

ISSN 1980-797X
ISSN 1982-2162 online

fepam em revista



Revista da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler

Volume 8 . números 1 e 2 . janeiro a dezembro de 2014



**Fundação Estadual de Proteção Ambiental
Henrique Luis Roessler – RS**

Diretor-Presidente
Nilvo Luiz Alves da Silva

Diretor Técnico
Rafael Volquind

Diretor Administrativo
Dolores Schüller Piñeda

**fepam
em revista**

FEPAM em Revista v. 8, n. 1 e 2 jan./dez. 2014

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 originais assinados são de responsabilidade de seus autores.

Comissão Editorial

Coordenadoras (vol. 8) Kátia Helena Lipp Nissinen & Maria Lucia Kolowski Rodrigues
Secretária Sílvia Maria Jungblut
Carmem Lúcia Vicente Níquel, Nina Rosa Rodrigues, Lilian Maria Waquil Ferraro

Demais Revisores/Pareceristas *ad hoc* desta edição

Claudimar Sidnei Fior (UFRGS); Luis Fernando Marin da Fonte (Universität Trier, Alemanha);
Luís Fernando Perelló (FEPAM); Márcia Ferret Renner; Osmar Gustavo Wöhl Coelho
(UNISINOS); Sílvia Mara Pagel (FEPAM)

Capa

‘Amanhecer na Praia da Cal’, Torres, RS
Fotografia e composição gentilmente cedidas por Daniela Mei Lipp Nissinen.

Editoração e montagem da edição *online*

Katia Helena Lipp Nissinen

Apoio em Informática

Júlio Carlos Carvalho

Estagiárias

Jordana Ramos; Luana Vitória Haas; Thainá Ribeiro Loureiro

Endereço Eletrônico

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

Endereço Para Correspondência

FEPAM em Revista - Coordenação da Comissão Editorial
Rua Borges de Medeiros, 261, CEP 90020-021 – Porto Alegre – RS - Brasil
e-mail: comissaoeditorial@fepam.rs.gov.br - Fone: (51) 3288-9400

**Publicação indexada internacionalmente por CAB ABSTRACTS.
Classificação no Sistema Qualis de Periódicos CAPES: Biodiversidade - B5, Ciências Ambientais Ciências Agrárias I e Engenharias II - C.**

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 impressa / 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

Sumário

Editorial..... 6

Artigos 7

Delimitação de áreas de alague e de preservação permanente (APP) da Lagoa do Jacaré - Torres, Litoral Norte do Rio Grande do Sul (RS), Brasil - usando sensoriamento remoto em situações de máxima e mínima cotas d'água..... 7

Crescimento de mudas da árvore pioneira de restingas, *Myrsine parvifolia* A. DC., em diferentes volumes de recipiente e adição de nutrientes..... 24

Análise de inventários de anfíbios (*Anura*) produzidos para Estudos de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) que tramitaram na Fundação Estadual de Proteção Ambiental/FEPAM, RS, entre 1997 e 2012..... 33

Matéria técnica..... 46

Cooperação Técnica entre a FEPAM e o Instituto Meteorológico e Hidrológico da Suécia para avaliação de poluentes atmosféricos 46

Relato de experiência..... 49

A importância da continuidade da capacitação da FEPAM..... 49

Relatos de eventos 54

Monitoramento de cianobactérias realizado pela Divisão de Biologia da FEPAM é apresentado em evento internacional na Espanha..... 54

Especialista em ecotoxicologia realiza palestras na FEPAM 55

Opinião 56

Qualificação e Políticas Ambientais..... 56

Bibliografia comentada..... 57

AIR quality monitoring, assessment and management. Mazzeo, Nicholas. A. (Ed.). Rijeka, Croatia: InTech, 2011. 378 p..... 57

HANDBOOK of polycyclic aromatic hydrocarbons: Chemistry, occurrence and health issues. Bandeira, G. C.; Meneses, H. E. (Eds.). Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, Inc., 2013. 423p..... 58

AIR POLLUTION: SOURCES, PREVENTION AND HEALTH EFFECTS. Sethi, R. (Ed.). Published by Nova Science Publishers, Inc. New York. 2013. 366p. ISBN: 978-1-62417-746-0 (e-book); ISBN: 978-1-62417-735-4..... 59

MODELING AND SIMULATION OF REACTIVE FLOWS. BORTOLI, D.; ANDREIS, G.; PEREIRA, F. Elsevier Science, 2015. ISBN: 978-0-12802-991-6..... 61

Editorial

Como partícipe das constantes transformações nos âmbitos institucional, técnico-científico e socioeconômico, nossa *FEPAM em Revista* também está em plena reestruturação. Este processo, ainda em andamento, objetiva uma publicação mais prática quanto ao seu processo editorial, permitindo edições futuras dentro dos prazos planejados, maior agilidade nos fluxos de trabalho desde a submissão das contribuições até sua final aprovação e diagramação. Esperamos também que as mudanças facilitem o aumento do impacto internacional de cada artigo, com maior ampliação do alcance da divulgação do periódico. Isso se dará, principalmente através dos meios eletrônicos na internet, paralelamente aos exemplares impressos, que esperamos continuem sendo produzidos, embora em número mais limitado, com necessários recursos de doações e patrocínios.

Todos os esforços de aprimoramento e continuidade empenhados por esta Comissão Editorial visam à manutenção deste já tradicional veículo de divulgação técnico-científica da Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul. Há uma década idealizada e executada por esta Comissão Editorial, a *FeR* tem contribuído, desde seu lançamento há oito anos, com qualidade e abrangência temática para a atualização e o fortalecimento dos setores ambientais, conforme nos relatam assíduos leitores e colaboradores.

Neste caminho de aprimoramento, nossa meta futura é inserir a *FeR* no Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas (SEER) - um aplicativo desenvolvido para a construção e gestão de publicações periódicas, com suporte eletrônico e disponibilizadas *online*, que está em crescente utilização no Brasil.

Agradecendo o apoio e as contribuições recebidas, desejamos a todos uma proveitosa leitura!

As Editoras

Artigos

Delimitação de áreas de alague e de preservação permanente (APP) da Lagoa do Jacaré - Torres, Litoral Norte do Rio Grande do Sul (RS), Brasil - usando sensoriamento remoto em situações de máxima e mínima cotas d'água

**Letícia Sebastião Miranda^{1,2}; Katia Helena Lipp-Nissinen¹
André Luis Domingues²; Galileo Adeli Buriol²**

¹Departamento de Pesquisa e Análises Laboratoriais, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM, Av. Borges de Medeiros, 261, Porto Alegre, RS, CEP 90.020-021, Brasil; ²Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS, Brasil. Autora para correspondência K. H. Lipp-Nissinen, e-mail: katiahln@fepam.rs.gov.br.

Resumo

O Código Florestal Brasileiro (2012) estabelece como faixas mínimas de APP ao redor de lagos e lagoas naturais: 30 m em área urbana e 100 m em área rural (ou 50 m para lagoas com superfícies de até 20 ha). A sazonalidade pode acarretar variações nas áreas de espelho d'água de lagoas litorâneas da Planície Costeira do RS, região prioritária à conservação. A partir dessa constatação, o objetivo presente foi delimitar a Lagoa do Jacaré (29°19'48"S; 49°48'39"O, Torres, Litoral Norte) em situações de máximas e mínimas superfícies d'água ('cotas'), e simular sua APP usando sensoriamento remoto. Duas imagens *Landsat 5-TM*, em datas de deficiência (26/03/2005) e de excesso hídrico (09/02/2000), foram selecionadas a partir da análise de dados pluviométricos (série 1985-2011) e do balanço hídrico de Torres. As superfícies da lagoa foram delimitadas e quantificadas sobre as imagens e suas respectivas APP simuladas com o aplicativo SPRING 4.3.3. Em condição de cota mínima, a área visivelmente coberta d'água mediu 247,77 ha. Em cota máxima, detectou-se um aumento de 35,77 ha, passando a área alagada a 283,54 ha. As medidas das APP simuladas nessas imagens foram de 103,05 ha em cota mínima e 106,33 ha em máxima. O largo perímetro de plantas macrófitas constatado a campo mascara a livre superfície d'água ao sensor TM. Contudo, os acréscimos visíveis calculados em cota máxima (3,28 ha) já representariam em si ganhos de área à preservação e aos serviços ecossistêmicos. Peculiaridades como o cinturão de macrófitas, e as influências de topografia, tipo de solo, anos El Niño e La Niña apontam a necessidade de mais investigações nessa microbacia.

Palavras-chave: área de alague, Código Florestal, demarcação, geoprocessamento, lagoas costeiras, pluviosidade.

Delimitation of surface and permanent preservation areas (APP) of Jacaré Lagoon - Torres, Northern Coast of Rio Grande do Sul (RS), Brazil – using remote sensing in periods of maximum and minimum water quotas

Abstract

Seasonality can cause variations in lakes and lagoons water surface areas of the Coastal Plain of Rio Grande do Sul (RS State, Brazil), a priority region for conservation. Based on this, the study aimed to delimit the *Jacaré* Lagoon (29°19'48 "S; 49°48'39"O, located in the rural area of the Northern Coastal municipality of Torres, in situations of high and low water surface ('quotas'), and to simulate their permanent preservation areas – APP, using remote sensing. Two *Landsat 5-TM* images, on dates of water deficiency (26/03/2005) and surplus (09/02/2000), were selected from the analysis of 1985-2011 rainfall series and the water balance of Torres. Lagoon surfaces were delimited and quantified on the images and their respective APP simulated using the SPRING 4.3.3 application. At minimum quota condition, the visible area covered by water measured 247.77 ha. In maximum quota, an increase of 35.77 ha was calculated, with the visible flooded area measuring 283.54 ha. The APP simulated on these images measured 103.05 ha and 106.33 ha, respectively, in minimum and maximum quota. The wide, dense perimeter of macrophytes plants, seen at the field, masks the free water surface to the TM sensor. However, the calculated area additions (3.28 ha) in maximum quota *per se* represent gains towards preservation and the ecosystem services. Peculiarities as the macrophyte belt, and influences of topography, soil type, years El Niño and La Niña indicate the need of further research in this watershed.

Keywords: demarcation, lagoons, lakes, pluviosity, conservation, Forestry Code, water surface.

Introdução

Áreas com vegetação nas margens ao longo ou ao redor de corpos d'água são de grande importância por suas múltiplas funções ecossistêmicas para a manutenção do equilíbrio ambiental. A limitação do uso antrópico dessas áreas naturais, sua preservação, bem como a recuperação daquelas áreas degradadas são obrigações estabelecidas pela legislação brasileira. O Código Florestal Brasileiro (CFB), desde a sua publicação original, Lei nº. 4.771/1965, e na sua

vigente redação através da Lei nº 12.651/2012, complementada pela Lei nº 12.727/2012, define como Áreas de Preservação Permanente (APP) as áreas cobertas, ou não, por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas presentes e futuras. O CFB, em seu Capítulo II, Seção I – Da Delimitação das Áreas de Preservação Permanente, considera APP, em zonas rurais ou urbanas, as margens dos cursos e corpos hídricos, áreas ao redor de nascentes, topos e encostas de morros e montanhas, bordas de tabuleiros, restingas, manguezais, veredas e outras localizações e formações ecologicamente relevantes.

Especificamente aos corpos d'água de natureza lântica, objeto de interesse deste estudo, o CFB considera APP – as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpos d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros em zonas urbanas.

A verificação do cumprimento da legislação pertinente às APP, através de sua identificação, monitoramento e fiscalização, é uma tarefa de grande importância para a proteção dos ecossistemas. Contudo, sua execução pode ser dificultada por carências de dados e procedimentos. Segundo Nascimento *et al.* (2005), métodos que utilizam o sensoriamento remoto podem delimitar, mensurar e mapear as APP, e ainda diagnosticar os conflitos de uso nessas áreas. Vários estudos no país têm aplicado geotecnologias para a demarcação de APP, geralmente de rios e microbacias, encostas e topos de morros (BROUNOT & PARANHOS FILHO, 2006; CAMPOS *et al.*, 2009; GONÇALVES *et al.*, 2005; MORAES *et al.*, 2009). Embora mais escassos, também se verificam estudos com lagoas. Reis *et al.* (2009), Cecílio e Coutinho (2011) e Mesquita *et al.* (2012), usando diferentes ferramentas de geoprocessamento, delimitaram APP de lagoas delineando *buffers* de 100 m a partir das margens do corpo hídrico. Em todos esses casos, as APP foram delimitadas nas condições em que as lagoas se apresentavam no momento da imagem de satélite. Contudo, esses corpos hídricos podem exibir uma dinâmica sazonal, apresentando variações nos níveis alcançados por suas superfícies d'água ao longo do ano.

Na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, há um cordão de lagoas, lagunas e áreas úmidas, formando ambientes com alta diversidade ao longo de toda a extensão da costa, muitos

desses considerados de alta prioridade para conservação e vulneráveis a impactos como agricultura irrigada e urbanização (SCHÄFFER, *et. al.* 2009; BRASIL, 2007).

Considerando a possibilidade da dinâmica do leito lagunar, o relevo plano e o solo arenoso da Planície Costeira do RS, frente ao demandado pelo CFB, foram realizados na FEPAM estudos pilotos de delimitação de APP de lagoa com uma série temporal de imagens de *Landsat 5-TM* e de 31 anos de precipitação pluviométrica na Lagoa dos Gateados, situada entre latitudes 30°25'41"S e 30°35'40"S e longitudes de 50°30'49"W e 50°43'17"W, no município de Mostardas, Litoral Médio Leste (LIPP NISSINEN, 2011; MIRANDA; LIPP NISSINEN, 2012; DOMINGUES *et al.* 2012). Nesses estudos, dados de chuva mensais e o balanço hídrico da região orientaram a seleção das imagens de satélite representativas das situações de máxima superfície d'água, ou seja, do maior avanço da área alagada (= excesso hídrico) e de mínima superfície, ou retração da área alagada (= deficiência hídrica) da Lagoa dos Gateados. As dimensões das áreas alagadas da lagoa foram quantificadas e as respectivas APP simuladas nas imagens, resultando em áreas (em hectares) consideravelmente maiores nas situações de máxima disponibilidade hídrica. Desenvolveu-se uma estratégia na qual a demarcação da APP levava em consideração as condições normais de pluviosidade. Para a seleção das imagens de satélites foram determinadas as médias mensais, as medianas e os valores mais frequentes (moda) de pluviosidade, juntamente com a análise do balanço hídrico na região da lagoa. Constatando-se que, mesmo nas demarcações realizadas em condições normais de pluviosidade, ainda houve 'perdas' significativas de APP mensuradas.

No presente trabalho objetivou-se a demarcação da área de alagado e a simulação da APP da Lagoa do Jacaré no extremo norte da Planície Costeira do RS, testando a aplicação da referida estratégia na definição das épocas de máxima e mínima superfície d'água em série histórica de dados hidrológicos e imagens de satélite *Landsat 5-TM*.

Material e Métodos

Área de estudo

A Lagoa do Jacaré (29°19'48"S e 49°48'39"W) situa-se na área rural do município de Torres, em uma várzea na região de terras baixas entre a Serra Geral e a costa, na microbacia do Rio Mampituba (Figura 1). Pertencente ao Bioma Mata Atlântica, a região possui banhados,

vegetação das Formações Pioneiras, remanescentes da Floresta Ombrófila Densa, e campos alterados com culturas de arroz irrigadas e fruticultura. Pela sua biodiversidade e localização, a conservação da região tem sido recomendada para compor os propostos Microcorredores Ecológicos do Parque Estadual de Itapeva (KROB; KINDEL; BOHRER, 2010). O clima da região de Torres é Cfa, pela classificação de Köppen - temperado com chuvas ao longo do ano, temperaturas médias do mês mais quente superiores a 22°C e ventos em geral de nordeste. Quanto aos solos, de leste a oeste há transição entre neossolo quartzarênico hidromórfico e o gleissolo melânico eutrófico, com indicações de incidência de organossolos na área da lagoa (STRECK *et. al.* 2002).

A área de estudo foi visitada em 07 de março de 2013 (verão), para reconhecimento, documentação fotográfica. Em 24 de julho de 2013 (inverno), a paisagem de inserção da lagoa foi fotografada à distância.

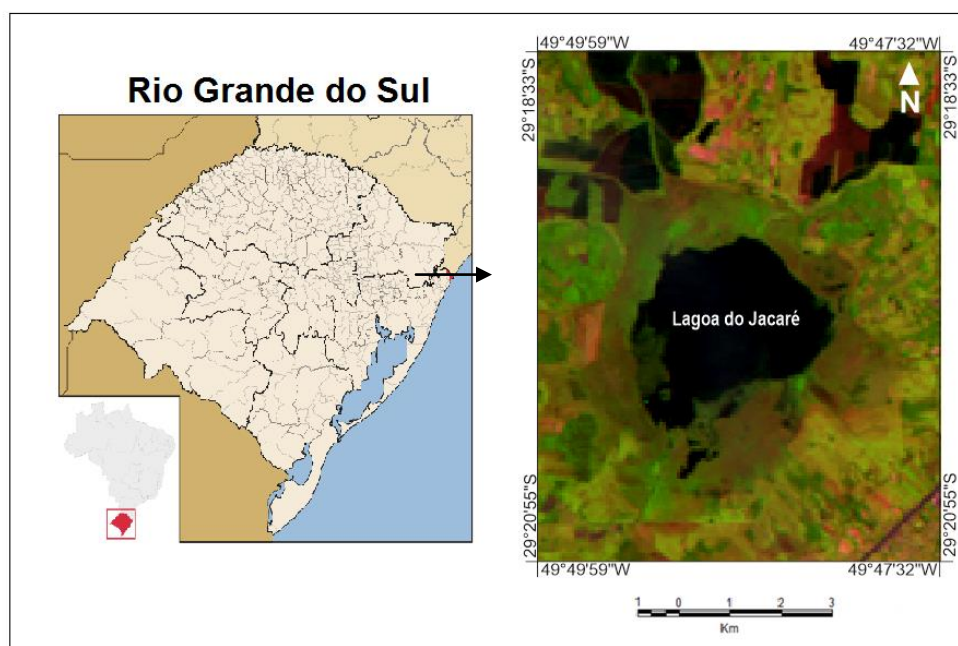


Figura 1. Mapa de localização da Lagoa do Jacaré e imagem *Landsat 5*, composição de bandas 543 RGB.

Disponibilidade hídrica e escolha das imagens de satélite

A série histórica escolhida no estudo da Lagoa do Jacaré representa a precipitação pluviométrica diária, mensal e anual do período de 1939 até 2012 (73 anos) de registros da

Estação Meteorológica de Torres do 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET). Dentro dessa série histórica, as análises dos dados de precipitação pluviométrica foram realizadas para o período compreendido entre 1985 e 2011. Esse período de 26 anos justificou-se por ser, unicamente, a série com disponibilidade de imagens gratuitas do satélite *Landsat 5*, do catálogo *online* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

A partir desses 26 anos de dados, calcularam-se os totais mensais de precipitação e determinaram-se o número de dias em que não houve precipitação, juntamente com as condições do balanço hídrico normal de Torres (RIO GRANDE DO SUL, 1978). Assim, foram indicados os períodos de mínima e máxima disponibilidade hídrica, auxiliando na seleção das respectivas imagens de satélite. O acumulado de chuva nos 31 dias anteriores à data de cada imagem determinou, então, a escolha das imagens.

A partir das 98 imagens digitais pré-selecionadas do INPE - períodos 1985 até 2011, foram selecionadas e georreferenciadas duas cenas do satélite *Landsat 5* - TM (órbita 220, ponto 081), em datas retratando períodos de máxima (09/02/2000) e mínima (26/03/2005) disponibilidade hídrica. As duas imagens *Landsat 5* foram registradas no aplicativo SPRING 4.3.3, utilizando-se 25 pontos homólogos de apoio de uma imagem *GeoCover Landsat 7*, obtida da *Global Land Cover Facility* (Universidade de Maryland, EUA), sistema de projeção *Universal Transversa de Mercator* (UTM), sistema geodésico regional para a América do Sul - *South American Datum SAD69*, polinômio de grau 2, interpolador vizinho mais próximo e erro médio quadrático inferior a um *pixel*. As cenas *Landsat 5* apresentam resolução espacial de 30 metros, cobrindo 185 km x 185 km do terreno, enquanto a resolução temporal do satélite é de 16 dias (NASA, 2012).

Delimitação e cálculo da área alagada e das APP

As superfícies alagadas da lagoa foram delimitadas e vetorizadas manualmente sobre as duas imagens de satélite, utilizando-se a composição das bandas 543 (infravermelho médio, infravermelho próximo e vermelho, respectivamente) nos canais RGB. As áreas foram calculadas somando-se o número de *pixels* internos com a ferramenta de “operações métricas” e as APP foram simuladas com a ferramenta “mapa de distância” do SPRING 4.3.3. Após o cálculo das

superfícies da Lagoa do Jacaré, foram estabelecidas duas classes de áreas de alagado: o espelho d'água propriamente dito e as 'ramificações' desse com dimensão de até 20 ha. A demarcação das APP nas áreas de até 20 ha foi feita com faixa marginal de 50 m de largura, já nas áreas acima de 20 ha (o espelho d'água) foram estabelecidas faixas marginais de 100 m de largura, preconizando o determinado no CFB. Para o cálculo das APP, considerou-se o número de *pixels* interiores aos polígonos formados pelas faixas de 100 e de 50 m, demarcados a partir da borda das áreas alagadas.

Resultados e Discussão

Reconhecimento da área a campo

Constatou-se uma larga e compacta borda de plantas macrófitas aquáticas, povoando o perímetro da lagoa. Conforme relatos de moradores locais, o povoamento pela planta aquática marrequinha (*Salvinia* spp, Salviniaceae) vem, ao longo do tempo, servindo de extrato para uma sucessão de plantas macrófitas, culminando com gramíneas (ex. gênero *Brachiaria* spp, Poaceae) e a formação de um banhado lodo-turfoso perimetral, de várias dezenas de metros de extensão a partir da margem seca. Isso dificulta o acesso e diminui a superfície do espelho d'água livre da lagoa. Enquanto em épocas de mais chuva, a área alagada pode avançar até a margem seca. Dentre espécies ameaçadas de extinção, foi relatada a presença de *Lontra longicaudis* (Mustelidae), mamífero carnívoro predador de peixes da lagoa, tais como as traíras (*Hoplias* sp - Erythrinidae). A paisagem local é caracterizada pela várzea da lagoa, ladeada por ondulações de terreno, perfazendo coxilhas com alguns bosques florestais nativos, característicos do Bioma Mata Atlântica. Nessas elevações, verificaram-se também lavouras de frutíferas, como banana e maracujá. Nas áreas mais baixas, de campo, ocorrem exemplares de maricá (*Mimosa bimucronata*, Leguminosae - Mimosoideae), da palmeira jerivá (*Syagrus romanzoffiana* - Arecaceae) e de figueiras (*Ficus* spp - Moraceae). Avistaram-se vários espécimes de aves, notadamente bandos de garças-brancas (*Egretta thula* - Ardeidae). No trajeto percorrido na estrada municipal, observaram-se várias lavouras de arroz, pequenos cursos d'água e canais de irrigação na várzea ao norte da lagoa. A Figura 2 ilustra a área de estudo, indicando o perímetro de macrófitas, a área de água livre de macrófitas, o plantio de arroz, a margem seca e a paisagem situacional da lagoa.



Figura 2. Vistas da Lagoa do Jacaré, da sua APP, uso da área e paisagem da região de seu entorno e da Serra Geral ao fundo, Torres-RS, 2013.

A partir da quantificação da precipitação pluviométrica acumulada nos 31 dias que antecederam a imagem do dia 09/02/2000, referente ao período de maior superfície alagada da lagoa, obteve-se um acumulado de 172,6 mm. Enquanto o acumulado de chuva anterior à imagem do dia 26/03/2005, referente ao período de menor área da lagoa, foi de 142,4 mm. Havendo uma diferença de 30,2 mm de chuva acumulada a mais antes da imagem do dia 09/02/2000. A Figura 3 apresenta a conformação da superfície alagada da Lagoa do Jacaré registrada nessas duas imagens de satélite.

O estudo do balanço hídrico é de grande importância para identificar os períodos de maior ou menor disponibilidade de água na lagoa, assim como, conhecer os períodos em que ocorrem as maiores perdas por evapotranspiração e as maiores recargas por precipitação.

Ao se observar a representação gráfica do balanço hídrico de Torres (RIO GRANDE DO SUL, 1978), para a região da Lagoa do Jacaré (Figura 4), não se constata a ocorrência de um período com forte deficiência hídrica, diferentemente do verificado na Lagoa dos Gateados (Mostardas).

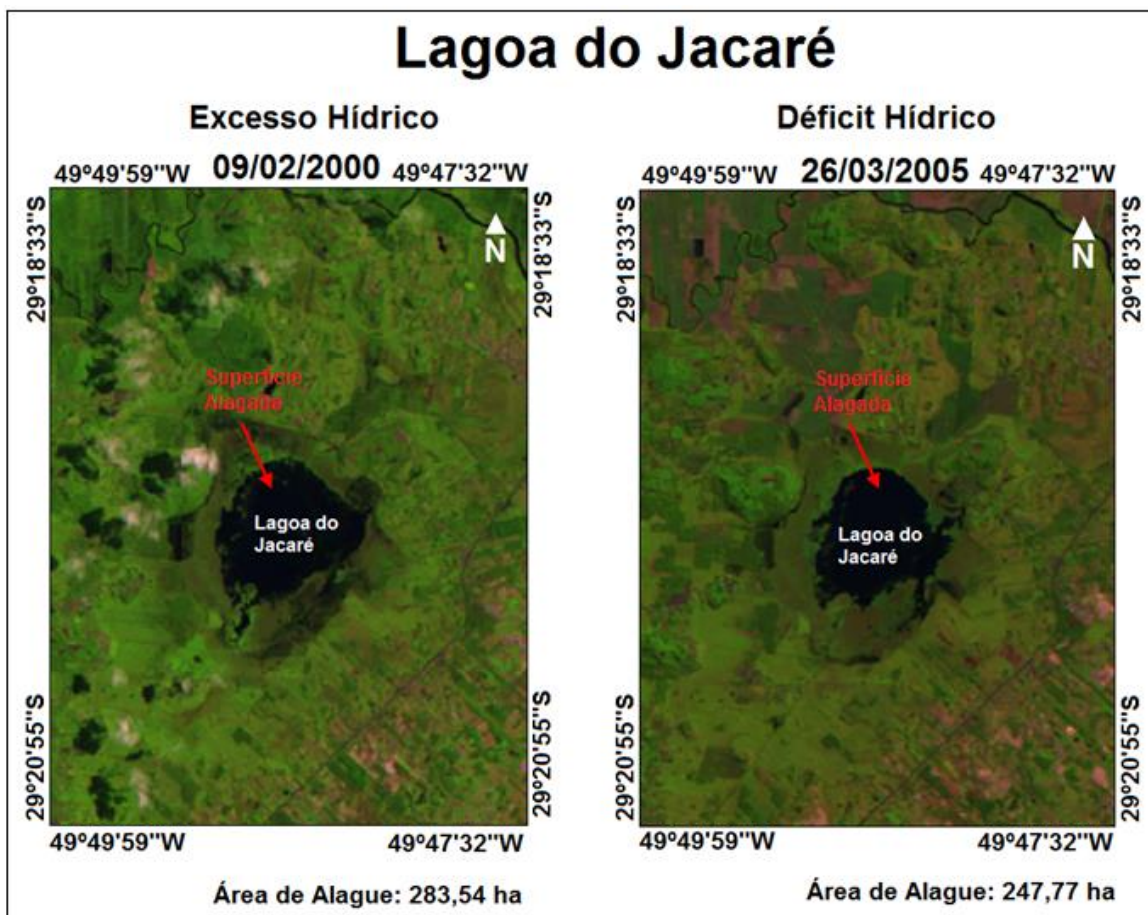


Figura 3. Situações de menor e maior áreas alagadas livres de macrófitas, identificadas dentre a série histórica de imagens *Landsat 5*, na Lagoa do Jacaré, Torres, RS.

A Figura 4 demonstra, porém, que a disponibilidade hídrica pode ser menor entre o final de outubro e dezembro (final da primavera, início do verão), pois há menor precipitação e maior perda de água por evapotranspiração potencial, quando a temperatura e o vento aumentam. Nesse período mais seco há também maior utilização de água para os plantios irrigados, podendo agravar a situação de recuo da área alagada. O período de balanço hídrico positivo é caracterizado por um período inicial de reposição de água, nos meses de janeiro e fevereiro, com os valores de precipitação pluviométrica superando os valores de evapotranspiração potencial. Há um período subsequente de menor precipitação, nos meses de março a maio, quando a disponibilidade hídrica se deve à reposição de água no período anterior. Entre maio e meados de outubro, há aumento de precipitação e excesso hídrico.

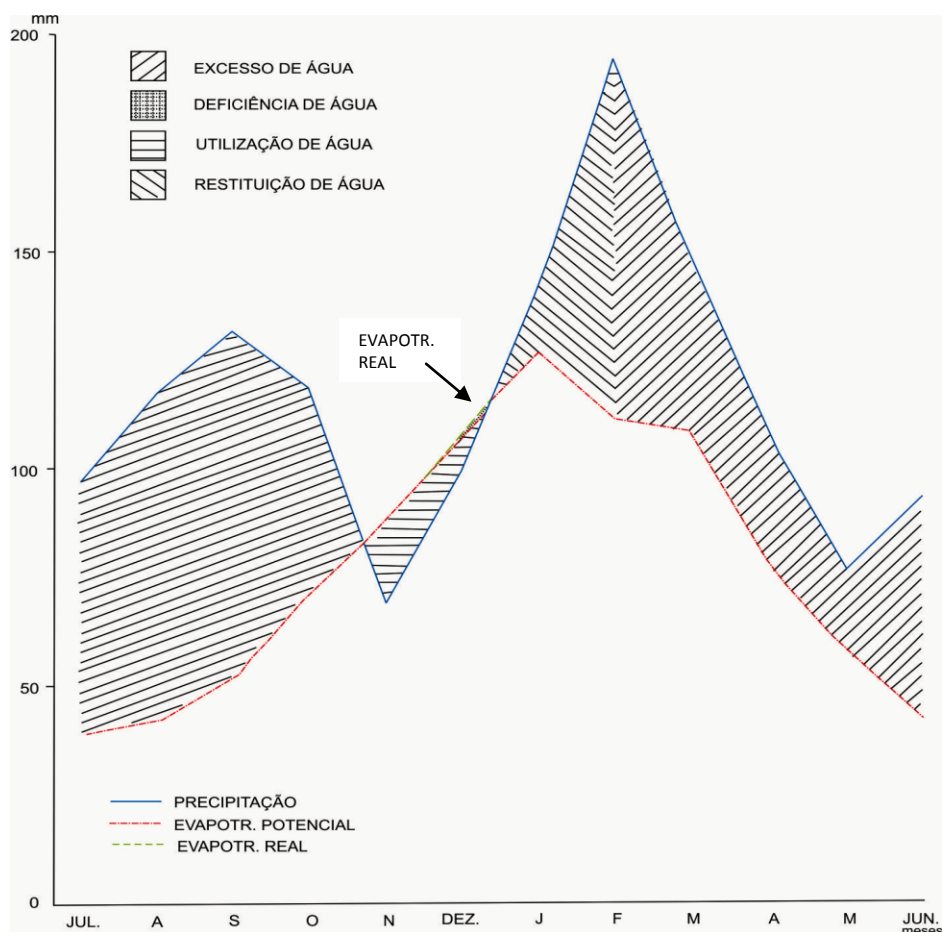


Figura 4. Balanço hídrico da região de Torres-RS, média de 25 anos, capacidade de retenção de 300 mm. P - precipitação, ETR - evapotranspiração real e ETP - evapotranspiração potencial. Adaptado do estudo realizado pela Secretaria Estadual de Coordenação e Planejamento (RIO GRANDE DO SUL, 1978).

Ao analisarem-se os resultados obtidos, sob uma perspectiva ecológica, deve-se considerar a dependência e a interrelação do ecossistema aquático com as regiões de seu entorno para a manutenção da vida, da qualidade da água e da regulação de outros processos essenciais. Assim, torna-se interessante somar estas duas áreas contíguas: a área alagada e a área marginal legalmente considerada para preservação permanente. Constata-se, diante disso, que os trechos com maior alagamento representam as maiores áreas a serem preservadas.

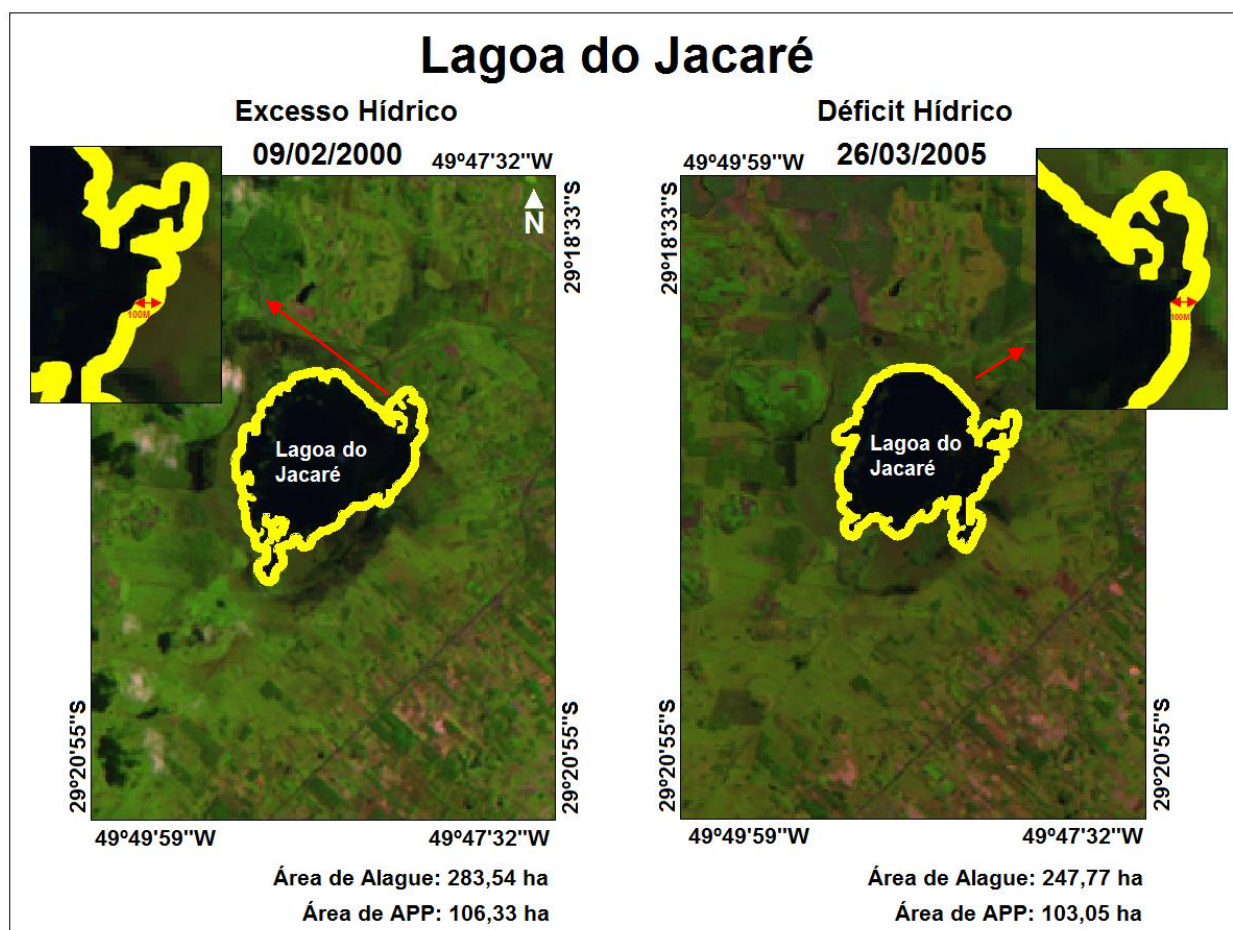


Figura 5. Simulação da delimitação da área de preservação permanente em períodos de excesso e déficit hídrico na Lagoa do Jacaré, Torres, RS.

As Figuras 5 e 6 demonstram a diferença entre a área alagada visível em uma imagem representativa do período de déficit hídrico (247,77 ha) e em uma imagem do período de excesso (283,54 ha). Uma diferença de aproximadamente 35,7 hectares a mais em área alagada foi calculada na imagem do período de excesso hídrico. A APP visível na imagem de excesso hídrico mediu 106,33 ha e na de déficit hídrico 103,05 ha, enquanto a diferença entre as duas imagens foi de 3,28 ha. A soma da área alagada visível com a APP da data de excesso hídrico resultou em 389,87 ha, representando aumento da área potencial para preservação. Esse resultado reforça a importância da execução da demarcação da APP quando o corpo hídrico se encontra em época de excesso hídrico (cheia), principalmente para ambientes lacustres localizados em planícies costeiras. A área de inundação de 2000 (na imagem de cheia, à esquerda) é reconhecível na

imagem de 2005 (de seca, à direita), demonstrando a exequibilidade da identificação, por imagens de satélite, de uma área inundável (ou de alague) em várzeas de lagoas.

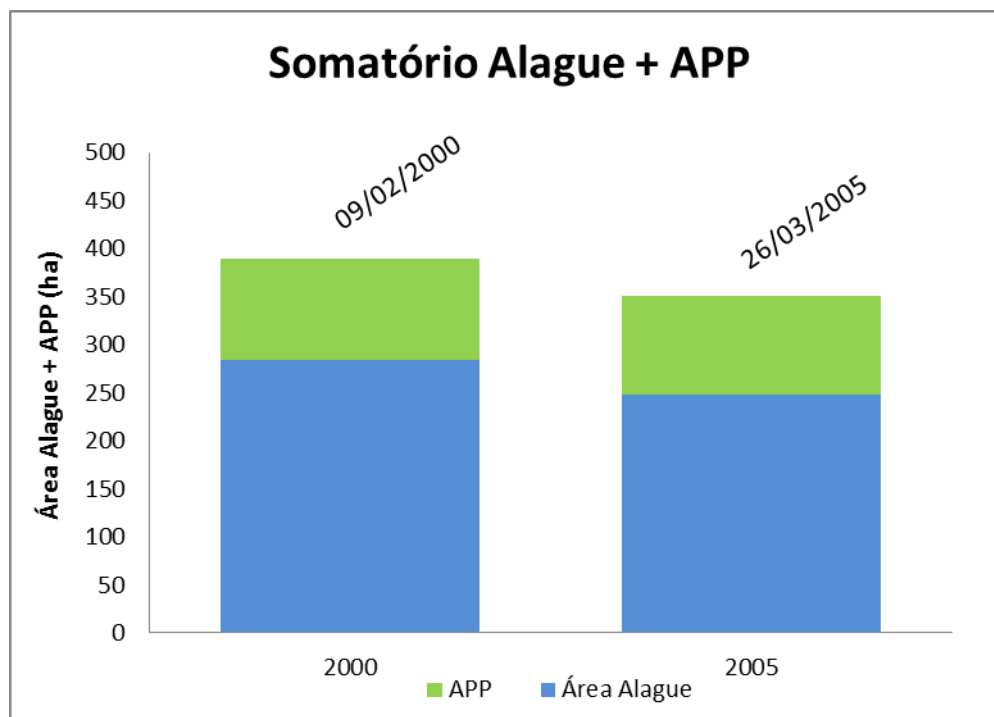


Figura 6. Variações das áreas alagadas e APP na Lagoa do Jacaré, Torres-RS: 09/02/2000 – APP e área alagada da lagoa em período de excesso hídrico; 26/03/2005 – APP e área alagada da lagoa em déficit hídrico.

Nas visitas a campo e na observação da Figura 7, constata-se que o entorno da Lagoa do Jacaré possui em sua área superficial uma compacta camada de macrófitas, seguida por uma extensa área de margens úmidas formando um banhado lodo-turfoso. Essas áreas alagadas devem ser contabilizadas como áreas de preservação, contudo, a baixa resolução espacial do satélite *Landsat 5-TM* impossibilita uma visualização mais detalhada da área alagada na etapa de vetorização, impedindo a distinção entre o limite da margem úmida e da margem seca propriamente dita e, assim, mascarando a real área coberta por água na Lagoa do Jacaré. Essa peculiaridade não ocorre na Lagoa do Gateados, como observado anteriormente.

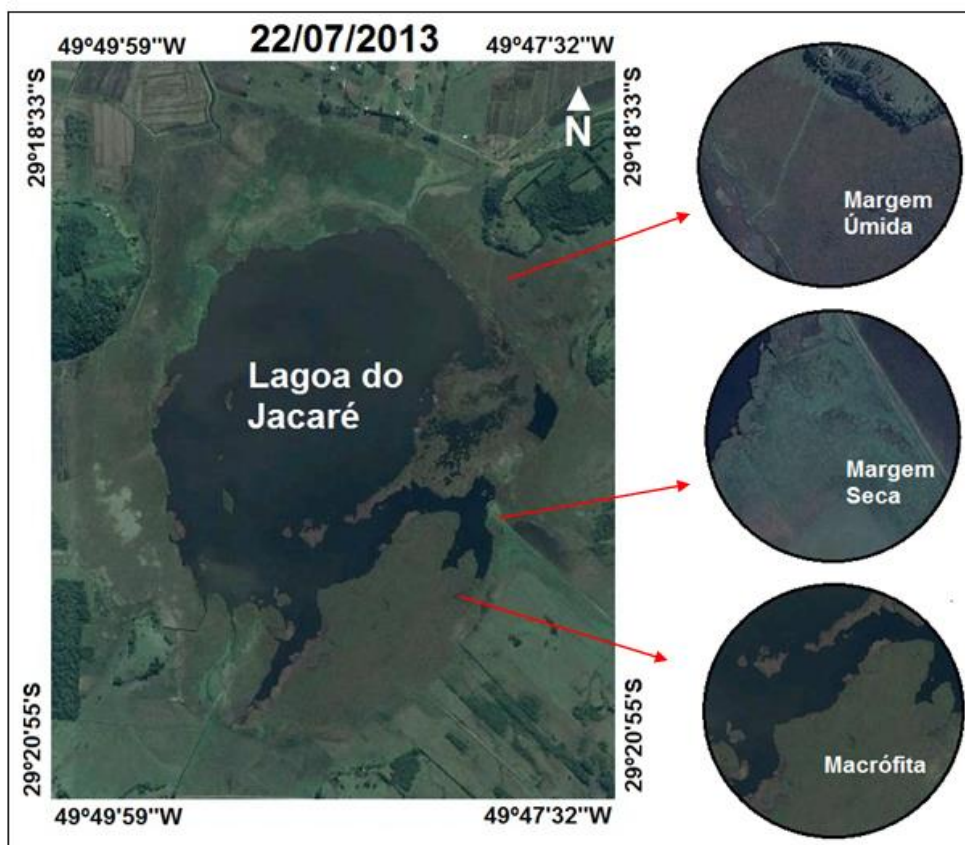


Figura 7. Imagem de satélite do *Google Earth* indicando as áreas da Lagoa do Jacaré com margem seca, plantas aquáticas (macrófitas) e margem úmida.

Reforçando os resultados deste estudo, Marchett *et al.* (2012) também verificaram a variação sazonal da superfície de uma lagoa na Planície Costeira do RS. Esses autores, delimitando a Lagoa Cidreira-Rondinha em imagens do satélite *Landsat 5 TM* de quatro datas ao longo de um ano, obtiveram diferentes delimitações da margem para cada data, demonstrando a variação da superfície da lagoa conforme as condições climáticas e o uso da água para irrigação. Para esses autores, a delimitação da lagoa em mais de uma data possibilitou um melhor entendimento da dinâmica do corpo hídrico, quando comparado ao uso de apenas uma imagem ou carta topográfica. Já outros trabalhos usando sensoriamento remoto ainda não levam em consideração as variações da superfície d'água do corpo hídrico ao longo do tempo para a delimitação de lagoas e suas APP, restringindo-se a aplicar a largura mínima do CFB estaticamente em uma imagem de data aleatória (REIS *et al.*, 2009; COUTINHO e CECÍLIO, 2011; MESQUITA *et al.* 2012; e PINTO e ROSSETE, 2012/13). Monteiro *et al.* (2013) revisaram grande número de trabalhos referentes à preservação da zona ripária e concluíram que,

sem a determinação da variação do nível da água, não há como concluir se as larguras das APP, expressas numericamente pela legislação, são compatíveis com os princípios da preservação e as funções ecológicas para as quais se propõem.

Para aqueles eventos em que o uso das áreas úmidas é imprescindível, medidas compensatórias e outros instrumentos de gestão ambiental poderiam ser aplicados pelos órgãos de proteção ambiental, de posse do conhecimento desta dinâmica lagunar.

Conclusões

Os resultados de delimitação de área de alague e APP obtidos para a Lagoa do Jacaré demonstram que as variações sazonais das áreas de alague, isto é, os momentos de maior e menor superfície d'água da lagoa podem ser identificados em séries temporais de imagens de satélite, selecionadas a partir de dados históricos de precipitação pluviométricas acumulada, também disponíveis gratuitamente. A análise da série histórica de 26 anos de pluviosidade (1985-2011) e do balanço hídrico permitiu concluir que agosto e setembro (final do inverno) e janeiro e fevereiro (verão) são os meses de máxima disponibilidade hídrica anual na Lagoa do Jacaré, sendo esses os períodos indicados para a demarcação da sua APP. As peculiaridades biogeográficas da Lagoa do Jacaré, possivelmente, não conduzem a diferenças sazonais em dimensões de área tão consideravelmente extremas como de outras lagoas costeiras, como observado na Lagoa dos Gateados. Entretanto, o conhecimento gerado aqui permite, potencialmente, a preservação de áreas com dimensões maiores e mais representativas da dinâmica do corpo hídrico estudado. Dessa forma, as várias funções ou serviços ecológicos, característicos da sua zona de transição aquático-terrestre, poderiam ser mais ampla e eficientemente cumpridos. Embora permaneçam questões para investigações mais aprofundadas, como por exemplo, possíveis influências das oscilações climáticas dos fenômenos de El Niño, La Niña e anos neutros, e o papel do cinturão de macrófitas aquáticas na diminuição do espelho d'água, salienta-se que a determinação dos períodos normais de maior superfície d'água traz vantagens ecológicas ao cumprimento da legislação de preservação de importantes, vulneráveis e únicos ecossistemas lacustres naturais, como os da região da Planície Costeira do RS.

Agradecimentos

Projeto do Programa de Pesquisas Ambientais da FEPAM, com apoio do Conselho Nacional de Pesquisa e Tecnologia – CNPq (bolsa de iniciação científica PIBIC CNPq-FEPAM à Letícia Sebastião Miranda). Agradecimentos ao INMET/8º DISME-RS pelos dados da Estação Meteorológica. Aos colegas servidores da Biblioteca, do Serviço de Licenciamento de Irrigantes, do Serviço de Georreferenciamento e do Serviço de Transportes da FEPAM, em especial ao nosso saudoso colega motorista João Carlos Centeno Nunes, parceiro inesquecível de muitas viagens.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/>> Acesso em: 14 junho de 2013.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/>> Acesso em: maio de 2013.

BRONAUT, R. P.; PARANHOS FILHO, A. C. Avaliação do uso de imagens de satélite Landsat ETM+ na identificação e monitoramento das áreas de preservação permanente ao longo dos corpos hídricos. In: 1º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.431-437.

CAMPOS, S.; GRANATO, M.; ARAÚJO, D.; PISSARRA, M. T. C. T.; RODRIGUES, F. M. Uso inadequado de áreas de preservação permanente segundo a legislação ambiental. In: II SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade, 2009, Taubaté. **Anais...** Taubaté: IPABHi, p. 373-378. (doi:10.4136/serhidro.48)

CECÍLIO, R. A., COUTINHO, L. M. Delimitação e estudo de vulnerabilidade da Área de Preservação Permanente no entorno da Lagoa Guanandi, Itapemirim-ES. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** Curitiba, INPE, 2011. p. 5868.

DOMINGUES, A. L.; LIPP NISSINEN, K. H. Relatório PIBIC-CNPq/FEPAM: **Monitoramento de áreas de preservação permanente próximas a culturas de arroz irrigado em regiões de vulnerabilidade eco-climática no estado do Rio Grande do Sul: projeto piloto no município de Mostardas**. Fase III. Projeto de Pesquisa, FEPAM, 2011.

DOMINGUES, A. L.; BURIOL, G. A.; LIPP NISSINEN, K. H.; MIRANDA, L. S. Delimitação de áreas de preservação permanente (APPs) de lagoas: Uma proposta metodológica. In: I Simpósio Aquaripária: Processos ecológicos, restauração e Ecoavaliação em zonas ripárias, 2012, Brasília-DF. **Anais...**Brasília-DF: 2012

GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; MOREIRA, R. A.; AGUIAR, A. A.; DOURADO, H. S. O.; RAMOS NETO, M. B. Fotografias aéreas de pequeno formato aplicadas na identificação, quantificação e planejamento de recuperação de áreas de preservação permanente. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, p. 2185-2190.

KROB, A. J. D.; KINDEL A.; BOHRER, P. V. (org.) **Microcorredores Ecológicos de Itapeva**. Porto Alegre: Instituto Curicaca, 2010. Série Cadernos Curicaca, n.1, 59 p.

MARCHETT, C. A. *et al.* Uso de imagens de Landsat-5-TM em diferentes datas para a definição dos limites de lagoas costeiras do RS. In: SEMINÁRIO DE ESTUDOS LIMNOLÓGICOS EM CLIMA TROPICAL, 3., 2012, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2012. Disponível em:<<http://www.ufsm.br/selcs2012>>. Acesso em: 21 jul. 2014.

MESQUITA, E. A.; CRUZ, M. L. B da; PINHEIRO, L. R. O. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento das formas de uso da terra na área de preservação permanente (app) da Lagoa do Uruaú – Beberibe/CE. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.2, n.4, p.1509 – 1518, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007. Disponível em < www.mma.gov.br/estruturas/chm/arquivos/biodiversidade31.pdf > Acesso em 28 de maio de 2013.

MIRANDA, L. S.; LIPP-NISSINEN, K. H. **Determinação da superfície de alagado da Lagoa dos Gateados, RS, em condições normais de pluviosidade, visando à delimitação da Área de Preservação Permanente**. Relatório Parcial de Pesquisa, FEPAM/PIBIC-CNPq, 2012.

MONTEIRO, J. S. *et al.* Permanent Preservation Areas and their environmental services. **J. Biotec. Biodivers.** v.4, n.4, p. 299-309, nov, 2013. Disponível em: <<http://revista.uft.edu.br/index.php/JBB/article/viewFile/634/369>> Acesso em: 22 jul 2014.

MORAIS, R. P.; MIRANDA, C. S.; LIMA, D. L.; ANACHE, J. A. A.; STANIESKI, J.; PARANHOS FILHO, A. C. Uso dos Sensores AVNIR2 e PRISM do ALOS na identificação das Áreas de Preservação Permanente. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, p. 5315-53.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A.; SILVA, E. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, p. 2289-2296.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). 2005. **An Introductory Landsat Tutorial.** Disponível em: <<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/tutorial/Landsat%20Tutorial-V1.html>> Acesso em 29 de abril de 2013.

PINTO, C. E. T.; ROSSETE, A. N. Mapeamento dos conflitos no uso da terra em áreas de preservação permanente na microbracia hidrográfica do córrego Capitão Décio, Nova Xavantina – MT. **Ciência e Natura** v. 34, n. 2, p 139-155, 2012/13.

REIS, R. B. *et al.* Mapeamento e caracterização das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) na Área de Proteção Ambiental do Rio São João/Mico Leão Dourado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, 2009, Natal, RN, Brasil. **Anais...** Natal, RN: INPE, 2009. p. 5397-5404.

RIO GRANDE DO SUL. **Plano Integrado para o desenvolvimento do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, adequação e uso do solo, Zoneamento Agroclimático.** Secretaria Estadual de Coordenação e Planejamento. Porto Alegre: EMMA, 1978. 296p.

SCHÄFER, A. E. A Planície Costeira do Rio Grande do Sul: um sistema ecológico único no mundo. In: SCHÄFER, A. E. *et al.* (org.). **Atlas socioambiental dos municípios de Mostardas, Tavares, São José do Norte e Santa Vitória do Palmar.** Caxias do Sul: EDUCS, 2009. p. 25-30.

STRECK, E. V. C. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul.** 2ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222p.

Crescimento de mudas da árvore pioneira de restingas, *Myrsine parvifolia* A. DC., em diferentes volumes de recipiente e adição de nutrientes

**Carlos Eduardo da Silva Leal^{1,3}, Juliano César Marangoni²,
César Serra Bonifácio Costa^{1,4}**

¹Lab. Biotecnologia de Halófitas, Inst. de Oceanografia; ²Lab. Estatística Ambiental, Inst. de Matemática, Estatística e Física, Fundação Universidade Federal de Rio Grande - FURG, Rio Grande, RS. ³Prefeitura Municipal de Guaíba, RS. ⁴Autor para correspondência: César S. B. Costa, Lab. Biotecnologia de Halófitas, Inst. de Oceanografia, FURG, CP 424, 96203-900 Rio Grande, RS. Tel. (53) 3233.6534; fax: (53) 3233.6602. e-mail: docosta@furg.br

Resumo

Mudas da árvore *Myrsine parvifolia* A. DC. foram cultivadas em diferentes volumes de solo e condições nutricionais (com e sem adição quinzenal de nutrientes) em casa de vegetação, num esquema fatorial 2 x 2. Foram utilizados tubetes de 50 cm³ e vasos plásticos de 500 cm³ preenchidos com composto orgânico Humosolo. Após 60 dias, plantas em vasos de 500 cm³ foram 25% mais altas do que as cultivadas em tubetes com 50 cm³. Mudas em vasos não responderam a adição de nutrientes. Em tubetes com adição de nutrientes, o número de folhas ($5,4 \pm 0,9$) e o índice de área foliar ($8,2 \pm 1,1$ cm²) foram, respectivamente, 80% e 186% maiores em relação as plantas em tubetes sem nutrientes. As mudas de *M. parvifolia* podem ser mantidas em tubetes de 50 cm³ com composto orgânico sem limitação do desenvolvimento foliar por até 60 dias através da suplementação nutricional. Isso indica a boa viabilidade de multiplicação de *M. parvifolia* em viveiros e sua utilização em projetos de regeneração ou reflorestamento com espécies nativas, por exemplo, em áreas de preservação permanente e de reserva legal.

Palavras-chave: desenvolvimento inicial, limitação de espaço, espécie nativa, plantas pioneiras, recuperação de áreas degradadas.

Seedlings growth of the pioneer tree of coastal dunes *Myrsine parvifolia* A. DC., in different container volumes and nutrient addition

Abstract

Seedlings of the coastal tree *Myrsine parvifolia* A. DC., were grown in different container volumes and nutritional conditions (with and without every other week additions of Hoagland

nutrient solution) in a greenhouse. The statistical design was a randomized factorial 2 x 2, using 50 cm³ plugs and 500 cm³ pots for containers filled with Humosolo organic soil. After 60 days of cultivation, plants grown in 500 cm³ pots were 25% taller than those cultivated in 50 cm³ tubes. Plants grown in pots did not respond to nutrient addition. Plants grown in 50 cm³ plugs that received nutrient addition had leaf number (5.4 ± 0.9) and leaf area index ($8.2 \pm 1.1 \text{ cm}^2$) 80% and 186% higher than plants of plugs without nutrient addition, respectively. Seedlings of *M. parvifolia* can be kept in 50 cm³ plugs with organic soil without limitation of the leaf development up to 60 days with nutritional supplementation. This indicates good multiplication feasibility of *M. parvifolia* in nurseries and its use in regeneration or reforestation projects requiring native species, such as in areas of permanent preservation and legal reserve.

Key words: initial development, space limitation, native species, restoration of degraded areas.

Introdução

O novo Código Florestal (instituído pela Lei Nº 12.651/2012) e os Programas de Regularização Ambiental - PRAs (Decreto Nº 7.830/2012) estabelecem a prioridade de regeneração ou o reflorestamento com espécies nativas de Áreas de Preservação Permanente (APP) e das áreas de Reserva Legal (RL) em empreendimentos agropecuários. Na prática, para atender à demanda do Código Florestal, milhões de mudas de árvores nativas terão que ser produzidas e reintroduzidas em seus ambientes ao longo dos próximos anos.

Dois aspectos fitotécnicos determinantes do sucesso de um projeto de plantio ou regeneração com espécies nativas são a otimização do recipiente de plantio e a qualidade nutricional para o desenvolvimento das mudas. A produção de mudas de árvores em recipientes possibilita um melhor controle da nutrição e à proteção das raízes contra os danos mecânicos e a desidratação, um manejo mais adequado no viveiro e no plantio que implicarão em menores custos (Gomes *et al.*, 2003). O tipo e o tamanho dos recipientes determinam o tamanho do viveiro, mão de obra e quantidade de insumo por muda (Brachtvoel *et al.*, 2006; Brachtvoel & Malavasi, 2010; Costa *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2013). Adicionalmente, as dimensões do recipiente (altura, largura, volume) podem influenciar na disponibilidade de nutrientes e água, consequentemente no crescimento radicular e da parte aérea da planta (Gomes *et al.*, 2003; Freitas *et al.*, 2010; Costa *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2013). Sobre restrição radicular por espaço pode ocorrer inibição da parte aérea das mudas, devido a limitações nutricionais e/ou regulação por sinais hormonais enviados pelas raízes (Gomes *et al.*, 2003).

A capororoca, *Myrsine parvifolia* A. DC. (Primulaceae), é uma espécie pioneira das

formações de restinga da costa brasileira, possuindo um grande potencial de utilização em projetos de regeneração de matas nativas neste ambiente, devido sua grande amplitude ecológica e resistência aos estresses fisiológicos (Duarte *et al.*, 2005). A capororoca é uma árvore, com 2-4 m de altura, nativo tanto das florestas turfosas quanto das florestas arenosas (Dornelles & Waechter, 2004) e ocorre em restingas na costa atlântica da América do Sul, do estado da Bahia até o Uruguai (Duarte *et al.*, 2005; Wanderley *et al.*, 2005; Albuquerque *et al.*, 2013). Nas margens do estuário da Lagoa dos Patos (RS), *M. parvifolia* domina matas palustres que são importantes ambientes transicionais entre marismas (banhados na zona entremarés) e campos úmidos (Costa *et al.*, 2003). Muito pouco é conhecido sobre o estabelecimento e o crescimento inicial de plântulas de *M. parvifolia* (Albuquerque *et al.*, 2013). Estes estágios do ciclo de vida são de grande importância para o processo de colonização e manutenção de populações de plantas lenhosas nos seus habitats naturais (Martins-Corder & Saldanha, 2006), logo também para regeneração de APPs e RLs na costa brasileira. Este trabalho visou avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de *M. parvifolia* em diferentes volumes de recipientes de cultivo e condições nutricionais, através da análise do crescimento vertical e da formação foliar em casa de vegetação.

Material e Métodos

Sementes de *M. parvifolia* foram coletadas na Ilha da Pólvora, no estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande, RS; 32°01' S, 52°06' W). Após 6 meses de estocagem a frio seco, as sementes foram lavadas com hipoclorito e germinadas a temperatura constante de 25°C (condições ideais previamente definidas). Plântulas apenas com os cotilédones foram transferidas para recipientes com diferentes volumes de solo: vasos plásticos com 500 cm³ (seção circular de 9 cm e 8 cm de altura de solo) e tubetes plásticos com 50 cm³ (seção circular de 2,5 cm de diâmetro e 10 cm de altura de solo). O solo utilizado foi o composto orgânico tipo “terra preta”, marca Humosolo Vida, que foi utilizado após peneiramento em malha de 5 mm e apresentou uma densidade seca de 500 Kg/m³, condutividade elétrica 2,1 mS cm⁻¹, pH 5,6 e teores totais de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente, de 7,7 g kg⁻¹, 3,7 g kg⁻¹ e 1,6 g kg⁻¹. Estes recipientes foram escolhidos pela disponibilidade no mercado e por estarem dentro da faixa de tamanhos utilizada na produção de mudas arbóreas (Gomes *et al.*, 2003; Brachtvoel & Malavasi, 2010; Costa *et al.*, 2011). Um total de 36 vasos e 36 tubetes de polietileno rígido e coloração preta foram

preparados. A contribuição da suplementação nutricional no desenvolvimento das mudas foi também avaliada, através da adição em metade dos vasos e metade dos tubetes com 5 mL de solução nutritiva de Hoagland completa (“full”) a intervalos de 15-20 dias. Tanto as adições de solução nutritiva como a irrigação diária dos recipientes foi feita por gotejamento, até a saturação, de forma a minimizar a lixiviação do solo. O delineamento experimental foi fatorial em arranjo 2x2, com a combinação de dois volumes de recipiente (R) e dois níveis nutricionais (N), com dezoito repetições para cada combinação. Os recipientes foram distribuídos de forma aleatória na estufa e rearranjados a cada 15 dias. As plantas foram cultivadas por 60 dias no outono de 2010, em casa de vegetação não climatizada do Laboratório de Biotecnologia de Halófitas (Instituto de Oceanografia, FURG, Rio Grande, RS). Diariamente, as temperaturas mínima e máxima foram monitoradas e as plantas foram regadas, até a saturação do solo, utilizando-se água de torneira. A intervalos de 15-20 dias, cada planta teve sua altura medida e o número de folhas quantificado. Ao final do experimento, não houve morte de nenhuma planta e foi realizada a medição do comprimento e da largura de cada folha de todas as plantas, sendo o índice de área foliar (IAF) de cada planta estimado através da aplicação da fórmula da área de uma elipse e expresso em cm^2 . As médias obtidas foram analisadas através de Análise de Variância Bifatorial (2x2) e pelo teste *post-hoc* Tukey HSD, ao nível de significância de 5%.

Resultados

A temperatura média (\pm erro-padrão) na casa de vegetação durante o experimento foi de $21,1 \pm 1,1$ °C, sendo que as médias das mínimas noturnas e das máximas durante o dia foram, respectivamente, de $13,6 \pm 0,6$ °C e $28,8 \pm 0,8$ °C. Nestas condições, as plantas de *M. parvifolia* crescendo em tubetes e vasos apresentaram alturas médias distintas a partir de 21 dias de cultivo (Figura 1A). Após 60 dias, independentemente da adição de nutrientes, as plantas crescendo nos vasos de 500 cm^3 foram significativamente ($F_R = 26,1$; $p < 0,001$) mais altas do que as dos tubetes de 50 cm^3 . O volume do recipiente não afetou o número de folhas ($F_R = 3,4$; $p > 0,10$), mas plantas crescendo em vasos apresentaram um IAF médio 50% maior do que o de tubetes ($F_R = 7,5$; $p < 0,01$) (Tabela 1).

Tabela 1. Médias (\pm erro-padrão) do índice de área foliar (IAF) e do IAF por volume de solo de mudas de *Myrsine parvifolia* após 60 dias de cultivo em tubetes de 50 cm³ (T) e vasos de 500 cm³ (V), sem (S) e com (N) adição suplementar de nutrientes. Letras iguais nas colunas verticais indicam que não houve diferença significativa entre os níveis dos tratamentos (teste de Tukey; $P < 0,05$).

Tratamentos	IAF (cm ²)	IAF por	
		Volume	
TS	2.9 \pm 0.4 a	61.0 \pm 7.9	b
TN	8.2 \pm 1.1 b	174.4 \pm 22.9	c
VS	7.9 \pm 1.4 b	15.3 \pm 2.7	a
VN	8.8 \pm 1.5 b	16.9 \pm 2.8	a

A adição de nutrientes nos vasos não estimulou o crescimento em altura de *M. parvifolia* ($F_N= 3,4$; $p > 0,10$) e a interação volume do recipiente X nutriente não foi significativa para este atributo ($F_{R \times N}= 0,5$; $p = 0,46$). Entretanto, a adição de nutrientes estimulou significativamente o número de folhas ($F_N= 13,8$; $p > 0,001$) e o IAF ($F_N= 14,6$; $p > 0,001$) das plantas (Tabela 1), particularmente após 45 dias de crescimento (Figura 1B). As interações entre os dois tratamentos foram significativas para o desenvolvimento foliar (número de folhas, $F_{R \times N}= 16,6$; IAF, $F_{R \times N}= 8,5$; $p > 0,01$), sendo que apenas plantas crescendo em tubetes foram estimuladas pela adição de nutrientes (Figura 1C e 1D).

M. parvifolia demonstrou claramente uma estratégia de crescimento baseada no investimento dos recursos captados em área foliar ao invés de crescimento vertical (em altura), como pode ser confirmado pela comparação do IAF por unidade de volume dos recipientes sem nutrientes (Tabela 1), 300% maior nos tubetes do que nos vasos. Sob adição de nutrientes nos tubetes o IAF/volume foi 930% maior do que nos vasos.

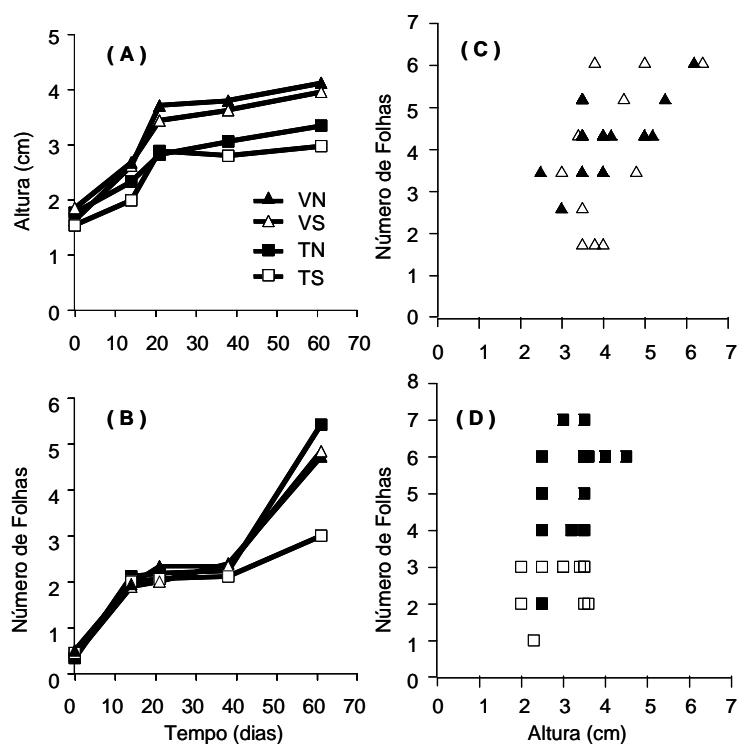


Figura 1. Variação temporal da altura (A) e do número de folhas (B) de mudas de *Myrsine parvifolia* crescendo em tubetes de 50 cm³ (T) e vasos de 500 cm³ (V), sem (S) e com (N) adição de nutrientes. A relação biométrica entre altura e número de folhas é apresentada para as plantas com 60 dias crescendo em vasos e tubetes (respectivamente, C e D).

Discussão

As plantas de *M. parvifolia* demonstraram restrição do crescimento, aparentemente por limitação de espaço para enraizamento, após 60 dias de cultivo em tubetes de 50 cm³ (plantas dos vasos de 500 cm³ foram cerca de 29% mais altas do que as dos tubetes). Vários efeitos do volume do recipiente sobre o desenvolvimento foram observados em mudas de árvores (Gomes *et al.*, 2003; Freitas *et al.*, 2005; Brachtvoel *et al.*, 2006; Brachtvoel & Malavasi, 2010; Costa *et al.*, 2011), entretanto as magnitudes das respostas são específicas (*e.g.*, investimento em altura, área foliar e produção de biomassa aérea). O estímulo ao crescimento vertical de *M. parvifolia* pelo maior volume do recipiente foi, por exemplo, menor do que o observado por Brachtvoel & Malavasi (2010) em mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*) sobre baixa fertilização por 84 dias em recipientes de 1200 cm³, que apresentaram aumentos de 49% na altura em relação a recipientes de 100 cm³. Esses autores também encontraram apenas um pequeno estímulo deste aumento em 12 vezes do volume do recipiente no número de folhas (+21%). Ambas as respostas

citadas acima são muito diferentes das quantificadas em *Eucalyptus grandis* (Gomes *et al.*, 2003) que, após 60 dias de cultivo, apresentou altura média 173% maior em tubete de 280 cm³ do que em tubetes de 50 cm³. Essa planta também mostrou um maior desenvolvimento da copa, aumentando em 400% a biomassa aérea seca entre tubetes de 50 cm³ e 280 cm³ (Gomes *et al.*, 2003).

Os resultados da suplementação nutricional indicaram que a quantidade de nutrientes disponível nos vasos de 500 cm³ com composto orgânico Humosolo não foi restritiva ao desenvolvimento inicial (60 dias) de *M. parvifolia*. Já plantas em tubetes de 50 cm³ tiveram seu desenvolvimento limitado pela quantidade de nutrientes e a adição destes levou o número de folhas e o IAF, respectivamente, a valores médios 80% e 186% maiores em relação às plantas neste tipo de recipiente sem nutrientes. Gomes *et al.* (2003) demonstraram que, mesmo aos 120 dias de cultivo, plantas de *Eucalyptus grandis* não demonstraram restrição ao desenvolvimento em tubetes de 200 cm³ e 280 cm³ contendo 80% de composto orgânico e de 20% de moinha de carvão. Entretanto, a resposta positiva à adição de nutrientes somente em plantas de *M. parvifolia* em recipiente pequenos é oposta ao observado para mudas de algumas árvores comerciais, tais como eucalipto (Gomes *et al.*, 2003; Freitas *et al.*, 2005), canafístula (Brachtvoel *et al.*, 2006; Brachtvoel & Malavasi, 2010) e maracujazeiro-amarelo (Costa *et al.*, 2011), cujo desenvolvimento das mudas foi significativamente superior em condições de melhor nutrição à medida que aumentou o volume dos recipientes de cultivo. Uma análise detalhada do desenvolvimento radicular das plantas jovens de *M. parvifolia* deverá ser efetuada para esclarecer como a capacidade de absorção de nutrientes desta planta é preservada em pequenos volumes de solo.

Sob condições não limitantes de nutrientes, *M. parvifolia* privilegia o desenvolvimento em área foliar em relação ao aumento em altura. Este investimento em área foliar permite aumentar a produção de fotossintetizados (Martins-Corder & Saldanha, 2006), mas acarreta um aumento na superfície de evapotranspiração. A resposta de aumento do IAF de *M. parvifolia* a adição de nutriente é provavelmente possível por sua adaptabilidade às condições estressantes das áreas abertas de restinga que coloniza. *M. parvifolia* possui alta eficiência de utilização da água, baixa foto-inibição e, sob estresse hídrico, é capaz de elevar as concentrações de osmólitos nos tecidos, como de açúcares e proteínas solúveis (*e.g.*, arginina) (Duarte *et al.*, 2005). Estes mecanismos são capazes de aumentar a habilidade de captar água e amenizar a perda hídrica, bem como poderiam explicar o desempenho observado em termos de área foliar.

Conclusão

Plântulas recém germinadas de *M. parvifolia* podem ser cultivadas sem limitação nutritiva do crescimento por até 60 dias em vasos com 500 cm³ com composto orgânico Humosolo. Entretanto, um semelhante desenvolvimento foliar pode ser obtido para mudas em tubetes com 50 cm³, para o mesmo período de cultivo e tipo de solo, através da suplementação nutricional. Esta boa adaptação a pequenos recipientes de cultivo indica uma boa viabilidade de multiplicação de *M. parvifolia* em viveiros e sua utilização em projetos de regeneração ou de reflorestamento com espécies nativas.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado com recursos do convênio FAURG-Bunge Fertilizantes, projeto 428/2008.

Referências bibliográficas

ALBURQUERQUE, A.A.E.; LIMA, H.A.; GONÇALVES-ESTEVEZ, V.; BENEVIDES, C.R.; RODARTE, A.T.A. *Myrsine parvifolia* (Primulaceae) in sandy coastal plains marginal to Atlantic rainforest: a case of pollination by wind or by both wind and insects? **Brazilian Journal of Botany**, v.36, n.1, p 65-73, 2013.

BRACHTVOGEL, E.L.; FREIBERGER, M.B; MALAVASI, M.M; MALAVASI, U.C. Efeitos do uso de fertilizante de lenta disponibilidade e do volume do recipiente na formação de mudas de *Peltophorum dubium*. **Scientia Agrária Paranaensis**, v.5, p. 67-71, 2006.

BRACHTVOGEL, E.L.; MALAVASI, U.C. Volume do recipiente, adubação e sua forma de mistura ao substrato no crescimento inicial de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert em viveiro. **Revista Árvore**, v.34, n.2, p.223-232, 2010.

COSTA, C.S.B.; MARANGONI, J.C.; AZEVEDO, A.M.G. Plant zonation in irregularly flooded salt marshes: relative importance of stress tolerance and biological interactions. **Journal of Ecology**, v.91, n.6, 951-965, 2003.

COSTA, E.; SANTOS, L.C.R.; CARVALHO, C.; LEAL, P.A.M.; GOMES, V.A. Volumes de substratos comerciais, solo e composto orgânico afetando a formação de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes ambientes de cultivo. **Revista Ceres, Viçosa**, v. 58, n.2, 216-222, 2011.

DORNELES, L.P.P.; WAECHTER, J.L. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n.4, 815-824, 2004.

DUARTE, H.M.; GEBLER, A.; SCARANO, F.R.; FRANCO, A.C.; MATTOS, E.A.; NAHM, M.; RENNENBERG, H.; RODRIGUES, P.J.F.P.; LEÃO, H.; ZALUAR, T.; LUTTGE, U. Ecophysiology of six selected shrub species in different plant communities at the periphery of the Atlantic Forest of SE-Brazil. **Flora**, v.200, p. 456-476, 2005.

FREITAS, T.A.S.; BARROSO, D.G.; CARNEIRO, J.G. de A.; PENCHEL, R.M.; LAMÔNICA, K.R.; FERREIRA, D. de A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.853-861, 2005.

FREITAS, T.A.S.; BARROSO, D.G.; SOUZA, L.S.; CARNEIRO, J.G. de A.; PAULINO, G.M. Produção de mudas de eucalipto com substratos para sistema de blocos. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.761-770, 2010.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, v.27, n.2, p. 113-127, 2003.

MARTINS-CORDER, M.P.; SALDANHA, C.W. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de diferentes progênies de *Euterpe edulis* Mart. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p. 693-699, 2006.

WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; MELHEM, T.S.; GIULIETTI, A.M. **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Volume 4. São Paulo: FAPESP/RiMa, 2005, 408p.

Análise de inventários de anfíbios (Anura) produzidos para Estudos de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) que tramitaram na Fundação Estadual de Proteção Ambiental/FEPAM, RS, entre 1997 e 2012

Simone da Silva Ximenez¹; Luís Fernando Carvalho Perelló²

^{1,2}Curso de Especialização em Gestão da Qualidade Ambiental do Instituto do Meio Ambiente da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – IMA/PUCRS; ²Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler - FEPAM/RS; Av. Borges de Medeiros, 261, Porto Alegre, CEP 90.020-0211, RS, Brasil; email: luiscp@fepam.rs.gov.br

Resumo

Este trabalho analisa a adequação dos métodos adotados nos inventários de anfíbios anuros produzidos para atender processos de licenciamento através de ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA-RIMA), protocolados na FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER – FEPAM, em um período de 15 anos. Verificamos as práticas de levantamento adotadas, examinando o quanto elas contribuíram para a excelência dos processos de licenciamento. Constatamos que algumas destas práticas foram negligenciadas como a utilização de *Pitfall* e um esforço amostral insuficiente. Com base nos resultados obtidos, fizemos sugestões ao Órgão Ambiental, visando aprimorar os levantamentos de fauna exigidos nos processos de licenciamento. Nossa expectativa é a de que ao ser estabelecido um padrão mínimo por parte do Órgão Ambiental, de produção e apresentação destes inventários, estes documentos venham a qualificar ainda mais as tomadas de decisão relativas à emissão das licenças ambientais. Com isso, se espera ampliar a figura do licenciamento como uma das importantes ferramentas de conservação da biodiversidade.

Palavras-chave: Anuros; gestão ambiental; inventários de fauna; licenciamento ambiental.

Abstract

In this paper we analyze the adequacy of the current surveillance methods of amphibians employed in the environmental assessments registered in the state agency of environment of Rio Grande do Sul, South Brazil (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER – FEPAM) in the last 15 years. We checked which standard field procedures were adopted. We verified that some methods are neglected as the use of *Pitfall* and insufficient sampling effort. We suggest recommendations for the state agency for further assessments in order to establish a minimum standard of quality in the surveys and so in the decision making process of environmental licensing. We expect that our results will contribute to increase the capability of the environmental assessments to serve as a tool for biodiversity conservation.

We note that some of these practices have been neglected

Keywords: Environmental licensing, Environmental management, Frogs, Wildlife inventories

Introdução

O licenciamento ambiental, processo que foi consolidado no Brasil a partir da criação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), em 1981 (Lei 6.938), é um instrumento da gestão ambiental que visa regular as atividades humanas, identificando de maneira antecipada os impactos negativos que possam comprometer a integridades dos recursos naturais (Brasil, 1981; FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER, 2006; Carneiro *et al.*, 2009). Assim, o papel do licenciamento é decisivo no controle da qualidade do meio ambiente, garantindo a persistência do capital natural para gerações futuras (Brasil, 2011).

As principais normas do licenciamento ambiental são a Resolução do CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE nº 001, de 23 de janeiro de 1986, que estabelece diretrizes gerais para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, e a Resolução do CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE nº 237, de 19 de dezembro de 1997, que reafirma os princípios de descentralização presentes na PNMA e na Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988; Carneiro *et al.*, 2009).

Atividades que geram significativo impacto devem obrigatoriamente submeter-se ao licenciamento mediante o EIA-RIMA (CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 1986, 1997). Trata-se de um processo mais complexo, quando comparado com os licenciamentos ordinários. O EIA deve conter diagnósticos pormenorizados, qualitativos e quantitativos dos meios físico, biótico e socioeconômico, além de tratar dos prognósticos a partir da instalação do empreendimento e, com base nisso, propor medidas mitigadoras que atenuem os impactos negativos da atividade (Brasil, 2007). Para tanto, mediante um Termo de Referência ficam definidos os estudos a serem elaborados pelo empreendedor, assim como o grau de detalhamento dos mesmos (Moura, 2006).

Entre os estudos, os inventários do meio biótico devem reunir informações suficientes para, quando confrontadas com a extensão dos impactos, permitirem a adoção de medidas eficazes de proteção a favor da biodiversidade. Portanto, quanto mais sensíveis os indicadores

empregados nos diagnósticos, mais eficientes poderão ser os mecanismos de proteção a serem adotados.

Entre a fauna de vertebrados, os anfíbios anuros representam excelentes indicadores de estresse ambiental. Trata-se de um grupo de ampla distribuição geográfica (Frost, 2014) e muito vulnerável às mudanças do ambiente (Dunson *et al.*, 1992; Pounds *et al.*, 2006; Katzenberger *et al.*, 2012). Isso faz com que, possivelmente, o grupo dos anuros seja um dos primeiros a sofrer os reflexos dos impactos negativos das atividades humanas. Diversos são os trabalhos que relacionam contaminação ou degradação ambiental com essas populações, cujos espécimes aparecem como indicadores (Wassersug & Seibert, 1975; Sadinski & Dunson, 1992; Horne & Dunson, 1995; Halley *et al.*, 1996; Marsh & Pearman, 1997; Colombo *et al.*, 2008; Mckibbin *et al.*, 2008; Melo *et al.*, 2012; Moreira *et al.* 2010, Moreira *et al.* 2012).

No entanto, as informações produzidas nos inventários de fauna só trazem algum valor quando produzidas com métodos consagrados na literatura científica e devidamente adequados aos fins que se destinam (Campbell & Christmann, 1982; Greenberg *et al.*, 1994; Heyer *et al.*, 1994; Cechin & Martins, 2000). Quando estes documentos são produzidos a partir da observância destes aspectos, a qualidade se reflete também no processo de licenciamento e nas ações de conservação eventualmente adotadas quando da implantação dos empreendimentos.

No Rio Grande do Sul, no âmbito estadual, os licenciamentos estão a cargo da FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER – FEPAM. Em 2014 a FEPAM emitiu um total de 8.741 licenças (Prévias 647, de Instalação 853 e de Operação 7241) (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER, 2014). Uma parcela destas licenças foi decorrente de processos de licenciamento que passaram pelo rito do EIA-RIMA.

O presente trabalho analisou a adequação dos métodos adotados nos inventários de anfíbios anuros e que são produzidos para atender processos de licenciamento através de EIA-RIMA, protocolados na FEPAM, em um período de 15 anos. Avaliamos as práticas de levantamento empregadas, verificando o quanto elas contribuíram para a excelência dos processos de licenciamento. Por fim, e com base nos resultados obtidos, fizemos sugestões ao Órgão Ambiental, visando contribuir com o aprimoramento dos levantamentos de fauna exigidos nos processos de licenciamento. Temos a expectativa de que assim estes trabalhos possam qualificar ainda mais as tomadas de decisão relativas à emissão de licenças ambientais.

Método

Foram revisados 60 inventários de anfíbios anuros - o que representou a totalidade - que fizeram parte de Estudos de Impacto Ambiental protocolados na FEPAM entre os anos de 1997 a 2012 e que se referiam a processos de licenciamento de cinco atividades: Parcelamento de Solo para fins Residenciais-PS, quatro; Linhas de Transmissão de Energia Elétrica-LT, nove; Plantios Silviculturais com Espécies Exóticas-Si, 12; Implantação ou Duplicação de Rodovias-Rd, 20 e 15 inventários relacionados a processos de licenciamento de Pequenas Centrais Hidrelétricas-PCH. Os EIA-RIMA consultados neste trabalho encontram-se depositados na Biblioteca da FEPAM.

Selecionamos oito indicadores para medir a efetividade dos métodos empregados em cada inventário examinado. Seis indicadores (*Procura Ativa*, *Utilização de Pitfall*, *Entrevistas ou Registro de Terceiros*, *Fontes Secundárias*, *Resultados Comentados e Indicação de Conduta*) foram analisados quanto à presença/ausência. Outros dois indicadores (*Clareza de Resultados* e *Esforço Amostral*) foram examinados quanto à suficiência, ou seja, passaram por uma avaliação qualitativa. No indicador *Procura Ativa*, incluímos os trabalhos que se utilizaram de “pontos de escuta” ou “transecção auditiva” e aqueles que não fizeram uso destes recursos, ou omitiram no texto do relatório. O indicador *Clareza de Resultados* foi considerado suficiente toda vez em que estava presente uma descrição dos ambientes estudados, tais como a caracterização do(s) hábitat(s), da cobertura vegetal, assim como a lista com a nomenclatura científica atualizada das espécies inventariadas e seus status de conservação. Já o *Esforço Amostral*, teve sua suficiência interpretada pela curva de acumulação de espécies. A curva não estabilizada, ou ausente, remetia para a interpretação de “esforço insuficiente”. Quanto à *Indicação de Conduta*, ela foi considerada presente toda a vez que o autor do estudo sugeriu algum procedimento de manejo a ser adotado pelo empreendedor ou pelo Órgão Ambiental, relacionado à conservação dos ambientes ou das espécies alvo do trabalho. Os resultados foram sistematizados em planilha que permitiu analisar o conjunto das respostas, por atividade licenciada.

Resultados

De modo geral, praticamente todos os inventários de anfíbios anuros (88,3%) analisados adotaram a procura ativa pelas espécies, porém, na maciça maioria dos trabalhos, não foram utilizadas armadilhas *Pitfall* (96,6%), assim como o esforço amostral foi considerado insuficiente em 83,4% dos inventários revisados. Mas, por outro lado, os consultores, também em maioria,

comentaram os resultados obtidos nas suas campanhas de campo e indicaram condutas (66,7%) para o Órgão Ambiental (Tabela 1), aspectos considerados positivos, já que auxiliam nas tomadas de decisão dos técnicos responsáveis pelos pareceres para a emissão das licenças.

Tabela 1. Relação dos indicadores escolhidos para avaliar os métodos adotados nos inventários, com os respectivos resultados em números absolutos e percentuais correspondentes.

Indicador	Presente	Ausente
Procura Ativa	53-88,3%	7-11,7%
Pitfall	2-3,4%	58-96,6%
Entrevistas ou Registros de Terceiros	22-36,7%	38-63,3%
Fontes Secundárias	54-90%	6-10%
Resultados Comentados	47-78,3	13-21,3%
Indicação de Conduta	40-66,7%	20-33,3%
Indicador	Suficiente	Insuficiente
Clareza dos Resultados	47-78,3%	13 - 21,3%
Esforço Amostral	10-16,7%	50-83,3%

A *Procura Ativa* só não foi adotada em um dos processos de licenciamento de PCH, entre os 15 revisados; mas também não esteve presente em três licenciamentos de LT, dos nove revisados e em três de Rd, entre os 20 que deram entrada na FEPAM (Tabela 2).

O emprego das armadilhas de queda, *Pitfall*, esteve ausente em 58 dos 60 estudos revisados, o que garante um percentual de rejeição desta prática de 96,6%, sendo que na totalidade dos licenciamentos de PCH, LT e PS este recursos não foi adotado (Tabela 2).

O *Esforço Amostral* revisado nos 60 trabalhos só foi considerado adequado em dez, ou seja, em 16,6% (Tabela 1), sendo que nos processos de licenciamento de LT e de PS, em nenhum o esforço foi considerado suficiente (Tabela 2).

Pelo menos 37% dos inventários revisados se utilizaram de *Entrevistas ou Registros de Terceiros* (Tabela 1). Por outro lado, em nenhum dos 12 processos de licenciamentos de Si foi adotado tal recurso (Tabela 2). Ao mesmo tempo, 90% dos processos (54 entre os 60), trouxeram informações obtidas de fontes secundárias (Tabela 2).

Quanto à *Clareza* dos resultados, foi verificado que em 44 inventários (73,3%), este indicador esteve presente (Tabela 1), tendo sido mais comum nos licenciamentos de PCH (80%). O indicador *Comentário dos resultados* esteve presente na maioria dos inventários (78,3%), com um destaque negativo para a atividade de LT. Quase metade dos processos examinados (44,4%)

não apresentou esse indicador de maneira satisfatória. O destaque positivo é da atividade de Si, já que em 100% dos inventários analisados os resultados trouxeram comentários dos autores (Tabela 2).

Mais da metade do total de inventários revisados (66,7%) apresentou pelo menos uma *Indicação de Conduta* dirigida ao empreendedor ou à FEPAM (Tabela 1). Dentre as atividades analisadas, onde menos se viu *Indicação de Conduta* foi nos licenciamentos de PCH, ausente em 60% destes licenciamentos, assim como em 44,4% dos licenciamentos de LT (Tabela 2).

Tabela 2. Relação dos indicadores confrontados com as cinco atividades (PCH-Pequeñas Centrais Hidrelétricas; LT-Linhas de Transmissão de Energia Elétrica; PS-Parcelamento de Solo para fins residenciais; Rd-Implantação ou Duplicação de Rodovias e Si-Plantios Silviculturais com Espécies Exóticas) e o resultado de Presença ou Ausência em números absolutos e percentuais.

Indicador	PCH		LT		PS		Rd		Si	
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
Procura Ativa	14-99,3%	1-0,7%	6-66,6%	3-33,4%	4-100%	0-0%	17-85%	3-25%	12-100%	0-0%
Pitfall	0-0%	15-100%	0-0%	9-100%	0-0%	4-100%	1-5%	19-95%	1-8,3%	11- 91,7%
Entrevistas ou Registros de Terceiros	8-53,3%	7-46,7%	8-88,8%	1-11,2%	1-25%	3-75%	5-25%	15-75%	0-0%	12-100%
Fontes Secundárias	13-86,6%	2-13,4%	8-88,8%	1-11,2%	3-75%	1-25%	18-90%	2-10%	12-100%	0-0%
Resultados Comentados	13-86,6%	2-13,4%	5-55,5%	4-45,5%	3-75%	1-25%	14-70%	6-30%	12-100%	0-0%
Indicação de Conduta	6-40%	9-60%	5-55,5%	4-45,5%	4-100%	0-0%	15-75%	5-25%	10-83,3%	2-16,7%
Indicador	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I
Clareza	12-80%	3-20%	5-55,5%	4-45,5%	3-75%	1-25%	15-75%	5-25%	9-75%	3-25%
Esforço Amostral	5-33,3%	10-66,7%	0-0%	9-100%	0-0%	4-100%	2-10%	18-90%	3-25%	9-75%

P=Presente; A=Ausente; S=Suficiente; I=Insuficiente

Discussão

Nos inventários de fauna a procura ativa representa, possivelmente, a mais importante prática de campo. Com base no conhecimento do grupo de fauna a ser inventariado e do hábitat, é possível praticamente esgotar uma lista de espécies percorrendo a área com foco nos vestígios, nas vocalizações ou no próprio avistamento (Rocha *et al.*, 2004). No caso dos anfíbios anuros, grupo com a maioria das espécies dependentes de áreas úmidas, o hábitat acaba por circunscrever

de maneira inequívoca o ambiente onde as espécies devem ocorrer. Assim, era de se esperar que a *Procura Ativa* estivesse presente em 100% dos estudos revisados. Mesmo que esta prática não tenha sido adotada em apenas um dos processos de licenciamento de PCH - entre os 15 revisados - esta lacuna gera estranheza. Ocorre que justamente a atividade de PCH tem estreita relação com as áreas úmidas; seus impactos negativos expressam forte possibilidade de as espécies desaparecerem pelo alagamento ou outras intervenções diretamente relacionadas com este tipo de empreendimento (Reis *et al.*, 2005).

As LT e Rd são atividades lineares, cujas áreas de influência são de larga abrangência espacial. Este aspecto talvez sirva para explicar a negligência da adoção da *Procura Ativa* nos inventários analisados. A *Procura Ativa*, para atender inventários desta natureza como se espera, implica em muitas horas de trabalho de campo, o que se reflete nos custos do processo de licenciamento. O enfrentamento desta dificuldade, procurando compatibilizar questões orçamentárias com a qualidade das informações de campo, poderia ser a aplicação de levantamentos de campo em parcelas que, por sua vez, teriam sua distribuição subordinada aos ecossistemas mais representativos encontrados na rota dos empreendimentos. De qualquer maneira, a ausência da *Procura Ativa* deve ser apontada e rejeitada pelo técnico do Órgão Ambiental que tem a incumbência de analisar os estudos do meio biótico. Não garantir a adoção de práticas consagradas nos métodos de campo, como a *Procura Ativa*, além de empobrecer os resultados do inventário, pode induzir ao erro àquele a quem cabe a responsabilidade de emitir parecer sobre o estudo. Esta lacuna pode se refletir na qualidade da licença a ser expedida (Silveira *et al.*, 2010), que dessa forma poderá deixar de considerar questões importantes da conservação das espécies.

Armadilhas de interceptação e queda, *Pitfall*, são amplamente utilizadas para a amostragem de anfíbios, répteis e pequenos mamíferos. Uma das vantagens deste recurso é a captura de animais que raramente são amostrados através dos métodos tradicionais que envolvem procura visual (Campbell and Christmann, 1982; Greenberg *et al.*, 1994; Heyer *et al.*, 1994). O emprego das armadilhas *Pitfall* esteve ausente em mais de 95% dos processos de licenciamento que fizeram parte deste trabalho. Nos processos relacionados ao licenciamento de PCH, LT e PS, que juntos representaram 46,6% do total de inventários revisados, esta prática não se fez presente. Os demais inventários, referentes ao licenciamento de Rd e Si, recorreram ao método apenas uma vez, cada um deles.

Por se tratar de um recurso recorrente para os levantamentos de fauna (répteis, anfíbios e pequenos mamíferos), a não utilização da amostragem por *Pitfalls* pode ter contribuído para gerar inventários que não refletiram a riqueza local de espécies. Neste caso, o conteúdo dos estudos pode não ter expressado o panorama verdadeiro de riqueza. Por conta disso, espécies de interesse especial, como ameaçadas, raras ou endêmicas podem ter ficado fora dos levantamentos, com prejuízos para a conservação.

As razões alegadas para o não emprego deste recurso podem estar expressas nos relatórios, porém isto não foi objeto de investigação no presente trabalho. A literatura revela que o componente custo pode, muitas vezes, explicar a não adoção das *Pitfalls*. O custo do material que é utilizado no processo, a escavação necessária e a instalação de centenas de metros de cercas-guia, envolvem um esforço de campo que precisa ser considerado. Por outro lado, as *Pitfall* somente se prestam para trabalhos cujas atividades de campo superem 20 dias, garantindo assim a melhor relação custo/benefício (Cechin & Martins, 2000).

Ouvem-se ainda outras críticas quanto ao emprego das *Pitfalls*, como o fato de que elas geram forte estresse para os animais, pois ficam presos durante horas dentro dos baldes, à mercê de predadores, exposição ao sol ou água e, finalmente, a manipulação. Indivíduos de outras espécies, como pequenos mamíferos, também capturados, podem morrer afogados ou por hipotermia. Ainda, para o grupo dos anfíbios, as armadilhas são bastante seletivas, sendo úteis apenas para a captura de animais terrestres, como bufonídeos, leptodactilídeos, etc. Os hilídeos, com discos adesivos, que utilizam a estratificação vertical, não costumam ser capturados com este recurso e, quando o são, conseguem facilmente escapar. Por fim, com base em trabalhos de campo, pesquisadores referem que, em condições normais de amostragem, as espécies capturadas nas *Pitfalls* acabam sendo registradas também por busca ativa ou pontos de escuta.

Segundo Curcio *et al.* (2010), o consórcio da Procura Ativa com a Amostragem Passiva, o que não ocorreu em nenhum dos estudos aqui analisados, é uma fórmula exitosa para a produção de inventários de fauna. Isto reforça a preocupação com um dos achados negativos mais importantes deste trabalho, revelando a insuficiência do *Esforço Amostral* nos inventários revisados. Insuficiência amostral significa carência de informações, listas de espécies possivelmente incompletas e todo o conjunto de incertezas que não deve fazer parte das análises em processos de licenciamento (Silveira *et al.*, 2010). Trabalhos com nítida e constatada insuficiência amostral deveriam ser rejeitados *a priori*, com pedidos de complementação (Brasil,

2007; Carneiro *et al.*, 2009). Se decisões são tomadas nos processos de licenciamento com base nos inventários de fauna, visando mitigação de impactos e propostas de manejo, é de se supor que a carência de informações pode levar a procedimentos equivocados e que podem não garantir as estratégias esperadas com vistas à conservação. Todo o processo, a partir daí, pode ficar comprometido e dissociado de tudo o que se espera do licenciamento ambiental.

A grande maioria dos inventários (90%) utilizou fontes secundárias para a obtenção de dados mais completos, sendo este um aspecto positivo, pois como mencionado, o somatório da utilização de metodologias distintas agrega um maior número de espécies em um período reduzido de tempo de amostragem. Na prática, o levantamento de dados secundários deve ser utilizado como passo inicial para a compilação de uma lista de espécies de potencial ocorrência, a qual será acrescida com as devidas alterações que surgirem ao longo da amostragem (Silveira *et al.*, 2010). Na maioria dos EIA (63,33%) não foi valorizada a utilização de informações vindas de *Entrevistas ou Registros de Terceiros*. De certa forma, isto pode ser considerado positivo, pois dados provenientes dessas fontes não são os mais confiáveis, uma vez que é comum serem compilados por pessoas que não têm o conhecimento científico suficiente para identificar as espécies (Curcio *et al.*, 2010). No caso de anfíbios, o emprego de entrevistas ou a utilização de informações vindas de terceiros somente são utilizados quando fornecidas por biólogos, através de gravações de vocalização ou de imagens. Caso contrário, este recurso deve ser empregado apenas nas situações em que a espécie apresenta características morfológicas inconfundíveis (*com. oral Caroline Zank, Setor de Fauna, Sema/RS*).

Os indicadores *Clareza, Comentário dos resultados e Indicação de conduta* estão presentes na maioria dos EIA de todas as atividades analisadas (73,33%, 78,33% e 66,67%, respectivamente), o que agrega um valor importante aos inventários. São itens fundamentais para o embasamento da tomada de decisão quanto à aprovação do empreendimento, com ou sem complementação do estudo (Brasil, 1981). Portanto, apesar do esforço amostral ter se mostrado aquém do desejado, situação que poderia ser solucionada com um período de amostragem prolongado para todas as estações do ano (Silveira *et al.*, 2010), a maioria dos inventários avaliados foi considerado conclusivo em relação ao pedido de licenciamento, permitindo uma tomada de decisão.

Conclusões

Com base nos resultados encontrados, são listadas algumas recomendações dirigidas ao Órgão Ambiental e que temos a expectativa de que possam qualificar não somente os inventários de anfíbios anuros, mas também aqueles dos demais grupos de fauna. Neste caso, seria possível definir um conjunto de procedimentos mínimos para tais estudos, capaz de atender aos interesses da conservação da biodiversidade a partir do licenciamento ambiental.

a) O Órgão Ambiental deve mencionar no Termo de Referência (TR), de forma objetiva e clara, o que espera encontrar nos estudos de fauna;

b) Listar nos TR as práticas mínimas a serem adotadas nos métodos de inventário, considerando as diferenças entre cada grupo de fauna;

c) Exigir que conste no corpo do trabalho a justificativa para o não emprego de alguma prática que foi listada no TR;

d) Rejeitar inventários que não observam métodos consagrados para o grupo de fauna que está sendo inventariado;

e) Revisar com especial atenção o esforço amostral e rejeitar, de maneira sumária, o inventário que não fizer menção a este quesito, ou quando o mesmo for considerado insuficiente;

f) Adotar estrutura padronizada de apresentação para os inventários de fauna onde apareçam, obrigatoriamente, os títulos:

- **INTRODUÇÃO:** Apresentar informação geral sobre o grupo a ser inventariado; rápida descrição das áreas a serem estudadas.

- **MÉTODO:** Descrição completa de cada prática de campo adotada para a composição do inventário; locais; adoção de parcelas, quando for o caso; meses, estações do ano, horário das atividades de campo; descrição de equipamentos utilizados para as amostragens, tais como armadilhas fotográficas, redes de neblina; justificativa para a não adoção de determinada prática (marcação ou equipamento).

- **RESULTADOS:** Apresentar lista de espécies, distribuídas por família, com nomenclatura atualizada; curva de suficiência amostral e status de conservação de acordo com a Lista Estadual das Espécies da Fauna Ameaçada.

- **COMENTÁRIO DOS RESULTADOS/DISCUSSÃO:** Fazer constar manifestação formal do responsável técnico que assina o relatório, comentando aspectos relacionados com a riqueza e a

composição das espécies encontradas, preferencialmente e sempre que possível, comparando com a riqueza esperada com base em dados secundários; esforço amostral.

- INDICAÇÃO DE CONDUTA: Fazer constar manifestação formal do autor do relatório sobre procedimentos voltados à conservação do grupo inventariado e que mereçam ser observados pelo Órgão Ambiental e ou pelo empreendedor; mencionar ações que eventualmente possam atenuar os impactos negativos sobre as espécies ocorrentes na área – medidas mitigadoras.

Agradecimentos

Agradecemos à bibliotecária Silvia Maria Jungblut, responsável pelo Serviço de Documentação da FEPAM, pelo auxílio na fase de consulta aos EIA-RIMA; à bióloga, Dra. Caroline Zank, do Setor de Fauna da SEMA/RS e ao geólogo Glaucus Vinícius Biasetto, responsável pela Divisão de Planejamento, Qualidade Ambiental e Geoprocessamento da FEPAM, pelas produtivas críticas ao presente texto.

Referências bibliográficas

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília: DF, 31 ago. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm>. Acesso em: 03 maio 2014.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Tribunal de Contas da União (Ed). **Cartilha de licenciamento ambiental**. Brasília: TCU, 4ª Secretaria de Controle Externo, 2007, 83 p.

BRASIL. Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília: 8 dez. 2011.

CAMPBELL, H. W.; CHRISTMAN, S. P. Field techniques for herpetofaunal community analysis. In: SCOTT JÚNIOR, N. J. (Ed.). **Herpetological Communities**. Washington: U.S. Fish Wildl. Serv. Wildl. Res. Rep. 13, 1982. p. 193-200.

CARNEIRO B. M *et al.* (Eds). **Caderno de Licenciamento Ambiental**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. 91 p.

CECHIN, Sonia Z.; MARTINS, Marcio. Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 3, p. 729-740, ago. 2000.

COLOMBO P. *et al.* Composição e ameaças à conservação dos anfíbios anuros do Parque Estadual de Itapeva, Município de Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 229-240, 2008.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução n.º 001, de 1986**. Brasília: DF, 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução n.º 237, de 1997**. Brasília: DF, 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>.

CURCIO F. F. *et al.* Considerações sobre métodos e critérios empregados em estudos ambientais sobre a herpetofauna. **Estudos Avançados**, v. 24, p. 187-195, 2010.

DUNSON, William A; WYMAN, Richard L; CORBETT, Edward S. A Symposium on the amphibians declines and habitat acidification. **Journal of Herpetology**, v. 26, n. 4, p. 349-352, 1992.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER. **O licenciamento ambiental no Rio Grande do Sul: Conceitos Jurídicos e Documentos** Associados. Porto Alegre: FEPAM, 2006. 76 p. (Coleção referências, vol. 2).

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER. **Licenciamento Ambiental**: Disponível em: <http://www.FEPAM.rs.gov.br/servicos/resultados/prod_total.asp>. Acesso em: 18 abr. 2014.

FROST, Darrel R. 2014. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (Date of access). Disponível em: <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>>. Acesso em: 18 abr. 2014.

GREENBERG, Cathryn H; NEARY, Daniel G; HARRIS, Larry D. 1994. A comparison of herpetofaunal sampling effectiveness of pitfall, single-ended, and double-ended funnel traps used with drift fences. **Journal of Herpetology**, v. 28, n. 3, p. 319-324.

HALLEY J. M., OLDHAM R. S., ARNTZEN J. W. Predicting the persistence of amphibian populations with the help of a spatial model. **The Journal of Applied Ecology**, v. 33, n. 3, p. 455-470, 1996.

HEYER W. R. *et al.* **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians**. Washington (D.C): Smithsonian Institution Press, 1994. 384 p.

HORNE M. T., DUNSON A. W. Effects of low pH, metals, and water hardness on larval amphibians. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 29, n. 4, p. 500-505, 1995.

KATZENBERGER, Marco. *et al.* Tolerância e sensibilidade térmica em anfíbios. **Revista da Biologia**, v. 8, p. 25-32, jun. 2012.

MARSH D. M., PEARMAN P. B. Effects of habitat fragmentation on the abundance of two species of leptodactylid frogs in an Andean Montane Forest. **Conservation Biology**. v. 11, n. 6, p. 1323-1328, 1997.

MCKIBBIN R. *et al.* The influence of water quality on the embryonic survivorship of the Oregon spotted frog (*Rana pretiosa*) in British Columbia, Canada. **Science of the Total Environment**, v. 395, n. 1, p. 28-40, 2008.

MELO R. A. *et al.* Enzimas antioxidantes e acetilcolinesterase como biomarcadores de contaminação ambiental no Bioma Pampa: *Phyllomedusa iheringii* (Anura: Hylidae) como modelo de estudo. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 4, n. 2, 2012.

MOREIRA J. C. *et al.* Avaliação do risco à saúde humana decorrente do uso de agrotóxicos na agricultura e pecuária na região Centro Oeste. **Relatório de Pesquisa**. Brasília: CNPq 555193/2006-3, 2010.

MOREIRA J. C. *et al.* Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1557-1568, 2012.

MOURA, Mauro Gomes de (Ed.). **Manual técnico do licenciamento ambiental com EIA/RIMA**. Porto Alegre: FEPAM, 2006. 65 p. (Coleção referências, vol. 2).

POUNDS J. A. *et al.* Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. **Nature**, v. 439, p. 161-167, jan. 2006.

REIS L. B., FADIGAS E. A. A., CARVALHO C. E. Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável. Barueri: SP: Editora Manole, 2005.

ROCHA C. F. D. *et al.* Relative efficiency of anuran sampling methods in a resting habitat (Jurubatiba: RJ, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 64, n. 4, p. 879-884, 2004.

SADINSKI W. T; DUNSON W. A. A multilevel study of effects of low pH on amphibians of temporary ponds. **Journal of herpetology**. v. 26, n. 4, p. 413-422, 1992.

SILVEIRA L. F. *et al.* Para que servem os inventários de fauna? **Estudos Avançados**, v. 24, p. 173-178, 2010.

WASSERSUG R. J.; SEIBERT E. A. Behavioral responses of amphibian larvae to variation in dissolved oxygen. **Copeia**, v. 1975, n. 1, p. 86-103, 1975.

Matéria técnica

Cooperação Técnica entre a FEPAM e o Instituto Meteorológico e Hidrológico da Suécia para avaliação de poluentes atmosféricos

Márcio D'Avila Vargas

Programa Ar do Sul – PROAR, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM, Av. Borges de Medeiros, 261, 9º andar, Porto Alegre, 90.020-021, RS, Brasil. E-mail: marciodv@fepam.rs.gov.br

O Ministério do Meio Ambiente do Brasil e o Ministério do Meio Ambiente do Reino da Suécia assinaram um Memorando de Entendimento no dia 20 de novembro de 2013, em Varsóvia, Polônia, para cooperação nas áreas de proteção ambiental, mudança do clima e desenvolvimento sustentável. A partir deste memorando, projetos de cooperação técnica na área ambiental entre os países puderam ser viabilizados. Neste sentido, o Instituto Meteorológico e Hidrológico da Suécia (SMHI), em conjunto com o Centro Mario Molina do Chile (CMM) e a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), propôs à FEPAM, por intermédio do Programa Ar do Sul (PROAR) dessa Fundação, um projeto piloto de pesquisa visando uma melhor compreensão das emissões de material particulado (PM) e carbono negro (BC) em ambiente urbano no Brasil.

O objetivo geral do projeto é compreender as fontes de geração de partículas finas e carbono negro em um ambiente urbano. A proposta seria combinar uma campanha de monitoramento das concentrações de PM e BC presentes na atmosfera, em diversos pontos de uma pequena cidade com topologia adequada, com o inventário de emissões locais e de “fundo”, envolvendo ferramentas de modelagem. Para desse modo, quantificar e compreender o papel de diferentes fontes individualmente, por exemplo, o tráfego, a combustão da madeira nas residências e a produção industrial.

Como se sabe, o material particulado fino é um dos grandes poluentes atmosféricos atuais dos grandes centros urbanos, tendo sido, recentemente, considerado um dos poluentes carcinogênico para humanos pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Ou seja, os impactos

da poluição atmosférica por material particulado na saúde pública são indiscutíveis e a análise das fontes, do comportamento e das características das partículas pode ser de grande valia para minimizar sua geração e para o estabelecimento de políticas públicas adequadas à proteção da saúde e do meio ambiente em geral. Em termos de fontes de material particulado, as mais importantes são as relacionadas ao setor de transportes, em especial o diesel de veículos pesados, a queima de resíduos agrícolas (queimadas) e os processos industriais com baixa tecnologia. Outra fonte de material particulado no ar e que muitas vezes é desprezada em vários estudos da área é a combustão de madeira residencial para cozinhar e para o aquecimento. Conforme estudos recentes, cidades do sul do Chile têm um problema crítico com elevados níveis de poluição causados por um uso extensivo de combustão de madeira residencial. Embora a combustão de madeira residencial no sul do Brasil não seja tão intensa como no sul do Chile, não se pode descartá-la como uma das fontes importantes de material particulado inalável e fuligem dentro das áreas urbanizadas, principalmente no inverno.

Para o estudo piloto, foi escolhido o município de Sapiranga, tanto por questões de emissão (elevada queima de madeira em lareiras e fogões residenciais, principalmente no inverno), quanto por questões geográficas de clima e de localização. Para avaliar as emissões locais, diversos dados de emissões de fontes fixas, de inventários locais de empreendimentos com geração de poluentes diversos, de informações sobre tráfego local, indústrias e fatores climatológicos da região, entre outros, foram compilados e/ou avaliados para a realização da modelagem. Informações sobre os hábitos da população, referente ao uso de lenha também foram coletados em questionários dirigidos, via o apoio das escolas locais. Além disso, foram feitos os monitoramentos de campo, tanto de material particulado, quanto das condições meteorológicas locais, com a instalação de analisadores de material particulado do tipo DustTrack, BAM-1020 e Nanoscan SMPS em três pontos distintos da cidade (ponto T = monitoramento de emissões do Tráfego; ponto L= monitoramento de emissões por queima de Lenha; ponto B = Background) e sensores meteorológicos, também em três pontos distintos da cidade, para avaliar direção do vento, velocidade do vento, umidade, precipitação, radiação solar, temperatura e pressão, conforme mostra a Figura 1.

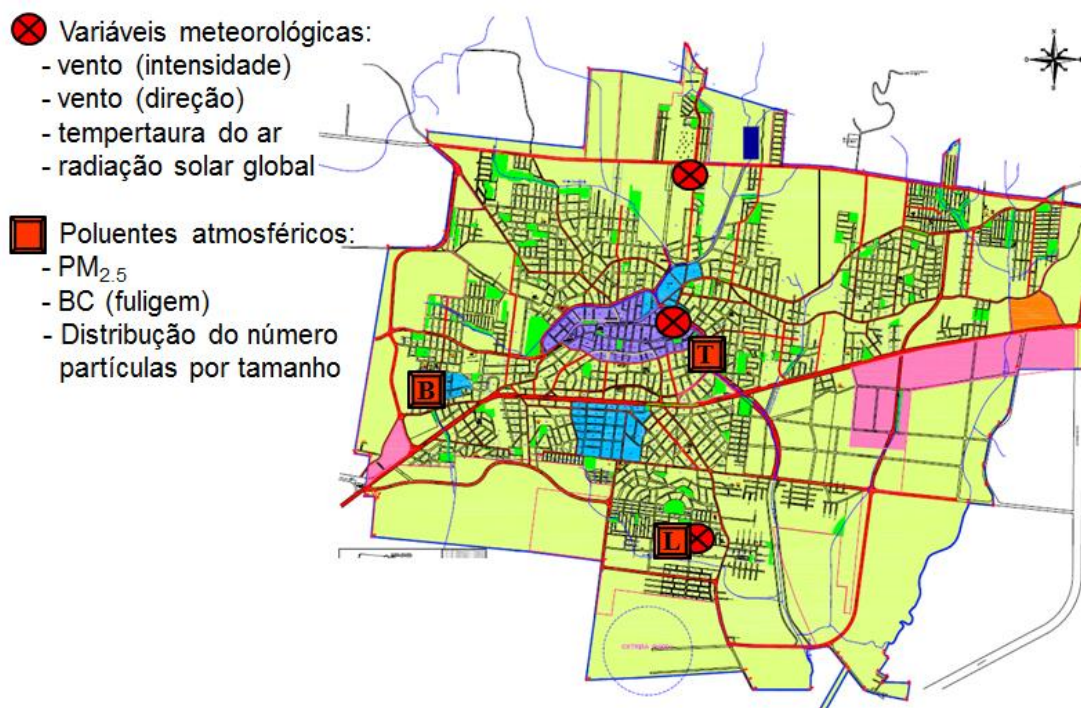


Figura 1: Mapa do município de Sapiranga com a localização dos pontos de monitoramento. Ponto T = monitoramento de emissões do tráfego; ponto B = Background; ponto L = monitoramento das emissões por queima de lenha. (Fonte: SMHI - Instituto Meteorológico e Hidrológico da Suécia).

Os resultados do monitoramento de campo, das consultas à população e os dados obtidos nos inventários locais, e dos registros de emissões disponíveis na FEPAM e no órgão ambiental local serão inseridos no *software* AIRVIRO de modelagem. As condições de contorno químico da atmosfera para o AIRVIRO serão feitas pelo sistema de modelagem CCATT-BRAMS, que consiste em um modelo de transporte de química atmosférica (CCATT) acoplado em linha com o modelo atmosférico-área limitada (BRAMS).

O projeto teve início em 2013 e no dia 28 de agosto daquele ano, na sede da FEPAM, ocorreu a primeira reunião entre os membros das equipes técnicas, quando foram definidos o cronograma do projeto e as ações de cada uma das partes. Após definição do município de Sapiranga como local de estudo, o órgão ambiental da Prefeitura Municipal de Sapiranga foi inserido no grupo de trabalho. Os dados locais foram sendo coletados ao longo dos meses após o início do projeto e a campanha de monitoramento ocorreu durante os meses de julho e agosto de 2014. Todos os dados obtidos foram analisados e os resultados do projeto deverão ser divulgados até o início de 2015 em seminário e, posteriormente, através de publicações de artigos científicos.

Com este projeto de cooperação, a Suécia e o Chile irão compartilhar com o Brasil as suas experiências, visando entender a origem da poluição por partículas em cidades onde o tráfego rodoviário e a combustão de madeira residencial são suspeitos de serem as principais fontes de emissão. A metodologia proposta poderá permitir um mapeamento do problema ambiental nas áreas de interesse, sem a necessidade de fazer um extenso monitoramento.

Espera-se, com esta iniciativa, a identificação de ações para reduzir a poluição atmosférica local. Além disso, ao final do trabalho, é desejável que as autoridades locais sejam capazes de informar sobre quais fontes principais contribuem para a poluição por material particulado e carbono negro. Algo que é de interesse tanto do ponto de vista da saúde da população, como para a mitigação das fontes poluidoras.

Relato de experiência

A importância da continuidade da capacitação da FEPAM

Nilvo Luiz Alves da Silva

Rua Hoffmann, 239, Porto Alegre, RS, CEP 90220-170, Brasil, email: nilvo.silva@gmail.com

Resumo

Apresento aqui um relato pessoal sobre o período de junho de 2013 a dezembro de 2014 em que atuei como Diretor-Presidente da FEPAM¹. O retorno à Fundação foi também meu retorno ao estado do Rio Grande do Sul após 11 anos, oito deles fora do país. Portanto, esta é uma reflexão sobre mudanças que percebi no Rio Grande do Sul e na Fundação, e também sobre o seu futuro.

The importance of continued capacity building in FEPAM

Abstract

I present here a personal account of my last year and a half as CEO of FEPAM. The return to the Foundation was also my return to the state of Rio Grande do Sul after 11 years, eight of them

¹ Este relato foi escrito em dezembro de 2014 e pretende oferecer uma referência para aqueles que acompanham o trabalho da Fundação, seus servidores e também os gestores que virão.

abroad. So this is a reflection on changes in the State and the Institution, and also about their future.

Assumi a Presidência da FEPAM em junho de 2013 após uma crise institucional profunda, revelada por ações policiais e judiciais². O meu trabalho envolveu, basicamente, liderar a gestão da crise e a reorganização da Instituição e da sua gestão, das suas relações institucionais, o restabelecimento de sua credibilidade e a retificação de diversos processos de licenciamento ambiental, muitos deles objeto de ações civis públicas.

A crise e sua origem

O Rio Grande do Sul tem uma história rica em ativismo ambiental de sua sociedade civil e uma honrosa lista de visionários e lutadores. Ao mesmo tempo, vem se constituindo numa sociedade que, com exceções dos movimentos sociais ligados ao tema e das instituições responsáveis por fazer aplicar a legislação ambiental, limita-se a apontar órgãos ambientais como "obstáculos ao desenvolvimento". Como se meio ambiente não fosse um tema contemporâneo estratégico, como se não houvesse problemas ambientais a resolver, e como se a gestão ambiental não fosse necessária para melhor qualidade de vida, para a sustentação da sociedade e do seu próprio desenvolvimento.

As irregularidades, reveladas pela "Operação Concutare"¹ em abril de 2013, marcaram talvez a maior crise vivida pela FEPAM desde sua criação em 1990. Uma crise tanto de capacidade, quanto de credibilidade. Na origem disto está o fato, visível em particular para quem se ausentou por mais de uma década, de que os temas ambientais perderam espaço na agenda pública do Estado. Isto não deixa de ser um paradoxo.

A crise da FEPAM pode ser vista como um dos sintomas do nosso descuidado cotidiano com os temas ambientais no planejamento da infraestrutura, da economia, no planejamento urbano, no desenvolvimento da agricultura.

A resposta de curto prazo à crise

² Para matérias sobre o episódio ver, por exemplo, <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/08/pf-conclui-inquerito-da-operacao-concutare-e-indicia-49-pessoas-no-rs.html> (acessado em 26/12/14). Nos meses anteriores a FEPAM teve também seu antigo prédio sede interditado por falta de manutenção e problemas de segurança.

A resposta à crise, certamente, deveria passar pela revalorização da Fundação, de seu quadro técnico, e da qualificação da sua gestão. Do ponto de vista do licenciamento ambiental³, o trabalho estava marcado (e ainda está em alguma medida) por um nível bastante limitado de normatização, por baixa transparência e alta discricionariedade quanto aos critérios de tomada de decisão.⁴

A partir de junho de 2013, várias ações foram tomadas para a reorganização da FEPAM e de suas funções. Essas ações envolveram a aprovação e implementação do novo Plano de Cargos, Funções e Salários, a aprovação do novo Estatuto e do primeiro Regimento Interno da FEPAM⁵, o lançamento do portal de licenciamento do Estado na internet, além da elaboração e publicação de várias normas e procedimentos desde o atendimento ao público até a tomada de decisão sobre os licenciamentos ambientais. No conjunto, essas ações, apesar de limitadas, garantem maior estabilidade no trabalho, estabelecem a nova estrutura e definem de forma clara as competências e atribuições de cada área da Fundação⁶. São instrumentos fundamentais para o aprimoramento da gestão da Instituição. Apesar de limitadas no seu conjunto, estão ações apontam para uma FEPAM que passa a ser *mais Estado e menos Governo*.

Lançamos também um novo concurso público que deverá modificar a forma de trabalho da FEPAM. O foco do concurso é a interiorização da Fundação através de estruturação das suas oito Gerências Regionais. A FEPAM ficará mais próxima da realidade do Estado, dos Municípios e dos cidadãos.

Estabelecemos diálogo intenso com os Ministérios Públicos, buscamos a resolução de inúmeros passivos judiciais, correção de processos de licenciamento ambiental e o estabelecimento de esforços conjuntos para temas importantes do Estado.

³ Funções importantes como fiscalização e monitoramento ambiental foram reduzidas ao longo dos anos. Exemplo disto é a quase total paralisação da rede de monitoramento da qualidade do ar "Ar do Sul" que entrou em operação no ano de 2002.

⁴ Vários dos principais problemas de gestão da Fundação estão identificados na Auditoria Operacional realizada pelo Tribunal de Contas do Estado no ano de 2011. Ver também entrevistas concedidas pelo autor: <http://jcrs.uol.com.br/site/noticia.php?codn=152440>, <http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/noticia/2014/04/um-ano-apos-operacao-concutare-paralisar-fepam-orgao-torna-processos-mais-transparentes-e-amplia-estrutura-4487211.html>, <http://jcrs.uol.com.br/site/noticia.php?codn=180789> (acessados em 26/12/14).

⁵ As principais modificações na estrutura da Fundação foram a criação de dois novos Departamentos: um dedicado exclusivamente à fiscalização e outro aos temas da agricultura, e a criação de áreas técnicas especializadas para os temas da energia, da infraestrutura (em particular, dos transportes) e de Saneamento.

⁶ Estas ações estão detalhadas no Plano de Ação apresentado ao TCE e aprovado em 2014.

Estas transformações são complementadas por um projeto de Tecnologia da Informação financiado pelo Banco Mundial (9 milhões de dólares) para digitalização completa do trabalho operacional e de planejamento da FEPAM e da Secretaria de Meio Ambiente como um todo. A implantação do projeto foi iniciada em janeiro de 2014 sob coordenação da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, SEMA.

Reflexões sobre o licenciamento ambiental⁷

O debate público sobre os problemas do licenciamento ambiental, em particular sobre a demora para emissão de licenças, se arrasta por duas décadas sem que se tenha conseguido estabelecer continuidade na capacitação da Fundação. É preciso tempo e continuidade, mas não há mistério sobre como capacitar as instituições de meio ambiente para fazerem o seu trabalho.

Afinal, há solução que consiga simultaneamente maior agilidade, maior transparência e maior proteção ambiental? A meu ver, isto não só é possível, como representa a única solução efetiva. O que comprovadamente tem dado errado é o foco na idéia de "agilidade" de emissão de licenças, de "remoção de obstáculos" ambientais. O Brasil possui legislação e arranjos institucionais complexos na área de meio ambiente. Buscar apenas estabelecer mecanismos ou fórmulas simples para tornar mais rápida a emissão de licenças (o que é diferente de licenciamento ambiental) tem gerado conflitos crescentes e piorado o problema. Basta ver os resultados: a história da FEPAM e de vários órgãos ambientais no país são testemunhas disso.

Para que o licenciamento seja ágil, transparente e efetivo na proteção ambiental é preciso, em primeiro lugar, que se invista na infraestrutura e na qualidade da gestão não apenas para a emissão de licenças, mas para o conjunto das suas funções. Entre elas fiscalização, monitoramento e planejamento. Estas funções são essenciais para o licenciamento ambiental. Em segundo lugar, o licenciamento necessita de um conjunto de referências externas para que possa ser ágil e seguro. Referências, por exemplo, sobre espaços a serem protegidos ou geridos de forma mais criteriosa (como *hotspots* de biodiversidade, áreas críticas em termos de poluição do ar, para proteção de mananciais, etc.). De forma simples, a aplicação do licenciamento no Brasil pode ser comparada a um jogo de futebol em um campo sem as linhas de marcação, sem

⁷ Este relato trata da situação da FEPAM. A não menção do papel dos municípios e da Secretaria Estadual do Meio Ambiente não significa o não reconhecimento da importância dos seus papéis no processo de descentralização do licenciamento e na definição de políticas públicas.

referências claras para os limites do jogo e da aplicação das regras. Isto é irônico, já que a visão que sustenta o discurso da "remoção dos obstáculos ambientais" é também a que sustenta a ausência de políticas ambientais e, portanto, a ausência dessas referências.

Meio ambiente é um tema estratégico: visão, disposição política e competência

Não há água sem rios, e rios sem os ambientes naturais que os sustentam. Enchentes só podem mesmo ser evitadas com gestão ambiental no centro da gestão urbana. O Bioma Pampa e os grandes ecossistemas e paisagens do Estado só podem ser realmente protegidos com políticas urbanas e agrícolas inteligentes e que considerem que há limites para conversão de ambientes nativos. Instituições ambientais capazes têm um papel importante nisso tudo, numa economia mais competitiva e preparada para os desafios enormes que um futuro de mudanças ambientais e climáticas nos reserva.

Na prática, apenas uma instituição com recursos e referências maiores de planejamento é capaz de licenciar de forma ágil e efetiva na proteção do meio ambiente. Para uma resposta duradoura em relação à prestação dos serviços da Fundação há dois desafios principais. O primeiro deles é dar continuidade ao trabalho (re)iniciado em 2013 de valorização da instituição e da qualidade de sua gestão. O segundo, mais importante e sem o qual o primeiro tem apenas sentido limitado, é que se desenhem, e que sejam feitos investimentos (de recursos e inteligência) em políticas ambientais de verdade e de longo prazo. Isto não só é perfeitamente possível, mas necessário do ponto de vista da própria economia.

A FEPAM deve e pode tornar-se uma instituição mais ágil e transparente na prestação dos seus serviços e na proteção do meio ambiente. É preciso apenas visão, disposição política e competência.

Relatos de eventos

Monitoramento de cianobactérias realizado pela Divisão de Biologia da FEPAM é apresentado em evento internacional na Espanha

Entre os dias 6 e 11 de julho de 2014 foi realizado, na cidade de Santander (Espanha), o XVII Congresso da Associação Ibérica de Limnologia. Na ocasião, diversos pesquisadores e profissionais de diferentes países apresentaram trabalhos e debateram temas referentes às águas continentais, objeto de estudo da Limnologia. A questão subjacente aos tópicos apresentados foi o estado dos ecossistemas aquáticos, em vista dos diferentes fatores que podem alterar a manutenção de suas características originais. Nesse contexto, os assuntos abordados envolveram a busca pela compreensão dos mecanismos que sustentam a biodiversidade e funcionamento dos ambientes aquáticos, os quais são fundamentais para garantir sua conservação e o desenvolvimento sustentável das sociedades humanas.

Como contribuição ao evento, foi apresentado pôster pela bióloga Nina Rosa Rodrigues, com o título “*Cyanobacteria monitoring in two freshwater bodies in Rio Grande do Sul State - Brazil*”. Neste trabalho, foram apresentadas análises quali-quantitativas de cianobactérias realizadas na Divisão de Biologia da FEPAM entre novembro de 2011 e março de 2012, como parte do monitoramento de rotina da Rede Básica de Monitoramento, no rio Gravataí, e do Projeto Balneabilidade, na Lagoa do Peixoto (Osório/RS). Como as cianobactérias, constituintes do fitoplâncton, representam um dos parâmetros biológicos para avaliação de qualidade de águas, demonstrou-se apropriada a apresentação sobre florações desses organismos, exemplificada pela discussão com bases em diretrizes da legislação ambiental brasileira. Ainda, foi evidenciada a atenção que deve ser dada ao risco potencial de produção de determinadas cianotoxinas, dependendo dos gêneros predominantes de cianobactérias, tanto em um ecossistema lótico, quanto em um lântico.

Assim, esse congresso mostrou ser uma excelente oportunidade para troca de conhecimentos e aprofundamento de estudos sobre ambientes aquáticos continentais, além de discussões sobre metodologias e ferramentas que propiciem uma melhor gestão, em nível

internacional. Contato: ninarr@fepam.rs.gov.br. Mais informações encontram-se na página do evento <http://limnologia2014.com/congress-program/>.

CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO IBÉRICA DE LIMNOLOGIA, 17., 2014, Santander. **Anais...** Santander: Universidad de Cantabria, 2014.

Especialista em ecotoxicologia realiza palestras na FEPAM

Nos dias 11 e 12 de agosto de 2014, esteve em visita a Porto Alegre o Prof. Dr. Antonio Aparecido Mozeto, da Universidade Federal de São Carlos (SP), para participar de reuniões técnicas na FEPAM, em apoio ao projeto de pesquisa “Avaliação integrada da contaminação ambiental dos sedimentos do rio Gravataí, RS”, desenvolvido com recursos da FAPERGS. Na ocasião, o Prof. Mozeto proferiu uma palestra sobre “Abordagens holísticas (multilaterais) na avaliação de agentes estressores e no manejo de ecossistemas aquáticos”. Outra atividade do professor envolveu a participação na mesa redonda de abertura da X Jornada de Iniciação Científica FZBRS/FEPAM, intitulada “A Ecotoxicologia como ferramenta de gestão ambiental: ensaios biológicos, experiências e avanços na legislação brasileira”, proferindo a palestra “Avaliação da qualidade de sedimentos associando a Química Ambiental e a Ecotoxicologia”.



Opinião

Qualificação e Políticas Ambientais

Carlos Alberto Nunes dos Santos

Programa Ar do Sul, FEPAM, email carlosfepam@yahoo.com.br

Passadas mais de duas décadas da existência da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM, órgão ambiental do estado do Rio Grande do Sul, observamos várias modificações ocorridas na área da preservação ambiental. No seu início, a FEPAM detinha uma atuação muito maior na solução e na remediação de danos ambientais já ocorridos, do que na sua prevenção propriamente dita.

Com a organização das políticas ambientais no mundo e especificamente no país, a sua complexidade exigiu uma continua qualificação por parte dos nossos colegas para poder acompanhar estas mudanças. Ao mesmo tempo em nosso Estado, as matrizes produtivas foram se alterando, passando de uma economia agrossilvipastoril, para uma economia de forte cadeia industrial, como o Pólo Petroquímico e a indústria metal-mecânica, e pela busca constante por novas formas de energia.

Para poder acompanhar tais mudanças, mudanças no quadro estrutural da nossa Fundação eram prementes. Para tanto, era preciso contratar profissionais qualificados em áreas de conhecimento até então carentes no seu quadro funcional. Paralelamente, desde o início deste novo século, o Estado do RS entendia a necessidade da criação de um novo Plano de Cargos e Salários (PCS) para a FEPAM, contemplando novos profissionais em novas áreas. Além destes fatores, nossos colegas mais antigos já haviam iniciado seu processo de aposentação, que continua até hoje, deixando sérias lacunas no nosso quadro de pessoal.

A partir destas considerações, surgiu a oportunidade de discutir uma nova proposta de Plano, agora sobre outra denominação: PEFS - Plano de Emprego, Funções e Salários. Esse deverá apontar caminhos para uma melhor distribuição de profissionais específicos, a fim de atender o atual sistema produtivo gaúcho, por sinal, com mudanças tão complexas em sua constituição.

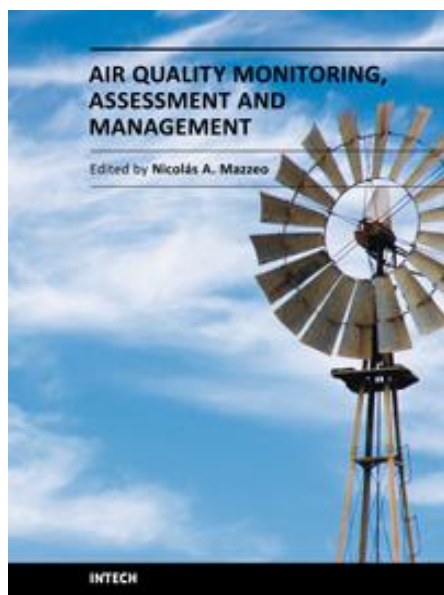
Desta forma, o novo PEFS conquistado neste último ano, torna-se uma grande ferramenta de gestão frente aos novos desafios e demandas. E, ao mesmo tempo, para fazer frente às conquistas fundamentais dos trabalhadores, como o adequado e necessário reconhecimento da qualificação profissional do quadro de pessoal já existente.

Contudo, o processo de mudanças estruturais não se encerrou em si mesmo. Seja na busca por novos profissionais, seja pela valorização dos mesmos, esse processo contínuo exige que nós e as futuras gestões estejamos atentos às mudanças e travando uma constante batalha em

busca de um desenvolvimento verdadeiramente sustentável. E, assim, podermos deixar um legado ambiental essencial às futuras gerações.

Bibliografia comentada

AIR quality monitoring, assessment and management. Mazzeo, Nicholas. A. (Ed.). Rijeka, Croatia: InTech, 2011. 378 p.



A poluição do ar tornou-se um problema de grande preocupação nas últimas décadas, uma vez que tem causado efeitos negativos na saúde humana e na natureza. O livro apresenta os resultados de estudos de investigação realizados por pesquisadores internacionais em 17 capítulos, que podem ser agrupados em duas seções principais: a) monitoramento da qualidade do ar e b) avaliação da qualidade do ar e gestão ambiental. Neste livro, pesquisadores da FEPAM e de universidades do Estado e Federal, contando com o apoio de alunos de programas institucionais de iniciação científica, estágio e de pós-graduação, publicaram dois capítulos sobre trabalhos realizados no âmbito de projetos institucionais subsidiados pelo CNPq, FINEP e FAPERGS.

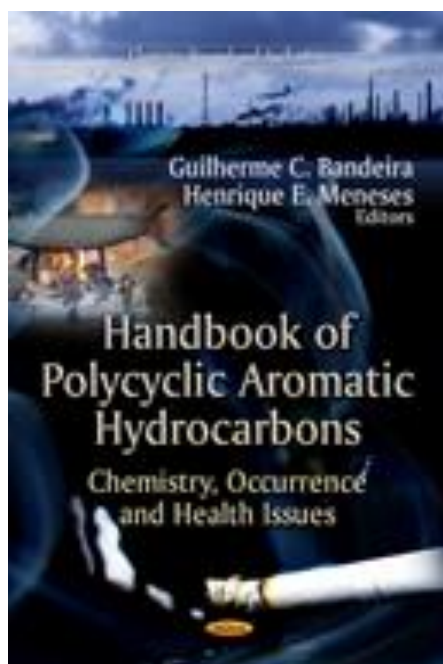
Capítulo 8 - Estimated atmospheric emissions from mobile sources and assessment of air quality in an urban area. Elba Calesso Teixeira (FEPAM, UFRGS, FEEVALE), Camila D. P. Mattiuzi

(UFRGS, FEPAM), Flavio Wiegand (FEPAM), Sabrina Feltes (FEPAM), Felipe Norte Pereira (FEPAM). p 149 – 172. DOI: 10.5772/16887.

Capítulo 13 - Genetic biomarkers applied to environmental air quality: Ecological and human health aspects. Vera Maria Ferrão Vargas (FEPAM, UFRGS), Kelly Cristina Tagliari de Brito (FEPAM, FEPAGRO), Mariana Vieira Coronas (UFRGS, FEPAM). p 267 – 284. DOI: 10.5772/17801.

Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/air-quality-monitoring-assessment-and-management>

HANDBOOK of polycyclic aromatic hydrocarbons: Chemistry, occurrence and health issues. Bandeira, G. C.; Meneses, H. E. (Eds.). Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, Inc., 2013. 423p.



O livro organizado por Guilherme C. Bandeira e Henrique E. Meneses traz diferentes abordagens sobre os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs). Esta importante classe de compostos pertence ao grupo de poluentes orgânicos persistentes, conhecidos como POPs. Estes compostos são resistentes à degradação e podem permanecer no ambiente por longos períodos, com potencial de causar danos ao ambiente e efeitos adversos na saúde humana. O livro aborda, ao longo de seus 16 capítulos, estudos de autores de diferentes países, englobando características dos HPAs, sua termodinâmica e comportamento em diferentes fases, biomonitoramento em

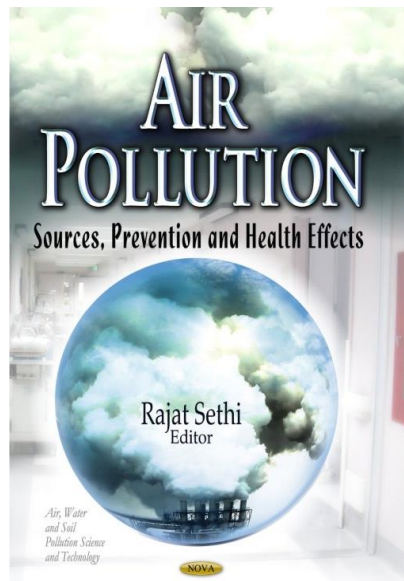
crianças ambientalmente expostas, riscos genotóxicos, análises em amostras sólidas, propriedades químicas e eletrônicas e sua determinação em corpos hídricos.

O capítulo “Mutagenic potential and profile of PAHs in soils contaminated by wood preservatives: effects on the environment and on human health” apresenta resultados de estudos desenvolvidos no Programa de Pesquisas Ambientais da FEPAM. O texto apresenta avaliações da potencialidade mutagênica e os valores encontrados para 16 HPAs considerados prioritários pela Agência Ambiental dos Estados Unidos da América (USEPA), em diferentes amostras de solo, oriundas de uma importante área contaminada no estado do Rio Grande do Sul. As implicações dos resultados, em termos de poluição ambiental e de danos à saúde humana, também são discutidas.

Capítulo 13 - Mutagenic potential and profile of PAHs in soils contaminated by wood preservatives: effects on the environment and on human health. Autores: Vera Maria Ferrão Vargas, Roberta de Souza Pohren, Flávio da Silva Júnior Souza, Jorge Willian Moreira, Jocelita Vaz Rocha, Cristiani Rigotti Vaz, Daniel Derrossi Meyer, Karen Leal (Programa de Pesquisas Ambientais/FEPAM), p 331-348. ISBN: 978-1-62257-473-5.

Disponível em: https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=32076

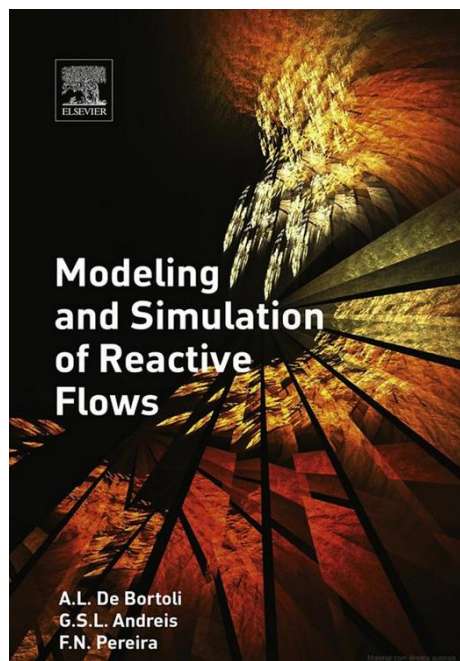
AIR POLLUTION: SOURCES, PREVENTION AND HEALTH EFFECTS. Sethi, R. (Ed.). Published by Nova Science Publishers, Inc. New York. 2013. 366p. ISBN: 978-1-62417-746-0 (e-book); ISBN: 978-1-62417-735-4.



O livro “AIR POLLUTION: SOURCES, PREVENTION AND HEALTH EFFECTS” faz parte de uma série publicada pela editora Nova Science, intitulada “Air, Water and Soil Pollution Science and Technology”, que apresenta temas relativos à qualidade ambiental. A poluição atmosférica vem despertando crescente interesse devido ao aumento de estudos que reportam seus efeitos negativos para o ambiente e a saúde humana. O livro aborda as origens e os efeitos da poluição do ar, debatendo possíveis soluções e ações preventivas para o problema. A ocorrência de problemas na saúde associados aos poluentes atmosféricos é destacada, ressaltando que a prevenção bem sucedida da poluição é essencial para nosso bem-estar. São apresentados, em dezessete capítulos, resultados de estudos inéditos e revisões bibliográficas de autores internacionais e brasileiros. O capítulo 4 apresenta um estudo desenvolvido no Programa de Pesquisas Ambientais da FEPAM sobre genotoxicidade de partículas atmosféricas, que inclui revisão sobre o tema e um estudo de caso realizado em área urbana. Este trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e de alunos vinculados aos programas institucionais de iniciação científica, estágio e pós-graduação, no âmbito do projeto institucional “Estratégias ecotoxicológicas para caracterizar áreas contaminadas como medida de risco à saúde populacional – EcoRISCO Saúde” subsidiado pelo CNPq.

Chapter 4 - Genotoxicity of Airborne Particulate Matter as a Tool to Prevent the Effects of Environmental Pollution on Health (Genotoxicidade do Material Particulado Atmosférico como Ferramenta na Prevenção de Efeitos da Poluição Ambiental à Saúde). Autores: Vera Maria Ferrão Vargas (FEPAM/UFRGS) e Andréia Torres Lemos (FEPAM/UFRGS). p. 65-84.

**MODELING AND SIMULATION OF REACTIVE FLOWS.
BORTOLI, D.; ANDREIS, G.; PEREIRA, F. Elsevier Science, 2015.
ISBN: 978-0-12802-991-6.**



O livro “MODELING AND SIMULATION OF REACTIVE FLOWS” trata da modelagem e simulação numérica de escoamentos reativos. Ele é direcionado, principalmente, para solução de chamas difusivas e problemas envolvendo escoamentos geoquímicos, oferecendo uma abordagem distinta ao combinar ambos os tópicos.

Enquanto a solução de escoamentos incompressíveis é mais freqüente, tanto analítica quanto numericamente, a solução de escoamentos compressíveis é geralmente obtida por métodos numéricos. A compressibilidade acrescenta não-linearidades ao sistema de equações, o que dificulta a obtenção de soluções analíticas. Neste contexto, a solução de escoamentos reativos compressíveis torna-se ainda mais complexa.

Escoamentos reativos são complexos, tanto à baixa ou elevada temperatura, porque a formulação adiciona, às equações de Navier-Stokes, um número significativo de equações não-lineares devido à contribuição do termo cinético. A combustão de hidrogênio, por exemplo, inclui cerca de 20 reações químicas elementares e oito espécies químicas. Portanto, oito equações, uma para cada espécie, deve ser adicionada às equações do escoamento não reativo. Mesmo para um

mecanismo tão simples, a solução numérica é complexa. Para combustão de metano, existem cerca de 300 reações elementares entre dezenas de espécies químicas.

Combustíveis complexos, tais como n-heptano e iso-octano, envolvem centenas de espécies e milhares de reações químicas. Para diesel e biodiesel, existem milhares de espécies químicas e dezenas de milhares de reações elementares.

Em escoamentos geoquímicos, como reações em meio aquoso no subsolo, o mecanismo cinético envolve um grande número de reações (da ordem de 4000) e dezenas de solutos. Portanto, há necessidade de aplicação de técnicas para redução do tamanho destes mecanismos, porém mantendo as espécies e reações importantes sob o ponto de vista cinético.

Mecanismos pequenos, que apresentam um baixo número de espécies, podem ser reduzidos mediante a aplicação das hipóteses de regime permanente e de equilíbrio parcial. Grandes mecanismos são reduzidos utilizando uma combinação de técnicas, como *Direct Relation Graph (DRG)* para obtenção de um mecanismo esqueleto, e técnicas baseadas na análise de sensibilidade dos autovalores e autovetores da matriz jacobiana do sistema químico, para eliminação das reações menos importantes cineticamente.

O livro aborda os conceitos básicos relacionados a taxas de reação, cinética química, e desenvolvimento de mecanismos cinéticos reduzidos. Os temas são descritos de forma básica e objetiva. Entre as muitas técnicas de redução existentes, são discutidas aquelas mais frequentemente empregadas em aplicações de engenharia.

Desenvolvida na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a obra tem como um dos seus autores Felipe Norte Pereira, Engenheiro Químico e Analista Ambiental do Programa de Monitoramento do Ar da FEPAM. Os autores pretendem compartilhar algumas experiências adquiridas na solução de escoamentos reativos. Espera-se que esse conhecimento auxilie os leitores interessados na modelagem e simulação de escoamentos de interesse técnico e suas possíveis aplicações.

NORMAS PARA APRESENTAÇÃO DE TRABALHOS

A Revista recebe contribuições de textos dentro das seguintes categorias de seções: Artigo Técnico-Científico, Revisão de Literatura, Comunicação Técnica, Relato de Experiências, Relato de Eventos, Bibliografia Comentada, Notícias Gerais, Legislação Ambiental, Tradução de Trabalho e Conversa com o Leitor. Matérias Técnicas têm função informativa sendo encomendadas pelos autores pela Comissão Editorial. A elaboração de demais seções eventuais estará a cargo da Comissão Editorial.

A responsabilidade pelo conteúdo do manuscrito é do autor. O conteúdo não reflete, necessariamente, as opiniões e visões da FEPAM. Assim sendo, autores deverão anexar uma declaração de responsabilidade de autoria no momento do envio do trabalho. Na submissão de trabalhos com mais de um autor, cada um dos autores deverá, individualmente, preencher uma declaração e enviá-la, de preferência, conjuntamente ao manuscrito e às demais cartas de autores. No caso de trabalhos que reflitam política e/ou ações institucionais, a direção da instituição de origem deverá ter, previamente, aprovado a sua publicação, constando essa informação da declaração autoral.

As normas da Revista estão sujeitas a alterações. Os autores devem manter-se atualizados sobre essas normas, acessando periodicamente o espaço da FEPAM em Revista em <http://www.fepam.rs.gov.br>. Dúvidas serão dirimidas pela Comissão Editorial.

Comissão Editorial

Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM

Av. Borges de Medeiros, 261

CEP 90.020-021 – Porto Alegre – RS – Brasil

E-mail: comissaoeditorial@fepam.rs.gov.br

Tel: (51) 3288-9534 - Editora-Chefe

(51) 3288-9411 - Secretária