plants in the watershed of rivers Ijuí, Butuí-Piratinim-Icamaquã and Apuaê-Inhandava. In this sense, it was possible to classify the projects analyzed according to a hierarchy for feasibility concerning the environmental licensing.

Keywords: integrated environmental assessment, watershed, hydropower plants

Introdução

Nos últimos anos, tem se disseminado, no âmbito do licenciamento ambiental, o uso de ferramentas de geoprocessamento para a avaliação integral e sistêmica de bacias hidrográficas, identificando as dinâmicas das interações entre os fatores ecológicos, econômicos e sociais e, consequentemente, suas fragilidades ou favorabilidades ambientais.

¹Serviço da Região do Uruguai, Departamento de Qualidade Ambiental, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler – FEPAM/RS,

²Superintendência Regional de Porto Alegre (SUREG-PA), Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), Ministério de Minas e Energia (MME),

³Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus São Gabriel/RS,

⁴Simbiota Consultoria Ambiental Ltda.
Autor para correspondência:
A.L. M. Rodrigues
Rua Carlos Chagas,

55/715
CEP: 90030-020, Porto Alegre, RS
Fone: (51) 3288 9407
E-mail:
analmr@fepam.rs.gov.br

Essa abordagem metodológica apresenta como vantagens sobre a análise pontual de cada empreendimento a possibilidade de articulação de todos os aspectos ambientais; a avaliação dos impactos cumulativos e sinérgicos nas fases iniciais dos projetos; a definição da capacidade de suporte do ambiente aos impactos ambientais dos empreendimentos, identificando-se as áreas frágeis à sua implantação; o estudo de alternativas de forma ampla no início das fases de planejamento e a redução do escopo das análises em nível de empreendimento.

Neste sentido, desde 2001, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM) vem desenvolvendo estudos, procurando avaliar o impacto da inserção de uma ou várias barragens na qualidade ambiental de toda a bacia hidrográfica, verificando a viabilidade de licenciamento ambiental de aproveitamentos hidrelétricos (AHEs).

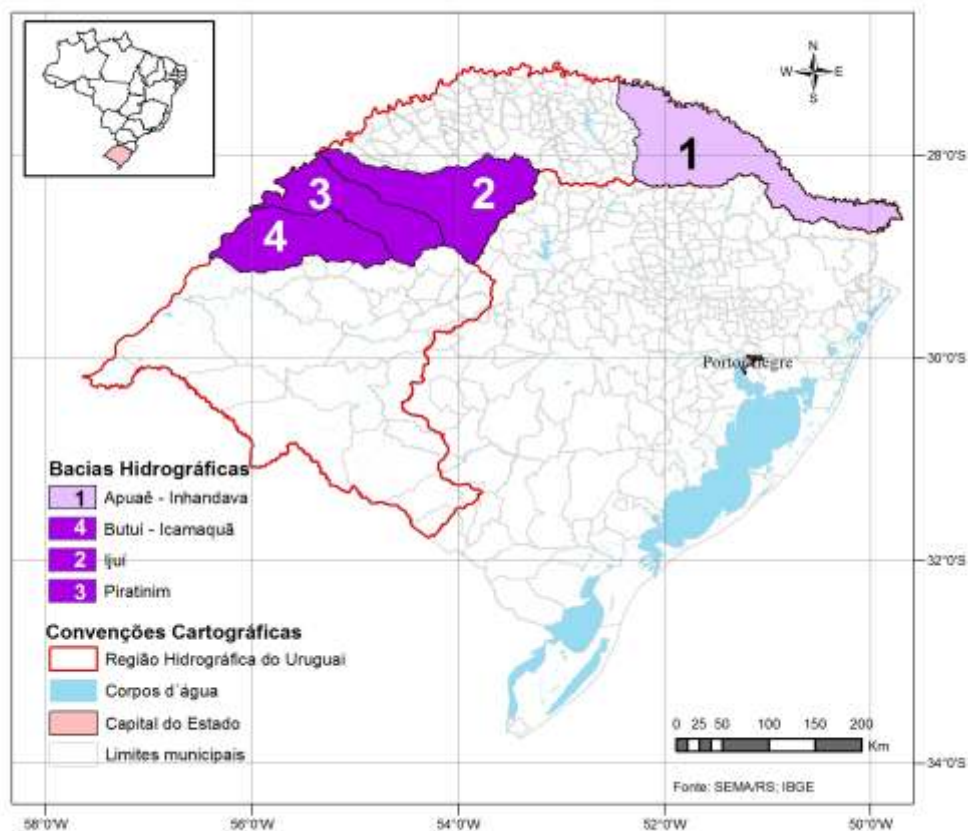
Na presente comunicação técnica é sintetizada a metodologia adotada nas avaliações ambientais integradas implementadas pela equipe técnica do Serviço da Região do Uruguai do Departamento de Qualidade Ambiental da FEPAM/RS para o licenciamento ambiental de hidrelétricas na Região Hidrográfica do Uruguai.

Metodologia

Foram desenvolvidos dois estudos com foco na avaliação ambiental integrada, nas bacias hidrográficas dos rios Ijuí e Butuí-Piratinim-Icamaquã (FEPAM/UFRGS, 2004) e Apuaê-Inhandava (FEPAM/UFSM, 2005), com vistas à análise das fragilidades ambientais e viabilidade de licenciamento de aproveitamentos hidrelétricos. As áreas de estudo estão representadas na Figura 1.

O desenvolvimento metodológico foi direcionado para a combinação de zoneamento hierárquico, efetuado com base em análise multicritério, com a utilização da informação referente à segmentação de trechos de rios, de acordo com a disponibilidade dos mesmos para abrigar habitat de peixes, utilizados como variáveis indicadoras das fragilidades em rede da bacia hidrográfica, aliados às diferenças de fisionomias nas bacias hidrográficas consideradas. A realidade de carência de dados para escala de bacia hidrográfica determinou que as abordagens fossem quali-quantitativas, baseadas em informações secundárias, conhecimento da realidade de campo e contribuições das comunidades das bacias, representadas nos Comitês de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas, as quais foram retrabalhadas para gerar os indicadores de estado e de processo utilizados para compor os índices.

▼ Figura 1. Localização das bacias hidrográficas dos Rios Ijuí e Butuí-Piratinim-Icamaquã e Apuaê-Inhandava



A metodologia aplicada (FEPAM/UFRGS, 2004; FEPAM/UFSM, 2005; MMA, 2010) foi fundamentada na análise de setores de cada bacia hidrográfica que representassem maior ou menor favorabilidade à implantação de barramentos. Considerando os modelos conceituais atuais de rios, foram elencadas variáveis indicadoras de "pressão ou estado" compatíveis com a escala de mapeamento adotada (1:250.000), para as quais existiam dados disponíveis espacializáveis (mapas de solos, de drenagem, de geologia, etc.) (FEPAM/UFRGS, 2004).

▼ Quadro 1. Mapas síntese, fatores e restrições utilizados em cada estudo

Assim, foram elaborados os mapas de variáveis (fatores) e os mapas de restrição, os quais, após sucessivos cruzamentos, resultaram em mapas sínteses, específicos para cada estudo (Quadro 1).

Bacia dos rios Apuaê-Inhandava		Bacias dos rios Ijuí e Butuí-Piratirim-Icamaquã	
Mapas síntese	Mapas fatores	Mapas síntese	Mapas fatores
Meio antrópico	Marcos de fronteira	Meio antrópico	Marcos de fronteira
	Rodovias		Rodovias
	Áreas urbanas		Áreas urbanas
	Rotas de tropeiros		Rotas de tropeiros
	Índice fundiário		Índice fundiário
Meio físico terrestre	Declividades	Meio físico	Geomorfologia
	Geomorfologia		Solos
	Geologia		DBO esgotos
	Solos		DBO indústria
Meio físico qualidade da água	DBO esgotos		DBO rebanhos
	DBO indústria		Área agrícola
	DBO rebanhos		Áreas mineração
	Área agrícola		Carga metal
	Áreas mineração		
	Carga metal		
Meio aquático	Fauna íctica	Meio aquático	Fauna íctica
	Densidade de confluências		Trechos livres de rios
	Ângulo de confluências		Endemismo
	Distância entre tributários		
	Endemismo		
Meio biótico terrestre	Vegetação	Meio biótico terrestre	Vegetação
	Áreas de alto valor para a biodiversidade		
	Fauna terrestre		Fauna terrestre
	Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA)		
Mapas restrições		Mapas restrições	
Áreas indígenas		Áreas indígenas	
Unidades de conservação		Unidades de conservação	
Zona núcleo da RBMA			

Fonte: FEPAM/UFRGS (2004); FEPAM/UFSM (2005)

A integração dos mapas síntese permitiu a extração de índices ambientais, que representam a magnitude de cada variável e que foram utilizados para avaliação dos impactos considerados (FEPAM/UFRGS, 2004), propiciando a hierarquização dos empreendimentos quanto à viabilidade de licenciamento ambiental.

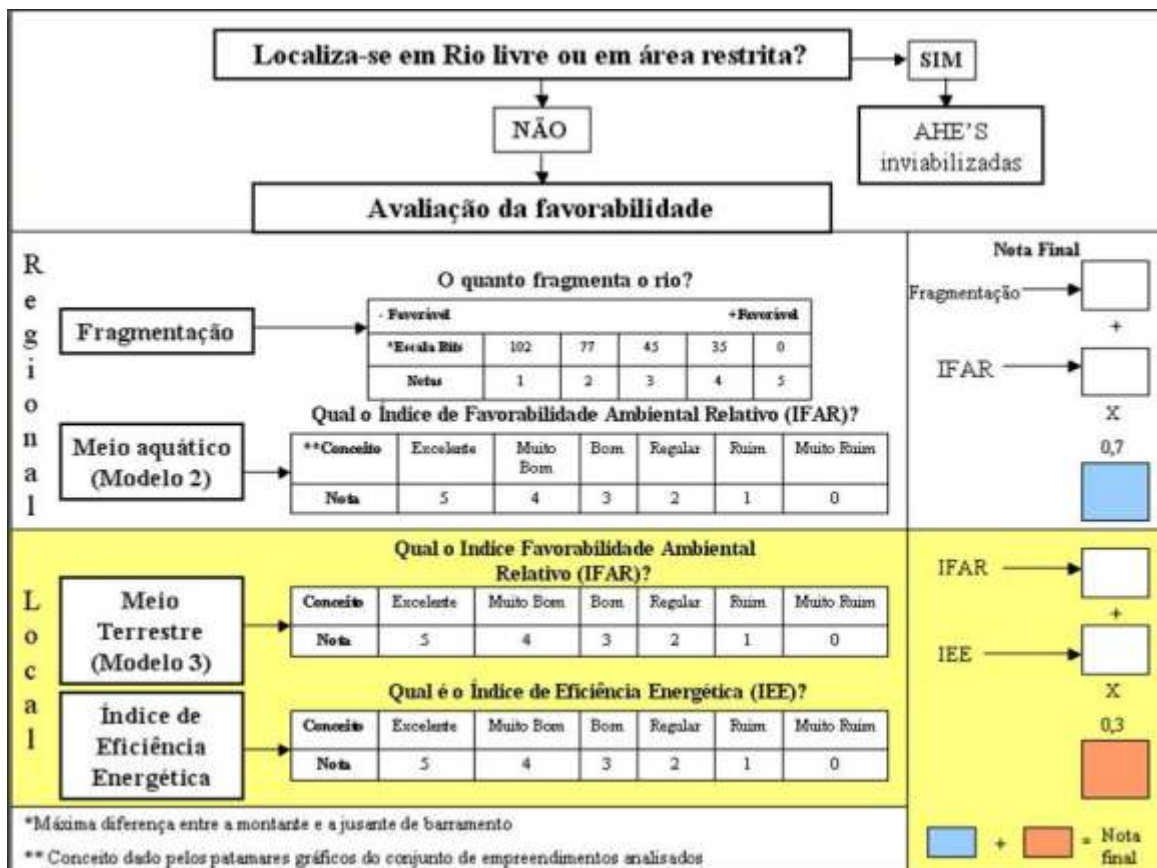
Resultados e Discussão

Com base na abordagem metodológica descrita e nos estudos de inventários hidrelétricos concluídos na época, foram estruturados dois diagramas de tomada de decisão, um para cada estudo, elencando os empreendimentos hidrelétricos passíveis ou não de licenciamento ambiental.

O diagrama de tomada de decisão para as bacias hidrográficas dos rios Ijuí e Butuí-Piratinim-Icamaquã consta no Capítulo 7, publicado em FEPAM/UFRGS, 2004, disponível no site da FEPAM. Na Figura 2, é apresentado o respectivo diagrama para a bacia hidrográfica do Apuaê-Inhandava. Esse diagrama representa as etapas de análise dos empreendimentos, mostrando os níveis hierárquicos dos critérios de fragilidade ambiental, ou sua recíproca - a favorabilidade ambiental, iniciando por uma análise regional (região hidrográfica do Uruguai), até o nível de impacto local. O resultado da aplicação dessa ferramenta é descrita a seguir passo a passo.

Preliminarmente à avaliação do primeiro nível (regional), adotou-se um dos critérios da Comissão Mundial de Represas (CMR), para análise de impacto de barragens em rede, qual seja, a presença de pelo menos um rio livre de barramentos por tipologia de rio ou fisionomia da paisagem (CMR, 2000). Foi considerada, ainda, a localização dos empreendimentos em áreas restritas identificadas na área de estudo (unidades de conservação de proteção integral, zona núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e áreas indígenas). Na sequência, a partir dos indicadores do estudo desta bacia hidrográfica, foram considerados dois níveis de impacto dos empreendimentos, um de caráter regional (sobre a bacia) e outro local, considerando o entorno do empreendimento. No nível regional, foram considerados os critérios de fragmentação e o modelo do meio aquático e no nível local o modelo do meio terrestre e a eficiência energética (relação potência/área alagada).

▼ Figura 2. Diagrama de tomada de decisão da bacia hidrográfica dos rios Apuaê-Inhandava



A nota final de cada empreendimento foi obtida pelo somatório das notas dos fatores do nível regional (fragmentação e meio aquático modelo 2) multiplicado por 0,70 (peso relativo de 70%) acrescido do somatório das notas dos fatores do nível local (meio terrestre modelo 3 e eficiência energética) multiplicado por 0,3 (peso relativo de 30%). Os pesos relativos adotados para a composição da nota final foram definidos com base nos resultados do estudo da bacia dos rios Apuaê-Inhandava (FEPAM/UFSM, 2005), que mostraram, por meio de índices, o impacto que cada empreendimento causa sobre o estado de fragmentação da rede fluvial, recomendando que os mesmos fossem relativizados, como proposto em FEPAM/UFRGS, 2004. De posse das notas finais de cada empreendimento, foram estabelecidos quais eram passíveis ou não de licenciamento, dentro da escala de favorabilidade definida (Binotto *et al.*, 2011).

Conclusão

A partir da metodologia empregada foi possível: i) compatibilizar todas as questões ambientais; ii) identificar os impactos cumulativos e os efeitos sinérgicos nas etapas iniciais dos projetos das usinas hidrelétricas; e iii) reduzir o escopo da análise ao nível de empreendimento, onde são elaborados os estudos de impacto ambiental ou outros estudos simplificados. O sucesso dessa experiência validou a aplicação da metodologia em outras áreas, otimizando os procedimentos operacionais no órgão ambiental e tornando o processo de licenciamento ambiental mais rápido e eficaz.

Referências bibliográficas

BINOTTO, R. B.; RODRIGUES, A. L. M.; CARILLO, D. P.; DOTTO, J. C. P.; CHIAPPETTI, M. I. S.; VILLELA, F.; CRUZ, R. C. O uso de sistemas de suporte à decisão no licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos situados na Região do Uruguai, Estado do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15, 2011, Curitiba. **Anais ...** São José dos Campos, SP: INPE, 2011. p. 4704-4711.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Projeto Frag-Rio. **Relatório Etapa 1.** São Gabriel: UNIPAMPA/UFSM, 2010. 296 p. (Desenvolvimento metodológico e tecnológico para avaliação ambiental integrada aplicada ao processo de análise de viabilidade de hidrelétricas). (Não publicado).

COMISION MUNDIAL DE REPRESAS. **Represas y desarrollo:** un nuevo marco para la toma de decisiones. El reporte final de la Comision Mundial de Represas. Cape Town: CMR/Global Water Partnership/Unión Mundial para la Naturaleza, 2000. 444 p.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL; UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Centro de Ecologia. **Análise de fragilidades ambientais e da viabilidade de licenciamento de aproveitamentos hidrelétricos dos rios Ijuí e Butuí-Piratinim-Icamaquã, região hidrográfica do rio Uruguai, RS.** Porto Alegre: FEPAM/UFRGS, 2004. 1 CD-Rom: il. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/hidreletrico_uruguai/arquivos/inicio.html> Acesso em 11 out. 2010.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Análise de fragilidades ambientais da bacia hidrográfica dos rios Apuaê-Inhandava, situada na região hidrográfica do rio Uruguai.** Santa Maria: FEPAM/UFSM, 2005. 65 p. (Não publicado).

Ecologista da FEPAM é eleito patrono da Feira do Livro de Novo Hamburgo

O agrônomo e ecologista Arno Leandro Kayser, que atua na Divisão Agrossilvipastoril (DASP) da FEPAM, foi escolhido patrono da 29ª Feira do Livro de Novo Hamburgo. O evento ocorreu entre os dias 07 e 16 de outubro de 2011.

“Para mim, foi uma experiência gratificante, um reconhecimento do meu trabalho e do tema meio ambiente, que tem crescido bastante nos últimos anos”, comentou Kayser, que destacou a receptividade do público. Eleito patrono com mais de 70% dos votos, Arno já teve mais de 800 artigos publicados em periódicos desde 1982, além de livros e peças de teatro, sempre com a temática ambiental em destaque.

Entre os livros mais conhecidos escritos por Arno Kayser destacam-se “A Reconciliação com a Floresta” e “Verde no Cinza”, além de “A Borboleta que queria Morrer”, lançado neste ano. O trabalho do patrono da Feira do Livro de Novo Hamburgo pode ser conferido no site <http://arnokayser.wordpress.com/>.

FEPAM e FZB promovem a VII Jornada de Iniciação Científica do Meio Ambiente

Com o objetivo de estimular a formação de jovens pesquisadores na área ambiental, a FEPAM e a FZB promoveram a realização da VII Jornada de Iniciação Científica – Meio Ambiente, em Porto Alegre, entre 23 e 26 de agosto de 2011. Participaram do evento várias instituições dedicadas à pesquisa na área ambiental no Rio Grande do Sul - FEPAM, FZB, FEEVALE, UFRGS, ULBRA, UNIJUÍ, UNISC, UNISINOS e UNIVATES, gerando um total de 94 trabalhos, que foram apresentados oralmente e na forma de pôster. Vinculados às diferentes linhas de pesquisa institucionais, os resumos dos estudos apresentados na Jornada encontram-se publicados em via impressa e digital, além de disponibilizados em <http://www.fepam.rs.gov.br>.

Bolsistas e estagiários da FEPAM, ligados a Programas de Bolsas de Iniciação Científica (CNPq, FAPERGS) ou à Fundação para o Desenvolvimento de Recursos Humanos (FDRH), apresentaram 29 trabalhos na Jornada. Três desses trabalhos obtiveram destaque nas seguintes seções temáticas:

- Genética Toxicológica: “Avaliação genotóxica em área exposta a preservantes de madeira através de ensaio cometa e análise de micronúcleo em linhagem V79”, de autoria de Melissa dos Santos Teixeira (FEPAM, UNISINOS), Cristina A. Matzenbacher (FEPAM, UNISINOS), Samyra A. C. Silva (FEPAM, UNISINOS), Emilene A. Nunes (FEPAM) e Clarice Torres de Lemos (FEPAM, orientadora);

- Geoquímica Ambiental: “Estudo da distribuição do tamanho de partículas atmosféricas na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS”, de autoria de Maurício Andradas Paixão (FEPAM, UFRGS), Felipe Norte Pereira (FEPAM), Daniela Osório Migliavacca (FEEVALE, UNISINOS), Dayana Milena Agudelo-Castañeda (FEPAM, UFRGS) e Elba Calessio Teixeira (FEPAM, UFRGS, orientadora);

- Química Ambiental: “Investigação da contaminação por mercúrio no trecho inferior do rio dos Sinos”, de autoria de Camila Cerveira (FEPAM, UFRGS), Larissa Meincke (FEPAM), Daniela Gorziza (FEPAM, UFRGS), Celso Troian de Carvalho (FEPAM) e Maria Lucia Kolowski Rodrigues (FEPAM, orientadora).

Entre os trabalhos premiados, dois estão publicados nessa edição de FEPAM em Revista, na forma de artigos científicos.

Comentários à Resolução CONAMA N° 420/2009

Mário Rogério Kolberg Soares

Serviço de Licenciamento de Áreas Industriais em Implantação (SELA), Divisão de Controle da Poluição Industrial (DICOPI), Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM)
Rua Carlos Chagas, 55 – Porto Alegre, RS
CEP 90030-020, Brasil
Fone: (51) 3288 9488
E-mail: mariorks@fepam.rs.gov.br

A Resolução CONAMA N° 420/2009, de 28 de dezembro de 2009, que “*dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas*”, objetiva suprir uma importante lacuna existente nos instrumentos de gestão e licenciamento ambiental, referente à necessidade de conhecimento e monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea, em áreas que foram ou estão sendo utilizadas por atividades econômicas com potencial impacto de contaminação.

A Resolução estabelece “critérios e valores orientadores” para a prevenção da contaminação de solos e águas subterrâneas, que são bens públicos e reservas estratégicas para o abastecimento futuro. Para tal, define uma metodologia de ação a ser observada nos licenciamentos ambientais, objetivando assegurar a manutenção da qualidade ambiental e evitando a perpetuação de “passivos” escondidos nos subterrâneos de áreas impactadas, muitas delas situadas em núcleos urbanos.

Os procedimentos e ações de investigação e de gestão a serem adotados pelos órgãos ambientais, responsáveis pelo licenciamento em áreas com potencial ou suspeita de contaminação, contemplam as etapas de identificação, diagnóstico e, por fim, intervenção. A FEPAM utiliza esta metodologia para avaliação de áreas impactadas pela atividade industrial, sob demanda específica, conforme a Diretriz Técnica N° 01/2011-DIRTEC/FEPAM, orientando quanto à seguinte sequência de etapas: *investigação preliminar* (levantamento histórico), *investigação confirmatória* (amostragem de solo e água subterrânea, considerando a condição natural de referência da área), *investigação detalhada* (junto aos pontos indicados pela confirmatória) e posterior *avaliação de risco* (decisão quanto às ações de remediação), concluindo com a elaboração do *projeto de remediação* (baseado no risco identificado), seguido de *monitoramento ambiental* (após ação de intervenção).

Considerando a necessidade estabelecida pela Resolução, cabe aos Estados definir os Valores de Referência de Qualidade (VRQ's), característicos de seus diferentes tipos de solo, considerando os parâmetros previamente definidos. Para que esta meta seja atingida até dezembro de 2013, é determinante que este levantamento ocorra em cada Estado, com a participação do Ministério do Meio Ambiente (MMA) na realização de oficinas de capacitação para uniformizar os procedimentos em nível federal.

A Resolução define diretrizes e critérios orientadores a serem implementados de forma padronizada, visando à elaboração de um cadastro nacional de áreas de potencial contaminação, a partir de inventários a serem realizados pelos Estados.

As questões que se colocam diante deste horizonte dizem respeito à definição da metodologia a ser utilizada para este atendimento. Será necessária uma padronização nacional, que responda as seguintes questões: Como realizar este inventário? Qual a padronização para o diagnóstico? Qual o critério de inclusão e priorização das áreas? Que informações deverão ser disponibilizadas ao público? Quais os dados que deverão ser registrados na matrícula do imóvel? Qual o procedimento operacional para este registro? Essas questões fundamentais devem ser aprofundadas, para que o objetivo da Resolução seja atingido.

O cumprimento dessa Resolução é de fundamental importância, frente ao crescimento populacional e aos planos de expansão das grandes cidades. Áreas que no passado foram ocupadas por atividades industriais ou até mesmo pela disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos ou industriais passaram a compor hoje os perímetros urbanos dos municípios. Essas áreas acabam sendo alvo de especulação imobiliária, necessitando ser investigadas preliminarmente, sob pena de habitações serem construídas sobre um solo contaminado, resultando em custos e ações de remediação de difícil quantificação, podendo inclusive inviabilizar o empreendimento.

Destacamos por fim, a implicação da gestão inadequada de resíduos sólidos como uma das origens de “passivos ambientais”, configurando a aplicação do dispositivo legal da responsabilidade solidária do gerador dos resíduos. Portanto, na elaboração do “Plano de Gestão de Resíduos” dos diferentes empreendimentos, faz-se importante a definição de procedimentos técnicos seguros e a escolha de parceiros que possam minimizar o risco de contaminações, que implicarão em grandes investimentos futuros em ações de remediação.

Bibliografia Comentada

BIODIESEL. Coord. Elba Calesso Teixeira, Flávio Wiegand e Marino Tedesco. Porto Alegre: FEPAM, 2011. 141 p.

O livro Biodiesel: Impacto Ambiental Agronômico e Atmosférico é o resultado de um trabalho desenvolvido na Temática Ambiental do Projeto Estruturante em Agroenergia do Estado do Rio Grande do Sul.

O livro apresenta-se dividido em duas seções: Impactos Agronômicos e Impactos Atmosféricos. A primeira parte faz referência aos impactos gerados pela cultura e pela industrialização da matéria prima utilizada para a fabricação de biocombustíveis, tal como o destino final a ser dado ao resíduo do processo de extração de óleo combustível. A segunda parte está relacionada ao uso dos biocombustíveis: seu potencial de produção, consumo e emissões atmosféricas associadas, que foram apresentadas através de um Inventário de Emissões de Fontes Móveis na Região Metropolitana de Porto Alegre. Além disso, apresenta um estudo de modelagem atmosférica de dispersão de poluentes, considerando as reações químicas e fotoquímicas da atmosfera.

Este projeto se mostrou de extrema relevância, pois apresentou o biodiesel como uma alternativa energética viável, por ser um combustível sustentável, de alto valor agregado, gerador de postos de trabalho e de receitas públicas, distribuidor de renda, e com significativo ganho ambiental quanto às emissões atmosféricas. Além disso, é importante destacar a qualidade da pesquisa, já que essa também é uma das atividades fins da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (FEPAM).

Literatura de Cordel

O poema de cordel *Um meio ambiente diferente* foi escrito pela Engenheira Química Maria da Conceição Marques Anghinoni, que exerce suas atividades profissionais no Departamento de Qualidade Ambiental da FEPAM. Nascida em Recife (PE), a autora radicou-se em Porto Alegre em 1974. Conforme relata Conceição, a literatura de cordel é uma literatura popular escrita de forma rimada, originada em relatos orais e impressa em folhetos. Esta forma literária, oriunda de Portugal, chegou ao Brasil com os colonizadores e se instalou no Nordeste brasileiro, onde se popularizou e está presente até hoje. O nome cordel deve-se à forma como esses folhetos eram (e ainda são, em muitos casos) expostos para a venda. Inicialmente, pendurados em barbantes, cordões (cordéis). Os temas abordados são os fatos do cotidiano, históricos, políticos e religiosos, entre outros, que podem virar um cordel. Devido a sua popularidade, complexidade e importância, foi criada, em 1988, a Academia Brasileira de Literatura de Cordel.

Um Meio Ambiente Diferente

O termo “MEIO AMBIENTE”
É um tanto indefinido
Analisando em detalhes
Nos deixa até confundidos
Então, na morfologia
Eu fui buscar o sentido
É um meio ou um todo?
Problema a ser entendido

A Matemática explica
Que meio sempre é fração
Meio é também metade
De um todo em questão
Mas na língua portuguesa
Ambiente e meio são
Substantivos sinônimos
Assim ensina a lição

Pra clarear esta historia
Fiz uma reflexão
Pois, se meio é ambiente
Tá armada a confusão
Então são dois ambientes?
Meu Deus, que situação!
Metade dum ambiente
(... se pensarmos em fração)

Pra maior compreensão
Deixe de lado a grafia
O conceito das palavras
É pura filosofia
Se ligue na natureza
Que responde a cada dia
Converte meio em inteiro
Totalmente em harmonia

O mar, a terra e o ar
É um único ambiente
Está tudo entrelaçado
Tal qual anéis na corrente
Incluindo inanimados
Também cada ser vivente
Um dependendo de todos
E tudo, de um dependente

Estamos numa cadeia
Onde a vida foi um dia
A criadora de elos
Que uma teia esculpia
Formando imenso complexo
Mas nunca se explicaria
Detalhes inda que simples
Enigma se tornaria

Quando o homem “ficou pronto”
Passou a raciocinar
Não se viu dentro do meio
Tratou de se separar
Sentou-se então na plateia
E passou a contemplar
Inteiramente o meio
Que viria a explorar

Na ânsia de progredir
Foi fazendo inovação
O progresso de um lado
Do outro, a destruição
E a terra a receber
Tamanha poluição
Reage, devolve o troco
Trazendo preocupação

Somos espécies endêmicas
Do planeta onde nascemos
Se a Terra destruímos
Nossa existência perdemos
Entendamos de uma vez
Que harmonia teremos
Tratando o meio como um todo
E assim sobrevivemos.

**Maria da Conceição Marques
Anghinoni**

Porto Alegre, 2011

O Ar

O poema O AR é de autoria de Enilson Gonçalves, chefe de gabinete da Presidência da FEPAM. Trata-se de um poema concretista, que serviu de base para a produção do filme homônimo, de 2009. O filme foi inscrito em vários festivais, entre eles a 34ª Mostra Internacional de Cinema de São Paulo e o Festival de Curtas do Rio de Janeiro, ambos em 2010. A locução do poema no filme é feita pelo cantor, compositor e escritor Jorge Mautner.

O AR
Os ventos estão contidos no ar
No Ar
Não há só Ventos
No Ar, já não
Não há mais Ar
Os sons estão contidos no Ar
O Ar estará contido de aromas em breve
No Ar das folhas continha vida
O necessário das desnecessidades humanas que se alastrava sem poder respirar.
Pára há vida
Pára Ar
No Ar das cores é ausência de brancos e pretos.
Na cor o AR é um todo igual
Os matizes precisam de Ar
No Ar do pensar não há diferença
Na ausência do AR
Não faz nenhum sentido ser igual
Luz no vazio
No Ar o pensAR
É colorido
O descolorido é ausência
O vazio contraditório reproduz o pensamento
No Ar a imaginação se propaga
E aquele Ar que ao negAR segue a transformar
Pois;
Há Ar no transformar
Nos aromas, Ar já não Há
Há Ar no pensar
Mas não há Ar no morrer
Não faz nenhum sentido ser desigual
O sim não Há.
Só nas gotas do nunca
No oceano do sempre
Que derretem-se no AR
Os estouros rotundos que;
Revelam o propagar do pensar no Ar
E o Ar inspira que os ventos.
Protagoniza a dor
Reconditam-se na parte do pó
Na poeira não há Ar.

Muito menos no pueril, só há Ar no poetizar
E no fogo queima o ar de coisas
O Desnecessário da necessidade humana que se alastra sem poder respirar.
Pois, é no Ar dos ventos é que expiram pedras,
falas inúteis o expiram o velho.
Pois, é no Ar do velho que contem o vento novo da vida.
O Ar não traz dor
Morte não dói para quem morreu. Então há ar
Nos sonhos humanos
Só Há Mar no meu pensar....
E agora é definitivo só existir Ar em transforMAR em há Mar num grande Pensar o AR....

Enilson Gonçalves

Porto Alegre, 2004

A revolta dos índios

A fiscalização tinha um longo roteiro a ser percorrido naquele dia. Uma denúncia na barranca do rio Uruguai e outro problema no centro de uma cidadezinha. Por asfalto, uma volta de mais de duzentos quilômetros.

Localizar o primeiro caso demorou muito mais tempo do que o imaginado. O segundo local tinha que ser visto ainda com luz do dia e já era metade da tarde. Consultando o mapa rodoviário viram que havia uma estrada de chão, entre os dois locais, que encurtava o caminho em uns 100 quilômetros. Resolveram tocar por ali mesmo. A estrada era esburacada e cheia de mato na volta. Cruzava uma reserva indígena. Na metade do caminho, logo depois de cruzarem uma ponte, depararam-se com um grande grupo de índios nos dois lados da estrada. Faziam sinais insistentes para que o carro parasse. A pressa, no entanto, era grande e não havia tempo para oferecer ajuda ou carona.

Com uma certa dose de pena eles tocaram adiante, deixando os índios para trás. Uma hora mais tarde alcançaram o local da segunda vistoria.

À noite, no telejornal, souberam que havia um conflito de liderança entre dois caciques em torno da chefia da comunidade. Até troca de tiros houvera. Sem vítimas, felizmente.

Mas o clima estava tenso na região. Uma equipe de negociação havia ficado presa pelos grupos em conflito. Pela descrição dos fatos, viram que tinha sido alguns minutos depois de terem passado por aquele grupo na ponte.

Arno Leandro Kayser

Divisão Agrossilvipastoril (DASP), FEPAM, e-mail: arnok@fepam.rs.gov.br

Normas para apresentação de trabalhos

Informações gerais

A Revista recebe contribuições de textos dentro das seguintes categorias de seções: Artigo Técnico, Artigo de Revisão, Comunicação Técnica, Relato de Experiências, Relato de Eventos, Bibliografia Comentada, Notícias Gerais, Legislação Ambiental, Tradução de Trabalho, Destaque Fotográfico, Almanaque Ambiental e Conversa com o Leitor. A elaboração das demais seções estará a cargo da Comissão Editorial.

1 Normas de apresentação para todas as categorias:

- 1.1- O estilo de redação deverá ser claro e coerente na exposição das idéias, observando-se o uso adequado da linguagem. Sugere-se ao autor que o trabalho passe por uma revisão gramatical antes de seu encaminhamento à Comissão Editorial da Revista.
- 1.2- Os trabalhos deverão ser digitados com o editor de texto Microsoft Word versão 6.0 ou superior.
- 1.3- Em folha anexa ao corpo do texto, deverá (ão) constar o(s) nome(s) completo(s) do(s) autor(es) (ou, se necessário, a forma preferencial de sua citação), seguido(s) do nome e local da instituição à qual está(ão) vinculado(s).
- 1.4- No caso de trabalho elaborado por vários autores, designar o autor principal para envio de correspondência, com endereço postal completo, telefone, fax e e-mail.
- 1.5 - O autor principal é responsável por certificar-se de que todos os co-autores do manuscrito tenham aprovado a versão final do mesmo. Uma carta de encaminhamento do artigo deverá ser assinada por todos os autores, consentindo na publicação do trabalho, indicando seu número de CPF.
- 1.6 - É também responsabilidade do autor principal assegurar que os trabalhos tenham sido previamente aprovados pela(s) instituição(ões) de origem, quando houver.
- 1.7 - Todo o apoio e financiamento por instituições de fomento deverão ser citados.
- 1.8 - A FEPAM em Revista não se responsabiliza por incorreções no conteúdo científico do trabalho, sendo os autores responsáveis pelo mesmo.
- 1.9- Os trabalhos submetidos deverão ser inéditos e não deverão ter sido, simultaneamente, submetidos a qualquer outro periódico. No caso de desistência da publicação por parte dos autores, durante o processo de avaliação, essa deverá ser comunicada por escrito à Comissão Editorial. Após o recebimento dessa comunicação, será enviada uma confirmação de recebimento aos autores, encerrando-se, assim, o processo de avaliação da submissão.
- 1.10- Os autores concordam em ceder os direitos autorais dos conteúdos publicados à FEPAM em Revista.
- 1.11- Os títulos e subtítulos deverão estar em negrito e ter apenas a primeira letra da primeira palavra em maiúscula.
- 1.12- O texto deverá ser escrito em português, utilizado-se o tipo Times New Roman, com tamanho de fonte 12, espaço 1,5 entre linhas e parágrafos, alinhamento justificado, papel A4, páginas não numeradas, margens superior e inferior com 2,5 cm e margens esquerda e direita com 3,0 cm.
- 1.13- Palavras estrangeiras deverão ser citadas em itálico. Nomes científicos de espécies e substâncias químicas, bem como unidades de pesos e medidas, deverão obedecer às regras e padrões internacionais de nomenclatura.
- 1.14- As referências bibliográficas deverão estar de acordo com a NBR-6023 da ABNT, disponível na Biblioteca da FEPAM.
- 1.15 - Os editores reservam-se o direito de fazer adaptações na forma do texto, para manter a uniformidade da revista.
- 1.16- Os trabalhos deverão ser encaminhados em 01 (uma) via impressa em papel não timbrado e em meio digital, por CD-ROM ou por e-mail, para o endereço abaixo:

Comissão Editorial - FEPAM
Rua Carlos Chagas, 55, Térreo
CEP 90030-020 - Porto Alegre - RS
e-mail: comissaoeditorial@fepam.rs.gov.br

2 Normas para Artigo Técnico, Revisão de Literatura, Comunicação Técnica e Tradução de Trabalho:

A seleção dos trabalhos incluídos nas categorias acima será realizada pelos membros da Comissão Editorial, que decidirão sobre sua aceitação ou recusa, sem conhecimento de sua autoria (*blind review*). Tal prática assegura isenção, agilidade e objetividade do processo de seleção dos trabalhos.

- 2.1- Extensão dos textos: Artigos Técnicos e de Revisão de Literatura deverão ter no mínimo 05 laudas e no máximo 12 laudas (tamanho A4). Comunicações Técnicas deverão ter no máximo 06 laudas e Traduções de Trabalho, no máximo, 10 laudas.
- 2.2- Título do artigo: em português e em inglês, deverá ser conciso, claro e expressar o conteúdo geral do artigo.
- 2.3- Resumo e **Abstract**: cada artigo deverá ser acompanhado de resumo em português e **Abstract** em inglês, com extensão máxima de 200 palavras cada.
- 2.4- Palavras-chave: deverão ser fornecidas de três a cinco palavras-chave ou termos-chave em português e em inglês (**keywords**) visando à confecção de instrumentos de busca. A Comissão Editorial poderá, a seu critério, substituir ou acrescentar palavras-chave, as quais entenda pertinentes ao conteúdo apresentado e que possam melhor auxiliar na recuperação dos trabalhos.
- 2.5- A inclusão de ilustrações, gráficos, desenhos, quadros, tabelas, fotografias, etc. deverá se restringir ao necessário para o entendimento do texto. Esses elementos deverão estar localizados o mais próximo possível do trecho onde são mencionados e estar acompanhados de suas respectivas legendas ou títulos. Fotografias e demais imagens digitalizadas deverão preferencialmente estar em formato jpeg ou bmp ou tif, podendo ser apresentadas em arquivos separados, com a indicação de sua localização no trabalho. A dimensão máxima deverá ser de 14 x 23 cm.
- 2.6- Citações de até 03 (três) linhas deverão ser incluídas no texto entre aspas duplas. Citações com mais de 03 linhas deverão ser recuadas 04 cm a partir da margem, com recuo tamanho de fonte 10, espaçamento simples.
- 2.7- Corpo do texto: deverá ter uma estrutura lógica e sequencial de apresentação, sendo subdividido em subtítulos indicativos dos tópicos abordados. Dependendo do tipo de trabalho a ser relatado, isto é, experimental ou teórico, esse poderá ter uma das seguintes estruturas, respectivamente: (a) Introdução, Material e Métodos (ou Metodologia), Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências Bibliográficas; (b) Introdução, Considerações Teóricas, Conclusões e Referências Bibliográficas.

3 Normas para as demais seções:

- 3.1- Conversa com o Leitor: O texto poderá ser livre, não excedendo 300 palavras. O nome, a instituição e o e-mail do remetente deverão ser citados no final do texto. A Comissão Editorial reserva-se o direito de fazer adequações à gramática do texto, se necessário.
- 3.2- Notícias Gerais: Texto livre, objetivo e conciso, com cerca de 600 palavras e título, contendo informações precisas, com todas as indicações e referências necessárias à divulgação. O nome, a instituição e o e-mail do colaborador deverão ser citados no final do texto.
- 3.3- Bibliografia Comentada: O texto de cerca de 600 palavras deverá conter a referência completa da obra comentada, inclusive o ISBN ou ISSN e, se for o caso, o preço. O nome, a instituição e o e-mail do colaborador deverão ser citados no final do texto.
- 3.4- Relato de Experiências e Relato de Evento: Texto livre de cerca de até 1.500 palavras (03 laudas em formato A4), podendo ter ilustrações, citações e referências bibliográficas.
- 3.5- Legislação Ambiental: Texto livre de cerca de até 1.500 palavras (03 laudas A4) com a identificação da lei, decreto, resolução, portaria, etc., incluso no título. O corpo do texto deverá apresentar o comentário/explicação/análise e a referência completa do instrumento legal, isto é, seu número, data de publicação e local de acesso ao mesmo.
- 3.6- Almanaque Ambiental: Poesias e acrósticos poderão ter, no máximo, 25 linhas; ilustrações e desenhos deverão ser entregues conforme item 2.5; relatos de fatos curiosos relacionados às atividades de trabalho na FEPAM terão, no máximo, 600 palavras. Não serão aceitos trabalhos em que apareçam nomes de empresas ou pessoas, exceto a identificação do(a) autor(a).

Dúvidas sobre a adequação dos textos às normas da Revista serão dirimidas pela Comissão Editorial. As normas da Revista estão sujeitas a alterações. Solicita-se aos autores que se mantenham atualizados, acessando periodicamente este espaço na rede eletrônica da FEPAM: www.fepam.rs.gov.br/fepamemrevista/.

**Informações sobre as funções, estrutura organizacional,
procedimentos e documentos da FEPAM podem ser acessadas
em www.fepam.rs.gov.br**

PORTO ALEGRE

SEDE:

Rua Carlos Chagas, nº 55 - 5º andar - Centro- Porto Alegre -
RS - Brasil CEP: 90030-020.
Fone (pabx): (51) 3288-9400
Fax: (51) 3288-9423
E-mail: faleconosco@fepam.rs.gov.br

Central de Atendimento ao Público

Térreo do Edifício Sede
Fone: (51) 3288-9428 e 3288-9434
Horário de atendimento: 09:00 - 12:00 h e 14:00 - 16:45 h

SEAMB - Serviço de Emergências Ambientais

Fone: (51) 3288-9457
Fone exclusivo para emergências ambientais:
(51) 9982-7840

LABORATÓRIOS:

DLAB - Divisão de Biologia e Serviço de Amostragem

Rua Salvador França, nº 1707 - Jardim Botânico
Porto Alegre - RS - CEP: 90690-000
Divisão de Biologia - Fone: (51) 3334-4583
Serviço de Amostragem - Fone: (51) 3381-1599

DLAB - Divisão de Química

Rua Aurélio Porto, nº 37 - Partenon
Porto Alegre - RS - CEP: 90620-090
Fone: (51) 3226-5633

GERÊNCIAS REGIONAIS:

Gerência Regional Metropolitana

Rua Carlos Chagas, nº 55 - 5º andar - Centro
Porto Alegre - RS - Brasil CEP: 90030-020
Fone (pabx): (51) 3288-9400
Fax: (51) 3288-9423
E-mail: faleconosco@fepam.rs.gov.br

Gerência Regional da Campanha

Rua David Canabarro, nº 165
Alegrete - RS - CEP: 97542-180
Fone: (55) 3422-6028
E-mail: regional.alegrete@fepam.rs.gov.br

Gerência Regional do Litoral Norte

Rua São João, nº 819
Tramandaí - RS - CEP: 95590-000
Fone: (51) 3661-1685
E-mail: regional.litoralnorte@fepam.rs.gov.br

Gerência Regional de Santa Cruz do Sul

Av. João Pessoa, nº 199
Santa Cruz do Sul - RS - CEP: 96815-770
Fone: (51) 3711-6655
E-mail: santacruzdosul@fepam.rs.gov.br

Gerência Regional Serra

Rua Alfredo Chaves, nº 998
Caxias do Sul - RS - CEP: 95020-460
Fone: (54) 3212-8401
Fax: (54) 3221-1296
E-mail: regional.caxias@fepam.rs.gov.br

Gerência Regional Sul em Rio Grande

Rua Marechal Floriano, nº 5 - 3º Andar
Rio Grande - RS - CEP: 96200-380
Fone: (53) 3232-9777
E-mail: regional.riogrande@fepam.rs.gov.br

Gerência Regional Sul em Pelotas

Rua Barão de Santa Tecla, nº 469 - Sala 1
Pelotas - RS - CEP: 96010-140
Fone: (53) 3222-9172
E-mail: pelotas@fepam.rs.gov.br

Gerência Regional Central

Rua Roque Calage, nº 08 - 3º Andar
Condomínio Edifício Roque Calage
Santa Maria - RS - CEP: 97010-580
Fone: (55) 3222-1648 e (55) 3225-3131
E-mail: regional.santamaria@fepam.rs.gov.br

Gerência Regional Noroeste

Rua Armando Roos Haag, nº 44
Santa Rosa - RS - CEP: 98900-000
Fone: (55) 3512-6573 e (55) 3511-3624
E-mail: regional.santarosa@fepam.rs.gov.br

Gerência Regional do Planalto

Rua 15 de Novembro, nº 318
Passo Fundo - RS - CEP: 99010-090
Fone: (54) 3313-5393
Fax: (54) 3312-1641
E-mail: agpafu-defap@sema.rs.gov.br

- Artigos** 04 Contribuição do deságue de um canaleta da rede pluvial de Rio Grande (RS) na contaminação do estuário da lagoa dos Patos
- 15 Contaminação por mercúrio no trecho inferior da bacia hidrográfica do rio dos Sinos, RS
- 19 Distribuição do tamanho de partículas atmosféricas na Região Metropolitana de Porto Alegre, RS
- Comunicação Técnica** 23 A avaliação ambiental integrada como base para a tomada de decisão no licenciamento de hidrelétricas na região hidrográfica do rio Uruguai, RS
- Notícias** 28
- Legislação** 29
- Bibliografia Comentada** 30
- Almanaque** 31