

A ÉTICA AMBIENTAL NO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO SOB A ÓTICA DOS RECURSOS HÍDRICOS.

A GESTÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR BRASILEIRAS.

A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL BASEADO NA NORMA ISO 14001/2004: UM ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE CONSERVAS.

A PERCEPÇÃO DO RISCO AMBIENTAL, A ESCASSEZ DE ÁGUA E O CONFLITO DE INTERESSES NO VALE DO RIO DOS SINOS.

ANÁLISE CITOTÓXICA DE EFLUENTE DOMÉSTICO PROVENIENTE DE DOIS SISTEMAS DE TRATAMENTO: LODO ATIVADO E FILTRO DE MACRÓFITAS EM FLUTUAÇÃO.

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO URBANA DE NOVO HAMBURGO COM ÊNFASE NAS ÁREAS DE RISCO.

ANÁLISE DA INTERAÇÃO DOS SISTEMAS COMPLEXOS VERSUS O CONCEITO DA SUSTENTABILIDADE.

ANÁLISE DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE CORPORATIVA.

ANÁLISE PRELIMINAR DO DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO DE CYATHEA PHALERATA (CYATHEACEAE) SOB A INFLUÊNCIA DA LUZ.

AS MUITAS ÁGUAS ENVOLVIDAS NUMA REFEIÇÃO.

ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS EM RESTAURANTES UNIVERSITÁRIOS DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA FEDERAL.

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE SELETIVA DA MEMBRANA DE NANOFILTRAÇÃO.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE DOIS AFLUENTES DO RIO DOS SINOS, RS, ATRAVÉS DO USO DE BIOMARCADORES EM PEIXES.

AVALIAÇÃO DAS MEMBRANAS ELETRODIÁLITICAS.

AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE AMBIENTAL EM UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO LEOPOLDO, RS, BRASIL

CHARACTERIZAÇÃO DE AEROSSÓIS EM ÁREAS URBANAS E SEMIURBANAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS.

COMPORTAMENTO FENOLÓGICO E SAZONALIDADE DE GUAREA MACROPHYLLA VAHL EM FLORESTA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL.

CONSERVAÇÃO DE VRIESEA INCURVATA (BROMELIACEAE), ESPÉCIE ENDÊMICA DA FLORESTA ATLÂNTICA: AVALIAÇÃO DE NUTRIENTES PARA CULTURA IN VITRO.

CURTUME: EFLUENTES, TOXICIDADE E NOVAS TECNOLOGIAS.

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS A PARTIR DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS TÊXTEIS GERADOS PELA INDÚSTRIA CALÇADISTA.

DETECÇÃO DE ADENOVÍRUS EM AMOSTRAS DE ÁGUA E MOLUSCOS PRESENTES EM ÁREAS ÚMIDAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS.

DIAGNÓSTICO DA ÁGUA NA BACIA DO RIO DOS SINOS: UMA ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA CITOTOXICIDADE EM CULTURA DE CÉLULAS HEP-2.

DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL DE MICROBACIA HIDROGRÁFICA.

DIOXINAS E FURANOS: DISPERSÃO NO AMBIENTE, IMPACTO SOBRE A SAÚDE HUMANA E PANORAMA JURÍDICO.

EFICIÊNCIA DE TYPHA DOMINGENSIS PERS. EM FLUTUAÇÃO NA REMOÇÃO DE METAIS ORIUNDOS DE EFLUENTE DOMÉSTICO.

ESTRATIFICAÇÃO VERTICAL DE EPÍFITOS VASCULARES NA MATA CILIAR DA NASCENTE DO RIO DOS SINOS, RS, BRASIL.

ESTUDO DOS EFEITOS TÓXICOS DO CROMO SOBRE A ATIVIDADE DE ENZIMAS TIÓLICAS EM TRABALHADORES EXPOSTOS E SEU IMPACTO SOBRE A ÁGUA.

FATORES QUE INFLUENCIAM NA CONSOLIDAÇÃO DE COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS.

FREQUÊNCIA DE MICRONÚCLEOS E ANORMALIDADES NUCLEARES EM ERITRÓCITOS DE ASTYANAX FASCIATUS (TELEOSTEI, CHARACIDAE) COLETADOS NO RIO DOS SINOS, RS, BRASIL.

GENOTOXICIDADE DO AR EM ÁREAS URBANAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.

GESTÃO AMBIENTAL EM EMPRESAS DO SETOR COUREIRO CALÇADISTA E METALOMECÂNICO LOCALIZADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO SINOS.

GESTIÓN LOCAL DE RIESGOS POR AMENAZAS NATURALES.

INFLUÊNCIA DO FOTOPERÍODO NA GERMINAÇÃO DE MEGÁSPOROS E NO DESENVOLVIMENTO DOS ESPORÓFITOS DE REGNELLIDIUM DIPHYLUM LINDMAN.

INFLUÊNCIA DO PH E UMIDADE DO SUBSTRATO NA RIQUEZA DE EPÍFITOS EM DICKSONIA SELLOWIANA E ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA NO RIO GRANDE DO SUL.

INVESTIGAÇÃO DA ECO ALFABETIZAÇÃO DE ALUNOS DE UM COLÉGIO DA REDE PARTICULAR DE ENSINO: PERSPECTIVA DE IMPLANTAÇÃO DE GESTÃO AMBIENTAL.

LOGÍSTICA REVERSA DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES DE VAPOR DE MERCÚRIO E SÓDIO E SUA TOXIDADE.

LOGÍSTICA REVERSA E ECODESIGN: IMPORTANTES FERRAMENTAS NA REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA INDÚSTRIA CALÇADISTA

OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E A GERAÇÃO DE ENERGIA.

PERCEPÇÃO DO RISCO AMBIENTAL EM ÁREAS DE OCUPAÇÃO EM NOVO HAMBURGO, RS.

POTENCIAL GENOTÓXICO DO AR ATMOSFÉRICO NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE COM O USO DE TRADESCANTIA PALLIDA VAR. PURPUREA.

RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA CALÇADISTA E TÊXTIL PARA OBTENÇÃO DE MATERIAIS RECICLADOS.

SAMAMBAIAS EPIFÍTICAS SOBRE FUSTES DE ANGIOSPERMAS VERSUS CÁUDICES DE ALSOPHILA SETOSA KAULF (CYATHEACEAE) NO SUL DO BRASIL.

TECNOLOGÍA PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRAL EN ORGANIZACIONES. APLICACIÓN EN HOLGUÍN, CUBA.

UMA PROPOSTA DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA AUXÍLIO NA TOMADA DE DECISÃO PARA POLÍTICAS PÚBLICAS BASEADOS EM DADOS DE SAÚDE PÚBLICA.

VÍRUS ENTÉRICOS EM ÁGUA SUPERFICIAL E SEDIMENTO DE ÁREAS URBANAS DA REGIÃO DO VALE DO RIO DOS SINOS, RS.



# A ÉTICA AMBIENTAL NO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO SOB A ÓTICA DOS RECURSOS HÍDRICOS

FabianViégas<sup>1</sup> (FATO)

**Palavras-chave:** Ética. Recursos Hídricos. Código Florestal.

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo, sob o prisma da ética aplicada aos recursos hídricos e com enfoque sobre o Código Florestal, trazer alguns pontos para discussão sobre a utilização da água e qual seu impacto na nossa vida e na das gerações futuras. Sob a luz do Direito Ambiental e da ética, são trazidos e discutidos alguns assuntos para pautar o estudo. Não é, de forma alguma, um estudo profundo, mas alguns pontos para discussão e reflexão. Para essa discussão, traz-se a questão ética, os recursos hídricos e o código florestal brasileiro. Nesse emaranhado de assuntos, fica evidente a necessidade de se pensar eticamente os recursos hídricos como forma de garantir a subsistência dos seres vivos nesse planeta.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Diz Jamieson (2010) que enquanto um único inocente morrer desnecessariamente por causa de danos ambientais causados por outros, haverá necessidade de reflexão ética. Nesse sentido, abre-se uma discussão interessante sobre o aspecto ambiental, ético e jurídico.

Não há como se pensar em preservação de meio ambiente, sob todos os seus aspectos, sem considerar as áreas de preservação. No Código Florestal (BRASIL, 2012) há indicação das áreas de preservação permanente (APP) no artigo 4º, que traz:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, [...]

Nessa linha, não encontra-se no Código Florestal ensejos a área de preservação urbana, somente rurais. Sabendo que a grande parte da população no país vive em áreas populacionais enormes, em grandes cidades, não se fala em garantia dos recursos hídricos nas cidades, mas sim do seu uso.

<sup>1</sup> Mestre em Ciência da Computação pela PUCRS, Doutorando em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale. Professor e pesquisador da FATO, da Castelli ESH e do IEI. E-mail: fabianv@terra.com.br

Quando trata de recursos hídricos, ou de qualquer outro recurso ambiental, o código florestal trata de aspectos econômicos para o uso humano, pouco importando os outros seres vivos. Nasceu com o equívoco de ter se limitado principalmente às áreas rurais, deixando de lado as áreas urbanas que, por sua vez, são as mais críticas no que se refere à ocupação das margens dos cursos d'água.

Isso demonstra que o conceito de área de preservação permanente estabelecido pelo Código Florestal – que trouxe modificações substanciais quanto às áreas rurais, porém deixando de tratar com a mesma profundidade das áreas urbanas – não é absoluto.

Portanto, nos cursos d'água, localizados dentro de áreas urbanas consolidadas e submetidas a forte pressão antrópica, deve ser reconhecida a inaplicabilidade do Código Florestal, cabendo aos Estados e Municípios, no exercício de sua competência constitucional e na ausência de norma geral regulatória, elaborar norma que trate dos aludidos recursos hídricos urbanos.

Conforme Weyermüller e Figueiredo (*apud* HUPFFER; WEYERMÜLLER, 2013, p.20),

A correta compreensão da profundidade da questão ambiental exige, além de uma observação sofisticada da realidade, em aporte filosófico apurado, uma reflexão acerca da realidade que consiga atingir um nível mais elevado exigido pelas contingências do mundo atual, da *realidade*[...]. A filosofia moral do Charles Taylor é o ponto de partida para o desenvolvimento do que se designa nesse espaço por *self* ambiental.

Ética ambiental é um conceito filosófico desenvolvido na década de 1960 que amplia o conceito de ética, enquanto da forma de agir do homem em seu meio social, pois se refere também à sua maneira de agir em relação à natureza. Considera que a conservação da vida humana está intrinsecamente ligada à conservação da vida de todos os seres. (BRENNAN; LO, 2011)

Segundo Brennan e Lo (2011), “o conceito de ética ambiental relaciona-se assim como o conceito de ecocentrismo, por oposição ao antropocentrismo. Por esse conceito, o comportamento do homem deve ser considerado em relação a si mesmo e em relação a todos os seres vivos”. Por esse conceito, todos os seres são iguais. O homem, apesar de imbuído de racionalidade, não pode continuar a ver outros seres como inferiores e, portanto, não pode agir de forma predatória em relação aos mesmos. O homem deixa de ser "dono" da natureza para voltar a ser parte da Natureza.

Sergio Ahrens (2010) nos ensina que “a noção de natureza é fundamental para que, mais recentemente (século XX), seja introduzido o conceito de meio ambiente e com ele seus respectivos desdobramentos jurídicos”. Esse conceito de natureza se transforma conforme a

cultura. No pensamento helênico, o conceito filosófico de natureza era adaptado em razão da evolução das relações mantidas entre o homem grego e a natureza. Conforme essas relações se modificavam, modificava-se também o conceito de natureza. (ANTUNES, 2002)

É oportuno o surgimento de uma reação ética na atualidade, com a finalidade de preservar a vida humana e de todas as demais formas de vida, bem como de todos os ecossistemas do planeta. Com efeito, o desenvolvimento econômico deve conciliar uma atitude socialmente justa e economicamente viável de exploração do ambiente, contudo, sem exaurir sua capacidade natural de se reproduzir para as gerações futuras.

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, dispõe que "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para presentes e futuras gerações", bem como determina que aqueles que tiverem atitudes consideradas lesivas ao meio ambiente estão sujeitos à sanções penais e administrativas. (BRASIL, 1988)

Algumas das discussões sobre as questões éticas nas relações entre os seres humanos e os demais elementos da natureza se dão a partir da referência a uma ética ambiental, na tentativa de estabelecer princípios éticos que orientem essa relação.

Oliveira e Palácios (2009) fazem uma sistematização de diferentes correntes da ética ambiental, sendo elas: visão antropocêntrica (ética neoliberal e ecossocialismo), libertação animal e biocentrismo.

### **3 METODOLOGIA**

Este trabalho tem gênero teórico, de natureza básica, com objetivo descritivo e procedimento bibliográfico.

### **4 RESULTADOS**

É difícil estabelecer o impacto ambiental de determinado evento, uma vez que o ambiente integra fontes locais e difusas de determinadas moléculas contaminantes. Este mesmo fator faz com que seja impossível determinar a dinâmica destes poluentes, quando liberados no ambiente.

Portanto, o Direito Ambiental regula o disciplinamento da relação homem-natureza, e por meio do direito pretende-se atingir a prevenção e a manutenção do Meio Ambiente, bem com sua a reparação e a repressão aos danos a ele realizados.



## 5 DISCUSSÃO

Questiona-se, assim, se existem princípios éticos contemplados nesse novo código florestal, sejam princípios éticos que orientem a relação dos seres humanos com outros seres humanos, ou a relação dos seres humanos com os demais elementos da natureza.

Para essa análise elencam-se não apenas alguns artigos do Código Florestal brasileiro, Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, entre outras providências. Pode-se perceber que o Novo Código refere-se à relação do homem com o próprio homem, em uma perspectiva antropocêntrica, conforme mencionam Oliveira e Palácios (2009).

Nesse trabalho fica claro que aos demais elementos da natureza é negada a atribuição de um valor intrínseco, pois são vistos apenas como produtos e matérias-primas. Esse trabalho, portanto, está diretamente relacionado com a ideia que o relator expressou ao trazer ao texto o excerto do Gênesis<sup>2</sup>: uma perspectiva antropocêntrica, na qual o homem é superior aos demais seres vivos.

Nessa perspectiva, ressaltam Oliveira e Palácios (2009) que:

O Código Florestal brasileiro implica questões éticas das relações humanas desde a sua introdução, levantando questões tais como das pequenas propriedades, da reforma agrária, dos criadores de boi e de tantos outros que possuem uma relação direta com as consequências, sejam boas ou ruins, que o novo código possa trazer.

Assim, o meio ambiente é direito de todos, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As publicações apresentadas nesta revisão trazem o estado da arte do tema, no tocante à ética e recursos hídricos, e também o panorama atual da legislação a respeito do tema.

Diante dos argumentos apresentados conclui-se que o código florestal não contempla princípios éticos, nem na relação entre seres humanos, nem na relação seres humanos e demais elementos da natureza.

Ele é orientado, de maneira geral, por interesses utilitaristas e econômicos. É necessário que haja modificações no Código Florestal de 1965, para sua atualização, pois desde então houve modificações tanto na sociedade brasileira como novas contribuições das pesquisas a respeito das questões ambientais.

---

<sup>2</sup> “E disse Deus ainda: Eis que vos tenho dado/ todas as ervas que dão semente e se acham na/ superfície de toda a terra e todas as árvores/ em que há fruto que dê semente; isso vos será/ para mantimento”. (Gênesis)

No entanto, essas mudanças devem considerar não apenas o ser humano e seus interesses econômicos, mas todos os seres vivos e seus valores intrínsecos.

Este estudo não se esgota, pois nem todas as legislações foram avaliadas. Com base no que foi apresentado, entretanto, pode-se constatar que efetivamente existe preocupação com a ética aplicada aos recursos hídricos, tanto no espectro sócio-ambiental quando jurídico.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Dano ambiental: uma abordagem conceitual**. 1. ed. Rio de Janeiro: Lumem Júris, 2002.

AHRENS, Sergio. A ética ambiental: principais perspectivas teóricas e a relação homem-natureza. Porto Alegre: PUCRS, 2010. Disponível em: <[http://www3.pucrs.br/pucrs/files/uni/poa/direito/graduacao/tcc/tcc2/trabalhos2010\\_1/fagner\\_rolla.pdf](http://www3.pucrs.br/pucrs/files/uni/poa/direito/graduacao/tcc/tcc2/trabalhos2010_1/fagner_rolla.pdf)>. Acesso em: 18 jul. 2014.

AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva *et al.* O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v.17, n.6, June 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232012000600015&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012000600015&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 16 jul. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232012000600015>.

BRASIL. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **A Agenda 21**. Brasília: Senado Federal, 1996.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 18 jul. 2014.

BRENNAN, Andrew; LO, Yeuk-Sze. Environmental Ethics. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Fall 2011 Edition. *Stanford*: Edward N. Zalta (ed.), 2011. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/archives/fall2011/entries/ethics-environmental/>>. Acesso em: 05 jul. 2014.

CANTER, L.; KNOX, R.; FAIRCHIELD, D. **Ground Water Quality Protection**. Chelsea: Lewis Publishers, Inc., 1987.

CARBONELL, A. **Groundwater vulnerability assessment: predicting relative contamination potential under conditions of uncertainty**, Washington DC, National Research Council, National Academy Press: 1-204, 1993.

COUTINHO, Gilson De Azeredo. A ética ambiental na sociedade contemporânea. In: **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, XII, n. 63, abr 2009. Disponível em: <[http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=6062](http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=6062)>. Acesso em: 18 jul. 2014.

DIOGO, Celine Philipp *et al.* **Ética e meio ambiente: considerações sobre o novo código florestal.** UNESP, 20???. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/biosferas/mat0003.php>>. Acesso em: 10 jul. 2014.

DUIJVENBOODEN, W. Van, WAEGENINGH, H.G. Van. Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants, Proceedings and Information No. 38 of the **International Conference held in the Netherlands**, in 1987, TNO Committee on Hydrological Research, Delft, The Netherlands, 1987.

EPA. **A review of methods for assessing the sensitivity of aquifers to pesticide contamination**, Washington DC, Preliminary document: 1-21, 1991.

FOSTER, S. *et al.* **Protecção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais**, São Paulo, Grupo Assessor em Gestão de Águas Subterrâneas do Banco Mundial, Banco Mundial – Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento, 2006. Tradução de Groundwater Quality Protection: A Guide for Water Service Companies, Municipal Authorities and Environment Agencies, Washington, Groundwater Management Advisory Team, The World Bank – The International Bank for Reconstruction and Development, 2002.

FRAGA, Cátia Marisa *et al.* Exploratory assessment of groundwater vulnerability to pollution in the Sordo River Basin, Northeast of Portugal. **Rem: Rev. Esc. Minas**, Ouro Preto, v.66, n.1, Mar. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-44672013000100007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672013000100007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 20 jul. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0370-44672013000100007>.

GLEICK, P. H. **The world's water**. 2000-2001. Report on Freshwater Resources. Island Press, 2000.

GUITIÉRREZ, Luis Alejandro Lasso. **Princípios para fundar uma ética ambiental**. Florianópolis: UFSC, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/ethic/article/view/1677-2954.2008v7n3p9>>. Acesso em: 10 jul. 2014. <http://dx.doi.org/10.5007/1677-2954.2008v7n3p9>

HUPFFER, Haide Maria; WEYERMÜLLER, André Rafael (org.). **ICMS ecológico: à instrumento de estímulo à conservação e à protecção ambiental**. Porto Alegre: Entermeios, 2013.

JAMIESON, Dale. **Ética e meio ambiente: uma introdução**. São Paulo, SENAC, 2010.

LOBO FERREIRA, J.P.C. Vulnerabilidade à poluição de águas subterrâneas: fundamentos e conceitos para uma melhor gestão e protecção dos aquíferos de Portugal. In: **Congresso da Água da APRH**, 4. Lisboa: 1998.

LOBO FERREIRA, J.P.; CABRAL, M. Proposal for an operational definition of vulnerability for the European Communitys Atlas of Groundwater Resources. In: **Meeting of the European Institute for Water, Groundwater Work Group Brussels**, Feb. 1991.

LOBO FERREIRA, J.P.; CALADO, F. Avaliação da vulnerabilidade à poluição e qualidade das águas subterrâneas de Portugal: regiões do Algarve e do Alentejo. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1989. Publicado parcialmente em LOBO FERREIRA, J.P.; OLIVEIRA, M.M.; CIABATTI, P.C. **Desenvolvimento de um Inventário da Águas**

**Subterrâneas de Portugal.** v.1, p.1247-253, Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1995.

LOBO FERREIRA, J.P.; OLIVEIRA, M.M.; CIABATTI, P.C. **Desenvolvimento de um inventário da águas subterrâneas de Portugal.** v.1. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1995.

OLIVEIRA, Claudia Almeida de (coord.); PALÁCIOS, Marisa (org.). **Diferentes abordagens sobre ética ambiental.** Rio de Janeiro: Biblioteca Virtual em Saúde, 2009. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=621238&indexSearch=ID>>. Acesso em: 11 jul. 2014.

O'NEILL, J. **The Varieties of Intrinsic Value.** The *Monist*, V.75, n.2. Hegeler Institute, 1992. p.119-137. Disponível em: <<http://www.jstor.org/discover/10.2307/27903282?uid=2129&uid=2134&uid=2483103903&uid=2&uid=70&uid=3&uid=2483103893&uid=60&purchase-type=both&accessType=none&sid=21104511457263&showMyJstorPss=false&seq=1&showAccess=false>>. Acesso em: 14 jul. 2014.

PARASCANDOLA, M.F. **Carte de classification des terrains en fonction de leur vulnérabilité** - vallée du Rhône entre Valence et Orange, du Viverai, du Vercors, du Dévoluy et des Baronnies., Univ.Science et Technique de Montpellier, Edition BRGM, 1979. (Travaux de Thèse)

RATTNER, Henrique. **O desafio da água.** Associação Brasileira para o Desenvolvimento de Lideranças. Disponível em: <<http://www.abdl.org.br/article/articleview/4170/1/97/>>. Acessado em: 15 jul. 2014.

ROGERS, P. P. *et al.* (Ed.) **Water crisis: myth or reality?** London: Fundación Marcelino Botín, Taylor & Francis, 2006.

SALGE JÚNIOR, Durval. **Instituição do bem ambiental do Brasil pela constituição federal de 1988:** seus reflexos jurídicos ante os bens da união. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2003.

SANCHES FERNANDES, L.F.; HAIE, N. Pollution Vulnerability of the Cerva Aquifers. **Sixth International Conference Of Water Pollution 2001**, 6. (Wessex Institute of Technology, UK), Rhodes, Grécia, 17 a 19 Setembro de 2001.

SILVA, José Afonso da. **Curso de Direito Constitucional Positivo**, 10.ed. São Paulo: Malheiros Editores Ltda, 1995.

SILVA, E.R. **O curso da água na história:** simbologia, moralidade e a gestão de recursos hídricos [tese]. Rio de Janeiro (RJ): Escola Nacional de Saúde Pública; 1998.

SOMLYODY, L; VARIS, O. Freshwater under pressure. **International Review for Environmental Strategies**, v.6, n.2, p.181-204, 2006.

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estud. av.**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142008000200002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200002&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 14 jul. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200002>.



TUNDISI, José Galizia *et al.* Conservação e uso sustentável de recursos hídricos. In: BARBOSA, F.A. (Org.). **Ângulos da água: desafios da integração**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. p.157-83.

TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: oficina de textos, 2008.

VAZQUEZ, Adolfo S. **Ética**. Trad. João Dell'Anna. 24.ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2003.

VRBA, J.; ZAPOROZEC, A. Guidebook on mapping groundwater vulnerability, Hannover, International Association of Hydrogeologists. **International Contributions to Hydrogeology**, Verlag Heinz Heise, v. 16, p. 1-131, 1994.

## **A GESTÃO AMBIENTAL EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR BRASILEIRAS**

Alexandre André Feil (FEEVALE; UNIVATES)<sup>1</sup>

Virgílio José Strasburg (FEEVALE, UFRGS)<sup>2</sup>

Vanusca Dalosto Jahno (FEEVALE)<sup>3</sup>

**Palavras-chave:** Resíduos classe I; Resíduos classe II; Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

### **INTRODUÇÃO**

A questão ambiental, em função de seu uso incontrolável, encontra-se em crescente preocupação a nível global. Considerada uma discussão contemporânea legítima com visão de assegurar cenários ínfimos para a continuidade da vida no planeta. Nesta lógica, as Instituições de Ensino Superior (IES) sofrem uma crescente pressão por mudanças em nível de sustentabilidade e estão despertando para a gestão ambiental. Para Kraemer (2004), Tauchen et al. (2005) e Otero (2010) as IES representam um agente de liderança para promover a sustentabilidade ambiental através de ações e práticas de gestão ambiental, pois são as que formam os tomadores de decisão através da educação.

As IES são consideradas matrizes essenciais da formação de profissionais para difundir a consciência ambiental e o meio sustentável na sociedade (BARBOSA, ALVES e PINTO FILHO, 2009; DE CONTO, 2012; FREITAS, SOUZA e SILVA, 2012). E, além disso, já não são vistas unicamente como formadoras de conhecimento e de profissionais para o progresso econômico (OTERO, 2010), mas como agentes capazes de capacitar a população de forma consciente para garantir a sustentabilidade às gerações vindouras (SALGADO e CANTARINO, 2006; TAUCHEN e BRANDLI, 2006; VAZ et al., 2010; ROEDEL, NASCIMENTO e CAMARGO, 2013).

Neste contexto, o objetivo central, deste estudo, é identificar as características das IES e da gestão ambiental que foram mencionadas em publicações (elaborados com rigor técnico), publicados de 2001 a 2012.

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

<sup>1</sup> Mestre em Ambiente e Desenvolvimento. Professores da Univates. Doutorando do PPG de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

<sup>2</sup> Mestre em Saúde Coletiva. Professor de graduação em Nutrição na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Doutorando do PPG de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

<sup>3</sup> Doutora em Medicina e Ciências da Saúde. Professora do PPG Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

No Brasil, na gestão ambiental são utilizados instrumentos oficiais de controle, ou seja, a regulação (ALMEIDA e SELLITO, 2013). O poder público, como principal mediador do processo ambiental, possui estas legislações que lhe permite promover o controle do uso dos recursos ambientais (BRASIL, 1988; BARBOSA, ALVES e PINTO FILHO, 2009). Todavia, além das leis, resoluções e normas, há a existência da série ISO 14000 (*International Organization for Standardization*) de 1996, sendo composta por 28 normas, abrangendo seis áreas, tais como: a) Sistema de gestão ambiental; b) auditorias ambientais; c) avaliação de desempenho ambiental; d) rotulagem ambiental; e) aspectos ambientais nas normas dos produtos; e f) análise do ciclo de vida do produto (CAMPOS e MELO, 2008).

Um componente essencial na gestão ambiental são os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), pois são estes que gerenciam os impactos das atividades frente ao meio ambiente (ALMEIDA e SELLITO, 2013). Dos Passos et al. (2010) salientam que o desenvolvimento sustentável está intrínseco na gestão ambiental; e Graef e Oliveira (2010) frisam que o SGA pode incorporar-se aos sistemas integrados de gestão, por exemplo, da qualidade, da saúde, da segurança do trabalho e da responsabilidade social.

Os benefícios da implantação de um SGA são diversos, destacando-se as reduções do consumo de recursos naturais, a adequação das práticas junto à legislação ambiental, melhora na imagem da instituição, e a geração de pesquisas; e reduzindo os riscos com multas e passivos ambientais (TAUCHEN e BRANDLI, 2006; DOS PASSOS et al., 2010).

## **METODOLOGIA**

Esta pesquisa quanto à abordagem do problema revela-se quantitativa, pois se utiliza da estatística descritiva, por exemplo, a média, desvio padrão e coeficiente de variação na análise dos dados. O procedimento técnico caracteriza-se como pesquisa bibliográfica, pois neste procedimento os dados são coletados a partir de publicações científicas através de periódicos; anais de convenções, congressos e seminários; livros; entre outros meios oficiais de publicações científicas.

A coleta dos dados realizou-se com base no portal SciELO - *Scientific Electronic Library Online* (<http://www.scielo.org/php/index.php>), com o cruzamento das referidas palavras cruzadas: Universidade, IES, gestão ambiental, resíduos de laboratórios e gestão de resíduos.

## RESULTADOS

Foram identificados 34 estudos científicos publicados de 2001 a 2012, abrangendo 23 IES, a saber: UFAL, UEFS, UnB, UCB, UFLA, UERJ, UFRJ, UNESP, USP, Unicamp, UFTPR, UFPR, FURB, UFSC, UCS, Unisc, Unisinos, PUCRS, Univates, URI, UFSM, UFPEL e a UFRGS.

A aplicação da estatística descritiva (Tabela 1) na variável tipo de gestão de resíduos apresentou um resultado médio de 2,17 com um coeficiente de variação 0,45, demonstrando que a maioria das IES possuem uma gestão de resíduos classe I (perigosos) ou então possuem a gestão mista, ou seja, gestão de resíduos classe I e II.

**Tabela 1** – Estatística descritiva das variáveis coletadas

	N	Range	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão	C. V.
Ano de Implantação	23	17,0	1992,0	2009,0	2001,21	4,50	0,00
Tipo de gestão	23	2,0	1,0	3,0	2,17	0,98	0,45
Constituição jurídica	23	2,0	1,0	3,0	1,91	0,84	0,44
Ranking IES 2012	23	184,0	0,0	184,0	42,95	46,36	1,07
IGC contínuo 2012	23	4,28	0,0	4,3	3,26	0,91	0,27
Graduação	23	5,0	0,0	5,0	1,43	1,27	0,88
Especialização	23	6,0	0,0	6,0	1,26	1,65	1,31
Mestrado	23	6,0	0,0	6,0	2,43	1,70	0,69
Doutorado	23	4,0	0,0	4,0	1,34	1,36	1,01

Fonte: elaborado pelos autores.

A análise do ano de implantação da gestão de resíduos apresentou centralização média no ano de 2001, com um desvio padrão de 4,5 anos, considerando que o período temporal total da amostra compreende 1992 a 2009.

A constituição jurídica das IES apresentou uma média de 1,92, com coeficiente de variação de 0,44, significando haver uma distribuição quase igualitária na composição de constituição jurídica das IES, ou seja, nove federais, sete estaduais e sete IES privadas. A análise do ranking 2012 das IES apresenta uma média de colocação de 46,36, mas o coeficiente de variação foi muito alto 1,08, e destaca-se que as IES incluídas nestes estudos, claro cada uma em sua categoria, enquadram-se nas 184 melhores IES do país, e estas apresentaram algum estudo referente à área da gestão ambiental. Já o Índice Geral de Cursos (IGC) contínuo a média das IES foi de 3,26 e o coeficiente de variação de 0,27, neste caso exprime-se que a média é confiável, além disto, estas IES também apresentam melhor desempenho educacional.

Os cursos de graduação, especialização, mestrado e doutorado, apresentam respectivamente as médias 1,4; 1,3; 2,4 e 1,3, mas apenas o mestrado e o doutorado apresentaram uma média confiável, com coeficiente de variação de 0,33 e 0,46, isto significa que as IES apresentam uma variabilidade muito alta do número de graduações e especializações. Já os mestrados e os



doutorados apresentaram uma menor variabilidade por IES de quantidade de cursos, mas quase todas as IES analisadas apresentaram um curso na área ambiental.

## DISCUSSÃO

Esta pesquisa revela que a maioria das IES abordadas possuem gestão de resíduos perigosos, mas para Nolasco et al. (2006) a gestão de resíduos perigosos ocorre essencialmente em algumas IES federais e estaduais. Portanto, nota-se que esta informação não corrobora com as encontradas na atual pesquisa, ou seja, uma das distorções que pode ter ocorrido é o fato de Nolasco ter utilizado um apanhado geral das IES, e este estudo ter abordado apenas as IES que foram tema de estudos científicos sobre a gestão de resíduos.

As IES, abordadas nesta pesquisa, iniciaram os programas de gestão ambiental em meados dos anos 90, neste sentido, os estudos de Gerbase et al. (2005), Imbroisi et al. (2006), Lima (2012) também corroboram com este achado. Também se pode afirmar que a motivação desta implantação ocorreu em função da Rio 92 (FRANK e QUADROS, 2003; TAUCHEN et al., 2005; TAUCHEN e BRANDLI, 2006; BARBOSA, ALVES e PINTO FILHO, 2009) e das próprias leis, resoluções e normas aprovadas em décadas anteriores. E, as IES quanto à composição jurídica, pode-se afirmar que o maior número que apresentam gestão de resíduos são as federais, observando o escopo de IES abordadas nesta pesquisa, o que corrobora com afirmações de Oliveira Junior (2012).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais resultados encontrados na análise descritiva apontam que o tipo de gestão de resíduo mais utilizado pelas IES concentra-se somente na classe I, ou então na classe mista (que seria a classe I e Classe II). Sobre o início das atividades da gestão de resíduos, nas IES, ocorreu em meados dos anos 90, e teve como principal motivador a Rio 92 e a criação nacional de legislações, resoluções e normas técnicas. Constata-se que a maior fatia de IES que possuem gestão de resíduos são as federais (39,13%), seguidas pelas estaduais e privadas com 30,43% cada uma. E, analisando-se o *ranking* das 23 IES que possuem publicações científicas sobre seus programas de gestão estão enquadradas entre as 184 melhores IES do país.

Recomenda-se que as IES que possuem uma gestão de resíduos implantada, relatem sua experiência através de publicações científicas, pois existem poucos casos publicados, e esta seria uma forma maior para disseminar a implantação e inclusive das práticas de adaptação dos SGA nas IES.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T.S.M. de; SELMITTO, M.A. **Avaliação do desempenho ambiental de uma instituição pública de ensino técnico e superior.** Produção, v. 23, n. 3, p. 625-636, jul./set. 2013.

ALSHUWAIKHAT, H.M., ABUBAKAR, I., 2008. An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the current campus environmental management practices. **Journal of Cleaner Production** 16, 1777e1785.

BARBOSA, J.D.; ALVES, F.A.M.; PINTO FILHO, J. **Perspectiva de educação ambiental na gestão ambiental universitária: o caso da UFS.** IX Colóquio Internacional sobre Gestão Universitária na América do Sul . Florianópolis, entre os dias 25 e 27 de novembro de 2009.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil:** de 5 de outubro de 1988. 34. ed. São Paulo: Atlas; 2011.

CAMPOS, L.; MELO, D. **Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA):** uma pesquisa teórica. Produção, v. 18, n. 3, p. 540-555, 2008.

CÔRREA, L.B.; MENDES, P.M.; CÔRREA, E.K. Gestão de resíduos sólidos na UFPel: construção de políticas integradas na perspectiva da educação ambiental. *In:* De Conto, M.S. (org), **Gestão de Resíduos em Universidades.** Caxias do Sul, RS: EducS, 2010. pp. 227-247.

DE CONTO, M.S. (org). **Gestão de Resíduos em Universidades.** Caxias do Sul, RS : EducS, 2010.

DE CONTO, S. M. **Gestão de Resíduos em Universidades.** Revista Rosa dos Ventos 4(I) 110-113, jan-jun, 2012.

DOS PASSOS, M.G.; et al. **Sistemas de gestão ambiental em instituições de ensino superior.** Unoesc & Ciência - ACET, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 189-198, dez. 2010. ISSN 2178-342X. Disponível em: <<http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acet/article/view/563>>. Acesso em: 20 Mar. 2014.

FRANK, B.; QUADROS, D. S. de. **Desenvolvimento do Sistema de Gestão Ambiental da Universidade Regional de Blumenau.** 2003. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2000\\_E0134.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2000_E0134.pdf), acesso em 15.01.2014.

FREITAS, L.S.S.F.; SOUZA, J.K.S. de; SILVA, T.V. **Desafios da gestão ambiental em Instituições de Ensino Superior** – um estudo de caso. III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO – 19 a 22/11/2012.

GERBASE, A. E.; COELHO, F. S.; MACHADO, P. F. L.; FERREIRA, V. F. Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. **Quim. Nova**, Vol. 28, No. 1, 3, 2005.

GRAEL, P.; OLIVEIRA, O. **Sistemas certificáveis de gestão ambiental e da qualidade:** práticas para integração em empresas do setor moveleiro. Produção, v. 20, n. 1, p. 30-41, 2010.

IMBROISI, D. et. al. Gestão de resíduos químicos em universidades: universidade de Brasília em foco. **Química Nova**, São Paulo, vol. 29. n. 2, p. 404-409, 2006.

KRAEMER, M.E.P. **Gestão Ambiental: Um Enfoque no Desenvolvimento Sustentável**, 2004. Disponível em: <http://www.gestaoambiental.com.br/kraemer.php>. Acesso em 28 de janeiro de 2014.

LIMA, I. C. de. **Gerenciamento de resíduos químicos de laboratórios: estudo de caso do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.** Dissertação Programa de

Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Saneamento Ambiental – Controle da Poluição Urbana e Industrial Rio de Janeiro. 2012.

NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações. **Eng. sanit. ambient.** Vol. 11, Nº 2, p. 118-124, 2006.

OLIVEIRA JÚNIOR, F. A. **Implantação do programa de gerenciamento de resíduos químicos: caso da Universidade Federal de Lavras.** Dissertação Universidade Federal de Lavras Programa de Pós-Graduação em Agroquímica LAVRAS – MG. 2012

OTERO, G.G.P. **Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior:** práticas dos campi da Universidade de São Paulo. 2010. 162 p.; Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental.

ROEDEL, T.; NASCIMENTO, C.A.; CAMARGO, A.L.M.M. **Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados no Centro Universitário de Brusque – UNIFEBE.** Primer Foro Latinoamericano sobre Sostenibilidad y Universidad, 2013.

SALGADO, M.F M.A.; CANTARINO, A.A.A. **O papel das instituições de ensino superior na formação socioambiental dos futuros profissionais.** XXVI ENEGEP, Fortaleza-CE, out. 2006.

TAUCHEN, J.; et al. **Gestão Ambiental:** um modelo da Faculdade Horizontina. In: XII SIMPEP. Bauru, SP. Disponível em: <http://simpep.feb.unesp.br>. Acesso em: 02 dez. 2005.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L.L. **A gestão ambiental em instituições de ensino superior:** modelo para implantação em campus universitário. *Gestão e produção*, v.13, n.3, p.503-515, set.-dez., 2006.

VAZ, C. R.; et al. Sistema de Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: uma revisão. **GEPROS.** Gestão da Produção, Operações e Sistemas – Ano 5, nº 3, p. 45-58, 2010.

# A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL BASEADO NA NORMA ISO 14001/2004:

## Um estudo de caso em uma fábrica de conservas

Carla Denize Venzke<sup>1</sup>, Universidade Feevale

**Palavras-chave:** Sistema de Gestão Ambiental. Norma ISO 14001:2004. Aspectos Ambientais.

### 1. INTRODUÇÃO

A questão ambiental está-se tornando obrigatória para as empresas que exportam seus produtos, visto que, ao redor do mundo, os consumidores estão mais preocupados com a preservação do meio-ambiente (DIAS, 2010). Hoje em dia, seja suficientemente ou não, tornou-se fato que a opinião pública está mais consciente acerca dos problemas relativos à área, já que, pouco a pouco, as informações a respeito deste assunto tornaram-se claras e acessíveis, até mesmo pelos impactos ambientais que estão cada vez mais perceptíveis (DONAIRE,1999).

A implantação do Sistema de Gestão Ambiental dá-se em cinco etapas sucessivas e contínuas: Política Ambiental; Planejamento; Implementação e Operação; Monitoramento e Ações Corretivas; e Revisões no Gerenciamento (ver Figura 1 com nomenclatura um pouco distinta). Tendo em vista os estudos de Dália Maimon, (1996) é indubitável que todas essas etapas buscam uma melhoria contínua, ou seja, formam um ciclo dinâmico no qual permanentemente se reavalia o sistema em questão, procurando a melhor relação possível com o meio-ambiente.

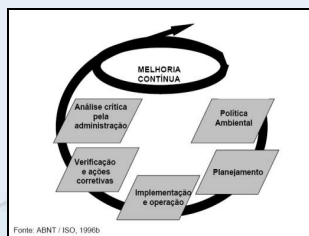


Figura 1 – Modelo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir) do SGA.

Fonte: NBR ISO 14001:2004.

<sup>1</sup> Carla Denize Venzke, Graduada em Gestão Ambiental (IFSul), Especialista em Gestão da Qualidade para o Meio Ambiente (PUCRS) e Mestranda em Tecnologia dos Materiais e Processos Industriais.

O objetivo deste estudo é explicar como a empresa em análise implantou o preconizado Sistema de Gestão Ambiental.

## 2. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em uma fábrica de conservas de grande porte, essa empresa, enquanto objeto prático deste estudo, serviu de referência para acompanhar as operações de um Sistema de Gestão Ambiental, sendo este baseado na ISO 14001. O método de pesquisa foi o descritivo-explicativo, sendo este realizado nas instalações durante todo ano de 2013.

Inicialmente foi realizada uma identificação dos principais aspectos e impactos ambientais da empresa apreciada, os quais podem ser observados na tabela 1 .

<b>IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS</b>	
<b>Aspecto</b>	<b>Impacto</b>
Resíduos Sólidos (Classe I e Classe II)	Alteração do Solo/Água
Emissão de Fumaça e Odor da E.T.E	Alteração do Ar/ Incômodo à Comunidade
Derramamento de Produtos Químicos	Alteração do Solo/Água
Consumo de Energia Elétrica	Esgotamento da Fonte
Ruído Externo	Incômodo à Comunidade
Consumo de Água	Esgotamento da Fonte
Efluente Industrial e Sanitário	Alteração da Água

**Tabela 1** – Identificação dos Principais Aspectos e Impactos Ambientais

Fonte: Arquivo da empresa.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1. Gerenciamento dos Aspectos Ambientais

Na empresa em análise, para todos os aspectos ambientais significativos, foram criados procedimentos para evitar ou minimizar os possíveis impactos no meio-ambiente, exatamente como a norma ISO 14001 determina. Para uma elucidação mais clara e eficaz, teceremos comentários individuais para os que consideramos mais relevantes, organizados em subtópicos seguintes.

### 3.1.1. Gestão de Resíduos Sólidos

O primeiro desses aspectos centra-se na gestão de resíduos sólidos. De acordo com a Resolução CONAMA n. 275. Em concordância à norma citada, a empresa segue todas as etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos: a) geração; b) segregação e identificação; c) quantificação e periodicidade; d) caracterização e classificação; e) manuseio e treinamento; f) acondicionamento; g) movimentação e recolhimento; h) armazenamento; e) transporte e destinação final. A empresa também realiza a avaliação dos prestadores de serviços que destinam os resíduos sólidos da atividade.

### 3.1.2. Gestão de Emissões Atmosféricas

Na empresa, as emissões atmosféricas provenientes de certas máquinas e equipamentos, tais como caldeiras e geradores, são controladas através da Escala Ringelmann Reduzida (utilizada internacionalmente para medir a emissão de fumaça) (CONAMA, 2006)

### 3.1.3. Odores

Mensalmente, são realizadas duas entrevistas com a comunidade caiense, conforme anteriormente explicado. Exemplificadamente, como parte desse processo, a figura apresenta um gráfico referente às reclamações recebidas no ano de 2013. Na escala vertical, o número de queixas; na horizontal, os meses (nota-se, pela baixa quantidade, que a empresa mantém uma gestão ambiental bastante satisfatória com relação aos odores emitidos):

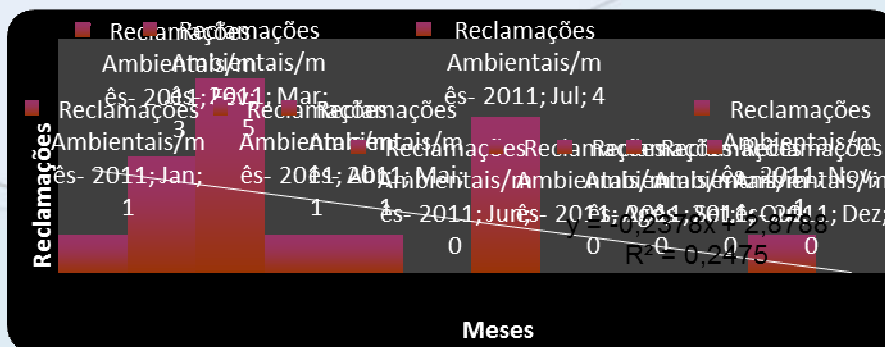


Figura 5 – Reclamações Externas  
Fonte: Arquivo da empresa.

### **3.1.4 Planos de Preparação e Atendimento a Emergências**

Seguindo os preceitos da ISO 14001, a empresa dispõe de pessoal especialmente treinado para atuar em situações de emergência. A cada mês, são realizados simulados dessas situações, justamente para que seja avaliado, por exemplo, o nível de atendimento de sua brigada de incêndio.

### **3.1.5. Gestão de Energia Elétrica**

Concomitantemente, o empreendimento analisado também desenvolve ações específicas para o controle de seu consumo de energia elétrica. Isto ocorre, principalmente, nos horários ditos “de ponta”, quando a utilização dessa energia atinge a maior demanda. Não obstante, são igualmente desenvolvidas ações de conscientização, promovidas pelo departamento de gestão ambiental.

### **3.1.6. Gestão de Efluentes Líquidos**

Indubitavelmente, a gestão de efluentes líquidos é uma das questões imprescindíveis para a implantação e a operação de um SGA. Na empresa, todos os líquidos oriundos do processo fabril passam por um rígido tratamento antes de serem lançados no arroio. Em pouco tempo, através de constantes treinamentos, a fábrica reduziu o volume de seus efluentes líquidos.

## **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar de todas as medidas que concretizou, com mais de 90% da norma ISO 14001 implantada, a empresa em estudo permanece sem a certificação, unicamente por questões orçamentárias que, momentaneamente, impedem-na de totalizar a porcentagem.

Depois da implantação do Sistema de Gestão Ambiental, a empresa examinada neste trabalho melhorou expressivamente seu conceito junto à comunidade local, bem como suas vendas, cujo lucro lhe permitiu instaurar projetos de educação ambiental nas escolas da região.

## 5. REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **ABNT NBR ISO 14001**: sistemas da gestão ambiental: diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. Rio de Janeiro, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONAMA. 2001. **Resolução CONAMA n. 275**. Disponível em: <[www.mma.conama.gov.br/conama](http://www.mma.conama.gov.br/conama)>. Acesso em 12/03/2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. CONAMA. 2006. **Resolução CONAMA n. 382**. Disponível em: <[www.mma.conama.gov.br/conama](http://www.mma.conama.gov.br/conama)>. Acesso em 11/04/2014.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental**: responsabilidade social e sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2010.

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MAIMON, Dália. **Passaporte verde**: Gerência ambiental e competitividade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.



# A PERCEPÇÃO DO RISCO AMBIENTAL, A ESCASSEZ DE ÁGUA E O CONFLITO DE INTERESSES NO VALE DO RIO DOS SINOS

Cíntia Gonçalves de Oliveira<sup>1</sup> - FEEVALE

**Palavras-chave:** Percepção do Risco Ambiental. Qualidade Ambiental. Teoria do Risco.

## 1 INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais causados ao Vale do Rio dos Sinos (VRS), década após década, por escolhas de uma sociedade que usufruiu e usufrui dos recursos naturais e os comprometeu, são observados com maior evidência nos dias atuais, em específico no que se refere a utilização da água do Rio do Sinos.

As contendas relativas à disputa pela água envolvem vários setores da região, como o agropecuário, o industrial e de serviços, além dos poderes públicos municipais e das instituições da região. E uma das principais responsáveis pela escassez da água tem sido considerada a orizicultura, fato que tem gerado discussões acaloradas, tanto que municípios se uniram pedindo o fim do bombeamento para as plantações de arroz no Vale do Rio dos Sinos, ventilando, inclusive, a extinção do setor orizícola no Vale. Essas discussões têm sido realizadas em reuniões em diversos órgãos públicos e em canais de comunicação.

É nessa conjuntura que se desenvolve a pesquisa, que tomará como base os conceitos de teoria do risco e sociedade do risco, denominação citada por Ulrich Beck e Anthony Giddens no livro “Modernidade Reflexiva”, bem como nos conceitos utilizados por Mary Douglas e Wildavsky para a escolha desses riscos. Nessa perspectiva, entender-se-á por risco, nesta pesquisa, não situações de ordem natural, mas as situações relacionadas às escolhas e as dirigidas pelos órgãos governamentais que influenciam as escolhas sociais, os quais, invariavelmente, desconsideram as externalidades<sup>2</sup> negativas de suas próprias ações.

Assim, surgiram as seguintes questões: qual a percepção do risco ambiental dos orizicultores, dos poderes públicos municipais<sup>3</sup> e das instituições representativas de ambos os seguimentos? Para além da percepção, como esses atores respondem a esses riscos ambientais? Principalmente, por ser esta uma região de grande importância econômica e que está inserida em um contexto de degradação ambiental acentuado. Além disso, buscar-se-á

<sup>1</sup> Doutoranda em Qualidade Ambiental (FEEVALE); Mestre em Ciências Sociais (UFPEL); Graduada em Ciências Econômicas (FURG).

<sup>2</sup> Impacto das ações de um indivíduo sobre os outros que não participam dessa ação (MANKIW, 2001, p. 208).

<sup>3</sup> Canoas, Campo Bom, Esteio, Nova Santa Rita e Sapiranga.

compreender os reflexos das escolhas na sociedade local e de que forma os riscos foram avaliados e hierarquizados, dado o número expressivo de impactos ambientais advindos de outros setores econômicos regionais. Se analisará a percepção de risco ambiental por parte dos atores-chave, através da análise de entrevistas abertas cujo tratamento analítico se dará através da análise de conteúdo, bem como, análise bibliográfica e documental sobre a teoria do risco.

Face ao exposto, a pesquisa justifica-se na medida em que, tomando como base referências bibliográficas contundentes sobre o tema, será possível entender de que forma as percepções dos riscos ambientais são construídas e como refletem nas opiniões e nas ações individuais e coletivas, buscando colaborar com os esforços de amenizar os conflitos entre o setor orizícola, os poderes públicos municipais e as instituições representativas, bem como corroborar com políticas públicas específicas.

## **2) FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Devido ao crescimento populacional, somado à ausência de tratamento de esgoto, ao desmatamento da mata ciliar e a uma industrialização poluente, o Vale do Rio dos Sinos viu, pouco a pouco, emergir um retrato de degradação ambiental oriundo de um progresso predador vinculado ao modelo capitalista de industrialização.

Segundo Giddens (1991, p.16), apesar de o desenvolvimento das instituições sociais modernas e de sua difusão em escala mundial terem criado “oportunidades bem maiores para os seres humanos gozarem de uma existência segura e gratificante que qualquer tipo de sistema pré-moderno, a modernidade tem também um lado sombrio, que se tornou mais aparente no século atual”. E, o que não se conhece é obscuro aos olhos dos indivíduos.

A percepção dos riscos ambientais de cada um frente às dificuldades e exigências sociais é distinta, mas tanto as dificuldades apresentadas quanto as exigências sociais são relevantes, embora em diferentes graus, pois demonstram a consciência ambiental de cada indivíduo, a qual Giddens (1991, p. 43) apresenta como “reflexividade que é uma característica definidora de toda ação humana”.

A sociedade, que Ulrich Beck aborda, é permeada de riscos e incertezas, ou seja, os êxitos que outrora eram exaltados na modernidade muitos deles se converteram em riscos à sociedade, por isso a denominou “sociedade do risco”. Conforme Beck (1997), a sociedade do risco arca com as consequências e inseguranças produzidas e fabricadas por ela mesma.

## **3) METODOLOGIA**

Para encontrar respostas para o problema de pesquisa, relacionar-se-ão as percepções relativas ao risco ambiental dos atores-chave (orizicultores, poderes públicos municipais e

instituições representativas), obtidas por meio da análise de conteúdo de sua fala coletada através de entrevistas, a partir de uma pesquisa bibliográfica sobre risco ambiental e percepção ambiental do risco, perpassando pelos processos históricos do setor orizícola no VRS.

Como procedimentos técnicos de investigação, serão utilizadas: coletas de dados bibliográficos e documentais; amostragem não probabilística; entrevistas abertas com os principais atores-chave para a pesquisa.

#### **4) RESULTADOS**

Conforme as análises prévias, para que surjam políticas públicas de sustentabilidade ambiental, é necessário que, primeiramente, haja consenso entre os atores-chave envolvidos no conflito, pois qualquer tentativa de aproximação tem sido mal entendida. Um dos fatores desse conflito está relacionado às especificidades e necessidades diferenciadas dos municípios do VRS, apresentadas de forma distinta em suas localidades.

Neste contexto, a análise documental e pesquisa feitas por instituições representativas, há projetos visando à retirada e à redução do setor orizicultor do VRS. Esses projetos apontam as áreas degradadas pela orizicultura, a área plantada bem como a quantidade de água do Rio dos Sinos utilizada. Percebeu-se, porém, que as análises que estão sendo feitas pecam, porque as pesquisas qualitativas são parciais e mostram somente a realidade dos municípios atingidos pela seca no verão. Além disso, não há qualquer acompanhamento dos orizicultores e de suas famílias. Assim, se os orizicultores efetivamente forem retirados dessas áreas, ter-se-á outro problema, um problema de ordem social. Em função disso, outros pesquisadores deveriam ser ouvidos, a fim de obter diversos pareceres para a resolução do conflito.

Ao discorrerem sobre os riscos ambientais, percebeu-se que os orizicultores precisam de esclarecimentos sobre a situação do Rio dos Sinos. É necessário que haja, de fato, uma proposta séria e que esclareça os orizicultores sobre a necessidade de mudanças na atividade orizícola, não somente para poderem permanecer no VRS, mas visando a amenizar os impactos causados pelo setor na região, pois esses agricultores estão adaptados ao ambiente de conflito e, por isso, não acreditam no dano ambiental produzido pela atividade, que é parte do processo de escassez.

Com base nos discursos dos orizicultores e das instituições representativas, que já foram entrevistados, não existem investimentos nem políticas específicas no que diz respeito ao conflito gerado pela orizicultura no VRS. Ambos os atores referiram que foi feita somente uma análise economicista dos prós e contras da atividade, não levando em conta as

especificidades do setor agrícola e sem ter uma visão humanizada sobre a realidade dos orizicultores.

O embate é fortalecido também na medida em que a atividade orizícola no VRS continua recebendo investimentos e incentivos para plantações como qualquer outra região do estado do Rio Grande do Sul. Dessa forma, a facilidade de crédito parece tornar-se uma política contribui para manter ou até aumentar o conflito na região.

## **5) DISCUSSÃO**

Ocasionalmente, as discussões sobre a distribuição do risco têm pautado as análises técnicas e dividido opiniões na sociedade, pois qualquer mudança científica ou tecnológica pode ter dois pontos de vista: o que defende sua viabilidade e o que acredita na inviabilidade. De um lado, estão os avessos aos riscos, partindo do pressuposto de que, ainda que mudanças tecnológicas resultem em crescimento econômico, degradarão a vida humana e o meio ambiente, assim, deve-se renunciar ao crescimento; de outro lado, tem-se os que consideram o crescimento econômico como algo positivo e não abrem mão de seus prazeres socioeconômicos, nem mesmo pela redução dos riscos.

A capacidade de perceber o risco ambiental é mais acentuada quando os riscos são explícitos, fáceis de serem vistos e sentidos pela população, assim, não são poucos os riscos que se distanciam da percepção humana. Percebe-se, além disso, que a percepção do risco está ligada ao senso comum, está relacionada ao conhecimento individual, ao significado que as pessoas dão aos riscos e à sua cultura.

## **6) CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por outro lado, no que se refere aos resultados parciais, percebeu-se que tanto os orizicultores quanto as entidades representativas entendem que há a possibilidade de manter a orizicultura no VRS, porém, nem os orizicultores tampouco os poderes públicos querem arcar com o alto custo dessa cultura em função do retorno econômico baixo. Entretanto, é necessário que outras questões também sejam analisadas de forma a beneficiar os municípios do Vale e manter essa mão de obra no campo.

Apesar de o aporte teórico selecionado e o conteúdo das entrevistas realizadas até o momento já mostrarem alguns resultados satisfatórios, torna-se imperativa a realização de mais entrevistas, de forma que se possa aprofundar a análise sobre como se concebem as percepções de risco ambiental no VRS e também sobre possíveis políticas públicas para mitigar o problema.

## REFERÊNCIAS

- BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony; LASH, Scott. **Modernidade Reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna**. UNESP, São Paulo, 1997. 265p.
- BECK, Ulrich. **La Sociedad del Riesgo Mundial: Em busca de la seguridad perdida**. Paidós, Barcelona, 2008. 333p.
- DOUGLAS, Mary; WILDAVSKY, Aaron. **Risco e Cultura: Um ensaio sobre a seleção de riscos tecnológicos e ambientais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 205p.
- GIDDENS, Antony. **As Consequências da Modernidade**. São Paulo: UNESP, 1991. 177p.
- MANKIW, N. Gregory. **Introdução à economia: princípios de micro e macroeconomia**. Rio de Janeiro: Campus, 2001. 872p.

# **ANÁLISE CITOTÓXICA DE EFLUENTE DOMÉSTICO PROVENIENTE DE DOIS SISTEMAS DE TRATAMENTO: LODO ATIVADO E FILTRO DE MACRÓFITAS EM FLUTUAÇÃO**

Taize Peruzzo, Feevale; Marina Griebeler Moreira, Feevale; Ana Luiza Ziulkoski, Feevale;  
Gunther Gehlen, Feevale

Palavras-chave: Citotoxicidade. Tratamento de efluentes domésticos. Qualidade da água.  
Tecnologia Macrófitas em Flutuação.

## **INTRODUÇÃO**

A qualidade do meio ambiente é essencial para a manutenção do equilíbrio do ecossistema, porém muitos fatores, especialmente de origem antrópica, são os principais responsáveis pelos danos ambientais, citando-se também a falta de recursos e investimentos para diminuir os problemas ocasionados. Na região do vale do Rio dos Sinos, no Rio Grande do Sul o problema com a obtenção de água para consumo humano, constitui um grande desafio, pois a fonte de captação para água potável é a mesma que recebe os efluentes industriais e domésticos. Muitas vezes, esses efluentes são lançados diretamente no corpo receptor, sem tratamento prévio, resultando em uma péssima qualidade da água, o que implica em um sistema de tratamento eficiente de alto custo para tornar a água potável. Sendo assim, a análise da qualidade dos efluentes é fundamental para melhorar a qualidade da água da região. O objetivo do presente estudo foi analisar a toxicidade dos efluentes domésticos provenientes de dois sistemas de tratamento, lodo ativado em “batelada”, uma tecnologia convencional e filtro de macrófitas em flutuação, uma tecnologia mais sustentável. Através do ensaio de redução do MTT foi possível avaliar o efeito tóxico dos efluentes sobre a organela mitocondrial de duas linhagens celulares: Hep-2 e Vero.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A maior parte das cidades brasileiras apresenta seus recursos hídricos contaminados, fato diretamente associado à precariedade da rede de saneamento básico (Wagner; Belloto, Taize Peruzzo, graduada em Farmácia/Feevale, mestranda do Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale. Marina Griebeler Moreira, graduanda do curso de biomedicina e bolsista do CNPq no laboratório de citotoxicidade na Universidade Feevale. Ana Luiza Ziulkoski Professor do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental/Feevale, doutor e mestre em Ciências Biológicas, graduado em Farmácia/UFRGS. Gunther Gehlen Professor do curso de Ciências Biológicas/Feevale, doutor em Neurociências, mestre em Ciências Biológicas, graduado em Biologia/UFRGS.

2008). No Brasil, o crescimento acelerado da população e da industrialização frente à baixa expansão tecnológica, recursos financeiros e de gestão acabam permitindo a deteriorização dos corpos hídricos (Nascimento; Heller, 2005).

A Bacia Hidrográfica do Rio Dos Sinos está entre os principais rios poluídos do Brasil. Uma pesquisa realizada por Blume et al. (2012) detectou a presença de altos níveis de coliforme no Rio dos Sinos, provavelmente proveniente do esgoto doméstico lançado diretamente no curso hídrico que é a principal fonte de captação de água para abastecimento, refletindo o déficit no saneamento básico da região, onde menos de 10% do esgoto doméstico são tratados.

Tento em vista a intensa contaminação dos principais recursos hídricos da região, a busca por sistemas de tratamento de água eficientes e econômicos são cada vez mais necessários para melhorar a qualidade da água e, desta forma, manter o equilíbrio do ecossistema e diminuir os riscos à saúde da população. Atualmente há diversas tecnologias de tratamento, entre elas, destaca-se a o sistema de tratamento aeróbio, conhecido como lodo ativado (Leite et al., 2010), uma das tecnologias mais utilizadas no mundo todo. Todavia, é um sistema de custo operacional elevado e necessita de análises físico-químicas e bacteriológicas periódicas para o monitoramento do processo, suporte técnico especializado, além de apresentar um alto consumo energético e geração de resíduos. Com isso, a busca de tecnologias sustentáveis tem ganhado força para a evolução do saneamento básico. O uso de filtros naturais constituído por macrófitas (*Thypha dominigiensis*) no tratamento de esgoto apresenta uma alternativa eficiente e de baixo custo, e que pode contribuir para o gerenciamento ambiental (Chernicharo, 2001).

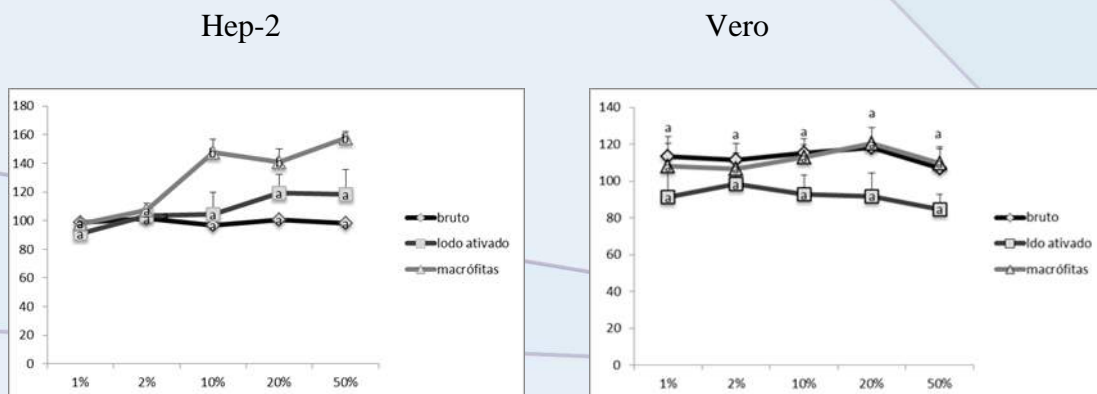
Como qualquer tecnologia, o de tratamento de efluentes pode gerar componentes tóxicos como produto final, os quais não são detectados nas análises físico-químicas, mas que podem causar danos biológicos aos componentes do ecossistema ou aos que consomem a água (Von Spiering, 2005). Portanto, a avaliação dos efeitos tóxicos dos efluentes antes e após o tratamento em linhagens celulares apresenta uma boa alternativa para avaliar a toxicidade dos efluentes e assim prevenir possíveis danos ao ecossistema.

## **METODOLOGIA**

Taize Peruzzo, graduada em Farmácia/Feevale, mestranda do Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale. Marina Griebeler Moreira, graduanda do curso de biomedicina e bolsista do CNPq no laboratório de citotoxicidade na Universidade Feevale. Ana Luiza Ziulkoski Professor do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental/Feevale, doutor e mestre em Ciências Biológicas, graduado em Farmácia/UFRGS. Gunther Gehlen Professor do curso de Ciências Biológicas/Feevale, doutor em Neurociências, mestre em Ciências Biológicas, graduado em Biologia/UFRGS.

As amostras foram coletadas em uma estação de tratamento de esgoto, localizada na cidade de Novo Hamburgo, e encaminhadas para o laboratório onde foram centrifugadas (1500 rpm por 20 minutos) e esterilizadas por um sistema de microfiltração em membrana 0,22  $\mu\text{m}$ . Após o processamento, as amostras foram diluídas de forma sequencial no meio de cultivo celular (DMEM, suplementado com 10% de soro fetal bovino) nas seguintes concentrações: (50%, 20%, 10%, 2%, 1%) e o Ph foi ajustado para 7,4. Para a realização do ensaio, foram semeadas  $2 \times 10^4$  células por poço da linhagem celular Hep-2 e da linhagem celular Vero, em placas de 96 poços. Após a subconfluência, as células foram expostas às amostras por 24 horas. Para a avaliação da funcionalidade mitocondrial foi realizado o ensaio de redução do MTT. Os resultados obtidos de quadruplicatas foram analisados por ANOVA de 1 via e pós teste de Tukey, sendo considerados significativos resultados com  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS



**Figura 1:** Valores relativos ao percentual do controle (100%) no ensaio MTT nas linhagem Hep-2 e Vero. As letras representam diferença significativa entre as diluições e o \* representa as diferenças em relação ao grupo controle. ( $p < 0,05$ ; ANOVA seguida de teste de Tukey).

De acordo com os resultados apresentados é possível verificar um aumento da viabilidade mitocondrial na linhagem celular Hep-2 nas maiores doses (10%, 20% e 50%) apenas no efluente proveniente do tratamento com macrófitas em flutuação, com correlação positiva forte ( $R = 0,773$ ,  $p = 0,01$ ). Na linhagem celular Vero observamos aumento da atividade mitocondrial apenas na concentração de 20% do efluente bruto e uma correlação negativa moderada ( $R = -0,420$ ,  $p = 0,05$ ) no efluente tratado com lodo ativado.

Taize Peruzzo, graduada em Farmácia/Feevale, mestranda do Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale. Marina Griebeler Moreira, graduanda do curso de biomedicina e bolsista do CNPq no laboratório de citotoxicidade na Universidade Feevale. Ana Luiza Ziulkoski Professor do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental/Feevale, doutor e mestre em Ciências Biológicas, graduado em Farmácia/UFRGS. Gunther Gehlen Professor do curso de Ciências Biológicas/Feevale, doutor em Neurociências, mestre em Ciências Biológicas, graduado em Biologia/UFRGS.



## DISCUSSÃO

O aumento da atividade mitocondrial, nas maiores doses, especialmente na célula Hep-2, pode estar relacionado com a maior sensibilidade desta linhagem ao estresse oxidativo, apresentando menor capacidade de metabolização de xenobióticos (Amaro et al., 2008). Na linhagem Vero, o aumento da viabilidade mitocondrial apenas no efluente bruto e na concentração 20% pode estar relacionado com a interação entre os micropoluentes presentes, pois conforme a amostra é diluída ocorrem alterações nas reações de inibição e ativação entre os componentes, podendo existir alterações na potência de ação de cada componente o que leva a uma alteração do comportamento na linhagem celular. Por outro lado, verifica-se que após o tratamento com ambas as tecnologias essa diferença na dose de 20% não ocorre, o que pode estar relacionado com a capacidade das tecnologias em diminuir possíveis agentes tóxicos.

## CONCLUSÃO

O uso de cultura celular para a verificação da toxicidade de efluentes é uma ferramenta exequível e pode colaborar com as demais análises realizadas neste segmento. Este tipo de análise permite verificar o grau de toxicidade que os efluentes podem apresentar sobre organismos de níveis tróficos mais elevados antes e após os sistemas de tratamento. Sabe-se que muitas tecnologias geram como produto final substâncias tóxicas que podem colocar em risco a biota e a saúde da população. Com a realização de ensaios de citotoxicidade é possível ter um perfil de comportamento desses efluentes sobre o ecossistema através da resposta apresentada pelas diferentes linhagens celulares.

Taize Peruzzo, graduada em Farmácia/Feevale, mestranda do Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale. Marina Griebeler Moreira, graduanda do curso de biomedicina e bolsista do CNPq no laboratório de citotoxicidade na Universidade Feevale. Ana Luiza Ziulkoski Professor do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental/Feevale, doutor e mestre em Ciências Biológicas, graduado em Farmácia/UFRGS. Gunther Gehlen Professor do curso de Ciências Biológicas/Feevale, doutor em Neurociências, mestre em Ciências Biológicas, graduado em Biologia/UFRGS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, M.I., Monasterios, M., Avendaño, M. Charris, J. Preliminary evaluation of the toxicity of some synthetic furan derivatives in two cell lines ndArtemiasalina.J. **ApplToxicol.** 29, 36-41. 2008.

BLUME, K. K. et al. Water quality assessment of the Sinos River, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology.** v. 70, p. 1185-1193, 2010.

CHERNICHARO, C. A. de L. Pós-tratamento de reatores anaeróbios. **Pós-tratamento de Efluentes Anaeróbios por Sistemas de Aplicação no Solo.** Belo Horizonte. PROSAB/FINEP, p. 55-64. 2001.

LEITE, G. S. et al. Caracterização de contaminantes presents em sistemas de tratamento de esgotos, por cromatografia líquida aclopada à espectometria de massas Tandem em alta resolução. **Quimica Nova,** v. 33, p. 734-738. 2010.

NASCIMENTO, N. O.; HELLER. L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as Áreas de recursos hídricos e saneamento. **Departamento de Engenharia Hidráulica e de Recursos Hídricos,** Universidade Federal de Minas Gerais, v. 10, p. 36-48. 2005.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3ª Edição - Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

WAGNER, A. G.; BELLOTO, V. R. Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário: Análise Econômica de Alternativas para Municípios Litorâneos - Estudo de Caso – Balneário Camboriú e Itajaí (SC), Brasil. **Gestão Costeira Integrada,** v. 8, p. 93-108. 2008.

Taize Peruzzo, graduada em Farmácia/Feevale, mestranda do Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale. Marina Griebeler Moreira, graduanda do curso de biomedicina e bolsista do CNPq no laboratório de citotoxicidade na Universidade Feevale. Ana Luiza Ziulkoski Professor do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental/Feevale, doutor e mestre em Ciências Biológicas, graduado em Farmácia/UFRGS. Gunther Gehlen Professor do curso de Ciências Biológicas/Feevale, doutor em Neurociências, mestre em Ciências Biológicas, graduado em Biologia/UFRGS.

## ANÁLISE DA EVOLUÇÃO URBANA DE NOVO HAMBURGO COM ÊNFASE NAS ÁREAS DE RISCO

Roberta Plangg Riegel – Feevale<sup>1</sup>  
Daniela Muller de Quevedo – Feevale<sup>2</sup>

Palavras-chave: Áreas de Risco. Expansão Urbana. Deslizamentos. Inundações.

### INTRODUÇÃO

O município de Novo Hamburgo localizado no Estado do Rio Grande do Sul, na região do Vale do Sinos passou por um intenso processo de urbanização nas décadas de 70 e 80 devido a industrialização do calçado. As consequências dessa demanda são modificações expressivas no tecido urbano, caracterizada pela poluição da água e do ar, do desmatamento, do aumento de resíduos e também pela ocupação de áreas vulneráveis como encostas instáveis e margens de cursos d'água. A expansão urbana frente a essas áreas, pode conformar um risco a sociedade, acarretando em deslizamentos e inundações.

A ocorrência destes fenômenos na região já é evidente através dos registros históricos, logo se torna extremamente importante à realização de pesquisas que busquem conhecer e minimizar estes problemas. Desta forma, este estudo tem como objetivo avaliar as áreas de risco do Município de Novo Hamburgo que apresentem probabilidade de deslizamentos e inundações, e a relação destes desastres naturais com a evolução urbana.

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Barbosa et al. (2011), áreas de riscos são regiões impróprias para a ocupação, devido a vulnerabilidade a desastres naturais. Estes locais impróprios vêm crescendo, devido à ação desordenada do homem que conseqüentemente acaba atingindo o meio ambiente. Conforme Monteiro (1996), a existência de risco é decorrente da falta de adequação do ser humano aos desastres naturais, ou seja, as inundações e enchentes não seriam motivo de risco se às áreas ribeirinhas não fossem habitadas, da mesma forma ocorre com os deslizamentos, que não trariam danos, se as encostas não fossem ocupadas.

Grande parte dos ensinamentos a cerca dos rios, foi compreendida ao longo dos anos, exemplos podem ser observados na história da humanidade, como: os egípcios, que se estabeleciam a uma certa distância dos cursos d'água, deixando as margens livres; as igrejas católicas, situadas normalmente em pontos altos, afastadas das áreas de inundação; e os canais construídos no século XIX, que previam dois leitos de escoamentos, um para os períodos de seca e outro para os episódios de enchentes (METROPLAN, 2001). Contudo, o crescimento

<sup>1</sup> Mestranda em Qualidade Ambiental (Feevale). Bolsista Prosup/Capes.

<sup>2</sup> Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (UFRGS). Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental (Feevale).

acelerado da população nos últimos anos resultou no esquecimento de parte dessa sabedoria, desencadeando situações de risco em regiões urbanas.

## **METODOLOGIA**

Os procedimentos metodológicos foram estabelecidos através de etapas: a) Construção do Banco de Dados, com a compilação de arquivos vetorizados, imagens de satélites, modelo digital de elevação, e dados históricos e estatísticos; b) Elaboração dos mapas temáticos de Proximidade dos Recursos Hídricos, Hipsométrico, de Declividades, do Uso do solo, Pedológico e Geológico; c) Construção do Mapa das Áreas de Risco a partir do cruzamento dos mapas temáticos, englobando a metodologia proposta por Ross (1994), que visa atribuir faixas de fragilidade ambiental, resultando no zoneamento de cinco classes de probabilidade de deslizamentos e inundações (muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta); d) Caracterização da expansão urbana do município nos anos de 1967, 1977, 1987, 1997 e 2009, a partir das imagens de satélite e dados vetorizados; e) Análise quantitativa, com a identificação dos períodos críticos, nos quais as áreas de risco passaram a ser ocupadas e as consequências desta expansão frente aos desastres naturais.

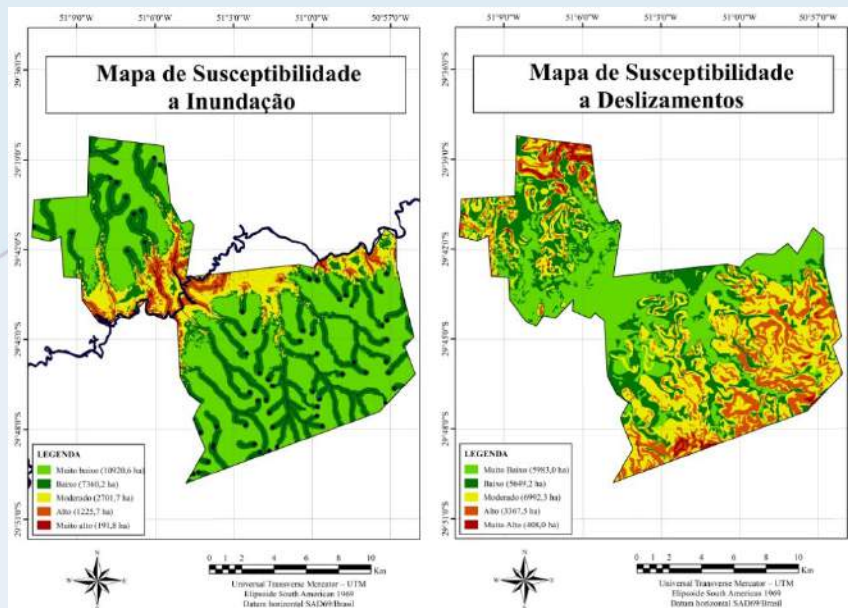
## **RESULTADOS/DISCUSSÃO**

### **Susceptibilidade a Inundações e Deslizamentos**

O Mapa de Susceptibilidade a Inundações (Figura 1), demonstra que as regiões mais vulneráveis, correspondentes as classes alta e muita alta, encontram-se principalmente na Área de Proteção Ambiental Sul, que faz a ligação entre a Zona Industrial e a Zona Miscigenada de Lomba Grande, também conhecida como região rural do município. Esta é caracterizada por baixas altitudes e por abrigar o Rio dos Sinos, um dos mais imponentes do estado do Rio Grande do Sul. Por outro lado as regiões mais afastadas podem ser identificadas como de muito baixa susceptibilidade, visto que as cotas são relativamente mais altas. Entretanto, pontos próximos a cursos d'água devem sempre ser observados, mesmo nas regiões elevadas, pois a impermeabilidade do solo pode impedir o escoamento favorável das águas pluviais.

Analisando o Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos (Figura 2) é possível identificar uma região de muita alta vulnerabilidade, localizada ao norte do município, identificada pelo Plano Diretor, como área de Proteção Ambiental Norte. Pontos situados na área rural também apresentam um risco considerável de deslizamentos. Nas áreas centrais, próximas ao Rio dos Sinos, o risco é muito baixo devido a topografia do terreno que se apresenta de forma plana, entretanto, conforme se afasta dessa região em direção as

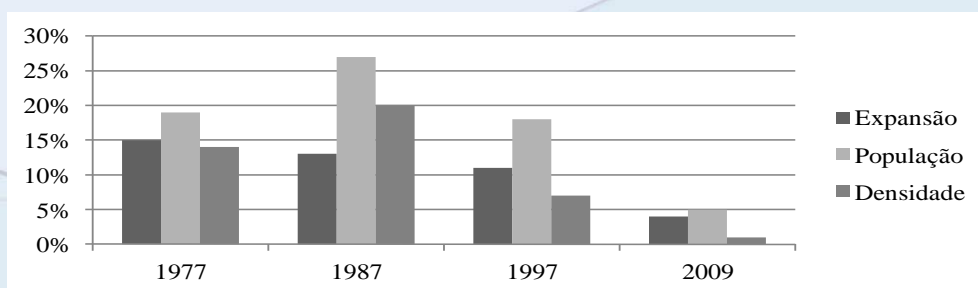
extremidades do território a vulnerabilidade aumenta, alcançando as classes de baixa e moderada susceptibilidade.



**Figura 1 e 2 - Mapas de Susceptibilidade a Inundações e Deslizamentos**

### **Evolução Urbana de 1967 a 2009**

O Gráfico 1, expressa o crescimento em porcentagem da expansão urbana, da população e da densidade habitacional do município de Novo Hamburgo, nas quatro décadas trabalhadas nesta pesquisa, em relação aos números atuais. Com isso, se percebe os seguintes aspectos: que a expansão ocorreu de forma mais linear nos três primeiros períodos; que a população teve um aumento maior na década de 80, porém que os anos 70 e 90 também correspondem a um crescimento significativo; que a densidade habitacional acompanha essa trajetória, com uma mudança mas expressiva na década de 80; e que o último período, entre 1997 e 2009, apresenta crescimento pouco significativo, caracterizando um território já amplamente ocupado.

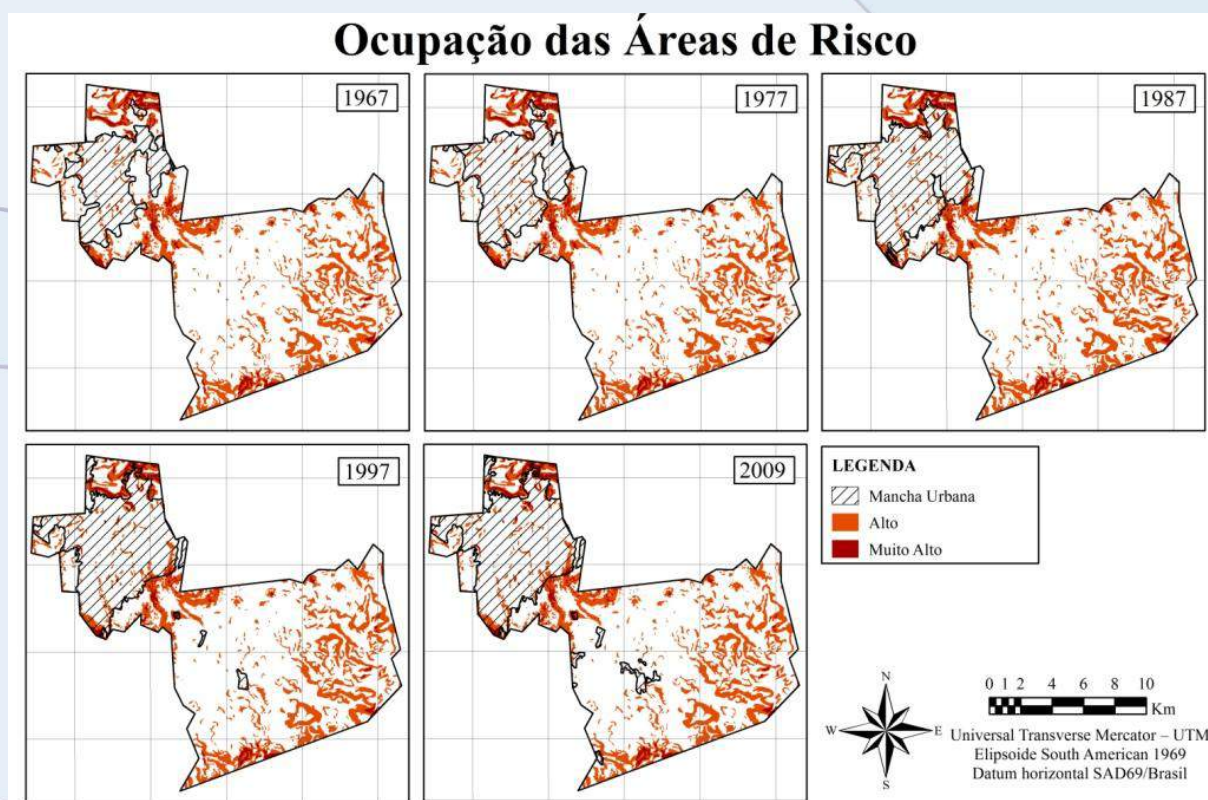


**Gráfico 1 - Gráfico de crescimento da Expansão Urbana, População e Densidade de Novo Hamburgo**

O cruzamento de todas essas informações permitiu evidenciar que o aumento populacional não ocorreu de forma semelhante a ocupação do município, porém a história demonstra que a maior transformação da cidade ocorreu até 1987.

## Ocupação das áreas de risco

Analisando os Mapas das Ocupações das Áreas de Risco pode se concluir que os momentos específicos dessa ocupação se desenvolveram nos anos 80 e 90, com destaque para a década de 90, quando a expansão é mais intensa e clara sobre as áreas identificadas como de risco. Os números relativos a população e a área expandida, não estabelecem uma relação direta com a ocupação dessas regiões, visto que os anos 90 não apresentaram dados mais altos do que os outros períodos, em nenhum destes aspectos. A justificativa dessa constatação pode estar associada a dois fatos: a contextualização da história do município, que caracteriza os anos 70 e 80 por uma ocupação ofensiva, que pode ter esgotado as áreas salubres possibilitando a ocupação de ambientes frágeis nos anos seguintes; e a crise da indústria coureiro-calçadista nos anos 90, que inevitavelmente desencadeou o desemprego na região, agravando o avanço sobre as áreas irregulares.



**Figura 3 - Mapas das Ocupações das Áreas de Risco**

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados históricos e as regiões delimitadas como áreas vulneráveis, demonstram a importância desse estudo para comunidade, que devido ao crescimento desordenado se encontra muitas vezes exposta a esses eventos. Contudo, pode-se destacar esse trabalho como um início de um planejamento preventivo para evitar futuros desastres na região, relacionados a deslizamentos e inundações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Z. N. T.; OLIVEIRA, W. N. de; ALVES, P. R. **Uso de geotecnologias para mapeamento de áreas de riscos Estudo de caso: Angra dos Reis - RJ.** In XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, abr./maio. 2011. Curitiba – PR. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1103.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

METROPLAN. **Os rios da cidade:** as enchentes na evolução urbana na região metropolitana de Porto Alegre. Porto Alegre: Metroplan, 2001.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas como Elemento de Integração na Síntese Geográfica e Fator de Promoção Interdisciplinar na Compreensão do Ambiente.** In: Revista de Ciências Humanas, vol.14, n.19, 1996, Florianópolis. p. 67 - 101.

NOVO HAMBURGO. Lei Municipal nº 1.216, de 20 de dezembro de 2004. **Institui o PDUA do Município de Novo Hamburgo e dá outras providências.** Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/plano-diretor-novo-hamburgo-rs-2014-06-08.html>>. Acesso em: 08 Jun. 2014

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados.** Revistado Departamento de Geografia - FFLCH-USP, N.9. 1994. pp. 63-74.

## **ANÁLISE DA INTERAÇÃO DOS SISTEMAS COMPLEXOS *VERSUS* O CONCEITO DA SUSTENTABILIDADE**

Alexandre André Feil (FEEVALE; UNIVATES)<sup>1</sup>

Dusan Schreiber (FEEVALE)<sup>2</sup>

José Galizia Tundisi (FEEVALE)<sup>3</sup>

**Palavras-chave: Sistemas humanos e Ambientais. Resiliência. Resistencia.**

### **INTRODUÇÃO**

Os seres humanos interagem com o ambiental, de forma complexa, desde o início da história humana (LAMBIN, 2005), mas as intensidades e o âmbito destas interações tiveram um aumento desde a revolução industrial (LIU et al., 2007a). As mudanças ambientais globais relacionam-se com a interação entre os humanos (sociedade, corporações, máquinas, instrumentos, entre outros) e o ambiental (solo, água, biosfera, plantas, entre outros) (LIAO et al., 2012).

A compreensão da complexidade das interações entre humanos e ambientais representam uma prioridade urgente e crescente (COSTANZA et al., 1993; MICHENER et al., 2001; VAN DER LEEUW & REDMAN, 2002; NEWELL et al., 2005; LAMBIN, 2005; LIU et al., 2007b). A essência da sustentabilidade corresponde à adequada gestão da interação humana e ambiental, com especial ênfase nas interações que envolvam riscos com os processos ambientais, essencialmente aqueles que dão suporte a vida (BRINSMEAD & HOOKER, 2011).

Neste contexto, o problema de pesquisa pretende responder: quais são as características das interações da complexidade dos sistemas humanos e ambientais e sua relação com o conceito de sustentabilidade? E, para atingir a solução deste problema estruturou-se o objetivo geral, que consiste realizar uma revisão teórica sobre a complexidade das interações dos sistemas ambientais (solo, água, ar, plantas, animais, entre outros) e a humanos (pessoas, indústria, social, máquinas), e sua relação com o conceito de sustentabilidade.

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

<sup>1</sup> Mestre em Ambiente e Desenvolvimento. Professores da Univates. Doutorando do PPG de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

<sup>2</sup> Doutor em Administração. Professor do PPG Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

<sup>3</sup> Doutor em Ciências Biológicas. Professor do PPG Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.



Na compreensão da totalidade de um sistema complexo é essencial o conhecimento das variáveis específicas e inclusive como as partes que compõe este sistema se relacionam (LEVIN, 1992). Os sistemas complexos, segundo Odum (1986), possuem principalmente as estabilidades: a) resistência: que compreende a capacidade do sistema de permanecer imune aos distúrbios (HOLLING, 1973; HARWELL et al., 1977; WESTMAN, 1987; CHRISTOFOLETTI, 1999); e b) resiliência: que é a capacidade de um sistema retornar ao seu estado normal após distúrbio, caso não consiga, neste caso ocorre a evolução do sistema (DE ANGELES, 1980; PIMM, 1984; WESTMAN, 1987; CHRISTOFOLETTI, 1999).

Os sistemas humanos e ambientais, identificados como complexos, não são mais percebidos como grupos distintos, mas conectados e incorporados em interações mútuas (ROSA & DIETZ, 1998; LOW et al., 1999; REDMAN, 1999; KINZIG, 2001; GUNDERSON & HOLLING, 2001; LIU et al., 2007a). A compreensão das condições humanas e ambientais refere-se, entre outras, as integrações dos sistemas humanos e ambientais que representam o escopo central das pesquisas sobre sustentabilidade (WAGGONER & AUSUBEL, 2002; CLARK & DICKSON, 2003; FOLKE et al., 2002; CABEZAS et al., 2005; YOUNG et al., 2006; LIU et al., 2007a; LIU et al., 2007b).

A sustentabilidade “[...] é aquela que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (WCED, 1987), este é o conceito mais citado na literatura (QUENTAL et al., 2011). A sustentabilidade avança em direção a uma compreensão das condições humanas ao meio ambiente, com a dupla finalidade de satisfazer as necessidades da sociedade e *mister* sustentar os sistemas de suporte da vida no planeta (KATES et al., 2001; RAVEN, 2002; LAMBIN, 2005).

## METODOLOGIA

Este estudo classifica-se como uma pesquisa bibliográfica, e a coleta dos dados realizou-se via sites dos periódicos da *Science Direct*, *JsTor*, *Npg – Nature Publishing group*, *E&S - Ecology and society*, *Springer link*, *Wiley Online Library*, e do *Google Scholar*. Salienta-se que não houve delimitação temporal na pesquisa bibliográfica; e as palavras chaves utilizadas compreendem: a) em inglês: *complex systems*, *interaction*, *human and environmental systems*, *concept of sustainability*; e b) em português: sistemas complexos, interação, sistema humano e ambiental, conceito de sustentabilidade. As consultas foram realizadas no período de maio a junho de 2014, e compreende apenas bibliografias internacionais.

Após a identificação dos principais artigos e livros via periódicos e site, realizou-se a triagem através da leitura de seus resumos e conclusões, estes foram minuciosamente lidos e analisados, para identificar uma aderência sobre o tema pesquisado.

## RESULTADOS

Os principais resultados encontrados sobre as características das interações dos sistemas humanos e ambientais revelam que ocorrem em diferentes complexidades organizacionais, temporais e espaciais (LIU et al., 2007a; LIU et al., 2007b; LASSOIE & SHERMAN, 2010). As complexidades organizacionais, segundo LIU et al., 2007a,b, subdividem-se em: a) Interações mútuas entre humanos e ambientais via diversos níveis (PICKETT et al., 2005); b) Efeitos indiretos da produção e uso de produtos; c) Propriedades emergentes; d) Vulnerabilidade (CHAPIN et al., 2003); e e) Limites (BROCK, 2003; BROCK et al., 2005; BROCK, 2006) e a resiliência (HOLLING, 1973; GUNDERSON & HOLLING, 2001; WALKER & MEYERS, 2004; WALKER et al., 2006; FOLKEA, 2006).

A complexidade temporal, conforme Liu et al. (2007a,b), subdivide-se em: a) Aumento gradativo dos impactos humanos em sistemas ambientais (KINZIG, 2001; ROOT et al., 2003; ROOT et al., 2005); b) Crescentes impactos ambientais em sistemas humanos (ALLISON & HOBBS, 2004); c) Heranças evolutivas (RICHTER & RICHTER, 2000; FRANCIS & FORSTER, 2001; THOMPSON et al., 2002); d) Escalas temporais, onde alguns casos são lentos, quase imperceptíveis; e) Ritmo (de local a global) e aumento de escalas; e f) Aumento dos efeitos indiretos aumentam devido a rápida urbanização.

As complexidades espaciais, segundo Liu et al. (2007a,b), subdividem-se em interações: a) Via escalas espaciais encaixadas umas nas outras, de local a global; b) Para além das fronteiras são os que ocorrem além dos limites ou políticas do ecossistema; e c) de heterogeneidade que variam entre os locais (LAMBIN, 2005).

## DISCUSSÃO

O conceito de sustentabilidade, em especial o definido pela WCED (1987), apresenta-se como vago, ou seja, no que tange ao que preservar? e por quanto tempo preservar? Nesta lógica, a falta de clareza na definição leva a uma diversidade de definições e interpretações. Estas percepções também são sustentadas por Gatto (1995) quando afirma que a maioria das discussões que ocorrem sobre a sustentabilidade é causada pela falha em seu conceito; já Mebratu (1998) afirma que seu conceito apresenta uma estreita interpretação, não captando toda a visão ou foco. Para Paehlke

(2005) o conceito de sustentabilidade é vago e amorpho com múltiplos significados; e complementando Cabezas et al. (2005) e Voinov & Farley (2007) afirmam uma inexistência de um consenso deste conceito.

O conceito de sustentabilidade em relação às características complexas das interações dos sistemas humanos e ambientais apresenta uma incoerência, principalmente aos aspectos adaptativos e evolutivos destes sistemas. Esta afirmação também foi defendida por Voinov & Farley (2007) quando afirmam que a sustentabilidade determina que um sistema deve ser preservado indefinidamente, mas Bossel (1999) e Silva Neto & Basso (2010) destacam que a sociedade no futuro será diferente. E desta forma, a direção da sustentabilidade torna-se uma questão difícil ao conciliar com o ciclo de renovação, ou seja, a *panarchy* e/ou resiliência (ver em HOLLING, 2001; GUNDERSON & HOLLING, 2001; BERKES et al., 2003). Esta compreensão também se adere a Quental et al. (2011) que destaca que toda *panarchy* promove a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável de um sistema. Neste sentido, Benson e Craig (2014) também reconhecem a resiliência como a base da gestão, e entendem que o foco deveria alterar de sustentabilidade para a resiliência (*panarchy*), ou seja, abandonar a concepção de sustentabilidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

No tocante a interação dos sistemas humanos e ambientais, constatou-se que são complexos, portanto necessitam de uma visão no mínimo interdisciplinar e sua análise deve ser realizada, observando-as como partes de um mesmo ecossistema, ou da biosfera. Estas interações devem ser analisadas no tocante à organização (interações mutuas, efeitos indiretos, propriedades emergentes, vulnerabilidade e o limite e resiliência), espaciais (escalas espaciais, além das fronteiras e heterogeneidade) e as temporais (impactos humanos nos naturais e vice-versa, heranças, escalas temporais, ritmo e aumento das escalas e o aumento dos efeitos indiretos).

Com base nestes principais resultados apresentados, pode-se destacar que para a compreensão e o estabelecimento da sustentabilidade, deve-se considerar que a interação humana e ambiental faz parte de um mesmo ecossistema ou biosfera, bem como considerar a evolução dos sistemas temporais e espaciais, ou seja, é necessário repensar o conceito da sustentabilidade. Neste contexto, é impossível preservar e manter, mas é necessário pensar em reestabelecer as formas originais dos sistemas, e desta forma entender as transformações que ocorrem sem a intervenção humana como parte da própria evolução dos sistemas. Nesta lógica, a intervenção do que deve ser preservado e mantido da posição atual para o futuro, pode provocar uma oposição contra a própria coevolução e provocar distúrbios maiores ainda.

## REFERÊNCIAS

ALLISON, H.E.; HOBBS, R. J. Resilience, adaptive capacity, and the “Lock-in Trap” of the Western Australian agricultural region. **Ecology and Society**, v. 9, p.1-3, 2004.

BENSON, M.H.; CRAIG, R.K. The End of Sustainability. **Society & Natural Resources: An International Journal**, v. 27, n. 7, p. 777-782, 2014.

BERKES, F.; COLDING, J.; FOLKE, C. Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change (Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 2003).

BOSSEL, H. Indicators for sustainable development: theory, method, applications – a report to the Balaton Group. Technical Report, Internacional Institute for Sustainable Development, Canada, 1999.

BRINSMEAD, T. S.; HOOKER, C. Complex Systems Dynamics and Sustainability: Conception, Method and Policy, In Handbook of the Philosophy of Science, edited by Cliff Hooker, North-Holland, Amsterdam. **Philosophy of Complex Systems**, v. 10, p. 809-838,. 2011.

BROCK, W.A. Tipping points, abrupt opinion changes, and punctuated policy change, No 28, Working papers, Wisconsin Madison - Social Systems, 2003.

BROCK, W.A.; CARPENTER, S.R.; SCHEFFER, M. Regime shifts, environmental signals, uncertainty and policy choice. In: A Theoretical Framework for Analyzing Social-Ecological Systems. Norberg, J. and Cumming, G. (eds). Columbia University Press, New York, in press. 2005.

BROCK, W.A. Tipping points, a brupt opinion changes, and punctuated policy changes. In: Punctuated Equilibrium and the Dynamics of U.S. Environmental Policy. Abrupt Opinion Changes, and Punctuated Policy Change. Repetto, R. (ed). Yale University Press, New Haven, Connecticut, pp. 47–77. 2006.

CABEZAS, H.; PAWLOWSKI, C.W.; MAYER, A. L.; HOAGLAND, N.T. Sustainable systems theory: ecological and other aspects. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, Issue 5, p. 455-467, 2005.

CHAPIN, F.S.; MATSON, P.A.; MCCARTHY, J.; CORELL, W.R.; CHRISTENSEN, L.; ECKLEY, N.; HOVELSRUD-BRODA, K.G.; KASPERSON, X.J. Science and technology for sustainable development special feature: illustrating the coupled human-environment system for vulnerability analysis: three case studies. **Proc. Natl. Acad. Sci.** V. 100, p. 8080–8085, 2003.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 1999.

CLARK, W.C.; DICKSON, N.M. Sustainability science: the emerging research program. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 14, p. 8059–8061, 2003.

COSTANZA, R.; WAIGNER, L.; FOLKE, C.; MALER, K.G. Modeling complex ecological economic systems: towards an evolutionary dynamic understanding of people and nature. **BioScience** 43, p. 545–555, 1993.

DE ANGELES, D. L. Energy Flow, Nutrient Cycling, and Ecosystem Resilience. **Ecology** 61, p. 764–771, 1980.

FRANCIS, D.R.; FOSTER, D.R. Response of small lake systems to changing landuse history in New England. **The Holocene**, v. 11, p. 301–312, 2001.

FOLKE, C.; CARPENTER, S.; ELMQVIST, T.; GUNDERSON, L.; HOLLING, C. S.; WALKER, B. Resilience and sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformations. **AMBIO: A Journal of the Human Environment**, 31(5), p. 437–440, 2002.

FOLKEA, C. Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. **Global Environmental Change**, v. 16, p. 253, 2006.

GATTO, M. Sustainability: is it a well defined concept? **Ecological Applications**, v. 5(4), p. 1181–1184, 1995.

GUNDERSON, L.H; HOLLING, C.S. **Panarchy: Understanding Transformation in Human and Natural Systems**. Island Press, Washington, D.C., 508 pp. (eds). 2001.

HARWELL, M.A.; CROPPER JR., W.P; RAGSDALE, H.L. Nutrient recycling and stability: A reevaluation. **Ecology**, v. 58, p. 660–666, 1977.

HOLLING, C.S. Resilience and stability of ecological systems. **Annu. Rev. Ecol. System**, v. 4, p. 1–23, 1973.

HOLLING, C. S. Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. **Ecosystems**, v. 4, p. 390–405, 2001.

KATES, R.W.; CLARK, W.C.; CORELL, R.; HALL, J.M.; JAEGER, C.C.; LOWE, I.; MCCARTHY, J.J.; SCHELLHUBER, H.J.; BOLIN, B.; DICKSON, N.M.; FAUCHEUX, S.; GALLOPIN, G.C.; GRUBLER, A.; HUNTLEY, B.; JÄGER, J.; JODHA, N.S.; KASPERSON, R.E.; MABOGUNJE, A.; MATSON, P.; MOONEY, H.; MORE, B.; O’RIORDAN, T.; SVEDIN, U. Sustainability science. **Science**, v. 292, p. 641–642, 2001.

KINZIG, A. P. Bridging disciplinary divides to address environmental and intellectual challenges. **Ecosystems**, v. 4, p. 709–715, 2001.

LAMBIN, E.F. Conditions for sustainability of human–environment systems: information, motivation, and capacity. **Global Environmental Change**, v. 15, p. 177–180, 2005.

LASSOIE, J. P.; SHERMAN, R. E. Promoting a coupled human and natural systems approach to addressing conservation in complex mountainous landscapes of Central Asia. **Frontiers of Earth Science in China**, v. 4, p. 67–82, 2010.

LEVIN, S.A. The Problem of Pattern and Scale in Ecology: The Robert H. MacArthur Award Lecture. **Ecology**, v. 73, p. 1943–1967, 1992.

- LIAO, W.; HEIJUNGS, R.; HUPPES, G. Thermodynamic analysis of human–environment systems: A review focused on industrial ecology. **Ecological Modelling**, v. 228, p. 76– 88, 2012.
- LIU, J.; DIETZ, T.; CARPENTER, S.R.; ALBERTI, C.F.; REDMAN, C.L.; SCHNEIDER, S. H.; OSTROM, E.; PELL, A.N.; LUBCHENCO, J.; TAYLOR, W. W.; OUYANG, Z.; DEADMAN, P.; KRATZ, T.; PROVENCHER, W. Coupled Human and Natural Systems. **Ambio**, v. 36, No. 8, 2007a.
- LIU, J. et al. Complexity of Coupled Human and Natural Systems. **Science**, v. 317, 1513, 2007b.
- LOW, B.; COSTANZA, R.; OSTROM, E.; WILSON, J.; SIMON, C.P. Human ecosystem interactions: a dynamic integrated model. **Ecol. Econ.** v. 31, p. 227–242, 1999.
- MEBRATU, D. Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 18, p. 493-520, 1998.
- MICHENER, K.W.; BAERWALD, J.T.; FIRTH, P.; PALMER, A.M.; ROSENBERGER, J.L.; SANDLIN, E.A.; ZIMMERMAN, H. Defining and unraveling biocomplexity. **BioScience**, v. 51, p. 1018–1023, 2001.
- NEWELL, B.; CRUMLEY, C.L.; HASSAN, N.; LAMBIN, E.F.; PAHL-WOSTL. C.; UNDERDAL, A.; WASSON, R. A conceptual template for integrative human-environment research. **Global Environmental Change**, v. 15, p. 299-307, 2005.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 434 p.
- PAEHLKE, R. Sustainability as a Bridging Concept. **Conservation Biology**, v. 19, n. 1, p. 36–38, 2005.
- PIMM, S. L. The complexity and stability of ecosystems. **Nature**, v. 307, p. 321–326, 1984.
- RAVEN, P.H. Science, Sustainability, and the Human Prospect. **Science**, v. 297, n. 5583, p. 954-958, 2002.
- PICKETT, S.; CADENASSO, M.; GROVE, J. Biocomplexity in coupled natural human systems: a multidimensional framework. **Ecosystems**, v. 8, p. 225–232, 2005.
- QUENTAL, N.; LOURENÇO, J.M.; SILVA, F.N. Sustainability: characteristics and scientific roots. **Environment, Development and Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 257-276, 2011.
- REDMAN, C.L. Human dimensions of ecosystem studies. **Ecosystems**, v. 2, p. 296–298, 1999.
- ROSA, E.A.; DIETZ, T. Climate change and society: speculation, construction and scientific investigation. **International Sociology**, v. 13, p. 421–455, 1998.
- RICHTER, B.D.; RICHTER, H.E. Prescribing flood regimes to sustain riparian ecosystems along meandering rivers. **Conserv. Biol.**, v. 14, p. 1467–1478, 2000.

ROOT, T.; PRICE, J.; HALL, K.; SCHNEIDER, S.; ROSENZWEIG, C.; POUNDS, J. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. **Nature**, v. 421, p. 57–60, 2003.

ROOT, T.; MACMYNOWSKI, D.; MASTRANDREA, M. Human-modified temperatures induce species changes: joint attribution. **Proc. Natl. Acad. of Sci. U.S.A.** v. 102, p. 7465–7469, 2005.

SILVA NETO, B.; BASSO, D. A ciência e o desenvolvimento sustentável: para além do positivismo e da pós-modernidade. **Ambiente & Sociedade**, v. XIII, n. 2. p. 315-329, 2010.

THOMPSON, L.; MOSLEY-THOMPSON, E.; DAVIS, M.E.; HENDERSON, K.A.; BRETCHER, H.H.; ZAGOROBNOV, V.S.; MASHIOTTA, T.A.; LIN, P.N. Paleoclimate: Kilimanjaro ice core records: evidence of holocene climate change in tropical Africa. **Science**, v. 298, p. 589, 2002.

VAN DER LEEUW, S.E.; REDMAN, C.L. Placing archaeology at the center of socio-natural studies. **Am. Antiquity**, v. 67, p. 597–605, 2002.

VOINOV, A.; FARLEY, J. Reconciling sustainability, systems theory and discounting. **Ecological Economics**, v. 63, p. 104-113, 2007.

WESTMAN, W. E. Measuring the Inertia and Resilience of Ecosystems. **BioScience**, v. 28, n. 11, p. 705-710, 1978.

WAGGONER, P. E.; AUSUBEL, J. H. A Framework for Sustainability Science: A Renovated Ipat Identity. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, v. 99, n. 12, p. 7860 –7865, 2002.

WALKER, B.; MEYERS, J. A. Thresholds in ecological and social–ecological systems: a developing database. **Ecology and Society**, v. 9, n. 2, 2004.

WALKER, B. H.; ANDERIES, J. M.; KINZIG, A. P.; RYAN, P. Exploring resilience in social-ecological systems through comparative studies and theory development: introduction to the special issue. **Ecology and Society**, v. 11, p. 1-12, 2006.

World Commission on Environment and Development (WCED), Our common future: The Brundtland report, (Oxford: Oxford University Press, 1987).

YOUNG, O.R.; BERKHOUT, F.; GALLOPIN, G.C.; JANSSEN, M.A.; OSTROM, E.; VAN DER LEEUW, S. The globalization of socio-ecological systems: An agenda for scientific research, **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 304-316, 2006.

## ANÁLISE DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE CORPORATIVA

Alexandre André Feil (FEEVALE; UNIVATES)<sup>1</sup>

Dusan Schreiber (FEEVALE)<sup>2</sup>

**Palavras-chave:** *Triple-bottom line*. Indicadores Eficientes. Mensuração da Sustentabilidade.

### INTRODUÇÃO

A apreensão das sociedades frente às questões ambientais iniciou na década de 60 (MONTEIRO, CASTRO & PROCHNIK, 2003), em face do marcante avanço tecnológico oriundo da Revolução Industrial, com a transformação de recursos naturais em produtos e em consequência da liberação de resíduos poluentes; e do crescimento populacional que aumentou a demanda de bens e alimentos. Assim, as atividades humanas e industriais aumentaram o impacto negativo sobre o meio ambiente, originando nervosismos pela limitação e poluição dos recursos existentes na natureza (ARAÚJO et al., 2006).

Diante deste panorama, as empresas forçadas, pelas pressões sociais e governos reestruturaram-se, adequando-se a uma nova conscientização: a de reduzir o impacto ambiental, melhorar sua imagem e responsabilidade social frente à sociedade (ARAÚJO et al., 2006). Neste contexto, insere-se a ideia da sustentabilidade que assegura a continuidade indefinida da vida humana, apresentando crescimentos e desenvolvimentos das atividades dentro de fronteiras e limites adequados (CONSTANZA, 1991).

Nesta lógica, o objetivo geral, deste estudo, é identificar e analisar os principais indicadores de sustentabilidade utilizados na mensuração da sustentabilidade corporativa, compreendendo o *Triple-bottom line*.

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O conceito mais utilizado de sustentabilidade consiste no elaborado pelo Relatório de Brundland (1987) (PEARCE, MARKANDYA & BARBIER, 1989; IYER-RANIGA & TRELOAR, 2000; STEURER et al., 2005), que define-a como “[...] aquela que atende às necessidades do

<sup>1</sup> Mestre em Ambiente e Desenvolvimento. Professores da Univates. Doutorando do PPG de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

<sup>2</sup> Doutor em Administração. Professor do PPG Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

<sup>3</sup> Doutor em Ciências Biológicas. Professor do PPG Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.



presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (WCED, 1987). Este conceito envolve três aspectos, ou seja, o ambiental, social e o econômicos, também denominados de *Triple-bottom line* (CONSTANZA, 1991; MUNASINGHE, 2007; CIEGIS & RAMANAUSKIEN, 2009).

O aspecto ambiental da sustentabilidade vincula-se ao normal funcionamento dos sistemas naturais, ou seja, preocupa-se com o bem-estar de todos os sistemas vivos pela conservação, organização e invulnerabilidade (CLARO & CLARO, 2004; STEURER et al., 2005; KRAJNC & GLAVIC, 2005; MUNASINGHE, 2007).

O aspecto econômico foca-se na saúde microeconômica (resultado econômico-financeiro das empresas) e macroeconômica (bem-estar econômico dos indivíduos, municípios, regiões ou da sociedade em geral) (SACHS, 1993; CLARO & CLARO, 2004; STEURER et al., 2005; KRAJNC & GLAVIC, 2005; MUNASINGHE, 2007;). Já o aspecto social da sustentabilidade, segundo Carrol (1979), Wood (1991), Sachs (1993), Krajnc & Glavic (2005) e Oliveira (2005), tem a finalidade de garantir a equidade na alocação da renda e de bens, cidadania, direitos, entre outros, para a sociedade, diminuindo o abismo existente entre as classes sociais altas e as baixas, promovendo a equivalência do acesso a recursos e serviços sociais e ao pleno emprego a todos.

Na mensuração destes aspectos a sustentabilidade corporativa utiliza indicadores específicos para cada aspecto, e Kardec, Flores & Seixas (2002) definem os indicadores como parâmetros capazes de medir a eficácia e a relação entre o programado e o realizado, e destacam que sem a utilização de indicadores é muito remoto realizar a avaliação do desempenho sustentável da corporação. Estes indicadores visam identificar a direção dos aspectos da *Triple-bottom line* referentes à sustentabilidade (VELEVA & ELLENBECKER, 2000; AZAPAGIC, 2004; VAN BELLEN, 2008).

## METODOLOGIA

A metodologia empregada caracteriza-se numa pesquisa bibliográfica e a coleta dos dados realizou-se via periódico *SciELO - Scientific Electronic Library Online*, *ScienceDirect* e *Google scholar*, com a utilização das palavras-chaves, tais como: (i) Mensuração, Indicadores, Sustentabilidade empresarial e (ii) *Measurement, Indicators, Corporate Sustainability*. Esta pesquisa não limitou-se a temporalidade, mas incluiu apenas artigos científicos, e contendo a abordagem dos aspectos *Triple-bottom line*. Salienta-se que a coleta de dados foi realizada de junho a agosto de 2013.

Os artigos iniciais selecionados foram analisados via resumo, e selecionados 17 artigos que possuíam afinidade com o tema desta pesquisa, compreendendo o estudo de Spangenberg & Bonniot (1998), Callens & Tyteca (1999), Azapagic & Perdan (2000), Veleva & Ellenbecker (2001) Spangenberg & Hinterberger (2002), Krajnc & Glavic (2003), Azapagic (2003), Azapagic (2004), Labuschagne et al. (2005), Krajnc & Glavic (2005), Searcy et al. (2005), Szekely & Knirsch (2005), Bansal (2005), Nordheim & Barrasso (2006), Delai & Takahashi (2008), Kang et al. (2010), Leea & Saenb (2012). O conteúdo destes 17 artigos foram tabulados em planilhas eletrônicas, identificando a quantidade de indicadores em cada um dos aspectos e os indicadores utilizados com maior frequência.

## RESULTADOS

Os 17 estudos trazem ao todo 613 indicadores de sustentabilidade com repetições. Destes, 43,88% estão alocados para o Ambiental, 30,83% para o Social e 25,29% para o Econômico.

Os indicadores econômicos mais utilizados e que representam 54,84%, somam 15 indicadores, apresentados por ordem de importância em: Rentabilidade, lucro e remuneração do acionista; Rotatividade, satisfação e duração do trabalho dos empregados; Volume de vendas; Pesquisas tecnológicas e sustentáveis; Saúde financeira e liquidez; Valor agregado; Proteção e melhorias ambientais; Contribuição e crescimento per capita do PIB; Transparência governança; Produção de produtos; reclamação de clientes; Setor público; utilização de recursos reciclados e energias; Participação no mercado e investimentos em capital e despesas.

Os 15 indicadores sociais mais utilizados, compreendendo 69,84%, correspondem: Geração, estabilidade e taxas de emprego; Partes interessadas; Segurança e saúde; Treinamento e educação dos funcionários; Contribuições sociais e políticas; Direitos humanos; trabalho forçado e infantil; Salários e benefícios; numero de reclamações; fornecedores; Diversidades de oportunidades; Liberdade de associação e informação; Conduta empresarial e doações.

Já os 14 indicadores ambientais mais utilizados representam 63,94%, compreendem: reciclagem e eliminação de resíduos sólidos e líquidos; Emissões atmosféricas (aquecimento global); Consumo de energia; Consumo de água; Consumo de recursos minerais; Ecossistemas (biodiversidade); Acidificação; Transporte e logística (poluição); reciclagem de materiais; Sistema de gestão ambiental; durabilidade do produto; intensidade material e energética; Fornecedores e empreiteiros e a paisagem.

## DISCUSSÕES

Os indicadores utilizados pelos estudos para mensurarem a sustentabilidade corporativa consistem em um numero limitado e reduzido, e com relativa simplicidade de mensuração dos aspectos do *Triple-bottom line*. Esta afirmação também é sustentada nas conclusões de Spangenberg & Bonniot (1998), Azapagic & Perdan (2000), Veleva & Ellenbecker (2001), Malkina-Pykh (2002), Azapagic (2004) e Hart (2006), e apontam que as características dos indicadores eficientes são factíveis de apuração, ou seja, tecnicamente mensurável; apresentarem fácil aplicação e avaliação, e ao mesmo tempo de significativa relevância; possuem clara relevância frente às questões políticas da corporação, para identificar mudanças aos gestores tornando mais fácil a direção à sustentabilidade; entre outros.

A distribuição da quantidade de indicadores entre o aspecto ambiental (43,88%), social (30,83%) e econômico (25,29%), compreendendo a quantidade total de indicadores (613), apresenta uma proximidade com a equidade, ou seja, a mesma proporção. Esta afirmação também foi comprovada nos estudos de Azapagic & Perdan (2000), Veleva & Ellenbecker (2000), Veleva & Ellenbecker (2001), Hart (2006) e Nichols et al. (2008) que afirmam que é necessário haver uma equidade entre os aspectos da sustentabilidade.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os indicadores de sustentabilidade dos aspectos ambientais, sociais e econômicos, dos 17 estudos analisados, apresentam as qualidades desejáveis descritas na literatura, compreendendo em um numero reduzido e de fácil aplicação e mensuração nas corporações. E destaca-se que a relação de indicadores, dos estudos analisados, que 14 indicadores mais utilizados do aspecto ambiental representa 63,94%, 15 indicadores do aspecto social representam 69,84% e que 15 indicadores do aspecto econômico representam 54,84%, neste caso, afirma-se que os indicadores mais utilizados em cada aspecto é muito semelhante, mesmo compreendendo diferentes estudos.

A quantidade de indicadores distribuídos em cada aspecto apresentou-se próximo a equidade, o que mostra que há uma distribuição quase proporcional, mas salienta-se que neste estudo foram apenas analisadas as quantidades de indicadores, e caso seja incorporado uma ponderação nos indicadores, estes podem não possuir a mesma equidade.

## **REFERÊNCIAS**

ARAÚJO, G. C.; BUENO, M. P.; SOUSA, A. A.; MENDONÇA, P. S. M. Sustentabilidade Empresarial: Conceito e Indicadores. Artigo apresentado no CONVIBRA, Brasil, 3, 2006.

AZAPAGIC, A. Systems approach to corporate sustainability: a general framework. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 81(5), p. 303-316, 2003.

AZAPAGIC, A. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 12(6), p. 639-662, 2004.

AZAPAGIC, A.; PERDAN, S. Indicators of sustainable development for industry: a general framework. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 7(4), p. 243-261, 2000.

BANSAL, P. Evolving sustainably: a longitudinal study of corporate sustainable development. **Strategic Management Journal**, v. 26(3), p. 197-218, 2005.

CALLENS, I.; TYTECA, D. Towards indicators of sustainable for firms: a productive efficiency perspective. **Ecological Economics**, v. 28(1), p. 41-53, 1999.

CARROLL, A. B. A three-dimensional conceptual model of corporate social performance. **Academy Of Management Review**, v. 4(4), p. 497-505, 1979.

CIEGIS, R.; RAMANAUSKIEN, J. Sustainable Development and its assessment. **Applied Economics: Systematic Research**, v. 3(2), p. 143-153, 2009.

CLARO, P. B. O.; CLARO, D. P. Desenvolvimento de indicadores para monitoramento da sustentabilidade: o caso do café orgânico. **Revista de Administração**, v. 39(1), p. 18-29, 2004.

CONSTANZA, R. **Ecological economics: the science and management of sustainability**. New York: Columbia Press. 1991.

DELAI, I.; TAKAHASHI, S. Uma proposta de modelo de referência para mensuração da sustentabilidade corporativa. **RGSA - Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 2(1), p. 19-40, 2008.

HART, M. **Guide to sustainable community indicators** (Second ed.). West Hartford, CT: Sustainable Measures. 2006.

IYER-RANIGA, U.; TRELOAR, G. A context for participation in sustainable development. **Environmental Management**, v. 26(4), p. 349-361, 2000.

KANG, Y.; RYU, M.; KIM, S. Exploring sustainability management for telecommunications services: A case study of two Korean companies. **Journal of World Business**, v. 45, p. 415-421, 2010.

KARDEC, A.; FLORES, J.; SEIXAS, E. **Gestão Estratégica e Indicadores de Desempenho**. (x ed.) Rio de Janeiro: Qualitymark: ABRAMAN. 2002.

KRAJNC, D.; GLAVIC, P. Indicators of sustainable production. **Clean Technol Environ Policy**, v. 5, p. 279-88, 2003.

KRAJNC, D.; GLAVIC, P. A model for integrated assessment of sustainable development. Resources. **Conservation and Recycling**, v. 43(2), p. 189- 208, 2005.

LABUSCHAGNE, C.; BRENT, A. C.; VAN ERCK, R. P. G. Assessing the sustainability performances of industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 13(4), p. 373-385, 2005.

LEEA, K.; SAENB, R. F. Measuring corporate sustainability management: A data envelopment analysis approach. **International Journal of Production Economics**, v. 140(Issue 1), p. 219-226, 2012.

MALKINA-PYKH, I. G. Integrated assessment models and response function models: Pros and cons for sustainable development indices design. **Ecological Indicators**, v. 2(1-2), p. 93-108, 2002.

MONTEIRO, P. R. A.; CASTRO, A. R.; PROCHNIK, V. A mensuração do desempenho ambiental no balanced scorecard e o caso da Shell. Artigo apresentado no Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, FGV/USP, Brasil, 7. 2003.

Munasinghe, M. Sustainable development triangle. 2007. Recuperado de [http://www.eoearth.org/article/Sustainable\\_development\\_triangle](http://www.eoearth.org/article/Sustainable_development_triangle).

NICHOLS, J. E.; GARRICK, N.W.; ATKINSON-PALOMBO, C. A framework for developing indicators of sustainability for transportation planning. Presented at the 88th annual meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., January 11-15. 2008.

NORDHEIM, E.; BARRASSO, G. Sustainable development indicators of the European aluminium industry. **Journal of Cleaner Production**, 15, 275-279, 2006.

OLIVEIRA, N. G. I. Desenvolvimento sustentável e noções de sustentabilidade. In : Indicadores econômicos ambientais na perspectiva da sustentabilidade. Porto Alegre: FEE, 2005.

PEARCE, D.; MARKANDYA, A.; BARBIER, E. **Blueprint for a Green Economy**. Earthscan Publications. London. 1989.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente** (x ed.). São Paulo: Nobel. 1993.

SEARCY, C.; KARAPETROVIC, S.; MCCARTNEY, D. Designing sustainable development indicators: analysis for a case utility. **Measuring Business Excellence**, 9(2), 33-41, 2005.

STEURER, R.; LANGER, M. E.; KONRAD, A.; MARTINUZZI, A. Corporations, stakeholders and sustainable development I: a theoretical exploration of business society relations. **Journal of Business Ethics**, 61(3), 263-281, 2005.

SPANGENBERG, J. H.; BONNIOT, O. Sustainability indicators: a compass on the road towards sustainability. Wuppertal Paper, 81. 1998.

SPANGENBERG, J.H.; HINTERBERGER, F. Post Barcelona— Beyond Barcelona: Recommendations for the integration of sustainability indicators. (2002). Recuperado de [http://web205.vbox-01.inode.at/Data/seri/publications/documents/02-04\\_Post+Beyond-Barcelona-eng.pdf](http://web205.vbox-01.inode.at/Data/seri/publications/documents/02-04_Post+Beyond-Barcelona-eng.pdf)

SZÉKELY, F.; KNIRSCH, M. Responsible leadership and corporate social responsibility: metrics for sustainable performance. **European Management Journal**, 23(6), 628-647, 2005.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. (1 ed.). Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas. 2008.

VELEVA, V.; ELLENBECKER, M. A proposal for measuring business sustainability: addressing shortcomings in existing frameworks. **Greener Management International**, 31(Autumn), 101 e 20, 2000.

VELEVA, V.; ELLENBECKER, M. Indicators of sustainable production: framework and methodology. **Journal of Cleaner Production**, 9(6), 519-549, 2001.

WOOD, D. J. Corporate social performance revisited. **Academy of Management Review**, 16(4), 691-718, 1991.



inovamundi  
Um mundo para inovar seu conhecimento

# AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE AMBIENTAL EM UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO LEOPOLDO, RS, BRASIL

Ivi Galetto Mottin – FEEVALE<sup>1</sup>  
Vanessa Graeff – FEEVALE<sup>2</sup>  
Gustavo Marques da Costa – FEEVALE<sup>3</sup>  
Camila Tamires Petry – FEEVALE<sup>4</sup>  
Jairo Lizandro Schmitt – FEEVALE<sup>5</sup>  
Annette Droste – FEEVALE<sup>6</sup>

Palavras-chave: Epífitismo. Conservação. Biomonitoramento. Qualidade ambiental.

## INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O modelo de ocupação urbana e o intenso tráfego veicular provocam aumento de poluentes na atmosfera, o que pode causar danos aos organismos.

Os epífitos são indicadores ecológicos, fornecendo informações tanto da qualidade ambiental quanto do estágio sucessional das florestas (TRIANA-MORENO *et al.*, 2003). Eles funcionam como bioindicadores da fase sucessional do ecossistema, porque comunidades em estágio secundário apresentam menor diversidade de espécies epífitas do que as primárias (MEIRA, 1997). São importantes no diagnóstico da influência antrópica no meio ambiente, por serem mais suscetíveis aos poluentes (AGUIAR *et al.*, 1981). Plantas bioindicadoras, como *Tradescantia pallida* var. *purpurea*, constituem um parâmetro de diagnósticos ambientais.

O objetivo deste estudo foi realizar uma análise integrada da diversidade de epífitos vasculares e da genotoxicidade do ar no Parque Natural Municipal Imperatriz Leopoldina, no Rio Grande do Sul.

## METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido em um fragmento secundário de mata ciliar, localizado no Parque Natural Municipal Imperatriz Leopoldina (29° 45. 651'S 051° 07. 928'W), no município de São Leopoldo, estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

<sup>1</sup>Mestranda em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale, bolsista CAPES.

<sup>2</sup>Graduanda em Ciências Biológicas, bolsista ????

<sup>3</sup>Doutorando em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale, bolsista ???

<sup>4</sup>Graduanda em Ciências Biológicas, bolsista ????

<sup>5</sup>Doutor em Botânica, professor do PPG em Qualidade Ambiental.

<sup>6</sup>Doutora em Genética e Biologia Molecular, professora do PPG em Qualidade Ambiental.

O parque possui uma área de 176,4 hectares, sendo classificado como unidade de conservação de proteção integral (SEMA, 2013) e se encontra no núcleo urbano de São Leopoldo junto a uma via de acesso de diferentes bairros ao centro deste município.

Para o levantamento epifítico foram selecionados 40 forófitos de espécies arbóreas, medindo no mínimo 10 cm de diâmetro à altura do peito (DAP), por meio do método de quadrantes centrados (COTTAM E CURTIS, 1956). Os pontos amostrais foram delimitados em intervalos de 20 m, em um transecto de 400 m. Foram realizadas visitas mensais entre os anos de 2013 e 2014 para a realização do estudo e coleta de material botânico.

Foram calculadas as frequências absoluta e relativa das espécies por forófito e por zona ecológica, baseando-se na fórmula proposta por Waechter (1998). Para cada indivíduo verificado foi atribuída notas de cobertura (1, 3, 5, 7 e 10) conforme o método de Kersten e Waechter (2011). A partir da soma destas notas, foi calculada a cobertura relativa por zona de cada planta epifítica. Foi calculado ainda o valor de importância epifítico.

Após 24 h de adaptação, 20 ramos de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* foram expostos por 8 h ao ponto amostral e recuperados por 24 h. Controles negativos foram realizados em sala climatizada. Para a contagem dos micronúcleos (MCN) foram observadas 300 tétrades/lâmina. O teste t de Student foi realizado para verificar diferenças entre a média das frequências de MCN do período amostrado e o respectivo controle. O período de realização dos experimentos foi de setembro a novembro de 2013.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No inventário florístico foram encontradas 35 espécies de epífitos vasculares, distribuídos em 22 gêneros e seis famílias. Analisando a composição florística do fragmento, percebe-se que a família com maior riqueza específica foi Orchidaceae com 12 espécies (34,28%), sendo que foi citada como a família mais diversa em inventários da flora epifítica (Waechter 1986; 1998; Kelly *et al.* 1994; Fontoura *et al.* 1997; Rudolph *et al.* 1998). O sucesso das orquídeas sobre os forófitos está associado a adaptações de resistência ao stress hídrico, tais como: velame, pseudobulbos, rizoderme especializada, constituída de tecido morto, que age como uma esponja, que instantaneamente fica saturada com água, sendo posteriormente absorvida pelo tecido vivo (Goncalves e Waechter, 2003; Kersten, 2010). Dentre as famílias foi a que registrou o maior número de espécies, sendo que 10 dessas obtiveram frequência absoluta abaixo de 15% e o VIe total de (5.15). Diversos estudos demonstram que as orquídeas são constantemente as espécies com maior riqueza específica, porém apresentam menor frequência e valor de importância, o que pode estar associado com a ocorrência



pontual nos forófitos e com a genotoxicidade do ar atmosférico, que pode estar influenciando negativamente o surgimento de novos organismos, bem como a manutenção dos já estabelecidos.

O gênero *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) foi o mais rico, o qual apresentou cinco espécies (22,72%). As espécies pertencentes a esse gênero apresentam escamas conspícuas nas folhas que contribuem para que não ocorra desidratação (BENZING, 1990), o que pode estar relacionado com a sua presença generalizada nas cinco zonas avaliadas. O predomínio deste gênero demonstra que são espécies de ampla distribuição e, frequentemente observadas em áreas com maior luminosidade ou mesmo antropizadas (Kersten, 2006), o que confirma o fato de estarem suportando a baixa qualidade atmosférica encontrada na mata ciliar do Parque Imperatriz.

O maior valor de importância (VIe) foi observado para *Microgramma vacciniifolia* (18,31), com ocorrência em 87,5% dos forófitos. Cabe ressaltar que ela também foi a mais importante nos estudos realizados por Kersten e Silva (2001), Waechter (2002) e Giongo e Waechter (2004). Esta possui alta plasticidade, sendo comumente encontrada em florestas úmidas e matas ciliares, além de ambientes urbanos e impactados, geralmente registrado em grande quantidade e forma pendente (SEHNEM, 1970). Apresenta rizoma reptante que se estende sobre os fustes e ramos, permitindo a ocupação de extensas áreas das copas das árvores (WAECHTER 1998; KERSTEN; SILVA 2001). Ela apresenta os maiores VIE entre os epífitos no litoral do estado, tanto por sua frequência elevada (WAECHTER 1992, 1998) quanto por sua grande cobertura nos forófitos (GONÇALVES, 2000).

As frequências de MCN observadas nos botões florais expostos no Parque Natural Municipal Imperatriz Leopoldina foram significativamente superiores (média do período: 4,55) àquelas do controle negativo (média do período: 1,61) ( $t= 6,497$ ;  $p<0,001$ ). Essa magnitude de danos genéticos possivelmente está relacionada ao fluxo de veículos automotores na via junto ao parque e à circulação de veículos dentro dos limites do parque. Áreas com intenso tráfego de veículos automotores apresentaram significativa poluição atmosférica e maior frequência de MCN em *Tradescantia*, de acordo com Pereira *et al.*, (2013).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados observados evidenciaram genotoxicidade no ar atmosférico do Parque Natural Municipal Imperatriz Leopoldina, constituindo um risco aos organismos, principalmente aos da família Orchidaceae, que são espécimes menos tolerantes a influências antrópicas.

A integração de dados florísticos e genéticos contribui para a realização de um diagnóstico ambiental e pode subsidiar ações de conservação e manejo dentro da unidade de conservação.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. W. *et al.* 1981. Composição florística de epífitos vasculares numa área localizada no município de Montenegro e Triunfo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia: Série Botânica**, 28: 55-93.
- COTTAM, G.; CURTIS, J.T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology**, [S.l.] v. 37, n. 4, p. 451-460.
- FONTOURA, T. *et al.* 1997. Epífitas vasculares, hemiepífitas e hemiparasitas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação da Mata Atlântica** (eds. H.C. Lima; R.R. Guedes-Bruni). Editora do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.89-102.
- GIONGO, C.; WAECHTER, J. L. 2004. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 3, n. 27, p. 563-572.
- GONÇALVES, C. N.; WAECHTER, J. L. 2003. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do rio grande do sul. **Acta Botanica Brasílica**, [S.l.], v. 17, p. 89-100.
- KERSTEN, R. A. 2006. Métodos de estudo quantitativo da flora epifítica. In: Matiath, J. E. A.; Santos, R. P. (Orgs.). **Os Avanços da Botânica no Início do Século XXI**. Conferências, Plenárias e Simpósio do 57º Congresso Nacional de Botânica. Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil. 331-335.
- KERSTEN, R. A.; SILVA, S. M. 2001. Composição florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 24(2): 213-226.
- KERSTEN, R. A. 2010. Epífitas vasculares – Histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica. **Hoehnea**, 37(1): 9-38.
- MEIRA, M. S. 1997. **Distribuição espacial de populações de Bromeliáceas terrestres em um mosaico de floresta e campo**. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- WAECHTER, J. L. 1998. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. **Revista Ciência e Natura**, 20: 43-66.
- WAECHTER, J. L. 1986. Epífitos vasculares da mata paludosa do faxinal, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia: Série Botânica**, Porto Alegre, v. 34, p. 39-49.
- WAECHTER, J. L. 1992. **O epifitismo vascular na Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. São Carlos: UFSCAR, Tese (Doutorado em Botânica), Faculdade de Botânica, Universidade Federal de São Carlos.
- Gonçalves, C. N. 2000. **Epifitismo vascular sobre figueiras isoladas no norte da Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

PEREIRA, B. B.; CAMPOS JÚNIOR, E. O.; MORELLI, S., 2013. In situ biomonitoring of the genotoxic effects of vehicular pollution in Uberlândia, Brazil, using a *Tradescantia micronucleus* assay. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.87, p.17-22.

SEMA, 2013. Disponível em: Acesso em: 25 de abril 2014.

TRIANA-MORENO, L. A.; GARZÓN-VENEGAS, N. J.; SÁNCHEZ-ZAMBRANO, J.; VARGAS, O. 2003. Epífitas vasculares como indicadores de regeneración en bosques intervenidos de la Amazonia Colombiana. *Acta Biológica Colombiana*, Bogotá, 8: 31-42.

FONTOURA, T. *et al.* 1997. Epífitas vasculares, hemiepífitas e hemiparasitas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação da Mata Atlântica** (eds. H.C. Lima; R.R. Guedes-Bruni). Editora do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.89-102.

SEHNEM, A. S.J. 1970. Polipodiáceas. In: Reitz, R, Flora ilustrada Catarinense, parte 1, fasc. POLI. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 173.

BARBOSA, M.D.; BECKER, D. F. P.; CUNHA, S.; DROSTE, A. & SCHMITT, J. L. Vascular epiphytes of the Atlantic Forest in the Sinos River basin, state of Rio Grande do Sul, Brasil: richness, floristic, composition and community structure. *Brazilian Journal of Biology*. (in press).

Kelly, D. L.; Tanner, E. V. J.; Lughadha, E. M. N. & Kapos, V. 1994. Floristics and biogeography of a rain-forest in the Venezuelan Andes. *Journal of Biogeography* **21**(4): 421-440.

Rudolph, D.; Rauer, G.; Neider, J. & Barthlott, W. 1998. Distributional patterns of epiphytes in the canopy and phorophyte characteristics in a western Andean rain forest in Ecuador. *Selbyana* **19**(1): 27-33.

KERSTEN, R.A & WAECHTER, J. L. 2011. Métodos quantitativos no estudo de comunidades epifíticas. Pp. 231-254. In: Felfili-fagg, J.M.; Einsenlohr, P.V.; Melo, M.M.R.F.; Andrade L.A. & Meira-Neto, J.A.A.(Eds.) *Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de caso*. Viçosa, Editora UFV.

## ANÁLISE PRELIMINAR DO DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO DE *Cyathea phalerata* (CYATHEACEAE) SOB A INFLUÊNCIA DA LUZ

Catiuscia Marcon – Feevale<sup>1,3,4</sup>  
Tatieli Silveira – Feevale<sup>2,3,4</sup>  
Annette Droste – Feevale<sup>3,4</sup>

**Palavras-Chaves:** Germinação. Cultura *in vitro*. Fotoperíodo. Conservação de espécies.

### INTRODUÇÃO

Atualmente a Floresta Atlântica tem sua cobertura original drasticamente reduzida, sendo que a fragmentação é uma das principais ameaças à perda da diversidade biológica neste ambiente. Por apresentar ambientes úmidos, este tipo florestal torna-se propício para o desenvolvimento de briófitas, samambaias e licófitas.

As samambaias, principalmente as de hábito arborescente, são plantas de suma importância na composição da Floresta Atlântica, devido ao fato de auxiliarem na manutenção da umidade em seus cáudices e no ambiente do interior florestal, devidos às suas características morfológicas, fornecendo um micro-habitat favorável para o desenvolvimento de outros organismos. Além da importância ecológica, as espécies arborescentes também possuem importância econômica, pois são usadas para fins ornamentais, fabricação de xaxim como substrato, assim como para fins medicinais, como *Cyathea phalerata* Mart., utilizada para a cura de doenças inflamatórias, varizes e hemorroidas.

Técnicas *ex situ*, como a cultura *in vitro*, são metodologias importantes tanto para a conservação, quanto para o uso sustentável de espécies raras ou ameaçadas, quando estratégias *in situ* são ineficientes. A cultura *in vitro* permite estudar as diferentes fases de desenvolvimento dos indivíduos em condições abióticas controladas e, além disso, fornece dados para o desenvolvimento de estratégias de conservação.

Na literatura, há pouco conhecimento disponível sobre a germinação de esporos e as etapas do desenvolvimento gametofítico e esporofítico para diversas espécies de samambaias, principalmente as neotropicais, como *Cyathea phalerata*. Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo realizar uma análise preliminar do desenvolvimento ontogenético de *Cyathea phalerata* a partir de culturas mantidas em diferentes fotoperíodos.

<sup>1</sup>Bolsista de Mestrado PROSUP-CAPES, <sup>2</sup>Bolsista FAPERGS/PROBITI; <sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental; <sup>4</sup>Universidade Feevale, Ciências Biológicas, Laboratório de Biotecnologia Vegetal.  
\*cati.marcon@hotmail.com

## REFERENCIAL TEÓRICO

As samambaias são um importante grupo dos organismos da flora brasileira que apresentam uma gama diversificada de aspectos morfológicos, desde plantas muito pequenas, até plantas com porte arborescente (PRADO; SILVESTRE, 2010). Fatores como água, temperatura, luz e disponibilidade de nutrientes podem inibir ou estimular a germinação dos esporos, e conseqüentemente o desenvolvimento das plantas, devido ao fato destes serem fundamentais para o metabolismo de samambaias (LARCHER, 2000). No entanto, o estabelecimento do gametófito *in situ* depende da associação de diversos fatores físicos e químicos, tais como composição, aeração, drenagem e pH do substrato, grau de sombreamento, regularidade do suprimento de água, umidade do ar, temperatura, bem como tipo e duração da incidência luminosa (PAGE, 1979). O estabelecimento dos esporófitos está limitado pela existência de micro-habitats adequados aos gametófitos e especialmente em espécies tropicais, os gametófitos podem ser bastante sensíveis a mudanças ambientais (PAGE, 1979; KORNÁS, 1985; RANAL, 1995a). Estudos iniciais na década de 1950 (MOHR, 1956) indicaram que esporos de samambaias germinam preferencialmente na presença de luz, sendo restrito o número de espécies que germinam sem qualquer estímulo luminoso (MILLER, 1968).

Dentre as espécies de samambaias arborescentes pode-se citar a *Cyathea phalerata* a qual tem registro de ocorrência em todas as regiões do Brasil, nos domínios fitogeográficos Floresta Atlântica e Cerrado (WINDISCH; SANTIAGO, 2014), bem como na Bolívia (LEHNERT, 2006). Para o Rio Grande do Sul, há registros na Depressão Central (Rio Pardo) e na Encosta Inferior do Nordeste (Santo Antônio da Patrulha) (LORSCHREITTER et al., 1999). Esta planta cresce preferencialmente no interior sombrio das matas, tanto junto a cursos d'água como nos interflúvios em matas úmidas, ou próximos a córregos em matas mais secas. A espécie também pode ocorrer em matas de galerias, em barrancos na orla das matas em altitudes desde o nível do mar até 1500 metros (FERNANDES, 2003). Estudos vêm testando alguns componentes químicos desta planta na busca da comprovação dos seus efeitos farmacológicos (CAZAROLLI et al., 2006; PIZZOLATTI et al., 2007; HORT et al., 2008).

A técnica de propagação *in vitro* é uma ferramenta de grande importância quando se visa a conservação, assim como ao uso sustentável de recursos vegetais (HARDING et al., 1997). Através da cultura de tecidos vegetais de samambaias torna-se possível estudar as fases de desenvolvimento da planta desde a formação do gametófito até o esporófito (RANKLER; HAUFLER, 2008). Nas culturas *in vitro* tem-se um ambiente no qual as condições abióticas são controladas, o que é especialmente relevante quando se tem por objetivo estudar a influência de fatores abióticos sobre o

desenvolvimento inicial de plântulas, considerando que a estrutura morfológica de gametófitos de samambaias parece altamente conservada entre ambientes *in vitro* e *in situ* (FARRAR et al., 2008).

## METODOLOGIA

Folhas férteis de *Cyathea phalerata* foram coletadas em um fragmento de Floresta Atlântica, às margens do Arroio Miguel (S 29°42'25,0" W 50°17'27,8"), no município de Caraá, Rio Grande do Sul. A vegetação é formada por elementos característicos de Floresta Ombrófila Densa e Mista (BECKER et al., 2013). Após a filtragem dos esporos iniciou-se em câmara de fluxo laminar horizontal processo de assepsia (2% NaClO por 15 min) dos esporos. Em seguida, amostras de 10 mg de esporos foram distribuídas em frascos de vidro (capacidade 200 ml) contendo 30 ml de meio de Meyer líquido (MEYER et al., 1955) com pH ajustado em 5. As culturas foram acondicionadas em câmara de germinação a 26±1°C e intensidade luminosa de 70 µmol m<sup>-2</sup>/s. Para avaliar o efeito do fotoperíodo sobre a germinação dos esporos e o desenvolvimento inicial dos gametófitos, foram testados os seguintes tempos de luz: 0h (escuro), 6h, 12h, 18h e 24h. Foram preparadas três repetições para os fotoperíodos de 6, 12, 18 e 24h e seis repetições para ausência de luz, totalizando 18 frascos.

A germinação e o desenvolvimento gametofítico foram avaliados após 30 e 60 dias de cultivo. A partir de cada frasco, uma lâmina microscópica foi preparada, sendo contados os 100 primeiros indivíduos visualizados por lâmina, sob microscópio óptico binocular (Nikon, Eclipse E200), em aumento de 400 vezes. O critério adotado para considerar um esporo germinado é a emergência do clorócito ou do rizóide (RANAL, 1999b). Quanto ao desenvolvimento gametofítico, verificou-se a presença do terceiro estágio, gametófitos laminares.

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey, a 5% de probabilidade através do programa SPSS versão 20.0.

## RESULTADOS

Nas culturas mantidas no escuro, verificou-se tanto aos 30 dias, quanto aos 60 dias de cultivo, ausência de germinação de esporos. Em referência aos tratamentos com diferentes fotoperíodos, verificou-se que aos 30 dias nas culturas mantidas em 6, 12 e 18h de luz as porcentagens de germinação foram de 81,67%, 81% e 74,67%, respectivamente, significativamente superiores às culturas expostas às 24h luz (36,33%). Quanto ao desenvolvimento gametofítico após este período de cultivo, verificou-se que as amostras mantidas em 24h luz ainda não apresentavam indivíduos em estágio laminar, diferindo significativamente dos demais tratamentos. As maiores porcentagens de gametófitos laminares foram verificadas nas amostras de 6 e 18h luz (66,33 e 63%,

respectivamente). Nas amostras em 12 h luz foram observados valores intermediários de gametófitos laminares (29,67%).

Após 60 dias de cultivo, quanto à germinação dos esporos, menor porcentagem de germinação foi observada em 24h luz (38,33%), diferindo significativamente dos demais tratamentos. No que tange os demais tratamentos, a maior porcentagem de germinação foi verificada nas amostras de 6h luz (95,33%). Ao final do experimento, verificou-se que as amostras do tratamento 8h luz, diferiram significativamente de todos os outros tratamentos em relação a indivíduos em estágio laminar (82,33%). A menor porcentagem de indivíduos neste estágio continuou sendo registrada no tratamento de 24h luz (2,33%).

## DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos, verificou-se que *Cyathea phalerata* é fotoblástica positiva, assim como outras espécies do gênero *Cyathea*, *C. delgadii* Sternb., *C. corcovadensis* (Raddi) Domin e *C. atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (MARCONDES-FERREIRA E FELIPPE, 1984; MEDEIROS, 2011; MARCON et al., 2012)

*Cyathea phalerata* apresentou as menores porcentagens, tanto de germinação, quanto de indivíduos em estágio laminar nas amostras do fotoperíodo de 24 h luz após 30 dias de cultivo. Comportamento semelhante foi verificado por Medeiros (2011) para *C. corcovadensis*. Porém, em testes de germinação *in vitro* de *C. atrovirens*, este comportamento não foi verificado, sendo que o tratamento de 24h luz não diferiu significativamente dos demais, no qual se obteve entre 91 e 97% de germinação (MARCON et al., 2012). Entretanto não se têm registros na literatura de culturas de ciateáceas mantidas em diferentes fotoperíodos por 60 dias.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados obtidos, pode-se afirmar que *Cyathea phalerata* é uma espécie fotoblástica positiva, sendo necessária a presença de luz para desencadear o processo de germinação. Em todos os tratamentos expostos a diferentes fotoperíodos, obteve-se germinação de esporos e gametófitos laminares, sendo que a preferência foi de 6 e 18h.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECKER, D. F. P.; CUNHA, S.; GOETZ, M. N. B.; KIELING-RUBIO, M. A.; SCHMITT, J. L. Florística de samambaias e licófitas em fragmento florestal da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, Caraá, RS, Brasil. **Pesquisas. Botânica**, v. 64, p. 273-284, 2013.

CAZAROLLI, L. H.; ZANATTA, L.; JORGE, A. P.; DE SOUSA, E.; HORST, H.; WOHL, V. M. Follow-up studies on glycosylated flavonoids and their complexes with vanadium: their anti-hyperglycemic potential role in diabetes. **Chemico-Biological Interactions**, v. 163, p. 177– 91, 2006.

FARAR, D. R.; DASSLER, C.; WATKINS Jr., J. E.; SKELTON, C. Gametophyte Ecology. p. 222-256. In RANKER, T. A.; HAUFLER, C. H. **Biology and Evolution of Ferns and Lycophtas** (Ed.). New York: Cambridge University Press, 2008.

FERNANDES, I. Taxonomia dos representantes de Cyatheaceae do Nordeste Oriental do Brasil. **Pesquisas**, v. 54, p. 1-54, 2003.

HARDING, K.; BENSON, E. E.; CLACHER, K. Plant conservation biotechnology: An overview. **Agro-Food-Industry Hi-Tech**, may-june, 1997.

HORT, M. A.; DALBÓ, S.; BRIGHENTE, I. M. C.; PIZZOLATTI, M. G.; PEDROSA, R. C.; RIBEIRO-DO-VALE, R. M. Antioxidant and Hepatoprotective Effects of *Cyathea phalerata* Mart. (Cyatheaceae). **Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology**, v. 103, p. 17-24, 2008.

KORNÁS, J. Life forms and seasonal patterns in the pteridophytes in Zâmbia. **Acta Societatis Botanicorum Poloniae**, v. 46, n. 4, p. 669-690, 1985.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa. 2000. 529p

LEHNERT, M. The Cyatheaceae and Dicksoniaceae (Pteridophyta) of Bolivia. **Brittonia**, v. 58, n. 3, p. 229-244, 2006.

LORSCHREITER, M. L.; ASHRAF, A. R.; WINDISCH, P. G.; MOSBRUGGER, V. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part II. **Palaeontographica**, v. 251, p. 71-235, 1999.

MARCON, C.; SILVEIRA, T.; DRISOTE A. Avaliação da influência do fotoperíodo na germinação e no desenvolvimento gametofítico de *Cyathea atrovirens* (langsd. & fisch.) Domin (Cyatheaceae). In: INOVAMUNDI – Ciências Biológicas. 2012, Novo Hamburgo. **Anais eletrônicos Feira de Iniciação Científica**. Novo Hamburgo, Universidade Feevale, 2012. Disponível em: <<http://www.feevale.br/Comum/midias/05522b21-23f1-4dbb-b5b84bbb5011fdb9/FIC%202012%20-%20Ciências%20Biológicas.pdf>>. Acessado em: 23 Jul. 2014.

MARCONDES-FERREIRA, W.; FELIPPE, G. M. Effects of light and temperature on the germination of spores of *Cyathea delgadii*. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 7, p. 53-56, 1984.



MEDEIROS, L. G. **Germinação e desenvolvimento gametofítico inicial de *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin (Cyatheaceae) sob diferentes condições ambientais abióticas.** Dissertação (Mestrado em Qualidade Ambiental) – Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, Brasil. 2011.

MEHLTRETER, K. Phenology and habitat specificity of tropical ferns. p. 201-221. In RANKER, T. A.; HAUFLER, C. H. **Biology and evolution of ferns and lycophytes.** New York: Cambridge University Press, 2008.

MEYER, B. S.; ANDERSON, D. B.; SWANSON, C. A. **Laboratory Plant Physiology.** New York: Van Nostrand, 1955.

MILLER, J.H. Fern gametophytes as experimental material. **Botanical Review**, v. 34, p. 361-440, 1968.

MOHR, H. Die Abhängigkeit des protonemawachstums und der protonemapolarität bei farnen von Licht. **Planta**, v. 47, p. 127-158, 1956.

MORAN, R. C.; KLIMAS, S.; CARLSEN, M. Low-trunk epiphytic ferns on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. **Biotropica**, v. 35, p. 48-56, 2003.

PAGE, C.N. The diversity of ferns: an ecological perspective. p. 10-56. In: DYER, A.F. (Ed.). **The experimental biology of ferns.** London: Academic Press, 1979.

PIZZOLATTI, M. G.; BRIGHENTE, I. M. C.; BORTOLUZZI, A. J.; SCHRIPEMA, J.; VERDI, L. G. Cyathenosin A, a spiropyranosil derivate of protocatechuic acid from *Cyathea phalerata*. **Phytochemistry**, v. 68, p. 1327-30, 2007.

PRADO, J.; SYLVESTRE, L. S. As samambaias e licófitas do Brasil. p. 70-74. In Forzza, R. C. et al. (Orgs.): **Catálogo de plantas e fungos do Brasil.** v. 1. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

RANAL, M.A. Estabelecimento de pteridofitas em mata mesofila semidécida do estado de São Paulo. 2. Natureza dos substratos. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, p. 583-594, 1995a.

RANAL, M. Effects of temperature on spore germination in some fern species from semideciduous mesophytic Forest. **American Fern Journal**, v. 89, p. 149-158, 1999b.

RANKER, T. A.; HAUFLER, C. H. **Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes.** New York: Cambridge University Press, 2008.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto Estadual 42.099/2002.** Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio grande do sul e dá outras providencias. Publicado em 01 jan. de 2003. Disponível em: <[http://www.fzb.rs.gov.br/upload/1396360713\\_flora\\_ameacada.pdf](http://www.fzb.rs.gov.br/upload/1396360713_flora_ameacada.pdf)>. Acessado em: 23 jul. 2014.

WINDISCH, P. G.; SANTIAGO, A. C. P. 2014. Cyatheaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do rio de Janeiro, Retirado de: <http://floradobrasil.jbrj.fob.br/jabot/floradobrasil/FB90850>.

## AS MUITAS ÁGUAS ENVOLVIDAS NUMA REFEIÇÃO

Virgílio José Strasburg (FEEVALE / UFRGS)<sup>1</sup>,

Vanusca Dalosto Jahno (FEEVALE)<sup>2</sup>

**Palavras-chave:** água virtual; refeições; sustentabilidade.

### INTRODUÇÃO

A água está presente em todos os processos e atividades humanas, dentre os quais os relacionados com a produção de alimentos. Na produção agrícola e na pecuária é componente indispensável para garantir a capacidade de produção. Da mesma forma, entra no beneficiamento dos alimentos nos processos industriais de forma direta com as matérias primas e também no funcionamento dos equipamentos utilizados (VANHAM e BIDOGLIO, 2013).

Em relação à produção de refeições para coletividades a água é utilizada tanto em processos de higienização de alimentos (SOARES *et al.*, 2011) quanto também nas etapas de preparo onde sua adição mediante o fator de cocção (Fcy) pode definir o rendimento de uma preparação (ORNELLAS, 2007; ARAÚJO, 2007).

Os cinco Restaurantes Universitários da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) atendem a comunidade acadêmica fornecendo diariamente almoço e jantar com um cardápio padrão no qual consta cereal (arroz), leguminosa (feijão ou lentilha), prato proteico (de origem animal), guarnição, salada e sobremesa (UFRGS, 2013). Esse estudo tem por objetivo identificar os usos da água nos processos relacionados com a produção e fornecimento de refeições no Restaurante Universitário (RU) da UFRGS localizado no campus Saúde, bem como avaliar a água virtual da composição de um cardápio quinzenal.

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O conceito de sustentabilidade tem ganhado destaque sobre a forma como o ser humano tem se utilizado dos recursos naturais. O surgimento de termos como pegadas ecológica, hídrica e de carbono demonstra que a humanidade está vivendo atualmente além da capacidade do planeta (GALLI *et al.*, 2012). Em relação à água, a utilização de forma racional desse recurso tem sido

<sup>1</sup> Mestre em Saúde Coletiva. Professor de graduação em Nutrição na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). CESAN. Doutorando do PPG de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

<sup>2</sup> Doutora. Professora do Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

assunto de pauta frente ao desafio de sua disponibilidade para a sobrevivência dos habitantes da Terra.

A expressão “*Virtual water*” (água virtual) foi utilizada pela primeira vez por A. J. Allan, no início da década de 90. Mas a expressão ganhou a repercussão atual a partir dos estudos realizados pela *University of Twente* na Holanda pelos pesquisadores Hoekstra e Hung no ano de 2002 (CARMO *et al.*, 2007). Existe uma estreita relação entre água virtual e a pegada hídrica, que é o total de água virtual contida nos produtos consumidos por um indivíduo, negócio, cidade ou País (CHAPAGAIN e ORR, 2009). Sob essa ótica o consumo de água assume um valor econômico visto que “está relacionado com a economia global que fornece bens e serviços aos consumidores, em diversas fases das cadeias de fornecimento” (RODRIGUES, CÔRTEZ e MORETTI, 2012).

O termo 'virtual' diz respeito ao fato de que a maioria da água usada para produzir um produto não está contida nele (SILVA *et al.*, 2013). Os cálculos para definir as estimativas são demandas médias, que podem apresentar variações em função de características regionais específicas, como solo e clima (CARMO *et al.*, 2007).

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo transversal descritivo de caráter observacional, com avaliação de variáveis quantitativas. O estudo foi realizado no restaurante universitário do Campus Saúde (RU2) da UFRGS no período de 02 a 06 e de 09 a 13 de setembro de 2013.

Nesse período foi verificada a composição diária de cada cardápio. Foram identificados e quantificados os alimentos utilizados para a preparação de 1800 refeições diárias. Os alimentos utilizados foram distribuídos e agrupados nas seguintes categorias: cereais, leguminosas, produtos de origem animal, frutas e vegetais folhosos (usados para salada) e não folhosos (usados para guarnições) e produtos de uso geral.

Para o levantamento da água virtual (AV) foram utilizados como referência os dados dos estudos de Mekonnen e Hoekstra (2011) para os produtos de origem vegetal e de Hoekstra (2010) para os produtos de origem animal. Para a organização dessas informações foi criada uma tabela no *software* Microsoft Excel versão 97-2003®.

Foi realizado, ainda, um levantamento de equipamentos que são abastecidos com água para que sejam realizadas as atividades de preparação e fornecimento das refeições, além da observação dos processos onde a água é utilizada.

## RESULTADOS

O uso da água para a produção de refeições contemplou etapas diferenciadas, de acordo com o tipo de alimento. Para os vegetais e frutas utilizadas *in natura* a mesma aparece no processo de higienização. Para as preparações de arroz, feijão ou lentilhas a água é usada nos processos de pré-lavagem dos grãos e posteriormente adicionada para o cozimento nos caldeirões autoclavados. Essa água adicionada será absorvida pelos alimentos e será constituinte do produto final. Para a média de 100 kg de arroz preparados diariamente são adicionados 230 L de água. Seu uso aparece também no preparo de alguns cortes de carnes e guarnições de acordo com a preparação.

Após a etapa de pré-preparo e preparo dos alimentos o uso da água acontece nos processos de limpeza dos equipamentos como: fogões, fornos combinados, caldeirões autoclavados, etc.; e utensílios: panelas, colheres e mexedores. No processo de distribuição dos alimentos, a água abastece dois balcões térmicos quentes com aproximadamente 50 L em cada um e que é trocada a cada nova refeição (almoço e jantar). As bandejas estampadas e os talheres utilizados pelos alunos são lavados em máquina de lavar louça que apresenta um consumo médio de 70 L/h de acordo com o manual do fabricante. Em relação aos itens do cardápio a tabela 1 apresenta os grupos de alimentos utilizados com as respectivas quantificações em quilogramas (Kg) e água virtual (AV).

**Tabela 1.** Representação percentual de AV por grupo de alimentos.

Grupo	Total Kg	Total AV m <sup>3</sup>	% AV sobre Kg
Leguminosas	9,5	3246,6	8,66
Cereais	1160,0	2773,8	7,40
Origem Animal	3012,6	29217,5	77,91
Vegetais Folhosos	486,1	115,2	0,31
Vegetais em Geral	1132,6	1088,1	2,90
Frutas	2300,0	1061,0	2,83
<b>Total Geral</b>	<b>8730,8</b>	<b>37502,2</b>	<b>100</b>

Legenda: Kg= quilogramas; AV m<sup>3</sup>= água virtual em metros cúbicos; %= percentual

Avaliando a distribuição dos grupos de alimentos foi possível constatar que todos os produtos de origem vegetal representaram 65,5% do total em Kg (*in natura*), no entanto possuem apenas 22,4% do total da AV. No grupo dos produtos de origem animal a carne bovina foi responsável por 62,2% da AV desse grupo. Em relação à AV por cardápio diário, o valor médio foi

de 2099,1 (DP  $\pm$  891,5) L/dia. Foi identificado, na comparação das preparações do cardápio que nos dias em que ocorreu o oferecimento de carne bovina (6 dias) a média de AV foi de 2717 L/ dia, enquanto que, quando a opção de proteína animal foi frango (4 dias) esse valor foi de 1172 L/dia, representando 44,2% a menos em relação à média geral diária por cardápio.

## DISCUSSÃO

Pelo fato da utilização da água estar relacionada com os processos diretos da produção e fornecimento de refeições é que se indica o seu uso de forma racional (ABREU, SPINELLI e ZANARDI, 2009; OLIVEIRA, 2007). Isso porque a utilização de grandes quantidades de água nas diversas etapas do processo produtivo de refeições é considerada como uma não adoção de procedimento sustentável (VEIROS e PROENÇA, 2010; SOARES *et al.*, 2011). Na área de sustentabilidade na produção de refeições, os estudos que vem sendo realizados costumam estar relacionados com a gestão de resíduos sólidos e desperdício de alimentos em etapas de preparo e consumo (ROSSI, BUSSOLO e PROENÇA, 2010; SOARES *et al.*, 2011; SANTOS e SANTOS, 2012; COLLARES e FIGUEIREDO, 2012).

No estudo de Vanham e Bidoglio (2013) onde foi avaliado a AV de consumo alimentar em países da comunidade europeia os resultados mostraram que a ingesta das carnes bovina e suína corresponderam a 53% do consumo da AV/L/dia. Os cereais foram 11% e o grupo dos vegetais outros 9%. Deve ser considerado, no entanto, que a AV da carne suína (4800 L/kg) consumida em larga escala nos países europeus é bem menor do que a carne bovina (15500 L/kg) que é, por questões culturais, a principal fonte de consumo proteico no estado do RS. No Brasil, há pouca repercussão no diz respeito à produção de alimentos ou avaliação de consumo dietético, e no qual se discuta sobre a quantidade de água empregada na produção de alimentos e seu significado em termos nutricionais (CARMO *et al.*, 2007).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho tem caráter inovador ao avaliar o uso da água como recurso para as etapas de preparo e distribuição das refeições como também da AV em relação ao cardápio servido em um restaurante de coletividade. Estudos dessa natureza devem ter continuidade para aprofundar a importância desse tema que repercute diretamente nos aspectos de sustentabilidade e também na formação de hábitos dos usuários atendidos. Da mesma forma, que serve como um subsídio para reavaliação dos cardápios oferecido pelos RUs da UFRGS.

## REFERÊNCIAS

ABREU, E.S.; SPINELLI, M.G.N.; ZANARDI, A.M.P. **Gestão de Unidades de Alimentação e Nutrição: um modo de fazer**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Metha, 2009. 342p.

ARAÚJO, W.M.C. et al. **Alquimia dos alimentos**. v.2. Brasília (DF): Editora SENAC, 2007. p. 56; 66; 204-207; 209.

CARMO, R.L. do; et al. Água virtual, escassez e gestão: O Brasil como grande “exportador” de água. **Ambiente & Sociedade**. Campinas v. X, n. 1, p. 83-96, jan.-jun. 2007.

CHAPAGAIN, A.K., ORR, S. An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of Spanish tomatoes. **Journal of Environmental Management**, v.90, p.1219-1228, 2009.

COLLARES, L.G.T.; FIGUEIREDO, V.O. Gestão de resíduos sólidos gerados na produção de refeições. **Nutrição em Pauta**, n. 114, p. 19-24, 2012.

GALLI, A.; et al. Integrating Ecological, Carbon and Water footprint into a “Footprint Family” of indicators: Definition and role in tracking human pressure on the planet. **Ecological Indicators**, v.16, p.100-112, 2012.

HOEKSTRA, A. Y. The water footprint: water in the supply chain. *The environmentalist*, 1 Mar 2010, issue 93. Source: **Water Footprint Network**. Disponível em: <<http://www.waterfootprint.org>>

MEKONNEN, M.M.; HOEKSTRA, A.Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop Products. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, 15, 1577–1600, 2011. [www.hydrol-earth-syst-sci.net/15/1577/2011/](http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/15/1577/2011/)

OLIVEIRA, D. R. A Cozinha Politicamente Correta - Cozinha Verde. **Nutrição Profissional**, n. 6, p. 30-34. 2007.

ORNELAS, L. H. **Técnica Dietética: seleção e preparo de alimentos**. 8ª edição. São Paulo, SP. Editora Atheneu, 2007.

RODRIGUES, R.; CÔRTEZ, P.L.; MORETTI, S.L.A. Governança Hidrológica, Água Virtual e Pegada Hidrológica Conceitos para uma Sustentabilidade Global. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisadores em Gestão Social**. [Anais], São Paulo: ENAPEGS, 2012 [13] f.

ROSSI, C.E.; BUSSOLO, C.; PROENÇA, R.C.P. ISO 14000 no processo produtivo de refeições: Implantação e avaliação de um sistema de gestão ambiental. **Nutrição em Pauta**, n. 101, p. 49-54, 2010.

SANTOS, P.M.P.P.; SANTOS, A. Produção de alimentos com responsabilidade socioambiental em unidades de alimentação e nutrição. **Nutrição em Pauta (edição eletrônica)**, São Paulo, v.1, n.6, p.11-16, 2012.

SILVA, V. P. R. da; et al. Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.1, p.100–105, 2013.

SOARES, I.C.C.; et al. Quantificação e análise do custo da sobra limpa em unidades de alimentação e nutrição de uma empresa de grande porte. **Rev. Nutr.**, Campinas, 24(4):593-604, jul./ago., 2011.

UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Pró Reitoria de Assuntos Estudantis**. [2013]. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/prae/restaurante-universitario> >.

VANHAM, D.; BIDOGLIO, G. A review on the indicator water footprint for the EU28. **Ecological Indicators**, 26 (2013) 61–75

VEIROS, M. B.; PROENÇA, R. P. C. Princípios de Sustentabilidade na Produção de Refeições. **Nutrição em Pauta**; n. 102, p. 45-49, 2010.

## **ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS EM RESTAURANTES UNIVERSITÁRIOS DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA FEDERAL**

Virgílio José Strasburg (FEEVALE / UFRGS)<sup>1</sup>,

Vanusca Dalosto Jahno (FEEVALE)<sup>2</sup>

**Palavras-chave:** Refeições; Resíduos; Aspectos Ambientais; Impactos Ambientais.

### **INTRODUÇÃO**

A produção de refeições para coletividades abrange uma série de processos que contemplam da seleção e acondicionamento das matérias-primas até a preparação do produto acabado (ABREU, SPINELLI e ZANARDI, 2009). De acordo com a *American Dietetic Association* (ADA) estas etapas fazem parte de um conjunto de setores referentes à sustentabilidade nos sistemas alimentares (HARMON e GERALD, 2007).

Nos espaços universitários o fornecimento de refeições pode ser feito por bares, lanchonetes, cantinas e restaurantes. Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) além das modalidades citadas existem cinco unidades de restaurantes universitários (RUs) sob sua gestão que serviram no ano de 2012 mais de 1,5 milhões de refeições. O cardápio padrão servido no almoço e jantar nos RUs é composto por arroz, feijão, carne, guarnição, salada e sobremesa. De acordo com a Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE) os RUs têm por finalidade oferecer uma alimentação balanceada e com qualidade, por um preço acessível ao corpo discente, docente, e técnico administrativo da universidade (UFRGS, 2013).

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados parciais na construção de tese de doutorado no qual foi realizado o levantamento dos aspectos e impactos ambientais referentes às atividades de produção e consumo de refeições nos RUs da UFRGS.

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Para qualquer atividade de produção humana, seja de um produto ou serviço pode ser verificado o aspecto e o impacto ambiental. Aspecto ambiental é definido pela NBR ISO 14001 (2004) como o “[...] elemento de atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode

<sup>1</sup> Mestre em Saúde Coletiva. Professor de graduação em Nutrição na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). CESAN. Doutorando do PPG de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

<sup>2</sup> Doutora. Professora do Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.



interagir com o meio ambiente [...]”. Enquanto que impacto ambiental é “[...] qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização [...]” (ABNT, 2004). De acordo com Reis (2002), o aspecto ambiental possui uma relação com a causa, enquanto que impacto se relaciona com o efeito do problema ou da melhoria ambiental.

A identificação dos aspectos ambientais nas atividades, produtos e serviços e a determinação desses aspectos que tenham ou possam ter impactos significativos sobre o meio ambiente aparecem descritos no requisito 4.3.1 da ISO 14001/2004 (SEIFERT, 2011). A identificação dos aspectos ambientais identificadas como significativos será de grande importância para estabelecer critérios de desempenho ambiental, mesmo para uma empresa que não possua um SGA (SEIFERT, 2011). Ucker, Kemerich e Almeida (2012) corroboram afirmando ainda que a correta definição dos aspectos ambientais significativos é um dos passos mais importantes para o gerenciamento ambiental.

Nos processos envolvidos para a produção de refeições são citados: a geração de resíduos, descarte inadequado de produtos e embalagens; a utilização de produtos químicos não biodegradáveis; e os desperdícios relacionados ao consumo de água e de energia (VEIROS e PROENÇA, 2010).

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo transversal descritivo de caráter observacional, com avaliação de variáveis quantitativas. Foram desenvolvidos dois formulários específicos para o levantamento dos aspectos e impactos ambientais com base em referencial de artigos científicos.

A pesquisa teve como objeto os restaurantes universitários (RUs) da UFRGS. Os formulários foram aplicados no segundo semestre do ano de 2013 nos cinco restaurantes universitários da UFRGS. Os dados quantitativos foram transcritos para planilhas eletrônicas do programa Microsoft Excel®.

## **RESULTADOS**

A atividade fim do RU é o de atender aos seus usuários com o fornecimento de refeições. Para que esse produto seja entregue é necessária a utilização de recursos naturais nas mais diversas etapas. Os espaços físicos em cada RU da UFRGS são diferentes. Tanto para a produção como também para a disponibilidade de espaço para o consumo das refeições. Quanto à capacidade de

acomodação para servir os usuários os RUs possuem os seguintes número de lugares: 464 (RU 1), 276 (RU 2), 1060 (RU 3), 156 (RU 4) e 120 (RU 5). No quadro 1 é apresentada uma relação com os principais impactos ambientais relativos ao consumo de recursos naturais como água, energia elétrica e gás liquefeito de petróleo (GLP).

**Quadro 1. Impactos ambientais dos Restaurantes Universitários da UFRGS (2013).**

IMPACTOS AMBIENTAIS	RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO				
	RU 1	RU 2	RU 3	RU 4	RU 5
<b>USO DA ÁGUA</b>					
Torneiras (pontos de água na infraestrutura)	33	23	29	11	18
<b>USO DE ENERGIA ELÉTRICA</b>					
Câmaras	2	2	2	0	0
Geladeiras / Freezers	5	4	4	4	4
Fritadeira	2	1	1	1	1
<i>Pass through</i>	2	4	2	4	0
Balcões Térmicos (quente e frio) (*)	6	4	13	2	2
Processador de alimentos	1	1	1	0	1
Máquina de lavar louça	1	1	1	1	1
<b>USO DE GLP (gás liquefeito de petróleo)</b>					
Fogões	4	2	3	2	2
Forno combinado (**)	1	3	2	1	1
caldeirões autoclavados (vapor)	3	3	6	0	0

Fonte: elaborado pelos autores. OBS.: (\*) balcões térmicos quentes utilizam água para abastecimento; (\*\*) equipamento utiliza também a eletricidade.

Diretamente relacionadas com a produção do alimento estão os processos de recebimento, armazenamento, pré-preparo, preparo e porcionamento. Após esse seguem as etapas de distribuição (para o consumo dos usuários) e pós-consumo (higienização de utensílios, equipamentos e instalações). Em relação aos usos dos recursos naturais foi identificado que o único item possível de ser mensurado é o de aquisição de GLP, visto que os medidores de energia elétrica e de água não são específicos para o RU, mas para todos os prédios localizados em cada campi.

Juntamente com o uso dos recursos naturais para atender o fornecimento das refeições ocorre geração dos resíduos sólidos. Em todos os processos já elencados acima, ocorre a geração de um ou mais tipos de resíduos de naturezas diversas. Os materiais mais encontrados são as embalagens plásticas e de papelão, seguidas de latas de aço inoxidável, sendo que parte desses materiais podem ser recicladas. Foi identificada também a geração contínua de resíduos orgânicos procedentes de restos de alimentos que ocorre nas etapas de pré-preparo ou ainda dos restos das refeições servidas pelos usuários. Também foi constatada nas visitas aos RUs a inadequação quanto à correta separação dos resíduos preconizada pela coleta seletiva da UFRGS que contempla duas classes (recicláveis e não recicláveis). Em contrapartida todos os materiais são coletados por equipes de atendimento (resíduos comuns, suinocultura, óleo) pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) de Porto Alegre com frequência que pode ser diária ou de três vezes por semana, de acordo com a localização geográfica.

## **DISCUSSÃO**

As atividades realizadas nos cinco RUs da UFRGS causam impactos ambientais, e em especial são geradoras de resíduos sólidos (STRASBURG e PEREIRA, 2013). A *American Dietetic Association* estabeleceu uma série de recomendações quanto à sustentabilidade, e a *Green Restaurant Association* realiza auditorias de certificação para restaurantes relacionadas com a produção de refeições que abrangem entre outros, os aspectos do uso de energia e de água e a gestão de resíduos sólidos (HARMON; GERALD, 2007; GRAU, 2014).

Na área de sustentabilidade ambiental na produção de refeições, os estudos realizados no Brasil se concentram principalmente nos temas da gestão de resíduos sólidos e desperdício de alimentos nas etapas de preparo e consumo (PEDRO e CLARO, 2010; DE CASTRO et al., 2011; LEÃO, MORAES e MENDONÇA, 2011; SOARES et al., 2011; COLLARES e FIGUEIREDO, 2012; BARTHICHOTO et al., 2013; STRASBURG e PASSOS, 2014).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho apresentou os resultados parciais de levantamento de aspectos e impactos ambientais nos restaurantes universitários da UFRGS. Da experiência obtida nessa atividade será desenvolvido como produto de tese de doutorado instrumentos específicos de avaliação dos aspectos e impactos ambientais para oferecer um protocolo de avaliação a ser aplicado nas empresas do segmento de produção de refeições para coletividade.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14001: Sistemas de Gestão Ambiental – requisitos com orientações para uso.** Rio de Janeiro, 2004.

ABREU, E.S.; SPINELLI, M.G.N.; ZANARDI, A.M.P. **Gestão de Unidades de Alimentação e Nutrição: um modo de fazer.** 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Metha, 2009. 342p.

BARTHICHOTO, M.; MATIAS, A.C.G.; SPINELLI, M.G.N.; ABREU, E.S. Responsabilidade ambiental: perfil das práticas de sustentabilidade desenvolvidas em unidades produtoras de refeições do bairro de Higienópolis, município de São Paulo. **Qualit@s Revista Eletrônica** ISSN 1677 4280 Vol.14. No 1(2013).

COLLARES, L.G.T.; FIGUEIREDO, V.O. Gestão de resíduos sólidos gerados na produção de refeições. **Nutrição em Pauta**, n. 114, p. 19-24, 2012.

DE CASTRO, D.S. et al. Avaliação do Índice de Resto Ingestão de um Serviço de Alimentação e Nutrição Militar da Cidade de Belém, PA. **Nutrição em Pauta**, edição eletrônica nov., 2011.

GRAU. Green Restaurants Association University. **Green Restaurant Certification 4.0 Standards.** 2014. Disponível em: < <http://www.dinegreen.com/restaurants/standards.asp> >

HARMON, A. H. ; GERALD, B. L. Position of the American Dietetic Association: Food and Nutrition Professionals Can Implement Practices to Conserve Natural Resources and Support Ecological Sustainability. **J Am Diet Assoc.** v.107, n.6, p.1033-1043. 2007.

LEÃO, G.S; MORAES, S.S; MENDONÇA, X.M.F.D. Avaliação do Índice de Resto Ingestão e Aceitabilidade dos Cardápios Servidos no Restaurante Popular Municipal de Belém-PA. **Nutrição em Pauta**, v.1, n.2, p.50-53, 2011.

PEDRO, M. M. R; CLARO, J. A. C. S. Gestão de Perdas em Unidade de Restaurante Popular: Um Estudo de Caso em São Vicente. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v. 19. n. 1, 2010.

REIS, L. F. S. D.; QUEIROZ, S. M. P. **Gestão ambiental em pequenas e médias empresas.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 123 p.

SEIFFERT, M. E. B.. **Sistemas de gestão ambiental (SGA-ISO 14001):** melhoria contínua e produção mais limpa na prática e experiência de 24 empresas brasileiras. São Paulo, SP: Atlas, 2011. x, 156 p.

SOARES, I.C.C.; et al. Quantificação e análise do custo da sobra limpa em unidades de alimentação e nutrição de uma empresa de grande porte. **Rev. Nutr.**, Campinas, 24(4):593-604, jul./ago., 2011.

STRASBURG, V.J.; PEREIRA, D.C.K. Avaliação de formulário de levantamento de aspectos e impactos ambientais para restaurantes universitários. In: **Inovamundi – seminário de pós graduação.** Novo Hamburgo – RS, Brasil, 09 a 11 de outubro de 2013. CD-ROM. ISSN 2176-0950 (pg. 63-7).

STRASBURG, V.J.; PASSOS, D. Avaliação do resto per capita de carnes e fatores associados em uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN). **Nutrição em Pauta**, Ano 22 nº126 - pg 46 a 50. ISSN 1676-2274

UCKER, F.E.; KEMERICH, P.D.C.; ALMEIDA, R.A. Indicadores ambientais: importantes instrumentos de gestão. **Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 1, p. 119-127, jan. /mar. 2012.

UFRGS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Pró Reitoria de Assuntos Estudantis**. [2013]. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/prae/restaurante-universitario> >.

VEIROS, M. B.; PROENÇA, R. P. C. Princípios de Sustentabilidade na Produção de Refeições. **Nutrição em Pauta**; n. 102, p. 45-49, 2010.

# AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE SELETIVA DA MEMBRANA DE NANOFILTRAÇÃO

Carla Denize Venzke<sup>1</sup>, Universidade FEEVALE  
Marco Antônio Siqueira Campos<sup>2</sup>, Universidade FEEVALE  
Luciana Ely Bacher<sup>3</sup>, Universidade FEEVALE  
Iona Souza Lemmert<sup>4</sup>, Universidade FEEVALE  
Alexandre Giacobbo<sup>5</sup>, Universidade UFRGS

Palavras-chaves: membrana. nanofiltração. fator de rejeição.

## 1. INTRODUÇÃO

Os processos de separação por membranas estão se tornando uma alternativa cada vez mais importante na purificação de produtos e no tratamento e/ou valorização de efluentes industriais. Um desses processos é a nanofiltração (NF), um processo intermediário entre a osmose reversa e a ultrafiltração. O processo de NF possuem a capacidade de reter moléculas de baixa massa molar e alguns íons, principalmente os multivalentes (SCOTT, 1997; ALEXSANDROVA, 2006).

O termo “membrana” define uma fase permeável ou semipermeável que permite a passagem de certas espécies, ao passo que restringe o movimento de outras, capacidade que a tornou aplicável às tão procuradas técnicas de reuso de água (GUO et al., 2010). Destarte, pode-se fazer fluir material líquido através da membrana, o que é favorecido pelas variações de força motriz, concentração, pressão, potencial elétrico e temperatura (STRATHMAMN, 1995).

Os mecanismos de transporte que ocorrem na nanofiltração são os de difusão, a exclusão molecular e também interações eletrostáticas que levam à remoção seletiva de determinados íons

---

<sup>1</sup> Carla Denize Venzke, Graduada em Gestão Ambiental (IFSul), Especialista em Gestão da Qualidade para o Meio Ambiente (PUCRS) e Mestranda em Tecnologia dos Materiais e Processos Industriais.

<sup>2</sup> Marco Antônio Siqueira Campos, Pós-Doutor em Eletroquímica (Universidade Politécnica de Valência – Espanha), docente nos programas de pós-graduação em Qualidade Ambiental (mestrado e doutorado).

<sup>3</sup> Luciana Ely Bacher, Possui graduação em Engenharia Química pela UFRGS. Iniciação de mestrado na Universidade Feevale, no Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental, em 2009 e término em 2011.

<sup>4</sup> Iona Souza Lemmert, Mestranda em Ciência dos Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale. Engenheira Industrial Química pela mesma Universidade.

<sup>5</sup> Alexandre Giacobbo, Mestrado em Engenharia na área de Ciência e Tecnologia de Materiais pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais - PPGE3M da UFRGS (2010). É aluno de Doutorado no PPGE3M/UFRGS.

(STREIT, 2011). Para íons multivalentes, as membranas de nanofiltração mostram uma rejeição comparável com as de osmose inversa, acima de 99%, mas diferem principalmente para os íons monovalentes como o  $\text{Na}^+$  e o  $\text{Cl}^-$  (MULDER et al., 2005).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a capacidade seletiva da membrana de nanofiltração, através dos valores de rejeição aos íons cloreto e íons sulfato.

## 2. METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados no laboratório de tratamento de efluentes da Universidade Feevale. Os testes de permeação com a membrana NF 90 (4040), foram realizados no equipamento de nanofiltração com pressão operacional máxima de 15 bar, tanque de alimentação, com capacidade máxima de 300L.

Inicialmente foi feita a compactação da membrana através da circulação de água sob pressão de 8,0 bar durante 3h. De acordo com Streit (2009), este passo tem como objetivo eliminar quaisquer efeitos posteriores de alterações da estrutura da membrana devido à pressão e que possam refletir no decréscimo do fluxo de permeado nos ensaios posteriores.

Em etapa posterior, as membranas foram caracterizadas em termos de permeabilidade hidráulica. O fluxo de água permeada através da membrana foi medido em pressões de 1,0, 2,0 4,0, 6,0 e 8,0 bar. Com estes valores foram obtidas curvas de fluxo permeado versus pressão, determinando-se a permeabilidade hidráulica pelo coeficiente angular da reta. A determinação experimental da permeabilidade hidráulica é feita representando o fluxo volumétrico de permeado de água em função da pressão transmembrana aplicada.

Os experimentos para determinação da seletividade das membranas foram realizados após a determinação da permeabilidade hidráulica, que ao término deste experimento, trocou-se a água de alimentação do tanque por uma solução de cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ) a 2 g/L. Com a estabilização do sistema de permeação a vazão constante, sob a pressão de operação a 8 bar, recolheu-se 2 alíquotas de 30 mL do permeado e da alimentação após 30 minutos, com o objetivo de analisar a concentração dos íons cloreto, visando o cálculo da rejeição da membrana estudada. O mesmo experimento foi realizado com a solução de sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) a 2g/L.

Os sais foram avaliados através de medidas de condutividade, utilizando curvas de calibração de condutividade versus concentração de sal. A capacidade seletiva das membranas foi analisada através da rejeição do soluto R (%), dada pela equação:

$$R (\%) = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Onde, **C<sub>i</sub>** e **C<sub>f</sub>** representam respectivamente, a concentração de soluto na alimentação e no permeado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ensaio de compactação da membrana possibilitou avaliar o comportamento do fluxo em função do tempo, como pode ser visto no gráfico 1. Observa-se que a membrana apresentou fluxo de permeado constante, ou seja, não houve variação do fluxo com o tempo.

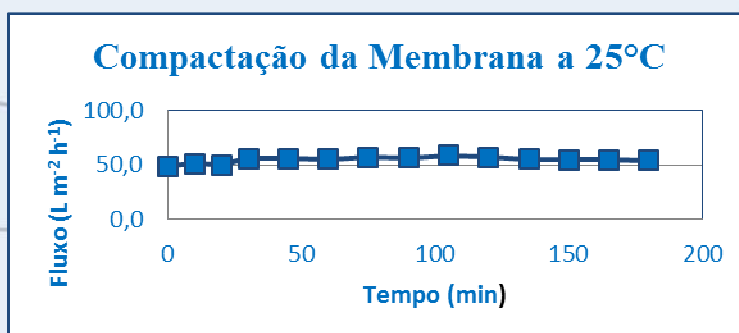


Gráfico 1. Compactação da membrana de nanofiltração

O gráfico 2 apresenta os fluxos de permeação versus a pressão transmembrana durante os ensaios de NF com a membrana NF 90 (4040). Pode notar que a relação fluxo versus pressão transmembrana é linear, ou seja, o fluxo do permeado aumentou linearmente com a pressão, como esperado, uma vez que o fluido utilizado (água pura) é livre de contaminantes (material suspenso e dissolvido).



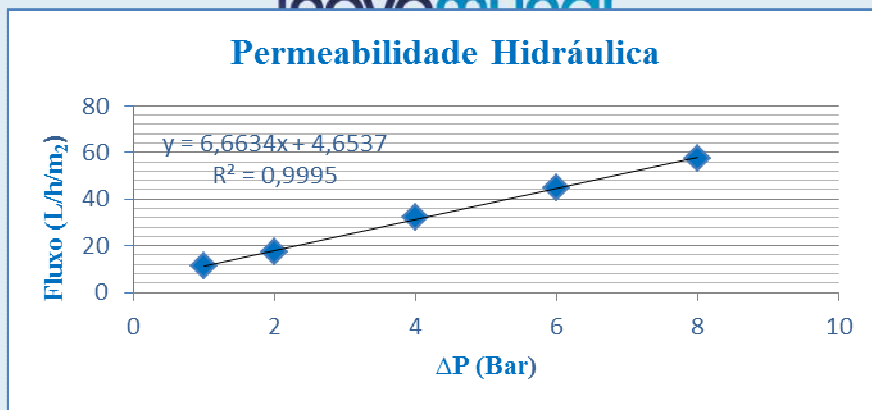


Gráfico 2. Variação do fluxo do permeado (Vp) da solução de água versus pressão transmembrana ( $\Delta P$ ).

A tabela 1 apresenta as rejeições obtidas nos experimentos de nanofiltração.

Tabela 1 – Rejeições obtidas nas soluções de cloreto de sódio (NaCl) e sulfato de sódio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Membrana	Rejeições (%)	
	NaCl	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
NF 90 (4040)	58,83	99,73

A capacidade seletiva da membrana foi avaliada através dos valores de rejeição aos íons cloreto e sulfato (Tabela 1) que estão diretamente relacionados à capacidade seletiva das membranas, tais como material da membrana, tamanho de poros superficiais e carga, que está em função do número de grupos carboxilatos na cadeia polimérica no caso das poliamidas. O mecanismo de separação das membranas de NF pode ser tanto por: retenção por tamanho ou por exclusão iônica, sendo que para espécies iônicas o que prevalece dependerá da carga e/ou do tamanho do íon solvatado. No caso específico da separação de íons cloreto e sulfato, acredita-se que a baixa rejeição das membranas de NF aos íons cloreto deve-se ao tamanho dos íons e a carga monovalente. No caso dos íons sulfato a alta rejeição é atribuída à exclusão iônica. Os íons cloreto são monovalentes e apresentam raio iônico de 1,8 Å enquanto que os íons sulfato têm carga divalente e raio iônico de 2,4 Å. (CARVALHO, 2001)

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante os ensaios de compactação e permeabilidade hidráulica da membrana, pôde-se notar que os fluxos de permeado (água pura) apresentaram resultados satisfatórios.

Os resultados obtidos na permeação das soluções salinas com a membrana de nanofiltração mostraram que a membrana é capaz de transportar íons seletivamente, apresentando alta rejeição a íons sulfato e baixos valores de rejeição aos íons cloreto.

## 5. REFERENCIAS

ALEXSANDROVA, S. et al: **Nitrate ions elimination from drinking water by nanofiltration Separation and Purification technology**, p. 196-200, 2006.

CARVALHO, R. B. de, BORGES, C. P., NOBREGA, R. **Formação de Membranas Planas Celulósicas por Espalhamento Duplo para os Processos de Nanofiltração e Osmose Inversa**. Programa de engenharia Química, COPPE, UFRJ, Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 11, nº 2, p. 65-75, 2001.

GUO, H., WYART, Y., PEROT, J., NAULEAU, F., MOULIN, P.. **Low-pressure membrane integrity tests for drinking water treatment: a review**. Water Research, p. 41-57, 2010.

MULDER, M. H. V., van VOORTHUIZEN, E. M., PEETERS, J. M. M., **Membrane Characterization**, IN: SCHAFER, A. I., FANE, A. G., WAITE, T. D., Nanofiltration –Principles and Applicatons, chapter 5, 2005.

SCOTT, K. **Handbook of industrial membranes**. Elsevier Advanced Technology, 1. ed., 912 p., 1997.

STRATHMANN, H. **Membrane science and technology**. Electrodialysis and related process, p. 213-281, 1995.

STREIT, K.F. **“Estudo da aplicação de separação com membranas no tratamentos de efluentes de curtume: Nanofiltração e Eletrodialise.”** Tese de doutorado em Engenharia. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e dos Materiais – PPGE3M –UFRGS. Porto Alegre, 2011.

STREIT, K.F. et al. Ultrafiltration/nanofiltration for the tertiary treatment of leather industry effluents. **Environmental Science & Technology**, v. 43, 2009. p. 9130-9135.

# **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE DOIS AFLUENTES DO RIO DOS SINOS, RS, ATRAVÉS DO USO DE BIOMARCADORES EM PEIXES**

Thaís Dalzochio<sup>1</sup>  
Angélica Goldoni<sup>1</sup>  
Gabriela Zimmermann<sup>2</sup>  
Ismael Evandro Petry<sup>3</sup>  
Leonardo Ressel Simões<sup>3</sup>  
Mateus Santos de Souza<sup>3</sup>  
Natália Bordin Andrigueti<sup>2</sup>  
Luciano Basso da Silva<sup>4</sup>  
Günther Gehlen<sup>4</sup>

Palavras-chave: Brânquias. Histopatologia. Teste de micronúcleos. *Bryconamericus iheringii*. Rio dos Sinos.

## **1. INTRODUÇÃO**

A poluição dos ecossistemas aquáticos é considerada um dos principais problemas globais. A presença de misturas complexas de poluentes é resultante de uma gama de atividades de cunho agrícola e industrial e também em decorrência de descargas de esgoto doméstico sem tratamento. No Rio Grande do Sul, a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (BHRS) é um exemplo de local altamente impactado em virtude das diversas atividades antropogênicas que ocorrem na região. Neste contexto, estudos que visem à avaliação da qualidade da bacia através do uso de diferentes metodologias são fundamentais.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

As atividades antropogênicas têm ocasionado alterações importantes nas características físicas e químicas do ambiente aquático. Efluentes industriais, resíduos de agrotóxicos utilizados na agricultura e o esgoto doméstico contêm substâncias desconhecidas e misturas complexas que são

<sup>1</sup> Doutoranda em Qualidade Ambiental - Universidade Feevale

<sup>2</sup> Acadêmica do Curso de Biomedicina – Universidade Feevale

<sup>3</sup> Acadêmico do Curso de Ciências Biológicas – Universidade Feevale

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental – Universidade Feevale

liberadas no ambiente e podem levar à contaminação das águas superficiais e subterrâneas (WHITE et al., 1996; ANDRADE et al., 2004).

A BHRS, situada a nordeste do estado do Rio Grande do Sul, é um exemplo de ambiente aquático altamente impactado e utilizado para diversos propósitos, dentre eles, o fornecimento de água potável para 1.6 milhões de habitantes (PETRY & SCHULZ, 2006), o que representa 17% da população do estado. No entanto, esse ecossistema aquático é também utilizado como meio de diluição de esgoto doméstico, industrial e rural (BIEGER et al., 2010).

O Rio da Ilha e o Rio Paranhana são dois dos principais afluentes do Rio dos Sinos, localizados no trecho médio da bacia. O Rio da Ilha é caracterizado por baixa densidade populacional, sendo o uso do solo predominantemente rural, drenando uma área de 318km<sup>2</sup>, que representa 8,6% da bacia. No que concerne ao Rio Paranhana, na sua cabeceira encontra-se a Usina de Geração de Energia do Canastra, abastecida de água através de dutos vindos do Sistema Salto de Barragens. Após a geração, essa água se junta com a água do Arroio Santa Maria e outros arroios que nascem na encosta da Serra Gaúcha, formando a sua nascente. O Rio Paranhana possui uma extensão de 80.6 km e drena uma área de 575km<sup>2</sup>, representando 16% da bacia (COMITESINOS, 2006).

Dado o quadro atual da BHRS, estudos que visem à avaliação da sua qualidade são necessários a fim de auxiliar na definição de estratégias de conservação e políticas de controle de poluição. Os biomarcadores em peixes, como a análise histopatológica de brânquias e teste de micronúcleos em eritrócitos, são importantes ferramentas utilizadas no diagnóstico ambiental de recursos hídricos. As brânquias são sensíveis à qualidade da água, visto que são o principal alvo de substâncias tóxicas devido à sua localização anatômica, contato direto com a água e rápida absorção (PANDEY et al., 2008). O teste de micronúcleos em eritrócitos de peixes também é utilizado na investigação dos efeitos decorrentes da exposição aos poluentes ambientais. A análise concomitante da ocorrência de eritrócitos com anormalidades nucleares, como brotamentos e binucleação, permite a avaliação de outro biomarcador de toxicidade (PACHECO & SANTOS, 1998; ÇAVAS & KÖNEN, 2008; OMAR et al., 2012).

Neste cenário, este trabalho objetivou a avaliação da qualidade da água de dois afluentes do Rio dos Sinos através do uso de biomarcadores em peixes nativos da espécie *Bryconamericus iheringii* (Teleostei, Characidae).

### 3. METODOLOGIA

Foram selecionados quatro pontos de coleta localizados nos afluentes do Rio dos Sinos (29°20' e 30°10' S), sendo dois pontos no Rio da Ilha (nascente e foz) e dois pontos no Rio Paranhana (nascente e foz). Foram coletadas amostras de água superficial para análise de parâmetros físico-químicos e aproximadamente 10 exemplares da espécie *B. iheringii* em cada ponto em abril de 2014. Após a coleta, os animais foram imediatamente sacrificados por secção da medula espinhal para a obtenção das amostras de sangue periférico e brânquias.

As amostras de brânquias foram fixadas em solução de Bouin, incluídas em parafina, seccionadas a 5µm, coradas com hematoxilina e eosina e analisadas em microscópio óptico. Uma média de 10 campos por animal foi analisada, contendo uma lamela primária por campo. A frequência de lamelas secundárias normais e alteradas, bem como a frequência de cada lesão, foi registrada.

Para o teste de micronúcleos, o esfregaço sanguíneo foi obtido a partir de um corte da região caudal. As amostras foram fixadas em etanol absoluto, coradas com Giemsa 5% e analisadas em microscópio óptico. Foram analisados 2000 eritrócitos intactos por animal, onde a frequência de micronúcleos foi registrada. Outras anomalias nucleares, como binucleação e brotamentos, foram registradas como anormalidades nucleares.

A análise estatística dos dados foi realizada através do teste t de Student, comparando os dados entre cabeceira e foz de cada rio. As diferenças foram consideradas significativas quando  $p < 0,05$ . Os dados foram expressos como média  $\pm$  desvio padrão.

### 4. RESULTADOS

Os animais coletados na nascente do Rio da Ilha apresentaram um aumento significativo de lamelas alteradas em comparação à foz (42% e 26% de lamelas secundárias com alterações, respectivamente), e conseqüentemente, uma redução de lamelas normais ( $p=0,03$ ). Dentre as alterações encontradas, as mais frequentes foram hiperplasia e hipertrofia de células epiteliais, descolamento epitelial e necrose, embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre as lesões comparando os pontos. Quanto ao teste de micronúcleos e anormalidades nucleares, não foram observadas diferenças significativas entre os pontos ( $p=0,25$  para micronúcleos e  $p=0,92$  para anormalidades nucleares). Destaca-se que os níveis de chumbo e ferro estavam acima dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio

Ambiente – CONAMA, para água classe 1) em ambos os pontos, enquanto que os níveis de alumínio estavam acima na foz do Rio da Ilha.

No que tange ao Rio Paranhana, não foram observadas diferenças significativas na frequência de lamelas normais e alteradas entre os animais coletados na nascente e foz ( $p=0,95$ ). Entretanto, um aumento significativo de hiperplasia de células epiteliais foi observado nos animais coletados na cabeceira no rio ( $p=0,04$ ). Em relação ao teste de micronúcleos e anormalidades nucleares, não foram encontradas diferenças entre os pontos ( $p=0,32$  para micronúcleos e  $p=0,65$  para anormalidades nucleares). Foram encontrados valores de chumbo e ferro acima dos limites na nascente do Rio Paranhana, enquanto que fósforo total, alumínio, chumbo e ferro estavam acima na foz deste rio.

## 5. DISCUSSÃO

Diversos pesquisadores têm realizado estudos a fim de estimar os impactos de descargas antropogênicas na BHRS através de diferentes metodologias (SCALON et al., 2013; NUNES et al., 2011; LEMOS et al., 2009; SCHULZ & MARTINS-JUNIOR, 2001). Apesar do crescente número de estudos visando à avaliação da qualidade da água da bacia, ainda existe uma escassez de estudos no que concerne à qualidade da água de seus afluentes.

A análise histopatológica de brânquias e o teste de micronúcleos em peixes têm sido empregados a fim de avaliar a qualidade de ecossistemas aquáticos, como complemento da análise físico-química da água e do solo, visto que esta não é suficiente para avaliar o potencial tóxico para os organismos nativos e para a saúde humana (SCALON et al., 2013). Estudos demonstram uma relação entre a contaminação ambiental e a presença de alterações nas brânquias e aumento da frequência de micronúcleos e anormalidades nucleares em peixes (LINDE-ARIAS et al., 2008; FLORES-LOPES & TOMAZ, 2011), sendo indicativos de contaminação ambiental. Neste trabalho, apesar de não terem sido encontradas evidências de genotoxicidade, foi encontrado um aumento de lesões branquiais nos animais coletados nas cabeceiras dos afluentes, indicando a presença de substâncias capazes de induzir tais alterações.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos até o momento demonstram a ocorrência de alterações branquiais nos peixes coletados em ambos os afluentes, indicando que apesar das nascentes dos rios estarem situadas em locais com menor impacto de atividades antrópicas em comparação à sua respectiva foz, as mesmas apresentam substâncias capazes de induzir alterações morfológicas nos animais. No

entanto, mais análises e coletas serão realizadas, bem como relações com índices pluviométricos, a fim de melhor avaliar a qualidade da água dos afluentes do Rio dos Sinos.

## Referências

ANDRADE, V. M., et al. Fish as bioindicators to assess the effects of pollution in two southern Brazilian Rivers using the comet assay and micronucleus test. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, v. 44, p. 459-468, 2004.

BIEGER, L., et al. Are the streams of the Sinos River basin of good quality? Aquatic macroinvertebrates may answer the question. *Brazilian Journal of Biology*, v. 70 (S4), p. 1207-1215, 2010.

ÇAVAS, T., KÖNEN, S. In vivo genotoxicity testing of the amnesic shellfish poison (domoic acid) in piscine erythrocytes using the micronucleus test and the comet assay. *Aquatic Toxicology*, v. 90, p. 154-159, 2008.

COMITESINOS, Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Disponível em: [http://www.comitesinos.com.br/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=25&Itemid=39](http://www.comitesinos.com.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=25&Itemid=39). Acesso em 29 jul. 2014.

FLORES-LOPES, F., THOMAZ, A. T. Histopathologic alterations observed in fish gills as a tool in environmental monitoring. *Brazilian Journal of Biology*, v. 71, n. 1, p. 179-188, 2011.

LEMOS, A. T., et al. Mutagenicity assessment in a river basin influenced by agricultural, urban and industrial sources. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 72, p. 2058-2065, 2009.

LINDE-ARIAS, A. R., et al. Biomarkers in an invasive fish species, *Oreochromis niloticus*, to assess the effects of pollution in a highly degraded Brazilian river. *Science of the Total Environment*, v. 399, p. 186-192, 2008.

MALLATT, J. Fish gill structural changes induced by toxicants and other irritants: a statistical review. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 42, p. 630-648, 1985.

NUNES, E. A., et al. Genotoxic assessment on river water using different biological systems. *Chemosphere*, v. 84, p. 47-53, 2011.

OMAR, W. A., et al. Genotoxic effects of metal pollution in two fish species, *Oreochromis niloticus* and *Mugil cephalus*, from highly degraded aquatic environments. *Mutation Research*, v. 746, p. 7-14, 2012.

PACHECO, M., SANTOS, M. A. Induction of liver EROD and erythrocytic nuclear abnormalities by cyclophosphamide and PAHs in *Anguilla anguilla* L. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 40, p. 71-6, 1998.



PANDEY, S., et al. Effects of exposure to multiple trace metals on biochemical, histological and ultrastructural features of gills of a freshwater fish, *Channa punctate Bloch*, *Chemico-Biological Interactions*, v. 174, p. 183-192, 2008.

PETRY, A. C., SCHULZ, U. H. Longitudinal changes and indicator species of the fish fauna in the subtropical Sinos River, Brazil. *Journal of Fish Biology*, v. 69, p. 272-290, 2006.

SCALON, M. C. S., et al. Genotoxic potential and physicochemical parameters of Sinos River, Southern Brazil. *The Scientific World Journal*, p. 1-6, 2013.

SCHULZ, U. H., MARTINS-JUNIOR, H. *Astyanax fasciatus* as bioindicator of water pollution of Rio dos Sinos, RS, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 61, n. 4, p. 615-622, 2001.

WHITE, P. A., RASMUSSEN, J. B., BRAISE, C. Comparing the presence, potency and potential hazard of genotoxins extracted from a broad range of industrial effluents. *Environmental and Molecular Mutagenesis*, v. 27, p. 116-139, 1996.



## AVALIAÇÃO DAS MEMBRANAS ELETRODIÁLITICAS

Carla Denize Venzke<sup>1</sup>, Universidade FEEVALE  
Iona Souza Lemmert<sup>2</sup>, Universidade FEEVALE  
Luciana Ely Bacher<sup>3</sup>, Universidade FEEVALE  
Cheila Viegas<sup>4</sup>, Universidade FEEVALE  
Marco Antônio Siqueira Campos<sup>5</sup>, Universidade FEEVALE

Palavras-chaves: membrana. eletrodiálise. tratamento. efluente.

### 1. INTRODUÇÃO

A eletrodiálise (ED) surge como uma nova tecnologia para o tratamento de efluentes e tem se mostrado eficiente para a recuperação de água e concentração de eletrólitos (ARSAND, 2005). A ED é um processo de separação de massa em que membranas eletricamente carregadas e uma diferença de potencial são usadas para separar espécies iônicas de uma solução aquosa e outros componentes sem carga, envolvendo, portanto, a separação e concentração de eletrólitos com base na eletromigração de íons através de membranas de troca iônica seletivas para cátions (+) (membranas catiônicas – C) e ânions (-) (membranas aniônicas – A). (AGRAWAL et al., 2009; RAJESHWAR et al., 1997).

O sistema mais comum de eletrodiálise é baseado no princípio de membranas catiônicas e aniônicas alternadas em células de vários compartimentos, organizadas em sistema do tipo filtro-prensa, com os eletrodos (Catodo e Anodo) situados nas extremidades do *stack*. (KORZENOWSKI

---

<sup>1</sup> Carla Denize Venzke, Graduada em Gestão Ambiental (IFSul), Especialista em Gestão da Qualidade para o Meio Ambiente (PUCRS) e Mestranda em Tecnologia dos Materiais e Processos Industriais pela Feevale.

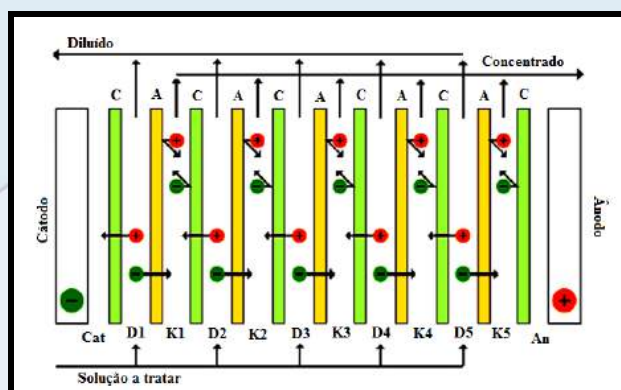
<sup>2</sup> Iona Souza Lemmert, Mestranda em Ciência dos Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale. Engenheira Industrial Química pela mesma Universidade.

<sup>3</sup> Luciana Ely Bacher, Graduada em Engenharia Química pela UFRGS. Iniciação de mestrado na Universidade Feevale, no Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental, em 2009 e término em 2011.

<sup>4</sup> Cheila Viegas, Graduada em Engenharia Industrial Química pela Feevale e Mestranda Tecnologia dos Materiais e Processos Industriais pela Feevale.

<sup>5</sup> Marco Antônio Siqueira Campos, Pós-Doutor em Eletroquímica (Universidade Politécnica de Valência – Espanha), docente nos programas de pós-graduação em Qualidade Ambiental (mestrado e doutorado).

et al., 2008; RODRIGUES et al., 2001). A Figura 1 traz uma representação esquemática de um sistema de eletrodialise.



**Figura 1**– Princípio da Eletrodialise. C – Membrana Catiônica, A – Membrana aniônica, D – compartimentos diluídos (entrada de efluente), K – compartimentos concentrados (BARAKAT, 2011).

Quando a corrente elétrica (ou potencial) é aplicada nos eletrodos da célula de eletrodialise, o fluxo de cátions se dá através da membrana catiônica até o cátodo, e esta membrana impede o fluxo de ânions. Para estes, ocorre o oposto, através da membrana aniônica. Formam-se, então, soluções concentradas em íons, enquanto outras se tornam diluídas. (AMADO et al., 2005)

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a condutividade elétrica obtidas nas soluções do produto e do concentrado em função, pois, da corrente elétrica aplicada no sistema de eletrodialise.

## 2. METODOLOGIA

Os ensaios foram realizados no laboratório de tratamento de efluentes da Universidade Feevale. O equipamento piloto empregado foi EDR 0,25 -100 1E 1s 1e (Hidrodex). O *stack* empregado neste trabalho consiste em dois eletrodos, o cátodo e o ânodo, de titânio revestido com rutênio. Foram empregadas, dispostos alternadamente, 100 pares de membranas íons seletivas, sendo 50 membranas catiônicas e 50 membranas aniônicas, com uma área efetiva de 2.916 cm<sup>2</sup>. A figura 2 apresenta o sistema piloto de eletrodialise.

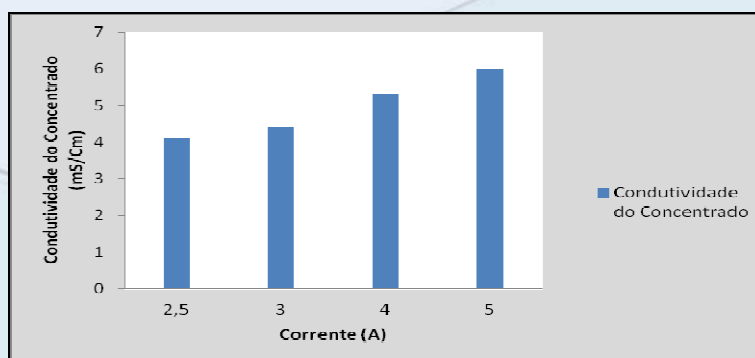


**Figura 2.** Sistema piloto de eletrodialise (EDR 0,25 -100 1E 1s 1e, Hidrodex)  
Fonte: Laboratório de Tratamento de Efluentes – Feevale.

Os testes foram realizados utilizando-se uma solução sintética de sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) a 2g/L. Investigou-se a influencia da corrente elétrica aplicada sobre a condutividade da solução tratada. As correntes elétricas aplicadas foram: 2; 3; 4 e 5 A. O ensaio foi realizado durante 130 minutos, sendo monitoradas a sua condutividade. Para serem analisadas, as amostras foram retiradas dos compartimentos a cada 30 minutos. A condutividade foi avaliada com condutímetro digital de bancada.

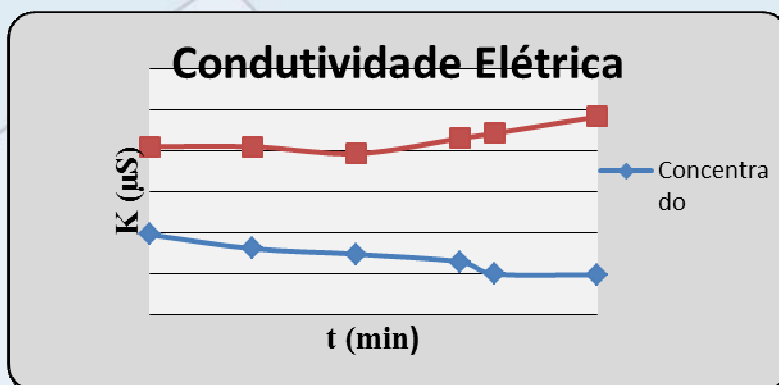
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O gráfico 1 apresenta a condutividade elétrica do compartimento concentrado, em relação às diferentes correntes elétricas aplicadas. Pode-se observar que o aumento da condutividade é proporcional ao da corrente elétrica. Este resultado indica que a remoção de íons, para a solução investigada, é proporcional ao aumento de corrente elétrica.



**Gráfico 1-** Condutividade elétrica do concentrado em diferentes correntes elétricas.

O gráfico 2 representa o comportamento da condutividade elétrica da solução tratada e do concentrado em função do tempo. Nota-se, que a condutividade elétrica do concentrado é sempre maior do que a condutividade elétrica do produto. Por outro lado a condutividade da solução tratada diminui com o tempo de tratamento.



**Gráfico 2** – Condutividade elétrica em função do tempo com uma solução de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  a 2g/L.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o objetivo proposto neste trabalho, conseguiu-se atingir o desempenho da ED, utilizando-se uma solução sintética de sulfato de sódio. Os resultados obtidos na permeação da solução salina através das membranas catiônicas e aniônicas apresentaram resultados satisfatórios de condutividade elétrica tanto no compartimento do diluído como no concentrado.

## 5. REFERENCIAS

AGRAWAL, A., SAHU, K.K. **An overview of the recovery of acid from spent acidic solutions from steel and electroplating industries**, Journal of Hazardous Materials, 2009 (171), 1–3, 61-75.

ARSAND, D. **Eletrodiálise: uma tecnologia limpa no tratamento de efluentes líquido**. Cruz Alta: UNICRUZ, 2005. p. 39-71.

AMADO, F.D.R., RODRIGUES Jr., L.F., RODRIGUES, M.A.S., BERNARDES, A.M., FERREIRA, J. Z., FERREIRA, C.A. **Development of polyurethane/polyaniline membranes for zinc recovery through electro dialysis**. Desalination, 2005 (186), 199–206.

BARAKAT, M.A. **New trends in removing heavy metals from industrial wastewater**. Arabian Journal of Chemistry, 2011 (4), 361-377.

KORZENOWSKI, C., RODRIGUES, M. A. S., BRESCIANI, L., Bernardes, A. M., FERREIRA, J. Z. **Purification of spent chromium bath by membrane electrolysis**. Journal of Hazardous Materials, 2008 (152), 960-967.

RAJESHWAR, K., IBANEZ, J.G. **Applications of Ion Exchange Membranes: Electro dialysis** In: Environmental Electrochemistry, 1997, 361-497.

RODRIGUES, M.A.S., DALLA COSTA, R.F., BERNARDES, A.M., ZOPPAS FERREIRA, J. **Influence of ligand exchange on the treatment of trivalent chromium solutions by electro dialysis**. Electrochimica Acta, 2001(47), 753–758.

## **CARACTERIZAÇÃO DE AEROSSÓIS EM ÁREAS URBANAS E SEMIURBANAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS**

Darlan Daniel Alves, Feevale<sup>1</sup>  
Daniela Montanari Migliavacca Osório, Feevale<sup>2</sup>  
Marco Antônio Siqueira Rodrigues<sup>3</sup>

Palavras-chave: Poluição atmosférica. Material particulado. MEV/EDS.

### **1. INTRODUÇÃO:**

Nas últimas décadas, as preocupações com a qualidade do ar estão ocupando posições de destaque no rol das questões ambientais mundiais, devido ao reconhecimento dos efeitos adversos à saúde e ao meio ambiente decorrentes da poluição atmosférica, bem como às constatações que demonstram a vulnerabilidade da camada atmosférica frente à poluição, que se difunde em larga escala em função da ausência de mecanismos naturais eficazes, capazes de promover a remoção dos poluentes do ar.

A urbanização, o desenvolvimento industrial e a necessidade de mobilidade urbana fizeram com que o tráfego de veículos e as emissões industriais se tornassem as principais atividades antrópicas responsáveis pela poluição atmosférica por aerossóis (MIRANDA, 2008; DEB, 2010; ALLEMAN, 2010, MELLO, 2010; TEIXEIRA, 2011; MIGLIAVACCA, 2012). Os aerossóis atmosféricos, denominados de forma genérica como material particulado, podem ser definidos como uma suspensão de partículas sólidas ou líquidas em um gás, capazes de alterar desfavoravelmente a qualidade do ar e cujo diâmetro aerodinâmico e composição variam em função de suas fontes de emissão (PANDIS; SEINFELD, 2006; CASTANAS; KAMPA, 2008).

Este estudo tem por objetivo caracterizar morfológica e quimicamente o material particulado grosso e fino (MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>) em áreas urbanas e semiurbanas da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, RS, através de análises microscópicas em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), combinado com Espectrômetro de Energia Dispersiva de Raios X (EDS), com vistas à identificação

<sup>1</sup> Tecnólogo em Gestão Ambiental (Feevale), Mestrando em Qualidade Ambiental (Feevale), Pós Graduando em Educação Ambiental (FURG), Docente na Universidade Feevale.

<sup>2</sup> Doutora em Ecologia (UFRGS), Docente do Programa de Pós Graduação Mestrado em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

<sup>3</sup> Pós-Doutor em Eletroquímica (Universidade Politécnica de Valência), Doutor em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais (UFRGS), Docente dos Programas de Pós Graduação Mestrado em Materiais e Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

das partículas e dos principais elementos presentes e, desta forma, identificar as possíveis fontes de emissão desses poluentes.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:**

O material particulado tem sido estudado em áreas urbanas e semiurbanas por diversos autores (ESPINOSA, 2001; GÓMEZ-MORENO, 2007; YATKIN, 2007; HOPKE, 2012; PATIL, 2013), o que comprova a sua importância como variável essencial a ser empregado em diagnósticos ambientais amplos, que possam subsidiar com embasamento científico os processos de desenvolvimento de políticas públicas que contribuam efetivamente para a preservação e proteção do meio ambiente.

Além dos danos ao meio ambiente, a exposição a poluentes atmosféricos como o material particulado pode ocasionar o aumento da incidência de pelo menos, dois grupos de efeitos adversos a saúde: doenças respiratórias e cardiovasculares. Os efeitos podem ser consequência de exposições agudas ou crônicas, tendo sido relatados por muitos pesquisadores em vários países (SCHWARTZ, 1996; BORJA-ARBUTO, 1998; DOCKERY, 1999; LANDEN 2006; FORTI, 2007; LAUPELE, 2012).

## **3. METODOLOGIA:**

As coletas de material particulado foram realizadas utilizando-se um amostrador semelhante ao Amostrador de Gent (MAENHAUT, 1993), por um período de 24 horas, em campanhas mensais, nos municípios de Campo Bom, São Leopoldo e Canoas, durante o período de um ano. Foram utilizados filtros de polycarbonato (Millipore®, Isopore Membrane Filter), com 47 mm de diâmetro, os quais apresentam superfície lisa, com aspecto vítreo, o que os torna vantajosos para a análise dos poluentes atmosféricos por microscopia eletrônica, pois possibilitam a observação do material amostrado sem maiores interferências (ADAMS, 2005).

A caracterização dos filtros em branco e os contendo o material particulado amostrado foi realizada usando Microscópio Eletrônico de Varredura – MEV (JSM-6510LV, JEOL) para obtenção das imagens, combinado com Espectrômetro de Energia Dispersiva de Raios X – EDS (Ultra Dry, Thermo Scientific), para identificação e quantificação dos principais elementos presentes nas partículas (ROSASCO, 2011; ADAMS, 2005; ADAMO, 2008; MICIC, 2003; WITT, 2010; NAGENDRA, 2013). As análises foram realizadas no Laboratório de Estudos Avançados em

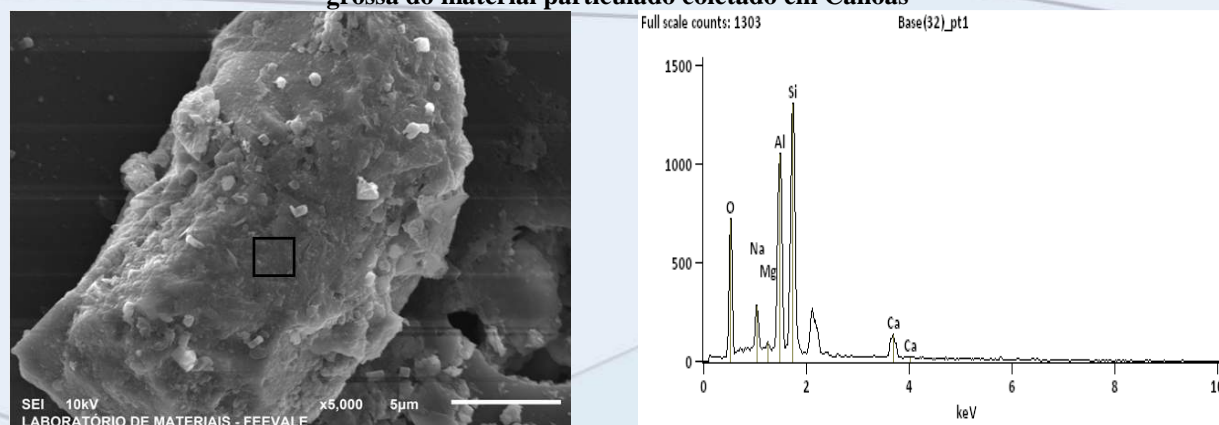
Materiais da Universidade Feevale. A análise de EDS foi realizada em todas as amostras visualizadas no MEV, a fim de se obter a composição química e mapeamento elementar das partículas. A identificação das amostras foi realizada tomando-se como base o Atlas de Aerossóis Troposféricos elaborado por Micic *et al.* (2003).

#### 4. RESULTADOS:

A análise por MEV/EDS das partículas amostradas revelou, em diferentes escalas, a presença de fuligem, bem como de partículas compostas por elevadas quantidades de alumínio e silício, cuja origem provável é a ressuspensão do solo (NAGENDRA, 2013). A contribuição relativa média de Al e Si nessas amostras mostrou-se semelhante, com resultados variando de 23,0 e 44,8%, 16,1 e 42,8% e 10,5 e 40,7%, respectivamente, para os pontos de amostragem em Campo Bom, São Leopoldo e Canoas. Identificou-se ainda, partículas com formas diversas, arredondadas e cristalinas, sugerindo a presença de sais e materiais de origem biológica.

A Figura 1a corresponde a uma partícula da amostra coletada em Canoas, em 17 de janeiro de 2014, e também apresenta elevados percentuais de alumínio e silício (Al = 21,6% e Si = 37,8%). Pode ser observada a presença de pequenos agregados adsorvidos na superfície da partícula principal, apresentando composição elementar diferente dessa partícula.

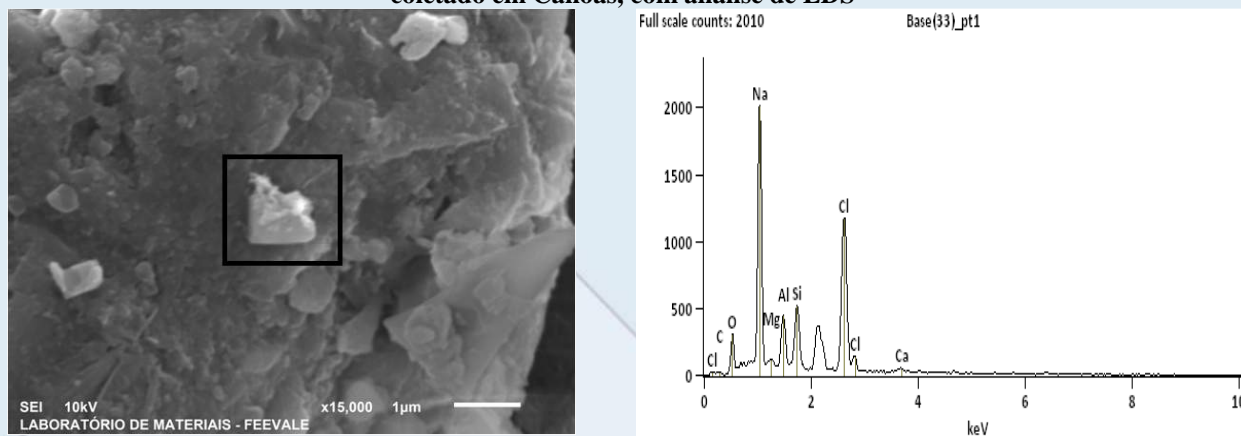
**Figura 1a. Partícula rica em Al e Si transportando outras partículas em sua estrutura, identificada na fração grossa do material particulado coletado em Canoas**



Um dos agregados da Figura 1a foi selecionado e pode ser observado em maior magnitude (15.000 vezes) na Figura 1b.



**Figura 1b. Partículas adsorvidas em partículas maiores, identificada na fração grossa do material particulado coletado em Canoas, com análise de EDS**



Conforme demonstra o gráfico obtido por análise em EDS, trata-se de uma partícula com elevados percentuais de sódio e cloro (Na = 26,7% e Cl = 44,7%), elementos que não foram encontrados na partícula adsorvente (Figura 1a). Este é um exemplo onde pode-se avaliar a atuação de partículas com grandes áreas superficiais, como transportadores de componentes diversos sob a forma de agregados, o que potencializa sua capacidade de causar danos à saúde e ao meio ambiente (MICIC, 2003; WIIT, 2010).

## 5. DISCUSSÃO:

Neste estudo, foram identificadas partículas originadas a partir de fontes antrópicas, principalmente partículas finas de fuligem, que estão associadas às emissões provenientes da queima de combustíveis em motores de combustão interna, materiais provenientes da ressuspensão da poeira do solo, os quais apresentaram elevadas quantidades de Al e Si na análise realizada com EDS (NAGENDRA; CHITHRA, 2013) e materiais de origem biológica, como polens, os quais normalmente representam uma parcela insignificante do material particulado atmosférico em áreas urbanas (MICI *et al.*, 2003), mas que ainda assim, atuam como transportadores de aerossóis secundários, o que pode aumentar em grande escala seu potencial de distribuição de poluentes. Além disso, as análises realizadas com EDS também identificaram metais, sendo que alguns podem estar associados a fontes naturais (Fe e Mn) e outros fortemente associados a emissões antrópicas (Cr, Zn, Cu, Ni e Cd), quando encontrados em áreas urbanas (ESPINOSA *et al.*, 2001; ADAMO *et al.*, 2008; WITT *et al.*, 2010).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Os estudos destinados à caracterização química e morfológica do material particulado são importantes ferramentas para auxiliar na compreensão do comportamento deste poluente na atmosfera, bem como na identificação de suas prováveis fontes de emissão.

Estes dados devem servir como ponto de partida para que estudos mais abrangentes possam ser conduzidos, com o objetivo de quantificar as concentrações dos metais e mesmo de íons maiores presentes no ar nestas áreas, para que se possam traçar estratégias de prevenção e controle, evitando-se que a poluição atmosférica atinja níveis que possam alterar desfavoravelmente a qualidade de vida da população, principalmente em áreas urbanas.

## REFERÊNCIAS:

DEB, M. K *et al.* Ion chemistry and source identification of coarse and fine aerosols in an urban area of eastern central India. **Atmospheric Research**, v. 95, n. 1, p. 65-76, 2010.

PANDIS, S. N.; SEINFELD, J. H. **Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 2006.

CASTANAS, E.; KAMPA, M. Human health effects of air pollution. **Environmental Pollution**, v. 151, n. 2, p. 362-367, 2008.

MICIC, M. *et al.* Atlas of tropospheric aerosols from Belgrade troposphere. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 12, n. 9, p. 1-10, 2003.

ADAMO, P. *et al.* Geochemical properties of airborne particulate matter (PM<sub>10</sub>) collected by automatic device and biomonitors in a mediterranean urban environment. **Atmospheric Environment**, v. 42, n. 3, p. 346-357, 2008.

WITT, M. L. I. *et al.* Aerosol trace metals, particle morphology and total gaseous mercury in the atmosphere of Oxford, UK. **Atmospheric Environment**, v. 44, n. 12, p. 1524-1538, 2010.

ROSASCO, F. V. *et al.* Caracterização morfológica de partículas na atmosfera de São José dos Campos –SP, utilizando microscopia eletrônica de varredura (MEV). **Geochimica Brasiliensis**, v. 25, n. 1, p. 25-33, 2011.

NAGENDRA, S. M. S; CHITHRA, V. S. Chemical and morphological characteristics of indoor and outdoor particulate matter in an urban environment. **Atmospheric Environment**, v. 77, n. 12, p. 579-587, 2013.

MIGLIAVACCA, D. M. *et al.* Composição química da precipitação úmida da região metropolitana de Porto Alegre, Brasil, 2005- 2007. **Química Nova**, v. 35, n. 6, 1075-1083, 2012.

TEIXEIRA, E. C. *et al.* Study of nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in fine and coarse atmospheric particles. **Atmospheric Research**, v. 101, n. 3, p. 631-639, 2011.

MIRANDA, R.; Tomaz, E. Characterization of urban aerosol in Campinas, São Paulo, Brazil. **Atmospheric Research**, v. 87, n. 2, p. 147-157, 2008.

ALLEMAN, L. Y. *et al.* PM<sub>10</sub> metal concentrations and source identification using positive matrix factorization and wind sectoring in a french industrial zone. **Atmospheric Environment**, v. 96, n. 4, p. 612-625, 2010.

MELLO, W. Z. *et al.* Caracterização do material particulado fino e grosso e composição da fração inorgânica solúvel em água em São José dos Campos (SP). **Química Nova**, v. 33, n. 6, p. 1247-1253, 2010.

ESPINOSA, A. J. F. *et al.* Size distribution of metals in urban aerosols in Seville (Spain). **Atmospheric Environment**, v. 35, n. 14, p. 2595-2601, 2001.

FORTI, M. C. *et al.* Association between ionic composition of fine and coarse aerosol soluble fraction and peak expiratory flow of asthmatic patients in São Paulo city (Brazil). **Atmospheric Environment**, v. 41, p. 2036-2048, 2007.

LANDEN, F. *et al.* Reduction in fine particulate air pollution and mortality: extended follow-up of the harvard six cities study. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 173, p. 667-672, 2006.

LAUPELE, J. *et al.* Chronic exposure to fine particles and mortality: an extended follow-up of the harvard six cities study from 1974 to 2009. **Environmental Health Perspectives**, v. 120, n. 7, p. 965-970, 2012.

SCHWARTZ, J. *et al.* Is daily mortality associated specifically with fine particles? **Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 46, p. 927-939, 1996.

BORJA-ARBUTO, V. H. *et al.* Mortality and ambient fine particles in southwest Mexico City, 1993-1995. **Environmental Health Perspectives**, v. 106, n. 12, p. 849-855, 1998.

DOCKERY, D. W. *et al.* Fine particle and peak flow in children: acidity versus mass. **Epidemiology**, v. 10, n. 5, p. 550-553, 1999.

YATKIN, S. BAYRAM, A. Elemental composition and sources of particulate matter in the ambient air of a metropolitan city. **Atmospheric Research**, v. 85, n. 1, p. 126-139, 2007.

GÓMEZ-MORENO, F. J. *et al.* Annual evolution and generation mechanisms of particulate nitrate in Madrid. **Atmospheric Environment**, v. 41, n. 2, p. 394-406, 2007.

PATIL, R. S. *et al.* Development of particulate matter speciation profiles for major sources in six cities in India. **Atmospheric Research**, v. 132-133, n. XX, p. 1-11, 2013.

HOPKE, P. K. *et al.* Characterization and heterogeneity of coarse particles across an urban area. **Atmospheric Environment**, v. 46, n. XX, p. 449-459, 2012.



MAENHAUT, W. *et al.* The "Gent" Stacked Filter Unit sampler for the collection of atmospheric aerosols in two size fractions: description and instructions for installation and use. Coordinated Research Programme: CRP E4.10.08. Vienna, **International Atomic Energy Agency**, 1993.

ADAMS, F. *et al.* Single particle characterization of spring and summer aerosols in Beijing: formation of composite sulfate of calcium and potassium. **Atmospheric Environment**, v. 39, n. 36, p. 6909-6918, 2005.

## **COMPORTAMENTO FENOLÓGICO E SAZONALIDADE DE *Guarea macrophylla* VAHL EM FLORESTA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL**

Andressa Müller – FEEVALE<sup>1</sup>  
Jairo Lizandro Schmitt – FEEVALE<sup>2</sup>

Palavras-chave: Fenologia. Mata ciliar. Meliaceae.

### **INTRODUÇÃO**

A fenologia caracteriza-se pela sequência periódica de eventos vegetativos e reprodutivos de determinada espécie e sua relação com os fatores bióticos e abióticos do ecossistema, além da inter-relação de suas fenofases na população ou em comunidade (LIETH, 1974; VAN SCHAİK et al., 1993; MORELLATO, 2003). *Guarea macrophylla* Vahl, Meliaceae, é uma espécie arbórea recomendada para o reflorestamento destinado às áreas de preservação (LORENZI, 2009). Distribui-se entre a Guiana Francesa, Argentina e sul do Brasil, e para o Estado, ocorre nas formações do Alto Uruguai, na Floresta da Encosta Meridional da Serra Geral, na Floresta Atlântica e no norte da Encosta da Serra do Sudeste (SOBRAL et al., 2013).

Os objetivos foram: I) monitorar os eventos vegetativos e reprodutivos de *Guarea macrophylla* em fragmento de Floresta Atlântica durante um ano e (II) verificar a ocorrência de sazonalidade para esses eventos fenológicos.

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Os estudos fenológicos contribuem para a compreensão das relações ecológicas das espécies, uma vez que fornecem dados para estabelecer o período em que recursos como frutos, sementes, folhas, flores vão estar disponíveis a dispersores, herbívoros e polinizadores ao longo do ano (ALENCAR et al., 1979). A sazonalidade no padrão de crescimento e reprodução é característica de plantas de regiões temperadas e de espécies tropicais localizadas em áreas com um regime de chuvas marcadamente sazonal (JANZEN, 1967).

A floração em florestas tropicais coincide com o aumento da radiação e a diminuição da precipitação, enquanto a frutificação geralmente está associada e concentra-se na estação chuvosa (ALENCAR et al.; 1979, SUN et al.; 1996). No entanto, os eventos fenológicos de plantas tropicais, em decorrência da presença de polinizadores, dispersores ou herbívoros, podem ocorrer sazonalmente em locais com precipitação distribuída ao longo de todo o ano

<sup>1</sup> Bióloga, mestranda em Qualidade Ambiental, bolsista CAPES.

<sup>2</sup> Doutor em Botânica, professor do PPG em Qualidade Ambiental.

(LONGMAN e JENIK, 1974). Em regiões subtropicais, como o sul do Brasil, a fenologia, em geral, está mais relacionada com a temperatura e com o fotoperíodo (BAUER et al., 2012; MARCHIORETTO et al., 2007), pois nessa região não há uma estação seca definida e a ausência de um stress hídrico parece não influenciar tanto as fenofases.

## METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no município de Campo Bom, em um fragmento florestal de mata ciliar do arroio Schmidt (29°40'18.39"S e 51°00'53.30"O, 25m altitude) de aproximadamente 10 hectares, no terço inferior da Bacia do Rio dos Sinos. Nessa área o clima é do tipo Cfa - mesotérmico úmido sem período seco, segundo a classificação climática de Köppen (MORENO, 1961). De acordo com os dados de 22 anos sequenciais da Estação Meteorológica de Campo Bom, a temperatura média anual na região foi de 19,5°C e a precipitação pluviométrica média anual de 1792 mm.

Foram monitorados 20 indivíduos de *Guarea macrophylla* e observados os eventos vegetativos (queda foliar e brotação) e reprodutivos (botão floral, antese, frutos imaturos, maturando fechados, abertos e secos). O monitoramento ocorreu mensalmente de junho de 2013 a maio de 2014. Para verificar a sazonalidade foi realizada a análise estatística circular para cada evento fenológico, onde os meses de monitoramento foram convertidos em ângulos, onde cada dia do ano correspondeu a 0,9836°, resultando em 12 intervalos de 30° aproximadamente. Foi calculado o ângulo médio ( $\mu$ ), a data média para que o evento ocorra, o comprimento do vetor ( $r$ ), que é a medida de concentração de indivíduos, com valores entre 0 e 1, em torno do ângulo médio e o teste de Rayleigh, que é o limite de confiabilidade. Essa análise foi realizada no software ORIANA (KOVACH, 2009).

## RESULTADOS

A queda foliar foi constante e a frequência variou de 25 a 100% na população observada. Não foi possível estimar as datas médias para a queda foliar porque não ocorreu uma concentração ( $r$ ) significativa de indivíduos. A brotação foi ininterrupta e ocorreu em todos os indivíduos amostrados, com baixa concentração em torno da data média ( $r=0,07$ ,  $P=0,001$ ), situada em junho.

A floração ocorreu duas vezes ao longo do ano. A primeira ocorrência foi em outubro e novembro, onde todos os indivíduos apresentaram botões florais e 95% desses, em novembro, estavam em antese. A segunda floração ocorreu em janeiro e fevereiro, com 35% dos indivíduos apresentando botões florais e, em fevereiro e março, 60 e 15%,

respectivamente, com flores abertas. Houve alta concentração de indivíduos com botões florais ( $r=0,70$ ,  $P<0,001$ ) e antese ( $r=0,60$ ,  $P>0,001$ ) em torno da data média, que situaram-se em novembro e dezembro, respectivamente.

Os frutos imaturos ocorreram de junho a setembro (20 a 55%) e de janeiro a maio (70 a 100%), com baixa concentração de indivíduos em torno da data média ( $r=0,43$ ,  $P<0,001$ ), em abril. A maturação dos frutos, com eles ainda fechados, foi constante ao longo do período (15 a 100%), exceto em maio. Essa fenofase apresentou baixa concentração de indivíduos em torno da data média ( $r=0,33$ ,  $P<0,001$ ), em julho. Os frutos maduros, com os propágulos visíveis, variaram de 30 a 80% na população, entre setembro e dezembro. Essa fenofase apresentou alta concentração de indivíduos em torno da data média ( $r=0,84$ ,  $P<0,001$ ), em outubro. A ocorrência de frutos secos foi constante na maior parte dos meses, mas com baixa frequência (5 a 30%). Em outubro, 75% dos indivíduos apresentaram a fenofase. Houve baixa concentração em torno da data média ( $r=0,48$ ,  $P<0,001$ ), situada em novembro.

## DISCUSSÃO

A queda foliar, embora tenha oscilado a frequência durante o ano, ainda foi contínua, refletindo uma fraca sazonalidade por não apresentar uma concentração significativa de indivíduos perdendo as folhas em algum período específico. A abscisão de folhas velhas de *G. macrophylla* ocorreu simultaneamente à brotação das novas, não apresentando um período sem folhas, evidenciando sua característica perenifólia. Esse comportamento de mudança foliar também foi observado em outras espécies situadas sob mesmo regime climático, tal como *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br., *M. guianensis* (Aubl.) Kuntze e *M. lorentziana* (Mez.) Arechav. (BAUER et al., 2012).

A brotação sincrônica das plantas tem sido uma maneira de suprir as demandas dos herbívoros e reduzir os danos nas folhas (AIDE, 1988). *Guarea macrophylla* demonstrou uma baixa concentração de indivíduos com brotação em um período específico, possivelmente, tendo menores gastos energéticos para armazenar e proteger os recursos do que espécies sincrônicas, que produzem folhas novas uma ou duas vezes ao ano (COLEY e KURSAR, 1996).

A floração de *Guarea macrophylla* do presente estudo manteve o mesmo padrão na manifestação de flores do que os indivíduos monitorados em local com períodos secos e úmidos, no sudeste (BENCKE e MORELLATO, 2002), ambas as populações ocorrendo nos meses de maior iluminação solar e temperatura. A alta concentração de indivíduos em torno da data média caracterizou a floração como um padrão sazonal, no presente estudo. Diante

disso, pode-se observar que a espécie manteve o mesmo padrão na manifestação de flores abertas em ambiente sazonal e não-sazonal para precipitação.

Richards (1952) considera que a principal variável externa controladora da periodicidade da vegetação tropical é a estação seca. Porém, embora existam lacunas em relação aos fatores que controlam a periodicidade da floração de espécies que crescem nas regiões de climas não sazonais (ALVIM, 1964), devemos levar em consideração a interação dos fatores climáticos, edáficos e bióticos no comportamento da floração para espécies tropicais (BORCHET, 1983) e o papel regulador da polinização na época de floração das espécies (TALORA e MORELLATO, 2000).

Os frutos imaturos, maturando fechados e secos apesar de terem demonstrado uma concentração significativa dos indivíduos em torno da data média, não caracterizam um padrão sazonal, porque esses eventos ocorreram em quase todos os meses de monitoramento. No entanto, o evento fruto maduro foi sazonal, concentrando-se em um curto período de tempo na primavera. No estudo de Bencke e Morellato (2002), *Guarea macrophylla*, diferentemente do presente estudo, apresentou frutos maduros abertos entre julho e setembro, em Floresta de Restinga; e em abril e maio, em Floresta de Planície. O período de frutificação para as árvores pode estar relacionado a uma reserva de recursos dentro da própria planta ou por necessidades de um período propício para germinação da semente (JANZEN, 1976), em cada população e local.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A população de *Guarea macrophylla* apresentou todos os estádios de desenvolvimento durante um ano de monitoramento. A perda e a renovação foliar não foram considerados eventos sazonais, que é um comportamento esperado para espécies perenifólias. No entanto, a floração da espécie possui uma tendência a ser sazonal, mesmo em locais sem estresse hídrico. Da mesma forma, os frutos maduros foram sazonais, fornecendo alimento para a fauna em um período reduzido no ano.



## REFERÊNCIAS

AIDE, T. M. Herbivory as a selective agent on the timing of leaf production in a tropical understory community. **Nature**, v. 336, p. 574-575, 1988.

ALENCAR, J. C. A.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 9, n. 1, p. 163-198, 1979.

ALVIM, P. T. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. In: **Anais do Congresso Nacional de Botânica**, p.405-422, 1964.

BAUER, D. et al. Fenologia de três espécies de *Myrsine* L. em floresta secundária semidecídua no sul do Brasil. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, p. 859-868, 2012.

BENCKE, C. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2002.

BORCHERT, R. Phenology and control of flowering in tropical trees. **Biotropica**, v. 15, p. 81-89, 1983.

COLEY, P. D.; KURSAR, T. A. Anti-herbivore defenses of young tropical leaves: physiological constraints and ecological trade-offs. In: MULKEY, S. S.; CHAZDON, R. L.; SMITH, A. P. **Tropical Forest Plant Ecophysiology**, New York, 1996. p.305-335.

JANZEN, D. H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. **Evolution**, v. 21, p. 620-37, 1967.

JANZEN, D. H. Seedling patterns of tropical trees. In: TOMMILINSON, P. B.; ZIMMERMANN, M. H. (eds.) **Tropical trees as living systems**. Cambridge Univ. Press, Cambridge, p. 88-128, 1976.

KOVACH, W. L. **Oriana – Circular Statistics for Windows**. Version 3. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K, 2009.

LIETH, H. Introduction to phenology and the modeling of seasonality. In: LIETH, H. (ed.) **Phenology and seasonality modeling**. Ecological Studies, Berlin-Springer-Verlag, v. 8, p. 3-19, 1974.

LONGMAN, K. A.; JENIK, J. **Tropical Forest and its environment**. Tropical Ecology Series. London. Longman. 1974, 196p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, v. 3, 2009, 384 p.

MARCHIORETTO, M. A.; MAUHS, J.; BUDKE, J. C. Fenologia de espécies arbóreas zoocóricas em uma floresta psamófila no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, p. 193-201, 2007.

MORELLATO, L. P. C. Características dos padrões fenológicos em Florestas Estacionais Neotropicais. In: CLAUDINO-SALES, V. (org.) **Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 392 p. 2003.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961, 42p.

RICHARDS, P.W. **The tropical rain forest**. Cambridge University Press, Cambridge. 1952, 423p.

SOBRAL, M. et al. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. São Carlos, RiMa/Novo Ambiente, 2013, 362 p.

SUN, C. et al. Tree phenology in a tropical montane forest in Rwanda. **Biotropica**, Lawrence, v. 28, p. 668-681, 1996.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptative significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, p. 353-377, 1993.

## CONSERVAÇÃO DE *Vriesea incurvata* (BROMELIACEAE), ESPÉCIE ENDÊMICA DA FLORESTA ATLÂNTICA: AVALIAÇÃO DE NUTRIENTES PARA CULTURA *IN VITRO*

Márcio H. Sasamori (Feevale)<sup>1</sup>  
Delio Endres Júnior (Feevale)<sup>2</sup>  
Annette Droste (Feevale)<sup>3</sup>

Palavras-chave: Bromélias. Macronutrientes. Sais Nitrogenados. Micropropagação.

### INTRODUÇÃO

O bioma Floresta Atlântica tem apresentado, cada vez mais, redução de sua área vegetal (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2011), sendo conhecido mundialmente como uma das áreas prioritárias para conservação (MYERS et al., 2000). As plantas epifíticas são características deste bioma (KERSTEN, 2010) e são fundamentais para a manutenção e o equilíbrio destas comunidades florestais (LUGO e SCATENA, 1992; ROCHA et al., 2004).

Entre as epifíticas, Bromeliaceae se destaca devido à característica de acumular água em “tanques” (SOUZA e LORENZI, 2012), permitindo condições de coexistência de organismos vivos, bem como na participação dos processos e mecanismos de ciclagem de nutrientes (ROCHA et al., 2004). Na Floresta Atlântica, são encontrados várias espécies endêmicas de Bromeliaceae (WANDERLEY et al., 2006; MARTINELLI et al., 2008), sendo que muitas figuram nas listas de espécies ameaçadas de extinção, devido ao extrativismo, bem como à degradação ambiental por intervenção antrópico (REITZ, 1983; FORZZA et al., 2013).

No Rio Grande do Sul, ocorrem diversas espécies de *Vriesea* Lindl., principalmente no domínio do bioma Floresta Atlântica (REITZ, 1983). *Vriesea incurvata* Gaudich, objeto de estudo do presente trabalho, é uma bromeliácea epifítica que figura na lista de espécies ameaçadas do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2002).

Poucos estudos têm sido realizados visando à propagação de bromélias através de sementes. Diante da fragmentação e destruição dos habitats naturais da bacia do Rio dos Sinos e diante do grande número de espécies de plantas vasculares ameaçadas, estudos visando à propagação *in vitro* destas espécies são relevantes, com objetivo de disponibilizar indivíduos para programas de reintrodução.

1- Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Feevale, Mestrando em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale e Bolsista FAPERGS/CAPES (marciosasamori@feevale.br);

2- Graduando em Ciências Biológicas na Universidade Feevale e Bolsista de Iniciação Científica FAPERGS;

3- Doutora em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Docente e Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A cultura de tecidos *in vitro* é uma importante ferramenta para a conservação genética de espécies (GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1998), pois permite a germinação das sementes de forma rápida e eficiente quando comparada com o ambiente natural (MERCIER e KERBAUY, 1995). Ao mesmo tempo, plantas ameaçadas de extinção podem ser propagadas *in vitro* com o propósito de serem utilizadas em programas de reintrodução de espécies (BENSON, 1999).

A propagação efetiva de cada espécie e o seu estabelecimento requer o meio de cultura adequado. Sob as mesmas condições de cultivo, cada espécie pode apresentar diferentes respostas em função das características genéticas (KOZAY et al., 1997; FORTES e PEREIRA, 2001).

O meio MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962) com suas modificações e diluições tem demonstrado bons resultados para diversas espécies vegetais (GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1998). Além disso, alguns estudos demonstram que as concentrações de sais macronutrientes do meio de cultura MS têm efeitos positivos sobre o desenvolvimento e o crescimento das plântulas de bromélias e orquídeas (MERCER e KERBAUY, 1992; REGO-OLIVEIRA, et al., 2003; SORACE et al., 2008; ARANDA-PERES, et al., 2009; PIVETA et al., 2010; KURITA et al., 2014).

O nitrogênio contribui no metabolismo celular e atua como agente tamponante, controlando o pH e contribuindo para absorção de outros nutrientes presentes no meio (NAGAO et al., 1994). Alguns estudos demonstraram a influencia do nitrogênio em diferentes concentrações no desenvolvimento de bromélias propagadas *in vitro* (MERCIER et al., 1997; ENDRES e MERCIER, 2001 e 2003; KANASHIRO et al., 2007)

Após a cultura *in vitro*, as plântulas precisam ser transferidas para condição *ex vitro*, denominada uma etapa intermediária de aclimação (GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1998), posteriormente podendo ser disponibilizadas para programas de reintrodução de espécies ou dispostas para fins comerciais.

Considerando a carência de dados referentes à propagação *in vitro* de *Vriesea incurvata* e reconhecendo a importância da micropropagação como contribuição à conservação de espécies ameaçadas de extinção, o presente estudo tem por objetivo propagar plântulas de *V. incurvata* em diferentes concentrações de sais nitrogenados e macronutrientes do meio MS.

## METODOLOGIA

Plântulas obtidas por semeadura *in vitro* com  $1,0 \pm 0,2$  cm de altura foram cultivadas em frascos contendo 30 mL de meio MS, acrescido de 3% de sacarose, 0,4% de Phytigel™, 0,5% de carvão ativado e pH ajustado a 6,0 antes da esterilização. Os tratamentos consistiram nas reduções dos sais minerais do meio MS original, sendo que as concentrações utilizadas foram de 25 e 50% dos sais macronutrientes (25M e 50M) e 25 e 50% sais nitrogenados (25N e 50N). Um tratamento com a concentração de 100% (100MS) dos sais minerais (macronutrientes e nitrogenados) foi realizado. Para cada concentração de sais, foram cultivados 70 indivíduos, distribuídas em 14 frascos e com cinco plântulas em cada, totalizando 350 plântulas. A cada 60 dias, foi realizado um sub-cultivo. Após 180 dias, foram avaliados para cada indivíduo altura da parte aérea, número de folhas, número de raízes, comprimento da raiz maior e massa fresca das plântulas. As médias foram comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Student-Newman-Keuls ( $p=0,05$ ). Após a medição dos parâmetros morfológicos, 36 plântulas foram submetidas à aclimação, sendo plantadas em substrato comercial (Carolina Soil®, a base de turfa e vermiculita) em bandejas plásticas transparentes com tampa (24 cm x 18 cm, 5 cm de altura). Após o período de 150 dias de aclimação, os dados de sobrevivência foram levantados.

## RESULTADOS

As plântulas dos meios 25M (3,9 cm) e 25N (3,8 cm) apresentaram maior altura da parte aérea, não diferindo significativamente entre si, mas diferindo significativamente das plântulas dos demais tratamentos (50M=3,3 cm; 100MS=3,0 cm; 50N=3,4 cm) ( $H=46,98$ ;  $p<0,001$ ).

Nos tratamentos com sais MS e nitrogenados, nas concentrações de 25 e 50%, verificaram-se médias semelhantes quanto ao número de folhas das plântulas (25M=12,7; 50M=12,8; 25N=13,8; 50N=12,5), não apresentando diferença significativa entre si, embora todos tenham diferido estatisticamente do tratamento 100MS (11,9) ( $H=9,80$ ;  $p=0,044$ ).

Quanto ao sistema radicular, o tratamento 25N apresentou plântulas com maiores médias do comprimento da raiz maior (5,4 cm), diferindo significativamente dos demais tratamentos (25M = 4,3 cm; 50M = 4,4 cm; 100MS = 3,6 cm), exceto das plântulas do tratamento 50N (4,9 cm) ( $H=34,31$ ;  $p<0,001$ ). As plântulas dos meios 25N (4,1), 25M (3,8) e 50M (3,6) apresentaram maiores médias do número de raízes, não diferindo significativamente entre si, mas estatisticamente superiores às plântulas dos demais tratamentos ( $H=22,22$ ;  $p=0,0002$ ).

As plântulas com maiores massas frescas foram obtidas nos meios 25N e 25M (91 mg e 88 mg, respectivamente), diferindo significativamente das plântulas dos demais tratamentos ( $H=42,75$ ;  $p<0,001$ ). Para as plântulas dos tratamentos 50N e 50M (84 e 67mg, respectivamente), observaram-se valores intermediários para massa fresca. No tratamento com 100% dos sais minerais verificou-se o menor valor da massa fresca das plântulas (55mg).

Após 150 dias de aclimação, foi observada maior porcentagem de sobrevivência para as plântulas provindas do cultivo *in vitro* nos tratamentos 25M e 25N (ambos 83,3%). Para as plântulas aclimatadas provindas dos tratamentos 50M e 50N, verificou-se 80,6% de sobrevivência dos indivíduos. A menor taxa de sobrevivência foi observada para as plântulas aclimatadas provindas da propagação *in vitro* com 100% dos sais minerais (77,8%).

## DISCUSSÃO

Os parâmetros morfológicos das plântulas propagadas de *Vriesea incurvata* demonstraram que houve influência positiva da redução dos sais minerais do meio de cultivo sobre o crescimento e desenvolvimento das plântulas. Embora o nitrogênio seja um nutriente mineral importante para as plantas, sua concentração influencia diretamente no crescimento das plântulas (ÁVILA et al., 1998; CAZETTA et al., 1999; ALI et al., 2000), sendo que no presente estudo as plântulas se desenvolverem melhor nos tratamentos em que as concentrações dos sais minerais estavam menores. Tal fato pode estar relacionado com a concentração dos compostos de nitrogênio no meio MS, uma vez que altas concentrações de amônia ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) podem ser prejudiciais para o crescimento das plântulas (SAKUTA et al., 1987).

Assim como no presente estudo, *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B. Smith apresentou maior produtividade da massa fresca e seca em meio de cultura com menores concentrações de nitrogênio (KANASHIRO et al., 2007). Para a orquídea *Vanilla planifolia* Jack ex Andr., plantas cultivadas no meio de cultura com 25% de nitrogênio da formulação original também apresentaram os melhores resultados de germinação e desenvolvimento (PEDROSO DE MORAES et al., 2012).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que as concentrações de sais do meio MS influenciaram no crescimento e desenvolvimento *in vitro* das plântulas de *V. incurvata*, assim como na aclimação das plântulas em substrato, sendo o tratamento com 25% dos sais nitrogenados recomendado para propagação da espécie.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, I.E.A.; KAFKAFI, U.; YAMAGUCHI, I.; SUGIMOTO, Y.; INANAGA, S. Growth, transpiration, root-borne cytokinins and gibberellins, and nutrients compositional changes in sesame exposed to low root-zone temperature under different ratios of nitrate: ammonium supply. **Journal of Plant Nutrition**, v. 23, p.123–140, 2000.

ARANDE-PEREZ, A.N.; MARTINELLI, A.P.; PERES, L.E.P.; HIGASHI, E.N. Adjustment of Mineral Elements in the Culture Medium for the Micropropagation of Three *Vriesea* Bromeliads from the Brazilian Atlantic Forest: The Importance of Calcium. **HortScience**, v. 44, p. 106-112, 2009.

AVILA, A. D.; PEREIRA, S. M.; ARGUELLO, J. A. N concentration and proportion of NH<sub>4</sub>-N affect potato cultivar response in solid and liquid media. **HortScience**, v. 33, p.336–338, 1998.

BENSON, E.E. **Plant Conservation Biotechnology**. Taylor & Francis. 1999.

CAZETTA, J. O.; SEEBAUER, J. R.; BELOW, F. E. Sucrose and nitrogen supplies regulate growth of maize kernels. **Annals of Botany**, v. 84, p.747–754, 1999.

ENDRES, L.; MERCIER, H. Ammonium and urea as nitrogen sources for bromeliads. **Journal of Plant Physiology**, v. 158, p. 205-212, 2001.

ENDRES, L.; MERCIER, H. Amino acid uptake and profile in bromeliads with different habits cultivated *in vitro*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 4, p. 181–187, 2003.

FORTES, G.R.L.; PEREIRA, J.E.S. Estabelecimento *in vitro* da ameixeira cv. América. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 1, p. 183-185, 2001.

FORZZA, R.C.; COSTA, A.F.; LEME, E.M.C.; VERSIEUX, L.M.; WANDERLEY, M.G.L.; LOUZADA, R.B.; MONTEIRO, R.F.; JUDICE, D.M.; FERNANDEZ, E.P.; BORGES, R.A.X.; PENEDO, T.S.A.; MONTEIRO, N.P.; MORAES, M.A. Bromeliaceae. In: MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. (Orgs.). **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, Período 2008-2010**. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica & São José dos Campos, INPE. 2011.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M.A. Micropropagação. Pp. 183-260. In: Torres, A.C.; Caldas, L.S. & Buso, J.A. (eds.) **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. 2 ed. Brasília: Embrapa. 1998.

KANASHIRO, S.; RIBEIRO, R.C.S.; GONÇALVES, A.N.; DIAS, C.T.S.; JOCYS, T. Efeitos de diferentes concentrações de nitrogênio no crescimento de *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B. Sm. cultivada *in vitro*. **Hoehnea**, v. 34, p. 59-66, 2007.

KERSTEN, R.A. Epífitas vasculares – Histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica. **Hoehnea**, v. 37, n. 1, p. 9-38, 2010.

KOZAY, T.; KUBOTA, C.; JEONG, B.R. Environmental control for large-scale production of plants through *in vitro* techniques. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 51, n.1, p. 49-56, 1997.

KURITA, F.M.K.; MACHADO, B.M.; TEIXEIRA, N.B.; CESAR, C.G.A; NIEVOLA, C.C.; TAMAKI, V. Fenologia, cultivo *in vitro* e aclimatização da bromélia ameaçada de extinção *Nidularium minutum* Mez. **Biotemas**, v. 27, n. 1, p. 59-69, 2014.

LUGO, A.E.; SCATENA, F.N. Epiphytes and climate change research in the Caribbean: a proposal. **Selbyana**, v. 13, p. 123-130, 1992.

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C.M.; GONZALEZ, M.; LEITMAN, P. PIRATININGA, A. COSTA, A.F.; FORZZA, R.C. Bromeliaceae da Mata Atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. **Rodriguésia**, v. 59, n. 1, p. 209-258, 2008.

MERCER, H.; KERBAUY, G.B. *In vitro* multiplication of *Vriesea fosteriana*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 30, p. 247-249, 1992.

MERCIER, H.; KERBAUY, G.B.; SOTTA, B.; MIGINIAC, E. Effects of NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> and urea nutrition on endogenous levels of IAA and four cytokinins in two epiphytic bromeliads. **Plants, Cells and Environmental**, v. 20, p. 387-392, 1997.

MERCIER, H.; KERBAUY, G.B. The importance of tissue culture technique for conservation of endangered Brazilian bromeliads from Atlantic rain forest canopy. **Selbyana**, v. 16, p. 147-149, 1995.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, p. 473-497, 1962.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity Hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NAGAO E.O.; PASQUAL M.; RAMOS J.D. Efeitos da sacarose e do nitrogênio inorgânico sobre a multiplicação *in vitro* de brotações de porta-enxerto de citros. **Bragantia**, v. 53, p. 25-31, 1994.



PEDROSO DE MORAES, C.; SOUZA-LEAL, T.; PANOSSO, A.R.; SOUZA, M.C. Efeitos da escarificação química e da concentração de nitrogênio sobre a germinação e o desenvolvimento *in vitro* de *Vanilla planifolia* Jack ex Andr. (Orchidaceae: Vanilloideae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 3, p. 714-719, 2012.

PIVETTA, K.F.L.; MARTINS, T.A.; GALDIANO JUNIOR, R.F.; GIMENES, R.; FARIA, R.T. DE; TAKANE, R.J. Crescimento *in vitro* de plântulas de *Caularthron bicornutum* em diferentes concentrações de sacarose. **Ciência Rural**, v. 40, n. 9, p. 1897-1902, 2010.

REGO-OLIVEIRA, L. DO V.; FARIA, R.T. DE; FONSECA, I.C. DE B.; SACONATO, C. Influência da fonte e concentração de carboidrato no crescimento vegetativo e enraizamento *in vitro* de *Oncidium varicosum* Lindl. (Orchidaceae). **Ciências Agrárias**, v. 24, n. 2, p. 265-272, 2003.

REITZ, R. **Bromeliáceas e a malária-bromélia endêmica**: flora ilustrada de Santa Catarina. Blumenau. Herbário Barbosa Rodrigues. 1983.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto n° 42.099, de 31 de dezembro 2002. **Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências**. Lex-Diário Oficial do Rio Grande do Sul, ano LXII, nº1, 1-6p. 2002.

ROCHA, C.D.R.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; NUNES-FREITAS, A.F.; ROCHAPESSÔA, T.C.; DIAS, A.S.; ARIANE, C.V.; MORGADO, L.N. Conservando uma larga porção da diversidade biológica através da conservação de Bromeliaceae. **Vidalia**, v. 2, p. 52-68, 2004.

SAKUTA, M.; TAKAGI, T.; KOMAMINE, A. Effects of sucrose source on betacyanin accumulation and growth in suspension cultures of *Phytolacca americana*. **Physiologia Plantarum**, v. 1, p. 459-463, 1987.

SORACE, M.; FARIA, R.T. DE; DAMASCENO JÚNIOR, C.V.; GOMES, G.P.; BARBOSA, C.M.; VIEIRA, F.G.N.; SILVA, G.L. DA; TAKAHASHI, L.S.A.; SCHNITZER, J.A. Crescimento *in vitro* de *Oncidium baueri* (Orchidaceae) em diferentes concentrações de macronutrientes e sacarose. **Ciências Agrárias**, v. 29, n. 4, p. 775-782, 2008.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APGIII. Editora Plantarum. 2012.

WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; MELHEN, T.S.; GIULIETTI, A.M. **Flora Fanerogâmica do estado de São Paulo**. FAPESP. 2006.

## **CURTUME: EFLUENTES, TOXICIDADE E NOVAS TECNOLOGIAS**

Iona Souza Lemmert<sup>1</sup> – Feevale

Cláudia Regina Klauck<sup>2</sup> – Feevale

Marco Antônio Siqueira Rodrigues<sup>3</sup> (orientador) – Feevale

**Palavras-chaves:** Processos Oxidativos Avançados. Efluente. Curtume. Novas Tecnologias.

### **INTRODUÇÃO**

A Associação das Industriais Coureiras do Sul (AIC Sul, 2011) enfatiza o crescimento do mercado brasileiro em 2011, em torno de 42,7 milhões de peles, colocando o Brasil na segunda posição na produção mundial de matérias-primas de couros e peles bovinos e um dos maiores exportadores mundiais de couro. Considerando que o Brasil processa em torno de 42,7 milhões de peles por ano, utilizando, em média, 0,8 m<sup>3</sup> / pele processada (PACHECO, 2005), é utilizado cerca de 34 bilhões de litros de água por ano, devido a este grande volume, bem como sua contaminação com metais tóxicos, corantes, matéria orgânica, entre outros, deve-se dar uma atenção especial ao tratamento dos efluentes oriundos de indústrias coureiras. O tratamento convencional de efluentes (floculação, decantação, biológicos), muitas vezes não são eficientes para remoção de compostos recalcitrantes e para redução da toxicidade. Neste cenário o estudo de novas tecnologias de tratamento que proporcionem um efluente tratado com capacidade de ser reusado no processo produtivo é de suma importância. O tratamento com os Processos Oxidativos Avançados (POA's), tais como a fotoeletrooxidação (FEO), tem se destacado por proporcionar um efluente de excelente qualidade, com a melhora de uma série de parâmetros, tais como cor, nitrogênio, DQO, metais, tornando-o propício para a reutilização.

O presente trabalho teve como objetivo aplicar a tecnologia de fotoeletrooxidação (FEO) como tratamento de terciário ao efluente de curtume, bem como determinar a taxa de remoção dos compostos e a toxicidade do efluente antes e após o tratamento.

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

## PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS (POA'S)

Segundo Cavalcanti (2009), qualquer processo oxidativo avançado gera e utiliza o radical livre hidroxila ( $\bullet\text{OH}$ ), pois o radical hidroxila é um forte agente oxidante capaz de destruir compostos e poluentes orgânicos que não podem ser oxidados por oxidação convencional. O resultado é a formação de radicais orgânicos que reagem com oxigênio, dando início a uma série de reações de degradação que podem culminar em espécies inócuas, tipicamente dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) (TIBURTIUS E PERALTA-ZAMORA, 2004).

Esta tecnologia é caracterizada também pela sua versatilidade, uma vez que se podem obter os radicais hidroxila das mais diversas formas, através de diferentes meios e combinações entre os oxidantes, de modo a obter a associação mais apropriada para um problema específico. Flores (2008) cita alguns deles como, por exemplo: utilização de oxidantes fortes como o ozônio e peróxido de hidrogênio, semicondutores como dióxido de titânio e o óxido de zinco e/ou radiação ultravioleta.

O processo de fotoeletrooxidação (FEO) consiste na combinação de dois POA's: eletrólise e fotocátalise heterogênea – como salientam Bertazzoli e Pelegrini (2002). Uma das consequências da aplicação de POA's em efluentes de matriz complexa, como é o caso dos efluentes industriais, é a geração de espécies intermediárias, que podem ser mais tóxicas do que efluente inicial.

Diante deste fato, é de suma importância a realização de testes de toxicidade para avaliar a eficácia e segurança de matrizes aquosas tratadas por POA's (Rizzo 2011). Dentre os bioensaios para avaliação de toxicidade de efluentes, o uso de *Allium cepa* tem se destacado, devido à sua alta sensibilidade, facilidade e rapidez de execução (BARBERIO *et al.*, 2009; FISKESJÖ, 1985; GRANT, 1982; RANK, 2003), além de serem de fácil armazenamento, manuseio e as células da raiz constituem um sistema conveniente tanto para parâmetros macroscópicos (crescimento, deformidade), quanto para parâmetros microscópicos (aberrações cromossômicas), conforme comenta Fiskesjo (1985).

## METODOLOGIA

A coleta das amostras deu-se no final do processo do tratamento convencional da ETE de uma empresa de acabamento de couros da região do Vale dos Sinos. Para os testes de caracterização do efluente após o tratamento convencional, foram realizadas amostras compostas. O volume coletado para os testes com FEO foi de 50 litros de amostra em bombonas de polietileno. Foram utilizados 7 litros em cada ensaio com FEO, realizados em bateladas, com recirculação. O reator empregado era cilíndrico com um ânodo e um cátodo de Titânio revestido de Dióxido de Titânio/Dióxido de Rutênio ( $70\text{TiO}_2/30\text{RuO}_2$ ). Para aplicar a corrente elétrica, foi utilizado um gerador de corrente elétrica contínua da marca DEC (modelo: P-35-10-11.0-1). A lâmpada utilizada como fonte ultravioleta (UV), inserida no centro do reator com o bulbo de quartzo e então, envolto pelos eletrodos, foi uma lâmpada de vapor de mercúrio de 400 W. Foi utilizado um banho termostato da marca Marconi (modelo: MA 184), para evitar superaquecimento do sistema, as temperaturas ficaram entre  $45^\circ$  e  $55^\circ\text{C}$ .

As análises físico-químicas de cloretos, DQO, dureza cor, nitrato, pH, alumínio, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total Kjeldahl, e cromo total foram realizadas pela Central Analítica da Universidade Feevale, segundo as metodologias do Standart Methods. Os resultados obtidos foram comparados com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONSEMA 128/06).

## **TESTES DE TOXICIDADE**

A avaliação da toxicidade do efluente através dos testes de crescimento radicular com *Allium cepa*, segundo Fiskesjo (1985) foi realizado da seguinte forma: foram obtidas comercialmente *Allium cepa*, estas foram mantidas em água de abastecimento público 24 horas antes do teste. Foi realizado um grupo controle com água de abastecimento público e então foram realizadas diluições de 5, 10, 25, 50 e 100 %, cada diluição em quintuplicatas. Estas foram mantidas em contato com a amostra por 48 horas ao abrigo da luz e à temperatura ambiente. Após este período foi aferido o comprimento das três maiores raízes e estas comparadas com o controle. A partir deste valor foi feita uma estimativa da toxicidade, avaliada pela inibição de crescimento radicular, considerando-se como tóxico aquele

tratamento capaz de causar a inibição em 50 % ou mais ( $IC_{50}$ ) no comprimento das raízes em relação ao grupo controle (TÜRKOĞLU, 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O quadro 1 apresenta a caracterização do efluente bruto (após tratamento convencional) e deste efluente após o tratamento com FEO.

**Quadro 1 – Resultados dos ensaios**

Parâmetros	Tratado de forma convencional (Bruto)	FEO 5h - 63mA/cm <sup>2</sup>	FEO 10h - 63mA/ cm <sup>2</sup>	FEO 5h - 33mA/ cm <sup>2</sup>	CONSEMA 128/06
Cloretos (mg L <sup>-1</sup> )	1120,2	392,62	210,9	521,1	XXX
Cor (uH)	53	8,55	12	3	Não alterar cor do corpo receptor
DQO (mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> )	463,8	48,71	53,1	62,8	330
Dureza (mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup> )	946	408	656	560	XXX
Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )	n.d.	57,65	90,52	50,98	XXX
Nitrogênio Amoniacal (mg L <sup>-1</sup> )	58,02	n.d.	n.d.	n.d.	20
Nitrogênio Total Kjeldahl (mg L <sup>-1</sup> )	101,92	1,62	n.d.	1,57	20
pH	7,9	7,6	8	8,4	6 a 9
Alumínio (mg L <sup>-1</sup> )	3,81	0,67	0,67	0,82	10
Cromo Total (mg L <sup>-1</sup> )	0,03	0,17	0,09	0,07	0,5

Limite de detecção Nitrato: 0,078503 mg L<sup>-1</sup>

n.d. - Não detectado pelo método.

Limite de detecção Nitrogênio: 0,14 mg L<sup>-1</sup>

Como se pode observar, o tratamento convencional, apresenta muitos parâmetros acima do limite máximo determinado pela legislação, sendo conclusivo que o tratamento atual que está sendo efetuado na empresa, não está sendo efetivo.

Ao compararmos o teste 1 (FEO 5 horas – 63 mA/cm<sup>2</sup>) com o teste 2 (10 horas – 63 mA/cm<sup>2</sup>), pode-se observar que os resultados com o dobro de tempo não diminuiram de forma significativa os parâmetros permanecendo com os parâmetros cor, DQO, dureza,

nitrato e pH acima do teste 1, não sendo necessário permanecer com o reator ligado o dobro de tempo, consumindo energia.

Para a comparação com o teste de 5 horas com aplicação de  $33 \text{ mA/cm}^2$ , pode-se observar que os parâmetros cloretos, DQO, dureza, pH, sendo que a dureza e cloretos podem afetar o processo produtivo por estarem com valores elevados, não sendo recomendado a reutilização deste efluente com estas condições. No teste com FEO 5 horas com  $63 \text{ mA/cm}^2$  houve redução de 84 % de remoção na cor, 89,5% de remoção de DQO, bem como a redução de 56,9 % de dureza, 100 % na remoção de nitrogênio amoniacal, 98,4 % de remoção de nitrogênio total e 82,4 % de remoção do alumínio, enquadrando todos os parâmetros na Resolução CONSEMA 128/06.

É possível verificar o aumento de nitrato, assim como do cromo em todos os testes. Os nitrogênios presentes no efluente estão sendo oxidados a nitratos com o tratamento de FEO. O aumento do cromo pode estar relacionado ao fato de este metal estar ligado com as matérias orgânicas presentes no efluente e, quando estas moléculas são degradadas com o processo de FEO, o cromo é liberado, sendo de fácil detecção ao método utilizado.

## **AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DO EFLUENTE**

O teste utilizando o crescimento médio das raízes de *Allium cepa* a média do crescimento das raízes do controle resultou em 4,9 cm sendo representado por 100%. Já o tratamento convencional e os tratamentos com FEO foram realizadas as médias, comparando-as com as médias das raízes do controle para estabelecer o percentual de crescimento radicular destes com relação ao controle.

É possível verificar na figura 1 que, ao comparar o efluente tratado de forma convencional, denominado bruto, (antes do tratamento FEO) com o controle (água de abastecimento público) há uma redução no crescimento radicular, evidenciando a presença de substâncias tóxicas. Os tratamentos com FEO indicam que estes obtiveram inibição do crescimento radicular mais elevados, as médias das raízes apresentaram valores inferiores a 50 % do valor da média das raízes do controle, ou seja, há inibição de crescimento radicular, indicando toxicidade da amostra. Salienta-se que, apesar deste indicativo, somente após o teste de crescimento radicular, citotoxicidade e genotoxicidade são possíveis avaliar completamente a toxicidade do efluente. Conforme comentado por Rizzo (2011) a aplicação

de POAs em efluentes complexos, pode resultar na formação de subprodutos de degradação mais tóxicos do que o composto inicial.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se observar que o tratamento convencional realizado pela empresa, não possui eficiência adequada para enquadrar os parâmetros analisados na legislação vigente no momento das realizações dos testes.

O tratamento com FEO de 5 horas/  $63 \text{ mA/cm}^2$  apresentou o melhor resultado, reduzindo a maioria dos parâmetros físico-químicos e enquadrando-os no CONSEMA 128/06. O tempo de tratamento também se mostrou eficiente, ao compará-lo com o tratamento de 10 horas, não sendo necessário o dobro do tempo, podendo até obter compostos intermediários mais tóxicos do que no tratamento com 5 horas. Ao comparar as correntes distintas, notou-se que não houve redução nos parâmetros utilizando corrente mais baixa, sendo mais eficiente a corrente mais elevada.

Os tratamentos realizados com FEO demonstraram indícios de toxicidade, porém é necessário ajustar a melhor configuração, ou até tratamentos posteriores, como a eletrodialise.

## REFERÊNCIAS

AICSul – Associação de Indústrias Coureira do Sul . **Boletim estatístico do couro 2011**. Fevereiro 2011.

BARBÉRIO, A.; BARROS, L.; VOLTOLINI, J. C.; MELLO, M. L. S. Evaluation of the cytotoxic and genotoxic potential of water from the Brazilian river Paraíba do Sul with the *Allium cepa* test. **Brazilian Journal of Biology**. V. 69, p. 837-842, 2009.

BERTAZZOLI, R. PELEGRINI, R. **Descoloração e degradação de poluentes orgânicos em soluções aquosas através do processo fotoeletroquímico**. Química Nova, vol. 25, n.3, 477-482, 2002.

CAVALCANTI, J. E. W. de A. **Manual de Tratamento de Efluentes Industriais**. São Paulo: Engenho Editora Técnica Ltda, 2009.

Conselho Estadual do Meio Ambiente - **CONSEMA 128/06**. Disponível em: <<http://www.mp.rs.gov.br/ambiente/legislacao/id4887.htm>> Acessado em outubro de 2012.

FISKESJÖ, G. The *Allium* test as a standard in environmental monitoring. V. 102, p. 99-112, 1985.

FLORES, R. G. **Aplicação de processos oxidativos avançados homogêneos e heterogêneos na degradação de efluentes de curtume**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.

GRANT, W.F. Chromosome aberrations assay in A report of the U.S. Environmental Protection Agency Gene- Tox Programme. **Mutation Research**. V. 99, p. 273-291, 1982.

MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Genesis, 2000.

PACHECO, J. W. F. **Curtumes- Série P+L**. CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). São Paulo, 2005. Disponível em:<<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em maio, 2012.



RANK, J. The method of *Allium* anaphase-telophase chromosome aberration assay. **Ekologija**. V. 1, p. 38–42, 2003.

RIZZO, L. Bioassays as a tool for evaluating advanced oxidation processes in water and wastewater treatment. **Water Research**. V. 45, p. 4311-4340, 2011.

TIBURTIUS, E.R.L.; PERALTA-ZAMORA, P.; **Contaminação de águas por BTXS e processos utilizados na remediação de sítio contaminados**. Química Nova, 2004, vol. 27, p. 441.

TÜRKOĞLU, Ş. Determination of genotoxic effects of chlorfenvinphos and fenbuconazole in *Allium cepa* root cells by mitotic activity, chromosome aberration, DNA content, and comet assay. **Pesticide Biochemistry and Physiology**. V. 103, p. 224-230, 2012.

# DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS A PARTIR DE RESÍDUOS TÊXTEIS DA INDÚSTRIA CALÇADISTA

Luiz Carlos Robinson – Universidade FEEVALE

Palavras-Chave: Resíduos. Têxteis. Reciclagem. Ciclo de reciclagem. Materiais.

## 1 INTRODUÇÃO

O Vale dos Sinos é um importante complexo coureiro-calçadista brasileiro. No Vale são produzidos insumos da cadeia coureiro-calçadista como: equipamentos, máquinas, produtos químicos e demais componentes para calçados. Em função disso, ocorre uma grande geração de resíduos industriais, o que tem causado problemas ambientais, inclusive no que tange a locais para a sua armazenagem.

Neste sentido a busca por alternativas para o reaproveitamento dos mesmos, como a reciclagem, é de suma importância. Este trabalho pretende desenvolver um processo de reciclagem de resíduos de materiais têxteis com objetivo de desenvolver materiais que serão empregados no próprio setor.

Os resíduos têxteis e os materiais desenvolvidos serão caracterizados por técnicas de termogravimetria (TGA), Calorimetria de Varredura Diferencial (DSC) e ensaios físico mecânicos. Os materiais serão feitos a partir do processamento dos resíduos em moinho, reômetro de torque, prensa, extrusora monorroscas e laminadora. O ciclo de reciclagem será repetido 5 vezes para avaliar o comportamento do material após cada ciclo. Espera-se diminuir a quantidade de resíduos e de matéria-prima virgem para a fabricação de novos componentes para calçados.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O estado do Rio Grande do Sul é o principal fabricante de calçados do Brasil. A produção de artigos de couro, de calçados aliada com a oferta de componentes, de máquinas, de instituições de ensino e de desenvolvimento na área fazem com que o estado seja considerado o maior *cluster* calçadista do mundo (GATELLI; ZEVE; SIKILERO, 2010). Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, Consultor de Empresas do setor calçadista e Professor de graduação da Universidade Feevale.

Relatório emitido pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), segundo análise de resultados dos autores (SILVA, SANGOI E ESPINOZA, 2003) aponta a indústria coureiro-calçadista como sendo o maior gerador de resíduos sólidos de classe I (perigosos) do estado do Rio Grande do Sul (tabela 1).

A região do Vale do Sinos, região onde estão situadas as empresas objeto desta pesquisa, tem apresentado sérios problemas com a contaminação da água e do solo, fruto de deposição inadequada durante décadas de produção em grande escala e da ausência de legislação específica para gerir tais armazenagens (SUZIGAN et al.).

Wright e Giovinazzo (2004) têm alertado de que “as empresas que produzem plásticos enfrentam o enorme desafio de como assegurar a sustentabilidade de um setor cujos produtos, uma vez descartados, levam mais de 300 anos para a degradação”. Bom (2008) cita que “Um dos grandes problemas atuais é a destinação final de materiais que não podem mais ser reutilizados no processo de origem”.

Trabalhos realizados por KOSSAKA (2004), LUCKMANN (2005), BOLSONI (2008), relativos à reutilização de resíduos de poliuretano apontaram para a viabilidade técnica e econômica da reciclagem em misturas com polímeros virgens. Em relação à reciclagem de couraças e contrafortes, KERN (1999) e KAZMIERCZAK (2001) avaliaram a utilização de resíduos destes em matriz de gesso, chegando à conclusão que a reciclagem é possível, haja vista que estes resíduos se comportam como uma fibra na matriz de gesso. Flach, Robinson e Martins (2012) investigaram o processamento de couraças, contrafortes e laminados sintéticos de poliuretano com a adição em maiores quantidades de EVA. Segundo Zattera et al. (2005), este polímero é facilmente encontrado no mercado, tem o preço acessível e também oferece um fácil escoamento para com os resíduos quando processados.

### 3 METODOLOGIA

Para a elaboração desta pesquisa serão considerados as etapas descritas nos itens a seguir:

- Referencial teórico;
- Coleta de Materiais;
- Caracterização dos Materiais;
- Processamento em moinho de facas;
- Processamento no reômetro de torque;

Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, Consultor de Empresas do setor calçadista e Professor de graduação da Universidade Feevale.

- Extrusão;
- Laminação;
- Caracterização dos materiais;
- Ensaio físico-mecânicos;
- Caracterização por Microscopia Eletrônica de Varredura;
- Tabulação e análise dos resultados;
- Ciclo de Reciclagem;
- Análise dos resultados.

#### **4 RESULTADOS**

Os resultados obtidos, ainda que parciais, apontam para a possibilidade de reciclagem destes resíduos com no máximo 30% de matéria-prima virgem e 70% de uma combinação de resíduos têxteis.

Com a repetição dos ciclos de reciclagem a laminação foi facilitada e os materiais apresentaram melhores propriedades plásticas porém tiveram redução na dureza destes e que estão sendo comprovados através de ensaios de caracterização previstos neste trabalho.

#### **5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Os resultados ainda são parciais e estão sendo tabulados para posterior comparação com os componentes para calçados desenvolvidos com a utilização dos resíduos têxteis.

#### **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O processo de reciclagem tem se demonstrado um processo viável para o reaproveitamento e desenvolvimento de novos componentes para calçados. Embora o trabalho esteja na fase de coleta de resultados, estes tem demonstrado a viabilidade deste processo.

Ajustes promovidos ao longo deste também contribuíram para que uma maior utilização de resíduos possam ser agregados nestes componentes, o que tornará esta alternativa interessante para o setor calçadista.

#### **BIBLIOGRAFIA**

Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, Consultor de Empresas do setor calçadista e Professor de graduação da Universidade Feevale.

ALLEN R. D.; NEWMAN S. T.; MITCHELL S. R.; TEMPLE R. I.; JONES C. L.; BOER C. R.; DULIO S. **Design of Experiments for the Qualificaton of EVA Expansion Characteritics.** Robotic and Computer-Integrated Manufacturing, v. 21, p. 412-420, ago./out. 2005.

BECKER, D.; ROEDER, J.; OLIVEIRA, R.V.B.; SOLDI, V.; PIRES, A.T.N. **Blend of Thermosetting Polyurethane Waste with Polypropylene: Influence of Compatibilizing Agent on Interface Domains and Mechanical Properties.** Polymer Testing, v. 22, n. 2, p 225-230, abr. 2003.

BOLSONI, E.. **Estudo do Reaproveitamento e Reutilização das Espumas Rígidas de Poliuretano Pós-Consumo.** 2008. 137f. Tese (Curso de Doutorado em Engenharia e Ciência de Materiais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

BOM, R. P. **Análise Reológica de Misturas de PSAI com Resíduos de Espuma Rígida de Poliuretano.** Estudos Tecnológicos, v. 3, n. 2, p. 112-123, jul./set. 2007.

BOM, R. P. **Alternativa de Reciclagem de Resíduos de Espuma Rígida de Poliuretano com ABS.** Revista Matéria, v. 13, n. 2, p. 388–397, 2008.

FERRETO, H.F.R. **Estudo da Síntese de Copolímero Olefínico à Base de Politetrafluoretileno (PTFE) por Meio da Enxertia Induzida por Radiação Gama.** Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, autarquia associada à Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006

FLACH, M.V.; ROBINSON; L.C.; MARTINS, R.M. **Utilização do copolímero etilenoacetato de vinila (EVA) como facilitador da reutilização de resíduos da indústria calçadista para a fabricação de material para contraforte.** Monografia (curso de Engenharia Industrial Química). Universida FEEVALE, 2012.

FRAJ. A.B, KISMI, M , MOUNANGA, P. **Valorization of coarse rigid polyurethane foam waste in lightweight aggregate concrete.** Construction and Building Materials, vol. 24, 1069–1077 (2010)

GATELLI, E.; ZEVE, C. M. D. C.; SIKILERO, C. B. **Impacto Ambiental da Cadeia Produtiva do Setor Calçadista do Vale dos Sinos.** XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: Competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. São Carlos, SP, 2010.

KAZMIERCZAK, C.S.; KERN, A. P.; SANTOS, I.S. S.; RAMIRES, M. V. V.; SILVA, HEITOR, C. **Resíduos de Contrafortes Termoplásticos Provenientes da Indústria Coureiro-Calçadista.** Coletânea Habitare, v. 4, cap. 5, p. 124-175, 2001.

KERN, A. P. **Estudo da Viabilidade da Incorporação de Resíduos de Contrafortes de Calçados em Matriz de Gesso para Uso como Material da Construção Civil.** 1999. 126f. Dissertação ( Curso de Mestrado em Engenharia da Construção Civil) Programa de Pós-

Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, Consultor de Empresas do setor calçadista e Professor de graduação da Universidade Feevale.

Graduação e Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

**KOSSAKA, J.. Método de Reciclagem de Espuma Rígida de Poliuretano de Refrigeradores e Congeladores de Uso Doméstico.** 2004. 68f. Dissertação (Curso de Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais e Processos, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

**LUCKMANN, L.. Reciclagem de Resíduos de Espuma Rígida de Poliuretano Através da Incorporação em Polímeros Termoplásticos, ABS, PS e PS.** 2005. 171f. Dissertação (Curso de Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade do Estado de Santa Catarina. Joinville, 2005.

**PINTO. M.L, PIRES. J, CARVALHO. A.P, CARVALHO, M.B, BORDADO,J.C. Synthesis and regeneration of polyurethane/adsorbent composites and their characterization by adsorption methods.** Microporous and Mesoporous Materials. Vol. 89, 260–269 (2006)

**ROSSINI, E. L. Obtenção de Blenda Polimérica PET/PP/PE/EVA a Partir de “Garrafas PET” e Estudo das Modificações Provocadas pela Radiação Ionizante.** 2005. 162f. Tese (Curso de Doutorado em Ciências e Tecnologia Nuclear-Aplicações) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

**SARI. Sistema de Administração de Resíduos Industriais.** Informação disponibilizada por mensagem eletrônica no dia 16 de janeiro de 2012.

**STARK, W.; JUANICH, M. Thermoanalytical Characterization of Ethylene Vinyl Acetate Copolymer (EVA) for Photovoltaic Modules.** Photovoltaics, 2011.

**SILVA,,R.C.; SANGOL,R.F.; ESPINOZA, M.W. Relatório sobre a Geração de Resíduos Sólidos Industriais no Estado do Rio Grande do Sul: FEPAM e FNMA, 27p. (2006)**

**SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R.; SAMPAIO, S. E. K. A Indústria de Calçados de Nova Serrana (MG). Nova Economia.v.15 n.3 Belo Horizonte. set./dez.2005.**

**WRIGHT.J.T.C, GIOVINAZZO, R.A. Crescimento sustentável da indústria de plásticos criando estratégias de ação.** Revista de Administração Mackenzie, Vol. 5, No 1 (2004)

**ZATTERA, A. J; BIANCHI, O.; ZENI, M.; FERREIRA, C. A. Caracterização de resíduos de copolímeros de etileno-acetato de vinila – EVA. Polímeros v.15 n1. São Carlos-SP Jan/Mar 2005.**

Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, Consultor de Empresas do setor calçadista e Professor de graduação da Universidade Feevale.

## **DETECÇÃO DE ADENOVÍRUS EM AMOSTRAS DE ÁGUA E MOLUSCOS PRESENTES EM ÁREAS ÚMIDAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS**

**Juliana Schons Gularte (FEEVALE)<sup>1</sup>, Rodrigo Staggmeier (FEEVALE)<sup>2</sup>, Andréia Henzel (FEEVALE)<sup>3</sup>, Caroline Rigotto (FEEVALE)<sup>4</sup>, Fernando Rosado Spilki (FEEVALE)<sup>5</sup>.**

Palavras-Chave: Adenovírus. Água. Moluscos. Áreas Úmidas. Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

### **INTRODUÇÃO**

As áreas úmidas são ecossistemas de grande importância ecológica que atualmente são considerados vulneráveis e ameaçados, por sofrerem com a poluição e a degradação ambiental. As diversas ações antrópicas vêm alterando significativamente os ambientes naturais, com relação aos ecossistemas aquáticos, uns dos principais problemas é o lançamento de efluentes não tratados, que compromete a qualidade da água e, conseqüentemente, atingem a própria saúde humana. Os vírus são as principais causas de doenças relacionadas a água, pois os vírus entéricos, aqueles que infectam o trato gastrointestinal, são excretados através dos esgotos domésticos em grande quantidade nos corpos hídricos. Os adenovírus humanos (HAdV) são vírus entéricos altamente resistentes no ambiente, sendo candidatos promissores como indicadores de poluição fecal. Monitorar a presença de HAdV em corpos hídricos demonstra-se importante para o controle de surtos de gastroenterites que possam afetar a população, já que a presença de vírus entéricos na água está intimamente relacionado a poluição fecal, e as análises padrões de potabilidade da água não garantem a sua ausência. Destacando que moluscos são organismos comuns em água doce, a sua utilização na detecção de vírus e possível amplificação da possibilidade de detecção de HAdV teríamos uma ferramenta útil de bioindicação, complementando as análises tradicionais de água.

<sup>1</sup> Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Mestranda em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale e bolsista do Projeto Sinos D'Água (COMITESINOS/Petrobrás).

<sup>2</sup> Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, Doutorando em Qualidade Ambiental pela mesma instituição.

<sup>3</sup> Doutora em Medicina Veterinária Preventiva pela Universidade Federal de Santa Maria, Pós-doutoranda em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale.

<sup>4</sup> Doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal de Santa Catarina, Pós-doutoranda em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale.

<sup>5</sup> Doutor em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Campinas, Docente da Universidade Feevale.

O objetivo geral deste trabalho é detectar a presença de HAdV em amostras de água e moluscos presentes em áreas úmidas da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, RS, Brasil. Os objetivos específicos são: detectar e quantificar genomas de HAdV por reação da polimerase em cadeia em tempo real (qPCR) a partir de amostras de água e moluscos coletados em áreas úmidas; analisar a infecciosidade dos vírus presentes nas amostras positivas por passagens de cultivo celular; relacionar as frequências e cargas de HAdV presentes em amostras de água e moluscos colhidos nas mesmas áreas úmidas de coleta e analisar a viabilidade e possíveis vantagens do uso de moluscos como via de concentração e auxílio na detecção de HAdV contaminantes da água.

Para a detecção de HAdV será utilizado o método molecular reação de polimerase em cadeia em tempo real (qPCR), para a infecciosidade dos vírus serão realizadas passagens de isolamento viral e para coliformes fecais será utilizado o Kit Colilert.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Os vírus são as principais causas de doenças de veiculação hídrica (BOSCH et al., 2008), os que infectam o trato gastrointestinal, são denominados de vírus entéricos. No intestino do hospedeiro, se multiplicam rapidamente, sendo eliminadas altas doses virais em esgoto doméstico. Fora de seu hospedeiro podem permanecer em sistemas hídricos, tempo suficiente para afetar usuários recreativos e consumidores de animais aquáticos (CARTER, 2005). De acordo com Rees et al. (2000) o lançamento de águas residuais não tratadas em corpos hídricos, aumenta a contaminação por microrganismos patogênicos. Comprometendo a qualidade da água, e conseqüentemente a saúde humana.

Os adenovírus humanos (HAdV) são vírus não envelopados detectados com alta frequência na água contaminada por dejetos humanos (CARTER, 2005). Os HAdV podem causar uma ampla gama de enfermidades em seres humanos, com destaque para gastroenterites (MENA; GERBA, 2009). De acordo com Haramoto et al. (2007) a via fecal-oral é reconhecida como principal modo de transmissão de HAdV. A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2011) ressalta que os HAdV são muito resistente a alguns processos de tratamento e desinfecção da água e potenciais indicadores avançados de contaminação fecal da água.

De acordo com a presença ou ausência de coliformes fecais é baseado as diretrizes de potabilidade da água para consumo humano no Brasil. Porém estes métodos não garantem o controle de contaminação fecal, já que não avaliam a presença de vírus entéricos (COMERLATO et al., 2011). O que demonstra-se preocupante, pois Leclerc et al. (2002)



afirmam que inúmeros estudos apontam que a presença e contagem de indicadores bacterianos não apresentam correlação com vírus entéricos.

As áreas úmidas proporcionam inúmeros benefícios para a população (JUNK et al., 2014), entre elas contribuem para a conservação da biodiversidade e abrigam inúmeras espécies de animais (RAMSAR, 2013). Entretanto estes ecossistemas são considerados ameaçados em todo o mundo (SCBD, 2010). Estes ambientes quando impactados pelas ações antrópicas, significam um grave problema para a saúde humana, principalmente quando ocorre a contaminação por patógenos, metais pesados e pesticidas (DALE; CONNELLY, 2012).

Os moluscos habitam diferentes ambientes, podendo ser comuns e abundantes em água doce. Os gastrópodes são organismos importantes nesses ambientes, pois possuem um elevado número de espécie, biomassa e fundamental papel nas cadeias tróficas (MUGNAI et al., 2010). Ainda que vários estudos tenham sido realizados apontando a presença de HAdV e outros vírus em tecidos de bivalves coletados em água contaminada (CROCI et al., 2007; VILARIÑO et al., 2009; LEGEAY et al., 2000; RIGOTTO et al., 2010), pesquisas utilizando gastrópodes como bioindicadores de contaminação fecal em ambientes de água doce não são comuns.

## **METODOLOGIA**

As amostragens serão realizadas em seis áreas úmidas da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, sendo que serão escolhidas duas áreas úmidas por cada parte do rio. As coletas ocorrerão com periodicidade bimestral durante um ano. As amostras de água serão coletadas de forma asséptica em frascos de vidro estéreis de 500 mL (análise virológica) e 100 mL (análise de coliformes fecais). Os moluscos serão coletados com o auxílio de uma rede entomológica aquática de malha fina, de 5 a 10 indivíduos.

As amostras de águas serão concentradas utilizando o método de adsorção-eluição modificado de Katayama et al. (2002). A partir das amostras de moluscos serão testados dois métodos de concentração viral, seguindo o método de Rigotto et al. (2010) com modificações.

O genoma viral presente na água e no tecido macerado será extraído através do *kit* de extração RTP<sup>®</sup> DNA/RNA Virus Mini Kit (Invitex), seguindo as instruções recomendadas pelo fabricante.

Para a detecção molecular serão realizadas reação de polimerase em cadeia em tempo real (qPCR), visando a detecção e quantificação relativa do fragmento genômico do gene que codifica para o gene do hexon de adenovírus, sendo utilizado o *primer* VTB2 HAdvC, de acordo com Wolf et al. (2010). As qPCR serão realizadas com *kit* comercial Platinum<sup>®</sup>

SYBR® Green qPCR SuperMix-UDG (Invitrogen), seguindo a metodologia recomendada pelo fabricante.

Para a infecciosidade dos vírus serão realizadas passagens de isolamento viral. Das amostras de cultura celular será realizada a extração dos ácidos nucleicos, seguido de qPCR, podendo assim quantificar o número de cópias genômicas provenientes de vírus infecciosos.

As amostras de 100mL de água serão testadas para a presença de coliformes fecais pelo Kit Colilert® (IDDEX), seguindo as instruções do fabricante.

## **RESULTADOS**

As coletas deste trabalho ainda não foram iniciadas, porém testes pilotos estão sendo aplicados para a padronização do método de concentração viral a partir das amostras de moluscos. Foi realizado teste com uma amostra onde no tecido macerado foi inoculado vírus, com  $4,04 \times 10^{10}$  cópias genômicas, onde foi recuperado  $3,56 \times 10^9$ . Nas amostras que não foram realizadas a inoculação do vírus a resposta foi negativa para a presença de HAdV, pois não houve nenhuma recuperação viral. Também foi aplicado um teste onde dois moluscos foram expostos em frascos com água apresentando diferentes concentrações virais com objetivo de avaliar a bioacumulação do vírus no tecido dos moluscos. No frasco onde foi inoculado vírus na diluição 1:100 ( $4,04 \times 10^8$  cópias genômicas/mL), houve recuperação viral na água ( $6,62 \times 10^6$  cópias genômicas/mL) e nos caramujos, sendo que em um indivíduo se recuperaram  $5,16 \times 10^6$  cópias genômicas/g de tecido e o outro  $7,41 \times 10^6$  cópias genômicas/g de tecido.

## **DISCUSSÃO**

Estes resultados estão auxiliando na padronização do método que será utilizado posteriormente no estudo. A espécie utilizada nestes testes piloto não é a mesma que será utilizada no trabalho, mas sendo ambos gastrópodes o padrão da técnica e a capacidade de bioacumulação dos organismos tende a ser equivalentes. Os últimos testes indicam que os organismos apresentam a capacidade de acumular vírus no seu tecido, quando presente em maior concentração.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Avaliando que estes são apenas testes iniciais os resultados encontrados demonstraram que na presença do vírus, ocorre a recuperação viral. O que é importante para as análises posteriores, já que os organismos estão em contato direto com uma água contaminada. Espera-se conseguir recuperar os vírus presentes no tecido dos moluscos que serão coletados nas áreas úmidas da bacia do Rio dos Sinos, complementando as análises tradicionais de água e assim utilizá-los como bioindicadores de poluição fecal.

## REFERENCIAS

BOSCH, A.; GUIX, S.; SANO, D.; PINTÓ, R.M. New tools for the study and direct surveillance of viral pathogens in water. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 19, p. 295-301, 2008.

CARTER, M.J. Enterically infecting viruses: pathogenicity, transmission and significance for food and waterborne infection. **Journal Applied Microbiology**. v. 98, p. 1354-1380, 2005.

COMERLATO, J.; OLIVEIRA, L.K.; SPILK, F.R. Enterovírus como indicadores de qualidade da água. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 1, p. 114-125, 2011.

CROCI, L.; LOSIO, M.N.; SUFFREDINI, E.; PAVONI, E.; PASQUALE, S.; FALLACARA, F.; ARCANGELI, G. Assessment of human enteric viruses in shellfish from the northern Adriatic sea. **International Journal of Food Microbiology**, v. 114, p. 252–257, 2007.

DALE, P.E.R.; CONNELLY, R. Wetlands and human health: an overview. **Wetlands Ecology and Management**, v. 20, p. 165-171, 2012.

HARAMOTO, E.; KATAYAMA, H.; OGUMA, K.; OHGAKI, S.; Quantitative analysis of human enteric adenoviruses in aquatic environments. **Journal of Applied Microbiology**, v. 103, p. 2153–2159, 2007.

JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F.; KANDUS, P.; LACERDA, L.D.; BOZELLI, R.L.; ESTEVES, F.A.; NUNES DA CUNHA, C.; MALTCHIK, L.; SCHÖNGART, J.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; AGOSTINHO, A.A. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems**, v. 24, p. 5-22, 2014.

KATAYAMA, H.; SHIMASAKI, A.; OHGAKI, S. Development of a Virus Concentration Method and Its Application to Detection of Enterovirus and Norwalk Virus from Coastal Seawater. **Applied Environmental Microbiology**, v. 68, p. 1033-1039, 2002.

LECLERC, H.; SCHWARTZBROD, L.; DEI-CAS, E. Microbial agents associated with waterborne diseases. **Critical Reviews Microbiology**, v. 28, p. 371-409, 2002.

LEGEAY, O. CAUDRELIER, Y. CORDEVANT, C.; RIGOTTIER-GOIS, L.; LANGE, M. Simplified procedure for detection of enteric pathogenic viruses in shellfish by RT-PCR. **Journal of Virological Methods**, v. 90, p. 1-14, 2000.

MENA, K.D.; GERBA, C.P.; Waterborne adenovirus. In: WHITACRE, D.M. **Reviews of environmental contamination and toxicology**, Springer, New York, 2009, p. 133-167.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J.L.; BAPTISTA, D.F. **Manual de Identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Editora Technical Books, 2010.

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, **The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)**, 6th ed. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland, 2013. Disponível em: <[http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-pubs/main/ramsar/1-30\\_4000\\_0\\_\\_](http://www.ramsar.org/cda/en/ramsar-pubs/main/ramsar/1-30_4000_0__)> Acesso em: 24 abr. 2014.

REES, G.; BARTRAM, J.; POND, K.; GOYET, S. Introduction. In: BARTRAM, J.; REES, G. **Monitoring bathing Waters - A practical guide to the design and implementation of assessments and monitoring programmes**, 1st ed., E&FN Spon, London, 2000, 337p.

RIGOTTO, C.; VICTORIA, M.; MORESCO, V.; KOLESNIKOVAS, C.K.; CORRÊA, A.A.; SOUZA, D.S.; MIAGOSTOVICH, M.P.; SIMÕES, C.M.; BARARDI, C.R. Assessment of adenovirus, hepatitis A virus and rotavirus presence in environmental samples in Florianópolis, South Brazil. **Journal of Applied Microbiology**, v. 109, p. 1979-1987, 2010.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (SCBD). **Global Biodiversity Outlook 3**. Montréal, 2010. Disponível em: <<http://www.cbd.int/doc/publications/gbo/gbo3-final-en.pdf>> Acesso em: 20 maio 2014.

VILARIÑO, M.L.; LE GUYADER, F.S.; POLO, D.; SCHAEFFER, J.; KRÖL, J.; ROMALDE, J.L. Assessment of human enteric viruses in cultured and wild bivalve molluscs. **International microbiology**, v. 12, p. 145-151, 2009.

WOLF, S.; HEWITT, J.; GREENING, G.E. Viral multiplex quantitative PCR assays for tracking sources of fecal contamination. **Applied Environmental Microbiology**, v. 76, p. 1388-1394, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for drinking water quality**. Volume 1. Recommendations. 4rd ed. World Health Organization. Geneva, 2011. Disponível em: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/guidelines/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/en/index.html)>. Acesso em: 18 mar. 2014.

# DIAGNÓSTICO DA ÁGUA NA BACIA DO RIO DOS SINOS: UMA ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA CITOTOXICIDADE EM CULTURA DE CÉLULAS HEP-2

Eloisa Bianchi<sup>1</sup> Gustavo Lessing<sup>2</sup> Jaqueline Peruzzo<sup>3</sup> Fernando Rosado Spilki<sup>4</sup> Ana Luiza Ziukoskli<sup>5</sup> Luciano Basso da Silva<sup>6\*</sup>  
Universidade Feevale

Palavras-chave: Hep-2. MTT.VN.

## INTRODUÇÃO

A crescente urbanização e industrialização têm como consequência um maior comprometimento da qualidade das águas dos rios e reservatórios devido ao lançamento indiscriminado de esgotos domésticos, efluentes industriais e práticas agrícolas deficientes. A presença de diferentes compostos pode acarretar na formação de misturas complexas na água, alterando a composição do sistema e interferindo nos habitantes do ecossistema envolvido.

Na Bacia do Rio dos Sinos destaca-se a contaminação principalmente por efluentes domésticos e industriais dos setores coureiros-calçadistas e petroquímicos. O tratamento destes compostos orgânicos e inorgânicos antes de seu lançamento nos corpos hídricos atenua as características físico-químicas. Entretanto, vários trabalhos têm demonstrado que, ainda assim, muitos contaminantes não são degradados e permanecem intactos ou geram espécies químicas intermediárias que são capazes de gerar danos a várias estruturas celulares, como membrana plasmática, mitocôndrias, lisossomas e ao próprio DNA.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O monitoramento das águas de superfície geralmente é realizado através da análise físico-química (PELLACANI et al., 2006), porém, esta única metodologia não é capaz de estimar os efeitos que as substâncias apresentam sobre a biota, e assim, não avaliam o verdadeiro risco ambiental (GOULART & CALLISTO, 2003; COSTA & OLIVI, 2008). Amplamente aplicados na toxicologia *in vitro*, os ensaios de citotoxicidade em cultura celular consistem em

<sup>1</sup>Mestre em Medicina Veterinária Preventiva, graduada em Medicina Veterinária/UFSM, doutoranda do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental/Feevale, bolsista CAPES-PROSUP.

<sup>2</sup>Graduando em Biomedicina/Feevale, bolsista de iniciação científica.

<sup>3</sup>Graduanda em Farmácia/Feevale, bolsista de iniciação científica.

<sup>4</sup>Professor doutor do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental/Feevale, mestre em Ciências Veterinárias, graduado em Medicina Veterinária/UFRGS.

<sup>5</sup>Professor doutor do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental/Feevale, mestre em Ciências Biológicas, graduada em Farmácia/UFRGS.

<sup>6</sup>Professor doutor do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental/Feevale, mestre em Biotecnologia Molecular, graduado em Ciências Biológicas/UFRGS. \*e-mail: [lucianosilva@feevale.br](mailto:lucianosilva@feevale.br).

verificar alterações celulares por distintos mecanismos que afetam a morfologia celular, aumentam ou diminuem a aderência da célula à matriz extracelular, interrompem o ciclo celular, além de dano genético e apoptose (ROGERO et al., 2003; FRESHNEY, 2005; KHATIBISEPEHR et al., 2011). Dentre os ensaios mais aplicados destacam-se o ensaio de viabilidade lisossomal da incorporação do corante vital Vermelho Neutro (VN) e da funcionalidade mitocondrial (MTT) (ROGERO et al., 2003; FOTAKIS & TIMBRELL, 2006; SHI et al., 2009 e ZEGURA et al., 2009).

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (BHRS) está localizada na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (RS), abrangendo 3.800 quilômetros quadrados de extensão. O Rio dos Sinos é o principal rio desta bacia e ocupa o quarto lugar no *ranking* de poluição do país (ABES, 2011; FEPAM, 2011). Esta posição é devida, principalmente, ao lançamento de efluentes domésticos gerados pela intensa urbanização, efluentes agrícolas e industriais, incluindo refinarias de petróleo e curtumes (VARGAS et al., 2001; LEMOS, et al., 2009). Alguns estudos desenvolvidos na BHRS indicaram a presença de efeitos tóxicos e genotóxicos, na água, a partir do uso de diferentes bioensaios. Estes efeitos diagnosticados podem estar relacionados à presença de contaminantes relacionados às agroindústrias, metais pesados e efluentes domésticos (VARGAS et al., 2001; RECHENMACHER et al., 2010; SCALON et al., 2010; NUNES et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2012).

Portanto, a continuidade de estudos de monitoramento ambiental nesta bacia é de extrema importância para avaliar a qualidade da água, permitindo a geração de conhecimento para detectar as possíveis fontes de poluição ao longo da bacia. Neste sentido, o presente trabalho objetivou a análise da citotoxicidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, através dos ensaios da redução do MTT e da incorporação do corante vermelho neutro em células HEp-2.

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho de monitoramento ambiental consistiu de nove coletas (março/2012 a maio/2013) de água de superfície realizadas em sete municípios da BHRS, localizados dentro das estações de captação de água para abastecimento urbano (ETA), sendo eles: Santo Antônio da Patrulha, Rolante, Três Coroas, Taquara, Parobé, Campo Bom e Esteio.

Inicialmente, 100 mL de água bruta de cada ponto foi coletado em frascos estéreis e mantidos em caixas térmicas com gelo e transportados até o Laboratório de Citotoxicidade/Feevale. Em seguida as águas foram filtradas em microfiltros com uma dimensão de poro 0,22µm e armazenadas a -20°C para posterior verificação da sua toxicidade.

O preparo das amostras d'água de cada ponto foi realizado de acordo com (TRINTINAGLIA et al., 2013). As células utilizadas pertencem à linhagem HEP-2, do tipo epitelíode, e a escolha desta linhagem foi influenciada, pela sua ampla aplicação em estudos de genotoxicidade e por sua sensibilidade a xenobióticos (AMARO, 2008). Estas células foram mantidas em garrafas de poliestireno 25 cm<sup>2</sup> em meio DMEM suplementado com 10% de SFB e 10.000U/mL de penicilina com 10 mg/mL de estreptomicina (Sigma<sup>®</sup>) a 37°C em atmosfera úmida com 5% de CO<sub>2</sub>. Foram semeadas 2x10<sup>4</sup> células/200 µL/poço em microplaca de poliestireno de 96 poços, e após as culturas atingirem a subconfluência, elas foram expostas por 24 horas (h), a um volume de 200 µL de cada uma das concentrações percentuais diferentes por amostra (100, 80, 60, 40 e 20%). Considerou-se como a concentração 100% aquela que foi preparada com água de cada ponto, e as demais concentrações foram obtidas a partir da diluição da amostra 100% com meio DMEM padrão (TRINTINAGLIA et al., 2013). O controle negativo foi mantido com meio DMEM padrão. Cada ensaio foi realizado individualmente e em quadruplicata. Os cultivos foram mantidos sob metodologia usual em atmosfera úmida com 5% de CO<sub>2</sub> e temperatura de 37°C.

Para verificar a funcionalidade mitocondrial, após o período de exposição foi realizado o método da redução do MTT (3-[4,5-dimetiltiazol-2-il]-2,5-diphenyltetrazolium brometo) (Sigma<sup>®</sup>) de acordo com MOSSMANN (1983). A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro de microplacas em 540 nm. Em conjunto foi realizado o ensaio da incorporação do corante vital VN para a avaliação da viabilidade lisossomal de acordo com BORENFREUND e PUERNER (1985). A leitura da absorbância foi realizada em um espectrofotômetro de microplacas em 540 nm (ROGERO et al., 2003). Os resultados foram expressos como porcentagem da média do controle e analisados pelo programa estatístico SPSS 20. Utilizou a análise da Variância seguida do Teste de Duncan com significância de 5%. As porcentagens também foram analisadas pelo teste de regressão linear simples com significância de 5%.

## **RESULTADOS**

A análise da variância entre as cinco diluições e o grupo controle revelou a presença de citotoxicidade nas amostras d'água testadas em células HEP-2 através de dois ensaios independentes. O efeito tóxico foi observado no ensaio de redução do MTT em 28,6% das amostras testadas e 47,6% no ensaio do VN em relação ao grupo controle. As amostras da ETA-Esteio apresentaram o maior percentual de toxicidade entre os pontos para o ensaio MTT e a ETA-Rolante o maior percentual de toxicidade entre os pontos para o ensaio VN. Considerando os nove períodos de coleta, os meses de março e novembro/2012 foram os que

apresentaram maior número de locais com efeito citotóxico no teste do MTT e o mês de maio/2013 no teste do VN.

A análise da regressão linear revelou que algumas amostras apresentavam efeito citotóxico dependente da concentração. Para o ensaio de redução do MTT, foi observado que em 15,9% das amostras testadas, quanto maior a concentração da amostra, menor a funcionalidade mitocondrial. Este efeito foi observado em um maior número de pontos de coleta em março/2013 e em um maior número de amostras no município de Taquara (não foi observado nas amostras de Rolante). Para o ensaio de incorporação do vermelho neutro, 27,0% das amostras apresentaram relação significativa entre concentração e efeito citotóxico, sendo o município de Três Coroas o que apresentou o maior número de amostras com redução da viabilidade lisossomal dependente da concentração.

## **DISCUSSÃO**

Neste estudo, a avaliação da citotoxicidade da água coletada em sete pontos de captação de água através dos ensaios do MTT e VN, durante os meses de março de 2012 à maio de 2013, em células Hep-2 revelou que as amostras de todos os pontos apresentaram um perfil de alterações de viabilidade e citotoxicidade em algum período e isso pode estar relacionado com a presença de diferentes compostos na água (KHATIBISEPEH et al., 2011). Estes resultados citotóxicos podem estar relacionados com as características econômicas e produtivas de cada ponto amostrado, salientando a presença de indústrias de calçado, metalúrgicas, petroquímicas, culturas orizícolas e intensa geração de efluentes domésticos. Estes resultados corroboram com NUNES et al. (2011) que verificaram as amostras de água provenientes de locais do trecho inferior e estas foram citotóxicas quando expostas em células V79. SCALON et al. (2010, 2013) também verificaram efeitos genotóxicos na água de locais no trecho superior da bacia e próximos das nascentes do Rio dos Sinos, quando avaliada em peixes através do ensaio cometa. TRINTINAGLIA et al. (2013) constatou-se que o Rio Rolante possui contaminantes com efeitos citotóxicos para as células HEp-2 e pode estar contribuindo para a baixa qualidade da água do Rio dos Sinos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As amostras tratam-se de uma mistura complexa constituída por diversas substâncias, que podem influenciar no efeito positivo ou negativo sobre as células HEp-2 de maneira dose-efeito dependente. Assim, foi possível verificar que a água da BHRS possui poluentes que provocaram ações de perda de funcionalidade e até a morte de células.



## REFERÊNCIAS

ABES: Associação Brasileira de Engenharia sanitária Ambiental, 2011. Acesso em outubro de 2012, disponível em: <http://www.abes-dn.org.br/>.

BORENFREUND, E.; PUERNER, J. Toxicity determined *in vitro* by morphological alterations and neutral red absorption. *Toxicology Letters*, v. 24, p. 119-124, 1985.

COSTA, C.R.; OLIVI, P. A Toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**. v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental, 2009. Qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Disponível em: [http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade\\_sinos/sinos.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_sinos/sinos.asp). Acessado em: 27 jul. 2012.

FOTAKIS, G.; TIMBRELL, JA. In vitro cytotoxicity assays: Comparison of LDH, neutral red, MTT and protein assay in hepatoma cell lines following exposure to cadmium chloride. *Toxicology Letters*, v. 160, p. 171-177, 2006.

FRESHNEY, R.I. *Culture of animal cells: a manual of basic technique*. 5a. Ed. New Jersey, EUA, 2005.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, n. 1, ano 2, 2003. Disponível em <http://apostilas.cena.usp.br/Valdemar/bioindicadores%2019.10.2010.pdf>, acesso em: 16 de dezembro de 2011.

KHATIBISEPEHR, S. et al. Data-based modeling and prediction of cytotoxicity induced by contaminants in water resources. *Computational Biology and Chemistry*. v. 35, p. 69-80, 2011.

LEMONS, A.T. et al. Mutagenicity assessment in a river basin Influenced by agricultural, urban and industrial sources. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. v. 72, p. 2058-2065, 2009.

MOSMANN, T. Rapid colorimetric assays for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *Journal of Immunological Methods*, v. 65, p. 55-63, 1983.

NUNES, E.A. et al. Genotoxic assessment on river water using different biological systems. **Chemosphere**. v. 84, p. 47-53, 2011.

OLIVEIRA, et al. Genotoxicity and Physical Chemistry Analysis of water from Sinos River (RS) using *Allium cepa* and *Eichhornia crassipes* as bioindicators. **Biochemistry and Biotechnology Reports**. v. 1, n.1, p. 15-22, 2012.

PELLACANI, C. et al. A Battery of in vivo and in vitro tests useful for genotoxic pollutant detection in surface waters. **Aquatic Toxicology**. v. 77, p. 1-10, 2006.

RECHENMACHER, C. et al. A multibiomarker approach in rats to assess the impact of pollution on Sinos River, southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**. v. 70, n. 4, p. 1223-1230, 2010.

ROGERO, SO. et al. Teste *in vitro* de citotoxicidade: estudo comparativo entre duas metodologias. *Materials Research*, v. 6, n. 3, p. 317-320, 2003.

SCALON, M. C. S. et al. Evaluation of Sinos River water genotoxicity using the comet assay in fish. **Brazilian Journal of Biology**. v. 70, n. 4, p. 1217-1222, 2010.

SHI, Y. et al. In vitro toxicity of surface water disinfected by different sequential treatments. **Water Research**. v. 43, p. 218-228, 2009.

TRINTINAGLIA, L. et al. Cytotoxicity assays as tools to assess water quality in the Sinos river basin. **Brazilian Journal of Biology**, 2013, no prelo.

VARGAS, VMF. et al. Genotoxicity assessment in aquatic environments under the influence of heavy metals and organic contaminants. *Mutation Research*. v. 490, p. 141-158, 2001.

ZEGURA, B. et al. Combination of *in vitro* bioassays for the determination of cytotoxic and genotoxic potential of wastewater, surface water and drinking water samples. *Chemosphere*. v. 75, p. 1453-1460, 2009.

# DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL DE MICROBACIA HIDROGRÁFICA

Denize Ivete Reis<sup>1</sup>

Daniela Muller de Quevedo<sup>2</sup>

José Galízia Tundisi<sup>3</sup>

**Palavras-chave:** Recursos Hídricos – Usos múltiplos do solo – Índice de Potencial de Degradação

## INTRODUÇÃO

O processo de colonização do Brasil ocorreu de forma que as primeiras áreas ocupadas fossem as que disponibilizavam justamente os elementos básicos de sobrevivência em épocas tão remotas, fazendo com que a formação dos aglomerados humanos ocorresse nas áreas próximas aos rios e riachos. A grande disponibilidade hídrica na maioria das regiões do País pode ter reforçado a não preocupação com a manutenção da sua qualidade e quantidade.

O crescimento populacional, associado ao crescimento desordenado das cidades, da industrialização e uso intensivo do solo para os mais diferentes fins, tem gerado impactos de grandezas muitas vezes ainda desconhecidas, nos recursos naturais e recaído principalmente nos recursos hídricos.

A metodologia aqui apresentada, se justifica, por constituir um esforço acadêmico de construção de um Indicador de Potencial de Degradação que seja obtido de forma a não demandar onerosos levantamentos de dados e ao mesmo tempo seja um instrumento hábil.

O objetivo deste trabalho é instrumentalizar as microbacias hidrográficas, através de um Indicador de Potencial de Degradação, considerando variáveis de dimensões física, econômica, sociais, institucionais e ambientais da bacia e suas relações com a qualidade da água, gerando uma ferramenta de apoio a sistemas de gestão. Dentre os objetivos específicos, pretende-se identificar variáveis de dimensões econômica, sociais, institucionais e ambientais relacionadas com a conservação/degradação de bacias hidrográficas; construir um indicador

---

<sup>1</sup> Mestre em Modelagem Matemática e Doutoranda em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale. Professora de Estatística na Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Cerro Largo.

<sup>2</sup> Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Professora do programa de Pós- Graduação em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale.

<sup>3</sup> Doutor em Ciências Biológicas (Botânica) pela Universidade de São Paulo. Professor do programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale.

de potencial de degradação de microbacias e ainda determinar quais variáveis demonstraram maior influência na formação de cada componente ou dimensão.

Para isto, buscou-se apoio na metodologia proposta por Dill (2007) que teve como objetivo criar e aplicar uma metodologia para a gestão ambiental em bacias hidrográficas, onde todos os parâmetros foram obtidos por uma equipe multidisciplinar via levantamentos de campo e laboratórios.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Em breve síntese, cabe ressaltar que a temática aqui proposta, já foi alvo de diversos estudos: Bollmann e Marques (2000) em estudo sobre bases estruturais de indicadores de qualidade da água reforçam a necessidade de se desenvolverem ferramentas de gestão conjunta sugerindo a aplicação dos meios existentes que, mesmo limitados, podem aclarar o estado atual e as tendências futuras, fornecendo subsídios importantes para as atividades de gestão dos recursos naturais. Braga et al (2003), usou análise multivariada de componentes principais para verificar a adequação da reunião das variáveis em indicadores específicos em estudo de construção dos índices de sustentabilidade municipal para a Bacia do Piracicaba. Spörl e Ross (2004) compararam diferentes métodos de cruzamento de variáveis, para apontar as áreas onde os graus de fragilidade são mais baixos. Também, Souza (2008) faz uso de técnicas de geoprocessamento e análise de multicritérios para obtenção do potencial de degradação da qualidade da água e classificação das áreas da bacia hidrográfica.

## **METODOLOGIA**

Para a realização deste trabalho, procedeu-se numa ampla revisão da bibliografia para estudo do tema e para identificação das variáveis necessárias à elaboração dos índices representativos e vinculados direta ou indiretamente com a qualidade dos recursos hídricos.

Na sequência, efetuou-se a verificação de sites públicos que realizam estudos e levantamentos de dados com objetivo de verificar o acesso e a respectiva disponibilidade de informações.

Para o cálculo do Índice de Potencial de Degradação da microbacia hidrográfica, pretende-se adotar a metodologia baseada no trabalho de Dill (2007) que passará a ser descrito na sequência.

O valor de  $Y$ , indica o grau do potencial de deterioração e varia portanto de 0 a 100 (zero a 100% de potencial de degradação).

Sendo  $Y = ax + b$  obtém-se o seguinte sistema:

$$\begin{cases} ax+b=0 \\ ax'+b=100 \end{cases} \quad (1)$$

onde

$$x = \min \left\{ \sum_{i=1}^n p_i \times e_i \right\}, \quad e$$

$$x' = \max \left\{ \sum_{i=1}^n p_i \times e_i \right\}, \quad \text{onde}$$

$e =$  é score obtido pelas variáveis que compõe o indicador e  $p_i =$  é o peso atribuído.

Resolvido o sistema, teremos a equação de deterioração da microbacia hidrográfica assim definida:

$$Y = a x + b. \quad (2)$$

Na seqüência, os indicadores são classificados em classes de deterioração, desde a menos deteriorada até a mais deteriorada, onde o valor encontrado em cada sub-parâmetro contribui na formação do valor da interação, conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2 – Classes de degradação dos indicadores

Classes	Intervalo	Classificação da degradação
C <sub>1</sub>	1,0  ---- 2,8	Baixa/nenhuma
C <sub>2</sub>	2,8  ---- 4,6	Ligeira
C <sub>3</sub>	4,6  ---- 6,4	Média
C <sub>4</sub>	6,4  ---- 8,2	Grave
C <sub>5</sub>	8,2  ---- 10	Muito grave

Fonte: Elaborado pela autora

## RESULTADOS

Os indicadores e variáveis utilizados originam-se dos principais órgão responsáveis, como: IBGE, INMET, SNIS, SINITOX, DATASUS, SIAGAS, SISÁGUA (FUNASA), DEFESA CIVIL, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento-PNUD entre outros, focada na concepção de gestão ambiental integrada de pequenas bacias hidrográficas tomando como base estudo de Magalhães, Netto e Nascimento (2003).

Estes indicadores foram agrupados em dimensões de acordo com as características que representam. Para cada subdivisão formada por um indicador foi submetido a um processo de normalização, convencionado inicialmente pela atribuição da seguinte pontuação: ocorrência de monitoramento = 1 e NÃO ocorrência = 10. No passo seguinte, pela atribuição de um valor variando de 1 (um) menor deterioração a 10 maior deterioração, conforme o número de classes estabelecidas por dimensão, cada índice será convencionado refletindo

individualmente a deterioração Ambiental da microbacia Hidrográfica para aquele fator, com base em estudos que apontem os diferentes graus de ocorrência para a situação especificada.

Os índices escolhidos, foram classificados em 8 dimensões: Uso e Ocupação do solo, Qualidade da água, Gestão de Resíduos, Disponibilidade Hídrica, Estrutura Urbana, Aspectos Sociais, Saúde Pública e Aspectos Institucionais.

## **DISCUSSÃO**

As microbacia hidrográficas apresentam diferentes formas de uso e ocupação do solo, bem como diferentes níveis de comprometimento.

A metodologia adotada, não visa identificar níveis de degradação em diferentes áreas da microbacia hidrográfica e sim a avaliação da mesma como um todo, envolvendo indicadores para os recursos hídricos, considerando fatores ambientais, econômicos, sociais, demográficos e institucionais propostos em diferentes estudos, e que visam à representação das especificidades numa visão de gestão ambiental integrada de bacia hidrográfica. Bancos de dados públicos e estudo de indicadores utilizados em diversos planejamentos de municípios ou pequenas regiões devem somar-se a esses, não exigindo levantamentos específicos para estes fins e poderão a qualquer tempo ser adaptadas para diferentes realidades.

Para a efetiva consolidação da Lei das Águas (lei nº 9.433/1997), é necessário um sistema de administração de dados que esteja em sintonia com os órgãos que geram dados relacionados com a condição de todos os fatores que afetam direta ou indiretamente os recursos hídricos. Com uma estrutura de informações que incorpore a coleta e monitoramento eficientes e assegure a disponibilização e acesso imediato aos dados poderemos seguramente ter condições diagnósticas e decisórias muito mais eficazes.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por serem abrangentes, os indicadores ambientais serão utilizados como indicadores de análise, planejamento e gerenciamento integrado da microbacia hidrográfica. Trata-se de uma proposta de análise dos impactos na microbacia hidrográfica dentro de uma visão integrada no espaço e dentro dos diferentes aspectos institucionais e socioeconômicos.

Desta forma, estarão sendo valorizados eventuais programas de monitoramento a nível de microbacias ou a nível de municípios para promoção de ações e pretende-se na sequência testar e propor outros processos metodológicos para a construção do Índice de Potencial de Degradação da microbacia hidrográfica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Bollmann, H. A.. Marques, D. da Motta. **Bases Para a Estruturação de Indicadores de Qualidade de Águas**. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 5 nº1. Jan/Mar 2000, 37-60.

BRASIL, Congresso Nacional. Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento: agenda 21. Disponível em <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=575&idMenu=9065>

BRAGA, Tania M., Freitas, A. P. G., Duarte, G.S., Sousa, J C. **Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar** . Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2003. 22p.

Defesa Civil do estado do Rio Grande do Sul/ Link\_Área dos Municípios.

DILL, PAULO ROBERTO JAQUES. **Gestão ambiental em bacias hidrográficas**. Tese de Doutorado. Santa Maria, RS, Brasil. 2007

Departamento de Informática do SUS - DATASUS

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2012. **Lista do desmatamento período 2011-2012**. Disponível em

[http://mapas.sosma.org.br/site\\_media/download/estatisticas/lista\\_municipios\\_desflorestamento\\_2011\\_2012.pdf](http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/estatisticas/lista_municipios_desflorestamento_2011_2012.pdf)

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Censo Demográfico. 2010

\_\_\_\_\_Pesquisa Agrícola Municipal. 2010

\_\_\_\_\_Pesquisa Pecuária Municipal. 2010

Instituto Nacional de Meteorologia. INMET

MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; NETTO, O. M. C.; NASCIMENTO, N. O.. **Os Indicadores como Instrumentos Potenciais de Gestão das Águas no Atual Contexto Legal-Institucional do Brasil Resultados de um Painel de Especialistas**. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 8 nº 4 Out/Dez 2003,49-67

OECD. **Towards Sustainable Development – Environmental Indicators**. OECD Publications, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económicos, Paris.

PNUD/ONU - PROGRAMA DAS NACOES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO NO BRASIL. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. Brasilia, DF, 2010.

Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS

Sistema de Informações de Vigilância da Qualidade da Água - SISAGUA

Sistema Nacional Informações do Saneamento. Série histórica 2010.

Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas. SINITOX

SOUZA, Sônia. **Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas potenciais à degradação da qualidade da água.** Monografia do Curso de Especialização em Geoprocessamento. UFMG, Belo Horizonte, 2008

SPÖRL, Christiane; ROSS, Jurandir Luciano Sanches. **Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos.** In: *GEOUSP – Espaço e Tempo*. São Paulo, n° 15, p.39-49, 2004





# DIOXINAS E FURANOS: DINÂMICA NO AMBIENTE, IMPACTO SOBRE A SAÚDE HUMANA E PANORAMA JURÍDICO

FabianViégas<sup>1</sup> (FATO); Henrique Kosby Corrêa<sup>2</sup> (IFSul);  
Isabel Cristina Giehl<sup>3</sup> (Feevale); Tiago Santos Carvalho<sup>4</sup> (Feevale)

**Palavras-chave:** Dioxinas. Furanos. Impactos. Legislação.

## 1 INTRODUÇÃO

Este estudo tem como objetivo traçar um panorama das principais publicações abordando os impactos de dioxinas e furanos sobre a saúde humana e o ambiente. Utilizou-se de revisão narrativa da literatura como método de investigação. Como complemento, buscou-se identificar a legislação relativa ao assunto, traçando um paralelo entre as leis vigentes no Brasil e no exterior. As considerações apresentam evidências de pesquisas realizadas até o momento e defendem um melhor controle na emissão de dioxinas e furanos pela indústria, a fim de diminuir esses agentes poluentes e preservar o ambiente, e, conseqüentemente, a saúde de pessoas e animais.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A denominação de "dioxinas" e "furanos" é uma referência a um conjunto de mais de 200 compostos orgânicos distintos que fazem parte dos poluentes orgânicos persistentes (POP) da Convenção de Estocolmo, que é um tratado internacional que visa à eliminação segura destes poluentes e a limitação de sua produção e uso.

Estudos mostram que dioxinas e furanos são emitidos principalmente em áreas industriais, em geral como subproduto não intencional de vários processos envolvendo o cloro ou substâncias e/ou materiais que o contenham. Inicialmente, as indústrias químicas e de papel e celulose foram suas principais fontes. Atualmente, os processos térmicos são os principais emissores de dioxinas, mas também não podem ser descartados eventos naturais como incêndios florestais, erupções vulcânicas, entre outros.

<sup>1</sup> Mestre em Ciência da Computação - PUCRS, Doutorando em Qualidade Ambiental - Universidade Feevale. Professor e pesquisador da FATO, da Castelli ESH e do IEI. E-mail: fabianv@terra.com.br

<sup>2</sup> Mestre em Ciências Exatas - UNIVATES/RS, Licenciado Pleno em Matemática - UFPel/RS e Professor do Instituto Federal SulRiograndense - Campus Pelotas/RS. E-mail: henrique.kosby@gmail.com

<sup>3</sup> Mestre em Genética e Biologia Molecular - UFRGS, Licenciada em Ciências Biológicas - UFRGS, Doutoranda em Qualidade Ambiental - Universidade Feevale. E-mail: isabelgiehl@gmail.com

<sup>4</sup> Mestre em Ciências Biológicas - Bioquímica/UFRGS. Professor e Doutorando em Qualidade Ambiental - Universidade Feevale. E-mail: tiagocarvalho@feevale.br

A denominação supracitada engloba duas famílias muito próximas de compostos organoclorados: (1) Dibenzo-p-dioxinas policloradas (*polychlorinated-p-dibenzodioxins* – *PCDD*): chamados de dioxinas; (2) Dibenzo-p-furanos policlorados (*polychlorinated-p-dibenzofurans* – *PCDF*): chamados de furanos.

Hutzinger e Fiedler (1993) afirmam que a formação de PCDD e PCDF frequentemente não pode ser evitada e que é praticamente impossível conhecer todas as fontes emissoras destes poluentes e quantificar o total de dioxinas que estão adentrando o ambiente. Uma vez liberados na atmosfera, os PCDD e PCDF são dispersados, contaminando, assim, vegetação, solos, corpos d'água, sedimentos de lagos (BERNHARD *et al.*, 1997), estruturas (calçadas e telhados) e levando à entrada na teia alimentar (HUTZINGER & FIEDLER, 1993).

No tocante ao tratamento de águas residuais contendo estes compostos, o comportamento dos contaminantes e seus potenciais efeitos sobre o ambiente, após a disposição final dependem de suas propriedades físico-químicas e sua susceptibilidade à adsorção, à degradação química e à biodegradação (ROGERS, 1996). Uma vez concentradas nos lodos de esgoto e de compostagem, as dioxinas podem reentrar no ambiente, quando estes são aplicados em solos destinados à agricultura e à horticultura (FIEDLER, 1996).

A vegetação, de maneira geral, representa um dos principais reservatórios de PCDD e PCDF, sendo que a contaminação encontrada ocorre através da absorção de dioxinas e furanos em seu estado gasoso, pelas partes aéreas da planta. Desta forma, a subsequente queda das folhas provocaria contaminação do solo, onde estes contaminantes podem ser volatilizados, fechando o ciclo (HUTZINGER & FIEDLER, 1993; REISCHL *et al.*, 1989).

Com relação à exposição humana, a principal rota de exposição é via ingestão. Mais de 90% do contato diário com dioxinas se dá via alimentos. Além do contato através da ingestão (consequência da dispersão terrestre e aquática, contaminando alimentos e fontes de água potável), as vias de contaminação aérea (inalação) e cutânea são bastante consideradas.

As dioxinas e furanos, assim como outros compostos clorados, são indutores enzimáticos que alteram a resposta imunológica, as funções endócrina, neurológica, reprodutiva e hepática, sendo consideradas substâncias carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas. A farmacodinâmica destes poluentes varia de acordo com os órgãos ou sistemas afetados (CARILLO *et al.*, 2010).

A hepatotoxicidade é um dos principais distúrbios ocasionados por estas substâncias. Já estudos em modelo animal demonstraram que o acúmulo de dioxinas diminui acentuadamente os níveis dos hormônios tireoidianos. Com relação ao sistema imunológico, estas substâncias orgânicas cloradas podem causar a atrofia do timo, a diminuição do processo

de diferenciação celular, a supressão de linfócitos B e a consequente diminuição na produção de anticorpos humorais. A neurotoxicidade é outra importante característica destes compostos, pois a exposição precoce, seja nos primeiros meses de vida ou durante a gestação, pode ocasionar alterações cognitivas e de aprendizado do infante (ANDERSSON, 2003).

Na gestação, a exposição às dioxinas e furanos é mais gravosa quando ocorre no terço inicial da gravidez, ocasionando má formação congênita, como fenda palatina, hidronefrose, disfunções ósseas, e até mesmo a morte do feto (ANDERSSON, 2003).

Um relevante aspecto no tocante à saúde pública é a contaminação do leite, de origem animal, mas principalmente o materno, por estes produtos policlorados. Sabe-se que as dioxinas e furanos, devido às suas propriedades de solubilidade e bioacumulação, podem ser propagadas através da cadeia alimentar (RYAN & RAWN, 2014).

Com relação à legislação, segundo Davis (2003, p.220), “Na Grã-Bretanha, a legislação mais abrangente é a Saúde e Segurança no trabalho [...], que inclui a seção [...] que impõe o dever de proteger o público em geral a partir de riscos relacionados ao trabalho”.

A directiva europeia n.96/61/CE levou ao Regulamento de Prevenção e Controle da Poluição (2000), que introduziu a Prevenção e Controle Integrados da Poluição (IPPC). Sob este sistema, os reguladores devem definir as condições de licenciamento para alcançar a proteção do ambiente como um todo e essas licenças são baseadas nas melhores técnicas disponíveis (MTD), conforme comenta Davis (2013, p.227).

Na Alemanha, a legislação se baseia nas normas redigidas pelo Reino Unido. A legislação mais importante para o controle das emissões de PCDD/F-atmosférico para fontes industriais fixas, que impedem as emissões mais significativas e em distâncias dispersas, versa sobre a Lei de Controle de Emissão Federal (BImSchG) (RICHTER & JOHNKE, 2004, p.1300).

No Brasil, a Resolução n.319, de 29 de outubro de 2002 (BRASIL, 2002) invoca o princípio da precaução, bem como alerta para as emissões de poluentes, e disciplina os processos de tratamento térmico de resíduos e cadáveres.

A Instrução Normativa n.5/2003, de 21 de abril de 2003, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento brasileiro, em seu artigo 2º (BRASIL, 2003) expõe que será aprovado um programa de controle dos níveis de dioxinas e furanos no farelo de polpa cítrica para alimentação animal.

Dessa forma, vemos que nossa legislação reflete, mesmo que indiretamente, uma preocupação com a toxicidade que poluentes orgânicos persistentes causam na saúde humana, de animais e do ambiente, trazendo riscos à população e ao ambiente.

### **3 METODOLOGIA**

Este trabalho consiste em uma revisão narrativa do tema.

### **4 RESULTADOS**

É difícil estabelecer o impacto ambiental de determinado evento, uma vez que o ambiente integra fontes locais e difusas de contaminantes. Este mesmo fator faz com que seja impossível determinar a dinâmica destes poluentes, quando liberados no ambiente.

As publicações apresentadas nesta revisão trazem o estado da arte do tema, no tocante à contaminação ambiental e humana por PCDD e PCDF, e também o panorama atual da legislação a respeito do tema.

### **5 DISCUSSÃO**

Estudos avaliando os impactos destes contaminantes sobre a saúde humana são bastante recorrentes, tendo em vista sua relevância política, social e econômica. Já trabalhos abordando efeitos da contaminação ambiental sobre a fauna e a flora de localidades expostas são muito escassos, possivelmente devido a limitações metodológicas. Os dados encontrados resumem-se à detecção dos níveis de contaminação em determinadas matrizes ecológicas.

As legislações existentes hoje são esparsas e não contemplam todas as possíveis causas do impacto de dioxinas e furanos no meio ambiente, mas já são iniciativas que visam reduzir os índices de emissão atuais. Essas legislações são incentivadoras para que tenhamos uma regulação melhor a fim de diminuirmos a poluição atmosférica num futuro próximo. Eliminar completamente será impossível, pois como visto, algumas emissões são não intencionais, resultante de outros processos, e assim não sendo controlados, até o momento.

### **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo não se esgota, pois nem todas as legislações foram avaliadas. Com base no que foi apresentado, entretanto, pode-se constatar que efetivamente existe preocupação com a geração acidental de poluentes e seus possíveis impactos de cunho ambiental, sócio-econômico e de saúde pública.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. V.; CENTENO, A. J. **Substâncias Tóxicas Persistentes (STP) no Brasil.** *Química Nova*, v. 30, n. 8, p.1976-1985, 2007.

ANDERSSON, P.. **Functional role of constitutively active dioxin/Ah receptor in a transgenic mouse model.** Karolinska University Press, Estocolmo, 2003.

ASSUNÇÃO, J.V. & PESQUERO, C.R.. **Dioxinas e furanos: origens e riscos.** *Rev. Saúde Pública*, v.33, n.5, 1999. Disponível em:  
<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89101999000500014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101999000500014)>. Acesso em 01 de maio de 2014.

BERNHARD, F. *et al.*. **PCBs and PCDD/Fs in Lake Sediments of Grosser Arbersee, Bavarian Forest, South Germany.** *Environmental Pollution*, v. 95, n. 1, p. 19-25, 1997.

BRASIL. **Instrução Normativa 5/2003**, de 21 de abril de 2003, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2003. Disponível em:  
<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=658207411>>. Acesso em 19 de maio de 2014.

BRASIL. **Resolução n.316**, de 29 de outubro de 2002. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31602.html>>. Acesso em 19 de maio de 2014.

CARRILLO, A. C; FIGUEREDO, G. M; OSORIO, M. L.. **Toxicología de las dioxinas y su impacto en la salud humana.** *Revista de Medicina Veterinaria*, n. 19, 2010.

CARVALHO *et al.*. **Dioxinas: Origens e Efeitos na População Humana.** Biologias, Mar 2001. Lisboa, Portugal. Disponível em:  
<<http://www.ordembilogos.pt/Publicacoes/Biologias/Dioxinas%20--%2001Mar01.pdf>>. Acesso em 14 de abril de 2014.

CETESP-SP. **Dioxinas e Furanos.** 2012. São Paulo, SP. Disponível em:  
<<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/Dioxinas-e-furanos.pdf>>. Acesso em 15 de abril de 2014.

DAVIS, V.W.. **Legislation with respect to dioxins in the workplace.** 2003.

EUROPA. **Diretiva n.96/61/CE**, de 24 de setembro de 1996. Disponível em:  
<[http://www.ineris.fr/aida/consultation\\_document/1031](http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/1031)>. Acesso em 15 de maio de 2014.

FIUZA, G.M. & ROHLFS, D.B.. **Dioxinas: causas e efeitos de um poluente orgânico persistente (POP).** Disponível em:  
<<http://www.cpgls.ucg.br/6mostra/artigos/SAUDE/GABRIELLA%20MAYA%20FI%20C3%9AZA.PDF>>. Acesso em 14 de maio de 2014.

FACCHETTI, S. *et al.*. **Studies on the Absorption of TCDD by some Plant Species.** *Chemosphere*, v. 15, p. 1387, 1986.

FIEDLER, H.. **Sources of PCDD/PCDF and Impact on the Environment.** *Chemosphere*, v. 32, n. 1, p. 55-64, 1996.

FREIRE, R. S. *et al.*. **Novas Tendências para o Tratamento de Resíduos Industriais Contendo Espécies Organocloradas.** *Química Nova*, v. 23, n. 4, p.504-511, 2000.

HEE-SUM, K. *et al.*. **Levels of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs in the blood of Korean workers and residents.** *Organohalogen Compounds*, v. 58, p. 257-260, 2002.

HUTZINGER, O. & FIEDLER, H. **From Source to Exposure: Some Open Questions.** *Chemosphere*, v. 27, n. 1-3, p. 121-129, 1993.

KUMAGAI, S. *et al.* **Polychlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofuran concentrations in the serum samples of workers at continuously burning municipal waste incinerators in Japan.** *Occupational and Environmental Medicine*, v. 57, p. 204-210, 2000.

PEPER, M; KLETT, M, FRENZEL-BEYME, R; HELLER, W.D. **Neurophysiological effects of chronic exposure to environmental dioxins and furans.** *Environ Res*, v. 60 p. 124-135, 1993.

RCEP. 2000. Disponível em: <<http://www.rcep.org.uk/chemicals.html>>. Acesso em: 16 mai. 2014.

REISCHL, A. *et al.*. **Uptake and Accumulation of PCDD/F in Terrestrial Plants: Basic Considerations.** *Chemosphere*, v.19, n. 1-6, p. 467-474, 1989.

RICHTER, S. & JOHNKE, B.. **Status of PCDD/F-emission control in Germany on the basis of the current legislation and strategies for further action.** *Chemosphere*, v. 54 1299-1302, 2004.

ROGERS, H. R.. **Sources, behaviour and fate of organic contaminants during sewage treatment and in sewage sludges.** *The Science of the Total Environment*, v. 185, p. 3-26, 1996.

RYAN, J. J. & RAWN, D. F. K.. **Polychlorinated dioxins, furans (PCDD/Fs), and polychlorinated biphenyls (PCBs) and their trends in Canadian human milk from 1992 to 2005.** *Chemosphere*, v. 102, p. 76-86, 2014.

WILSON, D.C.. **Lessons from Seveso.** *Chemistry in Britain*, p. 99-504, 1982.

Wipf, H.- K. *et al.*. **TCDD-Levels in Soil and Plant Samples from the Seveso Area.** em: Hutzinger, O. *et al.*. **Chlorinated Dioxins and Related Compounds. Impact on the Environment,** Pergamon Press, Oxford, 1982.

## EFICIÊNCIA DE *Typha domingensis* Pers. EM FLUTUAÇÃO NA REMOÇÃO DE METAIS ORIUNDOS DE EFLUENTE DOMÉSTICO

Daiane Trindade Costa- FEEVALE <sup>1</sup>

Fernando Hamerski- UFRGS <sup>2</sup>

Gunther Gehlen- FEEVALE <sup>3</sup>

Marco Antônio Siqueira Rodrigues- FEEVALE <sup>4</sup>

Annette Droste- FEEVALE <sup>5</sup>

Palavras chave: Macrófitas aquáticas. Fitorremediação. Poluição ambiental.

### 1 INTRODUÇÃO

As práticas agrícolas, urbanas e industriais podem poluir os corpos hídricos com metais, como alumínio, cromo, entre outros (BAH, 2010). Os metais estão presentes em todos os ambientes e a sua presença em um determinado ecossistema pode levar à acumulação na cadeia alimentar, com efeitos negativos para os organismos vivos (ORTEGA-VILLASANTE et al., 2007).

O emprego de plantas com o intuito de remover, desintoxicar e sequestrar metais está ganhando credibilidade na busca de alternativas de tratamento de efluentes nos últimos anos, uma vez que apresenta um bom desempenho e baixo custo (CHANDRA et al., 2004). Atualmente, *Typha domingensis* Pers. vem sendo usada para tratamento de efluentes domésticos, por ser resistente a ambientes de baixa qualidade, tolerante à salinidade e também a pH entre 4,8 e 8,7, além da grande capacidade de tamponamento (POTT & POTT, 2000). A tecnologia estudada emprega plantas de *T. domingensis* em suportes em flutuação, mantendo a zona de raízes das plantas em contato direto com o efluente, fornecendo substrato para o desenvolvimento de microrganismos que atuam no processamento de compostos poluentes presentes no esgoto. Além disso, por meio das raízes é transferido oxigênio ao efluente.

O presente estudo objetivou avaliar a eficiência de *Typha domingensis* em flutuação na remoção de alumínio e cromo total de efluente doméstico, assim como analisar a bioacumulação destes metais em raízes, bulbo e folhas das plantas.

### 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A contaminação de ambientes por metais traz riscos à saúde e à segurança alimentar, uma vez que não são biodegradáveis e se acumulam nas diferentes cadeias tróficas. O aumento gradativo das concentrações de metais nos organismos, ingeridos ou absorvidos de forma cutânea é conhecido como bioacumulação, e atinge principalmente os organismos aquáticos. Essas concentrações de metais aumentam ao longo da cadeia

<sup>1</sup> Bióloga, mestranda em Qualidade Ambiental, Universidade FEEVALE, RS-239 2755, Novo Hamburgo, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Químico, doutorando em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais, UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 7500, Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>3</sup> Doutor em Neurociências, professor adjunto na Universidade FEEVALE, RS-239 2755, Novo Hamburgo, RS, Brasil.

<sup>4</sup> Doutor em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais, professor adjunto na Universidade FEEVALE, RS-239 2755, Novo Hamburgo, RS, Brasil.

<sup>5</sup> Doutora em Genética e Biologia Molecular, professora adjunta na Universidade FEEVALE, RS-239 2755, Novo Hamburgo, RS, Brasil

trófica, causando a biomagnificação (MAKAY & FRASER, 2000; KEHRIG et al., 2011; MOREIRA, 2011). A toxicidade por metais é atribuída à sua habilidade de se ligar a enzimas, aumentando a atividade ou provocando a sua inativação, alterando a atividade catalítica (VAN ASSCHE & CLIJSTERS, 1990).

Técnicas de remediação são utilizadas para a remoção de íons de metais, ainda que parcial, de uma determinada área. A fitorremediação utiliza plantas e microrganismos a elas associados para extrair, degradar ou estabilizar o contaminante do solo e de corpos d'água. A fisiologia vegetal, a química dos contaminantes e a bioquímica do solo são a base dessa técnica, capaz de promover a recuperação do ambiente (MERKL et al., 2006).

Os banhados construídos (*constructed wetlands*) constituem uma tecnologia de fitorremediação, que se baseia em sistemas projetados visando remover poluentes orgânicos e inorgânicos de água contaminada. No Brasil, os banhados construídos são uma tecnologia bastante recente e já existem diversos trabalhos que comprovam a eficiência desses banhados construídos no tratamento de resíduos ácidos de mineração, efluentes agrícolas, industriais, domésticos, efluentes de aquicultura e também na remoção de algumas espécies de organismos patogênicos (COSTA, 2003; FREITAS, 2007).

As macrófitas aquáticas utilizadas nesses banhados são adaptadas a ambientes inundados e apresentam tolerância à poluição, além de terem capacidade de transportar oxigênio para o ambiente através das raízes. Espécies de *Typha angustifolia* L., *T. domingensis* Pers., *T. orientalis* C. e *T. latifolia* L. são altamente adaptáveis e mostram potencial para remover vários contaminantes, incluindo metais, de águas residuais. Segundo Chen et al. (2014), *Typha angustifolia* tem uma excelente capacidade de acumulação de elevadas concentrações de soluções de águas residuais que têm o cromo hexavalente, apresentando em 20 dias até 74% de eficiência de remoção.

### 3 METODOLOGIA

Os estudos foram realizados em uma Estação de Tratamento de Esgoto no município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, com aplicação de filtro de *Typha domingensis* artificialmente em flutuação (FMF). Os experimentos foram realizados em um tanque com dimensões de 17 m X 17 m X 2,5 m de profundidade que recebe efluentes domésticos de aproximadamente 580 pessoas. Toda a superfície do reator foi coberta por plantas. O reator é composto por um sistema de recirculação interna e um sistema de distribuição de fluxo na entrada e saída.

Oito coletas de efluente para análise da concentração de alumínio e cromo total foram realizadas de janeiro a abril de 2014, duas em cada mês. Foram coletados 1.500 mL de amostras de efluente doméstico bruto e efluente tratado pelas macrófitas, respectivamente. O armazenamento, a preservação e o transporte das amostras de água até o laboratório foram feitos de acordo com os critérios estabelecidos pela Associação





Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/NBR 9898/1987) e de acordo com o *Standard Methods* (APHA, 2005). Os metais analisados nas amostras de água foram alumínio e cromo total. As análises foram realizadas na Central Analítica da Universidade Feevale.

Para determinar a eficiência (E) na remoção dos metais pelo filtro biológico, foi utilizado o cálculo de eficiência  $(E (\%) = (entrada - saída) * 100 / entrada)$ .

Em abril de 2014, foi realizada uma coleta de amostras de plantas de *Typha domingensis* na entrada e na saída do tanque, separadas em raízes, bulbos e folhas, que foram lavadas em água corrente seguida de água destilada. As amostras foram desidratadas em estufa a 50°C até a obtenção de peso constante, sendo encaminhadas para análises de concentração de metais acumulados nos tecidos vegetais em espectrofotômetro de absorção atômica em forno de grafite (AAS-110, Varian).

#### 4 RESULTADOS

Ao longo do período amostrado, o efluente bruto apresentou concentrações para alumínio que ficaram entre valores inferiores a 0,5721 mg L<sup>-1</sup> (não detectado) e 1,516 mg L<sup>-1</sup>. As concentrações de cromo no mesmo efluente sempre foram inferiores ao limite de detecção pela Espectrofotometria de Absorção Atômica de Chama (0,0106 mg L<sup>-1</sup>).

A concentração de alumínio no efluente tratado foi inferior a 0,5721 mg L<sup>-1</sup> em seis amostras do período analisado e 0,614 mg L<sup>-1</sup> em duas amostras, uma de janeiro e a outra de fevereiro de 2014. A eficiência de remoção de alumínio pelo sistema com o uso de *Typha domingensis* foi em média de 77,09%.

Essa remoção pode ser observada na concentração de íons de metais nas plantas de *Typhas domingensis*. Raízes, bulbos e folhas das plantas na entrada do sistema apresentaram concentrações de 12,34 µg g<sup>-1</sup>, 7,65 µg g<sup>-1</sup> e 13,88 µg g<sup>-1</sup> de alumínio, enquanto na saída apresentaram valores de 11,4 µg g<sup>-1</sup>, 10,71 µg g<sup>-1</sup> e 17,46 µg g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Apesar de não ter sido detectado cromo total nos efluentes bruto e tratado do sistema de tratamento com macrófitas, as plantas apresentaram concentrações de 0,48 µg g<sup>-1</sup>, 0,37 µg g<sup>-1</sup> e 3,48 µg g<sup>-1</sup> em folhas, bulbos e raízes da entrada do sistema, e de 0,53 µg g<sup>-1</sup>, 0,35 µg g<sup>-1</sup> e 4,12 µg g<sup>-1</sup>, respectivamente, na saída do sistema.

#### 5 DISCUSSÃO

O sistema de tratamento de efluente com o uso de macrófitas aquáticas artificialmente em flutuação recebe efluente doméstico com baixa concentração de metais, mas que podem prejudicar os ambientes aquáticos com o passar do tempo se não tratados adequadamente.

A eficiência na remoção de alumínio pelo sistema foi significativa e podemos evidenciar a ação das plantas através da bioacumulação desse metal. No caso do cromo, metal não detectado nas análises físico-químicas, também houve acúmulo de cromo total nas plantas, embora a diferença das concentrações desse metal nas plantas na saída do sistema em comparação com as plantas na entrada do sistema não tenha sido importante, o que pode ser explicado pela baixa concentração do metal no efluente. A observação do acúmulo de alumínio e cromo total nos diferentes compartimentos das plantas mostra a importância do uso de bioindicadores na avaliação da qualidade ambiental. Baixas concentrações, imperceptíveis em análises laboratoriais, podem acumular em organismos vivos sob exposição crônica.

As raízes apresentaram maior acúmulo de íons de alumínio e cromo, pois constituem o principal órgão das plantas envolvido na absorção e, portanto, quase sempre as maiores concentrações de metais são encontradas nessa parte da planta (GRANT et al., 1998). No entanto, o alumínio também concentrou nas folhas das plantas, o que pode estar relacionado à capacidade de absorção direta de metais por essa estrutura que também estabelece contato direto com a solução (TAYLOR e CROWDER, 1983; CAKMAK et al., 2000). A concentração de metais em maior proporção no sistema radicular também foi observada por Hegazi (2011), que analisou a concentração de alumínio em plantas de *T. domingensis* em ambientes contaminados. Zoche (2010) e Freitas (2007) observaram a concentração de zinco e manganês em *T. domingensis*. As plantas concentraram zinco em valores mais elevados na raiz, enquanto o manganês, nas folhas. Assim como o zinco, o cromo e o alumínio, o níquel também acumula nas raízes (Hadad et al., 2009). Dessa forma, *T. domingensis* comporta-se como espécie acumuladora de metais, o que comprova sua potencialidade para a utilização na fitorremediação.

As eficiências apresentadas pelo sistema podem estar relacionadas ao pH ou até mesmo à idade das plantas (GOMBER, 2013). O efluente bruto, ao entrar no sistema de tratamento com macrófitas, apresentou pH em torno de 8, enquanto o efluente tratado pelas macrófitas apresentou pH em torno de 7. O pH é importante parâmetro que atua no controle da precipitação, mobilidade e biodisponibilidade dos íons metálicos. Quando em pH básico, a maior parte dos íons metálicos se precipita na forma de hidróxido ou de sais básicos (ESTEVES, 1988), enquanto em pH ácido aumenta a biodisponibilidade de uma série de elementos (BROOKS, 1983).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de tratamento de efluente com *Typha domingensis* artificialmente em flutuação apresentou valores de eficiência acima de 70% para alumínio e as plantas apresentaram um potencial de bioacumulação de íons de metais. Esta tecnologia é uma alternativa de tratamento de esgoto de fácil operação, com baixo custo de implantação e reduzida manutenção. Esse trabalho subsidia informações para o monitoramento de uma estação de tratamento de efluente doméstico.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21st ed. Washington, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9898: **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro, 1987.
- BAH, A. M.; SUNS, H.; CHEN, F.; ZHOU, J.; DAI, H.; ZHANG, G.; WU, F. **Comparative proteomic analysis of *Typha angustifolia* leaf under chromium, cadmium and lead stress**. *Journal of Hazardous Materials, China*, 184: 191-203, 2010.
- BROOKS, R. R. **Biological methods of prospecting for minerals**. New York: Wiley-Interscience, 1983.
- CAKMAK, I. et al. Uptake and retranslocation of leaf-applied cadmium (<sup>109</sup>Cd) in diploid, tetraploid and hexaploid wheats. **Journal of Experimental Botany**, v.51, n.343, p.221- 226, 2000.
- CHANDRA, P.; KULSHRESHTHA, K. Chromium accumulation and toxicity in aquatic vascular plants. **The Botanical Review**, New York, v. 70, n. 3, p. 313-327, 2004.
- CHEN, Y.; HONG, X.; HE, H.; LUO, H.; QIAN, T.; LI, R.; JIANG, H.; YU, H. Biosorption of Cr (VI) by *Typha angustifolia*: Mechanism and responses to heavy metal stress. **Bioresource Technology**, v. 160, p. 89-92, 2014.
- COSTA, L. L. et al. Eficiência de wetlands construídos com dez dias de detenção hidráulica na remoção de colíforos e bacteriófagos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 3, n. 1, 2003.
- ESTEVES, F.A. **Fundamento da limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/ FINEP, 1988.
- FREITAS, M.; ZOCHE, J. J.; QUADROS, K.E. Metais pesados (Mn e Zn) em *Typha domingensis* Pers. em áreas de mineração de carvão. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, n. 1, p. 789-791, 2007.
- GOMBER, C.; PARIHAR, S. Y.; CHOUDHARY, G. *Typha domingensis* : a new hope for waste water treatment. **International Journal Chemical Science**, v. 11, n. 1, p. 383-389, 2013.
- GRANT, C. A. et al. Cadmium accumulation in crops. **Canadian Journal of Plant Science**, v.78, n.1, p.1-17, 1998.
- HADAD, H. R.; MUFARREGE, M. M.; PINCIROLI, M; DI LUCA, G. A.; MAINE M. A. Morphological Response of *Typha domingensis* to an Industrial Effluent Containing Heavy Metals in a Constructed Wetland. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 58, p. 666-675, 2010.
- HEGAZI, A. K.; ABDEL-GHANI, N. T.; EL-CHAGHABY, G. A. Phytoremediation of industrial wastewater potentiality by *Typha domingensis*. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 8, n. 3, p. 639-648, 2011.



inovamundi

KEHRIG, H. A.; MALM, O.; PALERMO, E. F. A.; SELXAS, T. G.; BAÊTA, A. P.; MOREIRA, I. Bioconcentração e biomagnificação de metilmercúrio na Baía de Guanabara. **Química Nova**, v. 34, n. 3, p. 377-384, 2011.

MAKAY, D.; FRASER, A. Bioaccumulation of persistent organic chemicals: mechanisms and models. **Environmental Pollution**, v. 10, p. 357- 391, 2000.

MERKL, N.; SCHULTZE-KRAFT, R. & ARIAS, M. Effect of the tropical grass *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf on microbial population and activity in petroleum-contaminated soil. **Microbiology Resource**, v. 161, n.80-91, 2006.

MOREIRA, I. Bioconcentração e biomagnificação de metilmercúrio na baía de Guanabara, Rio de Janeiro. **Química Nova**, v. 34, n. 3, p. 377-384, 2011.

ORTEGA-VILLASANTE, C., HERNÁNDEZ, L.E., RELLÁN - ÁLVAREZ, R., DEL CAMPO, F.F., CARPENA - RUIZ, R.O. Rapid alteration of cellular redox homeostasis upon exposure to cadmium and mercury in alfalfa seedlings. **New Phytol.**, v. 176, p. 96–107, 2007.

POTT, V. J.; POTT, A. A. **Plantas Aquáticas do Pantanal**. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (Corumbá, MS). Brasília: Embrapa - Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

TAYLOR, G. J.; CROWDER, A. A. Uptake and accumulation of copper, nickel, and iron by *Typha latifolia* in wetlands of the Sudbury, Ontario region. **Canadian Journal Botany**, v.61, n.7, p.63-73, 1983.

VAN ASSCHE, F.; CLIJSTERS, H. Effect of metals on enzyme activity in plants. **Plant, Cell and Environment**, v. 13, p. 195-206, 1990.

ZOCHE, J. J.; FREITAS, M.; Quadros K. E. Concentração de Zn e Mn nos efluentes do beneficiamento de carvão mineral e em *Typha domingensis* pers (Typhaceae). **Revista Árvore**, v.34, n.1, p. 177 – 188, 2010

## **ESTRATIFICAÇÃO VERTICAL DE EPÍFITOS VASCULARES NA MATA CILIAR DA NASCENTE DO RIO DOS SINOS, RS, BRASIL\***

Ledyane Rocha-Uriartt - FEEVALE<sup>1</sup>

Diego Fedrizzi Petry Becker - FEEVALE<sup>2</sup>

Fernando Junges - FEEVALE<sup>3</sup>

Jairo Lizandro Schmitt - FEEVALE<sup>4</sup>

Palavras-chave: Epifitismo. Distribuição vertical. Gradiente microclimático.

### **1. INTRODUÇÃO**

O epifitismo consiste na interação harmônica entre duas espécies, na qual o epífito utiliza o forófito apenas como suporte, não dependendo dele para obter água e nutrientes (BENZING, 1980). A distribuição dos epífitos da base à copa dos forófitos depende das variações de parâmetros abióticos ao longo das árvores, principalmente umidade e luminosidade (JOHANSSON, 1974; BENZING, 1980; GENTRY e DODSON, 1987). A estratificação vertical das árvores nas florestas tropicais é variada, formando diferentes padrões de divisão ecológica (ROBBINS, 1959), bem como diversos micro-habitats para as espécies epifíticas. O presente estudo teve como objetivo analisar a distribuição vertical dos epífitos vasculares na mata ciliar da nascente do Rio dos Sinos. Foram testadas as hipóteses de que (1) a riqueza de epífitos é maior nas zonas intermediárias do forófito e (2) que a composição florística difere entre as zonas de altura.

### **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O estudo da distribuição vertical dos epífitos é feito a partir da divisão do forófito em intervalos de altura em vários trabalhos desenvolvidos na região sul do Brasil. Nos intervalos intermediários, Waechter (1992) obteve a maior riqueza e Kersten, Borgo e Silva (2009) a maior diversidade de espécies. Kersten e Silva (2001) registraram uma riqueza decrescente no sentido base-copa, ao contrário de Giongo e Waechter (2004), que obtiveram maior riqueza e diversidade na copa. Schneider e Schmitt (2011) encontraram a riqueza de samambaias epifíticas significativamente maior nos estratos superiores, assim como Becker et al. (2013) e Barbosa et al. (2014), que obtiveram maior riqueza a partir do fuste alto.

### **3. METODOLOGIA**

O fragmento de mata ciliar estudado localiza-se no município de Caraá (29°42'25,0"S e 50°17'27,8"O, 560 m alt.), na região das nascentes do Rio dos Sinos. O clima é do tipo Cfa

\*Esse trabalho obteve suporte financeiro parcial por meio do Edital FAPERGS 004/2012-PqG (Processo SPI nº 1989 12-8).

<sup>1</sup>Mestre em Qualidade Ambiental, doutoranda em Qualidade Ambiental, bolsista CAPES.

<sup>2</sup>Biólogo, mestrando em Qualidade Ambiental, bolsista CAPES.

<sup>3</sup>Graduando em Ciências Biológicas, bolsista FAPERGS

<sup>4</sup>Doutor em Botânica, professor titular do PPG em Qualidade Ambiental.

– mesotérmico úmido sem período seco (MORENO, 1961). A temperatura média anual é de 18,9 °C e a precipitação anual de 2.540 mm. Ele é um remanescente de mata ciliar com mais de 50 m de largura e inserido em uma matriz rural. A vegetação é predominantemente arbórea com copas horizontalmente amplas e a altura das árvores emergentes é superior a 35 m. Considerando os parâmetros determinados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2012), a mata ciliar pode ser considerada em estágio avançado de regeneração.

Foram selecionadas 40 árvores com epífitos e com DAP mínimo de 10 cm ao longo de um transecto paralelo ao rio. Os forófitos foram divididos em cinco zonas ecológicas (1- base; 2- fuste baixo; 3- fuste alto; 4- copa interna; e 5- copa externa) (KERSTEN e WAECHTER, 2011). Os três primeiros intervalos foram considerados fuste, e as zonas 4 e 5, copa. Foi analisada a distribuição de todas as plantas em cada zona de altura, por meio de observação direta com o auxílio de binóculos (BUSHNELL® - 96m AT 1000M) e técnicas de escalada.

As espécies foram classificadas como exclusivas (observadas apenas em uma região do forófito) ou generalistas (registradas no fuste e na copa). Foi construído um dendrograma de similaridade florística com o índice de Dice-Sorensen no software Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis (PAST), versão 3.01 (HAMMER et al., 2001). O mesmo software foi utilizado para determinar a diversidade específica pelo índice de Shannon ( $H'$ ) e a equabilidade pelo índice de Pielou ( $J'$ ) (MAGURRAN, 1988). Os valores de riqueza de espécies por zona foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk e Levene, e comparados por meio da análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, no software Statistica, versão 10.0.

#### 4. RESULTADOS

Foram inventariadas 75 espécies incluídas em 15 famílias. Orchidaceae, Polypodiaceae, Bromeliaceae foram as famílias mais ricas e, juntamente com Cactaceae, Piperaceae, Aspleniaceae, Dryopteridaceae ocorreram nas cinco zonas de altura. Gesneriaceae ocorreu em quatro zonas; Hymenophyllaceae e Begoniaceae em três; e Araceae e Lycopodiaceae em duas zonas. Blechnaceae e Commelinaceae e Pteridaceae ocorreram apenas em uma zona.

Do total de espécies registradas, 48 (64%) foram generalistas, 17 (23%) foram exclusivas do fuste e 10 (13%) da copa. As famílias com maior número de espécies exclusivas do fuste foram Dryopteridaceae (quatro espécies ou 24%) e Aspleniaceae e (três espécies ou 18%). Do total de espécies exclusivas da copa, 60% pertence à Orchidaceae (seis espécies), sendo essa família também a mais representativa dentre as generalistas (12 espécies ou 25%).

A análise da composição florística das zonas indicou uma maior similaridade entre as zonas 3, 4 e 5 (grupo A), sendo as zonas 4 e 5 as mais semelhantes (subgrupo B). As zonas 1 e 2 (grupo C) formaram um grupamento independente dos demais (Figura 1).

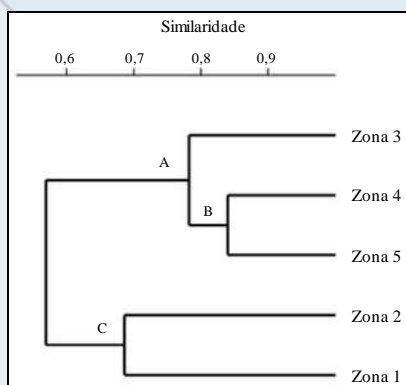


Figura 1: Dendrograma de similaridade florística entre as cinco zonas de altura.

A zona 1 apresentou a menor riqueza total e o número de espécies foi crescente até a zona 4. A riqueza absoluta por intervalo de altura foi mais elevada na zona 4. Analisando as médias de riqueza, verificou-se que a zona 4 foi significativamente mais rica que a zona 1, apresentando cerca de três vezes mais espécies. A diversidade e equabilidade das cinco zonas foram semelhantes (Tabela 1).

Tabela 1: Riqueza média  $\pm$  desvio-padrão ( $S_{méd}$ ), máxima ( $S_{máx}$ ) e total ( $S_{tot}$ ), e índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e de equabilidade de Pielou ( $J'$ ) para os epífitos vasculares nas cinco zonas de altura.

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5
$S_{méd}$	$1,0 \pm 1,9^b$	$1,7 \pm 2,9^{ab}$	$2,4 \pm 3,9^{ab}$	$2,9 \pm 3,8^a$	$2,2 \pm 3,1^{ab}$
$S_{máx}$	8	14	24	24	15
$S_{tot}$	29	41	52	56	44
$H'$	3,1	3,3	3,5	3,7	3,5
$J'$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

Médias acompanhadas por letras diferentes indicam diferença estatística significativa pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (ANOVA= 3,0; P= 0,01).

## 5. DISCUSSÃO

As nove famílias com ocorrência generalizada por todo o forófito (Aspleniaceae, Begoniaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Dryopteridaceae, Gesneriaceae, Orchidaceae, Piperaceae, Polypodiaceae) concentraram 91% da riqueza total. A maioria das espécies (60%) pertence à apenas três famílias (Bromeliaceae, Polypodiaceae e Orchidaceae), sendo essas consideradas as mais ricas em diferentes biomas (MADISON, 1977), e dominantes nos Neotrópicos (GENTRY e DODSON, 1987) e no Brasil (KERSTEN e SILVA 2001; BORGIO e SILVA, 2003; KERSTEN, 2010).

Em geral, as espécies apresentaram uma estratificação vertical difusa, não sendo possível observar um padrão na distribuição. Essas espécies generalistas pertencem, em sua maior parte, à Bromeliaceae, Polypodiaceae, Orchidaceae e Cactaceae. As adaptações

vegetativas, como estruturas anatômicas para a reserva de água e nutrientes, viabilizam uma melhor ocupação do substrato e se fazem presentes em espécies dessas famílias (JOHANSSON, 1974; BENZING, 1980; ROCHA et al., 2013).

A composição florística das zonas de copa foi bastante distinta das zonas basais. Essa diferença se deve ao fato de que a colonização da base e do fuste baixo dos forófitos é realizada por espécies menos exigentes quanto à luminosidade e tolerantes à alta umidade (BROWN, 1990), enquanto que as espécies que se estabelecem na copa das árvores são mais resistentes à alta incidência luminosa e umidade reduzida (JOHANSSON, 1974). Em florestas úmidas, a temperatura e a luminosidade decrescem no sentido ápice-base, enquanto a umidade é mais elevada na porção inferior das árvores (JOHANSON, 1974).

A frequência decrescente de *Vandenboschia radicans* da zona 1 até a zona 3, bem como sua ocorrência restrita ao fuste indicam que é uma espécie com ponto de saturação luminosa baixo. A espécie é comum em troncos em florestas úmidas e possui folhas constituídas por apenas uma camada de células de espessura (LORSCHHEITTER, ASHRAF e WINDISCH, 2005). *Pleopeltis pleopeltidis* e *Tillandsia usneoides* foram as espécies mais frequentes na copa externa, e estão incluídas em Polypodiaceae e Bromeliaceae, que são famílias amplamente adaptadas ao estresse hídrico existente nas regiões mais inóspitas do ambiente epifítico (JOHANSSON, 1974; BENZING, 1980).

A elevação da riqueza na zona 4, bem como a concentração de espécies nas zonas intermediárias do forófito, na transição entre fuste alto e copa interna observada no presente estudo podem ser atribuídas ao aumento de superfície nessa região do forófito (WAECHTER, 1998; KERSTEN e SILVA, 2002). No fuste, a verticalidade e a menor luminosidade podem ter limitado a frequência de espécies em desenvolvimento (PARKER, 1995).

Os índices de equabilidade e diversidade obtidos foram próximos aos registrados por Giongo e Waechter (2004) e Kersten, Borgo e Silva (2009) no sul do Brasil. Na região sudeste, Bataghin, Barros e Pires (2010) registraram valores inferiores ao do presente estudo.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A riqueza máxima e total de epífitos foi maior nas zonas intermediárias dos forófitos (zonas 3 e 4) e, em média, a riqueza das zonas de copa interna e base foram estatisticamente diferentes. A composição florística das zonas inferiores (1 e 2) diferiu pronunciadamente das zonas mais elevadas (4 e 5), demonstrando que existe preferência de determinadas espécies por regiões específicas do forófito no ambiente estudado.



## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, M.D. et al. Vascular epiphytes of the Atlantic Forest in the Sinos River basin, state of Rio Grande do Sul, Brazil: richness, floristic composition and community structure. **Brazilian Journal of Biology**, *In press*, 2014.
- BATAGHIN, F.A.; BARROS F. de; PIRES, J.S.R. Distribuição da comunidade de epífitas vasculares em sítios sob diferentes graus de perturbação na Floresta Nacional de Ipanema, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 3, p. 501-512, 2010.
- BECKER, D.F.P. et al. Riqueza, estrutura comunitária e distribuição vertical de epífitos vasculares do Parque Natural Municipal Tupancy, Arroio do Sal, RS, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v. 64, p. 127-139, 2013.
- BENZING, D.H. **Biology of Bromeliads**. California: Mad River Press, 1980. 305 p.
- BENZING, D.H. **Vascular epiphytes**. General biology and related biota. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 376 p.
- BROWN, A.D. El epifitismo en las selvas montanas del Parque Nacional “El Rey”, Argentina: composición florística y patrón de distribución. **Revista de Biología Tropical**, n. 38, p. 155-166, 1990.
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA**: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília: MMA, 2012. 1126 p.
- GENTRY, A.H.; DODSON, C.H. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, n. 74, p. 205-233, 1987.
- GIONGO, C.; WAECHTER, J.L. Composição florística e estrutura comunitária de epífitos vasculares em uma floresta de galeria na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 3, p. 563-572, 2004.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. **PAST**: Paleontological Statistics Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electronica*, n. 4, 2001.
- JOHANSSON, D. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. **Acta Phytogeographica Suecica**, n. 59, 1974, 136 p.
- KERSTEN, R.A.; WAECHTER, J.L. Métodos quantitativos no estudo de comunidades epifíticas. In: FELFILI, J.M. et al. (Orgs.). **Fitossociologia no Brasil**: métodos e estudos de caso. v. 1. 1. ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2011, p. 156-176.
- KERSTEN, R.A.; SILVA, S.M. Composição florística e distribuição espacial de epífitas vasculares em floresta da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 213-226, 2001.
- KERSTEN, R.A.; SILVA, S.M. Florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta ombrófila mista aluvial do rio Barigüi, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, n. 25, p. 259-267, 2002.
- KERSTEN, R.A.; BORGIO, M.; SILVA, S.M. Diversity and distribution of vascular epiphytes in an insular Brazilian coastal forest. **Revista de Biologia Tropical**, n. 5, v. 3, p. 749-759, 2009.
- KERSTEN, R.A. Epífitas vasculares - Histórico, participação taxonômica e aspectos relevantes, com ênfase na Mata Atlântica. **Hoehnea**, n. 37, p. 9-38, 2010.

LORSCHUITTER, M.L. et al. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part V. **Palaeontographica, Stuttgart**, v. 270, p. 1-180, 2005.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Cambridge: British Library, 1988.

PARKER, G.G. Structure and microclimate of forest canopies. In: LOWMAN, M.D.; NADKARNI, N.M. **Forest canopies**. San Diego: Academic Press, 1995, p. 73-106.

ROBBINS, R.G. The use of the profile diagram in rain forest ecology. **Journal of Biological Sciences**, v. 2, n. 2, p. 53-63, 1959.

ROCHA, L.D., et al. 2013. Leaf dimorphism of *Microgramma squamulosa* (Polypodiaceae): a qualitative and quantitative analysis focusing on adaptations to epiphytism. **Revista de Biologia Tropical**, v. 61, n. 1, p. 291-299.

SCHNEIDER, P.H.; SCHMITT, J.L., 2011. Composition, community structure and vertical distribution of epiphytic ferns on *Alsophila setosa* Kaulf., in a Semideciduous Seasonal Forest, Morro Reuter, RS, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n.3, 2011.

WAECHTER, J.L. **O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul**. Universidade Federal de São Carlos. Tese de Doutorado (Ecologia e Recursos Naturais), 1992.

WAECHTER, J.L. 1998. Epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. **Revista Ciência e Natura**, n. 20, p. 43-66.



inovamundi  
Um mundo para inovar seu conhecimento

# ESTUDO DOS EFEITOS TÓXICOS DO CROMO SOBRE A ATIVIDADE DE ENZIMAS TIÓLICAS EM TRABALHADORES EXPOSTOS E SEU IMPACTO SOBRE A ÁGUA

Cristina Deuner Muller<sup>1</sup>; Larissa Machado Lacerda<sup>1</sup>; Evandro Oliveira<sup>1</sup>; Itiane Diehl Francheski<sup>3</sup>; Eloir Dutra Lourenço<sup>2</sup>; Adriana Gioda<sup>5</sup>; Elisa Sauer<sup>4</sup>; Solange Cristina Garcia<sup>4</sup>; Clóvis Milton Durval Wannacher<sup>3</sup>; Luciano Basso<sup>2</sup>; Luciane Rosa Feksa<sup>2,3</sup>.

**Palavras-chave: Cromo hexavalente. Enzimas tiólicas. Água. Genotoxicidade. Carcinogênese.**

## Introdução

A industrialização vem causando crescente contaminação do meio ambiente com substâncias conhecidas por causarem danos à saúde do ser humano. O processo conhecido como galvanização ou cromagem, emprega o metal cromo hexavalente [Cr (VI)] durante sua aplicação, sendo este elemento, conhecido por causar genotoxicidade, carcinogênese, mutações no DNA e oxidação de proteínas.

Enzimas tiólicas tais como: piruvatoquinase (PK), creatinaquinase (CK),  $\delta$ -aminolevulínico desidratase (ALAD) e adenilatoquinase (AK), são conhecidas pela sua importância nas rotas metabólicas e na homeostasia energética. Não se conhece estudos que elucidam os mecanismos da toxicidade do Cr (VI) e sua relação com estas enzimas em eritrócitos de indivíduos expostos. Torna-se importante a avaliação das respectivas enzimas frente à exposição a esse metal, e a avaliação da água merece atenção por esta estar diretamente recebendo resíduos provenientes das indústrias que empregam o Cr (VI).

Portanto, o presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos tóxicos do Cr (VI) através da análise sobre a atividade das enzimas PK, CK, AK e ALAD em eritrócitos de indivíduos expostos a este metal no seu ambiente de trabalho, assim como seu impacto na água no local da exposição. Foram estudados 100 indivíduos, sendo 50 do grupo exposto e 50 do grupo controle.

<sup>1</sup>Aluno(a) de Mestrado de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental, Universidade Feevale.

<sup>2</sup>Docente do Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Feevale

<sup>3</sup>Departamento de Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

<sup>4</sup>Laboratório de Análises Toxicológicas (LATOX), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

<sup>5</sup>Departamento de química, Laboratório de ICP-MS e ICP-OES, PUC-RJ

Verificou-se que existe uma relação dose-dependente entre cromo e a atividade das enzimas estudadas. Espera-se contribuir para o entendimento de alguns sintomas causados pela exposição ao Cr (VI).

Portanto, o presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos tóxicos do Cr (VI) através da análise sobre a atividade das enzimas PK, CK, AK e ALAD em eritrócitos de indivíduos expostos a este metal no seu ambiente de trabalho, assim como seu impacto na água no local da exposição.

### **Fundamentação teórica:**

O cromo (Cr) existe principalmente em dois estados de valência: cromo trivalente [Cr (III)] e cromo hexavalente [Cr (VI)] e são os estados mais importantes do ponto de vista biológico e industrial. O Cr (VI) é um contaminante industrial da água e solo e está estabelecido como um carcinogênico pulmonar após exposição por inalação (COLLINS et al., 2010). Em contraste, Cr (III) é um componente natural da dieta sendo um elemento essencial para promover a ação da insulina nos tecidos, auxiliando no metabolismo dos açúcares, proteínas e gorduras (CEFALU; HU, 2004). O Cr (VI) é amplamente utilizado em produtos químicos industriais e é tóxico para os seres humanos levando a sérios danos ao fígado, pulmões, rins (KALAYARASAN et al., 2008; STOUT et al., 2009). Os efeitos genotóxicos e cancerígenos do Cr (VI) estão associados com a sua capacidade de penetrar nas células rapidamente e ocorrer redução intracelular (MISHRA; MOHANTY, 2009). O Cr entra no organismo através dos pulmões, trato gastrointestinal e através da pele. Inalação é a rota mais importante para a exposição ocupacional, considerando que a exposição não ocupacional ocorre através da ingestão de Cr contido na comida e água. Os feitos descritos na literatura sobre a exposição ao Cr (VI) são: câncer de pulmão, irritação nasal, úlcera nasal, reações de hipersensibilidade e dermatite de contato. As principais vias de excreção do cromo são via urina/rim e bile/fezes (GIL et al., 2011; ANDERSON, 2000).

Além do potencial carcinogênico, estudos recentes indicam que metais como zinco, cádmio, mercúrio, cromo e chumbo tem grande afinidade com grupos tióis (SH) de aminoácidos, como enzimas (GREENWOOD & EARNSHAW, 1997; NUNES-TAVARES et al., 2005; HUANG et al., 2004; VALLE & ULMER, 1972). Um estudo realizado em cultura de algas da espécie *Euglena gracilis* expostas ao Cr mostrou uma redução de 40% da atividade da PK citosólica quando exposta ao Cr (III) e 65% quando exposta ao Cr (VI) (CHÁVEZ et al., 2010).

A ALAD (E.C.4.2.1.24) é a enzima mais sensível na via do heme no eritrócito, catalisando a formação de porfobilinogênio a partir de duas moléculas de ácido delta-aminolevulínico (ALA)

(AKAGI et al., 2006). A ALAD é zinco-dependente e grupos tiólicos são essenciais para sua atividade (BERNARD & LAUWERYS, 1987). Atualmente, a ALAD tem sido amplamente utilizada como biomarcador de exposição ao chumbo (Pb). Perante este fato, salienta-se que o Cr pode ter efeito semelhante em relação à atividade da ALAD, caracterizando um dos objetivos deste projeto.

A piruvatoquinase (PK) [EC 2.7.1.40], creatinaquinase (CK) [E.C.2.7.3.2] e adenilatoquinase (AK), possuem um importante papel no metabolismo energético celular, portanto, avaliar a regulação da atividade dessas enzimas, é de grande importância para o metabolismo geral da célula (FOTHERGILL & MICHELIS, 1993; BAE & PHILLIPS, 2006; WARCHALA et al., 2006).

Os países em desenvolvimento vêm apresentando um aumento de fontes poluidoras da água, solo e ar, sendo que atribui-se à poluição da água, uma ligação de cerca de 80% das várias doenças humanas nestes países (POPE et al., 2002). Assim sendo, curtumes e empresas de cromagem, como galvanoplastias, as quais são responsáveis pela injeção de partículas de elementos como o Cr hexavalente no meio ambiente (ATSDR, 2012), são bons representantes deste panorama.

## Metodologia

Coletou-se amostras de 100 indivíduos, sendo 50 do grupo exposto e 50 do grupo controle. Dosou-se Cr em sangue total e urina por ICP-MS. A atividade da PK foi medida pelo método de Leong modificado (1981); da CK, de acordo com o método de Hughes (1962); da AK, de acordo com Dezja (1999) e para ALAD foi utilizado o método de Sassa modificado (1982). A avaliação ambiental ocorreu com a análise da água encontrada próxima às duas empresas de cromagem estudadas, através do teste de *Allium cepa* e de dosagem de Cr por ICP-MS. Os dados foram expressos por média  $\pm$  desvio padrão; *pós hoc* usado foram teste *t-student* e ANOVA-one way através do software “SPSS”.

## Resultados

O nível de cromo sanguíneo no grupo controle foi de  $1,73 \mu\text{g/L} \pm 0,16$  e no grupo exposto foi de  $2,02 \mu\text{g/L} \pm 0,20$  ( $p < 0,0001$ ). Sobre a PK, o grupo exposto obteve atividade de  $8,89 \pm 2,40$   $\mu\text{mol}$  de piruvato/min/mg proteína, enquanto que a do grupo controle foi de  $14,13 \pm 3,65$  ( $p < 0,0001$ ). Para a CK, o grupo exposto obteve atividade de  $0,28 \pm 0,20$   $\mu\text{mol}$  de creatina/min/mg proteína, e, para o grupo controle,  $0,54 \pm 0,30$  ( $p < 0,0001$ ). O grupo exposto da AK apresentou  $59,40 \pm 6,57$  ATP/min/mg proteína, já o grupo controle,  $212,81 \pm 17,35$  ( $p < 0,0001$ ). Os valores para a ALAD foram, para o grupo exposto, de  $26,04 \pm 7,39$  nmol de porfobilinogênio/h/mg de

hemoglobina, e, para o grupo controle,  $37,23 \pm 4,02$  ( $p < 0,0001$ ). A análise da água pela *Allium cepa* não mostrou diferença estatística entre os grupos controle e exposto ao Cr em relação ao índice mitótico e anormalidades cromossômicas. A concentração de Cr na água foi de  $0,001\text{mg/L}^{-1}$  no grupo controle e  $0,0015\text{mg/L}^{-1}$  no exposto não apresentando diferença estatisticamente significativa.

## Discussão

A exposição ocupacional ao cromo mostrou-se, nesta análise, um interferente negativo à saúde humana, corroborando com estudos anteriores. Embora os valores de concentração de cromo sanguíneo estejam dentro dos valores estabelecidos como faixa da normalidade e indicados como seguros ( $< 3\mu\text{g/L}$ ) (ZEISLER & YOUNG, 1987), os indivíduos expostos ao metal apresentaram atividade significativamente menor para todas as enzimas tiólicas avaliadas, ao mesmo tempo em que as concentrações do Cr eram mais elevadas em comparação aos indivíduos não expostos. Acredita-se que esta redução ocorreu pela capacidade do cromo de se ligar aos grupos tióis destas enzimas, reduzindo suas atividades (NUNES-TAVARES et al., 2005). O Cr em contato com enzimas que possuem grupos tiólicos, como a PK, CK, AK e  $\delta$ -aminolevulínico desidratase (ALAD), gerou a alteração de atividade destas nos eritrócitos dos indivíduos expostos ao metal. Os dados encontrados vão de encontro aos estudos que indicam que outros metais pesados, como o chumbo, reduzem a atividade enzimática tiólica, tornando estas enzimas biomarcadores de toxicidade (FEKSA et al., 2012).

Analisando-se, agora, o plano ambiental, observou-se que, embora o processo aplicado na indústria atinja os seres humanos ao redor, o meio hídrico parece não estar sendo significativamente alterado e conseqüentemente não é o causador da toxicidade do metal nos indivíduos que trabalham nas empresas. A análise realizada através do teste de *Allium cepa*, considerada uma técnica rápida e de baixo custo, além de ter uma boa sensibilidade na detecção a agentes químicos ambientais (LEME & MARIN-MORALES, 2008), não apresentou diferenças entre a água de controle negativo e a água coletada de pontos extremamente próximos ao processo de galvanização.

## Considerações Finais

Com esse estudo verificamos que existe uma relação dose-dependente entre cromo e a atividade das enzimas estudadas, mostrando que quanto maior a concentração de cromo no sangue menor a atividade destas enzimas. Através do presente estudo, podemos contribuir para o entendimento de alguns sintomas causados pela exposição ao metal em questão. Apesar disto, mais estudos são necessários para elucidar a toxicidade causada pelo cromo hexavalente.

## Referências Bibliográficas

AKAGI, R. et al. Delta-Aminolevulinate dehydratase (ALAD) porphyria: The First case in North America with two novel ALAD mutations. **Molecular Genetics and Metabolism**, v. 87, p. 329 – 336, 2006.

ANDERSON, R.A. Chromium in the prevention and control of diabetes. **Diabetes & Metabolism**, v. 26, p. 22-27, 2000.

ATSDR – AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Toxicological profile for chromium**. 2012. Disponível em: < <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp7.pdf>>. Acesso em 13 de março de 2013.

BAE, E.; PHILLIPS, G. N. JR. Roles of static and dynamic domains in stability and catalysis of adenylate kinase. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.103 (7), p. 2132-2137. 2006.

BERNARD, A., LAUWERYS, R., Metal-induced alterations of delta-aminolevulinic acid dehydratase. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 514, p. 41 – 47. 1987.

CEFALU, W.T.; HU, F.B. Role of chromium in human health and in diabetes. **Diabetes care**, v. 27, n. 11, p. 2741-2751, 2004.

CHÁVEZ, R. J. et al. Toxic effects of Cr(VI) and Cr(III) on energy metabolism of heterotrophic *Euglena gracilis*. **Aquatic Toxicology**, v. 100, p. 329 – 338, 2010.

COLLINS, B.J.; STOUT, M.D.; LEVINE, K.E.; KISSLING, G.E.; MELNICK, R.L.; FENNELL, T.R.; WALDEN, R.; ABDO, K.; PRITCHARD, J.B.; BURKA, L.T.; HOOTH, M.J. Exposure to hexavalent chromium resulted in significantly higher tissue chromium burden compared with trivalent chromium following similar oral doses to male F344/N rats and female B6C3F1 mice. **Toxicological Sciences**, v. 118, n. 2, p. 368-379, 2010.

DZEJA, P. P. et al. Adenylate Kinase–Catalyzed Phosphotransfer in the Myocardium: Increased Contribution in Heart Failure. **Circulation Research**, v. 84, p. 1137-1143, 1999.

FEKSA, L. R. et al. Pyruvate kinase activity and delta-aminolevulinic acid dehydratase activity as biomarkers of toxicity in workers exposed to lead. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 63, p. 453 – 460, 2012.

FOTHERGILL, L. A.; MICHELIS, P. A. Evolution in glycolysis. **Progress in Biophysics and Molecular Biology**, v. 59, p. 105 – 227, 1993.

GILBERT, H. F. Redox control of enzyme activities by thiol/disulfide exchange. **Methods in Enzymology**, v. 107, p. 330-351, 1984.

GIL, F.; HERNÁNDEZ, A.F.; MÁRQUEZ, C.; FEMIA, P.; OLMEDO, P.; LÓPEZ-GUARNIDO, O.; PLA, A. Biomonitorization of cádmium, chromium, manganese, nickel and lead in whole blood, urine, axillary hair and saliva in an occupationally exposed population. **Science of Environment**, v. 409, p. 1172-1180, 2011.

GREENWOOD, N. N., EARNSHAW, A. **Chemistry of the Elements**, 2<sup>a</sup> ed. Londres: Butterworth-Heinemann, 1997.

HUANG, M. et al. Zn-, Cd-, and Pb-transcription factor IIIA: properties, DNA binding, and comparison with TFIIIA finger 3 metal complexes. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v. 98, p. 775-785, 2004.

HUGHES, B. P. A method for estimation of serum creatine kinase and its use in comparing creatine kinase and aldolase activity in normal and pathological sera. **Clinica Chimica Acta**, v. 7, p. 597-603, 1962.

KALAYARASAN, S.; SRIRAM, N.; SURESHKUMAR, A.; SUDHANDIRAN, G. Chromium (VI) induced oxidative stress and apoptosis is reduced by garlic and its derivative S-allylcysteine  
LEME, D. M. ; MARIN-MORALES, M. A. Chromosome aberration and micronucleus frequencies in *Allium cepa* cells exposed to petroleum polluted water - a case study. **Mutation Research. Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 650, p. 80-86, 2008.



LEONG, S. F. et al. Energy-metabolising enzymes in brain regions of adult and aging rats. **Journal of Neurochemistry**, v. 37, p. 1548-1556, 1981.

NUNES-TAVARES, N. et al. Toxicity induced by Hg<sup>2+</sup> on choline acetyltransferase activity from *E. electricus* (L.) electrocytes: the protective effect of 2,3 dimercapto-propanol (BAL). **Medical Science Monitor**, v. 11, p 100-105, 2005.

MISHRA, A.K.; MOHANTY, B. Chronic exposure to sublethal hexavalent chromium affects organ histopathology and serum profile of a teleost, *Channa punctatus* (Bloch). **Science of the Total Environment**, v. 407, p. 5031-5038, 2009.

POPE, 3rd C.A et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. **JAMA**, v. 287, p. 1132–1141, 2002.

SASSA, S. Delta-aminolevulinic acid dehydratase assay. **Enzyme**, v. 28, p. 133 – 145, 1982.

STOUT, M.D.; HERBERT, R.A.; KISSLING, G.E.; COLLINS, B.J.; TRAVLOS, G.S.; WITT, K.L.; MELNICK, R.L.; ABDO, K.M.; MALARKEY, D.E.; HOOTH, M.J. Hexavalent chromium is carcinogenic to F344 /N rats and B6C3F1 mice after chronic oral exposure. **Environmental Health Perspectives**, v. 117, n. 5, p. 716-722, 2009.

VALLE, B. L.; ULMER, D. D. Biochemical effects of mercury, cadmium and lead. **Annual Review of Biochemistry**, v. 41, p. 91-128, 1972.

WARCHALA, A. et al. Importance of creatine kinase psychiatry--truths and myths. **Wiad Lek**, v. 59, p. 255 – 260, 2006.

ZEISLER, R.; YOUNG, I. The determination of chromium-50 in human blood and its utilization for blood volume measurements. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 113 (1), p. 97 – 105, 1987.

## FATORES QUE INFLUENCIAM NA CONSOLIDAÇÃO DE COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS

Alexandre André Feil (FEEVALE; UNIVATES)<sup>1</sup>

Virgílio José Strasburg (FEEVALE, UFRGS)<sup>2</sup>

Ramiro Flores Guzman (FEEVALE)<sup>3</sup>

Fernando Rosado Spilki (FEEVALE)<sup>4</sup>

**Palavras-chave:** Gestão de recursos hídricos; Correlação de Pearson; Fatores demográficos e socioeconômicos.

### INTRODUÇÃO

O Brasil, em extensão, é o maior País da América do Sul (IBGE, 2013), e possui uma disponibilidade hídrica aproximada 91.071 m<sup>3</sup>/s (CBH/ANA, 2013). Essa disponibilidade está organizada geograficamente em 12 Regiões Hidrográficas (RH) compreendendo 5.404 municípios brasileiros. Essas regiões apresentam características distintas em relação a sua área territorial, populacional, do número de municípios e da distribuição hídrica. Nas 12 RH brasileiras existem 168 Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH) estaduais e oito interestaduais, sendo que desse total, apenas 13 CBH estaduais foram criados a partir de 2009 (CBH/ANA, 2013). Cardoso (2003) assinala que em 2003 existiam 93 CBH distribuídos em dez estados brasileiros, sendo que desses, 55 estavam distribuídos, na época, entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul.

Nesta lógica, a presente pesquisa abrange as Bacias Hidrográficas (BH) e os CBHs brasileiras. A problemática da pesquisa consiste responder: quais são os principais fatores intervenientes na criação dos CBHs Brasileiras? Para solucionar este problema, o alicerce central consiste em identificar as correlações existentes entre os aspectos geográficos das BH, dos aspectos populacional e econômico, nas motivações da criação de CBH.

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

<sup>1</sup> Mestre em Ambiente e Desenvolvimento. Professores da Univates. Doutorando do PPG de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

<sup>2</sup> Mestre em Saúde Coletiva. Professor de graduação em Nutrição na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). CESAN. Doutorando do PPG de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

<sup>3</sup> Doutorando do PPG de Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

<sup>4</sup> Doutor em Genética e Biologia Molecular. Professor do PPG de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

Uma BH conceitua-se como uma unidade biogeofisiográfica que drena de forma natural todos os escoamentos de uma região para um só ponto de saída que pode ser um rio, lago, represa ou oceano (TUNDISI et al., 2008; 2009). Esta BH se compõe de um conjunto de superfícies vertentes e uma rede de drenagem de águas que confluem em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997). Em função desse caráter integrador, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei 9.433/97, tem adotado a BH como unidade territorial para o estudo e gestão dos recursos hídricos, pois desta forma, permite acompanhar as mudanças introduzidas pela ação humana e monitorar as respostas da natureza (CARDOSO et al., 2006).

Um dos avanços mais significativos da PNRH foi à descentralização e democratização da gestão dos recursos hídricos mediante a criação de CBH (SANTOS JR., 2003; GOHN, 2004). Por definição, o CBH é uma instituição colegiada que reúne representantes dos grupos sociais interessados ou atingidos pela gestão hídrica como governo, usuários e sociedade civil (ABERS e JORGE, 2005). Dessa forma, um CBH consiste numa espécie de parlamento das águas que discute as diretrizes que devem guiar o manejo das águas para atingir as metas de quantidade e qualidade requeridas para o aproveitamento da sociedade e a preservação do meio ambiente a escala de uma bacia (MALHEIROS, PROTA e RINCÓN, 2013).

As competências dos CBH figuram a capacidade de arbitrar conflitos pelo uso da água na primeira instância, a aprovação e seguimento de alguns instrumentos de gestão dos recursos hídricos (Plano de Bacia, enquadramento das águas, outorgas menores e cobrança pelo uso das águas), e discussão dos projetos a ser feitos na BH (ABERS et al., 2009).

## METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se quanto à abordagem do problema como quantitativa e o procedimento técnico utilizado vincula-se a pesquisa descritiva. A coleta dos dados referente aos CBHs, base de dados 2011, foi via site <http://www.cbh.gov.br/>, no período de 20/01 a 05/02 de 2014; das informações demográficas, base 2013, foram coletados via site <http://www.ibge.gov.br> de 06/02 a 10/02 de 2014. Já os dados econômicos foram coletados via site (<http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/ranking>) dia 07/02 de 2014; do site <http://www.sidra.ibge.gov.br> em 01/03 de 2014, e do site <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?idb2011/b08a.def>, em 05/03 de 2014.

A análise dos dados coletados realizou-se via correlação de Pearson. Este método aplica-se a dados paramétricos em medidas de escala contínua, sendo assim, todos os dados foram

correlacionados, com a finalidade de identificar a associação entre as variáveis por UF em relação a(o): Número (Nº) de Municípios, Área de abrangência (Km<sup>2</sup>), População Total, Produto Interno Bruto (PIB), Renda per capita por domicílio, Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM), Nº de CBH, Nº de BH, Área aproximada de abrangência da BH, População da área abrangida pelas BH e Nº de Municípios abrangidos pelas BH. As UFs abordadas correspondem a Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe, Tocantins, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e também o Distrito Federal.

## RESULTADOS

Os resultados da correlação de Pearson (Tabela 1), que influenciam na criação de CBH apontam com uma correlação forte positiva, ao nível de significância de 0,01, corresponde ao número de municípios de cada UF, a população de cada UF, a área aproximada de abrangência da BH, a população da área abrangida pela BH, o número de municípios abrangidos pela BH, e o número de BH de cada UF. E, com uma correlação regular positiva, ao nível de significância de 0,05, que o PIB de cada estado também influencia na criação de CBH. Com uma correlação forte negativa se identificou que a localização da UF influencia no número de comitês de BH.

**Tabela 1. Correlação de Pearson**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nº de Municípios de cada UF (1)	1											
Área de abrangência a de cada Estado (Km <sup>2</sup> ) (2)	,416	1										
População Total de cada Estado (Habitantes) (3)	,730**	,163	1									
PIB (4)	,575**	,047	,949**	1								
Renda per capita por domicílio (5)	,034	-,092	,241	,405	1							
IDHM (6)	,190	,036	,363	,498*	,942**	1						
Nº de CBH por estado (7)	,806**	,259	,613**	,543*	,222	,371	1					
Área Aproximada de abrangência da BH (8)	,834**	,515*	,567**	,416	,008	,101	,826**	1				
População da área abrangida pela BH (9)	,686**	,077	,975**	,964**	,280	,382	,664**	,585**	1			
Nº de Municípios abrangidos pela BH (10)	,909**	,258	,733**	,650**	,149	,269	,919**	,887**	,775**	1		
Nº de BH de cada UF (11)	,638**	,541*	,303	,163	-,168	-,036	,649**	,661**	,278	,611**	1	
UF (12)	-,444*	-,056	-,400	-,451*	-,602**	-,720**	-,618**	-,340	-,439	-,543*	-,093	1

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades)

\* . A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

## DISCUSSÃO

A criação dos CBH se constitui uma forma de legitimação na gestão adequada em relação aos usos da água. Os resultados apresentados, nesse estudo, evidenciaram associações significativas em relação à criação dos CBH das BH brasileiras, tais como: as variáveis geográficas, populacionais e econômicas.

As variáveis geográficas que motivam a criação de CBH refletem à localização da UF, o número de municípios por UF e abrangido pela BH, e a área da BH. Nas variáveis populacionais encontrou-se o número de habitantes por UF e abrangidos pela BH. Já as variáveis econômicas que influenciam na criação de CBH constatou-se o PIB da UF. Desta forma, a organização de um CBH como entidade representante para a gestão dos RH apresenta interfaces de mobilizações públicas dentro de contextos históricos relacionadas, tanto, diretamente com as questões ambientais, como também com aspectos de peculiaridades geográficas, políticas, e de interesses sociais e econômicos, o que corrobora com resultados de Brannstrom (2001), Johnson et al. (2002), Kerr (2002), Kaplowitz e Witter (2008), Liu et al. (2008), Gaddis (2010) e Perkins (2011).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos, com base nos 20 estados Brasileiros analisados, revelam que as variáveis que influenciam na criação e ou estabelecimento de CBH podem ser classificados em três grupos: a) os geográficos que abrangem a localização do estado dentro do país, sendo que os estados mais próximos do sul do país possuem maior numero de CBH, a quantidade de municípios por UF e que estão abrangidos pela BH, e o tamanho da BH; b) As variáveis populacionais que abrangem o numero de habitantes por UF e BH; e c) a variável econômica que abrange o PIB por UF.

Cabe ressaltar que pode haver outras variáveis que influenciam no estabelecimento de CBH, mas que não foram abordados no escopo deste estudo, tais como as variáveis relacionadas com a escassez de água ou as variáveis políticas.

## REFERÊNCIAS

ABERS, R.N.; FORMIGA-YOHNSSON, R.M.; FRANK, B.; KECK, M.E.; LEMOS, M.C. Inclusão, deliberação e controle: três dimensões de democracia nos comitês e consórcios de bacias hidrográficas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**. Campinas v. XII, n. 1, p. 115-132, jan.-jun. 2009.

ABERS, R.; JORGE, K.D. Descentralização da gestão da água: por que os comitês de bacia estão sendo criados. **Ambiente e sociedade** 8.2 (2005): 99-124.

BRANNSTROM, C. Conservation-with-Development Models in Brazil's Agro-Pastoral Landscapes. **World Development**. v. 29, Issue 8, August 2001, pg. 1345-1359, ISSN 0305-750X. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/S0305-750X\(01\)00048-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00048-1) >.

CBH / ANA. Comitês de Bacias Hidrográficas / Agência Nacional das Águas. **Conjuntura dos recursos Hídricos no Brasil. 2013.** Disponível em: < [http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite\\_relatorioConjuntura/projeto/index.html](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html) >.

CARDOSO, M. L. de M. **A democracia das águas na sua prática: o caso dos Comitês de Bacias Hidrográficas de Minas Gerais.** Tese de doutorado em antropologia social, UFRJ/PPGAS/Museu Nacional. Rio de Janeiro. 2003.

CARDOSO, C.A. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo-RJ. *Árvore*, Viçosa, v.30, n.2, p.241-248, 2006.

GADDIS, E.J.B.; et al. Effectiveness of a participatory modeling effort to identify and advance community water resource goals in St. Albans, Vermont. **Environmental Modelling & Software**, v. 25, Issue 11, November 2010, pg. 1428-1438, ISSN 1364-8152. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2009.06.004> >.

GOHN, M. da G. Os conselhos municipais e a gestão urbana. In: SANTOS Jr., O. A. dos; RIBEIRO, L. C. de Q.; AZEVEDO, S. (Org.). **Governança democrática e poder local: a experiência dos conselhos municipais no Brasil.** Rio de Janeiro: Revan, 2004. p. 57-90.

**IBGE** (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2013. Disponível em: < [http://www.ibge.gov.br/paisesat/main\\_frameset.php](http://www.ibge.gov.br/paisesat/main_frameset.php) >.

JOHNSON, N.; et al. User participation in watershed management and research. *Water Policy*, v. 3, Issue 6, 2002, pg. 507-520, ISSN 1366-7017. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/S1366-7017\(02\)00014-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1366-7017(02)00014-4) >.

KAPLOWITZ, M.D.; WITTER, S.G. Agricultural and residential stakeholder input for watershed management in a mid-Michigan watershed. **Landscape and Urban Planning**, v. 84, Issue 1, 11 January 2008, pg. 20-27, ISSN 0169-2046. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.06.004> >.

KERR, J. Watershed Development, Environmental Services, and Poverty Alleviation in India. **World Development**. v. 30, Issue 8, August 2002, pg. 1387-1400, ISSN 0305-750X. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/S0305-750X\(02\)00042-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0305-750X(02)00042-6) >.

LIU, B. M.; et al. Overcoming limited information through participatory watershed management: Case study in Amhara, Ethiopia. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, v. 33, Issues 1-2, 2008, pg. 13-21, ISSN 1474-7065. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.pce.2007.04.017> >.

MALHEIROS, T.F.; PROTA, M.G.; RINCÓN, M.A.P. Participação comunitária e implementação dos instrumentos de gestão da água em bacias hidrográficas. **Rev. Ambient. Água**. 2013, vol.8, n.1, pp. 98-118. ISSN 1980-993X.

PERKINS, P.E. Public participation in watershed management: International practices for inclusiveness. **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, v. 36, Issues 5–6, 2011, pg. 204-212, ISSN 1474-7065. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.pce.2010.02.004>>.

SANTOS Jr, O. A. do. Conselhos municipais e democracia local. In: GARCIA, J. L. L.; DAHMER, T. (Org.). **Sociedade & Políticas: novos debates entre ONGs e universidades**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

TUCCI, C.E.M. (Org.) Hidrologia: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4). 1997.

TUNDISI, J.G. et al. "A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento." *Estudos Avançados* 22.63 (2008): 159-172.

TUNDISI, J.G. et al. *Manual de gerenciamento de bacias hidrográficas*, Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente (SVMA) da PMSP e Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental (IEGA), 2009.

# **FREQUÊNCIA DE MICRONÚCLEOS E ANORMALIDADES NUCLEARES EM ERITRÓCITOS DE *Astyanax fasciatus* (TELEOSTEI, CHARACIDAE) COLETADOS NO RIO DOS SINOS, RS, BRASIL**

Angélica Goldoni<sup>1</sup>

Thaís Dalzochio<sup>1</sup>

Jênifer Panizzon<sup>2</sup>

Günther Gehlen<sup>3</sup>

Luciano Basso da Silva<sup>3</sup>

Palavras-chave: Rio dos Sinos. Genotoxicidade. Teste de Micronúcleos. Peixes.

## **INTRODUÇÃO**

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, no estado do Rio Grande do Sul, é uma das áreas com maior potencial econômico e industrial da região sul do país e caracteriza-se pela crescente urbanização e industrialização. A carga excessiva de poluentes orgânicos e inorgânicos que o Rio dos Sinos recebe já provocou, nos últimos anos, drásticas mortandades de peixes, evidenciando o estado de poluição das águas do rio e a necessidade urgente de métodos de monitoramento que contribuam para a gestão adequada dos recursos da bacia hidrográfica. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi utilizar o teste de micronúcleos e anormalidades nucleares em peixes da espécie *Astyanax fasciatus* para monitorar a genotoxicidade da água do Rio dos Sinos, além de avaliar a qualidade da água através de análises físico-químicas.

---

1 Doutoranda em Qualidade Ambiental – Universidade Feevale

2 Acadêmica do curso de Ciências Biológicas – Universidade Feevale

3 Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental – Universidade Feevale



## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM, 2013), a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos estende-se por aproximadamente 3.820 km<sup>2</sup>, com uma população aproximada de 1.2 milhões de habitantes. O curso d'água principal do rio tem uma extensão de 190 km, sendo que grande parte do esgoto doméstico é lançada na água sem tratamento. Do mesmo modo, a indústria tem se utilizado dele como fonte de água, bem como para descarga de seus efluentes. A irrigação, agricultura e pecuária também são fontes de contaminação.

O teste de micronúcleos constitui-se em uma das principais ferramentas para a avaliação da genotoxicidade de ambientes aquáticos. Os micronúcleos podem se originar tanto por fragmentos cromossômicos como por cromossomos inteiros que não são incorporados ao núcleo principal durante a divisão celular (Al-Sabti & Metcalfe, 1995). Diversos mecanismos estão envolvidos na formação de micronúcleos, como quebras cromossômicas e erros no fuso mitótico. Em peixes, especificamente, outros grupos de anormalidades nucleares, como invaginações, brotos e células binucleadas, têm sido avaliadas durante o teste de micronúcleos, não havendo um consenso claro entre os autores a respeito do mecanismo de formação destas anormalidades (Ayllon & Garcia-Vazquez, 2000; Pacheco e Santos, 2002; Lemos *et al.* 2008).

Considerando-se a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, recentemente, foi demonstrada a queda da qualidade da água desde a nascente (Blume *et al.* 2010), bem como efeitos hepatotóxicos em roedores expostos à água do rio em testes de laboratório (Rechenmacher *et al.* 2010). Também foram encontradas evidências de genotoxicidade, avaliada pelo ensaio cometa, em peixes expostos às amostras de água de alguns pontos do rio (Scalon *et al.* 2010). Diante destas evidências e da escassez de estudos *in situ* com peixes no Rio dos Sinos, uma avaliação integrada da qualidade da água torna-se de fundamental importância para um melhor entendimento acerca das interações entre os múltiplos contaminantes presentes no local e seus efeitos na biota aquática.

## METODOLOGIA

Foram selecionados três pontos de coleta ao longo do rio, nos municípios de Santo Antônio da Patrulha (trecho superior), Parobé (trecho médio) e Novo Hamburgo (trecho inferior). Em

janeiro e abril de 2014, exemplares de *A. fasciatus* (11.2 cm  $\pm$  2.1 cm) foram capturados nos três pontos e imediatamente processados. O sangue foi coletado a partir de um corte na região caudal e diretamente gotejado sobre uma lâmina limpa, sendo realizado um esfregaço com o auxílio de outra lâmina. O material foi então fixado em etanol absoluto e corado com Giemsa. A análise de micronúcleos e anormalidades nucleares foi realizada com a utilização de microscópio óptico, examinando-se 2.000 eritrócitos de cada peixe. A comparação das frequências entre os três pontos foi realizada através do teste de Kruskal-Wallis, enquanto as frequências entre as duas coletas foram analisadas utilizando-se o teste de Mann-Whitney, considerando-se um nível de significância de  $p < 0.05$ . Em todas as amostragens, também foram coletadas amostras de água para a realização das análises físico-químicas pela Central Analítica da Universidade Feevale.

## RESULTADOS

Não foram observadas diferenças significativas entre os três pontos de coleta para as frequências de micronúcleos e anormalidades, tanto em janeiro como em abril. No entanto, comparando-se as frequências encontradas no mesmo ponto entre os dois períodos de coleta, observou-se uma diminuição significativa dos valores de anormalidades nucleares em Santo Antônio da Patrulha ( $p = 0.04$ ) e Parobé ( $p = 0.03$ ) em abril, em relação aos valores encontrados na coleta de janeiro. Considerando-se as análises físico-químicas e microbiológicas da água, observou-se um claro aumento da quantidade de coliformes fecais nos trechos médio e inferior, em relação ao trecho superior, assim como nos níveis de sólidos suspensos, fósforo, alumínio e ferro. Em nenhum dos pontos houve a detecção de nitrogênio amoniacal, cobre e cromo total.

## DISCUSSÃO

Levando em consideração os animais coletados nos três pontos em janeiro e abril, as frequências de anormalidades nucleares apresentaram-se mais elevadas que as frequências de micronúcleos, o que está de acordo com outros estudos (Ferraro *et al.*, 2004; Oliveira-Martins & Grisolia, 2009), sugerindo que a avaliação de anormalidades nucleares pode representar uma alternativa para a possível falta de sensibilidade relacionada às baixas frequências de micronúcleos encontradas em

peixes nativos. A maior frequência de anormalidades no mês de janeiro pode estar relacionada com a baixa precipitação observada no período, possibilitando a concentração de poluentes presentes no rio. Outro fator importante é o aumento da descarga de efluentes agrícolas nos primeiros meses do ano, ocasionado pela aplicação de pesticidas para o cultivo do arroz irrigado, além de uma maior captação de água do rio para as culturas, afetando a disponibilidade de água da região. No entanto, a concentração dos poluentes analisados no presente estudo não demonstrou um aumento em janeiro, em comparação com abril, sugerindo a presença de outros contaminantes.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos no presente estudo indicaram que a análise de anormalidades nucleares em eritrócitos de peixes constitui-se em um biomarcador apropriado para a avaliação da genotoxicidade de ambientes aquáticos. Sugere-se que fatores como a baixa precipitação e a aplicação de pesticidas podem influenciar as frequências de anormalidades de maneira significativa. No entanto, um período de monitoramento maior se faz necessário para um melhor entendimento dos fatores de interação entre poluentes e peixes presente no Rio dos Sinos.

## REFERÊNCIAS

- AL-SABTI, K. & METCALFE, C. D. Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water. *Mutation Research/Genetic Toxicology*, v. 343, n. 2, p. 121-135, 1995.
- AYLLON, F. & GARCIA-VAZQUEZ, E. Induction of micronuclei and other nuclear abnormalities in European minnow *Phoxinus phoxinus* and mollie *Poecilia latipinna*: na assessment of the fish micronucleus test. *Mutation Research*, v. 467, p. 177-186, 2000.
- BLUME, K. K., et al. Water quality assessment of the Sinos River, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 70, n. 4, p. 1185-1193, 2010.
- FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental. Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/>. Acessado em meio de 2013.
- FERRARO, M. V. M. et al. Mutagenic effects of tributyltin and inorganic lead (Pb II) on the fish *H. malabaricus* as evaluated using the comet assay and the piscine micronucleus and chromosome aberration tests. *Genetics and Molecular Biology*, v. 27, p. 103-107, 2004.
- LEMOS, C. T., et al. Biomonitoring of genotoxicity using micronuclei assay in native population of *Astyanax jacuhiensis* at sites under petrochemical influence. *Science of the Total Environment*, v. 406, p. 337-343, 2008.
- OLIVEIRA-MARTINS, C. R. & GRISOLIA, C. K. Toxicity and genotoxicity of wastewater from gasoline stations. *Genetics and Molecular Biology*, v. 32, p. 853-856, 2009.
- PACHECO, M. & SANTOS, M. A. Naphthalene and  $\beta$ -naphthoflavone effects on *Anguilla anguilla* L. hepatic metabolism and erythrocytic nuclear abnormalities. *Environmental International*, v. 28, p. 285-293, 2002.
- RECHENMACHER, C., et al. A multibiomarker approach in rats to assess the impact of pollution on Sinos River, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 70, n. 4, 2010.
- SCALON, M. C. S., et al. Evaluation of Sinos River water genotoxicity using the comet assay in fish. *Brazilian Journal of Biology*, v. 70, n. 4, 2010.

# GENOTOXICIDADE DO AR EM ÁREAS URBANAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Mara Betânia Brizola Cassanego (Feevale)<sup>1</sup>

Annette Droste (Feevale)<sup>2</sup>

Palavras-chave: Poluentes. *Tradescantia pallida*. Bioensaio Trad-MCN. Qualidade do ar.

## 1. INTRODUÇÃO

Em centros urbanos e áreas industriais, a qualidade do ar atmosférico tem sido alterada pelas emissões de gases e de material particulado, podendo causar efeitos tóxicos e genotóxicos aos organismos (PEREIRA et al., 2013). Entre as fontes poluidoras do ar, destacam-se as móveis constituídas pelos veículos automotores e as estacionárias que abrangem as indústrias (MEIRELES et al. 2009). No entanto, a maioria dos estudos sobre a avaliação do risco dos poluentes atmosféricos é baseada apenas em análises físico-químicas de compostos simples, sendo que os efeitos sinérgicos e genotóxicos das complexas misturas sobre os organismos, ainda são pouco conhecidos (MERLO et al. 2011). *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt. var. *purpurea* Boom, é uma planta altamente sensível a agentes genotóxicos, constituindo um importante parâmetro em estudos de genotoxicidade ambiental (MEIRELES et al. 2009; SAVÓIA et al., 2009).

Este trabalho teve como objetivo realizar o biomonitoramento do potencial genotóxico com *Tradescantia pallida* var. *purpurea* em áreas urbanas da Bacia do Rio dos Sinos, visando revelar informações que poderão subsidiar o estabelecimento de propostas para o controle e conservação ambiental.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, localizada na região leste do Estado do Rio Grande do Sul, ocupa uma área com cerca de 3.800 km<sup>2</sup>, caracterizada em trechos superior, médio e inferior, incluindo diversas atividades econômicas, desde a agropecuária até a intensa industrialização (COMITESINOS, 2014, FEPAM, 2014). A bacia apresenta alta densidade

1- Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, Doutoranda em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale e Bolsista - CAPES/PROSUP (e-mail: maxyuri@terra.com.br);

2- Doutora em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Docente e Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

demográfica, com uma população em torno de 300 habitantes/km<sup>2</sup>, residindo principalmente nas áreas urbanas (IBGE, 2014).

Estudos de genotoxicidade atmosférica com *Tradescantia pallida* var. *purpurea* recentemente começaram a ser desenvolvidos no trecho inferior da Bacia do Rio dos Sinos. O potencial genotóxico do ar foi avaliado por Costa e Droste (2012) em uma área urbana no município de Estância Velha e em uma área rural em Novo Hamburgo. Sasamori et al. (2012) verificaram a eficiência do bioensaio Trad-MCN para o monitoramento *in situ* da genotoxicidade do ar ao longo das estações climáticas, também no município de Novo Hamburgo.

### 3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado em áreas urbanas dos municípios de Caraá, Taquara e Campo Bom, pertencentes, respectivamente, aos trechos superior, médio e inferior da Bacia do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil, no período de maio de 2013 a março de 2014, com periodicidade bimensal.

As plantas de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* foram cultivadas no campus da Universidade Feevale, conforme Thewes, Endres Júnior e Droste (2011). Para cada teste de genotoxicidade do ar, 20 ramos (10 a 15 cm de comprimento) com botões florais foram imersos parcialmente em recipientes com 2 L de água destilada, permanecendo por 24 h para adaptação, em sala climatizada. Após, os recipientes com os ramos adaptados foram acondicionados em caixas térmicas e transportados até os pontos amostrais, onde foram expostos por um período de 8 h (9 às 17 h) em ambientes urbanos de cada município. Posteriormente, em sala climatizada, os ramos foram recuperados em água destilada por mais 24 h, metodologia adaptada do protocolo de Ma et al. (1994). Controles negativos foram realizados simultaneamente em sala climatizada, seguindo a mesma metodologia.

Após recuperação, os botões florais foram fixados em etanol absoluto:ácido acético (3:1 v:v) por 24 h, armazenados em álcool etílico 70% e mantidos sob refrigeração (4°C). Para a preparação das lâminas e análise das células e micronúcleos (MCN), botões florais foram dissecados e as anteras maceradas com carmim acético 1%. Em cada lâmina foram contadas 300 células em fase de tétrades e registrado o número de MCN em um total de 10 lâminas por ponto, em cada período amostrado, sob microscopia óptica em aumento de 400x (Olympus CX4) (THEWES, ENDRES JÚNIOR e DROSTE, 2011). As frequências de micronúcleos foram expressas em MCN/100 tétrades e submetidas à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey (p=0,05).

#### 4. RESULTADOS

Os botões florais de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* expostos na área urbana de Caraá, apresentaram frequências que variaram de 1,90 a 2,40 MCN, sendo significativamente iguais àquelas dos controles negativos (0,93 a 1,70), com exceção de março de 2014, que a frequência de Caraá (2,20) foi estatisticamente maior em relação ao controle negativo (0,93). As frequências de MCN registradas nos botões florais expostos em Taquara e Campo Bom variaram de 3,10 a 3,77 e de 3,06 a 4,20, respectivamente, sendo significativamente superiores àquelas do controle negativo e de Caraá, com exceção de setembro de 2013, em que a frequência de Taquara (3,17) foi estatisticamente igual à de Caraá (2,10). Os botões florais expostos em Taquara e Campo Bom apresentaram frequências de MCN estatisticamente iguais entre si, com exceção de setembro de 2013, em que a frequência de Campo Bom (4,20) foi estatisticamente maior à de Taquara (3,10) (Tabela 1).

Ao longo do período monitorado, não ocorreu variação significativa entre as frequências de MCN registradas nos botões florais expostos em cada município (Caraá: F=1,100; p=0,371, Taquara: F=1,483; p=0,211 e Campo Bom: F=2,628; p= 0,077) (Tabela 1).

Tabela 1 - Frequência de MCN em botões florais de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* expostos ao ar atmosférico em áreas urbanas nos municípios de Caraá, Taquara e Campo Bom, e no controle negativo, no período de maio de 2013 a março de 2014.

Exposições	Frequência de MCN (média ± desvio padrão)				F	p
	Caraá	Taquara	Campo Bom	Controle		
Maio 2013	1,90 ± 0,35b	3,77 ± 0,83a	3,10 ± 0,54a	1,53 ± 0,52b	31,014	<0,001
Julho 2013	2,10 ± 0,47b	3,17 ± 0,69a	3,56 ± 1,05a	1,43 ± 0,32b	19,969	<0,001
Setembro 2013	2,40 ± 0,64bc	3,10 ± 0,72b	4,20 ± 1,43a	1,53 ± 0,39c	16,186	<0,001
Novembro 2013	2,13 ± 0,45b	3,67 ± 0,74a	3,47 ± 0,57a	1,70 ± 0,33b	32,009	<0,001
Janeiro 2014	2,10 ± 0,54b	3,60 ± 0,73a	4,03 ± 0,96a	1,70 ± 0,36b	27,070	<0,001
Março 2014	2,20 ± 0,42b	3,53 ± 0,52a	3,07 ± 0,54a	0,93 ± 0,26c	64,073	<0,001

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey (p=0,05).

#### 5. DISCUSSÃO

No presente estudo, as maiores frequências de MCN registradas nos botões florais de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* expostos em Taquara e Campo Bom, podem ser consequência de emissões atmosféricas liberadas principalmente pelo intenso tráfego de veículos automotores

nesses municípios. Pereira et al. (2013), evidenciaram frequências significativas de MCN, que variaram de 1,03 a 5,02 em plantas desta espécie, expostas em áreas urbanas com diferentes tráfegos veiculares. Em um ambiente urbano no trecho inferior da Bacia do Rio dos Sinos, Costa e Droste (2012) também verificaram frequências entre 3,26 e 8,13 MCN, sendo significativamente superiores em relação aos respectivos controles negativos, que apresentaram frequências de 0,96 a 1,13 MCN.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Frequências de MCN significativamente superiores registradas em *Tradescantia pallida* var. *purpurea* exposta em Taquara e Campo Bom evidenciam o potencial genotóxico de poluentes atmosféricos, de modo geral nos municípios dos trechos médio e inferior da Bacia do Rio dos Sinos, onde ocorre emissões de substâncias químicas, principalmente, por meio da industrialização e do intenso tráfego veicular. Por outro lado, as menores frequências de MCN registradas nas plantas expostas em Caraá podem indicar a área como um ponto de referência, quanto à qualidade do ar atmosférico.

As respostas do bioindicador permitem inferir sobre os riscos genotóxicos aos quais os organismos estão expostos, levando em consideração não apenas a influência individual de um ou outro fator ambiental da região, mas sim o efeito sinérgico das complexas misturas de poluentes sobre os organismos vivos. *Tradescantia pallida* var. *purpurea* constitui uma importante ferramenta capaz de apontar áreas com poluição atmosférica, podendo ser empregada como um parâmetro adicional em programas de controle de qualidade ambiental.



## REFERÊNCIAS

COMITESINOS. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Disponível em: <<http://www.comitesinos.com.br>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

COSTA, G. M.; DROSTE, A. Genotoxicity on *Tradescantia pallida* var. *purpurea* plants exposed to urban and rural environments in the metropolitan area of Porto Alegre, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 4, p. 801-806, 2012.

FEPAM. **Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - RS**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br>>. Acesso em: 30 jun. 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em: 15 jul. 2014.

MA, T. H. et al. *Tradescantia* micronucleus bioassay. **Mutation Research**, v. 310, p. 221-230, 1994.

MEIRELES, J. et al. Genotoxic effects of vehicle traffic pollution as evaluated by micronuclei test in *Tradescantia* (Trad-MCN). **Mutation Research**, v. 675, p. 46-50, 2009.

MERLO, C. et al. Integral assessment of pollution in the Suquía River (Córdoba, Argentina) as a contribution to lotic ecosystem restoration programs. **Science of the Total Environment**, v. 409, p. 5034-5045, 2011.

PEREIRA, B. B.; CAMPOS JÚNIOR, E. O.; MORELLI, S. *In situ* biomonitoring of the genotoxic effects of vehicular pollution in Uberlândia, Brazil, using a *Tradescantia* micronucleus assay. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 87, p. 17-22, 2013.

SASAMORI, M. H. et al. Active monitoring of urban air with a simple short-term *Tradescantia pallida* var. *purpurea* bioassay under different temperature conditions. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 3, p. 298-302, 2012.

SAVÓIA, E. J. L. et al. Biomonitoring genotoxic risks under the urban weather conditions and polluted atmosphere in Santo André, SP, Brazil, through Trad-MCN bioassay. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 72, p. 255-260, 2009.

THEWES M. R.; ENDRES JUNIOR D.; DROSTE A. Genotoxicity biomonitoring of sewage in two municipal wastewater treatment plants using the *Tradescantia pallida* var. *purpurea* bioassay. **Genetics and Molecular Biology**, v. 34(4), p. 689-693, 2011.

# GESTÃO AMBIENTAL EM EMPRESAS DO SETOR COUREIRO CALÇADISTA E METALOMECÂNICO LOCALIZADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO SINOS

Catiuscia Marcon – Feevale<sup>1\*</sup>  
Uitã Dutra Stumpf – Feevale<sup>2</sup>  
Dusan Schreiber – Feevale<sup>3</sup>

**Palavras chaves:** Licenciamento Ambiental. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Percepção Ambiental.

## INTRODUÇÃO

No decorrer da história da humanidade, o homem explorou de maneira desenfreada os recursos naturais do planeta, sem a preocupação com sua finitude, bem como sem percepção do volume de resíduos que estavam sendo gerados. Atualmente, a preocupação ambiental ganhou destaque em âmbito mundial, não somente no que tange às questões relacionadas ao meio ambiente, mas também no que se refere à qualidade de vida da população.

Quando se discutem as questões ambientais relacionadas ao setor industrial, é possível constatar que há, atualmente, uma gama de regramentos legais que regem o funcionamento deste, principalmente no que diz respeito às medidas adotadas em relação à prevenção de riscos ambientais. Uma vez que os órgãos ambientais exercem fiscalização sobre os setores potencialmente poluidores, através do licenciamento ambiental, estes setores vêm-se obrigados a desenvolver e implantar sistemas de gestão em seus processos produtivos. Dentre as medidas aplicáveis para o setor industrial, destaca-se a implementação dos Sistemas de Gestão Ambiental, que consistem em diretrizes e práticas a serem adotadas para a elaboração, aplicação e fiscalização da política ambiental de uma determinada empresa.

Tendo em vista a crescente preocupação com a degradação ambiental e as pressões exercidas sobre as indústrias quanto a sua responsabilidade ambiental, este trabalho procurou identificar e analisar as práticas de gestão ambiental adotadas em empresas dos ramos coureiro-calçadista e metalomecânico nos Vales do Sinos e do Paranhana, na Bacia Hidrográfica do Rio do Sinos.

<sup>1</sup>Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Feevale, Bolsista de Mestrado (PROSUP/CAPES) do PPG em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale. \*cati.marcon@hotmail.com

<sup>2</sup>Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Feevale, Mestrando em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale. Professor do Curso Técnico em Controle Ambiental da Universidade Feevale

<sup>3</sup>Doutor em Administração pela UFRGS, professor do Programa de Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.



**inovamundi**

Um mundo para inovar seu conhecimento

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O período contemporâneo é, frequentemente, descrito, como era da globalização, sobretudo sob a ótica comercial e financeira. O Brasil, nas últimas décadas, vem apresentando vários ciclos de crescimento econômico e populacional, os quais, invariavelmente, resultam em grandes agressões ao patrimônio natural. Verifica-se que neste país, em alguns setores de produção, a situação ambiental é crítica, com efeitos negativos ao ambiente, mas, que também existem empresas realizando atividades pautadas na redução de impactos ambientais, com melhorias significativas de desempenho ambiental, tanto nos processos produtivos, quanto no próprio produto final (MOURA, 2001).

O desenvolvimento sustentável é cada vez mais eminente nas questões empresariais, devido às profundas implicações do cenário mundial. O gerenciamento ambiental pode ser concebido de diferentes maneiras, conforme a visão empresarial de cada organização, tratando questões como controle da poluição, conflitos sociais, qualidade de vida, mercado consumidor, aspectos legais, entre outros, de acordo com seu nível de entendimento (TEIXEIRA et al., 2005). Devido a isto, Teixeira (1999) relata que os fatores relacionados à temática ambiental podem ser abordados dentro de uma concepção de melhoria contínua, através da aplicação de Sistemas de Gestão Ambiental (SGA).

Dentre os impactos ambientais causados pelas atividades econômicas, destaca-se a geração de resíduos sólidos. Nas atividades industriais, a geração deste tipo de resíduos em grande escala demonstra que a metodologia adotada para desenvolver o produto final é ineficiente (STEPHANOU, 2013). Na região sul do Brasil, especificamente no estado Rio Grande do Sul, um dos segmentos industriais que mais oferece riscos ao meio ambiente é a indústria coureiro-calçadista, devido ao alto potencial poluidor de muitos dos resíduos oriundos destas atividades, com destaque ao alto grau de toxicidade de seus resíduos, consequência dos elevados teores de cromo presentes no couro (GIANELLO et al., 2011; ALVES; BARBOSA, 2013).

Outro segmento industrial, que também ocupa um papel relevante para o desenvolvimento econômico do país, é o ramo metalomecânico, uma vez que geram equipamentos, produtos e matérias-primas para outros ramos industriais (COSTA, 2012). Em contrapartida, estas empresas também geram resíduos com grande potencial poluidor, o que resulta na pressão da sociedade para que atendam às demandas definidas pela legislação ambiental, no tocante à redução e ao gerenciamento dos resíduos gerados a partir do processo produtivo (BREHM et al., 2013).

É importante ressaltar que o potencial poluidor, destacado como relevante (níveis médio e alto) tanto na indústria coureiro-calçadista, como no segmento metalomecânico, é definido, no Rio

Grande do Sul, pela Resolução CONSEMA nº 102/2005, obrigando as empresas ao processo de licenciamento ambiental. Ainda, que a busca pela minimização dos problemas ambientais gerados pelas indústrias exige uma nova postura frente à temática, passando a considerar o meio ambiente em suas decisões, assim como procurar adotar concepções administrativas e tecnológicas que contribuam para ampliar a capacidade de suporte do planeta (BARBIERI, 2012).

## **METODOLOGIA**

Para a realização da pesquisa autores optaram pelo estudo de caso múltiplo, abordagem qualitativa e coleta de dados por meio de questionários. Previamente, realizou-se contato com os responsáveis pelas empresas, a fim de esclarecer a proposta deste trabalho e verificou-se a disponibilidade de participação. Optou-se pela aplicação de questionários com perguntas estruturadas, visando otimizar a indicação das respostas por parte do público alvo, abrangendo-se as seguintes temáticas: licenciamento ambiental (LA), existência de SGA, gerenciamento de resíduos sólidos, fiscalização do órgão ambiental, sensibilização de colaboradores e percepção ambiental.

Os questionários foram aplicados a sete empresas, sendo três do ramo coureiro-calçadista do Vale do Paranhana e quatro do ramo metalomecânico do Vale do Sinos. Visando preservar a identidade das empresas envolvidas no estudo, as mesmas foram nomeadas de forma genérica, sendo: C1, C2 e C3 as empresas do ramo coureiro-calçadista e, M1, M2, M3 e M4 as empresas do ramo metalomecânico. Após a aplicação dos questionários, os dados foram analisados e comparados entre si, conforme exposto no Quadro 1.

## **RESULTADOS**

Através da análise dos dados, verificou-se que todas as sete empresas estudadas possuem licenciamento ambiental para as suas atividades, entretanto, apenas quatro possuem Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Ainda, quatro empresas já sofreram sanções administrativas aplicadas pelos órgãos ambientais reguladores de suas atividades.

Quanto há existência de SGA nas empresas alvo da pesquisa, verificou-se que somente duas empresas do setor metalomecânico não os desenvolvem. Porém, entre as empresas que se utilizam desta ferramenta, somente uma não oportuniza atividades de sensibilização junto aos seus colaboradores relacionadas à temática ambiental.

Por fim, quando verificou-se a percepção ambiental dos gestores frente a finalidade de desenvolverem-se ações de cunho ambiental na empresa, constatou-se que uma empresa do setor

coureiro-calçadista e duas do metalomecânico não compreendem que estas ações vão além de procedimentos meramente burocráticos.

**Quadro 1:** Comparação dos resultados obtidos para cada empresa, em cada área temática.

Empresa Temática	C1	C2	C3	M1	M2	M3	M4
LA	X	X	X	X	X	X	X
PGRS	X	X	X	-	-	X	-
Sanções Administrativas	-	X	-	X	X	X	-
SGA	X	X	X	-	-	X	X
Sensibilização	X	-	X	-	-	X	X
Percepção	X	X	-	-	-	X	X

## DISCUSSÃO

A existência de licenciamento ambiental em vigor era esperada para todas as empresas estudadas, uma vez que as atividades são enquadradas como licenciáveis pela Resolução CONSEMA 102/2005. O licenciamento destas atividades é de grande relevância, uma vez que, de acordo com Farias (2011), este regramento é o principal e mais importante instrumento de defesa e preservação ambiental da atualidade.

De maneira geral, as empresas que possuem um SGA aplicado apresentam um melhor desempenho nas demais temáticas analisadas, inclusive no que tange à percepção ambiental e a necessidade de sensibilização dos colaboradores à temática. Constatou-se através dos dados obtidos que as empresas M1 e M2, que não possuem SGA, também são as empresas de menor porte produtivo. Este dado corrobora com Silva et al. (2005), que afirmam que empresas de menor nível de capacidade tecnológica são as que apresentam maior dificuldade na implementação de SGAs.

Destaca-se, contudo, que três empresas (M1, M2 e M4) ainda não possuem um PGRS implementado. Por ser uma exigência da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal 12.305/2010) a todos os geradores de resíduos, com prazo para cumprimento até agosto de 2014, a não existência de um PGRS pode acarretar na não renovação das licenças ambientais destas empresas e, ainda, na aplicação de sanções administrativas pelo poder público.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acredita-se que a implementação de SGAs nas indústrias proporcione um benefício mútuo ao meio ambiente e à própria gestão industrial. Contudo, algumas empresas, em especial as pequenas, ainda carecem de esclarecimentos complementares acerca das vantagens e da real necessidade de exercerem um controle ambiental sobre suas atividades operacionais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Vanessa Cintra; BARBOSA, Agnaldo Sousa. Práticas de gestão ambiental das indústrias coureiras de Franca-SP. **Gestão de Produção**, v. 20, n. 4, p. 883-898, 2013.

BARBIERI, Jose Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 29 jul. 2014.

BREHM, Feliciane Andrade; KULAKOWSKI, Marlova Piva; EVALDT, Daiane Calheiro; MORAES, Carlos Alberto Mendes; PAMPANELLI, Andrea Brasco. Análise da estabilização por solidificação de lodo de fosfatização em matrizes de cimento Portland e de cerâmica vermelha para a utilização na construção civil. **Ambiente Construído**, v. 13(2), p. 15-27, 2013.

COSTA, Lucia Mariana Areias da. **Análise de acidentes de trabalho em contexto do setor laboral – Metalomecânica**. 2012. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal. 2012.

FARIAS, Talden. **Licenciamento ambiental: aspectos teóricos e práticos**. 3 ed. Belo Horizonte: Fórum, 2011.

GIANELLO, Clesio; DOMASZAK, Susan Carla; BORTOLON, Leonardo; KRAY, Claudio Henrique; MARTINS, Vanessa. Viabilidade do uso de resíduos da agroindústria coureiro-calçadista no solo. **Ciência Rural**, v. 41, n. 2, p. 242-245, 2011.

MOURA, Luiz Antônio Abdalla de. **Qualidade e gestão Ambiental: Sustentabilidade e ISSO 14.001**. 6 ed. Belo Horizonte: Del Rey Editora, 2011.

RIO GRANDE DO SUL, Conselho Estadual do meio Ambiente. **Resolução 102 de 24 de maio de 2005**. Dispõe sobre os critérios para o exercício da competência do Licenciamento Ambiental Municipal, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: < <http://www.fepam.rs.gov.br/consema/Res102-05.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2014.

SILVA, José Carlos Teixeira da; SILVA, Marcos Schaaf Teixeira da; MANFRINATO, Jair Wagner de Souza. Correlação entre gestão da tecnologia e gestão ambiental nas empresas. **Revista Produção**, v. 15, n. 2, p. 198-220, 2005.

STEPHANOU, João. Gestão de Resíduos Sólidos: um Modelo integrado que gera benefícios econômicos, sociais e ambientais. In: **Sustentabilidade: resultados de Pesquisas do PPGA/UFRGS**. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/sustentabilidade/?cat=15>>. Acessado em: 23 jul. 2014.



TEIXEIRA, Regina Cleide Figueiredo da Silva. **Modelagem do comportamento estratégico da gestão pública municipal aplicado em Belém do Pará**. Florianópolis/SC. 1999. 225f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. 1999.

TEIXEIRA, Regina Cleide Figueiredo da Silva; TEIXEIRA, Ivandi Silva; GEMAQUE, Francilene Santos. Estratégia empresarial e o processo de gestão ambiental. 2005. 549-560 f. II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – **SEGeT**. 2005.

## EL ENFOQUE DE RECURSOS Y CAPACIDADES EN LA GESTIÓN LOCAL DE RIESGOS POR AMENAZAS NATURALES.

Virginia Hardy Casado, Universidad de Holguín  
Profa.Dra Olga Alicia Gallardo Milanés, Universidad de Holguín  
Profa.Dra Elena Fornert Hernández, CISAT- CITMA

Palabras-clave: riesgos, gestión, capacidades

### INTRODUCCIÓN

El enriquecimiento constante de los conceptos desarrollo humano y local ha permeado la gestión del riesgo de desastres, pero aún persiste la tendencia a reproducir estrategias, procedimientos que se han generado desde los sistemas nacionales y/o provinciales para su aplicación a esta escala, sin tener en cuenta las capacidades y particularidades del proceso de organización, planificación, dirección y control de los actores sociales para reducir vulnerabilidades económicas, sociales y ambientales que se producen como consecuencia de los impactos de las amenazas naturales.

La necesidad de promover una gestión del riesgo desde las bases más cercanas de la gobernabilidad a escala local precisa de un análisis que permita enriquecer la visión social del riesgo. De lo anterior se deriva el problema científico: insuficiencias en la gestión local del riesgo por amenazas naturales que limitan la capacidad de absorción de los actores y por consiguiente la reducción de las vulnerabilidades.

El objetivo de esta investigación es contribuir a mejorar la gestión local del riesgo por amenazas naturales a través de una herramienta teórico – metodológica que considere la capacidad de absorción y la participación de los actores como factores claves en la reducción de las vulnerabilidades. Los métodos y técnicas utilizados fueron: el histórico – lógico, el análisis y síntesis, métodos bibliométricos para el análisis de la información y la matriz de capacidades y vulnerabilidades.

La gestión local del riesgo de desastres se define a través de dos elementos constitutivos que a nuestro entender no están lo suficientemente esclarecidos y parten de la ambigüedad con que son tratados desde las perspectivas de las teorías del desarrollo y la administración; por un lado, el factor espacial-territorial en el cual se acotan los análisis y acciones que puede tener un enfoque político administrativo o ecosistémico, siendo el primero el más ampliamente utilizado; y otro elemento que lo caracteriza son las particularidades de los modos de gestión. La gestión local del riesgo es reconocida y tratada como un caso particular o tipología de la gestión del riesgo; por tanto, resulta importante analizar los diversos enfoques a partir de los cuales se han ido enriqueciendo los fundamentos teóricos, de manera que se pueda llegar a identificar las singularidades que la distinguen.

### El uso de enfoques en la gestión de riesgos de desastres

Por estudios previos, Coy (2010) son reconocidos los aportes y limitaciones de las perspectivas de análisis de la ciencias naturales, precursoras en el tratamiento del tema aunque muy centradas en los estudios de amenazas; las ciencias aplicadas, que revolucionaron



la temática en los años de la década del 90 del pasado siglo con la profundización de los conceptos sobre vulnerabilidad y riesgo, y la dotación de nuevas herramientas de análisis (recientemente a partir de la construcción de matrices, redes neuronales con el uso de la lógica difusa); y el de las ciencias sociales, ampliamente reconocido como la visión más completa desde la construcción social del riesgo, pero con aportaciones más modestas en el orden práctico y metodológico. Desde la dimensión social se postula que la interrelación de amenazas y vulnerabilidades es una construcción social, dinámica y cambiante y que por tanto reclama de los conceptos de la participación y el enfoque de género (Hardy, V. et. Al, 2005; Wilches-Chaux, 2012; Ferradas y Torres, 2012).

A partir de la dirección estratégica se abordan los postulados de la planeación territorial del riesgo, el análisis de escenarios de riesgos y de las aportaciones con visión estratégica a partir de la diferenciación entre gestión reactiva, correctiva y prospectiva del riesgo. La conjugación de las tres perspectivas, reactiva o residual, correctiva y prospectiva se asume para algunos autores como el enfoque integral (Lavell, 2011). La integralidad también tiene que atravesar el escrutinio de las dimensiones social, económica y ambiental, y de las interrelaciones que se establecen entre ellas para ser evaluadas desde la perspectiva holística, a manera de alcanzar una visión multidisciplinar, propuesta por Omar Dario Cardona en su tesis doctoral.

Partiendo del reconocimiento del riesgo como proceso socialmente construido, Narváez, Lavell y Pérez (2009) brindan aportaciones desde el enfoque sistémico y por procesos, para mejorar la coordinación de los sistemas organizacionales que intervienen en su gestión. En esta propuesta se identifican seis procesos claves en la gestión del riesgo: generación de conocimientos sobre riesgo de desastres en diferentes ámbitos que permitan la identificación o estimación de los factores de riesgo; prevención del riesgo futuro, con el fin de identificar los procesos sociales generadores del riesgo y evitar que concurren; reducción del riesgo existente, para establecer y tomar medidas correctivas y de control; preparación de la respuesta, de modo que las instituciones y la población puedan actuar y responder correctamente; respuesta y rehabilitación, con el fin de atender y asistir a la población cuando el desastre ocurre; y, la recuperación y reconstrucción de las zonas que han sido afectadas.

### **La necesidad de un enfoque desde la teoría de recursos y capacidades**

Si aceptamos que el riesgo es proporcional al resultado de la conjunción de la amenaza por la vulnerabilidad e inverso a la capacidad, cabría preguntarse de qué capacidad estamos hablando. Los términos amenaza y vulnerabilidad han sido ampliamente abordados en la teoría de la gestión del riesgo, sin embargo, no ha ocurrido lo mismo con la capacidad, que generalmente se acota como capacidad de respuesta; a nuestro entender no ha sido lo suficientemente estudiada, se observan limitaciones en el uso de los términos capacidad de respuesta, capacidad de anticipación. Para mejorar la gestión del riesgo a escala local se demanda elevar las capacidades individuales e institucionales, para ello se requiere de una herramienta teórico – metodológica que explicita esas capacidades y cómo desarrollarlas.

Los estudio sobre capacidades tienen dos exponentes principales: Anderson y Woodrow (1989) publicado en el libro “ Rising from the Ashes. Development Strategies in Times of Disaster, y el enfoque de capacidades y libertades de Amartya Kumar Sen (1999), como cimiento del desarrollo humano. Los primeros explican el desarrollo como un proceso a través del cual se reducen las vulnerabilidades y se incrementan las capacidades, además, aportan una matriz que permite clasificar tanto las vulnerabilidades como las capacidades de las

comunidades más que de los individuos. El segundo autor citado define la capacidad real de ser o hacer algo enfocada en la libertad positiva.

La gestión local del riesgo necesita del enfoque de la teoría de recursos y capacidades, al análisis de las amenazas y vulnerabilidades, debe incorporarse lo expresado por Bravo, E., Mundet, J. y Suñé, A.(2009), el desarrollo e integración de capacidades centrales y dinámicas que evolucionan en el tiempo, por la absorción, integración y reconfiguración de nuevo conocimiento de acuerdo con la dinámica del entorno. Este concepto guarda estrecha relación con la capacidad de absorción como categoría de la gestión del conocimiento.

La identificación y desarrollo de las capacidades dinámicas podría ser encaminada a través del enfoque por procesos de Narváez, Lavell y Pérez (ob. cit), o bien a partir de la propuesta de vulnerabilidad global de Wilches-Chaux (ob. cit), infiriendo que ante cada tipo de vulnerabilidad sería necesario desarrollar un tipo específico de capacidad. Todo esto, sin dejar de tomar en cuenta la diferenciación entre la capacidad de resistencia, vista como la capacidad social de continuar con su dinámica normal después de una perturbación, y la resiliencia que concierne a la capacidad de esta misma sociedad de recuperarse lo más rápidamente posible de las alteraciones negativas provocadas por esa perturbación, ambas deben ser objeto de gestión.

Según Cilento (2005), la capacidad de resistencia no es solo física o anímica para tolerar el impacto, incluye también el conocimiento del entorno, la percepción de las amenazas y de las vulnerabilidades, la experiencia acumulada, la disponibilidad y acceso a las tecnologías, así como a las tradiciones y a los valores que forman parte de la cultura del riesgo.

Por último, y retomando la segunda perspectiva de análisis de las capacidades, en términos de capacidades individuales, es preciso remitirse al enfoque de desarrollo humano para concebir la capacidad de absorción como la capacidad para poder participar activamente, transformar la información, reducir las brechas de género e involucrarse en la toma de decisiones.

## CONCLUSIONES

El enfoque de recursos y capacidades, tanto desde su perspectiva organizacional, sistémica y estratégica, como desde los fundamentos de las capacidades humanas, aporta herramientas metodológicas que permite enriquecer la visión social en la gestión local del riesgo. Se requiere profundizar en las conceptualizaciones de los términos que pueden caracterizar las capacidades involucradas en materia de gestión del riesgo de desastres, precisar categorías, variables y su operacionalización hasta lograr la elaboración de indicadores que contribuyan a una mejor gestión del riesgo y a impulsar políticas de preparación, prevención, mitigación y la rehabilitación ante desastres naturales. La capacidad de absorción en su relación con la gestión del riesgo puede servir como categoría adecuada para alcanzar estos objetivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, Mary; Woodrow, Peter. (1989): “ Rising from the Ashes. Development Strategies in Times of Disaster, Universidad de Harvard, Estados Unidos. E., Mundet, J. y Suñé, A.(2009): Un nuevo enfoque para el estudio de la teoría de las capacidades dinámicas. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Cardona, O.(2007): Indicadores de riesgo de desastre y gestión de riesgo. Programa para América Latina y el Caribe. Informe resumido.IDEA.
- Cardona, R. (2011): Estrategia basada en los recursos y capacidades. Criterios de evaluación y el proceso de Desarrollo. Revista electrónica Forum Doctoral. No 4
- Cilento, A. (2005): Capacidad de resistencia, vulnerabilidad y cultura del riesgo. Espacio Abierto. Cuaderno Venezolano de sociología. Vol. 14 No. 2
- Coy, M. (2010): Los estudios del riesgo y de la vulnerabilidad desde la geografía humana. Su relevancia para América latina Población y Sociedad, vol.17 no.1
- Ferradas, P. y Torres, J. (2012): Gestión de riesgos y cambio climático: relación, tendencias y retos. En “Perspectivas de investigación y acción frente al cambio climático en Latinoamérica”. La Red.
- Hardy, V. et. al (2005): Fortalecimiento de la gestión comunitaria de multi-riesgos a través de la participación infantil y juvenil, la educación de pares y el enfoque de género.III Congreso Internacional de Desastres. La Habana.
- Kunar Sen Bravo, Amartya. (1999): Desarrollo de capacidades y libertades.
- Lavell , A. (2009): Reducción del Riesgo de desastres en el ámbito local: lecciones desde la subregión andina. PREDECAN, Comunidad Andina.
- Lavell, A. (2011): Desempacando la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo: Buscando las relaciones y diferencias: Una crítica y construcción conceptual y epistemológica. FLACSO-La Red.
- Narváez, L., Lavell, A. y Pérez, G. (2009): La gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos. PREDECAN, Comunidad Andina.
- Olcina, J. (2010): El tratamiento de los riesgos naturales en la planificación territorial de escala regional. Papeles de Geografía. Universidad de Alicante.
- Rebotier, J., López J. y Pigeon, P. (2013): Las paradojas de la resiliencia: miradas cruzadas entre Colombia y Francia.
- Wilches-Chaux, G. (2012): La gestión del riesgo: del deber de la esperanza a la obligación del milagro. En “Perspectivas de investigación y acción frente al cambio climático en Latinoamérica”. La Red.

# INFLUÊNCIA DO FOTOPERÍODO NA GERMINAÇÃO DE MEGÁSPOROS E NO DESENVOLVIMENTO DE ESPORÓFITOS DE *Regnellidium diphyllum* LINDMAN

Cristiane de Freitas Pfluck (Feevale)<sup>1</sup>

Mara Betânia Brizola Cassanego (Feevale)<sup>2</sup>

Annette Droste (Feevale)<sup>3</sup>

Palavras-chave: Samambaia. Fatores abióticos. Conservação de espécies. Marsileaceae.

## 1. INTRODUÇÃO

*Regnellidium diphyllum* é uma samambaia aquática, heterosporada, pertencente à família Marsileaceae, que cresce em ambientes de águas rasas ou áreas úmidas, frequentemente alterados pelas atividades agrícolas (SCHULTZ, 1949), como o cultivo de arroz irrigado (CASSANEGO, DROSTE e WINDISCH, 2010). O esporófito adulto de *R. diphyllum* possui caule rizomático preso à superfície do solo ou em fundo lodoso, pecíolos longos com folhas bilobadas. Em ambiente aquático, as lâminas foliares encontram-se flutuando ou sobre a superfície da água (SCHULTZ, 1949; ALONSO-PAZ e BASSAGODA, 2002).

A distribuição de *Regnellidium diphyllum* está restrita aos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e a algumas localidades vizinhas, no Uruguai e na Argentina. Estudos realizados por KIELING-RUBIO *et al.* (2010) relataram a ocorrência da espécie em algumas áreas úmidas da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Atualmente, a espécie é apontada como vulnerável (SEMA, 2013).

As condições ambientais para o estabelecimento de *Regnellidium diphyllum* nos ecossistemas ainda são pouco estudadas. Avaliar os fatores ambientais que favorecem a germinação e o desenvolvimento da espécie é de extrema importância para entender suas exigências e tolerâncias fisiológicas para estabelecimento nos ecossistemas aquáticos do sul do Brasil.

<sup>1</sup> Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Mestranda em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale e Bolsista – CAPES (e-mail: [c.f.pfluck@bol.com.br](mailto:c.f.pfluck@bol.com.br));

<sup>2</sup> Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, Doutoranda em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale e Bolsista - CAPES/PROSUP;

<sup>3</sup> Doutora em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Docente e Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência do fotoperíodo sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de *Regnellidium diphyllum*.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O maior obstáculo à conservação de samambaias é o desaparecimento de habitats ou microhabitats, a extração de espécies e a implantação de culturas agrícolas, principalmente nas áreas úmidas, que constituem o habitat natural de *Regnellidium diphyllum* (WUNDER, DROSTE e WINDISCH, 2009; CASSANEGO, DROSTE e WINDISCH, 2010). A sensibilidade de *Regnellidium diphyllum* a metais pesados (WUNDER, DROSTE e WINDISCH, 2009; KIELING-RUBIO, DROSTE e WINDISCH, 2010, CASSANEGO *et al.*, 2013) e herbicidas (CASSANEGO, DROSTE e WINDISCH, 2010; DROSTE, CASSANEGO e WINDISCH, 2010) tem sido avaliada. No entanto, não existem trabalhos testando as condições abióticas ideais para a germinação e desenvolvimento da espécie, tais como pH, fotoperíodo e temperatura, que podem contribuir para o entendimento das exigências e tolerâncias ecofisiológicas de *R. diphyllum*.

Experimentos conduzidos por Neto (1983) testaram a germinação da samambaia *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae) em diferentes condições de fotoperíodo. Os regimes de fotoperíodo testados foram de 8, 12, 16 e 24 h de luz e escuro (erlenmeyers cobertos com sacos pretos). Os resultados obtidos mostraram que não houve germinação no escuro revelando que os megásporos apresentam fotoblastia negativa. Os melhores índices de germinação (57,55% e 56,37) foram em fotoperíodos de 8 e 16 h, respectivamente.

Segundo Esteves e Felipe (1985), somente um pequeno número de estímulos é capaz de quebrar a dormência dos esporos, o principal deles é a luz. Os esporos das espécies *Polypodium pleopeltifolium* e *Polypodium latipes* apresentaram um pequeno número de esporos que germinaram no escuro, e também, um início retardado da germinação de um a três dias. Em revisão realizada por Miller (1968), afirma-se que, somente sete espécies de samambaias (a espécie *Regnellidium diphyllum* não é citada) apresentam esporos capazes de germinar na ausência de luz, mas que germinam também na presença de luz.

## 3. METODOLOGIA

Esporocarpos maduros foram obtidos de uma população de *Regnellidium diphyllum* no município de Gravataí (29°57'18"S, 51°1'52"W), Rio Grande do Sul. Quinze esporocarpos foram lavados em água corrente, desinfestados com etanol e hipoclorito de sódio. Os esporocarpos foram rompidos mecanicamente e os megásporos separados dos micrósoros. Megásporos de diferentes

esporocarpos foram misturados e germinados em solução de Meyer (MEYER, ANDERSON e SWANSON, 1955). Em cada frasco contendo 30 mL de solução de Meyer com pH ajustado em 6 foram colocados 15 megásporos em culturas submetidas aos fotoperíodos de: 0, 6, 12, 18 e 24 h de luz, que foram mantidas em câmaras de germinação tipo BOD, sob temperatura de 25°C, com luz fluorescente de irradiância nominal  $70 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Foram feitas seis repetições para cada fotoperíodo, totalizando 30 frascos.

A germinação e o desenvolvimento esporofítico foram avaliados aos 14 e 28 dias de cultivo. Para verificar o desenvolvimento do esporófito, três indivíduos foram separados aleatoriamente de cada repetição após a primeira e quarta semanas. As estruturas esporofíticas (raiz primária e folhas primária e secundária) desenvolvidas foram medidas com régua graduada em milímetros. Ao final do experimento verificou-se o total de megásporos germinados. Os dados foram testados para normalidade usando o teste de Shapiro-Wilk. As porcentagens de germinação foram comparadas usando ANOVA seguida do teste de Tukey, com probabilidade de 5%. O desenvolvimento das estruturas esporofíticas foi analisado usando o teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Student-Newman-Keuls, com probabilidade de 5%. Foram utilizados os programas estatísticos BioEstat 5.3 e SPSS 20.

#### 4. RESULTADOS

Em todos os fotoperíodos avaliados houve germinação de megásporos e desenvolvimento esporofítico de *Regnellidium dyphillum*, inclusive, na ausência de luz. O fotoperíodo de 12 h de luz permitiu maior porcentagem de germinação (71%), seguido dos fotoperíodos 18 e 6 h de luz (64% de germinação em ambos), embora não tenham diferido estatisticamente. A menor porcentagem de germinação ocorreu na ausência de luz, totalizando 50% de megásporos germinados ( $F=5,659$ ;  $p<0,001$ ).

Nas medições da raiz primária, observou-se que no fotoperíodo 18 h de luz ocorreu maior crescimento das raízes que apresentaram comprimento médio de 7 mm. Embora não tenha ocorrido diferença significativa entre os fotoperíodos 18, 12 e 24 h de luz em relação à raiz primária, estes dois últimos apresentaram comprimentos médios de 6,4 e 6,1 mm de raiz, apontados como intermediários. Os menores comprimentos de raiz primária foram observados na ausência de luz, que apresentou média de 3,4 mm ( $H=45,9339$ ;  $p<0,001$ ). O crescimento da folha primária dos esporófitos não foi influenciado estatisticamente pelos fotoperíodos testados e variou de 9,5 a 10,3 mm ( $H=6,5925$ ;  $p<0,1591$ ).

Os fotoperíodos de 6, 12 e 18 h luz influenciaram positivamente o crescimento da folha secundária, sendo que no fotoperíodo de 12 h luz as plântulas apresentaram comprimento numericamente superior (17,6 mm), entretanto, as medidas resultantes destes três fotoperíodos não diferenciaram estatisticamente. Na ausência de luz, o tamanho médio da folha secundária (4,6 mm) foi estatisticamente menor em relação ao tamanho médio nos demais os tratamentos ( $H=45,5478$ ;  $p<0,001$ ).

## 5. DISCUSSÃO

O presente estudo configura o primeiro registro bibliográfico sobre a influência de diferentes padrões de fotoperíodo sobre a germinação e o desenvolvimento esporofítico inicial de *Regnellidium diphyllum*. Em estudos anteriores de avaliação *in vitro* da influência de poluentes sobre a espécie foi utilizado o fotoperíodo de 12 h de luz, nos quais foram verificadas porcentagens de germinação e comprimentos de estruturas esporofíticas comparáveis aos dados do presente estudo (WUNDER, DROSTE e WINDISCH, 2009; KIELING-RUBIO, DROSTE e WINDISCH, 2010; CASSANEGO, DROSTE e WINDISCH, 2010; DROSTE, CASSANEGO e WINDISCH, 2010; CASSANEGO *et al.*, 2013).

No presente estudo, ocorreu germinação de *Regnellidium diphyllum* inclusive na ausência de luz, revelando que os megásporos apresentam fotoblastia negativa. Esta adaptação apresentada por *R. diphyllum* pode representar uma estratégia reprodutiva da espécie, já que os esporocarpos podem ficar depositados no fundo lodoso de ecossistemas aquáticos, onde pode ocorrer o bloqueio da passagem de luz.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os testes realizados em relação aos fatores abióticos são extremamente importantes a fim de estabelecer parâmetros ideais para o desenvolvimento das plantas. No presente estudo, a maior porcentagem de germinação dos megásporos, bem como o desenvolvimento das estruturas esporofíticas de *Regnellidium diphyllum* ocorreu no fotoperíodo de 12 h luz, evidenciando este fotoperíodo como ideal para o estabelecimento da espécie.

## REFERÊNCIAS

ALONSO-PAZ, E.; BASSAGODA, M. J. Revisión de las Marsileaceae del Uruguay y primera cita de *Pilularia americana* A. Braun. **Comunicaciones Botánicas – Museos Nacionales de Historia Natural y Antropología**, n. 125, p. 1-8, 2002.

CASSANEGO, M. B. B.; DROSTE, A.; WINDISCH, P. G. Effects of 2,4-D on the germination of megaspores and initial development of *Regnellidium diphyllum* Lindman (Monilophyta, Marsileaceae). **Brazilian Journal of Biology**, n. 70, v. 2, p. 361-366, 2010.

CASSANEGO, M. B. B.; GOLDONI, A.; HELDT, F. H., OSÓRIO, D. M. M.; WINDISCH, P. G.; DROSTE, A. Germination and sporophytic development of *Regnellidium diphyllum* Lindm. (Marsileaceae) in the presence of copper. **Acta Botanica Brasilica**, vol. 27, no.1, p. 26-30, 2013.

DROSTE, A.; CASSANEGO, M. B. B.; WINDISCH, P. G. Germination and sporophytic development of *Regnellidium diphyllum* Lindm. (Marsileaceae) in the presence of a glyphosate-based herbicide. **Revista Brasileira de Biociências**, n. 8, v. 2, p. 174-178, 2010.

ESTEVES, L.M.; FELIPPE, G.M. Germination and morphology of spores of *Trichipteris corcovadensis*. **American Fern Journal**, v.75, p.92-102, 1985a.

KIELING-RUBIO, M. A.; DROSTE, A.; WINDISCH, P. G. Germination and sporophytic development of *Regnellidium diphyllum* Lindman (Marsileaceae) in the presence of hexavalent chromium. **Brazilian Journal of Biology**, n. 70, v. 4, p. 1149-1153, 2010.

KIELING-RUBIO, M. A.; DROSTE, A.; WINDISCH, P. G. Effects of nickel on the fern *Regnellidium diphyllum* Lindm. (Marsileaceae). **Brazilian Journal of Biology**, vol. 72, no, 4, p. 807-811, 2012.

MEYER, B. S.; ANDERSON, D. B.; SWANSON, C. A. **Laboratory Plant Physiology**. New York: Van Nostrand. 168 p, 1955.

MILLER, J.H. Fern gametophytes as experimental material. **Bot. Rev.** 34:361-440.

NETO, W.M.F. Efeito de luz e temperatura na germinação de esporos de *Cyathea delgadii* Sternb. Tese de mestrado. Campinas: UNICAMP, 1983.

SCHULTZ, A. R. Contribuições ao conhecimento de *Regnellidium diphyllum* Lindman. **Lilloa**, n. XVII, p. 139-144, 1949.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE – SEMA. Espécies da flora ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente, Porto Alegre. 2013.

WUNDER, D. A.; DROSTE, A.; WINDISCH, P. G. Megaspore germination and initial development of *Regnellidium diphyllum* Lindman (Pteridophyta, Marsileaceae) sporophytes in the presence of cadmium. **Revista Brasileira de Botânica**, n. 31, p. 177-181, 2009.



## **INFLUÊNCIA DO pH E UMIDADE DO SUBSTRATO NA RIQUEZA DE EPÍFITOS EM *Dicksonia sellowiana* e *Araucaria angustifolia* NO RIO GRANDE DO SUL**

Diego Fedrizzi Petry Becker – FEEVALE<sup>1</sup>

Andressa Müller – FEEVALE<sup>2</sup>

Jairo Lizandro Schmitt – FEEVALE<sup>3</sup>

Palavras-chave: Epifitismo. Forófitos. Potenciometria. Teor de água.

### **INTRODUÇÃO**

A Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária possui como elementos característicos a presença de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. e *Dicksonia sellowiana* Hook. (FERNANDES, 2000, IBGE, 2012). No País, essa formação florestal encontra-se reduzida de 2% a 13% da sua área original (GUERRA et al., 2002, RIBEIRO et al., 2009) e abriga uma importante diversidade de epífitos (KERSTEN e KUNIYOSHI, 2009). A interação entre a flora epifítica e os hospedeiros, denominados forófitos, pode ocorrer por uma necessidade específica ou de forma acidental (BENZING, 1990).

Considerando que *Dicksonia sellowiana* e *Araucaria angustifolia* são elementos característicos da Floresta Ombrófila Mista (FERNANDES, 2000; IBGE, 2012) e encontram-se ameaçadas de extinção, os objetivos do estudo foram comparar a riqueza de epífitos vasculares entre *D. sellowiana* e *A. angustifolia* e analisar a influência do pH e da umidade do substrato na distribuição das espécies epifíticas.

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O estabelecimento da comunidade de epífitos depende de fatores como luminosidade, umidade e características do suporte disponível (FONTOURA, 2001). Os forófitos apresentam uma variedade no que se refere à estrutura (ZOTZ e ANDRADE, 2002), espaço (MEHLTRETER et al., 2005) e superfície (CALLAWAY et al., 2002).

Poucos estudos compararam a influencia da espécie forofítica na comunidade de epífitos. Dentre esses, Moran et al. (2003), na Costa Rica, registraram maior riqueza e média de espécies em forófitos de samambaias arborescentes em relação à angiospermas arbóreas, sem verificar a influência das características dos substratos. Mehlreter et al. (2005), no México, avaliaram a

<sup>1</sup> Biólogo, mestrando em Qualidade Ambiental, bolsista CAPES.

<sup>2</sup> Bióloga, mestranda em Qualidade Ambiental, bolsista CAPES.

<sup>3</sup> Doutor em Botânica, professor do PPG em Qualidade Ambiental.

preferência de epífitos em diferentes forófitos, obtendo maiores médias de espécies em samambaias arbóreas, quando comparadas às angiospermas arbóreas.

## **METODOLOGIA**

O estudo foi conduzido em fragmento de Floresta Ombrófila Mista, na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (29°25'14.06"S; 50°23'39.18"O; 900 m de altitude), município de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cfb. A temperatura média anual é de aproximadamente 14,5°C e a pluviosidade superior a 2.000 mm por ano (ICMBIO, 2012).

Para o presente estudo, foram selecionados 20 forófitos tanto de *Araucaria angustifolia*, quanto de *Dicksonia sellowiana*, inseridos em um hectare e medindo, no mínimo, quatro metros de fuste. Os forófitos foram divididos em quatro intervalos verticais de um metro de altura cada. As espécies de epífitos vasculares foram analisadas quanto à ocorrência nos tipos forofíticos e nos intervalos.

O pH foi determinado a partir da retirada de amostras de três a cinco centímetros quadrados de superfície, com até dois milímetros de espessura de cada intervalo de altura (JOHANSSON, 1974). O material coletado foi colocado imediatamente em um frasco esterilizado, com 50 ml de água destilada, misturado por 30 segundos, permanecendo mais dois minutos para estabilização e em seguida realizada a medição do pH final com potenciômetro digital portátil. Da mesma forma, a umidade do substrato foi obtida a partir de amostras de três a cinco centímetros quadrados de superfície e com até dois milímetros de espessura de cada intervalo de altura. O teor de umidade foi determinado por gravimetria.

Médias de riqueza total, de samambaias e de angiospermas epifíticas, bem como o teor de umidade e o pH dos dois tipos forofíticos, foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk. Os dados que atenderam ao pressuposto de normalidade foram comparados por meio do teste t de Student a 5% de probabilidade e, aqueles que não apresentaram distribuição normal foram analisados pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney a 5% de probabilidade. O teste não paramétrico de correlação de postos de Spearman (rs) foi utilizado para verificar a relação entre a riqueza de espécies nos intervalos com o pH e a umidade do substrato, em nível de 5% de significância. Os valores de referência que qualificam as correlações estão de acordo com Callegari-Jacques (2003). As análises foram realizadas por meio do programa estatístico SPSS versão 20.0.

## **RESULTADOS**

Foram registradas 11 espécies em *Dicksonia sellowiana* e 20 em *Araucaria angustifolia*. Apenas quatro espécies foram comuns aos dois tipos forófitos. Hymenophyllaceae foi a família com maior riqueza em *D. sellowiana* (três), enquanto que Polypodiaceae apresentou maior riqueza nos forófitos de *A. angustifolia* (oito).

*Dicksonia sellowiana* apresentou maior média de espécies por forófito ( $U = 75,5$ ;  $P < 0,001$ ) do que *Araucaria angustifolia*, com  $3,6 \pm 1,5$  e  $2,2 \pm 1,2$ , respectivamente. O mesmo foi observado para samambaias epifíticas ( $U = 83,5$ ;  $P = 0,002$ ), com  $3,0 \pm 1,3$  e  $1,8 \pm 1,0$  espécies forófito<sup>-1</sup>. Essa diferença não foi registrada para angiospermas ( $U = 152,5$ ;  $P = 0,198$ ), que obtiveram  $0,6 \pm 0,6$  espécies forófito<sup>-1</sup> de *D. sellowiana* e  $0,4 \pm 0,6$  espécies forófito<sup>-1</sup> em *A. angustifolia*.

*Dicksonia sellowiana* apresentou pH significativamente mais ácido ( $t = -7,74$ ;  $P < 0,001$ ) que *Araucaria angustifolia*, com  $5,6 \pm 0,7$  e  $6,7 \pm 0,1$ , respectivamente. A umidade foi estatisticamente maior ( $U < 0,01$ ;  $P < 0,001$ ) em *D. sellowiana* ( $74,4 \pm 6,7\%$ ) do que em *A. angustifolia* ( $30,2 \pm 5,8\%$ ). Riqueza total por intervalo apresentou relação negativa moderada com o pH ( $r = -0,38$ ;  $P = 0,015$ ) e positiva moderada com a umidade do substrato ( $r = 0,580$ ;  $P = 0,009$ ), assim como para riqueza de samambaias (pH:  $r = -0,452$   $P = 0,003$ ; Umidade:  $r = 0,620$   $P = 0,005$ ). Riqueza de angiospermas não se relacionou com pH ( $r = 0,054$ ;  $P = 0,739$ ) e umidade do substrato ( $r = 0,103$ ;  $P = 0,674$ ).

## DISCUSSÃO

A menor média de espécies em *Araucaria angustifolia* pode ser atribuída ao grande número de espécies com ocorrência em poucos forófitos e intervalos de altura. Mehltreter et al. (2005) no México, também observaram maior média de espécies em samambaias arborescentes (4,3 espécies forófito<sup>-1</sup>) do que em troncos de árvores (2,9 espécies forófito<sup>-1</sup>). Moran et al. (2003), na Costa Rica, registraram cobertura significativamente maior de samambaias epifíticas sobre cáudices de samambaias arborescentes em relação aos fustes de angiospermas arbóreas. Johansson (1974), na África, observou que *Cyathea camerooniana* Hook., espécie que, diferente de *Dicksonia sellowiana*, não possui um manto de raízes adventícias, não apresentava flora epífita, enquanto que *C. manniana* Hook., com manto raízes adventícias, foi densamente coberta por epífitos, especialmente samambaias, sendo assim, essa característica dos forófitos parece estar fortemente relacionada à capacidade de ocupação de algumas espécies epifíticas.

Mehltreter et al. (2005) também verificaram uma relação positiva na abundância das espécies com o aumento da umidade. A umidade tem sido um fator com grande destaque no estudo do epifitismo, estando relacionado à abundância e sobrevivência de algumas espécies (CALLAWAY et al., 2002; CASTRO-HERNÁNDEZ et al., 1999) e, nesse caso, a ocorrência de

Hymenophyllaceae apenas em *Dicksonia sellowiana* pode estar relacionada a isso. Essa família apresenta ponto de saturação luminosa baixo (BENZING, 1987) e folhas mais finas, facilitando a ocupação de ambientes ricos em umidade. O pH de *D. sellowiana* também explica esse resultado, uma vez que foi próximo ao valor ótimo de outras espécies da família (SMYTH et al., 2008).

A família Polypodiaceae apresenta espécies com adaptações que facilitam a ocupação de ambientes menos úmidos, como tricomas foliares (MÜLLER et al., 1981), suculência caular (WAECHTER, 1992), poiquiloidria (BENZING, 1990) e alto índice de esclerofilia e densidade estomática (ROCHA et al., 2013).

Espécies com apenas uma ocorrência foram registradas somente nas regiões mais baixas dos forófitos, sendo geralmente acidentais. Esse resultado está relacionado ao fato de que os intervalos mais baixos favorecem o acúmulo de matéria orgânica, permitindo a germinação de plantas caracteristicamente terrícolas (GONÇALVES e WAECHTER, 2003).

Bromélias ocorreram exclusivamente sobre *Araucaria angustifolia*, sendo que o pH desses forófitos foi próximo ao de Anacleto et al. (2008), que obtiveram maior germinação de uma Bromeliaceae em pH na faixa de 6,2 a 6,7. Estudos *in vitro* com essa família utilizam essa mesma faixa de pH como base para seus experimentos (e.g. DROSTE et al., 2005). Além disso, Stringheta et al. (2005) registraram menor taxa de sobrevivência para uma espécie de *Tillandsia* em substrato composto por *Dicksonia sellowiana* (pH=5,75). Outro fator que contribui para a colonização de bromélias em ambientes menos úmidos são as suas folhas densamente imbricadas na base, que permitem que essas plantas tenham a capacidade de armazenar água (BENZING, 1990).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior média de espécies em *Dicksonia sellowiana* confirma que o cáudice formado pelas raízes adventícias das samambaias arborescentes pode apresentar condições ótimas para o desenvolvimento de algumas espécies. Umidade do substrato se relacionou com a riqueza e vem sendo destacado como um importante fator no desenvolvimento de algumas espécies. O pH também se relacionou com a riqueza dos forófitos indicando que, juntamente com a umidade, influencia a distribuição dos epífitos e merece atenção no estudo do epifitismo.

Diante do alto número de espécies com ocorrência em apenas um tipo forofítico, fica evidente que a retirada de forófitos afeta a comunidade epifítica no que diz respeito à disponibilidade de microhabitat específico, e mais intensamente para espécies que ocorrem preferencialmente sobre determinado tipo forofítico.

## REFERÊNCIAS

- ANACLETO, A.; NEGRELLE, R. R. B.; KOEHLER, H. S. Germinação de *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb. (Bromeliaceae) em diferentes substratos alternativos ao pó de xaxim. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 73-79, 2008.
- BENZING, D. H. **Vascular epiphytes**. Cambridge: Cambridge University Press. 1990. 354 p.
- BENZING, D. H. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptative diversity. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 74, n. 2, p. 183-204, 1987.
- CALLAWAY, R. M.; REINHART, K. O.; MOORE, G. W.; MOORE, D. J.; PENNING, S. C. Epiphyte host preferences and host traits: mechanisms for species-specific interactions. **Oecologia**, v. 132, p. 221–230, 2002.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed. 2003. 255 p.
- CASTRO-HERNÁNDEZ, J. C.; WOLF, J. H. D.; GARCÍA-FRANCO, J. G.; GONZÁLEZ-ESPINOSA, M. The influence of humidity, nutrients and light on the establishment of the epiphytic bromeliad *Tillandsia guatemalensis* in the highlands of Chiapas, Mexico. **Revista de Biología Tropical**, v. 47, p. 763–773, 1999.
- DROSTE, A.; SILVA, A. M.; MATOS, A. V.; ALMEIDA, J. W. In vitro propagation of *Vriesea gigantea* and *Vriesea philippocoburgii*: two vulnerable Bromeliads native to Southern Brazil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 48, n. 5, p. 717 – 722, 2005.
- FERNANDES, I. Taxonomia dos representantes de Dicksoniaceae no Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v. 50, p. 5–26, 2000.
- FONTOURA, T. Bromeliaceae e outras epífitas – estratificação e recursos disponíveis para animais na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Rio de Janeiro. **Bromélia**, v. 6, p. 33–39, 2001.
- GONÇALVES, C. N.; WAECHTER, J. L. Aspectos florísticos e ecológicos de epífitos vasculares sobre figueiras isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, n. 1, p. 89–100, 2003.
- GUERRA, M. P.; SILVEIRA, V.; REIS, M. S. DOS; SCHNEIDER, L. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: SIMÕES, L. L.; LINO, C. F. **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. 1ª ed. São Paulo: Senac, 2002. p. 85 – 102.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. 275p.
- ICMBIO. **Floresta Nacional de São Francisco de Paula**. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2213-flona-de-sao-francisco-de-paula.html>> Acesso em: 10/05/2012.
- JOHANSSON, D. Ecology of vascular epiphytes in west african rain forest. **Acta Phytogeographica Suecica**, v. 59, n. 5, p. 1-129, 1974.

- KELLY, D. L.; TANNER, E. V. J.; NICLUGHADHA, E.M.; KAPOS, V. Floristics and biogeography of a rain forest in the Venezuelan Andes. **Journal of Biogeography**, v. 21, p. 421-440, 1994.
- KERSTEN, R. A.; KUNIYOSHI, Y. S. Conservação das florestas da bacia do Alto Iguaçu, Paraná – Avaliação da comunidade de epífitas vasculares em diferentes estágios serais. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 51 – 66, 2009.
- LUGO, A. E.; SCATENA, F. N. Epiphytes and climate change research in the Caribbean: a proposal. **Selbyana**, v. 13, p. 123-130, 1992.
- MEHLTRETER, K.; FLORES-PALACIOS, A.; GARCIA-FRANCO, J. Host preferences of low-trunk vascular epiphytes in a cloud Forest of Veracruz, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, p. 651–660, 2005.
- MORAN, R. C.; KLIMAS, S.; CARLSEN, M. Low-trunk epiphytic ferns on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. **Biotropica**, v. 35, n. 1, p. 48–56, 2003.
- MÜLLER, L.; STARNECKER, G.; WINKLER, S. Zur Ökologie epiphytischer Farne in Südbrasilien. I. Saugschuppen. **Flora**, v. 171, p. 55–65, 1981.
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSENA, A. C.; PONZONIB, F. J.; HIROTAC, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How Much is Left, and How is the Remaining Forest Distributed? Implications for Conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141 – 1153, 2009.
- ROCHA, L. D.; DROSTE, A.; GEHLEN, G.; SCHMITT, J. L. Leaf dimorphism of *Microgramma squamulosa* (Polypodiaceae): a qualitative and quantitative analysis focusing on adaptations to epiphytism. **Revista de Biologia Tropical**, v. 61, p. 291–299, 2013.
- SMYTH, N.; PHELAN, S.; DOUGLAS, G. Ex situ conservation of *Trichomanes speciosum* (Killarney fern) at the National Botanic Gardens and Kinsealy Teagasc Research Station. **National Botanic Gardens**, 2008. Disponível em: <<http://www.botanicgardens.ie/conservation/trichomanes.htm>> Acesso em: 25/09/2013.
- STRINGHETA, A. C. O.; SILVA, D. J. H.; CARDOSO, A. A.; FONTES, L. E. F.; BARBOSA, J. G. Germinação de sementes e sobrevivência das plântulas de *Tilandsia geminiflora* Brongn, em diferentes substratos. **Acta Scientiarum**, v. 27, p. 165–170, 2005.
- WAECHTER, J. L. **O epifitismo vascular na planície costeira do Rio Grande do Sul**. 162 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 1992.
- ZOTZ, G.; ANDRADE, J. L. La ecología y la fisiología de las epífitas y las hemiepífitas. In: GUARIGUATA, M. R.; KATTAN, G. H. **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Ediciones LUR, 2002. p. 271–296.

# **INVESTIGAÇÃO DA ECO ALFABETIZAÇÃO DE ALUNOS DE UM COLÉGIO DA REDE PARTICULAR DE ENSINO: PERSPECTIVA DE IMPLANTAÇÃO DE GESTÃO AMBIENTAL**

Vanesca Souto Severo- FEEVALE<sup>1</sup>  
Daiane Trindade Costa- FEEVALE<sup>2</sup>  
Dusan Schreiber- FEEVALE<sup>3</sup>

Palavras chave: Alfabetização Ambiental. Educação Ambiental. Escola Sustentável.

## **1 INTRODUÇÃO**

A solução dos problemas ambientais, decorrentes das atividades antrópicas, em relação aos resíduos sólidos, à qualidade da água, do ar e do solo constituem hoje desafios em nossa sociedade. Tornar a escola uma incubadora de projetos sustentáveis é fundamental para romper uma lógica de desperdício, que resulta a valorização do individualismo em detrimento da coletividade, da competição no lugar da colaboração e a hierarquia ao invés de redes cooperativas de trabalho. Na escola sustentável, o currículo valoriza a diversidade e estabelece conexões entre a sala de aula e os diversos saberes. Além disso, incentiva a cidadania ambiental, estimulando a responsabilidade e o engajamento individual e coletivo na transformação local e global. (Brasil, 2012).

A gestão ambiental nas escolas é considerada fundamental para o desenvolvimento de um pensar ecológico. A necessidade de averiguar o real entendimento dos alunos a respeito da sustentabilidade e da eco-alfabetização justifica a realização deste trabalho, na medida em que fornece subsídios para a implantação futura da Gestão Ambiental. Pensar a gestão ambiental na escola significa pensar em uma educação fundamentada nos princípios de sustentabilidade, o que ocorre na medida em que se discute a educação ambiental e seu papel no desenvolvimento da sociedade.

O objetivo geral desta investigação é o de buscar subsídio para a implantação do Projeto Colégio Sustentável em uma rede particular de ensino, na cidade de São Leopoldo. Através das evidências obtidas por meio da realização de entrevistas estruturadas, é possível

<sup>1</sup> Bióloga, mestranda em Qualidade Ambiental, Universidade FEEVALE, RS-239 2755, Novo Hamburgo, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Bióloga, mestranda em Qualidade Ambiental, Universidade FEEVALE, RS-239 2755, Novo Hamburgo, RS, Brasil.

<sup>3</sup> Doutor em Administração; Universidade FEEVALE, RS-239 2755, Novo Hamburgo, RS, Brasil.

aferir um conceito sobre a eco alfabetização dos alunos do colégio e, a partir dos dados coletados, pensar a forma mais efetiva da implantação da Gestão Ambiental.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A principal finalidade da Educação Ambiental é formar cidadãos eco alfabetizados, ou seja, capacitá-los para perceber a sua importância na produção de um futuro mais sustentável e ambientalmente favorável para todas as gerações de pessoas, tanto as que já existem quanto aquelas que ainda não nasceram. Pensar em uma educação ambiental fundamentada na sustentabilidade é dar um novo significado à construção dos conhecimentos desde a infância significa é construir, ao longo das etapas de desenvolvimento humano realizado no ambiente escolar, um pensamento voltado para a cidadania ambiental.

Conforme Jacobi (1998), o principal eixo de atuação da educação ambiental deve buscar, acima de tudo, a solidariedade, a igualdade e o respeito à diferença, através de formas democráticas de atuação baseadas em práticas interativas e dialógicas. Isso se consubstancia no objetivo de criar novas atitudes e comportamentos em face do consumo na sociedade contemporânea, estimulando a mudança de valores individuais e coletivos. A partir do exposto, julga-se necessário realizar uma investigação para desvelar o real conhecimento e compreensão dos alunos em relação ao desenvolvimento sustentável para que possam ter condições de aplicabilidade da Gestão Ambiental de forma ampla no âmbito escolar.

## **3 METODOLOGIA**

Os alunos foram convidados a realizarem o questionário, no laboratório de informática do colégio. Os questionários foram aplicados em um Colégio da rede particular de ensino, com alunos como sujeitos da pesquisa. Foi utilizada a Pesquisa descritiva exploratória, que representa uma técnica que proporciona pesquisa articulada à produção de conhecimentos, ação educativa e participação dos envolvidos. De acordo com Samara e Barros (2002), a coleta de dados ou questionário deve ser estruturada de sequência lógica para pesquisas quantitativas e de roteiro para pesquisas qualitativas. Já, para Malhotra (2006), a pesquisa qualitativa é definida como uma técnica de pesquisa não-estrutura, exploratória, baseada em pequenas amostras, que proporciona insights e compreensão do contexto do problema que está sendo estudado. Conforme Hair et al (2004), o questionário pode ser auto-administrado, aplicado por correspondência ou aplicado eletronicamente, caso refira-se a pesquisas quantitativas. Neste estudo, foram utilizados questionários aplicados eletronicamente, através do sistema Google Drive. O número amostral determinado foi de 178



alunos. Foram escolhidos os alunos das turmas de 5º anos, 6º e 7º anos. Foram definidos parâmetro, intervalo de confiança de 95%, desvio-padrão, distribuição amostral, erro padrão e valor  $z$ , que é o número de erros padrão de 1,8.

#### **4 RESULTADOS**

Foram entrevistadas 107 meninas, perfazendo o total de 62% dos entrevistados e 65 meninos, constituindo 38% dos entrevistados. A maioria dos entrevistados (36%) estuda há mais de sete anos no colégio. Quarenta alunos (23%) estudam de cinco a sete anos, trinta e dois alunos (19%) estudam de dois a quatro anos no colégio. O número de trinta e oito alunos (22%) estuda há menos de um ano no colégio. Apenas 24% dos entrevistados compreendem o real sentido da palavra: uso dos recursos naturais para a satisfação de necessidades presentes que não compromete a satisfação das necessidades das gerações futuras.

Os resultados obtidos reforçam a necessidade de trabalhos relacionados ao tema de sustentabilidade, de modo a garantir que os alunos consigam refletir sobre o real sentido do termo. A percepção dos problemas ambientais mais graves existentes no colégio e em seu entorno foi um ponto bastante importante nas entrevistas. A maioria dos entrevistados considerou o problema relacionado à produção e descarte correto dos resíduos produzidos como o mais relevante no âmbito escolar.

Em relação ao apoio dos alunos para a implantação do Projeto Colégio Sustentável, a maioria (149 alunos), constituindo 93% dos entrevistados apoiaria o projeto e apenas 7% (12 alunos) não apoiaria. Isso demonstra uma motivação por parte da maioria dos alunos, sendo um ponto fundamental para a implantação da Gestão Ambiental no colégio. Sobre os resíduos separados pelos alunos, o resultado apontou as garrafas PET (80 alunos) e o óleo de cozinha já usado (75 alunos) como os materiais mais reciclados pelos alunos.

Sobre as ações escolhidas pelos alunos para serem realizadas no colégio através do Projeto “Colégio Sustentável”, pode-se perceber que muitas escolhas se referem aos espaços naturais do colégio que poderiam ser melhor utilizados (colocação de várias lixeiras na escola e em seu entorno e produção de um espaço ecológico dentro do colégio). Dessa forma, ressalta-se que muitos alunos possuem uma percepção ambiental positiva a respeito do espaço escolar, mas carecem de oportunidades concretas para a utilização destes locais.

#### **5 DISCUSSÃO**

Através de perguntas relevantes em relação à percepção ambiental e as atitudes ecologicamente sustentáveis dos alunos, bem como a sua capacidade de interferir

positivamente no ambiente em que estudam, foi possível perceber que a maioria dos alunos possui algumas noções a respeito da sustentabilidade e de sua importância. Este estudo forneceu subsídios para a construção de diferentes concepções e práticas sustentáveis no espaço escolar, entre eles: a necessidade da construção de ambientes sustentáveis, de forma a permitir aos alunos um melhor entendimento sobre o seu papel na preservação do ambiente, em diferentes espaços do colégio; a continuidade do trabalho através de encontros periódicos com os alunos e palestras sobre sustentabilidade; a construção de espaços ecológicos dentro do ambiente escolar; a abordagem de conhecimentos relacionados à sustentabilidade em sala de aula; o trabalho de conscientização de todos os alunos e comunidade escolar sobre os tipos de lixo e seu descarte correto e, por fim, a utilização de mecanismos diários de intensificação da qualidade de todos os recursos naturais utilizados na escola: água, solo e ar, através de trabalhos científicos.

A alfabetização ecológica foi desenvolvida pelo físico Capra (2003), que propõe a ecoalfabetização como uma busca por maneiras de operacionalizar a sustentabilidade ecológica, sugerindo que, para isso, procuremos inspiração nos ecossistemas naturais, que são comunidades sustentáveis. Conforme Carvalho (2001), a Educação Ambiental, na experiência brasileira, não nasceu no campo educativo, mas parece ser um fenômeno cuja gênese e cujo desenvolvimento estariam mais ligados aos movimentos ecológicos e ao debate ambientalista. Além disso, as ideias sobre sustentabilidade desenvolvidas pelos alunos ainda precisam ser sedimentadas e construídas de forma sistemática por toda a equipe de professores. Através do estudo realizado, pode-se ressaltar a necessidade de continuidade do trabalho iniciado, através de estudos sistemáticos e concretos a respeito da sustentabilidade no colégio. O projeto “Colégio Sustentável” e a possibilidade de constituir, no ambiente escolar, uma Gestão Ambiental, são trabalhos a serem desenvolvidos posteriormente.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A construção de uma sociedade sustentável é o sonho de grande parte das pessoas preocupadas com o futuro de nosso planeta. O desenvolvimento de um pensar sustentável é fundamental em nossa sociedade e o local mais apropriado para que as noções básicas sejam desenvolvidas é, sem dúvida nenhuma, o meio escolar. A dificuldade no entendimento de que todos podem e devem desenvolver pensamentos sustentáveis em sua vida foi observada na Escola entrevistada, pois grande parte dos alunos informou que assuntos relacionados a meio ambiente não são discutidos em sala de aula com frequência.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, Decreto Decreto nº 4.281, de 25 de junho de 2002, disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4281.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4281.htm)>. Acessado em 10 de junho de 2014.

\_\_\_\_\_Lei nº 9795/1999, disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>> Acessado em 17 de junho de 2014.

\_\_\_\_\_BRASIL, Ministério da Educação, 2012.

BUCKINGHAM, B. R. **Research for teachers**. Nova York: Silver, Burdett and Co., 1926.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Cultrix, 2006.

CARVALHO, I.C.M.; SCHMIDT, L.S. A. Pesquisa em Educação Ambiental: uma análise dos trabalhos apresentados na ANPED, ANPPAS e EPEA de 2001 a 2006. **Pesquisa em Educação Ambiental**, Ribeirão Preto, São Carlos, Rio Claro: USP, UFSCar e UNESP, 2001.

DIAS, S. M. F.; GÜNTHER, Wanda Rizzo. Avaliação da Educação Ambiental no gerenciamento dos resíduos sólidos no campus da Universidade Estadual de Feira de Santana. Sitientibus. **Revista da Universidade Estadual de Feira de Santana**, 2006.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A.; GOUVEIA, M. S. F.. **O ensino de ciências no primeiro grau**. São Paulo: Atual, 1986.

HAIR, J. F.; BABIN, B.; MONEY, A.H.; SAMUEL, P. **Fundamentos métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

HART, E.; BOND, M. **Action research for health and social care: a guide to practice**. Buckingham: Open University Press, 1997.

IBAMA. Diretrizes para operacionalização do Programa Nacional de Educação Ambiental. Brasília: **Edições IBAMA**, 1995 (Série Meio Ambiente em Debate 9).

JACOBI, P., **Meio Ambiente e Cidadania**. São Paulo: SMA/CEAM, 1998 - <[sigrh.sp.gov.br](http://sigrh.sp.gov.br)>, acessado em 17 de junho de 2014.

LIMA, E. C. (1991). **A atividade da Criança na idade Pré Escolar**. In: Conholato, M. C. (Coord). O jogo e a construção ao conhecimento na Pré-escola. São Paulo: Série Idéias, 10. FDE,17-21p.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, **Identidades da educação ambiental brasileira** /. Diretoria de Educação Ambiental; Philippe Pomier Layrargues (coord.). – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 1994.

SAMARA, B.S.; Barros, C.J. **Pesquisa de marketing: conceitos e metodologia**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

SANTOS, Edna Maria dos; FARIA, Lia Ciomar Macedo de. O educador e o olhar antropológico. Fórum Crítico da Educação: **Revista do ISEP/Programa de Mestrado em Ciências Pedagógicas**. v. 3, n. 1, out. 2004. Disponível em: <<http://www.isep.com.br/FORUM5.pdf>>. Acesso em: 10 de junho de 2014.

## **LOGÍSTICA REVERSA DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES DE VAPOR DE MERCÚRIO E SÓDIO E SUA TOXIDADE**

Margareth Aparecida Moraes, Feevale<sup>1</sup>

Darlan Daniel Alves, Feevale<sup>2</sup>

Dusan Schreiber, Feevale<sup>3</sup>

Palavras-chave: Lei nº 12.305/2010. Logística reversa. Lâmpadas Fluorescentes. Mercúrio.

### **1. INTRODUÇÃO:**

As ações humanas sobre o meio ambiente ocorreram de forma muito rápida, causadas por diversos fatores, e como resultado, atualmente temos recursos hídricos poluídos, onde a água é imprópria para consumo, mesmo com tratamento preliminar, ambientes urbanos extremamente poluídos devido ao grande número de emissões atmosféricas, solos contaminados e impróprios para plantio, entre outros.

Um dos problemas que preocupa a sociedade e suas autoridades é o gerenciamento dos resíduos sólidos industriais e urbanos. No Brasil, a preocupação com o gerenciamento dos resíduos sólidos pelo Poder Público está materializada em documentos legais como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010, que prevê, entre outras recomendações, a Logística Reversa de Resíduos, a qual tem por objetivo principal, a redução dos impactos ambientais causados pela disposição inadequada de algumas tipologias de resíduos, entre elas, as lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio, consideradas resíduo perigoso pela ABNT NBR 10004:2004 (ABNT, 2004; BRASIL, 2010).

Este estudo visa à discussão dos entraves responsáveis pela efetivação do previsto no art. 33 da Lei nº 12.305/2010, que trata da logística reversa de resíduos, especialmente em relação ao item do inciso V, que corresponde às lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista. Além disso, ressalta os riscos da contaminação do meio ambiente pelo mercúrio, salientando a responsabilidade do consumidor final em relação ao cumprimento de suas obrigações referentes ao processo de logística reversa de resíduos.

---

<sup>1</sup> Pós-Graduada em Auditoria e Perícia (Feevale), Bacharel em Ciências Contábeis (Feevale), Mestranda em Qualidade Ambiental (Feevale), Docente na Universidade Feevale.

<sup>2</sup> Tecnólogo em Gestão Ambiental (Feevale), Mestrando em Qualidade Ambiental (Feevale), Pós-Graduando em Educação Ambiental (FURG), Docente na Universidade Feevale.

<sup>3</sup> Doutor em Administração (UFRGS), Professor do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:

Os resíduos sólidos estão normalmente associados a processos produtivos, mas podem também ser originados quando os consumidores, os quais fazem uso de determinados produtos, durante ou ao final de seu uso, descartam o que consideram sem utilidade direta. A disposição dos resíduos de forma incorreta no meio ambiente pode gerar inúmeros malefícios a saúde e também ao meio ambiente, uma vez que muitos dos resíduos, industriais ou domésticos, apresentam em suas composições, elementos ou substâncias capazes de degradar o meio ambiente. Sendo o caso das lâmpadas fluorescentes de sódio e vapor de mercúrio, que contém em sua composição o mercúrio, considerado material tóxico, pela ABNT NBR 10004:2004 que classifica as lâmpadas com vapor de sódio e mercúrio, após o seu uso, como resíduo Classe I (perigoso).

A Lei nº 12.305/2010, ao prever ações que devam ser implementadas no que diz respeito à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos, define que estes devam ser enquadrados em um sistema de gestão que tem por base processos de logística reversa. As ações de fluxo que possibilitam essa movimentação dos bens ou produtos desde as instalações do fabricante até o consumidor final recebem o nome de logística (BARTHOLOMEU; CAIXETA-FILHO, 2011). Da mesma forma, porém em sentido oposto, todas as ações de fluxo que possibilitem a movimentação dos bens ou produtos desde o consumidor até as instalações do fabricante, recebem o nome de logística reversa. Para a ANVISA (2006, pg.16) esta lei "beneficiará todo o território nacional, por meio de regulamentação dos resíduos sólidos desde sua geração à disposição final, de forma continuada e sustentável."

O mercúrio é um elemento químico metálico, sendo o único que permanece líquido à temperatura ambiente, podendo ser encontrado nos alimentos, através dos fungicidas que contém esta substância, utilizados na agricultura, bem como no consumo dos peixes, pois o acúmulo de mercúrio, em especial o de metilmercúrio em peixes de águas contaminadas, pode resultar em risco para o homem, pássaros e mamíferos que se alimentam desses peixes. Devido a sua boa condutividade elétrica é aproveitado na fabricação de interruptores e relés, bem como em lâmpadas ultravioletas e fluorescentes, tornando-as grandes poluidoras, exigindo assim um descarte adequado e cuidadoso (UNEP, 2014a).

Entre os compostos orgânicos de mercúrio, metilmercúrio ocupa uma posição especial, pois grande parte da população está exposta à esta forma, além de sua toxicidade ser melhor caracterizada do que a de outros compostos orgânicos de mercúrio. Esta substância é neurotóxica, podendo causar efeitos adversos sobre o cérebro em desenvolvimento. Além disso, este composto

atravessa facilmente a barreira placentária e a barreira sangue-cérebro, portanto, as exposições durante a gravidez são mais preocupantes. Alguns estudos sugerem que mesmo pequenos aumentos nas exposições ao metilmercúrio podem causar efeitos adversos sobre o sistema cardiovascular, levando a um aumento da mortalidade (UNEP, 2014b). Além disso, compostos de metilmercúrio são considerados possivelmente cancerígenos para os seres humanos (Grupo 2B), de acordo com a Agência Internacional para Pesquisa sobre Câncer (IARC, 1993), com base em sua avaliação geral.

A disposição incorreta dos produtos contendo mercúrio, que é o caso das lâmpadas fluorescentes, ocasionam graves problemas ao meio ambiente, como a contaminação do ar, das águas e dos solos, além de causar doenças e ameaçar a biodiversidade, tornando-se desta forma, um problema crescente e desencadeando efeitos prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

### **3. METODOLOGIA:**

Este estudo tencionou analisar os impactos da Lei nº 12.305/2010 no que tange à logística reversa das lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio nas atividades diárias dos principais pontos comerciais, localizados na área central do município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul. Para tanto, optou-se por realizar um estudo aplicado, exploratório e multicaso, para analisar as formas que os pontos comerciais estão empregando para adequar-se à legislação ambiental, no que esta se refere à logística reversa relacionada ao seu ramo de atividade. Para levantamento dos dados foi estudada a bibliografia disponível, bem como a legislação específica acerca da logística reversa de resíduos e, posteriormente, contatou-se cinco estabelecimentos comerciais. O estudo foi realizado com uma visão externa dos pesquisadores, sem envolvimento nem manipulação de quaisquer informações e os fatos levantados pelo estudo são contemporâneos, desenvolvendo-se uma entrevista estruturada e não possui caráter probabilístico, por conveniência e intencional. Seguiu-se um roteiro preestabelecido, através da adoção de formulário previamente elaborado, constando de perguntas relativas aos procedimentos operacionais e administrativos, adotados pelo estabelecimento comercial.

### **4. RESULTADOS:**

Através de entrevistas realizadas nos maiores estabelecimentos comerciais de lâmpadas, localizados na área central da cidade de Novo Hamburgo/RS, constatou-se que estes estão recebendo as lâmpadas usadas, desde que acompanhadas pela nota fiscal de compra no estabelecimento, ou mediante nova compra. No entanto, no máximo 15% das lâmpadas

comercializadas são devolvidas após o uso. O custo envolvido no processo de destinação desse resíduo, na maioria dos estabelecimentos, é cobrado dos consumidores, pois os distribuidores não recebem as lâmpadas usadas, apenas indicam empresas terceirizadas para fazer o recolhimento que, por sua vez, fazem o tratamento do resíduo.

O armazenamento das lâmpadas até o recolhimento pela empresa de reciclagem é feito em caixas de papelão, pelo prazo médio de 30 dias. Já as quebradas são armazenadas em toneis ou sacos plásticos que são depositados em caixas de papelão, até o seu recolhimento.

#### **4. DISCUSSÃO:**

A Lei nº 12.305/2010 estabelece diretrizes a serem seguidas para uma correta destinação dos resíduos sólidos, estabelecendo a logística reversa para resíduos perigosos, no entanto verifica-se, não conformidade existente ao que determinam as ABNT NBR 12.235:1992 – Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos e ABNT NBR 11.174:1990 – Armazenamento de Resíduos Classe II – não inertes e III – inertes. Em razão disso, constata-se que a fiscalização do órgão ambiental não é atuante. Bem como o desconhecimento por parte do consumidor final de sua obrigação na correta destinação da lâmpada fluorescentes após seu uso, evitando desta forma a contaminação ambiental. Faz-se necessário maiores divulgações, trazendo ao conhecimento da sociedade os malefícios ocasionados pelo material tóxico, mercúrio, existente nas lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio, à saúde e ao meio ambiente.

#### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS:**

A preocupação com o destino e o armazenamento correto deste resíduo perigoso, está disposto na Lei 12.305/2010, no entanto verifica-se o não conhecimento por parte da sociedade, em fazer cumprir esta sua obrigação. Identificou-se que os distribuidores não estão dispostos a receber este resíduo, indicando ao comerciante empresas privadas de reciclagem, não cumprindo assim com sua obrigação. Desta forma, observa-se que as indústrias não estão sendo responsáveis pelo destino adequado deste resíduo.

Salienta-se a importância de fazer parte da política do setor produtivo, os investimentos em tecnologia, visando à minimização dos impactos ambientais causados pelo mercúrio, existente nas lâmpadas fluorescentes, fazendo com que o destino destas seja adequado, quando não mais úteis para o uso. Assim, tem-se um grande desafio, que é a implementação efetiva deste compromisso setorial, que somente ocorrerá quando houver uma conscientização da sociedade de forma geral, uma vez ultrapassada as barreiras técnicas que entram este processo.



## REFERÊNCIAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004:2004** Resíduos Sólidos: Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 11174:1990** - Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.

\_\_\_\_\_. **NBR 12235:1992** - Armazenamento de resíduos perigosos. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

BARTHOLOMEU, D. B.; CAIXETA-FILHO, J. V. **Logística Ambiental de Resíduos Sólidos**. São Paulo: Atlas, 2011

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm) > Acesso em: 15 jun. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006.

DURÃO JÚNIOR, W. A.; WINDMÖLLER, C. C. A Questão do Mercúrio em Lâmpadas Fluorescentes. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 15-19, 2008.

OLIVEIRA, Sérgia de Souza. Mercúrio e meio ambiente: contaminação e gerenciamento. Disponível em: < [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/762217804851e7a29602b6a37e3ce220/MercUrio\\_e\\_MeiO\\_Ambiente\\_contaminacao\\_e\\_gerenciamento.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/762217804851e7a29602b6a37e3ce220/MercUrio_e_MeiO_Ambiente_contaminacao_e_gerenciamento.pdf?MOD=AJPERES) > Acesso em: 13 jul. 2014

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Time to act - get involved**. Disponível em: < <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Mercury/tabid/434/Default.aspx> > Acesso em: 21 jun. 2014a.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME CHEMICALS (UNEP). **Global Mercury Assessment**. Disponível em: < <http://www.chem.unep.ch/mercury/report/gma-report-toc.htm> > Acesso em: 11 jul. 2014b.

## **LOGÍSTICA REVERSA E ECODSIGN: IMPORTANTES FERRAMENTAS NA REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA INDÚSTRIA CALÇADISTA**

Me. Elisa Guerra Ashton<sup>1</sup> - UFRGS

Dr.<sup>a</sup> Haide Maria Hupffer<sup>2</sup> - Feevale

Dr. Roberto Naime<sup>3</sup> - Feevale

### **1. INTRODUÇÃO**

A presente pesquisa trata da redução da geração de resíduos na indústria calçadista. Esse setor representa um importante ramo na economia da região do Vale do Sinos. Em paralelo, a grande geração de resíduos constitui não apenas um grave problema ambiental, mas também um alto custo e é objeto de regulamentações para empresários do ramo de calçados, que é um setor com grande volume de resíduo gerado. Nesse contexto, surgem como possíveis ferramentas para a redução da geração de resíduos sólidos na indústria calçadista o ecodesign e a logística reversa.

O presente estudo se justifica por tratar de tema relevante e urgente em nível mundial – a qualidade ambiental. Destaca-se ainda a importância desse estudo por abordar possíveis soluções para a questão da geração de resíduos na indústria calçadista, um forte setor na economia da região do Vale dos Sinos. Cabe citar ainda que a presente pesquisa contribui na geração de conhecimento na área do design e da qualidade ambiental abrindo caminhos para novos estudos e desenvolvimento das áreas em questão.

Assim sendo, o problema de pesquisa que se propõe é de que maneira o ecodesign e a logística reversa podem auxiliar na redução da geração de resíduos na indústria calçadista. Nesse sentido, a pesquisa tem por objetivo geral identificar e avaliar a aplicação do ecodesign em conjunto com a logística reversa na redução da geração de resíduos sólidos na indústria calçadista. Sendo os objetivos específicos os seguintes: identificar a aplicação da logística reversa na empresa estudada, identificar a aplicação do ecodesign na empresa estudada e descrever os benefícios da aplicação conjunta do ecodesign e da logística reversa na empresa estudada.

---

1 Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, doutoranda em Design & Tecnologia pela UFRGS, bolsista Capes e integrante do LdSM/UFRGS.

2 Doutora em Direito (UNISINOS); Docente do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

3 Doutor em Geologia Ambiental pela Universidade Federal do Paraná. Docente do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

Para alcançar os objetivos propostos, a metodologia utilizada consistiu em pesquisa bibliográfica e documental de natureza básica e método exploratório. Para exemplificação prática foi realizado ainda um estudo de caso em uma empresa de grande porte do setor calçadista.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De maneira genérica define-se o ecodesign, como projeto voltado para as questões ecológicas e de sustentabilidade. Ou seja, a aplicação do ecodesign é a adição do “meio ambiente” como um critério no desenvolvimento de produto em paralelo com os demais critérios de usabilidade, funcionalidade, segurança etc. (Platcheck, 2012). Em complemento, os autores Ryn e Cowan (2007) conceituam design ecológico como “qualquer forma de design que minimize os impactos destrutivos do meio ambiente através da sua integração com o processo de viver”.

A compreensão do ecodesign como uma atividade que envolve projeto conduz a pensar a atuação do designer não apenas na concepção do produto em si, mas também na visualização de todas as etapas necessárias à sua produção, distribuição, uso e descarte. Aqui se faz necessária a introdução do termo “ciclo de vida do sistema-produto” desenvolvido por Manzini e Vezzoli (2008). De acordo com os autores, o conceito de ciclo de vida refere-se às trocas (*input e output*) entre o ambiente e o conjunto de processos que acompanham o nascimento (pré-produção e produção), a vida (distribuição e uso) e a morte (eliminação) do produto.(MANZINI; VEZZOLI, 2008). A análise do ciclo de vida do produto permite mensurar os impactos causados em cada fase, facilitando a correção e/ou minimização dos mesmos.

Nesse contexto, o fluxo reverso também é percebido no ciclo de vida de produto. Como o próprio nome sugere, a logística reversa constitui um fluxo logístico inverso. De acordo com Gonçalves-Dias e Teodósio (2006), o termo é bastante genérico e, em seu sentido mais amplo, significa todas as operações relacionadas com a reutilização de produtos e materiais. Ou seja, a implementação da logística reversa consiste na eficiência de recursos através do retorno dos resíduos ou rejeitos em novos processos e produtos (LEITE, 2009).

## 3. METODOLOGIA

A pesquisa consistiu em pesquisa bibliográfica e documental de natureza básica e método exploratório. Foi realizado ainda um estudo de caso em uma empresa de grande porte (1.600 funcionários, com produção de 15 mil pares/dia) do setor calçadista. A empresa em questão situa-se em Parobé, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. A coleta de dados na empresa estudada foi alicerçada pelo modelo de referência em Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produto (GPDP) proposto por Rozenfeld et al. (2006). Para tanto, foram realizadas duas visitas à fábrica estudada (novembro e dezembro de 2011). A primeira consistiu no levantamento de dados por meio de conversas e entrevistas com os gestores. Na segunda visita foi realizada uma nova coleta de dados a partir da observação e registros fotográficos de todo o processo de desenvolvimento de produto na empresa

#### 4. RESULTADOS

Foi identificado que a aplicação da logística reversa se dá principalmente nos couros. O processo inicia com a separação por cores e tipo de acabamento. Os retalhos de couro são medidos e catalogados, o que facilita a reaplicação dos mesmos em novos calçados. Esse material fica armazenado até somar um volume relevante que possibilite sua aplicação na produção de novos modelos. Através dessa sistemática de aplicação do fluxo reverso o volume registrado de aproveitamento de resíduos é de 150kg por mês.

Quanto à aplicação do ecodesign, foi identificado que a reutilização dos retalhos e efetivação do ciclo logístico reverso é possibilitada através de projetos de ecodesign. A reinserção dos resíduos começa a ser planejada desde o desenvolvimento (desenho) do calçado. A partir dos dados dos retalhos disponíveis é desenvolvido um modelo especial de calçado no qual todas as peças e cores são definidas com o objetivo de aplicar o máximo de resíduo disponível. A partir da aprovação dos modelos, os retalhos são reintroduzidos no processo produtivo como qualquer outro material primário.

Quanto à descrição dos benefícios da utilização conjunta do ecodesign e da logística reversa na redução da geração de resíduos, destaca-se aparência e qualidade do produto final, a redução dos custos de produção, os benefícios ambientais pela redução do descarte de resíduos, educação ambiental dos colaboradores e a competitividade gerada pela imagem institucional vinculada a projetos sustentáveis.

#### 5. DISCUSSÃO

A partir da análise do caso apresentado, percebe-se que a aplicação do ecodesign se dá desde as fases iniciais do processo de desenvolvimento de produto, conforme defendido por

Manzini e Vezzoli (2008). No caso específico estudado, o ecodesign é aplicado na pré-produção (com modelistas, designers e setor de compras), na produção (com os gestores da produção) e na eliminação (reutilização do pré-consumo). Já a logística reversa dificilmente é aplicada maneira isolada, no caso estudado, sua efetividade depende de projetos de produtos e processos específicos que viabilizem a reutilização do resíduo.

## 6. CONCLUSÕES

Conclui-se que a aplicação conjunta do ecodesign e da logística reversa gera uma gama de benefícios que podem ser entendidos como um ciclo de oportunidades. Tal ciclo pode ser entendido da seguinte maneira: a aplicação do ecodesign em várias fases do ciclo de vida sistema-produto garante o envolvimento de um grande número de colaboradores, que são inseridos em um ambiente de produção consciente, passando a compreender a importância da adoção de medidas de reaproveitamento de materiais para evitar danos futuros certos. Aqui se percebe o primeiro resultado: a conscientização dos colaboradores que tende a ser aplicada não apenas dentro da empresa, mas no dia a dia de cada um deles, disseminando práticas sustentáveis.

A partir dessa compreensão e engajamento por parte do colaborador no processo desenvolvido, surge o segundo grande resultado: a eficiência e a qualidade da produção, que será percebida de duas maneiras: na qualidade e aparência do produto final e na redução dos custos de produção. A redução de custos constitui um dos principais objetivos da adoção do ecodesign de maneira preventiva, uma vez que uma produção que não gera lucros não se sustenta, tornando-se inviável. Já a qualidade e aparência do produto final atingem diretamente o consumidor que, ao perceber que qualidade, moda e questões ambientais podem coexistir de maneira harmônica, passa a diferenciar essa marca dos concorrentes, reconhecendo a imagem socioambiental da empresa e criando uma preferência por ela em relação às demais marcas que não se preocupam com a qualidade ambiental.

**Palavras-chave:** Ecodesign. Logística Reversa. Indústria Calçadista. Resíduos Sólidos. Qualidade Ambiental.

## REFERÊNCIAS

GONCALVES-DIAS, S.; TEODÓSIO, A. Estrutura da cadeia reversa: “caminhos” e “descaminhos” da embalagem PET. **Produção**, v. 16, n. 3, p. 429-441, Set./Dez. 2006.

LEITE, P. **Logística Reversa – Meio Ambiente e Competitividade**. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis – Os requisitos ambientais dos produtos ambientais**. São Paulo: Ed. USP, 2008.

PLATCHECK, E. **Design Industrial: Metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: Atlas, 2012.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para melhoria do processo**. São Paulo, SP: Saraiva, 2006.

RYN, S.; COWAN, S. **Ecological Design: Tenth Anniversary Edition**. Washington, DC: , Island Press, 2007.

## OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E A GERAÇÃO DE ENERGIA

Iara Regina Chaves<sup>1</sup>

Dusan Schreiber<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

O aumento desordenado da população e o crescimento sem planejamento das cidades vêm dificultando as ações e o manejo dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Uma nova alternativa para o tratamento e disposição dos RSU, esta no aproveitamento energético como utilização de fonte alternativa de energia, diversificando a matriz energética, propiciando o descarte correto com aumento da vida útil dos aterros existentes.

O grande obstáculo em tornar os resíduos em energia esta no fato de torna-lo rentável e, por conseguinte sustentável. A proposta deste artigo será realizar um levantamento bibliográfico das aplicações da tecnologia de queima de resíduos sólidos para geração de energia no Brasil apresentando vantagens e desvantagens deste tipo de geração energética alternativa.

Palavras Chave: Aproveitamento energético, resíduos sólidos, fornos de queima de resíduos.

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A palavra desenvolvimento sustentável, após o Relatório Brundtland, em 1987, passou a assumir a pauta das políticas nacionais e internacionais, no entanto as demandas impostas pelos conceitos da sustentabilidade têm exigido uma série de estudos e análises sobre as conexões existentes na relação sociedade e natureza que há algum tempo não se discutia. Um bom exemplo disso se refere à geração e ao tratamento dado aos resíduos produzidos pelas populações das aglomerações urbanas, que tem alcançado um crescimento exponencial.

No Brasil, segundo dados do IBGE para o ano de 2013 a população estimada era de 201.032.714 habitantes, deste montante 190.755.799 como população urbana, para o Rio Grande do Sul o numero é de 11.164.050 de habitantes, e destes 10.693.929 são de população urbana (IBGE, 2010 e 2013). É importante ressaltar que a população do Brasil cresceu em 7.085.828 em relação à 1º de julho de 2012, na época era de 193.946.886 (IBGE, 2013).

Frente aos dados apresentados pelo IBGE o crescimento da população é um fato e a quantidade de resíduos sólidos gerados acompanha este crescimento.

<sup>1</sup> Doutoranda em Qualidade Ambiental, FEEVALE, Mestre em Economia do Desenvolvimento Regional, PUC-RS. iara.chaves@ig.com.br

<sup>2</sup> Dr. Professor no PPGQA/FEEVALE-RS. dusan@feevale.br

A Lei 12.305/2010 trouxe **visibilidade** e importância ao descarte e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados pela população urbana além de fazer a distinção entre resíduo (o lixo que pode ser reaproveitado ou reciclado) e rejeito (aquilo que não seria passível de reaproveitamento) e a todo tipo de rejeito, definindo também diretrizes para a sua gestão e estabelecendo objetivos importantes neste quesito.

Um dos objetivos desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpa aliada a necessidade de garantir o acesso à energia elétrica de qualidade aos pobres nos países em desenvolvimento como prevê a Meta do Milênio, vem estimulando reflexões de como alcançar este objetivo sem degradar o meio ambiente<sup>3</sup>.

Frente a esta necessidade de geração de energia e os objetivos da PNRS (Plano Nacional de Resíduos Sólidos), se apresenta como alternativa a queima ou a carbonização de resíduos sólidos, tendo como efeito positivo a disposição adequada, a redução na quantidade a ser descartada em aterro sanitário contribuindo com o aumento da vida útil deste, como também a geração de energia limpa além de minimizar a dificuldade dos municípios em encontrar áreas que possam abrigar os resíduos gerados.

## **VANTAGENS E DESVANTAGENS DE TECNOLOGIAS DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO**

As tecnologias de tratamento térmico trazem, em geral, como vantagens a redução do volume e quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários, menor ocupação de áreas, redução da emissão de gás metano, eliminação de percolados (chorume) nos resíduos processados implicando em menor probabilidade de contaminação de solos e águas subterrâneas. E como desvantagens o custo elevado de implantação e operação, devido principalmente aos controles ambientais; e a necessidade de mão de obra especializada e elevado custo de investimento.

Todas as tecnologias de aproveitamento energético trazem como vantagem a possibilidade de obtenção de créditos de carbono pelo MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo), mas assim como os aterros sanitários, também trazem riscos de impactos ambientais negativos, caso não sejam devidamente operadas e mantidas. (FEAM, 2012).

<sup>3</sup> As “Metas do Milênio” aprovadas pelas Nações Unidas em 2000, com o objetivo de reduzir a pobreza, enfatizando ações na área de saúde, educação, infra-estrutura, gênero e sustentabilidade ambiental tem como pré-requisito a melhoria do acesso à energia elétrica. “Sem um aumento nos investimentos no setor de energia, as metas do milênio não serão alcançadas nos países mais pobres” [Energy services for the Millennium Development Goals, Millennium Project].



A recuperação energética dos resíduos depende do poder calorífico dos resíduos, quanto maior o poder calorífico, melhor para geração de energia.

As características do lixo podem variar em função de aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, ou seja, os mesmos fatores que também diferenciam as comunidades entre si e as próprias cidades (RESOL, 2013).

A Tabela 1 expressa a variação da composição dos RSU (Resíduos Sólidos Urbanos) em alguns países selecionados e do Brasil.

Tabela 1 - Composição Gravimétrica dos RSU no Brasil e em Países selecionados (%)

Composto	Brasil	Alemanha	Holanda	EUA
Mat. orgânica	65	61,2	50,3	35,6
Vidro	3,0	10,4	14,5	8,2
Metal	4,0	3,8	6,7	8,7
Plástico	3,0	5,8	6,0	6,5
Papel	25	18,8	22,5	41

Fonte: Resol (2013)

No Brasil os RSU possuem uma elevada fração de matéria orgânica a qual, devido à sua elevada umidade, apresenta baixo poder calorífico em relação a outros materiais; isto pode resultar em resíduos misturados com carga térmica<sup>4</sup> inferior, implicando no aumento do consumo de combustível auxiliar (FEAM, 2012).

A Tabela 2 apresenta o Poder Calorífico Inferior (PCI) de materiais normalmente encontrado nos RSU segundo a Empresa de Pesquisa e Energia (EPE), sendo que os resíduos sólidos que possuem materiais orgânicos tendem a apresentar menor poder calorífico. (EPE, 2008).

Tabela 2 – Poder Calorífico Inferior (PCI) de diferentes materiais

Material	Kcal/kg
Plástico	6.300
Borracha	6.780
Couro	3.630
Têxteis	3.480
Madeira	2.520
Alimentos	1.310
Papel	4.030

Fonte: EPE (2008)

<sup>4</sup> Carga térmica dos RSU = quantidade x Poder Calorífico Inferior médio

No Brasil, a prática usual para tratamento dos RSU ainda tem sido a disposição no solo, havendo poucos aterros sanitários com aproveitamento energético (FEAM, 2012).

## **DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Conforme a Tabela 1 que apresenta a composição gravimétrica dos resíduos sólidos e Tabela 2 que apresenta o poder calorífico dos materiais, se torna possível fazer inferência sobre os resíduos sólidos coletados no Brasil em comparação que outros países selecionados.

O plástico representa 3,0% dos resíduos coletados com o poder calorífico de 6.300 Kcal/kg enquanto o material orgânico que tem a maior quantidade coletada 65% do que é coletado tem o poder calorífico de 1.310 Kcal/kg no Brasil e em países como a Holanda e EUA a realidade é diferente os materiais plásticos representam 6,00% e 6,5% respectivamente contra 50,3% e 35,6% de matéria orgânica coletada com maior poder calorífico.

Estes números pode ser consequência do poder aquisitivo da população e/ou a pouca conscientização da população em realizar a separação dos resíduos, uma vez que depois de misturados os materiais recicláveis a matéria orgânica, os primeiros tendem a perder o poder calorífico que teriam se fossem separados adequadamente.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir da análise e das informações obtidas com o presente artigo, observa-se que o uso de fornos de queima de resíduos sólidos para gerar energia agrega vantagem ambiental e econômica que deve ser considerada pelo poder público como uma forma de minimizar o impacto ambiental seja pelo uso de aterros ou ainda para atender a Lei 12.305/2010 que prevê a extinção de lixões até 2014.

Com o crescimento que vem apresentando a população dos grandes centros urbanos superando até mesmo as estimativas de crescimento populacional, dos órgãos competentes para este monitoramento, e com ele o crescimento de produção de resíduos, a queima traz um caminho para os RSU com a redução do volume e a possibilidade da disposição em local adequado e o aumento da vida útil dos aterros, vindo a minorar a preocupação dos municípios pela busca de locais adequados para a disposição dos resíduos.

Somando-se a isto a geração de energia é fato primordial para o desenvolvimento econômico de um País carente em recursos energéticos que tem uma matriz secundária de alto custo, como o uso das termoelétricas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

EPE – **Empresa de Pesquisa Energética. Plano Nacional de Energia 2030.** Rio de Janeiro: EPE, 2007.

FEAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Relatório Técnico 002/2010.** Belo Horizonte, Relatório de 10 de dezembro de 2010.

\_\_\_\_\_. **Comunicado técnico n. 1 – utilização do mecanismo de desenvolvimento limpo:** procedimentos para implementação e análise da evolução dos projetos. Belo Horizonte: FEAM, 2011. 23 p. Disponível em:  
[http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/mecanismo\\_des\\_limpo/comunicado\\_tecnico\\_gemuc.pdf](http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/mecanismo_des_limpo/comunicado_tecnico_gemuc.pdf)  
Acesso em: 24 out. 2013.

IBGE - **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA.** 2008.  
Disponível em: <<http://www.ibge.gov>>. Acesso em: 25 out. 2013.

MANUAL GERENCIAL de RESÍDUOS SÓLIDOS. Disponível em  
[http://www.resol.com.br/cartilha4/residuossolidos/residuossolidos\\_3.php](http://www.resol.com.br/cartilha4/residuossolidos/residuossolidos_3.php)  
Acesso em 04 nov. 2013

## PERCEPÇÃO DO RISCO AMBIENTAL EM ÁREAS DE OCUPAÇÃO EM NOVO HAMBURGO, RS.

**JANA ALEXANDRA OLIVEIRA DA SILVA<sup>1</sup> - FEEVALE**

**Palavras-chave:** Risco Ambiental. Qualidade Ambiental. Percepção Ambiental. Adaptabilidade.

### 1. INTRODUÇÃO

Em todo território brasileiro, principalmente no que se refere aos núcleos urbanos, um número cada vez maior de ocupações irregulares, associadas principalmente às populações de baixa renda, que constroem suas habitações em áreas ambientalmente sensíveis - encostas e topo de morros, margens de rios, lagos e lagoas, áreas de nascentes e áreas sujeitas a alagamento e inundações - também denominadas como áreas de risco ambiental. Tais assentamentos, normalmente são desprovidos de infraestrutura mínima de saneamento básico e em grande parte defrontam-se com a ameaça de esgotamento da qualidade ambiental, resultando em um conflito socioambiental que envolve a preservação do meio ambiente e, por conseguinte, a percepção do risco ambiental e o direito à moradia. Em vista disto, pode-se afirmar, que a ocupação irregular de áreas ambientalmente sensíveis afeta de forma significativa a qualidade ambiental de uma determinada região.

O cenário acima apontado, também é identificado no município de Novo Hamburgo, que apresenta segundo o mapeamento produzido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), onze setores de risco elevado, estando estes, portanto, sujeitos a degradação ambiental, devido à intervenção humana, já que nestes ambientes, constata-se a presença de pelo menos 4.153 moradias e 16.612 moradores, ocupando tais áreas e sujeitos, por conseguinte à situação de risco ambiental (CPRM, 2011). O risco ambiental identificado no levantamento da CPRM refere-se a riscos geológicos, resultantes de processos naturais somados às intervenções antrópicas no meio ambiente. A identificação dessas áreas do ponto de vista da instituição teve como objetivo principal identificar, caracterizar e orientar a tomada de decisões para a redução dos danos resultantes desses processos, principalmente dos escorregamentos, erosões diversas, assoreamentos e inundações, que muitas vezes causam a perda de vidas humanas, bem como danos materiais.

Frente a essa realidade, cada vez mais, torna-se imprescindível o mapeamento de áreas de risco no âmbito municipal, já que tais áreas estão previstas em consideráveis normas legais, principalmente nas de cunho ambiental e urbanístico, como por exemplo: Lei Federal nº 6.766 de 1979 (Lei do Parcelamento do Solo); no caso do Rio Grande do Sul aparece com a publicação do Código Estadual do Meio Ambiente – Lei nº 11.520 de 2000; seguindo-se na esfera estadual têm-se a Lei Estadual nº 13.789 de 2011, que dispõe sobre assistência pública e gratuita para habitações de interesse social;

---

<sup>1</sup> Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade FEEVALE, especialista em Gestão Ambiental e Responsabilidade Social pela UNISC e graduada em Ciências Sociais, pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos. Atualmente atua como consultora socioambiental para diversas empresas. Ex-aluna do curso de mestrado em Qualidade Ambiental da FEEVALE.

destacam-se ainda a Resolução CONAMA 369 de 2006; a Lei Federal nº 11.977 de 2009 (Minha Casa Minha Vida e por fim, a Lei Federal nº 12.187, que institui a Política Nacional sobre a Mudança do Clima). Entretanto como novidade legislativa, cabe referir o Projeto de Lei de iniciativa do Senador Lindbergh Farias, sob o nº 26 de 2011, que altera a Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, que transfere aos municípios o dever de elaborarem mapeamentos de áreas de risco em seus territórios, além de fixar prazos e sanções por seu descumprimento e autoriza a União a criar cadastro nacional de áreas de risco, com a finalidade de dimensionar, estabelecer diretrizes e prioridades para a ação integrada dos órgãos do Sistema Nacional de Defesa Civil.

Para além das normas legais que tratam especificamente das áreas de risco, é preciso considerar, que já na Constituição Federal de 1998 (CF de 1998), no seu artigo 225, está determinado que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Por outro lado, destaca-se também a Resolução CONAMA nº 306 de 2002 que conceitua meio ambiente como o “conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.” Frente a esta conceituação e ao que determina a CF de 1988, pode-se afirmar que em se tratando de meio ambiente este deve ser encarado, estudado e analisado, considerando-se o relacionamento entre o meio ambiente natural e as sociedades humanas. Portanto, tem-se neste conceito, uma perspectiva multi e interdisciplinar, que se contribui para a ampliação e o aprofundamento da relação homem e ambiente natural, visto que se trata de uma relação de reciprocidade e de dependência das presentes e futuras gerações.

Desta forma, a importância de se conhecer e mapear as áreas de risco no contexto dos municípios é uma questão que envolve aspectos de ordem social, econômica e política, que influenciam na qualidade ambiental, na segurança e na qualidade de vida das pessoas, requerendo, portanto, a implementação de políticas públicas específicas que garantam a segurança e a qualidade ambiental local para as presentes e futuras gerações. Isto remete a uma mudança do paradigma ambiental e social, principalmente no que se refere ao processo de escassez dos bens ambientais e de distribuição da riqueza, que resultam em um cenário de incertezas que conseqüentemente gera situação de degradação ambiental e risco social. Isto contribuiu para que o debate sobre os riscos passasse a adotar uma abordagem transdisciplinar servindo dessa forma como resposta às preocupações emergentes do risco, já que traz para o centro da discussão outras dimensões que num contexto de risco, precisam ser consideradas, dentre elas destacam-se de forma significativa a qualidade ambiental e a qualidade de vida das populações.

Considerando-se o acima exposto, este trabalho tem como objetivo geral, analisar a qualidade ambiental em áreas consideradas como de risco ambiental a partir da percepção social de risco e das ações de intervenção adotadas pela gestão pública municipal.

Em suma, este trabalho se propôs a examinar como se configuram, em grandes linhas, as situações de exposição aos riscos ambientais e a degradação da qualidade ambiental no município de Novo Hamburgo. Tem como foco a intensificação do uso e ocupação do solo e a percepção social de risco, de quatro áreas consideradas como de elevado risco ambiental pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), que neste caso configura-se como um importante indicador a ser considerado na análise da qualidade ambiental do ambiente urbano.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para que se possa compreender o processo de ocupação de áreas consideradas como de “risco ambiental”, bem como compreender a percepção de risco das comunidades

que se inserem em áreas assim caracterizadas e a percepção de risco do poder público, é preciso primeiramente, entender o que significa “risco” e sua relação com a questão ambiental. Neste sentido, propõem-se realizar neste item uma discussão conceitual sobre risco e seus conceitos correlatos – perigo e vulnerabilidade, bem como discutir o entendimento do que seja percepção de risco e adaptabilidade, tendo como base a revisão da literatura sobre os temas.

É importante destacar que a problemática ambiental aqui tratada diz respeito ao ambiente urbano, tendo em vista que a ocupação de áreas caracterizadas como de risco ambiental, principalmente no que se refere ao município de Novo Hamburgo, possui como elemento explicativo a busca por trabalho nos centros urbanos. É notório que a ocupação de áreas de risco ambiental ocorre devido à dificuldade das camadas mais pobres da população de adquirir moradia nas áreas mais seguras de uma cidade, em função da grande especulação imobiliária entorno destas áreas. Sobra, como principal alternativa, ocupar áreas que não são de interesse das camadas mais altas, sendo estas normalmente sujeitas a riscos ambientais de diversos tipos. Salvo em alguns casos, em que os atributos ambientais de um território (mesmo sendo este considerado como área ambientalmente sensível) venha a interessar aos agentes do mercado imobiliário, e que nestes casos, com grandes investimentos, criam condições de adaptabilidade a seu público de interesse mesmo sem muitas vezes considerar os aspectos ambientais do local, ou seja, sujeitam o meio ambiente aos interesses de mercado.

Considerando-se a perspectiva humana, pode-se afirmar que em grande parte, a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis, impõe a seus residentes uma situação de vulnerabilidade social e ambiental, ou seja, estão sujeitos a um estado de insegurança, devido à susceptibilidade à ocorrência de eventos com possibilidade de danos a vida, ao patrimônio e principalmente a degradação ambiental.

Dessa forma, quando se está tratando de ocupação humana em área de risco ambiental, esta não está desassociada do tema qualidade ambiental, tendo em vista que Barcellos e Oliveira (s/ano, apud. Yunén, 1992), afirmam que o ambiente urbano é o resultado do processo de interação entre as instâncias ou subsistemas: social, natural e construída. E nestas interações interferem fatores históricos, políticos, ecológicos, econômicos, culturais e naturais de uma cidade.

As discussões de Leff (2002, p. 62), sobre habitat, ambiente e cultura, reafirmam o posicionamento de Barcellos e Oliveira, ao colocar que:

O habitat é um lugar em que se constrói e se define a territorialidade de uma cultura, a espacialidade de uma sociedade e de uma civilização, onde se constituem os sujeitos sociais que projetam o espaço geográfico apropriando-se dele, habitando-o com suas significações e práticas, com seus sentimentos e sensibilidades, com seus gozos e prazeres.

Avançando em sua discussão, Leff (2002, p. 64) afirma que:

Em todo o processo, o território, a geografia e a ecologia têm sido modificados pela intervenção antrópica da ordem natural. Mas essa transformação não poderia ser qualificada como um processo de destruição do habitat, a não ser no momento em que emerge, no processo de civilização, uma particular forma de apropriação do meio, que rompe os equilíbrios fundamentais entre a cultura e a natureza.

Este autor afirma que o ambiente é o conceito desta relação complexa que envolve o habitat e as formas de habitar adotadas pelo homem, que no caso das cidades, é marcada pelas condições de insustentabilidade urbana que se expressam nas precariedades dos serviços e nos processos de deterioração e contaminação ambiental decorrentes das pressões sociais. Nessa perspectiva, pode-se firmar que a construção do risco, tomada como um somatório de processos em diferentes intervalos temporais (BARCELOS & OLIVEIRA, 2007), está comumente vinculado ao modo de vida moderno e a vida cotidiana nas cidades.

A busca pelo entendimento do conceito de risco, neste caso risco ambiental, associado a formas de uso e ocupação do solo, depara-se com a impossibilidade de encontrar um consenso quanto ao conceito único, já que não há como englobar todas as tendências de alteração ambiental que resultem em perigo para raça humana, tendo em vista que o termo “risco” está nos dias atuais associado a termos como: vulnerabilidade; susceptibilidade; perigo; dano potencial; sensibilidade, dentre outros. Entretanto, o uso do termo risco tem sido objeto de várias revisões que ao longo do tempo, vêm complementando revisões anteriores. Entre os autores que tratam do tema destacam-se: Luhmann (1993); Douglas (Douglas, 1985; Douglas & Wildavsky, 1982;) Lupton (1999; 2000); Jaeger et al. (2001); Beck (1999;2006); Giddens (2000; 2001), Freitas & Gomes (1996;1997); Spink (2001). Observa-se que tais autores contribuem de forma significativa para a construção de uma boa argumentação sobre o tema.

No que concerne à etimologia do termo, Spink (2001) aponta que se incorporaram a ideia de “risco”, termos diversos, como por exemplo, “fatalidade”, dentre outros termos até se chegar à expressão “risco” no século XVI. De acordo Luhmann (1993), dentro de uma conceituação mais genérica, o termo esteve por muito tempo associado ao contexto das transações comerciais, ou seja, possuía especificamente uma finalidade mercantil, vinculada mais precisamente ao direito marítimo, referindo-se a uma situação adversa. O termo também teve um emprego militar, por meio da expressão árabe rizq, significando “ração diária”, referindo-se à taxa paga às tropas árabes na ocupação do Egito, que deu origem a expressão grega “soldados da fortuna” - rizikou – que por sua vez deu surgimento a palavra grega-bizantina rhizikon, cujo significado associa-se a fortuna, conforme aponta o dicionário (WEBSTER, 1991).

O registro da palavra em português remete a meados do século XV, no francês tem-se o termo “risque”, com ocorrência no século XVI, provavelmente adotada do italiano, “risco”, ainda em italiano tem-se a palavra risicare que deu origem ao termo moderno rischiare entendido como “arriscar” ou “ousar”, associado na maioria dos casos à situação de jogo (STOPPELLI, 1993, apud. LIEBER & ROMANO-LIEBER, 2002).

No contexto mais atual, o termo risco quando associado às alterações ambientais, tem sido entendido também como desastres; acidentes; hazard, dentre outros. Nesta categoria de análise, segundo Castro, Peixoto e Rio (2005), o termo está associado à priori às noções de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais, econômicos e humanos em função de processos de ordem natural, relacionados a processos exógenos e endógenos da terra e/ou daqueles associados ao trabalho e às relações humanas. Assim sendo, o risco (lato sensu) refere-se à probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço, não constantes e não determinados, e à maneira como estes processos afetam (direta ou indiretamente) a qualidade ambiental de uma determinada região e conseqüentemente a vida humana.

Adams (1995, apud. CASTRO, PEIXOTO & RIO, 2005), diz que é difícil afirmar com exatidão quando teve início os primeiros estudos sobre riscos. Pois segundo este autor, os termos “risco” e “incerteza” assumiram papel de termos técnicos na literatura desde o ano de 1921, quando através do clássico trabalho intitulado “Risk, uncertainty and profit” de Frank Knight, este anunciou que: “if you don't know for sure what will happen, but you know the odds, that's risk, and if you don't even know the odds, that's uncertainty”. Entretanto, Castro, Peixoto e Rio (2005), afirmam que segundo Godard et. all (2002) a introdução da distinção entre risco e incerteza também pode ser atribuída a Jonh Maynard Keynes, que discutia o conceito no mesmo período que Frank Knight, mas de forma independente um do outro. Estas duas concepções, segundo os autores, citando Godard e colaboradores, “remetem-se a uma situação onde o resultado de uma ação depende ex ante aos olhos daquele que a induz, da realização (incerta) dos acontecimentos possíveis.” (CASTRO, PEIXOTO & RIO, 2005).

Neste sentido, Castro, Peixoto e Rio (2005), afirmam que de maneira geral, é possível dizer que a gênese dos riscos, assim como o aumento da capacidade de gerar danos e de sua escala de abrangência, acompanha a história da sociedade. A partir de então, o risco passa a ser considerado como objeto de investigação científica sistemática,

estudado por bases teóricas e conceituais, quando então adquire caráter e status científico.

Para Beck (2006), o risco foi “o conceito central do século XX, uma das componentes maiores da estruturação das sociedades desenvolvidas (...)”. (BECK, apud. VEYRET, 2007: 16), vinculado diretamente a Revolução Industrial, devido ao crescente processo de industrialização, crescimento demográfico e econômico. Vale ressaltar que neste contexto, o tema fomentou uma discussão que teve como pano de fundo o êxodo rural ocasionado pelo surgimento de indústrias que passaram a atrair para as grandes cidades, trabalhadores do campo que visavam condições de vida melhor.

Assim sendo, Beck (2006), entende que a compreensão conceitual de risco requer o entendimento do risco pessoal para o social, ou seja, é preciso analisar a evolução conceitual de risco para que se possa compreender o conceito na sociedade atual. Nessa trajetória o autor trata do risco pessoal, dando como exemplo os riscos aos quais Cristóvão Colombo esteve sujeito quando lançou-se em busca do caminho para as Índias, tempo em que os riscos eram então percebidos mediante os sentidos humanos, ou seja, eram pessoais e de certa forma resultantes da ausência de infraestrutura nas cidades.

No contexto atual, Beck (2006) afirma que os riscos derivam de causas técnico-científicas, que geram as incertezas não quantificáveis, ou seja, há riscos que não podem ser mensurados, o que resulta no que o autor chama de incertezas fabricadas, que reforçadas por rápidas inovações tecnológicas e respostas sociais aceleradas, estão criando uma nova paisagem de risco global. Logo, os riscos foram apropriados para a reprodução do capital, seja por meio de seguros, seja pela produção de artefatos para a prevenção de ações de risco ou de perigo. O autor identifica nesse processo de desenvolvimento “uma nova forma de capitalismo, uma nova forma de economia, uma nova forma de ordem global, uma nova forma de sociedade e uma nova forma de vida pessoal” (Beck, 1999, p. 2-7).

Na conjuntura em que vivemos esses riscos coexistem com outros, como por exemplo, os riscos da pobreza, da saúde, da desqualificação profissional. Os riscos atuais podem ser compreendidos como produtos do estágio industrial de produção e efeitos secundários sistemáticos dos processos de modernização; são, portanto, produtos históricos e resultantes de ações e omissões humanas e expressão do desenvolvimento das forças produtivas e do período técnico-científico-informacional, como definiu o período atual o geógrafo Milton Santos (1996).

Trata-se de uma sociedade na qual a produção social de riquezas é acompanhada sistematicamente pela produção social de riscos (Beck, 2006). Isso se explica uma vez que as tecnologias desenvolvidas na contemporaneidade têm acarretado o esgotamento dos recursos naturais renováveis e não renováveis e também gerado substâncias nocivas que poluem o solo, a água, o ar, que contaminam os lençóis freáticos e põem em perigo a vida na Terra, em todas as suas formas de manifestação.

Considerando-se o contexto ambiental, o conceito de risco está mais associado ao conceito de probabilidade, visto que, neste caso o risco constitui-se como uma probabilidade de determinado evento ocorrer, não se sabendo exatamente “quando”, “como” e “onde”, nem quais serão suas consequências. Para Luhmann (1993), o risco constitui a probabilidade de, a partir de um determinado estado da realidade, ocorrem em forma de efeitos adversos, como resultado de acontecimentos e no caso desta pesquisa, resultantes da atividade humana. Evidencia-se nessa situação o elemento “incerteza”, responsável em grande parte pela não priorização de um planejamento ambiental que inclua e dependendo do grau de probabilidade, que priorize a gestão dos riscos ambientais.

Num contexto caracterizado pela incerteza e pela vulnerabilidade das cidades, no que se refere a seus sistemas físico-espaciais, sociais e econômicos, tem se mostrado muito significativo frente aos eventos climáticos extremos recorrentes, os quais têm resultado em desastres de grande escala percebido em diversas cidades brasileiras e em todo mundo. Assim sendo, o conceito de vulnerabilidade, neste caso específico o de



vulnerabilidade socioambiental, posto que se propõe a uma visão holística de meio ambiente com a inserção do fator humano, é de extrema importância para as análises que este estudo pretende fazer.

Conforme Zanchett (2012) a manifestação de um risco envolve, em sua análise quantitativa, a população, seus bens materiais e o ecossistema atingido, isto significa que quanto mais frágil forem os elementos alvos, mais vulneráveis e mais impactados estes serão. Assim, a vulnerabilidade constitui-se como fundamento do risco, por esse motivo deve ser identificada de forma precisa. Deste modo, conhecer a dimensão das vulnerabilidades dos assentamentos humanos é o passo fundamental para a adoção de medidas mais abrangentes e efetivas de preservação e redução dos impactos socioeconômicos e ambientais causados por essa adversidade.

De acordo com Cartier et al. (2009), vulnerabilidade socioambiental pode ser conceituada como uma coexistência ou sobreposição espacial entre grupos populacionais pobres e discriminados (vulnerabilidade social) que vivem ou circulam em áreas de risco ou de degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental). Desta forma, o conceito de vulnerabilidade social no campo ambiental ou dos desastres está associado a uma exposição diferenciada frente aos riscos, visto que designa maior susceptibilidade de certos grupos populacionais de prevenir e de enfrentarem as consequências decorrentes de algum tipo particular de perigo.

Ainda segundo este autor, a incorporação da temática da vulnerabilidade contribui para tornar visíveis as dificuldades adicionais que certas regiões e populações têm em relação aos problemas ambientais e demonstra também que certos problemas de ordem socioambiental são decorrentes do atual modelo de desenvolvimento econômico, dos processos de deslocalização e desregulação, que intensificam as relações entre grupos vulneráveis e áreas de risco ambiental que estes ocupam.

Conforme apontado por Zanchet (2012), a abordagem do tema no âmbito brasileiro remete a legislação do Estado de São Paulo relativa à mudança climática, que estabeleceu conceito para vários temas, inclusive para vulnerabilidade, definindo esta como o

Grau de suscetibilidade ou inabilidade de um sistema em se proteger dos efeitos adversos da mudança do clima, incluindo variabilidade climática e eventos extremos, sendo função da magnitude e taxa da variação climática ao qual um sistema é exposto, bem como sua sensibilidade e capacidade de adaptação. (Lei nº 13.798, de 9 de Novembro de 2009, art. 4º, XXXIX apud. ZANCHET, 2012).

Deste modo, segundo a autora, essa conceituação demonstra a indissociabilidade da variável vulnerabilidade na abordagem de temas como risco, perigo, desastres, catástrofes, crise, e outros.

Em síntese, para que exista o risco é necessária a interação ou interseção de outros fatores, dentre eles os perigos e as vulnerabilidades (LAVELL et al. 2004). Neste caso, há um certo grau de consenso, entre os autores, que o conceito de risco em qualquer contexto envolve a noção de incerteza como ponto central que, por sua vez, pode representar a possibilidade de perdas e/ou ganhos dependendo da percepção de cada grupo social. Essa variação ocorre em função da conjugação de diversos fatores que promovem circunstâncias e conhecimentos diferenciados em cada contexto de risco, uma vez que a percepção e a avaliação deste envolvem subjetividade, critérios valorativos e multidimensionalidade, podendo variar inclusive, no espaço e no tempo.

Considerando-se os argumentos conceituais acima apresentados, bem como o fato dos riscos ambientais serem causados e intensificados devido a ação antrópica, é importante levar em consideração, a forma como o homem, neste caso, as sociedades, entendem e percebem os riscos ambientais, para tanto, a interdisciplinaridade tem muito a contribuir, pois como coloca Figueiredo (2008),

El conocimiento científico debe unificarse en sus diferentes áreas, buscando soluciones para las cuestiones estructurales y medioambientales que están

más allá de su territorialidad. Esta discusión debe “abrir los oídos” de las ciencias humanas, sociales y de la naturaleza a una interdisciplinariedad entre ellas y aún más con las disciplinas técnicas. (FIGUEIREDO, 2008. p. 66).

Assim sendo, o tema a seguir contribuirá muito para a compreensão daquilo que Figueiredo (2008), citando Morin (1974), coloca que é preciso uma integração entre o homem, a natureza e a sociedade, onde os conceitos “biológicos, cultural, homem e natureza” não são e não estão dissociados. Portanto, estudar a percepção ambiental das pessoas residentes em áreas de risco, bem como as práticas dos gestores públicos neste tema, são fundamentais para a compreensão dos riscos no que se refere as formas de como o uso e a ocupação do solo afetam a qualidade ambiental de uma determinada área e conseqüentemente de um município como um todo.

No que diz respeito a percepção de riscos ambientais, de acordo com Guilam (1996) e Lavell et al. 2003), as pesquisas sobre a percepção dos riscos vêm crescendo nas últimas décadas, sendo que para alguns autores, o risco pode ser analisado em duas perspectivas, quais sejam:

- Perspectiva objetiva - que possibilita atribuir valores e mensurar perdas e danos prováveis em determinadas condições de ameaças e vulnerabilidades, podendo inclusive ser expresso em termos quantitativos e/ou monetários. Neste caso destacam-se os levantamentos realizados pela Defesa Civil e CPRM.
- Perspectiva subjetiva, objeto deste estudo, onde o risco é analisado como produto das percepções e representações dos diversos grupos sociais. Neste caso ele não possui um caráter mensurável em termos quantitativos, mas é avaliado a partir dos processos cognitivos associados às formas de existência, da cultura e das histórias de vida de pessoas que vivem em situação de risco. Possui portanto, um caráter mais sociológico e antropológico.

Deste modo, para o entendimento do conceito relativo a percepção dos riscos ambientais dentro da perspectiva subjetiva, se fez necessário, revisitar as teorias sociais sobre as relações entre sociedade e natureza, tendo como ponto de partida a nova linha de abordagem das ciências sociais, estabelecida a partir da década de 1970, que passou a incorporar as questões ambientais.

De acordo com Alonso & Costa (2002), o ambiente adentra na sociologia por duas vias, a primeira relaciona-se com os estudos de Dunlap e Catton, pioneiros ao questionar o paradigma clássico sociológico fundamentado num tipo de desenvolvimento humano desassociado dos limites biofísicos, conhecido como “human exemptionality paradigm” (HEP), como forma de superação a este paradigma, propuseram um novo que levava em consideração as variáveis ambientais e a influência recíproca entre o ambiente biofísico e as sociedades humanas - “new ecological paradigm” (NEP) e lançam como ponto de partida de uma Sociologia do Ambiente três grandes questões:

- 1 - Podem os problemas ambientais de hoje ser compreendidos na sua plenitude sem uma sociologia do ambiente (fenômenos sociais versus fenômenos naturais);
- 2 - Os problemas ambientais equacionam-se na sociologia enquanto dimensão biofísica ou apenas a partir do momento em que há reconhecimento social dessa dimensão e, portanto, como factos sociais e não naturais? (realismo versus construtivismo);

3 - Pode a sociologia ultrapassar os seus obstáculos internos relativamente aos fatos naturais sem que isso implique uma mudança de paradigma? (HEP versus NEP) - (SCHMIDT, 1999: 176-177).

Entretanto, a difusão deste novo paradigma não se concretizou e as discussões sobre a questão ambiental têm sido incorporadas no interior dos debates disciplinares sem resultar na emergência de um novo paradigma. Desde então, dois grandes debates estruturam o campo, o primeiro diz respeito às análises estruturais das relações entre sociedade e natureza, que leva em conta os macroprocessos e as práticas sociais com dimensões ou implicações ambientais, o segundo, trata das análises das atitudes, valores e da intencionalidade dos agentes na constituição de problemas ambientais, bem como das formas de ativismo ambientalista (ALONSO & COSTA, 2002: 2).

Associado a isto, tem-se as novas teorias, a principal delas já tratada no item anterior, baseada na teoria de Beck (2000), devido à proposição do conceito de “risk society” e Guiddens (2000; 2001) pela proposta da noção de “modernidade tardia”. Assim, a teoria de Beck se configura como uma expressão crítica dos problemas que assolam a modernidade, analisando as relações entre sociedade e natureza, neste contexto a ordem social está sendo substituída pela ideia do risco, sendo então os problemas sentidos em escala global com consequências irreversíveis, atingindo os próprios produtores de risco.

Para HANNIGAN, 1995, a teoria de Beck foi melhor sucedida que o NEP e o marxismo ecológico: além de situar o ambientalismo em seu contexto social, histórico e cultural, teria incorporado a questão ambiental na própria definição de processo social, destaca ainda a colocação de Giddens (1995), que afirmou que o conceito de risco ambiental de Beck, teria sido exitoso por adentrar a própria teoria sociológica.

Ainda segundo Alonso e Costa (2002: 3), para Beck, a ciência é responsável pela definição de riscos ambientais “potenciais”, este processo estaria dividindo a sociedade em experts e não-experts, os primeiros seriam os identificadores de riscos e os segundos os preceptores de risco, resultando em uma politização da natureza. De outra parte, apontam o trabalho de Mary Douglas e Aaron Wildavsky (1983) que argumentam que a visão de uma sociedade sobre o mundo natural reflete seus valores, sua cultura, sendo portanto impossível o conhecimento “objetivo” da natureza. Já a teoria construtivista, questiona a própria existência de questões ambientais independentes da percepção dos grupos sociais, visto que estes problemas seriam construções sociais, isto é, cognitivas, culturais e políticas de agentes sociais.

Alonso e Costa (2002), colocam que a abordagem construtivista de maior impacto na literatura é a de Hannigan (1995), que não nega a dimensão objetiva dos problemas ambientais, mas argumenta que não se pode aceitá-la acriticamente. Para este autor, os riscos não são socialmente processados se não forem cognitivamente construídos por agentes sociais, com isto, muitos problemas ambientais são invisíveis aos cidadãos comuns e à opinião pública. O conhecimento e os reconhecimentos dos riscos só ocorrem depois de “produzidos” por “comunidades de especialistas” (cientistas, ambientalistas, mídia). Por isto, seria preciso explicar os processos sociais, políticos e culturais por meio dos quais certas dimensões da vida social são construídas como “questões ambientais”.

Outra teoria sobre a construção de percepções e de risco avaliada por Alonso e Costa (2002), e a de Latour (1993), que afirma não existir a pura natureza ou a pura sociedade, havendo, portanto barreiras fluídas, onde os riscos ambientais seriam híbridos de fatores sociais, naturais e técnicos e sua definição seria um produto cultural. Neste caso, os conceitos ambientais seriam construções científicas que expressam tanto as crenças dos cientistas quanto as estruturas de poder em que estão imersos. Para Alonso e Costa, nessa abordagem, a questão dos riscos objetivos desaparece para dar lugar à análise dos processos discursivos, sociais e políticos de “construção” de riscos, alcançando temáticas tipicamente pós-modernas e enfocando as formas de desigualdade na exposição a riscos e no acesso a recursos ambientais.

Apesar de essas abordagens tornarem o meio ambiente pauta importante nas discussões sociológicas, a ponto de as questões ambientais passarem a ser cada vez mais encaradas e sentidas como questões sociais, há muitas críticas às abordagens construtivistas/culturalistas, afirmando que elas são prisioneiras da dimensão simbólica da vida social, relegando a segundo plano a política institucional, os conflitos concretos por poder e as motivações para o engajamento em mobilizações ambientais (ALONSO & COSTA, 2002: 4).

Do ponto de vista histórico, a pesquisa de Alonso & Costa (2002), resultaram em duas abordagens que explicam a tradição ecológica brasileira, a primeira é decorrente da exploração colonial, que introduziu o que eles definiram como "mentalidade de parasita" em relação aos recursos naturais e promoveu enorme destruição ambiental. Citando Pádua (1997) afirmam tratar-se de uma "ecologia antropocêntrica, racionalista e progressista", derivada do projeto civilizatório iluminista, que possui como características principais: i) uma visão instrumental da natureza; ii) a destruição da natureza como ameaça à sociedade; iii) busca de conciliação entre conservação natural e progresso econômico; iv) tecnologia vista como ameaça à natureza. A segunda abordagem remete a Diegues (1998), que apoiado em Keith Thomas, Moscovici e Alain Corbin, argumentou que durante o século XIX houve uma mudança na "percepção" sobre a natureza no Brasil, influenciada basicamente pelo conservacionismo norte-americano que teria reeditado o mito cristão e "biocêntrico" do paraíso perdido, associando-o a um território não povoado. Trata-se de uma visão dicotômica da relação entre sociedade e natureza inscrita no "imaginário ocidental", mas que se materializou na criação de parques de reserva natural. Tal percepção entrou em atrito com a existência de sociedades indígenas e tradicionais que habitavam as potenciais reservas naturais.

Alonso e Costa (2002), ainda citam os estudos de J.M.Carvalho (1998) sobre a sobrevivência de um tipo particular de representação da natureza no imaginário social brasileiro o - endemismo, definido como a exaltação das qualidades naturais do Brasil: paisagem, clima, fertilidade e ausência de desastres naturais. O "motivo edênico" seria um leit motif do pensamento político brasileiro, que teria aparecido nas crônicas e ensaios dos séculos XVI e XVII, se reiterado no processo de formação do estado-nação e estaria ainda presente no Brasil contemporâneo. Para provar sua tese, Carvalho realizou duas pesquisas de opinião pública, usando a variável "orgulho nacional" como indicador e concluiu que a principal razão de orgulho dos brasileiros em relação ao seu país era a natureza. As instituições políticas não foram mencionadas, como normalmente ocorre em países de tradição democrática. Em resumo, Alonso e Costa (2002), demonstraram que a questão ambiental no Brasil, bem como a percepção ambiental, envolve uma problemática antiga, nascida e enraizada no contexto sócio-político do país no século XIX, agregado ao processo de colonização e a diversidade do mundo natural brasileiro. Os estudos arrolados pelos autores encontram-se nas fronteiras entre a história das ideias e a análise da percepção ambiental, ou seja, centram-se no argumento de que a "cultura política brasileira", teria gerado uma esfera pública pouco permeável ao surgimento de preocupações com o meio ambiente, principalmente no que refere-se ao meio ambiente urbano.

No tocante aos estudos que tratam da percepção social da questão ambiental, a pesquisa de Alonso e Costa (2002), revelou que se tratam de estudos empiricamente orientados e transitam entre a sociologia e a ciência política, valendo-se sobretudo de pesquisas de opinião pública, cujo interesse principal é descobrir se definições, preocupações e valores ambientais variam conforme estratos sociais. Como exemplo, remetem ao estudo de Jacobi (1993) sobre percepção de problemas ambientais na cidade de São Paulo, que chegou a duas conclusões:

- 1º - o "grau de consciência" dos problemas ambientais acompanha a estratificação social: os estratos mais baixos estariam preocupados com

infraestrutura e violência enquanto os assuntos de interesse das classes médias seriam barulho e poluição do ar.

- 2º - a responsabilidade pela solução dos problemas ambientais é atribuída ao governo (80% dos entrevistados).

Estes fatores também foram identificados na pesquisa Figueiredo (2008), ao pesquisar a questão dos riscos tecnológicos no Vale do Rio dos Sinos.

Tais estudos concluíram que haveria um descompasso entre percepções e práticas ambientais: o "conhecimento" dos problemas ambientais não se desdobraria em práticas ecologicamente corretas. Na mesma medida, uma pesquisa nacional de opinião sobre percepção pública e definição de "meio ambiente", realizada por Leitão (1993), concluiu que as preocupações "ambientais" são tão altas dentre os brasileiros como em países do primeiro mundo; tendo em vista mais de 60% dos entrevistados serem caracterizados como "conservacionista", isto é, veem a natureza como algo sagrado e que não deveria sofrer a interferência da ação humana e indicaram como principais problemas ambientais o desflorestamento, a poluição de rios e do ar. Essa pesquisa revelou que os cidadãos comuns não veem os problemas urbanos como ambientais e, em oposição aos ativistas e analistas, não conectam desenvolvimento econômico e destruição ambiental. A solução indicada para os problemas ambientais na pesquisa de Leitão é atribuída ao governo. Pesquisa similar foi realizada por Crespo em 1998 e em 2001, com resultados muito similares (ALONSO & COSTA, 2002).

Outra abordagem relativa a percepção ambiental diz respeito ao construtivismo social, tratada por Guivant (1998) que baseado em Douglas & Wildavsky, Hannigan e Latour e recorrendo a conceitos como "mundo dos atores" e "arena de disputas", enfoca os processos pelos quais cidadãos comuns assimilam a definição científica de riscos ambientais. Guivant analisa o processo de definição das causas dos problemas ambientais por diferentes atores e em várias arenas e defende que é através de negociações e conflitos que redes e identidades são construídas, recursos são mobilizados e relações de poder são consolidadas, permitindo ou vedando a implementação de um projeto político em torno de uma problemática de cunho ambiental. Para Alonso & Costa (2002), o estudo de Guivant no que diz respeito a percepção avança em relação aos anteriores por suplantar a análise dos valores, opiniões e estratégias discursivas dos atores. Ao analisar as práticas em si mesmas, pode enxergar o que outros intérpretes não viram: a lacuna entre discursos e valores dos atores e suas práticas. No entanto, apesar desta conclusão, Guivant compartilha do engajamento dos demais e termina apresentando um modelo de "foros de negociação" para a questão ambiental.

Para Alonso & Costa (2002: 22), trabalhos mais recentes vêm contribuindo para expandir o âmbito de aplicação do construtivismo social nos estudos demográficos, Torres (2000), por exemplo, propôs a substituição do conceito de "impacto ambiental" pelo de "risco". Visto que a noção de impacto ambicionaria medir objetivamente o efeito das interferências humanas no meio ambiente, já a noção de risco ambiental levaria em conta o modo pelo qual cada grupo social constrói sua percepção de risco em função de seus valores e formas de convivência com o meio ambiente e ao tipo e grau de vulnerabilidade a que o sujeito está exposto.

No que concerne aos fatores influenciadores da percepção dos riscos conforme Santaella (1998), perceber nada mais é do que estar diante de algo que se apresenta, não somente através dos olhos, mas também de outros órgãos sensoriais, que contribuem para alimentar o sistema cognitivo. Com isto, pode-se considerar que a percepção, não é estática, sendo ela sujeita ao contexto de vida de cada pessoa ou grupo social. Por esta razão pode-se afirmar que dada percepção pode modificar-se, a partir de novos estímulos e informações, tendo em vista que sua ampliação ocorre mediante processo cíclico com base na aproximação sujeito/objeto. Trata-se neste caso

de uma percepção gerada pelo conhecimento a partir das experiências vividas, pois corresponde à maneira como as pessoas interpretam os perigos e as vulnerabilidades às quais encontram-se expostas.

Vale destacar que a forma como os riscos são percebidos pelos indivíduos ou determinado grupo social, fornece elementos para analisar o grau de conhecimento, interesses e valores em relação ao grau de aceitação ou intolerância, assim como a sua capacidade para avaliar, organizar, agir, prevenir, mitigar e responder aos acidentes, bem como as formas como buscam adaptar-se ao ambiente em que vivem.

Em resumo, para Slovic (1987) os principais fatores influenciadores da percepção de risco são:

- Familiaridade com a fonte do risco, representada pela capacidade de tolerar e conviver com o risco, que pode ser ampliada em função da maior frequência e probabilidade de ocorrência.
- A aceitação voluntária do risco, que encontra-se diretamente relacionada aos benefícios adquiridos, a exemplo dos econômicos e sociais.
- A ocorrência ou não de justiça na distribuição dos benefícios e prejuízos decorrentes dos riscos, ou seja, da distribuição equitativa dos impactos positivos e negativos dos riscos.
- Capacidade real de controle sobre as fontes de risco, seja individualmente, ou pela existência de mecanismos técnicos e institucionais eficazes.
- Confiança nos mecanismos e entidades de controle e gestão dos riscos.
- Confiança nas fontes de informação sobre os riscos.
- Potencial catastrófico do risco, que quanto maior, menor será a capacidade de convivência e tolerância.
- Grau de certeza relacionado à previsão das consequências do risco.
- Impacto previsível que as consequências do risco terão nas gerações futuras.
- Percepção sensorial do perigo.
- Percepção da (ir)reversibilidade das consequências do risco.

Ressalta-se que estes fatores são variáveis dependendo do contexto social em que estão inseridos, além disto, interferem de modo diferenciado na percepção, na avaliação, na capacidade de aceitação e no convívio com os riscos de cada pessoa ou grupo social. Deste modo, Guivant (1998) destaca ser fundamental incorporar nas análises de riscos, a abordagem cultural onde os indivíduos sejam reconhecidos como organizadores ativos de suas percepções, pois são eles que atribuem sentidos e significados aos fenômenos.

Esta visão corrobora com a perspectiva apresentada por Figueiredo (2008), de que as análises ambientais, necessitam abordar de forma sistemática os diferentes fatores que constituem o espaço (sociais, econômicos e políticos), neste caso o urbano, tendo em vista, que os conflitos sociais em espaços urbanos estão relacionados com os problemas ambientais. Afirmando, que tanto os conflitos de interesses de grupos ou indivíduos em

particular, envolvem as dimensões culturais, ou seja, o estilo de vida deve ser considerado. Isto remete a uma discussão sobre os riscos para o campo do debate político ético, que seja capaz de redefinir os papéis sociais pautados em um novo posicionamento da sociedade e do poder público em relação ao meio ambiente e a exposição aos riscos.

Neste sentido, os fatores influenciadores da percepção dos riscos considerados neste estudo são: capacidade dos entrevistados em avaliar o risco; noção dos danos possíveis; causas atribuídas as situações vivenciadas e grau de adaptação ao perigo e desenvolvimento de estratégias para a minimização do risco. É importante destacar, que a percepção dos riscos é aspecto imprescindível para a discussão de medidas adaptativas frente aos riscos, tema que será abordado no próximo item, bem como para a avaliação das vulnerabilidades, visto que, o nível de aceitação de uma política pública de mitigação ou de adaptação, varia de acordo com as percepções sobre a gravidade, natureza e possíveis consequências dos riscos a que se está exposto.

Já a adaptação ambiental relaciona-se com o fato de que o processo de degradação do meio ambiente se confunde com a própria origem da espécie humana, intensificada posteriormente com a Revolução Industrial, no século XVIII, ganhando maior dimensão a partir das descobertas científicas e tecnológicas no século XIX, que possibilitaram ao homem possibilidades mais amplas de exploração dos recursos naturais. Para Carvalho (2003) o dinamismo da civilização industrial introduziu radicais mudanças no meio ambiente físico, que implicaram no entendimento dos homens sobre o ambiente e seu uso. A introdução do elemento tecnologia provocou um salto, qualitativo e quantitativo, nos fatores resultantes do processo industrial, o que possibilitou a geração de bens industriais numa quantidade e numa brevidade de tempo antes impensáveis. Por outro lado, acarretou graves prejuízos à sanidade ambiental.

Observa-se, portanto, que o desenvolvimento e a degradação do meio ambiente são inerentes a própria existência humana. Essa percepção resultou numa visão antropocêntrica do meio ambiente, onde o elemento “homem” passou ser o centro das preocupações ambientais, conforme colocado na Declaração de Estocolmo sobre o Ambiente Humano, da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente:

1 - (...) é o meio ambiente essencial para o bem-estar e para gozo dos direitos humanos fundamentais, até mesmo o direito à própria vida. (...)

5 - O crescimento natural da população suscita a toda hora problemas na preservação do meio ambiente, mas políticas e medidas adequadas podem resolver tais problemas. De tudo o que há no mundo, a associação humana é o que existe de mais preciosa. É ela que impulsiona o progresso social e cria a riqueza, desenvolve a Ciência e a Tecnologia e, através de seu trabalho árduo, continuamente transforma o meio ambiente. Com o progresso social e os avanços da produção, da Ciência e da Tecnologia, a capacidade do homem para melhorar o meio ambiente aumenta dia a dia.

6 - Atingiu-se um ponto da História em que devemos moldar nossas ações no mundo inteiro com a maior prudência, em atenção às suas consequências ambientais. Pela ignorância ou indiferença podemos causar danos maciços e irreversíveis ao ambiente terrestre de que dependem nossa vida e nosso bem-estar. Com mais conhecimento e ponderação nas ações, poderemos conseguir para nós e para a posteridade uma vida melhor em ambiente mais adequado às necessidades e esperanças do homem. São amplas as perspectivas para a melhoria da qualidade ambiental e das condições de vida. O que precisamos é de entusiasmo, acompanhado de calma mental, e de trabalho intenso mas ordenado. Para chegar à liberdade no mundo da Natureza, o homem deve usar seu conhecimento para, com ela colaborando, criar um mundo melhor. Tornou-se imperativo para a humanidade defender e melhorar o meio ambiente, tanto para as gerações atuais como para as futuras, objetivo que se deve procurar atingir em harmonia com os fins estabelecidos e fundamentais da

Assim, Milaré (2002), afirma que a proteção do meio ambiente é uma questão da própria sobrevivência humana, para tanto, é preciso preservar e restabelecer o equilíbrio ecológico, visto tratar-se de uma questão de vida ou morte, ou seja, a garantia de manutenção da própria espécie. O avanço das discussões em torno da crise ambiental resultou no surgimento de uma nova visão, o biocentrismo, o qual sustenta que o meio ambiente não pode e não deve ser separado dos seres humanos. Deste modo, o meio ambiente deixou de ser tomado isoladamente e passou-se a considerar a relação de interdependência do meio ambiente com outros elementos, dentre eles a espécie humana.

A partir disto, o meio ambiente passa a ser sujeito de direito, estando portanto, protegido pelo Direito o qual cabe coibir a desordem e os abusos causados à natureza pelo homem. Neste contexto, as relações homem e meio ambiente passam a ser objeto de regramento jurídico, na busca do “equilíbrio”.

A busca pelo “equilíbrio” da origem aos princípios da vida sustentável, pautada no respeito e cuidado da biosfera, na melhoria da qualidade da vida humana, na conservação da vitalidade e da diversidade do planeta Terra, na minimização do esgotamento dos recursos não-renováveis, na permanência nos limites da capacidade de suporte do planeta, na modificação das atitudes e práticas pessoais, na permissão de que as comunidades cuidem do seu próprio ambiente, na geração de uma estrutura nacional para a integração de desenvolvimento e conservação e na constituição de uma aliança global em prol do meio ambiente (OLIVEIRA, 2004)

Observa-se que dentro da concepção de sustentabilidade ambiental, esta incorpora, de forma indireta, a noção de resiliência e adaptação ambiental, ou pelo menos, a necessidade de formas adaptáveis de manutenção da relação homem e meio ambiente. Deste modo, estes conceitos podem ser entendidos como instrumentos para a busca do “equilíbrio” e principalmente no reconhecimento dos riscos ambientais (percepção dos riscos ambientais).

No que refere-se ao conceito de resiliência, conceito oriundo da física e posteriormente aplicado na teoria psicanalítica, mas evoluindo para além da psicanálise nas mais diversas áreas da ciência, dentre elas a de caráter ambiental.

Segundo Sordi et al. (2011), o termo resiliência engloba um conceito que transita entre aspectos físicos, biológicos e psíquicos. Tem origens no latim e significa voltar para trás, recolher-se. Do inglês resilience, significa elasticidade, capacidade de recuperação. Tem origens na física, significando a propriedade de um corpo de recuperar sua forma original após sofrer choque ou deformação. Relaciona-se também ao conceito de robustness, remetendo à ideia de que uma organização estável, frente a uma perturbação, teria a capacidade de se manter intacta ou de organizar-se ao redor de outro fator a fim de manter a estabilidade, podendo este conceito ser aplicado a todo tipo de matéria.

Aplicado a biologia, Sordi et al. (2011), colocam que a evolução do conceito incorporou a noção de adaptabilidade. Dessa maneira, pode ser aplicado tanto aos seres vivos, considerando-se todas as interações orgânicas que ocorrem, mesmo em nível intracelular, a fim de que uma organização viva e funcional possa ser gerada e mantida; quanto ao ecossistema, que muitas vezes necessita sofrer reorganizações frente a adversidades para se manter preservado.

Neste sentido, segundo Weyermüller (2012), a noção de adaptação pode ser compreendida a partir de diversos pontos de vista, considerando os pontos de observação e níveis de complexidade e importância. Para tanto o autor aborda a adaptação sob dois aspectos, o primeiro trata a adaptação aplicada às ciências naturais, ou seja, que possui

<sup>2</sup> Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente. Declaração de Estocolmo Sobre o Meio Ambiente, 1972. (<http://www.silex.com.br/leis/normas/estocolmo.htm>).



um viés ecológico, destacando a teoria de Charles Darwin e o segundo, enfoca a adaptação como um elemento chave para a relação contínua da sociedade com o meio ambiente.

Tendo em vista a proposta deste estudo, optou-se por focar a adaptação a partir do segundo prisma, sem desmerecer o primeiro que trouxe contribuições significativas para o entendimento do tema, já que os estudos de Darwin foram fundamentais para o “desenvolvimento de caminhos alternativos aos que já existem para a tentativa de solução de problemas ecológicos, problemas relacionados assim à vida, com a existência” (WEYERMÜLLER, 2012), e que, portanto pode ser tomado como ponto de partida para o entendimento do conceito, qual seja:

Adaptação, ajuste (adaptation): 1. No sentido mais restrito, características genéticas condicionadas de um organismo, de uma população, de uma espécie, de uma vida em comum que possibilitam a capacidade de sobrevivência e (de reprodução) no espaço vital habitado. Estas características se formaram durante a evolução através da seleção natural. Exemplo: adaptação morfológica, psicológica e entomológica dos animais à vida no deserto. A seleção também pode agir em curto espaço de tempo de poucas gerações, levando a adaptações. Por exemplo: resistência aos inseticidas, grau de virulência no sistema parasitológico. Visto com mais atenção, a adaptação deveria conter o processo do adaptar-se. O conceito também é aplicado para o resultado dos processos de adaptação (compare com capacidade de adaptação). 2. No sentido mais amplo, também alteração de características do fenótipo de um organismo como reação a outros tipos de condições ambientais. As adaptações levam a um novo estado funcional, para que o processo de vida possa acontecer por completo. Isto vale para características morfológicas, psicológicas e entomológicas (aclimatação), incluindo os planos sub-orgânicos, celulares e bioquímicos. Exemplos: adaptação de rendimento na troca de combustível; adaptação à resistência frente aos valores limites de um fator ambiental; adaptação estrutural à alteração do teor de sal; alteração do nível de sensibilidade em órgãos sensoriais. Neste contexto também se inclui a habituação de um organismo à determinadas condições ambientais em situações experimentais no laboratório (aclimatação). (Tradução nossa). SCHAEFER, Matthias. Wörterbuch der Ökologie. Heidelberg-Berlin: Spektrum Akademischer Verlag GmbH, 2003. p. 5. (WEYERMÜLLER, 2012. p. 116-117).

Weyermüller (2012), a partir do conceito acima apresentado, considera que a adaptação representa os elementos necessários para a condição e manutenção da vida em um determinado habitat, tratam-se de elementos determinados geneticamente, que possuem características específicas, formadas durante a evolução de uma dada espécie, sendo, portanto, resultantes da seleção natural. Apesar de apresentar-se como uma abordagem estritamente ecológica, o autor atribui a ela, uma ligação com conhecimentos de áreas diversas, tendo como ponto de partida a discussão acerca do mistério que envolvia a perfeita adaptação dos seres vivos aos ambientes mais diversos. Neste sentido, a diversidade de aplicação do termo adaptação pode ser um elemento positivo para a construção de uma orientação adaptativa que possa repercutir positivamente nas questões relacionadas ao ambiente, inclusive, contribuindo para com a construção de um Direito Ambiental da Adaptação. A perspectiva do autor é de que o conceito contribua para com a promoção de instrumentos protetivos do ambiente que tenham como parte essencial elementos da racionalidade econômica, visto que “a adaptação não é uma tarefa separada do desenvolvimento”, visto que falar em desenvolvimento nos dias atuais significa adaptar-se (WEYERMÜLLER, 2012).

Weyermüller (2012), afirma que o maior risco ao qual a sociedade está exposta na contemporaneidade, é o risco da inadaptação, onde:

Não estar apto para enfrentar um futuro repleto de incertezas típicas da própria existência e também da ação humana, significa não ter a

capacidade de identificar os elementos típicos e formadores da realidade tampouco buscar meios para superar as dificuldades que possam surgir desse processo. Em matéria ambiental, não estar preparado para enfrentar o futuro pode colocar em risco a própria existência ou, pelo menos, a continuidade de uma realidade que hoje se vive e se espera manter naquilo que for possível e viável em termos de relação entre sociedade e ambiente natural. (WEYERMÜLLER, 2012, p. 118)

Dessa forma, considerando a variedade e a complexidade dos riscos a qual a sociedade contemporânea está exposta, associada a emergente necessidade de respostas a estes riscos, cada vez mais é necessário encontrar respostas e soluções rápidas, o que requer um esforço de adaptação muito mais complexo do que aquele que acompanhou a evolução da humanidade. Trata-se, portanto, de uma nova perspectiva de adaptação, pautada numa dimensão que precisa reconhecer reais circunstâncias de irreversibilidade, necessidades, limitações e escolhas (decisões) (WEYERMÜLLER, 2012).

No contexto brasileiro a questão da adaptação é tratada basicamente no âmbito do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, de 2008 e na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), Lei nº 11.187 de 29 de dezembro de 2009. Tratam-se de políticas públicas implantadas para tratar dos fenômenos climáticos, como secas, enchentes, ondas de calor e de frio, furacões e tempestades, que vem sendo registrados em todo mundo, e que segundo previsões do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)<sup>3</sup>, estão se tornando cada vez mais comuns.

De acordo com o PNMC, a adaptação pode ser entendida como “uma série de respostas aos impactos atuais e potenciais da mudança do clima, como objetivo de minimizar possíveis danos e aproveitar as oportunidades”. A capacidade de adaptação envolve duas variáveis importantes, a vulnerabilidade e a resiliência, esta última entendida como a habilidade do sistema em absorver impactos preservando a mesma estrutura básica e os meios de funcionamento. Isto é, quanto menores forem as vulnerabilidades de um sistema e maior for sua capacidade de auto-organização (resiliência), melhores serão as condições de adaptação desse sistema aos efeitos da mudança do clima.

Diferentemente das ações de mitigação que são percebidas em níveis globais, as ações de adaptação são percebidas localmente, o que confere a adaptação um elevado grau de especificidade, ou seja, dificilmente serão aplicadas a outros locais, tendo em vista as diferenças socioeconômicas e ambientais (BRASIL, 2009a).

Ainda segundo o PNMC, de forma geral, as populações mais pobres e com piores índices de desenvolvimento são as mais vulneráveis à mudança do clima, que intensificam os problemas ambientais, sociais e econômicos já existentes em determinado local. O desenvolvimento de ações de adaptação nestes locais promoverão melhores condições de moradia, alimentação, saúde, educação, emprego, ou seja, qualidade de vida, levando em consideração a interação entre todos os aspectos e características locais, inclusive a ambiental.

Entretanto, segundo análise do Grupo de Trabalho Mudanças Climáticas, Pobreza e Desigualdades, do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, a Política Nacional<sup>4</sup> e o

<sup>3</sup> IPCC é um organismo intergovernamental, aberto a todos os países membros da ONU e da OMM. Trata-se de uma entidade científica, que analisa e avalia as mais recentes informações científicas, técnicas e socioeconômicas produzidas a nível mundial que sejam relevantes para a compreensão das mudanças climáticas. ([http://ambientes.ambientebrasil.com.br/mudancas\\_climaticas/ipcc\\_e\\_unfccc/ipcc\\_-\\_painel\\_intergovernamental\\_de\\_mudancas\\_climaticas.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/mudancas_climaticas/ipcc_e_unfccc/ipcc_-_painel_intergovernamental_de_mudancas_climaticas.html)).

<sup>4</sup> O Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas foi criado pelo Decreto nº 3.515, de 20 de junho de 2000, tem como principal objetivo conscientizar e mobilizar a sociedade para a discussão e tomada de posição sobre os problemas decorrentes da mudança do clima por gases de efeito estufa, bem como sobre o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) definido no Artigo 12 do Protocolo de Quioto à Convenção-Quadro das Nações

Plano Nacional de Mudanças Climáticas concentram-se mais nas ações de mitigação que visam reduzir as fontes de emissão de gases de efeito estufa e aumentar os sumidouros de carbono (BRASIL, 2008), do que nas ações de adaptação. Nestes instrumentos predominam as discussões sobre as questões econômicas e ambientais em detrimento dos efeitos das mudanças climáticas sobre as populações em geral. Para este grupo, a adaptação e a mitigação devem ser entendidas como complementares e simultâneas, considerando-se os efeitos das mudanças climáticas sobre as populações, em particular, sobre aquelas mais fragilizadas/socialmente vulneráveis, bem como questões ambientais e econômicas.

Apesar da legislação brasileira sobre o tema, bem como a ampla legislação ambiental, somente em 2013 o país conseguiu estabelecer cenários climáticos que podem vir a direcionar o processo de adaptação, tais cenários foram produzidos pelo Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

Além destes cenários o Grupo de Trabalho Mudanças Climáticas, Pobreza e Desigualdades propôs a elaboração do Plano Nacional de Adaptação aos Impactos Humanos das Mudanças Climáticas, que engloba as seguintes propostas setoriais: redução de riscos de desastres (RDD); desenvolvimento rural; desenvolvimento social; educação; saúde; recursos hídricos; meio ambiente; trabalho e desenvolvimento urbano, sendo este último foco desta dissertação, tendo em vista as áreas alvos deste estudo situarem-se em áreas consideradas como urbanas.

A proposta do Plano Nacional de Adaptação aos impactos Humanos das Mudanças Climáticas no que diz respeito ao desenvolvimento urbano, envolve o planejamento para a adaptação aplicado às políticas urbanas, tais como:

- Expansão de áreas verdes.
- Ampliação do acesso ao saneamento básico de qualidade.
- Ampliar acesso ao transporte público de qualidade e eficiente.
- Implantar programas de adaptação com medidas estruturais e não estruturais.
- Implementar políticas para adoção de técnicas construtivas adaptativas, dentre outras medidas.

Isto reflete a necessidade de uma nova agenda de política urbana, que incorpore outros conceitos, mecanismos e instrumentos de desenvolvimento urbano, cuja ênfase não está mais na mitigação dos impactos, mas pautado no paradigma de adaptação e ajuste ao ambiente. Entretanto, são muitas as dificuldades para o desenvolvimento desta nova agenda, seja por questões econômicas, culturais (essa a mais difícil de superar) e até mesmo ambientais, tendo em vista, a heterogeneidade espacial e populacional das cidades. É importante também destacar que a condição de adaptação sempre fez parte das sociedades e continua fazendo, no entanto, o sistema global a que estas estão sujeitas, gerou comunidades que podem ser consideradas resilientes/adaptativas e outras que não terão condições e oportunidade de adaptarem-se.

“As comunidades pobres podem ser especialmente vulneráveis, em particular aquelas concentradas em áreas de alto risco. Elas costumam ter capacidades de adaptação mais limitadas e são mais dependentes dos recursos sensíveis ao clima, como a oferta local de água e alimento. Nos locais em que os eventos climáticos extremos se tornarem mais intensos

e/ou mais frequentes, os custos econômicos e sociais desses eventos aumentarão e esses aumentos serão substanciais nas áreas afetadas mais diretamente.” (AVILA, 2007. p. 167)

Neste sentido, quando se estiver pensando em políticas públicas de adaptação, é preciso medir as vulnerabilidades e as potencialidades (econômicas, culturais e ambientais), as quais contribuirão para desenhar e direcionar as políticas (ADGER et al. 2009).

Deste modo, a partir da identificação da política, projetos ou ações que tragam componentes de adaptação aplicados pela gestão municipal as situações de risco, se estará associando o conceito de adaptação aos objetivos deste estudo, principalmente no que se refere a análise da percepção do risco da população residente (item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Neste caso, a adaptação será tratada levando-se em consideração a teoria de Anthony Giddens, que dentre seus estudos sobre a modernidade apresenta conceitos relativos as formas de reações de adaptação da sociedade perante os riscos e perigos no mundo moderno (GIDDENS, 1991). Tais conceitos serão associados à percepção da população pesquisada neste estudo, buscando-se assim identificar as suas reações frente aos riscos a que se encontra sujeita.

Segundo Giddens (1991), as populações perante os riscos e perigos impostos pela modernidade apresentam quatro reações de adaptação possíveis, quais sejam:

- Aceitação Pragmática – concentração no sobreviver, cujo enfoque não está em sair do mundo exterior, mas concentrar-se nas tarefas do dia-a-dia, neste caso, muitos dos riscos que existem no mundo moderno estão supostamente fora do alcance de qualquer um. Há neste caso os custos psicológicos, pois o entorpecimento por ela gerado reflete uma “*profunda ansiedade subjacente, que em alguns indivíduos emerge conscientemente repetidas vezes*”. Além disto, este tipo de aceitação é compatível ou com um sentimento subjacente de pessimismo ou com a nutrição de esperança que pode existir ambivalentemente com ela (GIDDENS, 1991, p. 137).
- Otimismo sustentado – trata-se de uma fé contínua na razão providencial sem se preocupar com os perigos atuais, ou seja, acreditar que podem ser encontradas soluções tecnológicas e sociais para os problemas globais. Para o autor, essa perspectiva tem muito prestígio no ambiente leigo porque oferece uma convicção de que a ciência traz fontes de segurança a longo prazo.
- Pessimismo cínico - pressupõe um envolvimento direto com as ansiedades provocadas pelos perigos de altas-consequências. Não significa indiferença nem o mau agouro. Seria mais “*um modo de amortecer o impacto emocional das ansiedades através de uma resposta ou humorística ou enfasiada do mundo*” (p. 138). O autor destaca ainda que o “*o pessimismo não é uma fórmula para a ação, e numa forma extrema leva apenas à depressão paralisante*” (p. 138). No entanto, se combinado com uma atitude de cinismo, teria a sua aspereza aliviada.

- Engajamento radical - mobilização para reduzir os impactos dos problemas com o intuito de transcendê-los. É uma atitude de contestação prática em relação às fontes de perigo. Acredita-se que apesar de todos os problemas graves e globais existentes, deve-se tentar ultrapassá-los ou, pelo menos, diminuir o seu impacto, encaixam-se aí, os movimentos sociais.

No entanto, antes de adentrar nestas análises, será apresetando uma breve contextualização do município de Novo Hamburgo e das áreas de risco estudadas, com o intuito de compreender como se deu o processo de ocupação destas áreas e, conseqüentemente, do processo de agravamento dos riscos a que estão expostas.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia resumiu-se em coleta de dados realizada abrangendo duas modalidades de pesquisa que, apesar de próximas, diferenciam-se tendo em vista sua natureza: pesquisa bibliográfica e pesquisa documental.

A pesquisa bibliográfica consistiu numa modalidade de estudo e análise de documentos de domínio científico, ou seja, que já são reconhecidos pela comunidade científica, tais como livros, periódicos, enciclopédias, ensaios críticos, dicionários e artigos. A pesquisa documental caracteriza-se pela busca de informações em documentos que não receberam nenhum tratamento científico, como, por exemplo, relatórios, reportagens de jornais, revistas, cartas, filmes, gravações e fotografias.

Segundo Oliveira (2007), as pesquisas bibliográficas e documentais estão muito próximas uma da outra, mas possuem como elemento diferenciador a natureza das fontes, onde a primeira remete para as contribuições de diferentes autores sobre o tema pesquisado, atentando para as fontes secundárias, enquanto a segunda recorre a materiais que ainda não receberam tratamento analítico, neste caso as fontes primárias, requerendo, portanto, uma análise mais cuidadosa por parte do pesquisador.

Como principais fontes pesquisadas teve-se as bibliografias sobre o tema (livros, artigos, artigos científicos, teses e dissertações), dentre elas destacam-se aquelas que colaboram para o entendimento dos conceitos norteadores deste estudo. No que refere-se a parte documental, tem-se os documentos de caráter público, como as leis, normas e instrumentos de gestão municipal no que diz respeito a gestão ambiental e urbana do município de Novo Hamburgo.

Conforme colocado por Figueiredo (2008), não existe uma regra definida de técnica de análise documental, devido à sua complexidade. Deste modo, para esta pesquisa, buscou-se examinar ao máximo os documentos coletados, com vistas a contribuir para as análises a que este estudo se propõe.

Foi necessário também pesquisar dois públicos distintos, foram elaborados dois roteiros semiestruturados de entrevista. O primeiro desenvolvido de forma que possibilitasse colher informações quanto a percepção social dos riscos ambientais das populações residentes em tal áreas, denominada de Roteiro de Entrevista de Percepção Social de Riscos no Município de Novo Hamburgo (Anexo I). O segundo instrumento, denominado de Entrevista de Percepção de Risco Institucional (Anexo II), foi constituído de um elenco de questionamentos voltados a colher informações junto ao poder público municipal, visando, identificar a percepção de risco dos gestores bem como identificar os principais instrumentos que compõem a política pública municipal voltada à gestão de riscos ambientais.

A escolha destes instrumentos se deu devido a possibilidade de aprofundar os temas de interesse à pesquisa, bem como pela possibilidade de abertura a novas temáticas, que pudessem vir a agregar e a qualificar a análise. Visto que neste processo, o entrevistador por meio da livre manifestação, tem a possibilidade de discorrer sobre os

aspectos que considera mais relevantes ao tema, sendo eles propostos pela entrevista ou não.

O roteiro de pesquisa populacional contou com dois blocos de questões iniciais. O primeiro bloco diz respeito a qualificação do entrevistado, com dados de cadastro (nome, endereço, contato etc.) e informações sobre seu perfil de ocupação, escolarização e atuação. O segundo bloco tratou especificamente de questões que contribuíssem para identificar a percepção de risco ambiental.

Foram realizadas um total de vinte e quatro entrevistas, sendo seis institucionais e 16 com residentes das áreas de risco selecionadas, conforme distribuição e identificação dos entrevistados apresentada no Quadro 1.

**Quadro 1. Entrevistas com atores residentes nas áreas de risco selecionadas.**

Nº da Entrevista	Morador	Área	Sexo	Idade
Entrevista 1	Morador A	Área I	Masculino	69
Entrevista 2	Morador B		Feminino	33
Entrevista 3	Morador C		Feminino	42
Entrevista 4	Morador D		Feminino	46
Entrevista 5	Morador E	Área II	Feminino	61
Entrevista 6	Morador F		Feminino	52
Entrevista 7	Morador G		Masculino	52
Entrevista 8	Morador H		Femino	38
Entrevista 9	Morador I		Feminino	42
Entrevista 10	Morador J		Feminino	36
Entrevista 11	Morador L	Área III	Femino	21
Entrevista 12	Morador M		Feminino	31
Entrevista 13	Morador N		Masculino	46
Entrevista 14	Morador O		Masculino	55
Entrevista 15	Morador P	Área IV	Masculino	68
Entrevista 16	Morador Q		Masculino	58
Entrevista 17	Morador R		Masculino	49
Entrevista 18	Morador S		Masculino	62

As entrevistas possuem duração mínima de 40 minutos, foram gravadas e transcritas para tratamento e análise.

O critério de seleção das entrevistas com atores residentes em áreas de risco, foi a identificação daqueles que morassem no local a pelo menos uma década e que tivessem mais de 18 anos de idade, ou que tivessem algum grau de liderança na comunidade (líderes comunitários, presidentes de associação de bairro, membros ativos da associação de bairro, etc.), por considerar que estas pessoas, pois além de morar na comunidade, sofrem com ela os seus problemas e participam de suas conquistas.

No que refere-se ao roteiro de entrevista institucional, este possui três blocos de questões. O primeiro é o de identificação e qualificação da instituição e do respondente (nome, endereço, representante legal, área de atuação, etc.). Vale destacar, que este bloco de qualificação auxilia na compreensão das falas dos entrevistados, que podem ser relacionados as instituições que representam. O segundo bloco foi estabelecido por questões que contribuíssem para a identificação da percepção de risco ambiental no âmbito da instituição. Por fim, com o terceiro bloco buscou-se identificar os instrumentos utilizados na gestão de riscos ambientais, ou seja, as principais ações, planos, programas, projetos, leis, normas, etc., relacionados com tema da pesquisa.

Atores institucionais entrevistados:

- Entrevista 19 – Representante da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Novo Hamburgo – T.
- Entrevista 20 – Representante da Secretaria Municipal de Habitação de Novo Hamburgo – U.
- Entrevista 21 – Representante da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano – V.
- Entrevista 22 – Representante da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social – X.
- Entrevista 23 – Representante da Coordenadoria da Defesa Civil de Novo Hamburgo – Y.
- Entrevista 24 – Representante da CPRM – Z.

A seleção e identificação das áreas de risco ambiental foi realizada considerando o levantamento feito pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), no município de Novo Hamburgo em 2011. O referido levantamento se deu devido à necessidade de mapear todas as áreas de risco ambiental no território brasileiro. Para tanto, a CPRM foi convocada pela Casa Civil do Governo Federal para atuar na Ação Emergencial, no âmbito do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais do Governo Federal (PPA 2012 – 2015), dentre os 4 eixos temáticos estabelecidos pelo Plano – Mapeamento, Prevenção, Monitoramento e Alerta, e Resposta - a CPRM recebeu a incumbência de atuar no primeiro eixo, ou seja, na produção do conhecimento geológico-geotécnico em municípios com alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações.

### 3. RESULTADOS

Considerando-se a contextualização histórica acima apresentada, pode-se afirmar que o processo de ocupação das áreas objeto deste estudo, possuem um caráter que pode ser considerado excludente e segregador, tendo como agravado a incapacidade do poder público municipal de dar resposta à demanda por habitações no auge da sua industrialização, permitindo que a população se instalasse em áreas irregulares, geologicamente desfavoráveis, sem planejamento e infraestrutura. Algumas dessas áreas associadas a processos de risco naturais mais graves, como por exemplo, movimento de massa ou vertente, resultando em caso de eventos extremos, em perdas humanas, como foi o caso da Área I – Vila Esperança, onde em abril de 2011, três crianças foram soterradas e vieram a óbito.

As áreas contempladas neste estudo são consideradas como de risco e possuem relação direta com inundações e deslizamentos de terra, e tiveram considerável manifestação no município de Novo Hamburgo nas últimas décadas. No que refere-se aos movimentos gravitacionais de massa, estes, foram agravados em função da urbanização intensa e da construção de residências em encostas acentuadas, provocando no Município, perdas materiais e humanas.

Para além das perdas materiais, é importante ressaltar os impactos deste tipo de ocupação para o meio ambiente, visto que, as ocupações humanas desorganizadas e descompromissadas, associada a total falta de planejamento urbano adequado e técnicas de construção inadequadas, resultam em alterações das condições originárias da paisagem e da proteção do solo, vulnerabilizando-o e potencializando a manifestação de um provável risco, já que o risco aumenta na mesma proporção em que aumenta a vulnerabilidade natural de um dado local, tendo-se então como resposta as manifestações de risco e a perda de qualidade ambiental, destes locais.

A análise e interpretação das imagens aéreas de cada uma das áreas possibilitaram o mapeamento dos perímetros urbanizados para os quatro períodos estudados, 1985, 1995, 2005 e 2011, os resultados são apresentados da Tabela 5 a Tabela 6. Pelos dados mostrados, pode-se verificar que houve um aumento significativo da área urbanizada nos períodos analisados, passando 93732,49 m<sup>2</sup> em 1985, para 339737,23 m<sup>2</sup> em 2011, aumentando significativamente o tamanho da área urbanizada.

Em 1985, a única área que apresentava processo de ocupação humana era a Área II - Vila Getúlio Vargas/Kipling, as demais, o uso era de vegetação (Tabela 1).

**Tabela 1. Proporção do uso do solo das áreas de risco em 1985.**

Área	Classe	Área (m <sup>2</sup> )	%
Área I – Vila Esperança	Área Urbana	0,00	0,0
	Vegetação	24753,31	100,0
	Total	24753,31	
Área II - Vila Getúlio Vargas/Kipling	Área Urbana	93732,49	19,4
	Vegetação	390252,65	80,6
	Total	483985,14	
Área III – Vila Diehl – Rua Participação	Área Urbana	0,00	0,0
	Vegetação	27251,75	100,0
	Total	27251,75	
Área IV – Vila Diehl – Rua Guilherme Kolling	Área Urbana	0,00	0,0
	Vegetação	9292,16	100,0
	Total	9292,16	

No período seguinte, 1995, todas as áreas já se encontravam com processo de ocupação humana instalado, com maior pressão nas áreas II e III, Vila Getúlio Vargas/Kipling e Vila Diehl – Rua Participação, respectivamente (Tabela 2).



**Tabela 2. Proporção do uso do solo das áreas de risco em 1995.**

Setor	Classe	Área (m <sup>2</sup> )	%
Área I – Vila Esperança	Área Urbana	3933,50	15,9
	Vegetação	20819,81	84,1
	Total	24753,31	
Área II - Vila Getúlio Vargas/Kipling	Área Urbana	160587,74	33,2
	Vegetação	323397,43	66,8
	Total	483985,17	
Área III – Vila Diehl – Rua Participação	Área Urbana	12818,71	47,0
	Vegetação	14433,04	53,0
	Total	27251,76	
Área IV – Vila Dieh – Rua Guilherme Kolling	Área Urbana	2514,36	27,1
	Vegetação	6777,80	72,9
	Total	9292,16	

Em 2005, destaca-se o aumento da área urbana na Área III – Vila Diehl – Rua Participação, passando a ter mais de 70% de sua área classificada como urbana (Tabela 3). Considerando-se os dados de 1995 a 2005, observa-se que este foi o período em que as áreas sofreram maior pressão, com destaque para a Vila Esperança (Área I), que registrou uma taxa de crescimento no período de 147,2%, seguida das áreas II e III, com crescimento de 54,0% e 56,1%, na devida ordem.

**Tabela 3. Proporção do uso do solo das áreas de risco em 2005.**

Setor	Classe	Área (m <sup>2</sup> )	%
Área I – Vila Esperança	Área Urbana	9725,13	39,3
	Vegetação	15028,18	60,7
	Total	24753,31	100,0
Área II - Vila Getúlio Vargas/Kipling	Área Urbana	247336,28	51,1
	Vegetação	236648,96	48,9
	Total	483985,24	100,0
Área III – Vila Diehl – Rua Participação	Área Urbana	20011,03	73,4
	Vegetação	7240,72	26,6
	Total	27251,75	100,0
Área IV – Vila Dieh – Rua Guilherme Kolling	Área Urbana	3660,08	39,4
	Vegetação	5632,08	60,6
	Total	9292,16	100,0

Apesar de apresentarem taxas de crescimento menor no período de 2005 (Tabela 3) a 2011 (Tabela 4), é possível afirmar que estas áreas ainda estão em processo de expansão populacional, principalmente as áreas I e II que obtiveram taxas de crescimento acima dos 20% (Tabela 5 e Tabela 6).

**Tabela 4. Proporção do uso do solo das áreas de risco em 2011.**

Setor	Classe	Área (m <sup>2</sup> )	%
Área I – Vila Esperança	Área Urbana	12073,69	48,8
	Vegetação	12679,62	51,2
	Total	24753,31	100,0
Área II - Vila Getúlio Vargas/Kipling	Área Urbana	301557,81	62,3
	Vegetação	182427,36	37,7
	Total	483985,18	100,0
Área III – Vila Diehl – Rua Participação	Área Urbana	21771,48	79,9
	Vegetação	5480,27	20,1
	Total	27251,75	100,0
Área IV – Vila Dieh – Rua Guilherme Koling	Área Urbana	4334,25	46,6
	Vegetação	4957,91	53,4
	Total	9292,16	100,0

**Tabela 5. Quantificação das áreas urbanizadas nos períodos estudados, 1985, 1995, 2005, 2011.**

Setor	Classe	Área (m <sup>2</sup> )			
		1985	1995	2005	2011
Área I – Vila Esperança	Área Urbana	0,00	3933,50	9725,13	12073,69
Área II - Vila Getúlio Vargas/Kipling	Área Urbana	93732,49	160587,74	247336,28	301557,81
Área III – Vila Diehl – Rua Participação	Área Urbana	0,00	12818,71	20011,03	21771,48
Área IV – Vila Dieh – Rua Guilherme Koling	Área Urbana	0,00	2514,36	3660,08	4334,25
<b>Total área urbana</b>		93732,49	179854,31	280732,52	339737,23

**Tabela 6. Taxa de crescimento das áreas urbanizadas nos períodos estudados, 1985, 1995, 2005, 2011.**

Setor	Classe	Taxa de crescimento (%)		
		1985/1995	1995/2005	2005/2011
Área I – Vila Esperança	Área Urbana	-	147,2	24,2
Área II - Vila Getúlio Vargas/Kipling	Área Urbana	71,3	54,0	21,9
Área III – Vila Diehl – Rua Participação	Área Urbana	-	56,1	8,8
Área IV – Vila Dieh – Rua Guilherme Koling	Área Urbana	-	45,6	18,4

#### 4. DISCUSSÃO

A partir desta análise espaço-temporal, foi possível perceber que a evolução da ocupação nas quatro áreas, seguiu uma lógica inicial influenciada por processo de ocupação desorganizado e descompromissado com a questão ambiental, visto ser notório o processo de redução de áreas verdes, impondo uma nova configuração ambiental ao espaço, onde a cobertura vegetal existente no passado deu lugar a uma ocupação residencial de caráter popular com habitações construídas de maneira irregular caracterizando o cenário da desvalorização e da degradação das paisagens naturais.

Especificamente em relação a percepção ambiental, foi possível observar que as cidades desempenham um importante papel, tanto como provedoras de emprego,

moradia e serviços, quanto como centros de desenvolvimento cultural, educacional e tecnológico, servindo como porta de acesso para aqueles que buscam melhores condições de vida principalmente sob o ponto de vista econômico. Ao analisar os resultados da pesquisa de campo, verificou-se que os motivos que levaram os entrevistados a morar nas áreas estudadas, foram os mais variados, dentre eles destacam-se os motivos profissionais, principalmente entre os moradores mais antigos; por casamento ou por não ter outra opção, tendo em vista se tratarem de áreas de baixo valor comercial, fugindo assim do custo de aluguel. Há também aqueles que foram realocados pela própria Prefeitura Municipal, em particular os moradores da Rua da Participação (Vila Diehl), que anteriormente ocupavam a faixa de domínio da rodovia RS-239.

Nós moramos em Santo Antônio da Patrulha, mas meu marido veio pra cá trabalhar, ele veio antes para trabalhar, então depois eu vim, eu não trabalhava, somente o meu marido. (Entrevista 5 – Morador E)

Melhor para viver, aqui tem trabalho, trabalho de carroceiro, de pedreiro, de qualquer coisa, melhor de serviço, tem mais coisara, dá para trabalhar em qualquer serviço, no interior é mais fraco de trabalho<sup>5</sup>. (Entrevista 8 – Morador H)

Por que eu vim de Porto Alegre e vim trabalhar aqui em Novo Hamburgo, primeiro eu pagava aluguel, aqui essa área era vazia, não tinha moradores, então eu vim aqui com a máquina, fiz uma terraplanagem e fiz a casinha, pois eu não tinha condições de comprar em outro lugar. Então é uma área de risco. (Entrevista 1 – Morador A)

Porque eu morava no Kephass pagava aluguel, então apareceu essa casa para morar e estou aqui até hoje (Entrevista 4 Morador D)

Vim de Rolante para trabalhar aqui. (Entrevista 17 – Morador R)

Vim morar com meus pais que vieram para cá. (Entrevista 16 – Morador Q)

Os motivos acima apontados relacionam-se diretamente com o processo de criação do próprio município e conseqüentemente de ocupação das áreas de risco, sendo estes desencadeados principalmente por fatores econômicos. De modo geral, os processos de urbanização da terra tendem a atender primeiramente as classes sociais médias e altas, forçando, dessa forma, a população carente a se fixar de forma ilegal, ocupando terras marginais que se caracterizam pela alta densidade populacional, e na maioria dos casos, sujeitas a riscos como inundações e deslizamentos, sem acesso a serviços básicos como água e esgoto, fatores observados nas áreas em estudo. Assim, levando-se em consideração os motivos que levaram os entrevistados a viverem e a permanecerem onde estão, foi e tem sido ainda hoje a única alternativa de moradia para a maioria dos pesquisados.

Ao buscar os motivos que levou os residentes a habitarem áreas de risco, também verificou-se a percepção destes em relação a segurança, a este respeito, a pesquisa revelou, que a maior parte dos entrevistados sentem-se seguros no lugar em que residem, no entanto, este sentimento de segurança está associado aos aspectos relativos a segurança patrimonial (roubo de casas, assaltos) e violência pessoal, declarando tratarem-se de áreas tranquilas, de boa vizinhança, etc. Houve aqueles que

<sup>5</sup> Optou-se por deixar a fala coloquial e original do respondente, estando esta sujeita a erros de português. Pode-se fazer outras análises, que aqui não faz parte do objeto, já que não há exposição dos nomes dos sujeitos entrevistados.

consideraram a área insegura, minoria dentre os pesquisados, sendo este sentimento também associado a segurança patrimonial e pessoal, quanto a roubos e situações de violência.

Pra nós até agora é seguro, uma vez aconteceu uma coisa, eu trabalhava meu marido trabalhava e eles aproveitaram e roubaram nossas coisas, tv, roupas da minha guria e do meu rapaz, mas depois disso nunca mais aconteceu. Agora está calmo. (Entrevista 5 – Morador E)

Agente se dá com todos, não entrega ninguém, não faz queixa de ninguém, pois cada um leva a vida que deus que né. Se entregar um aqui pode saber que está morto. Aqui nós estamos no meio disso ai, mas estamos seguros eles ajudam a gente, nós nos damos com todos. (Entrevista 7 – Morador G)

Considero seguro, moro 24 anos nesta casa e nunca tive problema com ninguém, o único problema que deu foi agora, que entrou essa aguinha ai, mas isto ocorre a cada 40 anos. (..) entrou uns 10 centímetros. No interior era pior as enchentes, tinha água até o telhado. (Entrevista 6 – Morador F)

Falta de segurança nas escolas e se ele encanassem o valo seria mais seguro, principalmente para nós que temos crianças pequenas. (Entrevista 1 – Morador A)

Era uma vez, agora não mais. (Entrevista 17 – Morador R)

Aqui na minha rua é seguro de morar, mas tem partes que não. (Entrevista 16 – Morador Q).

Somente dois entrevistados associaram o aspecto segurança ao risco de enchente no local, classificando-o como área de risco.

Quando dá água não é seguro, fora a água é um lugar muito bom para morar. A vila é muito boa de morar. (Entrevista 6 – Morador F)

Não, não é seguro, fizeram uma faixa que não tem escoamento, não tem saída, conforme a água vem a tendência é só a enchente, não temos muitos recursos, o esgoto é a céu aberto, não temos local seguro para largar o lixo, o lixo é largado no meio da rua, indo parar no arroio entupindo tudo, causando todos estes problemas. (Entrevista 4 – Morador D)

Constatou-se, portanto, baixo nível de percepção dos riscos ambientais a que estão sujeitos, refletindo ausência de conhecimento em relação aos riscos, bem como o não reconhecimento de que a ocupação de áreas vulneráveis ambientalmente agrava as condições ambientais presentes, causam impactos negativos e danos ambientais por vezes irreversíveis, que podem ter sérios efeitos sobre a saúde e o bem-estar dos residentes. Situação está visualizada em pelo menos uma das áreas pesquisadas, onde alguns moradores apresentaram problemas de saúde em função da exposição as águas contaminadas decorrentes das enchentes.

Considerando-se que a grande maioria não associa o risco ambiental ao aspecto segurança, pode-se afirmar que “viver de forma segura” para os entrevistados está associado a existência de policiamento na comunidade.

Viver de forma segura é ter mais policiamento, pois tem muita gente na rua fazendo bagunça. (Entrevista 1 – Morador A).

Poder abrir minha casa, deixar minha casa aberta, ver as crianças brincando tranquila, sem violência. (Entrevista 11 – Morador L)

No entanto, um entrevistado fez associação com as condições de moradia, “Morar em área alta, sem problema de enchente, sem risco de desmoronar, isto é morar seguro.” (Entrevista 3 - Morador C).

O sentimento de segurança confirma o não reconhecimento dos riscos ambientais, visto que ao serem questionados quanto à existência de riscos no local em que vivem, poucos fizeram referência a questão das enchentes e desmoronamentos, a maioria não considerou as áreas como de risco, pode-se afirmar portanto, que acreditam não estarem sujeitos a nenhum risco.

Não tenho conhecimento de riscos aqui, mas mandaram algumas pessoas saírem por causa dos desmoronamentos. (Entrevista 17- Morador R)

Sei que teve desmoronamento, mas eu não vi, aqui não tem, pode ser que tenha lá no outro lado. (Entrevista 16 – Morador Q)

Risco de inundação e as doenças que ocorrem devido a estes riscos (Entrevista 4 – Morador D)

Apesar disto, todos os entrevistados indicaram terem tido perdas materiais devido a ocorrência de enchentes, as maiores perdas citadas foram móveis, eletrodomésticos e roupas. Poucos citaram avarias nas casas, como, por exemplo, rachaduras e desabamentos.

Aqui todo mundo perdeu uma coisa, mas é coisinha, depois se compra, pobre não tem muita coisa mesmo, guarda-roupa. (Entrevista 6 – Morador F)

Perdi minha cozinha com a chuva, e meu box, na primeira perdi meu sofá e roupeiro, mas não foi enchente foi pela chuva mesmo, que entrou água na minha casa. (Entrevista 2 - Morador B)

Desta vez deus foi tão bom para mim que só perdi só meu roupeiro, o fogão pegou água, mas funcionou, a geladeira funcionou de novo, deus foi tão bom para mim, o fogão a lenha pegou agua mas acho que não estragou, meu raquizinho só descascou um pouco, pegou água no meu dvd e não estragou o secador de cabelo também. (Entrevista 4 – Morador D)

Teve um velhinho que morreu no arroio, caiu de uma ponte mal feita, ele resvalou e não tinha as guardas. Já morreu uns dois, sei que este botou na justiça, os outros não botam então fica assim (Entrevista 1 – Morador A).

Um vizinho nosso morreu, caiu do barquinho e morreu nessa última enchente. (Entrevista 4 – Morador D)

Neste contexto, observa-se que os fatores influenciadores da percepção dos riscos entre os entrevistados são a familiaridade com a fonte de risco e a aceitação voluntária do risco. O primeiro fator está evidente pelo fato dos mesmos conviverem e tolerarem de forma passiva as ocorrências de enchentes e desmoronamentos. O segundo fator identifica-se na percepção de que as áreas ocupadas apresentam benefícios aos residentes e pelo fato de que ao serem questionados se mudariam para outro lugar se tivessem oportunidade, a totalidade deles afirmou que não. Dentre os aspectos identificados com esta questão tem-se as relações de vizinhança, facilidade de trabalho, afetividade com a localidade e o sentimento de posse e segurança, por se tratar do único bem da família. Isto também demonstra haver entre os residentes um sentimento de pertencimento com relação as áreas estudadas. Segundo Tuan (1980) “todo lugar tem um valor relativo atribuído a ele em função das experiências individuais criadas a partir

de uma complexa relação entre sentimentos e ideias formados ao longo da vida do indivíduo”.

Acho que não mudaria, desde que vim do interior moro aqui, para mim não tem nenhum motivo de mudar, o único lugar que corre água eu coloquei um cano, aqui não dá problema, pois é uma área com pedra grés, então não tem como desmoronar. (Entrevista 16 – Morador Q)

Não mudaria, seria bom se o prefeito nos ajudasse a construir uma casa mais alta, pode deixar entrar água, mas nem eu nem minha cunhada queremos sair daqui. (Entrevista 7 – Morador G).

Não mudaria só se ocorresse alguma coisa, se ficasse em risco. (Entrevista 12 – Morador M)

Deste modo, a maioria das pessoas entrevistadas não considera que suas vidas estão em risco, não apresentando assim preocupação com novas ocorrências de enchentes ou desmoronamentos, pelo contrário, os moradores acreditam que eventos são muito raros de acontecer, o que não condiz com os registros de eventos da COMDEC. Deste modo, parece que do ponto de vistas dos entrevistados, estes possuem algum tipo de capacidade de controle sobre as fontes de risco, apesar disto, esta capacidade não foi identificada na pesquisa, tendo em vista não haver mecanismos técnicos e institucionais considerados eficazes para o controle dos eventos.

Eu não penso em que vai entrar água de novamente, eu vou morrer vai ficar meus netos e não vai acontecer mais, demora uns 20 anos para acontecer. (Entrevista 8 – Morador H)

Neste sentido observa-se que subjetivamente os moradores encontram-se adaptados ao ambiente, adaptados não sob o aspecto ambiental, mas sob o aspecto social e econômico, o que não os livram dos danos causados pelos desastres naturais.

A ausência de consciência dos riscos ambientais é tão forte que a grande maioria dos entrevistados nem mesmo reconhecem os danos das enchentes e desmoronamentos como acidentes, visto que relatam não terem conhecimento de acidentes nas áreas, “Não sei de nenhum acidente.” (Entrevista 17 - Morador R); “não tenho conhecimento de nenhum tipo de acidente aqui na área, (...) acidente ambiental também não sei.” (Entrevista 16 – Morador Q). Entre os que indicaram algum tipo de acidente remeteram aos acidentes de trânsito e acidentes relacionados a falta de infraestrutura das comunidades. Essa questão reforça o baixo percentual de entrevistados com uma percepção sobre risco ambiental.

Presenciei vários acidentes, o que mais tem aqui é atropelamento, aqui na rua uma moto atropelou uma criança. Duas crianças caíram no valo, meu filho já caiu e eu tirei ele de lá, ele caiu da ponte e minha sobrinha também, caiu da bicicleta no arroio. (Entrevista 3 – Morador C)

Tem seguido acidente de carro, as pessoas se fincam nas encruzilhadas e isto causa acidente. (Entrevista 13 – Morador N)

Em sua totalidade os entrevistados não souberam indicar danos ambientais nas áreas em que vivem, seja por não entendimento do conceito, seja por não relacioná-los ao tipo de uso e ocupação que fazem da área.

Não tenho conhecimento de dano ambiental, a única coisa que vejo é alguns animais mortos no arroio, porco, cachorro, mas não sei de onde vem. (Entrevista 4 – Morador D).

Risco ambiental não sei, mas com as chuvas o arroio vem comendo e a gente tem que estar sempre botando aterro, tá

Apesar de registro recente de eventos extremos nas áreas estudadas, verificou-se com a pesquisa que a percepção dos entrevistados em relação ao ambiente em que vivem, carregam aspectos afetivos ligados a sensação pertencimento a uma comunidade e posse. Associado a isto, tem-se o fato da não percepção de perigo em habitar tais áreas, ou seja, não percebem as vulnerabilidades do ambiente e as suas próprias vulnerabilidades, o que poderia determinar a noção de cuidado/cautela. Além do mais, como viu-se anteriormente, o risco em si não se constitui num desastre, mas sim um fator que propicia a eminência de um desastre, resultando portanto, na baixa percepção de perigo.

Nesta perspectiva pode-se afirmar que as percepções e valores ambientais dos entrevistados são condicionadas por fatores econômicos e culturais, conforme constatado na pesquisa de Jacobi em 1993 na cidade de São Paulo, onde verificou que o “grau de consciência” dos problemas ambientais acompanha a estratificação social, sendo que os estratos mais baixos estariam preocupados com infraestrutura e violência (ALONSO & COSTA, 2002).

No que refere-se à mobilização social em torno dos riscos ambientais verificou-se com a pesquisa pouco envolvimento da população, visto que quase todos os entrevistados declararam não ter conhecimento de realização de reuniões comunitárias para tratar do tema riscos ambientais, demonstrando completa ausência de mobilização social nas questões que dizem respeito aos problemas ambientais presentes na comunidade. Isto é resultado da baixa percepção do perigo, muito em função da falta de conhecimento e informação, fazendo com que os entrevistados considerem os acidentes como algo natural resultante da vontade divina (aspecto cultural).

Sei que o vizinho de trás fez umas reuniões para resolver o problema do arroio, mas eu nunca participei, mas eles moram mais perto do arroio por isto que eles fizeram essas reuniões (Entrevista 1 – Morador A)

Não é comum, mas quando deu problema aqui, nós fizemos uma reunião para invadir outra área, mas o dono não deixou, tivemos que tirar as barraquinhas, então estávamos querendo que a prefeitura comprasse para nós, mas lá também é de risco, mais do que aqui. É tudo aterrado, tinha até coisa de cemitério naquela área. Eu penso que é perigoso, vai que afunde como aconteceu no lixão que construíram casas e afundou. (Entrevista 9 – Morador I).

Aquelas pessoa atingidas pelos desmoronamentos participaram de algumas reuniões com a prefeitura que deu casa para eles. (Entrevista 15 – Morador P).

Se fazem alguma reunião eu não sei, nunca participei. (Entrevista 11 – Morador L)

Não há, portanto, entendimento por parte dos entrevistados de que a participação das comunidades e populações locais é importante para a efetivação e implementação do gerenciamento dos riscos e desastres naturais, implicando processos relacionados ao planejamento, à organização e ao controle de recursos, dos riscos e das vulnerabilidades sociais e ambientais. Tudo isso com o propósito de minimizá-los e de reduzir os seus impactos sobre o meio ambiente e comunidades.

Além disto, a pesquisa de Jacobi, de 1993, também constatou que para a maioria dos entrevistados a responsabilidade pela solução dos problemas ambientais é atribuída ao governo, esta mesma percepção foi observada entre os entrevistados, que ao serem inqueridos sobre o conhecimento de alguma ação (programa/projeto) para melhoria das condições do meio ambiente e da qualidade de vida das pessoas, as respostas demonstraram haver um sentimento de abandono por parte do poder público.

Em tempo de eleição vem muita gente na casa da gente, olham a situação da gente e não passam para o prefeito, acho que estes são responsáveis. São os vereadores, as pessoas do CRAS. Os que veem aqui não podem fazer nada, mas também não passam a situação para aqueles que podem fazer. (Entrevista 1 – Morador A)

A prefeitura não tá fazendo nada, vou morrer de velho e não vão fazer nada entra prefeito, sai prefeito e fica assim, prometem que vão arrumar e canalizar. Eu não vou votar mais pra ninguém, aqui eu já conheço uns 100 que não vão votar. (Entrevista 5 – Morador E)

Bom se a gente pudesse arrumar os terrenos, altiar, ou então o prefeito tinha que arrumar os bueiros, boca de lobo, o que atrapalha aqui é só a água. (Entrevista 7 - Morador G).

Sei que iam colocar um talude e uma valeta para água, mas não fizeram, acho que o dono da área ia fazer. (Entrevista 9 – Morador I)

Não sei se foi feita alguma coisa, ou quem fez, a defesa civil interditou duas áreas, um saiu e deram uma casa e o outro não saiu. (Entrevista 16 – Morador Q)

Este sentimento de abandono deve-se ao fato dos entrevistados entenderem ser obrigação do poder público municipal resolver os problemas ambientais e sociais das comunidades. Refletindo pouca compreensão do seu papel no enfrentamento das situações de risco e nos eventos críticos, ignorando o fato de que comunidades com altos níveis de competências humanas, isto, físicas e sociais são as melhores preparadas e dão respostas mais efetivas frente aos desastres como perceberam Jerry Buckland e Matiur Rahman (1999), mesmo que em situação de alagamento impliquem processos decisórios mais complexos.

O prefeito tem culpa por não construir o dique, é igual a Santo Afonso, antes do dique lá alagava tudo, aqui não. Então o problema ambiental que temos é culpa do prefeito. Do resto o prefeito não tem culpa é o que deus quer. A prefeitura também não faz uma caixa grande para as pessoas jogarem o lixo, podia ser até na beira do arroio mesmo, mas daí as pessoas colocavam o lixo ali e a prefeitura recolhe, pois o pessoal é relaxado mesmo, jogam até sofá no arroio. (Entrevista 2 – Morador B)

Não sei se é o governo ou a prefeitura. (Entrevista 16 – Morador Q)

Acho que o problema é que a prefeitura não tá fazendo nada. A prefeitura deveria tomar mais iniciativa, nosso governo está muito parado. (Entrevista 15 – Morador P)

Entrou 10 centímetros de água na minha casa, mas é assim mesmo, a chuva que Deus manda ninguém pode tirar. O que o Prefeito podia fazer pra nós é o dique, mas ele não tá fazendo. (Entrevista 9 – Morador I)



Um mundo para inovar seu conhecimento  
A situação leva as pessoas a fazerem isto, o governo é o culpado, pois se tivesse moradia para todos, se dessem condições para as pessoas poderem pagar, as pessoas não invadiriam nada. (Entrevista 14 – Morador O)

Por outro lado, quando questionados sobre os motivos de não haver ações, programas ou projetos para as melhorias das condições de vida das pessoas, todos, confirmaram ser devido à falta de organização das pessoas, sem desconsiderar as responsabilidades do poder público.

As pessoas e os governos, mas as pessoas estão cansadas de pedir. (Entrevista 13 – Morador N)

Acho que nada acontece porque as pessoas não fazem nada e os governantes também não. (Entrevista 3 – Morador C)

Para a melhoria da qualidade de vida das pessoas os entrevistados indicaram aspectos de saúde e segurança, tais como: “melhorar o posto de saúde que tá precário” (Entrevista 12 – Morador M); “ter mais médicos e mais policiamento na vila” (Entrevista 14 – Morador O). No entanto, mais da metade dos entrevistados não soube indicar o que seria necessário para melhorar as condições do meio ambiente, entre os que fizeram alguma indicação apontaram melhorias no sistema de drenagem, esgotamento sanitário e limpeza dos arroios.

Melhorar os esgotos, pois os canos que eles colocam entopem tudo. (Entrevista 17 – Morador R)

Tivesse mais loteamento para que cada um tivesse um terreninho em área segura, para que as pessoas não precisassem invadir. Retirando as pessoas deveriam reflorestar e impedir que as pessoas ocupassem novamente. (Entrevista 1 – Morador A)

Os entrevistados não consideram que o fato de morarem nessas áreas possa estar afetando o meio ambiente, não sendo capazes portanto de perceberem as relações de causa e efeito, mesmo que indiretas, tendo em vista que “morar” é necessário e aceitável, mesmo que em áreas consideradas como inadequadas a ocupação humana. É importante ressaltar, que não são apenas as pessoas socialmente desfavorecidas que optam por morar em áreas de risco. Contudo, os impactos dos desastres são bem maiores sobre essas populações e, por isso, é tão relevante refletir sobre a ocupação destas áreas, em especial no município de Novo Hamburgo.

Em sua maior parte, os entrevistados não entendem que as alterações impostas pela ação humana ao meio ambiente, causam impactos e danos ambientais que em alguns casos são irreversíveis, como por exemplo, a remoção da cobertura vegetal, impermeabilização do solo e aterramento dos cursos d’água, etc. Constatou-se ainda, que quando induzidos a pensar sobre as ações humanas em relação ao meio ambiente e os efeitos destas ações, surge uma que outra fala onde pode-se perceber uma corresponsabilidade, mas ao mesmo tempo de auto-exclusão e de responsabilização dos governantes.

Tá dando essas enchentes porque as pessoas estão aterrando, tem também o lixo que o pessoal joga, não tem fiscalização, jogam couro, as empresas pagam para as pessoas recolherem e jogam tudo no fundão, algumas vezes botam fogo, outros não botam. Mas são coisas que não dá para se envolver, tem vagabundo grande, mas também tem os carroceiros pobrezinhos que recolhem couro por quinze pila e jogam em qualquer lugar (Entrevista 16 – Morador Q).

Nesta perspectiva, mesmo que restrita, há uma percepção de degradação ambiental e a necessidade de mudar de atitudes. Também reflete a necessidade de informar, guiar e educar sobre os riscos. Isto dependerá da implantação de uma ação institucionalizada, ou seja, governamental, já que observa-se um certo grau de deteriorização socioambiental dessas comunidades, tendo em vista a existência de uma repetida atitude passiva de resposta aos eventos, mesmo quando estes ocorrem periodicamente, ao invés de uma estratégia proativa, seja pelo debate social quanto as condições em que se encontram, ou pelo reconhecimento de que o processo e as formas de uso e ocupação do solo até então empregados contribuem para o agravamento dos problemas ambientais, ou mesmo pela cobrança de políticas públicas que venham a melhorar sua qualidade de vida e ambiental do ambiente em que vivem.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os crescentes níveis de urbanização são decorrentes do crescimento natural da população e em especial pela migração de população das áreas rurais para os grandes centros, fato este observado também no município de Novo Hamburgo que teve como força propulsora as oportunidades de trabalho. Como consequência, deste fenômeno surgiram no município, áreas marcadas pela pobreza e degradação ambiental, visto que a população mais pobre da cidade ocupou áreas vulneráveis do ponto de vista ambiental ficando assim a mercê de condições ambientais adversas intensificadas ao longo do tempo por eles próprios.

Frente a estes fatos, a pesquisa contribuiu para evidenciar a fragilidade socioambiental e política do município de Novo Hamburgo, em especial das áreas selecionadas para este estudo, tendo em vista os riscos ambientais mapeados pela CPRM e Defesa Civil municipal. Esta fragilidade é caracterizada por condicionantes naturais e antrópicos, sendo que os fatores antrópicos, como já colocado, induziram a proliferação de áreas de risco e intensificaram as instabilidades ambientais. Associa-se a isto também a percepção dos residentes em relação aos riscos e a inexistência de uma política específica de gestão de riscos ambientais que contemple ações de intervenção, de enfrentamento, de redução de vulnerabilidades e de adaptação da cidade.

Com relação gestão de riscos, foi possível observar que Novo Hamburgo, apesar de ainda não ter desenvolvido uma política específica de gerenciamento de riscos ambientais, demonstrou possuir uma cultura do risco presente no seu planejamento e ordenamento territorial, com atuação ativa da Defesa Civil e outras organizações parceiras, principalmente as secretarias municipais. Especificamente em relação aos riscos relacionados a enchentes, inundações e movimento de massa, o Município tem buscado se instrumentalizar para agir de forma preventiva, seja por meio de mapeamentos e monitoramentos, seja pelas ações de intervenção direta nos casos de eventos extremos. No entanto, o problema da gestão de riscos requer desenvolvimento de técnicas, capacidade gerencial, sensibilização e conscientização.

No que diz respeito à técnica, a gestão pública municipal tem estado aberta e atualizada, principalmente no que refere-se a mapeamento e monitoramento das áreas de risco. Além do mais, na fala dos gestores, observou-se a preocupação com as vulnerabilidades ambientais e sociais, o que demonstra consciência dos mesmos em relação aos riscos ambientais, no entanto, a capacidade gerencial, mostrou-se ser o aspecto mais

problemático, não por falta de capacidade técnica, operacional ou qualificação destes, mas pela constatação de que o município ainda não visualizou a importância de estabelecer uma política preventiva direcionada especificamente aos riscos ambientais.

Sem dúvida, a consciência da dimensão do problema, a vontade e o comprometimento dos gestores públicos para solucioná-lo, associado a uma política específica sobre o tema, constituem-se no diferencial para o enfrentamento de possíveis desastres, minimizando-os e até mesmo evitando que estes ocorram. Isto inclui, capacitação dos moradores de áreas de risco para ações de autodefesa e para práticas preventivas, qualificação de equipes multidisciplinares, técnicas e operacionais para as diversas frentes de gerenciamento de riscos e a transferência de informações inter, intra e extra-institucionais (articulação com as demais políticas do município), garantindo assim à amplificação e a efetividade das ações de gerenciamento.

Com o estudo constatou-se que em relação a problemática ambiental, os entrevistados dão mais ênfase àqueles aspectos que os afetam diretamente, não percebendo deste modo os riscos ambientais a que estão sujeitos. Além do mais, o envolvimento da população no que diz respeito ao meio ambiente, ocorre basicamente nas definições do Orçamento Participativo, não havendo, mobilização social estabelecida para tratar da temática risco ambiental. Consequentemente, o tema não tem sido pauta de discussão, tendo em vista ser mais latente nos períodos em que os eventos estão presentes. Neste caso, outras demandas acabam sendo prioridades para as comunidades, tais como, instalação de escolas, espaços públicos, transporte, etc. Entretanto, trata-se de uma suposição, visto que este tema, não foi abordado de forma específica junto as comunidades pesquisadas. Mas conclui-se que as percepções sociais estão na maioria dos casos mais direcionadas aos desconfortos causados pela falta de infraestrutura de saneamento, saúde e educação.

Neste sentido, observa-se que os entrevistados aceitam viver com os riscos, assumindo uma atitude passiva frente ao problema e o consideram como algo a ser resolvido pelo poder público, tendo em vista o volume significativo de respostas que enfatizam a relevância das ações governamentais, seja como agente orientador, fiscal ou indutor de mudanças de atitudes. Mas é preciso destacar que isto é resultante da desinformação e da falta de conscientização sobre os riscos ambientais, relacionado é claro às condições sociais e econômicas em que vivem.

Por outro lado, é importante destacar, que a participação da população no gerenciamento dos riscos ambientais, é requisito essencial na implantação de planos preventivos, corretivos e de adaptação, visto que se aplicam diretamente a eles e portanto, devem ser conhecido e reconhecidos pelos mesmos. Para tanto, se faz necessária a implantação de um programa de comunicação e de educação ambiental que incorpore a temática riscos ambientais, de modo a capacitá-los para identificação da evidencia de riscos iminentes e mobilizando-os para a adoção de medidas preventivas e de procedimentos de autodefesa frente aos eventos.

É evidente que o Município carece de um instrumento deste tipo, para o planejamento e a gestão dos riscos ambientais, necessitando ainda de ações que envolvam a implantação de infraestruturas que possibilitem minimizar e até mesmo evitar possíveis impactos ambientais em função de eventos extremos. Entende-se, portanto, que é no nível da administração local que se tem as melhores oportunidades de encontrar alternativas adequadas para tratar a

questão ambiental, bem como fomentar a participação popular em torno deste tema. Além disso, é fundamental que a gestão de riscos envolva também ações que considerem às diferenças étnicas, de gênero e econômicas, que levem em conta as políticas relacionadas ao cuidado e atenção às crianças e idosos, ou seja, à proteção global da população.

No caso do gerenciamento dos riscos ambientais, a democratização e a participação social são fatores fundamentais para a implementação de uma política pública articulada que além de desenvolver instrumentos de gestão possa criar um sistema de controle, monitoramento e avaliação de riscos de forma eficiente. Isto requer criatividade, decisão política e ampliação dos mecanismos de participação social dentro de uma abordagem sistêmica, onde são levadas em consideração as interações existentes entre os sistemas ecológicos e as ações humanas. Neste sentido, as intervenções exigem uma práxis articulada, interdisciplinar, sistêmica, multiprofissional e integral. Deste modo, algumas ações são indicadas para o município de Novo Hamburgo, quais sejam: a) fortalecer do Plano Diretor; b) ampliar seu mapeamento de riscos; c) desenvolver e implementar um plano municipal de redução e adaptação de riscos e; d) fortalecer mais ainda a capacidade de gestão do órgão da defesa civil. Tais ações contribuirão para a construção de uma cidade mais segura, amparada por ações de prevenção, preparação e com grande capacidade de reposta e reconstrução.

Por fim, os resultados obtidos com esta pesquisa abrem a possibilidade de se buscar um maior conhecimento das possibilidades do Município para o enfrentamento dos riscos ambientais a que está sujeito, considerando-se neste caso a formulação de políticas públicas dentro da ótica da prevenção, preparação e adaptação aos riscos ambientais.

## REFERÊNCIAS

ADGER, Neil; LORENZONI, Irene; O'BRIEN, Karen. Adaptation now. In: ADGER, Neil; LORENZONI, Irene; O'BRIEN, Karen. (eds.) **Adapting to climate change: thresholds, values, governance**. New York: Cambridge, 2009. p.1-22

AMARO. A. **Para uma cultura dos riscos**. Territorium, Coimbra, n.10, p.113-120, 2003.

AMARO. A. **A consciência e cultura do risco nas organizações**. Territorium. Coimbra, n. 12, p. 5-9, 2005.

AVILA, A.M.H. **Uma Síntese do Quarto Relatório do IPCC**. Campinas: UNICAMP, 2007.

BARCELLOS. F. C.; OLIVEIRA. Sonia Maria M.C. de. **Novas Fontes de Dados sobre Risco Ambiental e Vulnerabilidade Social**. Disponível em: <  
<http://anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT11-848-561-20080509105611.pdf>>.  
Acesso em: 02 maio de 2012.

BECK, Ulrich. **La sociedad del riesgo: hacia una nueva modernidad**. Barcelona: Paidós, 1986, (2006).

BECK, Ulrich. **World risk society**. Cambridge: Polity Press, 1999.

BRASIL. Constituição (1998). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília. DF. Senado, 1998.

BRASIL. Lei Federal n.º 6.766 de 19 de dezembro de 1979. **Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm)>. Acesso em: 05 jan. 2012.

BRASIL. Lei Federal n.º 11.977 de 07 de julho de 2009. **Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas; altera o Decreto-Lei n.º 3.365, de 21 de junho de 1941, as Leis n.ºs 4.380, de 21 de agosto de 1964, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 8.036, de 11 de maio de 1990, e 10.257, de 10 de julho de 2001, e a Medida Provisória n.º 2.197-43, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Lei/L11977.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11977.htm)>. Acesso em: 05 jan. 2012.

BRASIL. **Lei Federal. n.º 6.766 de 20 de 12 dezembro de 1979**. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/8b6939f8b38f377a03256ca200686171/32bbecc295699060032569fa007466aa?OpenDocument>>. Acesso em: 09 nov. 2014.

BRASIL. **Resolução CONAMA n.º 369**, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente - APP. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 05 jan. 2012.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.187**, de 20 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm)>. Acesso em: 05 de jan. 2012.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.340**, de 1º de dezembro de 2010. Dispõe sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de resposta e recuperação nas áreas atingidas por desastre, e sobre o Fundo Especial para Calamidades Públicas; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Lei/L12340.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Lei/L12340.htm)>. Acesso em: 05 de jan. de 2012.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 26**, de 10 de 02 de 2011. Altera a Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, para estabelecer o dever de os municípios elaborarem mapeamentos de áreas de risco em seus territórios, fixar prazos e sanções por seu descumprimento e autorizar a União a criar o cadastro nacional das áreas de risco, com a finalidade de dimensionar, estabelecer diretrizes e prioridades para a ação integrada dos órgãos do Sistema Nacional de Defesa Civil. Disponível em: <[http://www.senado.gov.br/atividade/materia/detalhes.asp?p\\_cod\\_mate=99071](http://www.senado.gov.br/atividade/materia/detalhes.asp?p_cod_mate=99071)>. Acesso em: 12 jan. 2012.

BUCKLAND, Jerry; RAHMAN, Matiur. **Community-based Disaster Management during the 1997 Red River Floodin Canada Disasters**, 1999.

BRÜSEKE, F. J. **Risco social, risco ambiental, risco individual**. Ambiente & Sociedade. Campinas, v. 2, n. 1, p. 117-134, 1997.

CARVALHO, Carlos Gomes de. O que é Direito Ambiental: Dos Descaminhos da Casa à Harmonia da Nave. Florianópolis: Habitus, 2003.

CASTRO, C. M. de; PEIXOTO, M. N. de; RIO, G. A. P. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, abordagens e Escalas. Disponível em: <[http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario\\_2005/Anuario\\_2005\\_11\\_30.pdf](http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_2005/Anuario_2005_11_30.pdf)>. Acesso em: maio. 2012.

CARTIER, Rui, et al. Vulnerabilidade social e risco ambiental: uma abordagem metodológica para avaliação de injustiça ambiental. Cadernos de Saúde Pública v. 25, p. 2695-2704, 2009. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/csp/v25n12/16.pdf> > Acesso em: 10 maio. 2012.

CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISSASTERS (CRED). **Annual Disaster Statistical Review, 2012**. Disponível em: < [http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ADSR\\_2012.pdf](http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ADSR_2012.pdf)>. Acesso em: 09 nov. 2013.

DOUGLAS, M. **Risk Acceptability According to the Social Sciences**. New York, Russell Sage Foundation, 1985.

DOUGLAS, M. **Risk and Blame: Essays in Cultural Theory**, London, Routlege. 1992.

LUPTON, Deborah. **Risk**. London: Routledge, 1999.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Lei Estadual n.º 11.520**, de 03 de agosto de 2000. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/legis/>>. Acesso em 01 mai. 2012.

EGLER, C.A.G.1996. **Risco Ambiental como Critério de Gestão do Território**. Território, 1: 31-41.

FIGUEIREDO, J.A.S. ¿Indiferencia o Necesidades Insatisfechas? La Cuestión del Riesgo Tecnológico en “Vale Do Rio Do Sinos”. 2008. 300 f. Tese. (Doutorado em Sociologia). Facultad de Ciencias Políticas Y Sociología. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, 2008.

FREITAS Carlos. M.; GOMEZ, Carlos. M. **Análise de riscos tecnológicos na perspectiva das ciências sociais**. História, Ciências, Saúde - Manguinhos, vol. III (3):485-504, Nov. 1996-Fev. 1997.

GIDDENS, Anthony. **As Conseqüências da Modernidade**. São Paulo: Ed Unesp, 1991, 2ª ed.

GIDDENS, Anthony. **Modernidade e identidade**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

JAEGER, Carlo C. et al. (2001), **Risk, Uncertainty and Rational Action**. Londres: Earthscan.

LAVELL, A. (Coord.). La Gestión Local del Riesgo: nociones y precisiones em torno al concepto y lo práctica. Programa Regional para la Gestión del Riesgo em América Central – CEPREDENAC – PNUD, 2003b. Acessado em 04/01/11. Disponível em: <http://www.eird.org/encuentro/pdf/spa/doc15783/doc15783.htm>.

LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

LUHMANN, N., **Risk. A Sociological Theory**. Aldine Transation (edição de 2005).

LUPTON, Deborah & TULLOCK, John. **'Risk is part of your life': risk epistemologies among a group of Australians**. Sociology, V. 36, n.2, may 2002.

MILARÉ, Édis. A ação civil pública por dano ao ambiente. In: \_\_\_\_\_ (Coord.). Ação civil pública Lei nº 7.347/1985 – 15 anos. 2.ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002, p. 140-261.

MILITÃO, Maria João, PINTO, Carla. **Governamentalidade, cultura política e a reflexividade dos riscos sociais: o caso da política portuguesa de inclusão social**. Disponível em: <http://www.aps.pt/vicongresso/pdfs/202.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 369**, de 29 de março de 2006. Dispõe sobre casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente (APP). Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 12 de jan. 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 306**, de 05 de julho de 2002. Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=306>>. Acesso em: 12 de jan. 2012.

NOVO HAMBURGO. **Decreto nº 2540, de 28 de junho de 2006**. Regulamenta o funcionamento da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil - COMDEC, criada pela Lei nº 1397/2006, de 23 de maio de 2006. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/a/rs/n/novo-hamburgo/decreto/2006/254/2540/decreto-n-2540-2006-regulamenta-o-funcionamento-da-coordenadoria-municipal-de-defesa-civil-comdec-criada-pela-lei-n-13972006-de-23-de-maio-de-2006-2006-06-28.html>>. Acesso em: 10 de nov. 2013.

NOVO HAMBURGO. Lei Municipal nº 1397 de 18 de maio de 2006. Cria a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil – COMDEC. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/a/rs/n/novo-hamburgo/lei-ordinaria/2006/139/1397/lei-ordinaria-n-1397-2006-cria-a-coordenadoria-municipal-de-defesa-civil-comdec.html>>. Acesso em: 10 nov. de 2013.

OLIVEIRA, Flávia de Paiva Medeiros de; GUIMARÃES, Flávio Romero. **Direito, Meio Ambiente e Cidadania**. São Paulo: Editora WVC, 2004.

NOVO HAMBURGO. Lei Ordinária nº 1.216 de 20 de dezembro de 2004. **Institui o Plano Diretor Urbanístico e Ambiental**. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br/a/rs/n/novo-hamburgo/lei-ordinaria/2004/121/1216/lei-ordinaria-n-1216-2004-institui-o-plano-diretor-urbanistico-ambiental-pdua-do-municipio-de-novo-hamburgo-e-da-outras-providencias.html>>. Acesso em: 20 out. 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVO HAMBURGO. **Plano de Emergência, nº 01**. 2013.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei Estadual nº 11.520**, de 03 de agosto de 2000. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/legiscomp/arquivo.asp?idNorma=11&tipo=pdf>>. Acesso em: 05 de jan.2012.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei Estadual nº 13.789**, de 19 setembro de 2011. Dispõe sobre a assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social para as famílias de baixa renda e altera a Lei n.º 13.017, de 24 de julho de 2008, que dispõe sobre o Sistema Estadual de Habitação de Interesse Social (SEHIS), o Fundo Estadual de Habitação de Interesse Social (FEHIS) e o Conselho Gestor do FEHIS. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/13.789.pdf>>. Acesso em: 05 de jan. 2013.

RUY, Cartier et al. **Vulnerabilidade social e risco ambiental uma abordagem metodológica para avaliação da injustiça ambiental**. Disponível em: [http://www.ceped.ufsc.br/sites/default/files/projetos/vulnerabilidade\\_social\\_e\\_risco\\_ambiental.pdf](http://www.ceped.ufsc.br/sites/default/files/projetos/vulnerabilidade_social_e_risco_ambiental.pdf). Acesso em: 20 jun. 2012.

SANTAELLA, Lúcia. **A percepção: uma teoria semiótica**. São Paulo: Experimento, v. 2, 1998.

SANTOS, M. A natureza do espaço. Técnica e tempo. Razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1996.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Indicadores de sustentabilidade ambiental**. Salvador: SEI, 2006. 87 p. il. (Série estudos e pesquisas, 75). Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br/ph18/download/p6276-6.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2012.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco e Movimento de Massas e Enchentes**. 2011.

SORDI, A.O.; MANFRO, G. G.; HAUCK, S. **O Conceito de Resiliência: Diferentes Olhares**. Disponível em: <[http://www.rbp.celg.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=61](http://www.rbp.celg.org.br/detalhe_artigo.asp?id=61)>. Acesso em: 09 de nov. 2013.

SPINK, M. J. P. **Os contornos dos riscos na modernidade reflexiva: Considerações a partir da psicologia social**. Psicologia e Sociedade. 2001. Disponível em: <<http://bases.bireme.br/cgi->



bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&nextAction=Ink&base=LILACS&exprSearch=334390&indexSearch=ID&lang=p>. Acesso em: maio. 2012.

SPINK, M.J. **Trópicos do discurso sobre risco: risco–aventura como metáfora na modernidade tardia.** Cadernos de Saúde Pública 17(6):1277-88. 2001.

VEYRET, Yvette (org.). **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente.** São Paulo: Contexto, 2007.

WEYERMÜLLER, André Rafael. **Adaptação Ambiental e Comunicação Intersistêmica entre o Direito e Economia: A Autopoiese da Bacia Hidrográfica com o Pagamento pelo Uso da Água.** Tese. (Doutorado em Direito). Universidade do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2012.

# POTENCIAL GENOTÓXICO DO AR ATMOSFÉRICO NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE COM O USO DE

*Tradescantia pallida* var. *purpurea*

Gustavo Marques da Costa<sup>1</sup> (Feevale)

Camila Tamires Petry<sup>2</sup> (Feevale)

Annette Droste<sup>3</sup> (Feevale)

**Palavras-chave:** Áreas urbanas. Genotoxicidade. Biomonitoramento.

## 1. INTRODUÇÃO

O ar atmosférico dos centros urbanos apresenta uma variedade de poluentes provenientes de substâncias emitidas por fontes fixas e móveis, sendo as móveis as que mais contribuem para a emissão de gases e material particulado (TEIXEIRA et al., 2008, 2012). Esses poluentes são incapazes de se dissipar rapidamente, devido ao arranjo de ruas e edifícios, à pouca ventilação e ao fluxo veicular intenso (CARRERAS et al., 2006). Indicadores biológicos podem ser empregados em programas de monitoramento ambiental para a avaliação dos efeitos dos poluentes atmosféricos sobre os ecossistemas. O objetivo deste estudo foi realizar a avaliação do potencial genotóxico do ar atmosférico em áreas urbanas da região metropolitana de Porto Alegre com o uso de *Tradescantia pallida* var. *purpurea*.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Teixeira et al. (2008), em regiões congestionadas, o tráfego de veículos responde por cerca de 90% das emissões de dióxido de carbono, por 80 a 90% das emissões de óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos e por uma parcela considerável de particulados. A região metropolitana de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, é formada por 31 municípios, concentrando cerca de 36% da população do estado e sua qualidade ambiental é influenciada por indústrias de refinarias de óleos, siderúrgicas, petroquímicas, termoeletricas e ainda pelo intenso fluxo de fontes móveis com potencial poluidor (TEIXEIRA et al., 2008).

<sup>1</sup>Mestre em Qualidade Ambiental, Doutorando em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale, bolsista CAPES/FAPERGS, Laboratório de Biotecnologia Vegetal.

<sup>2</sup>Graduanda em Ciências Biológicas, bolsista de Iniciação Científica, Laboratório de Biotecnologia Vegetal.

<sup>3</sup>Doutora em Genética e Biologia Molecular, professora do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental, Laboratório de Biotecnologia Vegetal.

*Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt. var. *purpurea* Boom é uma espécie que apresenta alta sensibilidade a agentes genotóxicos presentes na atmosfera e constitui um indicador que pode ser integrado aos diagnósticos ambientais (CARRERAS et al., 2006; COSTA & DROSTE, 2012; MEIRELES et al., 2009; PEREIRA et al., 2013).

### 3. METODOLOGIA

A região metropolitana de Porto Alegre (RMPA) está localizada no eixo mais urbanizado do Estado do Rio Grande do Sul, Sul do Brasil e ocupa uma área de 9.949,53 km<sup>2</sup>, correspondendo a aproximadamente 3,7% do território do estado. A população desta região é de aproximadamente 4 milhões de habitantes, sendo uma das áreas de maior densidade populacional do país (IBGE, 2014). O clima da região é subtropical com médias anuais em torno de 20°C e cerca de 1.600 mm de chuva por ano (INPE – CPTEC, 2014).

A RMPA possui um intenso fluxo de veículos no eixo inferior da rodovia BR-116, principal via de acesso à capital do estado, onde o fluxo é de aproximadamente 150 mil veículos/dia, o que gera a liberação de poluição veicular para a atmosfera (MIGLIAVACCA et al., 2012), sendo, aproximadamente, 70% automóveis e 8% caminhões (TEIXEIRA et al., 2008).

Os dois pontos amostrais deste estudo estão localizados nos municípios de Esteio e Canoas localizados no eixo da rodovia federal BR-116. Esteio possui 83.700 habitantes, com uma frota de 26.871 veículos, sendo um importante polo industrial. O município de Canoas possui 338.531 habitantes e uma frota de 166.194 veículos (IBGE, 2014). A base econômica dos municípios inclui os principais segmentos que são a construção civil, indústria coureira, metalurgia, siderurgia, indústria cimenteira, petroquímica e produtos alimentícios (IBGE, 2014).

A avaliação do potencial genotóxico do ar atmosférico foi realizada por meio do bioensaio de micronúcleos em *Tradescantia* (Trad-MCN). As amostragens ocorreram nos meses de maio, agosto e novembro de 2012 e fevereiro de 2013. Após a adaptação por 24 h, 20 ramos de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* com inflorescências jovens, parcialmente imersos em água destilada (2L) foram expostos por 8 h a cada um dos pontos amostrais. Simultaneamente a cada exposição aos pontos amostrais, foi realizado um controle negativo, seguindo o protocolo descrito acima, porém expondo os ramos por 8 h ao ar em ambiente interno (laboratório), a temperatura ambiente (≈25°C) e luz natural. Após 24 h de recuperação,

com os ramos parcialmente submersos em água destilada em ambiente interno, as inflorescências foram fixadas em etanol absoluto e ácido acético na proporção de 3:1 (v/v), por um período de 24 h e armazenadas em álcool etílico 70%. Os botões florais foram dissecados e lâminas preparadas, conforme Costa e Droste (2012). Para a contagem dos micronúcleos (MCN), foram observadas 300 tétrades por lâmina, em um total de dez lâminas para cada ponto amostral.

As frequências de MCN obtidas nas diferentes exposições e nos controles negativos foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Após, foi realizada análise de variância (ANOVA) e médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

#### 4. RESULTADOS

Em todos os meses avaliados, as frequências de MCN observadas nos botões florais expostos aos pontos amostrais foram significativamente superiores às dos respectivos controles negativos. Nos meses de maio e agosto de 2012, frequências significativamente superiores foram registradas para Canoas, quando comparadas a Esteio (Tabela 1).

Durante os meses monitorados, os botões expostos ao ar atmosférico da área urbana de Esteio apresentaram frequências de MCN que variaram de 4,07 a 5,13, não diferindo significativamente entre si. No município de Canoas, houve diferença significativa entre as frequências de MCN observadas nos diferentes meses, sendo que em novembro de 2012 foi registrada a maior frequência, que, no entanto, não diferiu significativamente das frequências em maio e agosto do mesmo ano (Tabela 1).

Tabela 1: Frequência de micronúcleos em tétrades de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* expostas nos municípios de Esteio e Canoas e do controle negativo, no período de maio de 2012 a fevereiro de 2013.

Pontos Amostrais	Frequência de MCN (média ± desvio padrão)				F	P
	Maio/2012	Agosto/2012	Novembro/2012	Fevereiro/2013		
Esteio	4,07 ± 0,83bA	4,53 ± 0,80bA	5,13 ± 1,02aA	4,87 ± 1,34aA	2,034	0,126
Canoas	5,33 ± 1,28 aAB	7,23 ± 2,78aAB	9,27 ± 5,83aA	4,80 ± 1,40aB	3,626	0,022
Controle Negativo	1,17 ± 0,61cB	1,93 ± 0,41cA	1,57 ± 0,22bAB	1,53 ± 0,48bAB	4,775	0,007
<b>F</b>	50,835	24,588	12,678	27,471		
<b>p</b>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		

Valores médios seguidos da mesma letra (minúscula na coluna e maiúscula na linha) não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 5. DISCUSSÃO

As frequências de MCN observadas em *Tradescantia pallida* var. *purpurea* evidenciaram genotoxicidade do ar em Canoas e Esteio, alertando sobre os possíveis efeitos dos poluentes atmosféricos nos organismos vivos. Em ambos os pontos amostrais, as frequências de MCN foram superiores às frequências dos controles negativos ao longo de todo o período amostrado. As frequências de MCN dos controles negativos variaram de 1,17 a 1,93, permanecendo abaixo do limite considerado como resultado de mutações espontâneas em plantas de *Tradescantia* cultivadas em ambientes desprovidos de poluição (PEREIRA et al., 2013).

A frequência de 9,27 MCN registrada no presente estudo para o município de Canoas foi superior as frequências encontradas na literatura e pode ser consequência do efeito de poluentes lançados na atmosfera em áreas urbanas, principalmente pelo intenso fluxo veicular (CARRERAS et al., 2009; MERLO et al., 2011, TEIXEIRA et al., 2012). Em estudos anteriores com *Tradescantia pallida* var. *purpurea* foram obtidos resultados comparáveis. Em um ambiente urbano da Bacia do Rio dos Sinos (Rio Grande do Sul, Brasil), Costa e Droste (2012) verificaram frequências de MCN de 4,13 no inverno e 7,60 no verão. No município de Santo André (São Paulo, Brasil), foram registradas frequências de MCN semelhantes (até 4,6) (SAVÓIA et al., 2009) enquanto que em Feira de Santana (Bahia, Brasil) menores frequências (2,1) foram observadas (MEIRELES et al., 2009). Em um estudo de monitoramento da genotoxicidade do ar em Uberlândia (Minas Gerais, Brasil) conduzido durante seis anos, áreas com intenso tráfego de veículos automotores apresentaram significativa poluição atmosférica e frequências de MCN que variaram de 1,03 a 4,42 nos verões e de 1,04 a 5,02 nos invernos (PEREIRA et al., 2013). Efeitos genotóxicos em *T. pallida* var. *purpurea* em ambientes urbanos com intenso tráfego veicular também foram investigados em Córdoba (Argentina), tendo sido registradas frequências de 4,2 MCN no centro urbano e 2,4 em área residencial (CARRERAS et al., 2006).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que a planta bioindicadora apresenta uma resposta aos fatores abióticos, como os poluentes e as condições climáticas, a biondicação não é capaz de substituir as análises físico-químicas da qualidade do ar, mas pode ser utilizada como uma ferramenta adicional que pode apontar para efeitos sinérgicos de variáveis ambientais sobre os organismos.

## REFERÊNCIAS

CARRERAS, H. A.; PIGNATA, M. L.; SALDIVA & P. H. N. *In situ* monitoring of urbana ir in Córdoba, Argentina using the *Tradescantia*-micronucleus (Trad-MCN) bioassay. **Atmospheric Environment**, v. 40, p. 7824-7830, 2006.

CARRERAS, H. A.; RODRIGUEZ, J. H.; GONZÁLEZ, C. M.; WANNAZ, E. D.; FERREYRA, F. G.; PEREZ, C. A. & PIGNATA, M. L. Assessment of the relationship between total suspended particles and the response of two biological indicators transplanted to an urban area in central Argentina. **Atmospheric Environment**, v.43, p. 2944-2949, 2009.

COSTA, G. M. & DROSTE, A. Genotoxicity on *Tradescantia pallida* var. *purpurea* plants exposed to urban and rural environments in the metropolitan área of Porto Alegre, southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, p. 801-806, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/linl.phpuf=rs>>. Acesso em: 10.07.2014.

INPE-CPTEC - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: <<http://www.cptec.br/clima>>. Acesso em: 12.07.2014.

MEIRELES, J.; ROCHA, R.; NETO, A. C. & CERQUEIRA, E. Genotoxic effects of vehicle traffic pollution as evaluated by micronuclei test in *Tradescantia* (Trad-MCN). **Mutation Research**, v. 675, p. 46-50, 2009.

MERLO, C.; ABRIL, A.; AMÉ, M. V.; ARGÜELLO, G. A.; CARRERAS, H. A.; CHIAPERRO, M. S.; HUED, A. C.; WANNAZ, E.; GALANTI, L. N.; MONFERRÁN, M. V.; GONZÁLEZ, C. M. & SOLÍS, V. M. Integral assessment of pollution in the Suquía River (Córdoba, Argentina) as a contribution to lotic ecosystem restoration programs. **Science of the Total Environment**, v. 409, p. 5034-5045, 2011.

MIGLIAVACCA, D. M.; TEIXEIRA, E. C. & RODRIGUEZ, M. T. R. Composição química da precipitação úmida da região metropolitana de Porto Alegre, Brasil, 2005-2007. **Química Nova**, v. 35(6), p. 1075-1083, 2012.

PEREIRA, B. B.; CAMPOS JÚNIOR, E. O. & MORELLI, S. *In situ* biomonitoring of the genotoxic effects of vehicular pollution in Uberlândia, Brazil, using a *Tradescantia* micronucleus assay. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 87, p. 17-22, 2013.

SAVÓIA, E. G.; DOMINGOS, M.; GUIMARÃES, E. T.; BRUMATI, F. & SALDIVA, P. H. Biomonitoring genotoxic risks under the urban weather conditions and polluted atmosphere in Santo André, SP, Brazil, through Trad-MCN bioassay. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.72, p. 255-260, 2009.

TEIXEIRA, E. C.; FELTES, S. & SANTANA, E. R. Estudo das emissões de fontes móveis na Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Química Nova**, v. 31, p. 244-248, 2008.



TEIXEIRA, E. C.; MATTIUZI, C. D. P.; FELTES, S.; WIEGAND, F. & SANTANA, E. R. R. Estimated atmospheric emissions from biodiesel and characterization of pollutants in the metropolitan area of Porto Alegre-RS. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.84(3), p. 655-667, 2012.

## **RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA CALÇADISTA E TÊXTIL PARA OBTENÇÃO DE MATERIAIS RECICLADOS**

Michel Vinicius Flach – Feevale <sup>1</sup>

Valdir Soldi – IBTEC- Feevale <sup>2</sup>

Luiz Carlos Robinson – Feevale <sup>3</sup>

Luis Paulo Bernardi – Feevale <sup>4</sup>

Daiana Alegre – Feevale <sup>5</sup>

Vanusca Dalosto Jahno – Feevale <sup>6</sup>

Palavras-chave: Calçados. Têxtil. Reciclagem. Meio Ambiente.

### **1. INTRODUÇÃO**

O setor de produção de calçados e componentes e o setor têxtil são reconhecidos pela relevante produção e grande geração de resíduos sólidos. Como exemplo disso, estão os resíduos de tecido de algodão e de borracha, que são destinados geralmente os centros de armazenamento permanente devido à dificuldade de reutilização destes materiais. Neste sentido, o objetivo deste estudo é a reciclagem mecânica de diferentes resíduos gerados por estes setores industriais como forma de inseri-los novamente no processo produtivo. Para tanto foram formuladas blendas contendo resíduos de tecido e de borracha e polímeros recicláveis, processados mecanicamente em extrusora, calandra e moinho, obtendo-se materiais que foram submetidos aos processos de injeção e laminação a fim de observar as características na forma de palmilha de montagem.

---

<sup>1</sup> Bacharel em Engenharia Industrial Química / Feevale e Mestrando em Qualidade Ambiental / Feevale.

<sup>2</sup> Doutor em Química; Professor do Mestrado em Materiais / Feevale.

<sup>3</sup> Doutorado em Qualidade Ambiental / Feevale; Mestre em Qualidade Ambiental / Feevale; Professor dos cursos de Graduação e Pós-Graduação / Feevale.

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Química / Feevale; Bolsista de Iniciação Científica / Feevale.

<sup>5</sup> Graduanda em Engenharia Química / Feevale; Bolsista de Iniciação Científica / Feevale.

<sup>6</sup> Doutora em Ciências da Saúde; Professora do Mestrado em Qualidade Ambiental / Feevale.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A indústria de produção de calçados e componentes é um setor industrial com relevante produção, registrando-se a partir de dados como da ABICALÇADOS (2012) que informam que nos anos de 2009, 2010 e 2011 foram produzidos somente no Brasil em torno de 813, 894 e 819 milhões de pares respectivamente, totalizando 2.526 bilhões de pares de calçados nestes três anos. Segundo dados da ABIT (2013) somente no ano de 2012 foram produzidos no Brasil 9,4 bilhões de peças de tecido e mais de 1,9 milhões de toneladas de algodão em pluma. Dentre os principais resíduos sólidos gerados por estes segmentos industriais citam-se os tecidos e borrachas gerados principalmente a partir dos processos de corte, chanfração e divisão (DEBASTIANI E MACHADO, 2012; GATELLI et al., 2010).

Neste aspecto, Pimenteira et al (2005) expõe que no Brasil assim como nos demais países em desenvolvimento não há áreas suficientes para disposição de resíduos sólidos, sendo estes lançados de maneira descontrolada em áreas inadequadas. Isso ocasiona inicialmente a contaminação do solo e ainda contaminação da água subterrânea e de todo subsolo de uma região pelo chorume originado da decomposição do material. Desta forma, são necessários processos de gestão para o controle e diminuição dos resíduos durante o processo produtivo e novas formas de reciclagem e reaproveitamento dos materiais não utilizáveis (SILVA, 2012; RAUBER, 2011).

Portanto, sendo os setores calçadista e têxtil reconhecidamente grandes geradores de resíduos nas regiões onde os complexos industriais estão instalados, resultando além de altos custos às empresas para a destinação às centrais de armazenamento, um grande impacto ambiental à sociedade, depara-se com uma necessidade e uma oportunidade de reintroduzir estes materiais no processo produtivo.

## 3. METODOLOGIA

O estudo da reciclagem de resíduos da indústria calçadista e têxtil iniciou-se com a identificação e coleta de resíduos gerados por estes setores, que são depositados em aterros industriais. Obtidos os resíduos, realizou-se o processamento dos mesmos, separadamente, em um moinho de facas, e avaliou-se suas características e de polímeros recicláveis por meio de análises como TGA, DSC, FTIR e MEV.

Após definição dos materiais a serem processados, realizou-se pesagem em balança analítica, das formulações contendo os resíduos e polímeros recicláveis. Utilizou-se no estudo duas formulações distintas sendo a primeira composta por 40% de resíduo de tecido de algodão, 40% de Poliuretano/Caprolactona, 10 % de EVA e 5% de Óleo vegetal e a segunda formulação composta por 30 % de resíduos de tecido de algodão, 10 % de resíduo de borracha de solado, 40% de Poliuretano/Caprolactona, 10 % de EVA e 5% de Óleo vegetal. O processamento realiza-se em extrusora monorosca de laboratório e após o material foi calandrado e moído e encaminhado para os processos de laminação e injeção.

O processo de laminação foi realizado em laminadora de laboratório, marca AX plásticos e o processo de injeção em injetora marca Bonmaq modelo apta 80. Posteriormente os materiais foram submetidas aos ensaios mecânicos de resistência à tração, encolhimento e resistência ao cisalhamento de acordo com os métodos utilizados para a caracterização de materiais de palmilhas de montagem e microscopia eletrônica de varredura (MEV).

#### 4. RESULTADOS

Podem ser observados na tabela 1 os resultados dos ensaios mecânicos realizados, assim como na figura 1 podem ser observadas suas respectivas micrografias.

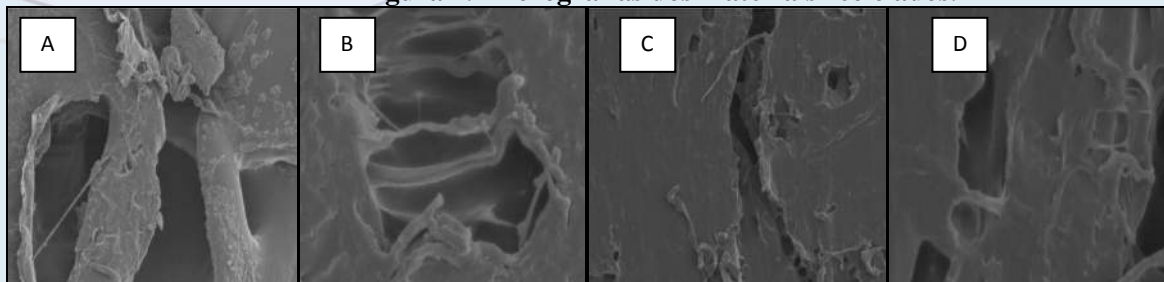
**Tabela 1: Resultados dos ensaios mecânicos**

Amostra	Resistência a tração (N/mm <sup>2</sup> )	Encolhimento (%)	Resistência ao cisalhamento (N/mm <sup>2</sup> )
Blenda 01 L	10,04	1,69	5,76
Blenda 01 IN	11,54	0,21	5,98
Blenda 02 L	11,54	1,63	6,48
Blenda 02 IN	10,93	0,10	5,23

**Legenda: Blendas laminadas “01 L” e “02 L”, blendas injetadas “01 IN” e “02 IN”**

**Fonte: Adaptado pelo autor.**

**Figura 1. Micrografias dos materiais reciclados.**



**Legenda: Nas imagens “A” e “B” observa-se as micrografias da amostra reciclada 01 com aproximação de 1000 vezes e 4000 vezes, da mesma forma nas imagens “C” e “D” observa-se a amostra reciclada 02.**

**Fonte: Adaptado pelo autor.**

## 5. DISCUSSÃO

Inicialmente realizou-se o ensaio de resistência a tração e avaliaram-se os resultados de acordo com os valores de referência para a produção de palmilhas de montagem, que indicam um valor mínimo de  $7 \text{ N/mm}^2$  para a produção deste componente, desta forma estando as blendas de material reciclado laminado e injetado com valores acima do mínimo necessário. No ensaio de encolhimento o instituto PFI recomenda um valor máximo de 2% de variação, sendo que as amostras das blendas recicladas apresentaram valores satisfatórios para este ensaio. No ensaio de resistência ao cisalhamento o valor de referência do instituto PFI é de no mínimo  $0,6 \text{ N/mm}^2$  de resistência, onde as blendas de materiais reciclados se comportaram de maneira adequada, desta forma indicando a viabilidade técnica do material para a produção de palmilhas de montagem.

Com relação às micrografias, após o processamento das blendas, originam-se materiais com uma estrutura morfológica complexa, pois há dificuldade de homogeneização completa das blendas, quando formuladas a partir de materiais com características muito distintas, já que o resíduo de tecido de algodão por ser um material fibrilar traz uma organização com sulcos e ranhuras que facilitam a adesão de polímeros à sua estrutura (ALOMAYRI et al., 2014; HE et al., 2014) e de maneira inversa o resíduo de borracha é um material com superfície plana e uniforme, onde há dificuldade de adesão de materiais à sua superfície (MOHAN, et al., 2011; ANTONIA et al., 2009; SÁNCHEZ E MARTÍNEZ, 2006), porém as micrografias demonstraram que ocorreu uma adesão adequada entre a matriz polimérica e os resíduos de tal forma que pode ser observado na figura 1A um encapsulamento do resíduo de fibra de tecido e não consegue ser localizado nenhum fragmento do resíduo de borracha na figura 1C e 1D, inferindo-se que o mesmo está encapsulado pela matriz polimérica.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se parcialmente a viabilidade técnica dos materiais reciclados para a utilização como insumo à produção de palmilha de montagem, gerando perspectivas positivas também quanto à utilização como couraça e contraforte. Já o material biodegradável necessita de algumas caracterizações mecânicas e de degradabilidade para melhor avaliação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABICALÇADO, Associação brasileira das indústrias de calçados. **Cartilha Estatística 2012**. 2012. Disponível em: <<http://www.abicalcados.com.br/site/inteligencia.php?cat=1>>. Acesso em: 24 jun 2014.

ABIT, Associação brasileira das indústria têxteis. **Cartilha Indústria Têxtil e de Confeção Brasileira – Cenários, Desafios, Perspectivas e Demandas**. 2013. Disponível em: <[http://www.abit.org.br/conteudo/links/publicacoes/cartilha\\_rtcc.pdf](http://www.abit.org.br/conteudo/links/publicacoes/cartilha_rtcc.pdf)>. Acesso em: 24 jun 2014.

ALOMAYRI, T. et al. Effect of Fabric Orientation on Mechanical Properties of Cotton Fabric Reinforced Geopolymer Composites. **Materials and Design**. n. 57, p. 360-365, 2014.

ANTONIA, Ana C. D. et al. Caracterização Mecânica e Térmica da Borracha Natural Formulada e Vulcanizada dos Clones: GT 1, IAN 873, PB 235 e RRIM 600. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**. v. 19, n. 1, p. 63-71, 2009.

DEBASTIANI, Elisia L.; MACHADO, Luciana A. Estudo Sobre a Geração de Resíduos Sólidos nas Indústrias de Confeções Textil no Município de Erechim-RS. **III Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente**. Bento Gonçalves, RS, abr. 2012. Disponível em: <<http://www.proamb.com.br/downloads/0zmrads.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2014.

GATELLI, Elisia et al. Impacto Ambiental da Cadeia Produtiva do Setor Calçadista do Vale dos Sinos. **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: Competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente**. São Carlos, SP, 2010. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_TN\\_STO\\_132\\_846\\_16430.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_132_846_16430.pdf)>. Acesso em: 24 jun. 2014.

HE, Xuemei et al. Structure and Properties of Cotton Fabrics Treated With Functionalized Dialdehyde Chitosan. **Carbohydrate Polymers**. n. 103, p. 558-565, 2014.

MOHAN, T. P. et al. Effect of Nanoclay Reinforcement on Structure, thermal and Mechanical of natural Rubber-Styrene Butadiene Rubber (NR-SBR). **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**. n. 17, p. 264-270, 2011.

PIMENTEIRA, C. A. P. et al. Solid Wastes Integrated Management in Rio de Janeiro: Input–Output Analysis. **Waste Management**, v. 25, p. 539–553, 2005.

RAUBER, Marcos E. Apontamentos Sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Instituída pela Lei Federal nº 12.305, de 02.08.2010. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 4, n. 4, p. 01-24, 2011.

SÁNCHEZ, Maria D. R.; MARTÍNEZ, José M. M. Surface Modifications of Vulcanized SBR Rubber by Treatment With Atmospheric Pressure Plasma Torch. **International Journal of Adhesion & Adhesives**. n. 26, p. 345-354, 2006.

SILVA, Fernando S. Geografia e Meio Ambiente: Uma Análise da Legislação dos Resíduos Sólidos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 670-681, 2012.

# SAMAMBAIAS EPIFÍTICAS SOBRE FUSTES DE ANGIOSPERMAS *versus* CÁUDICES DE *Alsophila setosa* KAULF (CYATHEACEAE) NO SUL DO BRASIL

Simone Cunha<sup>1</sup> (Feevale)  
Ledyane Rocha-Uriartt<sup>2</sup> (Feevale)  
Jairo Lizandro Schmitt<sup>3</sup> (Feevale)

Palavras-chave: Riqueza. Epífitos. Forófito. Floresta Atlântica.

## 1. INTRODUÇÃO

Os epífitos vasculares integram uma das categorias ecológicas mais diversificadas em florestas úmidas tropicais, muitas vezes recobrimdo troncos inteiros (MADISON, 1977). A composição e a distribuição dos epífitos são influenciadas por características dos forófitos, como arquitetura, altura, diâmetro, textura, estabilidade e porosidade do ritidoma, toxinas presentes e húmus acumulado (GENTRY e DODSON, 1987; FONTOURA et al., 1997).

Angiospermas arbóreas podem apresentar diferentes tipos de tronco, sendo os mais comuns os estriados, rugosos, lisos e escamosos. As fendas profundas presentes nos caules rugosos podem facilitar o estabelecimento de espécies epifíticas (KERSTEN e SILVA, 2001), além de aumentar a disponibilidade de água, possibilitando a germinação (REINERT e FONTOURA, 2008). Da mesma forma, o substrato oferecido pelos cáudices de samambaias arborescentes é formado pela base dos pecíolos das folhas senescentes e ou por um manto de raízes (JOHANSSON, 1974; PALACIOS-RIOS e MEHLTRETER, 1999) que, aparentemente, fornecem condições ótimas de umidade e porosidade para o desenvolvimento dos epífitos (CORTEZ, 2001; MORAN, KLIMAS e CARLSEN, 2003).

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Vários estudos citam espécies de samambaias e licófitas ou orquídeas que crescem exclusivamente ou preferencialmente sobre o cáudice das samambaias arborescentes (e.g. MORAN, KLIMAS e CARLSEN, 2003; MALLMANN e SCHMITT, 2014). No entanto, estudos comparando a composição específica de samambaias epifíticas sobre samambaias arborescentes e angiospermas (MORAN, KLIMAS e CARLSEN, 2003), são praticamente inexistentes na região neotropical. O objetivo do estudo foi comparar riqueza e estrutura comunitária de epífitos vasculares em troncos de angiospermas e cáudices de *Alsophila setosa* Kaulf em fragmento florestal, a fim de avaliar a influência do forófito sobre a distribuição das plantas. As hipóteses testadas foram que (1) a riqueza média de epífitos é maior sobre samambaias arborescentes do que em angiospermas e que (2) a composição florística e as espécies com os maiores valores de importância são diferentes entre os tipos forofíticos.

<sup>1</sup>Bióloga, mestranda em Qualidade Ambiental, bolsista FAPERGS.

<sup>2</sup>Mestre em Qualidade Ambiental, doutoranda em Qualidade Ambiental, bolsista CAPES.

<sup>3</sup>Doutor em Botânica, professor titular do PPG em Qualidade Ambiental.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo - o trabalho de campo foi desenvolvido em um fragmento de 5 ha de Floresta Atlântica, no município de Três Cachoeiras (29°25'04.54'' S e 49°54' 47.37'' O; 15 m de altitude), RS, Brasil. O clima é úmido o ano inteiro (BURIOL et al., 2007), do tipo Cfa segundo a classificação de Köppen. (MORENO, 1961).

Métodos amostrais - ao longo de um transecto de 100 m foram selecionados 20 forófitos de angiospermas e 20 de *Alsophila setosa* com fuste medindo no mínimo 4 m de altura. Para análise da distribuição vertical, os fustes foram divididos em quatro intervalos de 1 m cada, nos quais foram registradas todas as espécies de samambaias epifíticas ocorrentes. Ao todo, foram analisados 160 intervalos de altura, sendo 80 para cada tipo forofítico.

Composição florística - foram realizadas cinco visitas *in situ* para o levantamento florístico dos epífitos. O inventário foi realizado através da observação direta das plantas no ambiente epifítico com o auxílio binóculos. Espécimes representativos, férteis, foram coletados, identificados e herborizados seguindo a metodologia proposta por Windisch (1992). A identificação do material seguiu a literatura especializada, comparação com material de herbário e envio de exsiccatas para especialistas para confirmação das identificações. O sistema de classificação utilizado foi o proposto por Smith et al. (2006). As espécies foram classificadas conforme Benzing (1995) quanto ao tipo de relação com o forófito nas seguintes categorias ecológicas: holoepífitos, podendo ser habitual, acidental ou facultativo, e hemiepífitos secundários.

Estrutura fitossociológica - foram calculadas as frequências absolutas e relativas das espécies por forófito e por intervalo de altura, baseando-se em Waechter (1998). A cobertura de cada espécie sobre o intervalo foi estimada utilizando-se a escala de notas (1, 2, 3, 4 e 5) adaptada de Schneider e Schmitt (2011). A partir do somatório das notas de cobertura foi calculada a cobertura relativa por intervalo de altura de cada espécie. O valor de importância específico (VI) resultou da média aritmética da soma das frequências relativas nos forófitos e nos intervalos e da cobertura relativa.

Análise estatística - os dados de riqueza epifítica por tipo forofítico foram comparados por meio do teste não-paramétrico de Mann-Whitney, no software Statistica, versão 10.0. Curvas de rarefação e estimativas de riqueza com o estimador não-paramétrico *Jackknife* 1 foram calculadas em função da presença ou ausência das espécies nos forófitos, no software EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2005).

#### 4. RESULTADOS

Ao total, foram inventariadas 15 espécies epifíticas distribuídas em 11 gêneros e em seis famílias. Polypodiaceae (nove espécies) foi a família mais rica nos dois tipos forofíticos. Quanto à categoria ecológica, os holoepífitos habituais foram predominantes (12 espécies ou 80%), seguidos pelos facultativos (duas espécies ou 13%), hemiepífitos secundário (uma espécie ou 7%).

Das 15 espécies inventariadas, oito foram registradas sobre angiospermas e 12 sobre *Alsophila setosa*. Foram observadas seis espécies generalistas, duas exclusivas de angiospermas e sete de *A. setosa*. A curva de rarefação não assumiu a assíntota para nenhum tipo forofítico. Para o forófito angiosperma foi estimado 12 espécies e para *A. setosa* estimou 15 espécies.

As médias de riqueza de samambaias epifíticas foram estatisticamente diferentes entre os tipos forofíticos (U: 51,0; P<0,01). A riqueza média dessas plantas é significativamente maior sobre *Alsophila setosa* (3,6±1,8 espécies por cáudice) em relação a angiospermas (1,3±1,0 espécies por fuste).

Nos forófitos arbóreos, *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel. obteve o maior VI (57,8%), ocorrendo em 60% dos forófitos e 36,3% dos intervalos. Sobre *Alsophila setosa*, *Asplenium mucronatum* C.Presl foi a espécie com maior VI (34,9%), sendo registrada em 90% dos forófitos e 53% dos intervalos.

#### 5. DISCUSSÃO

A média de riqueza maior sobre *Alsophila setosa* indicou que esse forófito proporciona um melhor substrato para o desenvolvimento de samambaias epifíticas, comparado ao forófito arbóreo. Corroborando com esses resultados, Moran, Klimas e Carlsen (2003) na Costa Rica, também observaram maior riqueza de samambaias epifíticas sobre samambaias arborescentes em relação às angiospermas. Mehltreter et al. (2005), ao analisar os epifitos vasculares, também registraram a maior média de riqueza de epifitos sobre cáudices de samambaias arborescentes (4,3 espécies) em relação aos fustes de angiospermas (2,9 espécies). Os autores atribuíram esse fato às características do cáudice formado por um manto espesso de raízes adventícias que retém mais água que a casca das árvores.

A distribuição da riqueza de espécies por família foi semelhante a outras pesquisas realizadas no sul do Brasil, com um grande número de espécies concentrado em poucas famílias (e.g. SCHNEIDER e SCHMITT, 2011). Polypodiaceae também está entre as famílias mais ricas nos levantamentos na região sul do Brasil (e.g. SCHMITT e WINDISCH, 2010)



Considerando os dois tipos forofíticos, seis espécies foram generalistas, sendo cinco classificadas como holoepífito habituais. Os epífitos incluídos nessa categoria apresentam adaptações mais especializadas e diversificadas, justificando sua ocorrência mais generalizada (SCHMITT e WINDISCH, 2010). A predominância de holoepífitos habituais também foi observada nos levantamentos de epífitos vasculares realizados sul do Brasil por Schmitt et al. (2005), Fraga, Silva e Schmitt (2008), Schmitt e Windisch (2010), Schneider e Schmitt (2011).

Foram registradas 67% e 87% das samambaias epifíticas sobre angiospermas arbóreas e *Alsophila setosa* respectivamente e, provavelmente, ainda existam espécies a serem amostradas na área se for aumentado o número de unidades amostrais (GOTELLI e COLWELL, 2001).

A riqueza média de samambaias epifíticas sobre *Alsophila setosa* (3,6) foi superior a 2,6 espécies por cáudice obtida a partir da média de 16 áreas no Rio Grande do Sul por Schmitt e Windisch (2010). No mesmo tipo forofítico, em Floresta Estacional Semidecidual, Schneider e Schmitt (2011) observaram riqueza próxima (3,3 espécies por cáudice).

*Microgramma vacciniifolia* também foi a espécie com o maior VI em outro estudo (GONÇALVES e WAECHTER, 2002). *M. vacciniifolia* estende-se sobre os fustes e ramos, ocupando extensas áreas em diferentes espécies de forofitos, em decorrência de que apresenta indivíduos de pequeno porte e crescimento longo-reptante. Além disso, a reprodução por esporos facilita o estabelecimento de muitas plantas em uma pequena área (e.g. DISLICH e MANTOVANI, 1998). *Asplenium mucronatum* que ocorreu exclusivamente sobre *Alsophila setosa* foi citada anteriormente por outros autores (SCHMITT e WINDISCH, 2010) ocorrendo preferencialmente sobre cáudices de samambaias.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A média de riqueza foi estatisticamente maior sobre *Alsophila setosa* em comparação com o forofito arbóreo seguindo a observação pretérita de Moran. Klimas e Carlsen (2003) de que samambaias arborescentes são mais ricas em epífitos, comprovando a hipótese testada.

A composição florística variou entre os tipos forofíticos, sustentando a hipótese de que a distribuição das espécies é heterogênea, com apenas seis generalistas. A análise da estrutura fitossociológica evidenciou que *Microgramma vacciniifolia* foi a espécie mais importante em angiospermas e em *Alsophila setosa* a espécie mais importante foi *Asplenium mucronatum*, observada por outros autores exclusivamente sobre samambaias arborescentes.

## REFERÊNCIAS

- BENZING, DH. The physical mosaic and plant variety in forest canopies. **Selbyana**, n.16, p.159-168, 1995.
- BURIOL, GA. et al. Clima e vegetação natural do Rio Grande do Sul segundo o diagrama climático de Walter e Lieth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, n.17, p.91-100, 2007.
- COLWELL, RK.; MAO, CX.; CHANG, J. Interpolatin, extrapolatin, and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology**, Washington, v.85, n.10, p.2717-2727, 2004.
- CORTEZ, L. Pteridófitas epífitas encontradas em Cyatheaceae y Dicksoniaceae de los bosques nublados de Venezuela. **Gayana Botânica**, Concepción, v.58, n.1, p.13-23, 2001.
- DISLICH, R.; MANTOVANI, W. Flora de epífitas vasculares da Reserva da Cidade Universitária “Armando de Salles Oliveira” (São Paulo, Brasil). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, n.17, p.61-83, 1998.
- FRAGA, LL.; SILVA, LB.; SCHMITT, JL. Composição e distribuição vertical de pteridófitas epifíticas sobre *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), em floresta ombrófila mista no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v.8, n.4, p.123-129, 2008.
- FONTOURA, T. et al. Epífitas vasculares, hemiepífitas e hemiparasitas da Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H. C.; FRAGA, L. L.; SILVA, L. B.; SCHMITT, J. L. Composição e distribuição vertical de pteridófitas epifíticas sobre *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae), em floresta ombrófila mista no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v.8, n.4, p.123-129, 2008.
- GENTRY, AH.; DODSON, CH. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v.74, n.2, p.205-233, 1987.
- GONÇALVES, CN.; WAECHTER, JL. Epífitos vasculares sobre espécimes de *Ficus organensis* isolados no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul: padrões de abundância e distribuição. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.16, n.4, p.429-441, 2002.
- GOTELLI, N.; COLWELL, RK. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, n.4, p.379-391, 2001.
- JOHANSSON, D. Ecology of epiphytes in West African rain forest. **Acta Phytogeographica Suecica**, n.59, p.1-130, 1974.
- KERSTEN, RA.; SILVA, SM. Composição florística e estrutura do componente epifítico vascular em floresta da planície litorânea na Ilha do Mel, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, n.24, p.213-226. 2001.
- MADISON, M. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. **Selbyana**, Sarasota, v.2, n.1, p.1-13, 1977.

MALLMANN, IT.; SCHMITT, JL. Riqueza e composição florística da comunidade de samambaias na mata ciliar do Rio Cadeia, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.1, p.97-109, 2014.

MEHLTRETER, K.; FLORES-PALACIOS, A.; GARCÍA-FRANCO, J. G. Host preferences of low-trunk vascular epiphytes in a cloud forest of Veracruz, Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, n.21, p.651-660. 2005.

MORAN, RC.; KLIMAS, S.; CARLSEN, M. Low-trunk epiphytic ferns on tree ferns versus angiosperms in Costa Rica. **Biotropica**, v.35, n.1, p.48-56, 2003.

MORENO, JA. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Governo Porto Alegre, 1961.

PALACIOS-RIOS, M.; MEHLTRETER, K. Der Gebrauch von Maquique und die Gefährdung der Baumfarne Mexikos. **Der Palmengarten**, n.63, p.110-114. 1999.

REINERT, F.; FONTOURA T. Epiphytes. In: DEL CLARO, K.; OLIVEIRA, P. S.; RICO-GRAY, V. (Eds.). **International Commission on Tropical Biology and Natural Resources**. Oxford: Eolss Publishers, 2008.

SCHMITT, JL.; WINDISCH, PG. Biodiversity and spatial distribution of epiphytic ferns on *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae) caudices in Rio Grande do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos v.70, n.3, p.521-528, 2010.

SCHNEIDER, PH.; SCHMITT, JL. Composition, community structure and vertical distribution of epiphytic ferns on *Alsophila setosa* Kaulf., in a Semideciduos Seasonal Forest, Morro Reuter, RS, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v.25, n.3, p.557-565. 2011.

SMITH, AR. et al. A classification for extant ferns. **Taxon**, n.55, p.705-731, 2006.

WAECHTER, JL. O epifitismo vascular em uma floresta de restinga do Brasil subtropical. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v.20, n.4, p.43-66. 1998.

WINDISCH, PG. **Pteridófitas da região norte-ocidental do Estado de São Paulo: guia para estudo e excursões**. 2. ed. São José do Rio Preto: UNESP, 1992.

## **TECNOLOGÍA PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRAL EN ORGANIZACIONES. APLICACIÓN EN HOLGUÍN, CUBA.**

**Migdely Barbarita Ochoa Avila**, Centro de Información y Gestión Tecnológica (CIGET)<sup>1</sup>.

**Olga Gallardo Milanés**. Universidad de Holguín<sup>2</sup>.

**Reyner Francisco Pérez Campdesuñer**. Universidad de Holguín<sup>3</sup>.

Palabras-clave: Gestión ambiental. Proceso de gestión ambiental integral. Gestión ambiental en organizaciones. Dimensiones. Tecnología para la gestión ambiental integral.

### **INTRODUCCIÓN**

La gestión ambiental en organizaciones en la contemporaneidad exige de herramientas contextualizadas, que permitan solucionar o tratar las diversas problemáticas ambientales que se presentan. Uno de los retos más importantes de los países de América Latina y del Caribe es tener capacidad para resolver sus problemas ambientales. Existe diversidad para definir la gestión ambiental, pero en su generalidad, se aborda la intención de alcanzar el equilibrio, entre la demanda de recursos naturales y la capacidad de la naturaleza para dar respuesta a éstas, no sólo se identifica como problemas ambientales lo relativo a contaminación y degradación del medio físico natural, sino relacionado con otras cuestiones sociales, económicas y culturales con estrecho vínculo al modelo de desarrollo.

El proceso de gestión ambiental en organizaciones cobra cada vez más importancia a nivel global, sin embargo los resultados de la gestión ambiental en las organizaciones a nivel internacional difieren<sup>4</sup>, se obtiene una mayor certificación ambiental en organizaciones empresariales que en otros tipos de organizaciones como por ejemplo las educativas. En el caso de Cuba se comporta de manera similar.

<sup>1</sup> Máster en Gestión Ambiental por el Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Profesora auxiliar de la Universidad de Holguín, Consultora de Gestión Tecnológica del CIGET.

<sup>2</sup> Es Doctora en Ciencias Pedagógicas (2003). Es profesora e investigadora de la Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya de Holguín, Cuba.

<sup>3</sup> Es Doctor en Ciencias Técnicas (2006). Es Decano de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Holguín Oscar Lucero Moya de Holguín, Cuba.

<sup>4</sup> Bártulos Broche (2004); ISO 14001 (2004); Mateo Rodríguez (2004); Negráo Cavalcanti (2004); Ruvalcaba Urzúa (2005); Marrero Arias (2006); Ochoa Ávila (2006); Castellanos Castro, Montauban y Rodríguez (2007); Ramírez Ramírez (2007); Montes Vásquez (2008); Pol Irrutia (2008); Amigorena Piñón (2009); Alcaldía del Municipio de Popayán (2010); Ochoa Avila, Gallardo Milanés, Rodríguez Piña y Ávila Ávila (2013).

De lo expuesto se deriva como problema científico: las insuficiencias en la gestión ambiental en organizaciones en sus distintas dimensiones y la carencia de enfoques, limitan la mejora del medio ambiente en las mismas.

El **objetivo general**: desarrollar una tecnología para la gestión ambiental integral, compuesta por dimensiones esenciales y los enfoques sistémico, participativo y de proceso, que contribuya a cumplimentar legislaciones, utilizar de manera eficiente el financiamiento, aplicar tecnologías compatibles con el medio ambiente, la responsabilidad ante el uso de los recursos, crear capacidades para el intercambio con el entorno y elevar el impacto ambiental positivo de los actores.

Para dar cumplimiento al objetivo general resultó necesario dar consecución a los **objetivos específicos** siguientes:

1. Elaborar el marco teórico referencial de la investigación a partir del análisis crítico del estado de la gestión ambiental integral en organizaciones, que considere las principales limitaciones.
2. Diseñar una tecnología, compuesta por un modelo y un procedimiento general para la gestión ambiental integral en organizaciones, que contribuya a mejorar los resultados de este proceso.
3. Aplicar la tecnología para la gestión ambiental integral en organizaciones holguineras.

El desarrollo de la investigación demandó la utilización de diferentes métodos y técnicas de investigación: teóricos: histórico – lógico: en la construcción del marco teórico referencial, el análisis y síntesis, inducción – deducción y la modelación sistémica estructural; empíricos: para la confección de la propuesta teórico- metodológica y su posterior validación, se aplican técnicas como: encuestas, entrevistas, diseño, operacionalización e integración de indicadores, método del criterio de expertos para lograr el consenso en los resultados; métodos bibliométricos para el análisis de la información; y métodos estadísticos para el análisis de datos.

### **Modelo para la gestión ambiental integral (GAI) en organizaciones**

Los análisis desarrollados por la autora crean las bases teóricas y empíricas para la propuesta del modelo para la gestión ambiental integral, el cual resume los componentes que integran este proceso en la organización y los vínculos existentes entre ellos. En su nivel jerárquico superior aparece la **gestión ambiental de la instancia superior**, como proceso orientador de políticas, objetivos y estrategias de gestión ambiental generales a las que debe responder el sistema desde sus particularidades. **Lo sistémico** en el modelo estriba en que concibe al **sistema abierto**, lo que permite el intercambio y la cooperación entre el mismo y las

organizaciones del entorno durante el proceso de gestión ambiental integral. Esto contribuye a la búsqueda de soluciones ante demandas ambientales internas de las organizaciones implicadas y las oportunidades de mejora que se ofrecen entre ellas.

**La estructura** del modelo considera en el medio ambiente el interior como lo externo, en este último se ubica **el entorno** compuesto por las organizaciones (empresa, familia, comunidad, instituciones) que interactúan con el sistema, en lo que es muy importante definir qué problemas ambientales se derivan de las afectaciones mutuas y establecer la relación para la transformación de la misma.

En el modelo se definen **procesos**: los **procesos de dirección** que son los encargados de conducir a la organización en el cumplimiento de su misión; el **proceso clave**, el cual es la razón de ser de la organización para dar respuesta a la **necesidad social**, demanda directa de la sociedad; y los **procesos de apoyo** que contribuyen a mantener los procesos principales o a desarrollar actividades auxiliares a ellos.

El modelo tiene como entradas los **recursos naturales y materiales**, en el caso de los naturales: agua, energía, y para el caso de los materiales: materiales de oficina, materiales para la limpieza, alimentos, entre otros, que son necesarios para el funcionamiento de la organización; la infraestructura, referida a la edificación de la organización, sus áreas y locales, que debe armonizar en cuanto a sus características constructivas, higiénicas y estéticas para minimizar o controlar los efectos ambientales que de ella se derivan.

**Lo participativo** se evidencia en la presencia de los **actores** que son un elemento clave para la gestión ambiental, se han definido **actores internos y actores externos** los que deben jugar un papel activo en el cumplimiento de sus funciones de acuerdo con sus potencialidades y poseer un nivel de capacitación en relación a los impactos ambientales mutuos y sobre la aplicación de herramientas que permitan elevar su conocimiento y aportar a la búsqueda de soluciones ante los problemas que surjan.

El modelo concebido, una vez terminado su ciclo debe obtener como resultados un mayor **impacto ambiental positivo de los actores internos** por el despliegue de acciones responsables y de protección ante el medio ambiente interno y externo de la organización, la **mejora de la gestión ambiental en la organización**, la cual consiste en un proceso cuyos indicadores establecidos en el sistema según las dimensiones arrojan resultados efectivos. Derivado del modelo propuesto, se concibió y desarrolló un procedimiento general para la gestión ambiental integral en organizaciones en cuatro fases y 13 pasos, que incluye los respectivos procedimientos específicos como instrumento de apoyo a la gestión ambiental en la organización.



**Figura 1. Procedimiento general para la gestión ambiental integral en organizaciones**

El procedimiento propuesto es una herramienta de intervención profesional a utilizar por los propios actores de la organización y contempla cada uno de los elementos del modelo, que propician el desarrollo de acciones de diagnóstico o mejora sobre ellos.

### CONSIDERACIONES FINALES

1. La gestión ambiental integral es un proceso sistémico y participativo consistente en diagnosticar, planificar, documentar, establecer, revisar y seguir las acciones realizadas por los actores sobre el uso de recursos en el interior de la organización y en su entorno. Permite cumplimentar legislaciones, utilizar el financiamiento, mejorar la tecnología, minimizar impactos ambientales negativos e incrementar los positivos, lo que contribuye al cumplimiento de objetivos estratégicos de la organización y a la mejora del medio ambiente.
2. Las dimensiones humana, material, relacional, tecnológica, económica y jurídica como componentes fundamentales de la gestión ambiental integral, de conjunto a los enfoques sistémico, participativo y de proceso en las organizaciones, permiten la mejora responsable del medio ambiente organizacional a través de la aplicación de un sistema de indicadores a tal efecto.

3. La valoración de los resultados alcanzados en varias organizaciones, entre las que figuran: educativas, de diseño de proyectos, turística, de base tecnológica, de transporte, y de la construcción acerca de los elementos asociados al procedimiento general se sometió al criterio de expertos en la gestión ambiental, los resultados alcanzados muestran el consenso alcanzado en un coeficiente de Kendall de 0.958, lo que evidencia estabilidad en la propuesta.

### Referencias

1. Alcaldía del Municipio de Popayán. “Propuesta para implementación del Sistema de Gestión Ambiental SIGAM, en el Municipio de Popayán”. [Documento en línea]. 2010. Colombia. Disponible en: [www.buenastareas.com/ensayos/Propuesta-Para-Implementación-Del-Sistema-De/818479.html](http://www.buenastareas.com/ensayos/Propuesta-Para-Implementación-Del-Sistema-De/818479.html) [Consulta: 8 diciembre 2010].
2. Amigorena Piñón, Fabiola M. “Una experiencia de integración como soporte de la Gestión Ambiental de la Empresa Pecuaria MACUN”. [Documento en línea]. 2009. Villa Clara; Centro de Estudios y Servicios Ambientales (CESAM). Disponible en: [www.biblioteca.idict.villaclara.cu.doc](http://www.biblioteca.idict.villaclara.cu.doc). [Consulta: 8 diciembre 2011].
3. Bártulos Broche, Laura María. “¿Cómo organizar un proceso de gestión ambiental en un barrio?”. Arquitectura y Urbanismo. Volumen XXV, No. 2. 2004. Portador digital.
4. Castellanos Castro, Marlena; Montauban, Jean-Gabriel; Rodríguez, Arístides. “Aplicaciones sobre prospectiva y valoración económico ambiental”. La Habana: Editorial Academia, 200 p. 2007.
5. ISO 14001: 2004. ORGANIZATION SYSTEM INTERNATIONAL. “Requisitos del Sistema de Gestión Ambiental”. [Documento en línea]. 2004. Disponible en: [www.conectapyme.com/files/publica/guia\\_norma\\_une.pdf](http://www.conectapyme.com/files/publica/guia_norma_une.pdf). [Consulta: 16 diciembre 2011].
6. Marrero Arias, Roberto M. “Gestión Ambiental en Instituciones de Educación Superior. Metodología para la Universidad de Holguín”. Holguín; Universidad “Oscar Lucero Moya”, (Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Gestión Ambiental). 2006.
7. Mateo Rodríguez, José M. “La cuestión ambiental desde una visión sistémica”. [Documento en línea]. 2004. Universidad de La Habana, Cuba. Disponible en: [www.manizales.unal.edu.co/modules/unrev.../IAedicion2Art01.pdf](http://www.manizales.unal.edu.co/modules/unrev.../IAedicion2Art01.pdf). [Consulta: 4 diciembre 2011].
8. Montes Vásquez, Jenny. “Ecoeficiencia: una propuesta de responsabilidad ambiental empresarial para el sector financiero colombiano”. [Documento en línea]. 2008. Colombia, Disponible en: [intranet.minas.medellin.unal.edu.co/index.php?option=com](http://intranet.minas.medellin.unal.edu.co/index.php?option=com). [Consulta: 26 abril 2012].



9. Negrão Cavalcanti, Rachel. “Evolución de la percepción de los problemas ambientales y de la gestión ambiental”. [Documento en línea]. 2004. Disponible en: [http://mag.gob.sv/admin/publicaciones/upload\\_file/1121102247\\_36.pdf](http://mag.gob.sv/admin/publicaciones/upload_file/1121102247_36.pdf). [Consulta: 16 marzo 2010].
10. Ochoa Ávila, Migdely B. “Estrategia de gestión ambiental en centros para la educación de niños con necesidades educativas especiales”. Instituto de Tecnología y Ciencias Aplicadas (INSTEC), (Tesis en Opción al Grado Científico de Máster en Gestión Ambiental). 2006.
11. Ochoa Ávila, Migdely B.; Gallardo Milanés, Olga A.; Rodríguez Piña, Ramón A.; Ávila Ávila, Rafael A. “Modelo de gestión ambiental en instituciones primarias desde la visión dominante socio-cognitiva de las ciencias de la información” Revista Ciencias de la Información. Volumen 44 no.2. 2013.
12. Pol Irrutia, Enric. “Gestión ambiental en la empresa y la administración pública: recursos, comunicación y cambio”. [Documento en línea]. España. 2008. Disponible en: [www.uab.es](http://www.uab.es) [Consulta: 26 abril 2012].
13. Ramírez Ramírez, Leonardo. “Implantación de un sistema de gestión ambiental empresarial. Estudio de caso: Telefonía Pereira SA”. 2007. [Documento en línea]. Colombia, Disponible en: [www.revistas.utp.edu.co](http://www.revistas.utp.edu.co). [Consulta: 17 septiembre 2011].
14. Ruvalcaba Urzúa, Edgar. “La Gestión Ambiental Rentable en pequeñas empresas Mexicanas”. [Documento en línea]. Revista Futuros. México, 9(3). 2005. Disponible en: [www.revistafuturos.info/futuros\\_9/ges\\_amb1.htm](http://www.revistafuturos.info/futuros_9/ges_amb1.htm). [Consulta: 4 diciembre 2011].



inovamundi  
Um mundo para inovar seu conhecimento

# UMA PROPOSTA DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA AUXÍLIO NA TOMADA DE DECISÃO PARA POLÍTICAS PÚBLICAS BASEADOS EM DADOS DE SAÚDE PÚBLICA

FabianViégas<sup>1</sup> (FATO)

**Palavras-chave:** Sistema de Informação. Direito Ambiental. Políticas Públicas. Saúde Pública. Inteligência Artificial.

## 1 INTRODUÇÃO

Esse trabalho propõe-se a investigar e propor de um sistema de informação para tomada de decisões para políticas públicas relacionadas à água para a cidade de Novo Hamburgo/RS, a luz do Direito Ambiental brasileiro, utilizando como base de informações as encontradas no sistema de saúde pública, considerando a qualidade da água como fator gerador de problemas de saúde. Para tal pesquisa, serão necessários estudos aprofundados sobre o Direito Ambiental, políticas públicas, qualidade ambiental, tecnologia da informação, entre outros, que nesse artigo serão comentados, mas não aprofundados. Através de uma pesquisa inicialmente bibliográfica, buscar-se-á a aplicabilidade de uma solução tecnológica na sugestão de políticas públicas ambientais. Como fato gerador das informações, a legislação vigente no país, as políticas públicas já adotadas no município e as informações do sistema de saúde e de meio ambiente municipais consolidarão a base de conhecimentos necessários para a aplicação proposta. Nesse sentido, pretende-se apresentar uma proposta de sistema de informação que possa auxiliar na elaboração de melhores políticas públicas baseados em conhecimento e informações.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A integração de esforços e políticas mostra-se importante, e entende-se que deva acontecer em todas as relações institucionais horizontal e verticalmente, daí a necessidade de analisar e identificar essas conexões. (NÉSPOLI, 2010, p.17)

No que se refere à conceituação de política, COUTO (2005 *apud* NÉSPOLI, 2010, p.21) admite três dimensões da política e suas implicações mútuas: (i) política constitucional – diz respeito à estrutura do Estado; (ii) política competitiva – refere-se à atividade política que tem lugar no âmbito de certa conformação estatal, e; (iii) políticas públicas – corresponde ao produto da atividade política. Sob essa última dimensão é que está estruturado esse projeto.

Para se desenvolver um planejamento governamental são necessárias informações que visam auxiliar o processo decisório, além de conhecimento sobre o problema que se deseja resolver. A centralização das informações para a análise dos impactos ambientais é essencial para essa visão sistêmica e mais abrangente.

<sup>1</sup> Mestre em Ciência da Computação pela PUCRS, Doutorando em Qualidade Ambiental - Universidade Feevale. Professor e pesquisador da FATO, da Castelli ESH e do IEI. E-mail: fabianv@terra.com.br

Num cenário em que faltam instrumentos que possam auxiliar na construção de um regramento público mais condizente com a realidade local, surge a necessidade de utilização da TI para dar suporte às demandas estatais de uma política pública ambiental mais equilibrada e pautada em conhecimento de causa.

O Estado possui uma dependência de informações de naturezas diversas para alcançar seus objetivos. Nesse sentido, Beal (2007, p.14) coloca que as informações originam-se de fontes formais e informais, sendo que na primeira fonte as informações vêm da “imprensa, bases de dados, informações científicas, informações técnicas, documentos de empresas etc.” e na segunda fonte as informações vem de “seminários, congressos, exposições, agências de publicidade [...]”.

A justificativa para o uso de TI está no pressuposto de que o volume de informações a serem tratadas e/ou a complexidade do processamento será muito grande, o que inviabiliza o processo manual. (BEAL, 2007, p.17)

A escolha pela IA para a construção de uma proposta de SI para tomada de decisão aplicada a políticas públicas ambientais está nesses fatores: o uso de computador para executar raciocínio, reconhecimento de padrões, aprendizagem e outras formas de inferência; foco em problemas que não respondem a soluções algorítmicas, ou seja, não há uma receita de bolo para a solução, que deve ser construída através de heurísticas; um interesse na solução de problemas utilizando informação inexata, faltante ou pobremente definida, e o uso de formalismos representacionais que compensem esses problemas; raciocínio utilizando as características qualitativas e quantitativas significativas de uma situação; respostas que não são nem exatas nem ótimas, mas que são “suficientes” num certo sentido; o uso de grandes quantidades de conhecimentos específicos de um domínio para resolver problemas, e; o uso de conhecimento de metanível para produzir um controle mais sofisticado sobre as estratégias de resolução de problemas.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho tem gênero teórico, utilizando o método indutivo, de natureza básica, com objetivo exploratório e descritivo e procedimento bibliográfico. A pesquisa será realizada na cidade de Novo Hamburgo/RS envolvendo a administração pública, suas secretarias e seus entes de saúde pública. Na pesquisa serão elaboradas perguntas variadas sobre os sistemas de informação utilizados pela administração municipal para a efetividade de políticas públicas ambientais relacionadas à saúde populacional e a sua relação com qualidade da água servida

no município. No que diz respeito ao tipo de amostragem, considera-se a amostra não probabilística.

## 4 RESULTADOS

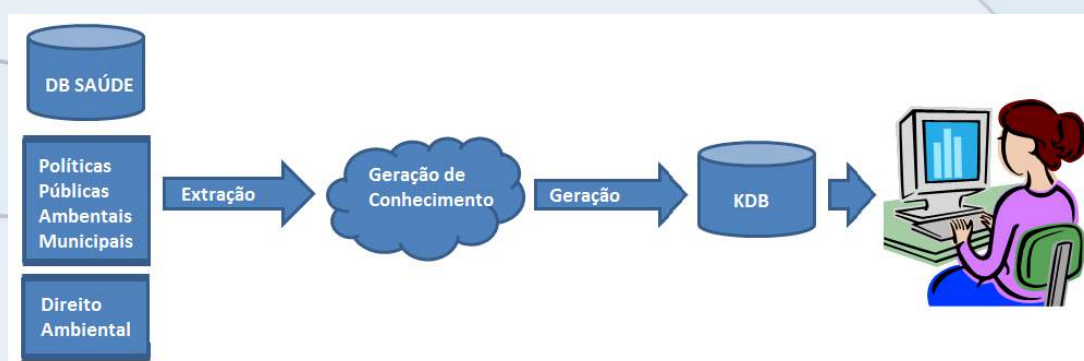
Por ser uma proposta de sistema ainda não implementado, não há resultados coletados. Espera-se, sim, auxiliar na melhor tomada de decisão e possibilitar a melhor escolha de políticas públicas para os gestores públicos nas três esferas de governo.

## 5 DISCUSSÃO

Para essa análise contextual, sai-se da premissa de que a base de dados já existe e está disponibilizada pelo setor público (secretaria da saúde municipal, hospitais da cidade e UPAs). A preocupação nesse momento não é descrever esses dados com seus detalhes, mas identificar a possibilidade de uso dessas bases de dados.

A figura 1 abaixo ilustra a proposta, que será explicada em seguida.

**Figura 1:** proposta do sistema



Fonte: próprio autor

A proposta consiste no que se segue. A partir do banco de dados da área de saúde pública (DB Saúde), das políticas públicas (Políticas Públicas Ambientais Municipais - que podem estar em um banco de dados ou em textos) e da legislação ambiental (Direito Ambiental), utiliza-se de técnicas de datamining (garimpagem de dados – para o banco de dados da saúde) e de *Textmining* (Garimpagem de Texto – para os documentos textuais) para extrair e descobrir informações que até então não eram visíveis nessas fontes de dados.

Sobre essa nova base de dados se aplicará as técnicas de KDD (*Knowledge Discovery in Database* - Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados). A KDD é um processo de extração de informações de bases de dados já garimpadas previamente e padronizada, que cria

relações de interesse que não são observadas pelo especialista no assunto, bem como auxilia a validação de conhecimento extraído.

Segundo Alvares (2008), “a extração de conhecimento refere-se às etapas que produzem conhecimentos a partir de dados relacionados, e sua principal característica é a extração não-trivial de informações implicitamente contidas em uma base de dados”. Essas informações são de difícil detecção por métodos tradicionais de análise e devem ser potencialmente úteis para tomada de decisão. Continua Alvares (2008), “enquanto os métodos tradicionais são capazes de tratar apenas as informações explícitas, a extração de conhecimento é capaz de detectar informações implícitas armazenadas nos bancos de dados”.

De posse das informações geradas, podem-se utilizar técnicas de análise de dados para agrupar, classificar e dispor das informações geradas. Tais informações resultantes serão condensadas de forma que leve em consideração o Direito Ambiental, as Políticas Públicas já adotadas e a base de dados da saúde pública municipal no que tange à informações referentes à qualidade da água e contaminação.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considera-se que é possível a utilização de uma proposta metodológica sistêmica abrangendo IA, Direito Ambiental, Políticas Públicas e Meio Ambiente para se aplicar ao estudo de SI cujas características e aplicabilidade se destacou anteriormente, respondendo assim aos objetivos estabelecidos na proposta.

Para dar vazão às necessidades de conhecimentos, propõe-se, além de utilização das técnicas já mencionadas, um estudo mais aprofundado das informações existentes na base de dados da área da saúde municipal, bem como verificar a disponibilidade e interesses públicos que dariam suporte administrativo para a implementação de tal sistema informatizado.

A proposta apresenta-se consistente e avançada para os padrões atuais de sistemas de informação públicos encontrados. A avaliação de tal ferramenta só será possível ao final do trabalho, pois o resultado só será encontrado após a análise, desenvolvimento, implantação e efetivo uso da ferramenta, sem os quais não será possível ter qualquer resultado a ser apresentado, a não ser conjecturas de que essas técnicas informáticas aplicadas em conjunto tragam resultados positivos com base em resultados de outras aplicações já desenvolvidas em separado sobre outros temas.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, Luis Otávio. **O processo DCBD**. Material de aula. Disponível em: <[http://www.inf.ufrgs.br/~alvares/CMP259DCBD/processo\\_DCBD.pdf](http://www.inf.ufrgs.br/~alvares/CMP259DCBD/processo_DCBD.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2013.
- ANDRADE, Maria Margarida. **Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 9. ed. 2. reimpr. São Paulo, SP: Atlas, 2009.
- BECK, Ulrich. **World Risk Society**. Malden: Blackwell Publishers, 2001.
- CARVALHO, D. W. de. **Dano ambiental futuro: a responsabilidade civil pelo risco ambiental**. São Paulo: Forense Universitária, 2008.
- COUTO, C.G. Constituição, competição e políticas públicas. **Lua Nova: Revista de Cultura e Política**. São Paulo, n.65, mai./ago. 2005.
- HUPFFER, Haide M.; WEYERMÜLLER, André R.; WACLAWOVSKY, William G. **Uma análise sistêmica do princípio do protetor-recebedor na institucionalização de programas de compensação por serviços ambientais**. Ambiente & Sociedade. v. XIV, n.1. Campinas: p.95-114, jan.-jun. 2011.
- JARDIM, J.M.; SILVA, S.C.; NHARRELUGA, R.S. Análise de políticas públicas: uma abordagem em direção às políticas públicas de informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**. Belo Horizonte, inf.v.14, n.1, jan./abr. 2009.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 3.ed. ver. e ampl. São Paulo, SP: Atlas, 1991.
- MORAES, A. **Constituição da República Federativa do Brasil**. São Paulo: Atlas, 2006.
- NÉSPOLI, Glória Regina Calháo Barini. **Avaliação de Impacto à Saúde: aplicação e contribuição par a integração de políticas setoriais no Estado de Mato Grosso**. Tese de doutorado em Saúde Pública. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública. São Paulo: USP, 2010.
- NUCCI, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano**. São Paulo: Humanistas/FFLCH-USP, 2001. 236p.
- OLIVEIRA, J.A.P. de. Desafios do planejamento em políticas públicas: diferentes visões e práticas. **Revista de administração Pública**. Rio de Janeiro, v.40, n.2, mar./abr. 2006.
- PNUD/ONU. **Projeto do milênio das Nações Unidas. Investindo no desenvolvimento: um guia prático para atingir os objetivos de desenvolvimento do milênio – visão geral**. 2005. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/ODM.aspx>>. Acessado em: 15 jun. 2013.
- PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Ernani C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2.ed. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013. [edição eletrônica]



inovamundi  
Um mundo para inovar seu conhecimento

## VÍRUS ENTÉRICOS EM ÁGUA SUPERFICIAL E SEDIMENTO DE ÁREAS URBANAS DA REGIÃO DO VALE DO RIO DOS SINOS, RS

Rodrigo Staggemeier<sup>1</sup> - Feevale

Tatiana Moraes da Silva Heck<sup>2</sup> - Feevale

Nadine Bordin Andriguetti<sup>2</sup> - Feevale

Fernando Rosado Spilki<sup>3</sup> - Feevale

Sabrina Esteves de Matos Almeida<sup>4</sup> - Feevale

**Palavras-chave:** Vale dos Sinos. Água Superficial. Sedimento. Vírus. Córregos.

### INTRODUÇÃO

A presença de vírus em ecossistemas aquáticos no Brasil aponta para o problema da poluição das águas devido ao lançamento de esgotos sem um pré-tratamento ou um tratamento adequado (VIEIRA et al., 2012). A presença de diferentes biomarcadores ambientais na água pode indicar a poluição da mesma, tendo especial destaque a detecção de microrganismos indicadores de contaminação fecal. Entretanto, a água pode não ser a única fonte de contaminação de microrganismos patogênicos, o solo apesar de atuar como um reservatório importante de recursos naturais variados, pode também permitir a permanência de diversos microrganismos causadores de enfermidades. Essa contaminação interfere no ambiente global da área afetada, podendo ainda estar na origem de problemas de saúde pública (SANTAMARIA & TORANZOS, 2003).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade ambiental através da detecção de diferentes espécies de Adenovírus em amostras de águas superficiais e sedimentos provenientes de quatro córregos que atravessam regiões urbanas do Vale do Rio dos Sinos: Arroios Estância Velha/Portão (Estância Velha e Portão), o Schmidt (Campo Bom), o Pampa e o Luiz Rau (Novo Hamburgo).

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (BHRS) se estende por aproximadamente 3800 km<sup>2</sup>, incluindo 32 municípios. A Bacia corresponde em território a 1,5% do total do estado do Rio Grande do Sul, entretanto concentra 12% da população, sendo 94% destes em áreas

<sup>1</sup> Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, Doutorando em Qualidade Ambiental pela mesma Instituição.

<sup>2</sup> Aluna do Curso de Biomedicina da Universidade Feevale.

<sup>3</sup> Doutor em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Campinas. Docente da Universidade Feevale, Brasil.

<sup>4</sup> Doutora em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Docente da Universidade Feevale, Brasil.

urbanas principalmente na região baixa do Rio dos Sinos, a densidade populacional na Bacia é dez vezes maior que a do estado (FIGUEIREDO et al., 2010). No final do trecho médio (Sapiranga e Campo Bom) e no trecho baixo (Novo Hamburgo, São Leopoldo e Esteio) estão as áreas com maior urbanização e industrialização. É a localidade de maior exposição antrópica, já que são produzidas grandes quantidades de resíduos pela população, na forma de resíduos sólidos e esgoto doméstico (com índices irrisórios de tratamento) (DEMIRAKA et al., 2006). Os quatro arroios alvos deste trabalho correm por esta região altamente urbanizada e industrializada. Neles é liberado grande parte do esgoto urbano e têm sua foz no Rio dos Sinos, sendo este o manancial de captação de água para o consumo populacional dos municípios integrantes da BHRS.

O sedimento é o resultado da erosão do solo e por sua partícula elevada, mobilidade e capacidade de retenção de água é sugerido que os sedimentos de rios, lagos e açudes podem atuar como um reservatório de patógenos (WILLIAMSON et al., 2005). A capacidade de acumular compostos faz do sedimento um dos compartimentos de maior importância para avaliar o nível de contaminação de ambientes aquáticos (ALMEIDA & ROCHA, 2006). Os vírus entéricos presentes no solo têm a capacidade de migrar através dessa matriz por meio do sucessivo fenômeno de adsorção-dessorção podendo atingir até águas subterrâneas (WILLIAMSON et al., 2005).

Os vírus entéricos são um grupo heterogêneo de agentes virais associados a infecções e doenças subclínicas em humanos e animais, tais como vírus investigados neste estudo: Adenovírus Humano (HAdV), Adenovírus Bovino (BAV), Adenovírus Canino (CAV), Adenovírus Aviário (AvAdV) e Adenovírus Porcino (PoAdV). Os agentes mencionados acima são caracterizados pela sua estabilidade, tanto no aparelho gastrointestinal como no meio ambiente, e a característica de serem excretados através das fezes de seres humanos e animais podendo resistir como contaminantes do meio ambiente (solo e água) durante longos períodos de tempo (KATAYAMA et al., 2002), além disso, sugere-se que tais vírus são importantes indicadores de contaminação fecal (JIANG et al., 2001; CARDUCCI et al., 2008; KATAYAMA et al., 2008; HUNDESA et al., 2006; DE OLIVEIRA et al., 2012).

## **METODOLOGIA**

Foram realizadas coletas de amostras de água superficial e sedimentos de quatro arroios: Estância Velha/Portão (Estância Velha e Portão), o Schmidt (Campo Bom), o Pampa e o Luiz Rau (Novo Hamburgo), localizados no Vale do Rio dos Sinos, todos estes tem sua foz no próprio Rio dos Sinos. Foram realizadas coletas em 17 pontos diferentes nos arroios



acima citados (cinco pontos no Estância Portão e quatro nos demais), em cada ponto foram realizadas cinco coletas (setembro/2012 a maio/2013) totalizando 85 amostras de cada matriz ambiental. As amostras de água foram coletadas de forma asséptica em frascos de vidro estéreis (0,5 L). As águas foram concentradas usando um método de adsorção-eluição previamente descrito por Katayama et al. (2002) com modificações. De cada amostra de sedimento, 1 g da fração sólida foi diluída em 1 mL de Meio Mínimo Essencial de Eagle (E-MEM, Nutricell; pH 10,5). A solução foi homogeneizada em vortex durante 1 minuto e, posteriormente, centrifugada a 14000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi utilizado para a extração de DNA viral. Os genomas virais presentes em ambas amostras foram extraídos através do kit de extração RTP® DNA/RNA Virus Mini Kit (Invitex). Para a detecção molecular foram realizadas qPCR, para a detecção do HAdV esta foi realizada com os primers VTB2-HAdVcf (5'-GAGACGTACTTCAGCCTGAAT-3') e VTB2-HAdVcr (5'-GATGAACCGCAGCGTCAA-3'), segundo Wolf et al. (2010), e para os demais vírus foi utilizado o primer AdV-F1 (5'-CAGTGGTCGTACATGCACAT-3') e AdV-R1(5'-TCGGTGGTGACGTCGTGG-3'), estes desenvolvidos no laboratório de Microbiologia Molecular da Universidade Feevale.

## RESULTADOS

De acordo com os resultados 87,1% (74/85) das amostras de água resultaram positivas para a presença de HAdV, enquanto em sedimentos foram encontrados 41,2% (35/85). Os demais vírus também foram detectados, os resultados para água e sedimento são respectivamente: AvAdV (23,5% e ausência), CAV (21,2% e 15,3%), BAV (20% e 11,8%) e PoAdV (5,9% e 17,6%). Em relação aos arroios individualmente, foram encontrados os seguintes resultados (% para águas e sedimentos respectivamente): Estância Velha/Portão foram detectados HAdV (84% e 32%), BAV (20% e 16%), CAV (20% em ambas matrizes), AvAdV (32% e ausência nos sedimento) e o PoAdV (ausência na água e 32%); no Luiz Rau detectou-se HAdV (85% e 35%), BAV (20% e ausência), CAV (10% e 25%), AvAdV (15% e ausência) e o PoAdV (10% e 15%); no Pampa detectou-se HAdV (80% e 45%), BAV (30% e 15%), CAV (25% e 10%), AvAdV (25% e ausência) e o PoAdV (10% e 5%); no Schmidt detectou-se HAdV (100% e 50%), BAV (10% e 15%), CAV (30% e 5%), AvAdV (25% e ausência) e o PoAdV (5% e 15%).

## DISCUSSÃO

A presença desses microrganismos no decorrer de todos os córregos demonstrou um grau elevado de contaminação fecal humana e animal em todos os locais. Durante o percurso dos mesmos há lançamentos de esgotos urbanos sem ou quase nenhum tratamento, assim estes córregos acabam sendo contaminados por microrganismos fecais de origem humana, o HAdV encontrado neste estudo é um dos principais agentes etiológicos das gastroenterites em crianças menores de 4 anos (MEHNERT et al. 2001), os valores aqui encontrados são superiores aos detectados em um estudo realizado por Vecchia et al. (2012) na cidade de Porto Alegre (RS), no qual detectou HAdV em 21,43% das amostras hídricas. Além disso, apesar dos municípios possuírem intensa urbanização, há criação de animais como bovinos, suínos e aves em pequenas propriedades, além da presença de animais domésticos como cães e de diferentes espécies de aves que sobrevoam as cidades, todos os dejetos desses animais podem contribuir para a contaminação destes arroios, isso poderia justificar a contaminação fecal de origem animal detectada. O HAdV foi o mais prevalente em ambas matrizes demonstrando o grande impacto ambiental gerado pelo lançamento constante de esgotos domésticos nestes locais.

Observou-se também a presença dos agentes virais nos sedimentos, estes microrganismos associados ao material particulado podem percolar a grandes profundidades podendo atingir águas subterrâneas, afetando o ambiente como um todo e não somente o ponto de contaminação específico (KEELEY et al., 2003). Além disso, o sedimento pode ser ressuspensão na coluna d'água liberando novamente os vírus no corpo hídrico. Esses córregos se caracterizam por solos úmidos, de acordo com Williamson et al. (2005) os vírus persistem por mais tempo em solos úmidos, podendo manter sua infectividade por mais tempo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados demonstram significativa contaminação antrópica e animal desde a nascente até sua foz, sugerindo um grave risco de contaminação dos corpos hídricos da região devido à facilidade de penetração das partículas virais no solo e a possibilidade de retorno a coluna d'água. Durante o percurso desses córregos é despejado grandes quantidades de esgotos elevando a contaminação dos mesmos, e por final deságuam no Rio dos Sinos que é utilizado como fonte de abastecimento hídrico urbano, prejudicando a qualidade do mesmo. Ainda que já tenham sido realizados vários inquéritos sobre a presença contaminantes, não há trabalhos nestas quatro micro bacias em relação à pesquisa de patógenos virais em amostras de água e sedimento. Desta maneira, torna-se importante a avaliação do impacto ambiental nestes quatro córregos.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. A.; ROCHA, O. Estudo comparativo da qualidade dos sedimentos dos reservatórios do Rio Tietê (SP). **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, v. 1, p. 141-145, 2006.
- CARDUCCI, A., et al. 2008. Study of Viral removal efficiency in a urban wastewater treatment plant. **Water Science and Technology**, v. 58, p. 893-897, 2008.
- DEMIRAKA, A., et al. Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscuscephalus* from a stream in southwestern Turkey. **Chemosphere**, v. 63, p. 1451-1458, 2006.
- FIGUEIREDO, J. A. S., et al. The Rio dos Sinos watershed: an economic and social space and its interface with environmental status. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 4, p. 1131-1136, 2010.
- DE OLIVEIRA, L.K., et al. Enteric viruses in water samples from Brazilian dairy farms. **Agricultural Water Management**, v. 111, p. 34-39, 2012.
- HUNDESA, A., et al. Development of a qPCR assay for the quantification of porcine adenoviruses as an MST tool for swine fecal contamination in the environment. **Journal of Virological Methods**, v. 158, p. 130-135, 2009.
- JIANG, S.C., et al. Human Adenoviruses and Coliphages in Urban Runoff- Impacted Coastal Waters of Southern California. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 67, p. 179-184, 2001.
- KATAYAMA, H., et al. Development of a Virus Concentration Method and Its Application to Detection of Enterovirus and Norwalk Virus from Coastal Seawater. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 68, p. 1033-1039, 2002.
- KATAYAMA, H., et al. One-year monthly quantitative survey of noroviruses, enteroviruses, and adenoviruses in wastewater collected from six plants in Japan. **Water Research**, v. 42, p. 1441-1448, 2008.
- KEELEY, A. A., et al. Movement and Longevity of Viruses in the Subsurface. **EPA**, 2003.
- MEHNERT, D. U., et al. Virus: a new parameter for determination of water quality. **Virus Reviews and Research**, v. 6, p. 67, 2001.
- SANTAMARÍA, J.; TORANZOS, G. A. Enteric pathogens and soil: a short review. **International Microbiology**, v. 6, p. 5-9, 2003.
- VECCHIA, A. D., et al. First description of Adenovirus, Enterovirus, Rotavirus and Torque teno virus on water samples collected from the Arroio Dilúvio, Porto Alegre, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** (Impresso), 2012.



VIEIRA, C. B., et al. Detection of enteric viruses in recreational waters of an urban lagoon in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 107, n. 6, p. 778-784, 2012.

WILLIAMSON, K. E., et al. Abundance and Diversity of Viruses in Six Delaware Soils. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, n. 6, p. 3119–3125, 2005.

WOLF, S., et al. Viral multiplex quantitative PCR assays for tracking sources of fecal contamination. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 76, p. 1388–1394, 2010.