

SUMÁRIO

A EXPRESSÃO MUSICAL NA CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL

A GESTÃO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE ADESIVOS SOB A PERSPECTIVA DA PNRS

A REGULAÇÃO DOS RISCOS NA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS

A UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ÁGUA NO BRASIL, PASSA PELA PRIVATIZAÇÃO DA GESTÃO?

ADENOVÍRUS E COLIFORMES TERMOTOLERANTES EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DO ARROIO BELO – CAXIAS DO SUL, RS: ANÁLISES PRELIMINARES

ADENOVÍRUS HUMANO INFECCIOSO EM ÁGUA SUPERFICIAL DE ÁREAS URBANAS DA REGIÃO DO VALE DO RIO DOS SINOS, RS

ADENOVÍRUS HUMANO TIPO 5 ALTERA A EXPRESSÃO GÊNICA CELULAR DE FORMA DOSE-DEPENDENTE

ANÁLISE DA GESTÃO AMBIENTAL DE UMA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS

ANÁLISE DE PRÁTICAS DE GESTÃO AMBIENTAL ADOTADAS POR METALÚRGICAS DO VALE DOS SINOS

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA E SEDIMENTO DO RIO PARANHANA E SUA ASSOCIAÇÃO COM A QUALIDADE AMBIENTAL

ANÁLISE PRELIMINAR DE SERAPILHEIRA EM DOIS FRAGMENTOS DE CAATINGA NO SERTÃO PARAIBANO

APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA (PAR) NO ARROIO CERQUINHA, EM NOVO HAMBURGO/RS.

AUSÊNCIA DE VÍRUS DA HEPATITE E EM AMOSTRAS DE ÁGUA E SEDIMENTOS DE AFLUENTES DO RIO DOS SINOS

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO ARROIO ESTÂNCIA VELHA ATRAVÉS DE APLICAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA E ENSAIO COM LACTUCA SATIVA

AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DOS ESPOROS DE *Cyathea phalerata* (CYATHEACEAE) EM DIFERENTES TEMPERATURAS

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DE DUAS ÁREAS ÚMIDAS DO MUNICÍPIO DE NOVO HAMBURGO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS, UTILIZANDO BIOMONITORAMENTO ATIVO

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE EFLUENTE PROVENIENTE DA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE PAPÉIS EM LACTUCA SATIVA

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE IN VITRO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO TRATADA POR DIFERENTES TECNOLOGIAS

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO E AMBIENTAL DE ARGAMASSAS ÁLCALI-ATIVADAS CONTENDO RESÍDUOS À BASE DE PU/EVA

AVALIAÇÃO DO PROCESSAMENTO MECÂNICO PARA A OBTENÇÃO DE COMPÓSITOS DE RESÍDUOS DE PSEUDOCAULE DE BANANEIRAS E POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS

AVALIAÇÃO ELETROQUÍMICA DE MEMBRANAS CATIÔNICAS E ANIÔNICAS

AVALIAÇÃO *in situ* DA GENOTOXICIDADE DA ÁGUA DE BANHADOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS UTILIZANDO PEIXES COMO BIOINDICADORES

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS: ANÁLISE DAS NORMAS VIGENTES

BIOMARCADORES EM PEIXES NATIVOS DA ESPÉCIE *Bryconamericus iheringii* COLETADOS NO RIO PARANHANA, RS, BRASIL

BIOMONITORAMENTO DA GENOTOXICIDADE DA ÁGUA EM ÁREAS ÚMIDAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

CARACTERIZAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS PRESENTES EM UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES COM O USO DE PLANTAS AQUÁTICAS NO MUNICÍPIO DE NOVO HAMBURGO, RS.

COPROCESSAMENTO: O PANORAMA DE UMA ALTERNATIVA AMBIENTALMENTE ADEQUADA PARA A DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS.

COPROCESSAMENTO: UMA ALTERNATIVA PARA DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

DESENVOLVIMENTO DE CONTRAFORTES A PARTIR DE RESÍDUOS TÊXTEIS E POLIMÉRICOS GERADOS PELA INDÚSTRIA CALÇADISTA E DE COMPONENTES

DESENVOLVIMENTO *IN VITRO* DE *Vriesea incurvata* (BROMELIACEAE) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SACAROSE

DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO DE *Cyathea atrovirens* (LANGSD. & FISCH.) DOMIN (CYATHEACEAE) SOB INFLUÊNCIA DE SAIS MINERAIS E SACAROSE

DETECÇÃO DE ADENOVÍRUS ENTÉRICO HUMANO EM ÁGUAS DE ARROIOS
PERTENCENTES À BACIA DO RIO DOS SINOS/RS

DETECÇÃO DE ADENOVÍRUS HUMANO EM AMOSTRAS DE ÁGUA DECANTADA
E FILTRADA EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO CONVENCIONAL

DIMINUIÇÃO DA ATIVIDADE DE ENZIMAS TIÓLICAS EM TRABALHADORES
EXPOSTOS AO CROMO HEXAVALENTE

EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA PARA IMPLANTAÇÃO DA NBR
ISO 14001/2004

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PERMACULTURA

ENSAIO COMETA EM PEIXES: CONSIDERAÇÕES ACERCA DA PRESERVAÇÃO
DAS AMOSTRAS DE SANGUE EM ESTUDOS IN SITU

EPIFITISMO EM CENTROS URBANOS DA BACIA DO SINOS: RIQUEZA E
COBERTURA DE ESPÉCIES ESTÃO RELACIONADAS COM O GRAU DE
URBANIZAÇÃO?

ESTRATÉGIAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA

GEOTECNOLOGIAS: ZONEAMENTO URBANO AMBIENTAL PARA O MUNICÍPIO
DE NOVO HAMBURGO, RS

GESTÃO AMBIENTAL E SUA CORRELAÇÃO COM A FARMÁCIA HOSPITALAR

GESTÃO AMBIENTAL X DIFERENCIAÇÃO E COMPETITIVIDADE: UM ESTUDO DE
CASO

GESTÃO DE MEDICAMENTOS EM UMA FARMÁCIA DA REGIÃO
METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE: ESTUDO DE CASO

IDENTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA DO RIO DOS SINOS-RS

IMPACTO DAS CONCENTRAÇÕES DE *Escherichia coli* NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DOS SINOS

ISOLAMENTO E CULTIVO PRIMÁRIO DE HEPATÓCITOS DE PEIXES DA ESPÉCIE *Prochilodus Lineatus*: UMA FERRAMENTA PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL

MAPEAMENTO DOS PROJETOS EDUCATIVO-AMBIENTAIS NOS INSTITUTOS FEDERAIS DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA: UM OLHAR SOBRE O PRIMEIRO QUINQUÊNIO DE IMPLANTAÇÃO

METODOLOGIA ANALÍTICA PARA IDENTIFICAÇÃO DE POLUENTES ORGÂNICOS EM SEDIMENTO DO RIO DO SINOS

MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO E DA GENOTOXICIDADE DA ÁGUA DO RIO DOS SINOS NO MUNICÍPIO DE CAMPO BOM/RS

O EFEITO DA HERBIVORIA SOBRE A SOBREVIVÊNCIA E O DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Cattleya intermedia* Graham REINTRODUZIDAS EM FRAGMENTO FLORESTAL

POSICIONAMENTO SOBRE RISCO AMBIENTAL EM UMA INDÚSTRIA QUÍMICA

PRESENÇA DE ADENOVÍRUS HUMANO EM ÁGUA E GASTRÓPODES DE ÁREAS ÚMIDAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS

PRODUÇÃO DE SEPARADORES DE FLUXO PARA SISTEMAS DE ELETRODIÁLISE

REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL DO PROCESSO DE PÓS-CURTIMENTO DE COUROS WET-BLUE, ATRAVÉS DA OTIMIZAÇÃO DO USO DE PRODUTOS QUÍMICOS

REFLEXÕES SOBRE O TERMO SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

REUSO DE EFLUENTES DE CURTUMES NA PRODUÇÃO DE COUROS

SAMAMBAIAS E LICÓFITAS EM UM HECTARE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARQUE NACIONAL DOS APARADOS DA SERRA- RS

SELEÇÃO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DA ECOEFICIÊNCIA DOS INSUMOS UTILIZADOS EM CARDÁPIOS: UM ESTUDO DE CASO

TECNOLOGIA DE GESTÃO SÓCIO AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO COM BANHADOS FLUTUANTES

USO DE *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt var. *purpurea* PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR ATMOSFÉRICO DE ÁREAS URBANAS

VALORIZATION OF CHARs PRODUCED FROM RICE WASTES IN THE REMOVAL OF Cr (III) FROM LIQUID MEDIUM

A EXPRESSÃO MUSICAL NA CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL

Virgílio José Strasburg¹

Alexandre André Feil²

Vanusca Dalosto Jahno³

Palavras-chave: Ambiente. Sustentabilidade. Música.

INTRODUÇÃO

O planeta Terra passa constantemente por intensas transformações, desequilíbrios ecológicos e catástrofes que ameaçam todas as formas de vida (LOVELOCK, 2010; VIEIRA; HENNING, 2012). No entanto, a ação do ser humano tem sido a responsável por devastações e poluição das mais diversas formas.

A crise ambiental do planeta é decorrente da relação entre o modelo social, econômico, político e cultural. A partir da segunda metade do século XX, ocorreu um *boom* econômico sem precedentes, justificado pela busca do aumento dos padrões de vida, em nível global (PISANI, 2006). E, ao mesmo tempo, o impacto ambiental da atividade humana tornou-se evidente (SCHONSLEBEN et al., 2010).

Frente à problemática ambiental, as manifestações artísticas, nas suas mais diversas modalidades podem ser um instrumento de expressão. Para Vieira e Henning (2012) “as artes expressam as características culturais, políticas e sociais de cada época através de suas obras”. Bay (2006, p. 3) destaca que “arte e sociedade são conceitos indissociáveis, uma vez que ambos se originam da relação do homem com seu ambiente natural”.

Neste contexto, esse estudo tem por objetivo apresentar as formas de expressão artísticas do cenário musical do estilo *rock* em relação às questões ambientais.

¹ Mestre em Saúde Coletiva. Docente de graduação em Nutrição na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Doutorando do PPG de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

² Mestre em Ambiente e Desenvolvimento. Docente da UNIVATES. Doutorando do PPG de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

³ Doutora em Ciências da Saúde. Docente do Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

ROCK

O rock ou também chamado de gênero *Rock'n Roll* surgiu nos Estados Unidos da América como um fenômeno cultural do século XX e conquistou o mundo, permanecendo até os dias atuais (VIEIRA; HENNING, 2012). O rock apresenta uma estrutura harmônica simples e teve seu surgimento influenciado por outros estilos musicais como o *folk*, *country*, *blues*, *jazz*, *gospel* e o *rhythm and blues* (R&B). A música *Rock Around The Clock* gravada em 1954 por Bill Halley foi considerado o primeiro grande sucesso (FRIEDLANDER, 2010).

O surgimento do *Rock'n Roll* num contexto social, é uma expressão artística no qual uma juventude reprimida pela guerra clamava por mudanças e sonhava com um mundo melhor através do rompimento com o conservadorismo e padrões comportamentais de uma época (FRIEDLANDER, 2010). Esse mesmo autor destaca que esse estilo musical contribuiu aos jovens um senso de comunidade.

Foucault (2009) destaca que o *rock* tornou-se um modo de vida de uma geração. Sendo um movimento cultural, além das raízes musicais, o *rock* compreendeu “[...] também uma maneira de viver, uma forma de reagir; é todo um conjunto de gostos e atitudes” dentro de um contexto social. “Nunca a música teve tamanha importância para a sociedade, e nenhum tipo de música tem sido tão influente quanto o *Rock'n Roll* [...]” (MUGNAINI Jr., 2007, p.10).

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo transversal descritivo exploratório com busca de materiais sobre a temática de investigação. Foram consultadas base de dados do *Scientific Eletronic (SciELO)* e *Google Acadêmico*. Também foram consultados *sites* especializados em música e o *Youtube* no período de julho de 2015. Utilizou-se como descritores para a pesquisa as palavras: *rock*, sustentabilidade, questões ambientais e meio ambiente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diversos artistas ou bandas têm demonstrado preocupação com questões ambientais. As diferentes formas de manifestação são apresentadas no Quadro 1 que mostra as várias formas com que os artistas e bandas nas mais diversas modalidades de *rock* tem buscado o envolvimento com as questões ambientais. Esse tipo de comportamento caracteriza esses artistas num conceito que Carvalho (2008, p. 65) define como “sujeito ecológico”, que “[...] é

um ideal de ser que condensa a utopia de uma existência ecológica plena, o que também implica uma sociedade plenamente ecológica”. Devido a sua influência com seu público, esses artistas propõe um novo estilo de vida com modos próprios de pensar a si próprios e a sua relação com o mundo onde estão inseridos (CARVALHO, 2008).

Quadro 1 - Artistas e engajamento ambiental

Artista / Banda	Ação
Bono (U2)	Criação de uma marca de roupas produzida com algodão orgânico; adota o conceito de comércio justo.
Coldplay	A banda é patrona da organização <i>ClientEarth</i> , que trabalha através da advocacia para garantir que as leis ambientais sejam cumpridas. Contrataram, em 2002, uma empresa para plantar 10 mil árvores na Índia para neutralizar as emissões de CO ₂ geradas com a produção e distribuição de seus CDs.
Dave Matthews Band	Investem em ONGs e instituições que promovem a sustentabilidade; parceria com a ONG <i>Filter For Good</i> , que incentiva o público a levar sua própria garrafa de água aos shows, reduzindo o consumo de garrafas PET.
Green Day	Apoiadores da ONG <i>Natural Resources Defence Council</i> . Em vídeos no <i>Youtube</i> manifestam apoio às causas verdes e às políticas energéticas inteligentes.
Linkin Park	Fundaram a ONG <i>Music For Relief</i> (2004), que consola de catástrofes naturais. A banda apóia desde 2011 a iniciativa Energia Sustentável para Todos (ONU), que tem como objetivo garantir o acesso universal à energia até 2030. Utilizam biodiesel, veículos híbridos e elétricos durante as turnês e revertem parte da renda arrecadada nos <i>shows</i> para o plantio de árvores.
Neil Young	Organiza o <i>show</i> beneficente <i>Farm Aid</i> , que é uma organização que trabalha para desenvolver a agricultura familiar. Em turnês Young utiliza óleo biodiesel nos veículos da banda. Seu último álbum " <i>The Monsanto Years</i> " (2015), faz uma crítica contra uma empresa multinacional de agricultura, acusada de praticar táticas monopolistas como a produção de sementes geneticamente modificadas.
Paul McCartney	O ex-Beatle é vegetariano e lançou no Reino Unido a campanha " <i>Meat Free Monday</i> " em que sugere que as pessoas não comam carne ao menos uma vez por semana. O objetivo da campanha é o de reduzir uma parte dos 18% de emissões globais de CO ₂ da qual a pecuária é responsável.
Pearl Jam	A banda faz doações para grupos focados nas alterações climáticas e em outras preocupações ambientais. Receberam o prêmio <i>Planet Defender</i> em 2011 pela organização filantrópica norte-americana de proteção ambiental <i>Rock the Earth</i> .
Radiohead	Apoiam a campanha <i>Friends of the Earth's Big Ask</i> , que pressiona o governo inglês a adotar medidas para conter o aquecimento global. Os músicos incentivaram mais de um milhão de pessoas a assinarem uma petição <i>on line</i> chamada " <i>Stop Global Warming</i> ".

	Thom Yorke (vocalista) é vegetariano e em dezembro/2015 participará do <i>show Pathway to Paris</i> , um espetáculo pela conscientização por iniciativas pela preservação climática no planeta.
Sting	Ao longo de sua carreira, lançou vários álbuns que trataram do descaso humano com a natureza, a exploração da mão de obra infantil, as consequências dos conflitos e a apatia perante as mudanças climáticas. Apoiou o movimento indígena que questionou a construção da hidrelétrica Belo Monte, no Pará (2012).

Fonte: elaborado pelos autores. Base de informações: whiplash.net; rollingstone.uol.com.br; g1.globo.com; exame.abril.com.br

Nos anos de 1950 e 1960 as músicas de *rock* tinham um cunho crítico contra a guerra do Vietnã, a liberdade, o sexo, as drogas e as críticas sociais. A partir da década de 1980 surgem importantes festivais de *rock* com finalidades mais específicas. O *Live Aid* realizado no ano de 1985, teve como propósito arrecadar alimentos para a fome na Etiópia (VIEIRA; HENNING, 2012). Num contexto mais atual existe a preocupação também com as questões ambientais, como o festival Rock in Rio que desenvolve ações como o “Plano de Sustentabilidade” na organização dos eventos (ROCK IN RIO, 2013).

A manifestação de preocupação com temas ambientais são expressos também no conteúdo das letras de músicas e na produção de videoclipes. Como exemplos podem ser citadas as músicas: “*A beautiful lie*” (30 Seconds to Mars); “*Breaking the habit*” e “*What I’ve done*” (Linkin Park); “*Beds are burning*” (Midnight Oil); “*Do the evolution*” e “*Amongst the waves*”(Pearl Jam); “*Take it back*” (Pink Floyd); e “*Fake plastic trees*” (Radiohead) (GREENNATION.COM.BR; YOUTUBE.COM.BR;). Os conteúdos dessas músicas abordam questões como aquecimento global, descaso com o meio ambiente, desastres ambientais e hábitos insustentáveis de consumo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As formas de manifestações desde a década de 1980 na preservação e conservação do meio ambiente é crescente em número de atores e caminhos para conscientizar a sociedade. A expressão de fatos que atormentam (guerras, drogas, entre outros) a sociedade por meio da música pode ser identificada como marco histórico. Neste sentido, a aderência de bandas musicais, em especial, de rock na atualidade pela conservação, preservação, restauração do meio ambiente é uma tradução clara da dimensão do problema que representa.

Entende-se que as letras musicais e atitudes de bandas frente à questão ambiental auxiliam na conscientização através de repetições dos meios de mídia, atingindo assim, um maior número possível de pessoas.

REFERÊNCIAS

A BEAUTIFUL LIE. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=4Kvd-uquuhI> >. Acesso em: 16.07.2015.

AMONGST THE WAVES. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=vMfkiAs1X1Q> >. Acesso em: 17.07.2015

BAY, D. M. D. Arte & Sociedade: Pinceladas num tema insólito. *Cadernos de pesquisa interdisciplinar em ciências humanas*, n. 78, 2006.

BEDS ARE BURNING. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=ejorQVy3m8E> >. Acesso em: 16.07.2015

BREAKING THE HABIT. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=v2H4I9RpkwM> >. Acesso em: 17.07.2015
CARVALHO, I. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. Ed. São Paulo: Cortez, 2008.

CLIPES AMBIENTAIS. Disponível em: < <http://www.greennation.com.br/pt/dica/159/Webmaster/Clipes-Ambientais> >. Acesso em: 17.07.2015.

DO THE EVOLUTION. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=aDaOgu2CQtI> >. Acesso em: 17.07.2015

EDINGTON, I. **Os roqueiros mais engajados do planeta**. Disponível em: < <http://exame.abril.com.br/rede-de-blogs/blog-do-management/2012/07/16/os-roqueiros-mais-engajados-do-planeta/> >. Acesso em: 18.07.2015.

FAKE PLASTIC TREES. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=m6GzWvMrWTA> >. Acesso em: 19.07.2015.

FOUCAULT, M.. **Estética: Literatura e Pintura, Música e Cinema**. Rio de Janeiro: Ed. Forense Universitária, 2009.

FRIEDLANDER, P. **Rock and Roll: uma história social**. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2010.

JUNIOR, N. **Midnight Oil: música utilizada em campanha ambientalista**. Disponível em: < http://whiplash.net/materias/news_868/099371-midnightoil.html#ixzz3g477tfzH >. Acesso em: 18.07.2015

LOVELOCK, J. **Gaia: Alerta Final**. Intrínseca, 2010.

MUGNAINI Jr., A.. **Breve História do Rock**. São Paulo: Ed. Claridade Ltda, 2007.

PEARL JAM RECEBE PRÊMIO NOS EUA POR ATIVISMO ECOLÓGICO. Disponível em: < <http://g1.globo.com/pop-arte/noticia/2011/04/pearl-jam-recebe-premio-por-ativismo-ecologico-nos-eua.html> >. Acesso em: 17.07.2015.

PISANI, J. A. Sustainable development – historical roots of the concept. **Environmental Sciences**, v. 3, n. 2, p. 83-96, 2006.

ROCK IN RIO. **Plano de Sustentabilidade**. 2013. Disponível em: <http://rockinrio.com/rio/wp-content/uploads/sites/2/2013/08/2013-Plano-de-Sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 14.07.2015.

SCHONSLEBEN, P. et al. The changing concept of sustainability and economic opportunities forenergy-intensive industries. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 59, p. 477–480, 2010.

TAKE IT BACK. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=ip7gzkG4Bms> >. Acesso em: 18.07.2015.

TESTA, R. **Linkin Park: parceria com o Rock in Rio por uma grande causa**. Disponível em: < http://whiplash.net/materias/news_804/221153-linkinpark.html#ixzz3g48IwJDK >. Acesso em: 18.07.2015.

THOM YORKE, PATTI SMITH E FLEA ESTARÃO EM FESTIVAL POR CONSCIENTIZAÇÃO DO AQUECIMENTO GLOBAL. Disponível em: < <http://rollingstone.uol.com.br/noticia/thom-yorke-patti-smith-e-flea-estarao-em-festival-por-conscientizacao-do-aquecimento-global/> >. Acesso em: 17.07.2015.

VIEIRA, V.T.; HENNING, P.C. Atravessamentos culturais e crise ambiental na atualidade: modos ecológicos de vida no rock'n roll. **Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.**, v. 28, n.1, p. 434-448, 2012.

WHAT I'VE DONE. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=8sgycukafqQ> >. Acesso em> 16.07.2015

WILLIAM, B. **Neil Young: ouça novo disco, "The Monsanto Years"**. Disponível em: < http://whiplash.net/materias/news_802/225560-neilyoung.html#ixzz3es0v3Uov >. Acesso em: 19.07.2015

A GESTÃO DE RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE ADESIVOS SOB A PERSPECTIVA DA PNRS

Me. Isabel Valério González¹

Dra. Haide Maria Hupffer²

Dra. Vanusca Dalosto Jahno³

Palavras-chave: Adesivo. Ciclo de vida do produto. Gestão ambiental preventiva. Política nacional de resíduos sólidos. Responsabilidade compartilhada.

INTRODUÇÃO

A Lei 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) contribuindo decisivamente para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados pelo setor produtivo, alterando a gestão ambiental dentro das empresas. Entretanto, a evolução tecnológica, por sua inerente complexidade, traz riscos abstratos ao meio ambiente e à saúde. São elementos químicos, físicos e biológicos que são utilizados em atividades tais como a biotecnologia, indústria química, radiações eletromagnéticas, que não são visíveis a olho nu e cujos riscos e danos futuros ambientais ainda são incertos. Visando a diminuição de impactos ambientais a PNRS adota como um de seus principais fundamentos o Princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida do Produto. As ações decorrentes deste princípio se traduzem na adoção de práticas de gestão ambiental preventiva pelo setor produtivo com o intuito de minimizar estes riscos.

A região do Vale do Sinos é notória por suas indústrias calçadistas. Corolário do desenvolvimento destas é o surgimento de fornecedores regionais de insumos para a fabricação de calçados. A produção de alguns destes insumos como o couro são alvo de extensa pesquisa científica devido à visibilidade e notória periculosidade para o desenvolvimento sustentável. Outros, como as indústrias de adesivos, não possuem o mesmo destaque, por não ser o principal componente da indústria calçadista e por se tratar de produto que se torna “invisível” após sua aplicação, apesar de sua fabricação representar um risco

¹ Mestre em Qualidade Ambiental/Feevale e em American Law/Wake Forest University, Especialista em Direito da Economia e da Empresa/FGV, Pesquisadora/PPG Qualidade Ambiental/ Feevale.

² Doutora em Direito/Unisinos, Docente do PPG em Qualidade Ambiental/ Feevale.

³ Doutora em Ciências da Saúde/PUCRS, Docente do PPG em Qualidade Ambiental/Feevale.

significativo para a qualidade ambiental. Os adesivos também possuem destaque na indústria química devido a ampla aplicabilidade como indústria moveleira, automobilística e aeroespacial, fabricação de embalagens, construção civil, e até mesmo na medicina, com a nanotecnologia em adesivos cirúrgicos utilizados para substituir suturas convencionais na pele humana (OLIVEIRA et al., 2010).

O presente estudo propõe uma análise das práticas de gestão ambiental preventiva adotada pelas duas principais fabricantes de adesivos da região – ambas as empresas de grande porte e com destaque internacional –, através da realização de entrevistas sob a ótica da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto adesivo trazida pela PNRS. O intuito é averiguar a efetividade das práticas adotadas e a efetividade da PNRS em vista da característica peculiar dos adesivos com relação ao produto para o qual se destina, uma vez que o adesivo passa a integrar tal produto, configurando assim um risco abstrato para o meio ambiente caso não haja a devida destinação final.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O processo de industrialização é indissociável do processo de produção de riscos. O desenvolvimento tecnológico e científico traz como consequência a exposição da humanidade a riscos e contaminações nunca antes observados (BECK, 2010). Riscos são sempre acontecimentos futuros, por isto a relevância da tutela do Estado a fim de garantir o direito constitucional a um “meio ambiente ecologicamente equilibrado [...] essencial à qualidade de vida [...] das presentes e futuras gerações” (CF, 1988). Nesta linha, Milaré e Antunes destacam a relevância e complexidade da responsabilização ambiental instituída pela PNRS através da inclusão de todas as partes envolvidas no processo produtivo e de consumo do produto (MILARÉ, 2013; ANTUNES, 2014).

No caso dos adesivos, há a peculiaridade de que passam a integrar o produto final, tornando de fundamental importância a definição do ciclo de vida do produto. A matéria é tecnicamente complexa e extremamente abrangente, pois envolve a elaboração sintética de substâncias produzidas em laboratórios e que não possuem “contrapartes” na natureza (CARSON, 1962, p. 17), englobando ainda (num conceito mais moderno) todo o fluxo de materiais e energia envolvidos em todas as etapas de fabricação do produto e sua distribuição. Assim, devem ser consideradas as etapas de extração da matéria-prima, transporte para fabricação, produção, transporte de distribuição, uso, fim de vida e embalagem (EC, 2010). Portanto, é imprescindível incorporar a análise de ciclo de vida dos produtos aos processos de gestão ambiental preventiva a fim de “minimizar o impacto ambiental da inserção do bem no

mercado”, bem como considerar, desde a concepção de um produto, os materiais a serem utilizados, volume destes, forma de consumo, durabilidade e embalagens com base nas diretrizes de “não geração, redução, reutilização, reciclagem e disposição final adequada” (PINZ, 2012).

METODOLOGIA

Sob o ponto de vista dos seus objetivos a pesquisa é exploratória e descritiva com utilização do método indutivo. Trata-se de pesquisa qualitativa realizada através de entrevistas semi-estruturadas com os gestores da área ambiental das duas maiores fabricantes de adesivos da região do Vale do Sinos. Além das entrevistas, foi realizada pesquisa bibliográfica e documental nos sites das empresas e em documentos disponibilizados, tais como relatórios de sustentabilidade e contratos com fornecedores.

RESULTADOS

Inicialmente foi possível identificar diversas práticas de gestão ambiental preventiva adotadas pelas empresas, tais como: reaproveitamento de material e resíduos na produção ou em outras áreas da fábrica, adoção de tecnologias mais limpas como a crescente fabricação de adesivos à base de água e *hot melts* ao invés de base solvente, e utilização de práticas de SGA.

No entanto, as indústrias ainda carecem de um planejamento para adoção de medidas de redução de consumo de matéria-prima como petróleo, borracha, água, bem como energia elétrica. A logística reversa, reciclagem e disposição final ambientalmente correta dos produtos que contenham adesivos foram constatadas como pontos principais a serem implementados pelas indústrias em vista da peculiaridade do adesivo ao integrar o produto para o qual se destina e do conseqüente risco abstrato de um futuro dano quando da destinação final deste produto, seja um calçado, um sofá ou um carro.

No que se refere à questão contratual, as ações de gestão ambiental preventiva são incipientes limitando-se à inclusão de cláusulas de *compliance* ambiental apenas em vista da exigência para certificação ambiental das indústrias. O nível de exigência com relação aos fornecedores e clientes também se limita aos padrões de certificação.

DISCUSSÃO

Hauschild *et al.*(2013), destacam que ainda não há um consenso com relação à padronização dos métodos de avaliação do ciclo de vida dos produtos, haja vista a variedade de métodos de avaliações e de produtos existentes no mercado. No Brasil, devido às

exigências da legislação ambiental o enfoque dos estudos e processos do ciclo de vida dos produtos se dá, prioritariamente, com relação ao impacto ambiental, como relatam Willers e Rodrigues (2014). Um dos principais instrumentos para a concretização da gestão ambiental e prevenção de resíduos é a responsabilidade pós-consumo que pode ser considerada como “ferramenta de conciliação entre o desenvolvimento e a preservação do meio ambiente” e que apenas mediante a responsabilização civil será possível tratar o “ciclo de vida do resíduo do berço ao berço” (SALDANHA, 2012).

O risco e seu gerenciamento são prioritários na definição de responsabilidades e adoção de medidas preventivas efetivas (CARVALHO, 2012). Para tanto, imprescindível a definição de conceitos amplos e objetivos de responsabilidade como os trazidos pela PNRS. O princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto traz um alargamento da responsabilidade segundo o qual “todo e qualquer risco conexo ao empreendimento deverá ser integralmente internalizado pelo processo produtivo” (STEIGLEDER, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para se obter de fato uma destinação final adequada de resíduos, como pretende a PNRS, é imprescindível que haja uma avaliação mais abrangente da composição dos produtos e do seu ciclo de vida, através de uma visão global e transdisciplinar, envolvendo toda a cadeia produtiva e consumeirista, sem a qual a sociedade permanecerá refém da insegurança ambiental devido aos riscos abstratos. Assim, sem uma gestão holística do risco ambiental não há como se vislumbrar o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Paulo Bessa. **Direito ambiental**. 16. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

BECK, ULRICH. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. Traduzido por Sebastião Nascimento. São Paulo: ed. 34, 2010.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**.

_____. **Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Disponível em <

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em 01/08/2015.

CARSON, Rachel. *Silent Spring*, Nova Iorque: Houghton Mifflin Company, 1962.

CARVALHO, Délton Winter de. A genealogia do ilícito civil e a formação de uma regulação de risco pela responsabilidade civil ambiental. **Revista de Direito Ambiental**, vol. 65. P. 83-99. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012.

EC - European Comission. **Life cycle thinking and assessment for waste management**. Disponível em: <<http://bookshop.europa.eu/en/life-cycle-thinking-and-assessment-for-waste-management-pbKH3109260/>> Acesso em 05/08/2015.

HAUSCHILD, Michael Z; et al. *Identifying best existing practice for characterization modeling in life cycle impact assessment*. **International Journal of Life Cycle Assessment**. 18,3, 683-697. Mar. 2013.

LEITE, José Rubens Morato; BELCHIOR, Germana Parente Neiva. Dano Ambiental na Sociedade de Risco: uma visão introdutória. In. LEITE, José Rubens Morato (Coord.); FERREIRA, Heline Sivini; FERREIRA, Maria Leonor Paes Cavalcanti (Org.). **Dano Ambiental na Sociedade de Risco**. São Paulo: Saraiva, 2012.

MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 8. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013.

OLIVEIRA, Chreichi Lopes de et al . Utilização de adesivos de cianoacrilatos em suturas de pele. **Rev. Bras. Cir. Plást. (Impr.)**, São Paulo, v. 25, n. 3, Setembro de 2010.

PINZ, Greice Moreira. A responsabilidade ambiental pós-consumo e sua concretização na jurisprudência brasileira. **Revista de Direito Ambiental**, vol. 65. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012.

PIZZI, A.; MITTAL, K.I. **Handbook of Adhesive Technology**. New York: Marcel Dekker, 2003.

SALDANHA, Pedro Mallmann. Logística reversa: Instrumento de solução para a problemática dos resíduos sólidos em face da gestão ambiental. **Revista de Direito Ambiental**, vol. 65. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012.

STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Responsabilidade Civil Ambiental – As dimensões do dano ambiental no Direito Brasileiro**. 2. ed. rev., atual. e ampl.. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2011.

WINDHAM-BELLORD, Karen Alvarenga; BRANDÃO E SOUZA, Pedro. O Caminho de Volta, Responsabilidade Compartilhada e Logística Reversa. **Revista de Direito Ambiental**, vol. 63. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011.

WILLERS, Camila Daniele; RODRIGUES, Luciano Brito; SILVA, Cristiano Alves da. **Life cycle assessment in Brazil: a research in the major national bases scientific**. **Prod.** São Paulo, v. 23, n. 2, jun. 2013.

A REGULAÇÃO DOS RISCOS NA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS

Me. Isabel Valério González¹

Dra. Haide Maria Hupffer²

Dra. Vanusca Dalosto Jahno³

Palavras-chave: Cosméticos. Riscos. OMS. Regulação. Princípio da precaução.

INTRODUÇÃO

O direito à saúde é direito humano fundamental de inquestionável relevância para a vida digna do ser humano. A evolução deste preceito está intimamente ligada ao direito ambiental e ao conceito de desenvolvimento sustentável. A primeira posituação do direito à saúde na esfera internacional foi na Declaração Universal da ONU em 1948. No Brasil coube à atual Constituição reconhecer expressamente este direito. Uma das principais características da promoção do direito à saúde é a prevenção, premissa que se relaciona diretamente com a hermenêutica do direito ambiental através do Princípio da Prevenção e da Precaução. Estes conceitos são ferramentas essenciais para a garantia da qualidade de vida, sobretudo diante do notório vácuo entre o desenvolvimento científico e a adoção de normas preventivas.

A saúde humana está atrelada aos inúmeros fatores que afetam seu entorno, sejam eles físicos, químicos, biológicos ou sociais. São diversos os produtos consumidos pelo ser humano diariamente dentre os quais estão os cosméticos, que são produtos de higiene e beleza necessários à vida diária da sociedade moderna tais como: pasta de dentes, xampus, cremes hidratantes, pomadas, desodorantes, esmaltes, batons, dentre outros. Na fabricação destes produtos são utilizadas substâncias químicas que podem representar risco para a saúde humana. A fim de tutelar o direito a saúde a OMS realiza, através da IARC, estudos interdisciplinares sobre os efeitos de variados tipos de componentes físicos, químicos e biológicos, e publica monografias das avaliações de pesquisadores para servir de suporte às agências nacionais de cada país na prevenção da exposição da sociedade a agentes carcinogênicos. A classificação do produto pela IARC indica sua carcinogenicidade para humanos como: carcinogênicos; provavelmente carcinogênicos; possivelmente

¹ Mestre em Qualidade Ambiental/Feevale e em American Law/Wake Forest University, Especialista em Direito da Economia e da Empresa/FGV, Pesquisadora/PPG Qualidade Ambiental/ Feevale.

² Doutora em Direito/Unisinos, Docente do PPG em Qualidade Ambiental/ Feevale.

³ Doutora em Ciências da Saúde/PUCRS, Docente do PPG em Qualidade Ambiental/Feevale.

carcinogênicos; não classificável quanto à carcinogenicidade; provavelmente não carcinogênicos, cabe aos agentes reguladores locais tutelar o uso destes componentes. A Comissão da União Européia possui também um grupo que regula saúde e alimentos cujas exigências são notoriamente as mais restritivas do mundo com relação à saúde.

O presente estudo visa analisar as medidas adotadas pela legislação nacional para regulação do uso de componentes de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, traçando um comparativo com a classificação da IARC e da União Européia. Por fim, será feita uma análise crítica, com fulcro no Princípio da Precaução, sobre a necessidade de cautela, avaliação dos riscos e tutela de alguns componentes usados atualmente pelas indústrias de cosméticos e que, por sua incipiência, ainda não foram classificados pela IARC como os nanomateriais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A saúde é dever precípua do Estado, cabendo a ele a tutela deste direito conforme disposto no art. 196 da Constituição Federal (SARLET, 2007). Portanto, deve o Estado valer-se de todos os recursos possíveis para garantir uma vida saudável a todos. Ao definir *saúde ambiental* a OMS inclui a “prática de valorar, corrigir, controlar e evitar aqueles fatores do meio ambiente que, potencialmente, possam prejudicar a saúde de gerações atuais e futuras” (OMS, 1993).

Segundo Engelmann, o Princípio da Precaução é o exercício do cuidado realizado quando os riscos ambientais forem desconhecidos. Já frente ao Princípio da Prevenção, a prática do “cuidado” se dá “quando parcela dos riscos já forem minimamente conhecidos”. De qualquer forma, “o cuidado com o ser humano e seu escopo fundamental é inegociável” e este despertar para o cuidado não pode ser apenas uma preocupação de um Estado tutelador, “mas o norte que atinge a todos os habitantes do Planeta Terra, pois todos são responsáveis e destinatários do ‘cuidado’ a fim de assegurar a humanidade de cada ser humano” (ENGELMANN, 2010).

Tem-se um axioma segundo o qual “a gestão ambiental empresarial, na realidade, trata da concretização, bem como materialização da função socioambiental da atividade econômica” (SALDANHA, 2012), visando à garantia da sobrevivência humana na terra (JONAS, 2006). Aragão refere que um dos principais objetivos do direito ecológico é o dever de “não causar extinções ou aniquilações antropogênicas”, sendo de suma importância a adoção de instrumentos ecológicos sustentáveis (ARAGÃO, 2006).

No caso dos cosméticos há o agravante do *risco abstrato* e do *dano futuro* (BECK, 1998), uma vez que os efeitos das substâncias carcinogênicos não são imediatos. Os riscos abstratos carregam em si potenciais de autodestruição civilizatória que escapam à percepção humana imediata, desencadeando danos invisíveis que levam a situações sociais de ameaça. O conhecimento sobre riscos e seus efeitos na saúde humana e no meio ambiente adquire uma nova relevância política, visto que os intrincados caminhos de seus efeitos nocivos são incalculáveis, imprevisíveis e de alcance mundial. Consequentemente, a “esfera pública e a política passam a reger a intimidade do gerenciamento empresarial” e na responsabilização pelos danos e riscos resultantes da atividade. A prevenção de riscos e seu manejo reorganizam o poder e a responsabilidade (BECK, 2010).

METODOLOGIA

O estudo utiliza o método dedutivo e comparativo, através de uma abordagem qualitativa realizada através de pesquisa bibliográfica de legislação, sites governamentais e das agências reguladoras das indústrias fabricantes de cosméticos, bem como das informações disponibilizadas pela IARC, relatórios de sustentabilidade e sites oficiais das indústrias e de estudos sobre os temas e materiais envolvidos na pesquisa. A pesquisa será, portanto, exploratória e descritiva.

RESULTADOS

Na esfera nacional a ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária regulamenta a utilização de componentes de “produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes” através de diversas resoluções. Da análise destas resoluções, sobretudo da Resolução nº 79/2000 e do cotejo desta com a classificação da IARC e da União Européia referente às substâncias como formaldeído, dioxano, parabenos e ftalatos, foi possível observar que a normatização brasileira ainda é leniente com relação à utilização destas substâncias. Isto porque, apesar da evidência de diversos estudos e a classificação condenatória seja da IARC, seja da União Européia, o Brasil ainda não adota uma postura de efetiva prevenção visando minimizar os riscos abstratos evidenciados com a adoção de medidas mais restritivas.

DISCUSSÃO

A incerteza científica em que estão imersos os riscos abstratos do processo produtivo é agravada pelo fato do Estado e de uma parcela de empresas utilizarem “meios e instrumentos

para ocultar as origens e os efeitos do risco ecológico, com o objetivo de diminuir suas consequências, ou melhor, com o fim de transmitir para a sociedade uma falsa ideia de que o risco ecológico está controlado” (LEITE; BELCHIOR, 2012) ou será controlado quando da aprovação de novas tecnologias ou realização de novas constatações científicas. O mais grave é que o risco abstrato, pela sua invisibilidade e imprevisibilidade, tem potencial de atingir as gerações presentes e futuras, em uma escala temporal e espacial inimaginável e de difícil determinação pelo conhecimento humano (LEITE; AYALA, 2004). Daí a necessidade de o Estado agir de forma preventiva quanto a tutela da saúde humana diante das incertezas tecnológicas, não podendo a humanidade ficar a mercê da comunidade econômica/científica.

Engelmann, Flores e Weyermüller (2010) ao abordar os marcos regulatórios de direito ambiental diante das nanotecnologias, destacam que, havendo atividades cujos riscos são desconhecidos ou incertos para a garantia de uma vida saudável, o princípio da precaução passa necessariamente a ser considerado como direito fundamental para a ”manutenção da vida digna, segura e saudável”. Portanto, da necessidade de garantia deste direito fundamental surge a inegável “vinculação da geração atual em prol das gerações futuras, inclusive de modo a ensejar a limitação de direitos fundamentais dos integrantes da geração presente”, como mencionam Sarlet e Fensterseifer (2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resta evidenciado que existem ferramentas que comprovam o risco para a saúde destas substâncias, dando suporte para que o Poder Público, com fulcro no direito constitucionalmente garantido à qualidade de vida e saúde, proíba ou restrinja mais efetivamente a utilização destas substâncias em produtos tão relevantes para o dia-a-dia da população.

REFERÊNCIAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 79, de 28 de agosto de 2000.

ARAGÃO, Maria Alexandra de Sousa. **O princípio do nível elevado de protecção e a renovação ecológica do direito do ambiente e dos resíduos**. Coimbra: Almedina, 2006.
BECK, Ulrich. *La sociedad del riesgo - hacia una nueva modernidad*. Tradución de Jorge Navarro, Daniel Jiménez e Maria Rosa Borrás. Barcelona: Paidós, 1998.

BECK, ULRICH. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade.** Traduzido por Sebastião Nascimento. São Paulo: ed. 34, 2010.

EC –European Commission. Health and Consumers. CosIng. **List of substances which cosmetic products must not contain except subject to the restrictions and conditions laid down.** Disponível em <http://ec.europa.eu/consumers/cosmetics/cosing/index.cfm?fuseaction=search.results&annex_v1=III&search> Acesso em 08/08/2015.

ENGELMANN, Wilson. Direitos bio-humano-éticos: os humanos buscando “direitos” para proteger-se dos avanços e riscos (desconhecidos) das nanotecnologias. In: **XIX Encontro Nacional do CONPEDI Fortaleza, 09 a 12 de Junho de 2010. Anais...** Fortaleza, 2010. Disponível em: <<http://www.conpedi.org.br/manaus/arquivos/anais/fortaleza/3400.pdf>> . Acesso 01/08/2015.

ENGELMANN, Wilson; FLORES, André Stringhi; WEYERMÜLLER, André Rafael. **Nanotecnologias, Marcos Regulatórios e Direito Ambiental.** Curitiba: Editora Honoris Causa, 2010, p. 130.

JONAS, HANS. **O Princípio Responsabilidade: ensaio de uma ética para civilização tecnológica.** Traduzido por Marijane Lisboa e Luiz Barros Montez. Rio de Janeiro: Contraponto; Ed.PUC-Rio, 2006.

KRIEBEL, David; *et al.* The precautionary principle in environmental science. **Environmental Health Perspectives**, vol. 109, num. 9, Setembro, 2001. p. 875. Disponível em <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1240435/pdf/ehp0109-000871.pdf>>. Acesso em 01/18/2015.

LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patrick de Araújo. **Direito ambiental na sociedade de risco.** Rio de Janeiro: Forense, 2004.

LEITE, José Rubens Morato; BELCHIOR, Germana Parente Neiva. Dano Ambiental na Sociedade de Risco: uma visão introdutória. In. LEITE, José Rubens Morato (Coord.); FERREIRA, Helene Sivini; FERREIRA, Maria Leonor Paes Cavalcanti (Org.). **Dano Ambiental na Sociedade de Risco.** São Paulo: Saraiva, 2012.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans.** Disponível em:<<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/>. Acesso em 06/08/2015.

ONU – Organização das Nações Unidas. Declaração Universal dos Direitos Humanos. 1948. Disponível em <<http://www.dudh.org.br/wp-content/uploads/2014/12/dudh.pdf>> Acesso em 07/08/2015.

SALDANHA, Pedro Mallmann. Logística reversa: Instrumento de solução para a problemática dos resíduos sólidos em face da gestão ambiental. **Revista de Direito Ambiental**, vol. 65. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012.

SARLET, Ingo Wolfgang; FENSTERSEIFER, Thiago. Direito constitucional ambiental: constituição, direitos fundamentais e proteção do ambiente. 2. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2012.

A UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ÁGUA NO BRASIL, PASSA PELA PRIVATIZAÇÃO DA GESTÃO?

Iara Regina Chaves¹

Haide Maria Hupffer²

Palavras-chave: Água. Privatização. Recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

A água é um fator essencial para assegurar o direito humano universal a “um nível de vida suficiente para [...]a saúde e o bem-estar” (Artigo 25 da Declaração Universal dos Direitos Humanos)

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), três milhões de pessoas não têm acesso à água corrente e outros dois milhões vivem em áreas com escassez desse elemento indispensável. A água potável e o saneamento adequado são fundamentais para a redução da pobreza, para o desenvolvimento sustentável e para os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (UNW-DPAC, 2014 e 2015).

O objetivo deste trabalho é abordar a questão da gestão da água, principalmente, à universalização do acesso a população a esse serviço básico e essencial. Para fazer a análise, partiremos da seguinte questão: o marco regulatório do setor de saneamento básico é suficiente para permitir a expansão dos serviços e sua consequente universalização? Inicialmente, será apresentada uma breve perspectiva em relação A experiência histórica Internacional e no Brasil em gestão do saneamento. Na Seção 3, será apresentado O regime tarifário e regulação no Brasil será exposto de forma a fundamentar a análise, destacando as tradições de regulação, e as características da regulação no setor de saneamento. Na Seção 4 será apresentado a Legislação Brasileira de Recursos Hídricos. Em seguida, serão feitas algumas considerações finais, ponderando alguns pontos interessantes para discussão futura, baseados no que foi discutido no presente trabalho.

¹ Doutoranda em Qualidade Ambiental, FEEVALE, Mestre em Economia do Desenvolvimento Regional, PUC-RS. iara.chaves@ig.com.br

² Graduada em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Mestre em Direito (Unisinos). Doutora em Direito (Unisinos). Atualmente, é professora e pesquisadora no Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale. Líder do Grupo de Pesquisa Direito, Economia e Desenvolvimento e Linha de Pesquisa Direito Ambiental e Desenvolvimento. Coordenadora do Curso de Graduação em Direito da Universidade Feevale.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A EXPERIÊNCIA HISTÓRICA INTERNACIONAL E NO BRASIL EM GESTÃO DO SANEAMENTO

As pequenas empresas distribuidoras atuam no Brasil desde o Brasil Colônia, quando entregavam, ainda em carroças, a água vendida em cântaros ou em pequenos tanques aos compradores (ROCHA, 1997). Hoje ainda é possível verificarmos este tipo de comércio de entrega de água em galões mesmo em grandes cidades, especialmente em localidades em que pesam dúvidas sobre a qualidade da água distribuída em redes.

Um dos grandes desafios da gestão do saneamento está na descentralização do controle pelo Estado, por se tratar de um monopólio natural.

A maioria dos setores considerados de 'utilidade pública' usufrui o privilégio de receber concessões e garantias monopolísticas do governo, pois são considerados "monopólios naturais" (RICHARD, 1990).

Para Randall (1987) os serviços tipicamente providos por agências públicas ou regulados pelo estado possuem essas características de monopólio natural, assim, quando a máxima eficiência produtiva exige a presença de um produtor único o Governo deve garantir que empresas não utilizem seu poder monopolista tanto para gerar lucros excessivos, quanto para restringir quantidade e qualidade dos serviços providos.

No fim da década de 1980, houve uma tendência ao ingresso de capitais estrangeiros privados. As empresas francesas Suez e Veolia se tornaram líderes mundiais no setor e expandiram as suas ações, tornando-se empresas multisserviços que atuavam em diversos países. (MADEIRA, 2010).

A Inglaterra e a França são paradigmas de duas formas alternativas de operação e de regulação do sistema de saneamento que ficaram conhecidas como "modelo inglês" e "modelo francês" (VICKERS E YARROW, 1988).

O modelo inglês foi condicionado pelo seu desenvolvimento histórico. A estrutura institucional da indústria conservou-se altamente fragmentada e local até 1973, ano em que foram criadas dez autoridades de água de bacia hidrográfica na Inglaterra e no País de Gales. Essas autoridades foram encarregadas de centralizar em um só organismo as funções de planejamento e de controle de todos os usos da água no âmbito das respectivas bacias. Essa regionalização da indústria foi feita sem qualquer compensação financeira aos governos locais, que foram compensados apenas com uma participação, ainda que bastante efetiva, na gestão das autoridades de bacia (IPEA, 2002).

Na tradição anglo-saxã, a agência reguladora, por meio de um corpo técnico definido, estabelece a qualidade do serviço e o valor das tarifas que melhor se ajusta ao interesse público (MADEIRA, 2010).

Segundo IPEA (2002) o modelo francês nasceu no fim dos anos 1920 com a realização da concessão dos serviços de água em Dinard. O modelo ganhou corpo a partir da década de 1950, quando a participação privada na produção de água chegou a 31%, passando para 60%, em 1980, e para 75% nos anos 1990. Na atualidade, cinco grandes empresas – as maiores do mundo no setor – respondem pelos três quartos da água produzida sob a responsabilidade privada. No caso do esgoto, a participação privada ainda se restringe a 40% do total produzido.

A Revista “The Economist” (1997) declarou que as grandes empresas de saneamento francesas operam em estreita ligação com as lideranças dos governos locais e centrais e até mesmo entre si, sendo notórios os casos de corrupção e de colusão na competição pelos contratos e na operação dos serviços. A forte associação entre as próprias empresas pode ser exemplificada por um leilão de concessão em uma comuna relatado por no qual o valor de cinco das seis ofertas secretas variou apenas 0,1%.

Em meados do século passado, os jornais de todo o país noticiavam com frequência as deficiências quanto à quantidade e à qualidade no abastecimento de água. Do ponto de vista da qualidade, as deficiências principais eram: inexistência de qualquer tratamento químico na maioria dos serviços, operação defeituosa e falta de fiscalização adequada nas muitas cidades que possuíam instrumentos de purificação da água (IPEA, 2002).

Segundo Mendes (1992), em meados do século XIX até o início do século XX, o Estado funcionou como o poder concedente na formação de empresas que se dedicaram a construir as primeiras redes de abastecimento de água e de esgotos sanitários no Brasil.

Em 1940, o número estimado da população atendida com sistema de abastecimento de água era de (31% da população total) menos da metade da população urbana do país, em 1967, o número aproximado alcançava 45% da população urbana brasileira (COSTA, 1983).

Na década de 1960, quando o aporte de empréstimos, sobretudo estrangeiros se torna a mais importante fonte de recursos, ocorre então o início da constituição das primeiras companhias estaduais. As companhias da época foram concebidas a partir da adoção de um novo conceito de eficiência, no qual os interesses financeiros de recuperação de investimentos prevaleceram sobre os interesses sociais, o que caracterizou as políticas públicas da época (COSTA, 1994; OLIVEIRA E RUTKOWSKI, 2000).

Segundo Monteiro (1983), mudanças significativas na prestação dos serviços de saneamento ocorreram a partir da década de 1970, devido à dificuldade em reverter o cenário decorrente do elevado crescimento populacional das regiões urbanas, aliada ao modelo de intervenção estatal consolidado durante o regime militar, levando o governo a instituir o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA). Segundo esse autor, do ponto de vista econômico e institucional, o PLANASA foi à última tentativa nacional de desenvolvimento do setor de saneamento, embora com características julgadas prejudiciais aos municípios.

A década de 1990, por sua vez, concretiza a possibilidade da privatização dos serviços de saneamento básico aos moldes das grandes empresas. A princípio este modelo de gestão era opcional, surgindo no primeiro mandato do governo Fernando Henrique Cardoso. Porém, no segundo mandato, a imposição de reajuste econômico do FMI, induziu o governo federal a impedir a contração de novos financiamentos por parte de empresas públicas e a disponibilizar grandes somas às empresas privadas no setor de saneamento básico. Com isto as empresas públicas estaduais e municipais que já se encontravam enfraquecidas pela queda de investimentos, teriam que assumir sozinhas o ônus de novos investimentos necessários ou ceder às pressões pela concessão dos serviços à iniciativa privada (BRITO, 2001).

As concessões contratadas em geral por longo período, em geral por mais de 30 anos, dificilmente são rescindidas, em virtude da possibilidade do ônus da quebra de contrato recair sobre o Estado, como o ocorrido no caso Colombiano em relação ao grupo Brechtel, em que a empresa moveu um processo contra o Estado após este ter rescindido o contrato pelo não cumprimento de metas propostas (OLIVEIRA, 2005).

Segundo Tabb (1997: 28), as frágeis estruturas políticas e sociais acabam por reforçar a ideia de que o Estado não tem poder para frear esse movimento exploratório.

Conforme Costa (1994), o antigo processo de concessão à iniciativa privada não obteve resultados satisfatórios, pois enfatizou apenas o abastecimento de água em áreas centrais dos núcleos urbanos, não prevendo o crescimento das cidades, e com isto a restrição do atendimento à demanda, o que levou o Estado a intervir diretamente no setor, devido a diversas pressões populares em relação à má qualidade dos serviços prestados.

Conforme IBGE (2011) embora a participação do setor privado venha crescendo nas últimas décadas, os sistemas de água e de esgoto da maior parte dos países ainda são operados pelos setores públicos locais, seja por empresas ligadas ao Estado ou aos Municípios.

O REGIME TARIFARIO E A REGULAÇÃO NO BRASIL

Conforme Ferreira (1995) a centralização em nível estadual, em vez de no nível municipal, foi escolhida por atender uma melhor administração dos riscos por meio de sua concentração e, principalmente, o estabelecimento de subsídios cruzados, com regiões mais rentáveis financiando as menos rentáveis.

Até o começo da década de 1970, predominavam fortemente os serviços municipais, havendo municípios em que a responsabilidade pela operação dos serviços era estadual. A atuação do governo federal, sob a coordenação do Banco Nacional de Habitação (BNH), já era marcante. A partir da década de 1970, o setor passou a adquirir a configuração atual. Numa tentativa de ampliar a cobertura, foi criado o Plano Nacional de Saneamento (Planasa) com o ambicioso objetivo de atender 80% da população urbana com serviços de água e 50% com serviços de esgoto até 1980 (IPEA, 2002)

Em conformidade com Soares *et al.* (2003), a implementação do PLANASA alterou significativamente o conceito da viabilidade econômico-financeira no campo do saneamento, em que se buscava a geração de recursos internos por meio de uma fonte contínua de financiamento com base em níveis tarifários adequados. Devendo na definição da estrutura tarifária considerar tanto sua adequação às condições socioeconômicas do mercado como alternativas que objetivem transferir encargos de setores menos privilegiados para os de maior capacidade.

Com efeito, segundo Mendes (1992), o modelo de gestão adotado pelo PLANASA consistia na minimização das aplicações a fundo perdido, de forma a se obterem economias de escala e maior eficiência na gestão empresarial.

O paradigma principal do modelo adotado previa que os municípios supostamente deficitários seriam subsidiados pelos municípios superavitários, partindo do pressuposto que grande parcela dos municípios não teria capacidade financeira para ser autossuficiente via tarifa. Esse mecanismo, conhecido como subsídio cruzado, ao fixar uma tarifa única para todo estado exigia a viabilidade somente para as companhias estaduais, ou seja, a viabilidade global do conjunto de sistemas operados por cada empresa (COSTA, 1994; OLIVEIRA E RUTKOWSKI, 2000; PEREIRA *et al.*, 2000).

Para PEREIRA *et al.* (2000), essa estrutura de financiamento, baseada no sistema tarifário instituído pelo PLANASA e ainda em vigor, possui dois problemas cruciais: em primeiro lugar, os consumidores de municípios que têm serviços economicamente equilibrados subsidiam os de outros municípios, procedimento que contribui para inviabilizar

os investimentos necessários. Além de que, segundo o autor, o modelo não permite identificar, com transparência, o destino dos subsídios, pois promove tal benefício a todos os usuários de um determinado serviço, sem apontar o nível de eficiência operacional. Complementa que o modelo adotado não permite tampouco quantificar as transferências, de modo que encobre a ineficiência e induz desperdícios, uma vez que não sinaliza o real valor econômico dos serviços.

Em princípio, a tarifa deve ser estabelecida e regulada, com base em parâmetros de qualidade e de eficiência, de modo a não só cobrir todos os custos, mas também com o objetivo de garantir o acesso de todos aos serviços, estimular a realização dos investimentos e induzir à redução do desperdício (MENDES, 1992; PEREIRA E ABICALIL, 1999).

Segundo Madeira (2010) é importante que as tarifas cobradas no fornecimento desses serviços devam ser suficientes para cobrir os custos da empresa, garantir novos investimentos e manutenção adequada, além de assegurar que toda a população seja atendida, inclusive as famílias de baixa renda que, porventura, não tenham condição de pagar o serviço.

Quanto à natureza jurídica das empresas que operam o serviço de abastecimento de água nos municípios brasileiros nos dias de hoje, temos as sociedades de economia mista à frente das atividades em 46,8% dos municípios, seguidas daquelas diretamente administradas pelo poder público, nas esferas federal, estadual e municipal (30,5%). Por fim, foram identificados 249 municípios em que o serviço é realizado por entidades privadas (IBGE, 2011).

A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS

A Constituição Federal de 1988 (CF, 88), estabelece a propriedade estatal das águas (art. 20, I e art. 26, III, águas como bens da União ou das unidades federadas). A partir de então, vários estados da federação avançaram, ao promulgar suas Constituições Estaduais e as respectivas Leis relativas à gestão das águas sob seu domínio, ao incorporarem em sua política de gestão a utilização da cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Leis paulista – Lei 7.763/91 e gaúcha – Lei 10.350/94). A Lei Federal 9.433/97 incorporou a cobrança como instrumento importante na gestão das águas. A Lei Federal 9.984/2000 dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) um complemento à Lei 9.433.

A Lei 11.445/07 estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico nela propostos pelos princípios fundamentais de: (i) universalização, (ii) integralidade, (iii) disponibilidade, (iv) eficiência e sustentabilidade econômica, (v) segurança, qualidade e

regularidade e (vi) integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos, que exigirá esforço conjunto entre as esferas de governo e os poderes públicos para a sua implementação bem como para garantir recursos a serem destinados à ampliação do atendimento à população. Isto possibilitará evoluir positivamente em busca da universalização e da integralidade dos respectivos serviços associados ao saneamento básico.

As tarifas cobradas no fornecimento desses serviços devem ser suficientes para cobrir os custos da empresa, garantir novos investimentos e manutenção adequada, além de assegurar que toda a população seja atendida, inclusive as famílias de baixa renda que, porventura, não tenham condição de pagar o serviço (MADEIRA, 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Lei do Saneamento abre diversas opções para a formação de variadas estruturas de regulação. O que deve realmente ser prioritário é o acesso a água de forma ampla a todas as camadas da sociedade com a universalização do acesso a água de qualidade e a preço justo, não prevendo somente a saúde financeira das empresas privadas que atuarem no setor mas o bem estar humano.

A relação contratual entre o titular e o concessionário propicia um ambiente saudável para que o titular possa cobrar do concessionário os investimentos necessários para a expansão dos serviços de saneamento básico. A exigência dos contratos de longo prazo com os municípios para o setor deverá contribuir para uma organização maior e para a estabilidade institucional na busca da universalização, no entanto a atenção em relação as cláusulas de rescisão caso o serviço prestado não atenda a qualidade desejada para população não venham a recair em grandes ônus ao Estado, inviabilizando a rescisão conforme ocorrido na gestão da privatização Colombiano apresentado neste trabalho.

Acreditasse que a concorrência com o capital privado pode tornar mais eficiente às empresas públicas que atuam no setor, melhorando a qualidade e o acesso da população aos serviços. Ainda é cedo para avaliar o futuro para o setor, mas acreditasse que a Lei do Saneamento criou um ambiente institucional estável para induzir a eficiência, a qualidade e a universalidade dos serviços, atraindo empresas privadas e ampliando a concorrência pelos contratos de concessão. Acreditando que este seja uma breve discussão sobre o tema e que esta reflexão possa continuar em relação ao debate da gestão de saneamento no Brasil.

REFERENCIAS

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988. 7.

BRASIL, Lei nº 9433/97 de janeiro de 1997. Dispõe sobre Políticas e Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil. Brasília: MMA, janeiro, 1997.

BRASIL, Lei nº 8987 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de Concessão e Permissão da Prestação de serviços públicos previsto no artigo 175 da Constituição Federal, e dá outras providências.

BRASIL, Lei nº 9074 de julho de 1995. Dispõe sobre normas para outorga e prorrogação das concessões e permissões de serviços públicos.

BRASIL, Lei nº 9984/00 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas-ANA. Brasília: MMA, julho, 2000.

BRITO, A.L. A regulação dos serviços de Saneamento no Brasil: Perspectiva histórica, contexto atual e novas exigências de uma regulação pública. In: anais do IX Encontro Nacional da ANPUR. Ética, Planejamento e Construção Democrática do Espaço. Vol.2. Rio de Janeiro, 2001. p.1080-1093.

COSTA, A. M., 1994, *Análise Histórica do Saneamento no Brasil*. Dissertação de Mestrado, ENSP – Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522006000400005&script=sci_arttext Visitado em 02 agosto 2015.

COSTA, W. P., 1983, “O Saneamento Básico no Brasil, da Década de 40 à Década de 80”, *Engenharia Sanitária*, v. 22, n. 1, pp. 08-25, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

FERREIRA, C. K. L. **O Financiamento da Infra-Estrutura: o Papel do “Project Financing.”** Instituto de Economia do Setor Público. (IESP), jun. 1995. (Texto para Discussão, n. 25).

FISHER, Irving . *Elementary Principles of Economics* (New York: MacMillan, 1912), p. 330.

HERBERT, Davenport, *The Economics of Enterprise* (New York: MacMillan, 1919), p. 483.

LAUGHLIN, James L. *The Elements of Political Economy* (New York: American Book, 1902), p. 71.

MADEIRA, Rodrigo Ferreira. O setor de saneamento básico no Brasil e as implicações do marco regulatório para a universalização do acesso. **Revista do BNDES 3304**, junho 2010, rev3304 p. 123-154. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev3304.pdf_Visitado em 30 jul. 2015

MENDES, Thame, A.C. (org.). 2000. A cobrança pelo uso da água. Igual, São Paulo. 254 p.

MONTEIRO, J.R.P.R. **Saneamento Básico e a Conjuntura. Engenharia Sanitária**, v.22, n.3, p.272-280, 1983.

OLIVEIRA, Cristiane Fernandes de. **REVISTA ELECTRÓNICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES** Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Depósito Legal: B. 21.741-98 Vol. IX, núm. 194 (73), Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-194-73.htm> Visitado em 30 jul. 2015

OLIVEIRA, Enertina Gomes de; RUTKOWSKI, Emília. - “**O saneamento urbano sob a ótica dos agentes sociais: A questão da sustentabilidade**”. In: Anais do XXVI CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, XXVI, Porto Alegre (Brasil), setembro de 2000. Disponível em: <file:///C:/Users/iara/Documents/Nascentes/3163-7311-1-PB.pdf> Visitado em 26 jul. 2015

PEREIRA, J.S., Lanna, A.E.L. & CÁNEPA, E.M. 1999. Desenvolvimento de um sistema de apoio à cobrança pelo uso da água: aplicação à bacia do Rio dos Sinos, RS. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 4(1): 77-101. Disponível em: <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-809.pdf> Visitado em 02 agosto 2015

PEREIRA, D.S.P. e ABICALIL, M.T. (1999). **Saneamento: os desafios do setor e a política nacional de saneamento. In: Infraestrutura: perspectivas de reorganização; saneamento. Brasília: IPEA, 1999, p.107- 137.** PEREIRA. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes/v8n1/v8n12a04.pdf> Visitado em 25 Jul. 2015

RANDALL, A. *Resource economics*. New York: John Wiley & Sons, 1987. 434 p

RICHARD, T. Ely, *Monopolies and Trusts* (New York: MacMillan, 1990), p. 162.

SOARES, Sérgio R. Ayrimoraes; NETTO, Oscar de M. Cordeiro; BERNARDES, Ricardo S. **Avaliação de Aspectos Políticos Institucionais e Econômico-Financeiros do Setor de Saneamento no Brasil com vistas a Definição de um Modelo Conceitual**. Rio de Janeiro: *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental da ABES*, janeiro-junho, 2003. p.84-92.

VICKERS, John ; YARROW, George. **Privatization: an Economic Analysis**. Cambridge-MA: Massachusetts Institute of Technology, 1988.

TABB, W. K. Globalization is an Issue, the power of capital is the Issue. In: *Globalization - Monthly Review*, June 1997. Disponível em: <http://monthlyreview.org/1997/06/01/globalization-is-an-issue-the-power-of-capital-is-the-issue/> Visitado em 25 jul. 2015

THE ECONOMIST. Business: Profit Stream. **Revista The Economist** 29/3/1997, p. 70.

Programa da Década da Água da ONU-Água sobre Advocacia e Comunicação (UNW-DPAC) Disponível em: http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_milestones_por.pdf Visitado em 02 agosto 2015

Programa da Década da Água da ONU-Água sobre Advocacia e Comunicação (UNW-DPAC) Disponível em:

http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf_Visitado em 25 jul. 2015

ROCHA, A.A. **Fatos Históricos do Saneamento. São Paulo:** Editora Scortecci, 1997. 120p.

Resolução da Assembleia Geral da ONU. Resolução A/RES/64/292
www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292

**ADENOVÍRUS E COLIFORMES TERMOTOLERANTES EM ÁGUAS
SUPERFICIAIS DO ARROIO BELO – CAXIAS DO SUL, RS:
ANÁLISES PRELIMINARES**

Viviane Girardi¹
Nádia Goulart²
Renata Cornelli³
Rodrigo Staggmeier⁴
Larissa Ferreira de Jesus⁵
Caroline Rigotto⁶
Vania Elisabete Schneider⁷
Suelen Paesi⁸
Fernando Rosado Spilki⁹

Palavras-chaves: Adenovírus. Arroio Belo. Coliformes Termotolerantes. *Nested*-PCR. qPCR.

INTRODUÇÃO

O Arroio Belo é um dos afluentes da bacia hidrográfica do Rio Caí, está inserido no município de Caxias do Sul. O arroio é utilizado regularmente para lazer e recreação para a população. No entanto, recebe efluentes de origem doméstica e industrial. Águas superficiais podem ser contaminadas por uma variedade de patógenos, como coliformes termotolerantes e vírus entéricos, os quais são excretados nas fezes por animais e seres humanos, dessa forma podem ser utilizados como marcadores de contaminação fecal.

¹Mestre em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul. Doutoranda em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale.

²Graduanda em Fisioterapia na Universidade de Caxias do Sul.

³Doutora em Engenharia de Produção. Pesquisadora Pós-doutoral junto ao Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul.

⁴Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale. Doutorando em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale.

⁵Biomédica. Mestranda em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale.

⁶Doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal de Santa Catarina. Pesquisadora pós-doutoral junto ao Programa de Qualidade Ambiental na Universidade Feevale.

⁷Doutora em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora Titular e Diretora do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul.

⁸Doutora em Ciências Biológicas (Bioquímica) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Pesquisadora e professora titular na Universidade de Caxias do Sul.

⁹Doutor em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Campinas. Professor titular da Universidade Feevale e coordenador do Programa de Pós-Graduação desta mesma instituição.

Os adenovírus (AdV) são considerados um dos grupos mais abundantes de vírus entéricos presentes na água, podendo causar infecções no trato respiratório, conjuntivite e gastroenterites. O presente estudo tem como objetivo avaliar a presença AdV no Arroio Belopor reação em cadeia da polimerase (PCR) em tempo real (qPCR) e PCR convencional (*Nested-PCR*) e a presença de coliformes termotolerantes (CT).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As partículas virais de AdV não apresentam envelope, são de forma icosaédrica e seu genoma é composto por DNA de fita dupla. (BERK, 2007; SANTOS & SOARES, 2008). Os AdV entéricos pertencem a família Adenoviridae e entre os gêneros destaca-se o *Atadenovirus* (vírus que infectam ruminantes, répteis e marsupiais) e *Mastadenovirus* (vírus que acometem mamíferos). Atualmente, há descrito 67 sorotipos de adenovírus humano (HAdV), sendo dividido em 7 subgrupos nomeados de HAdV-A até HAdV-G (ROBINSON *et al.*, 2013; PAULY *et al.*, 2014; OGORZALY *et al.*, 2015).

No Brasil, a avaliação microbiológica da qualidade de águas superficiais é regulamentada por leis federais que definem a classificação da água para diferentes usos. A Portaria 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005) estabelece os padrões microbiológicos da água para diferentes fins, com base nos valores de coliformes termotolerantes. No entanto, estes métodos têm se mostrado insuficientes, pois estes microrganismos podem não atestar o risco de infecção por outros patógenos, tais como os vírus, que são mais resistentes à degradação do que as bactérias no ambiente. Além do mais, os vírus podem ser encontrados em águas onde a contagem bacteriana está dentro dos padrões de qualidade (FONG *et al.*, 2005).

METODOLOGIA

A coleta das amostras foi realizada nos meses de Maio e Junho de 2015 no Arroio Belo em quatro locais distintos: P1 e P2 localizados na região urbana, P3 em região rural e P4 é uma área de recreação aquática.

Os testes para a detecção de CT e *Escherichia coli* foram realizados para todas as amostras, sendo utilizado o método de enzima substrato Colilert (Iddex, USA) seguindo as instruções do fabricante.

Amostras concentradas, utilizando o método de adsorção-eluição (KATAYAMA *et al.*, 2002) e amostras não concentradas (amostras brutas) foram avaliadas. Posteriormente foi

feita a extração do DNA viral por meio do kit de extração (RTP[®] DNA/RNA Virus Mini Kit – Invitex[®]) de acordo com o protocolo descrito pelo fabricante.

A análise de AdV foi através de qPCR utilizando o par de oligonucleotídeos VTB2-HAdVCf e VTB2-HAdVCr. O primer VTB2 tem como alvo a sequência parcial do gene hexon que é conservada entre as espécies de HAdV-C (WOLF *et al.*, 2010). Em adição, foi realizado *Nested*-PCR, em que uma sequência parcial do gene da DNA-polimerase foi amplificada com iniciadores internos visando a detecção de vários tipos de AdV a partir dos gêneros *Mastadenovirus* e *Atadenovirus* (LI *et al.*, 2010).

RESULTADOS

As análises realizadas por *Nested*-PCR apresentaram os mesmos pontos positivos para a presença de AdV em amostras brutas e amostras concentradas (tabela 1). No entanto, o mesmo não foi obtido para os testes com qPCR, pois a partir de amostras brutas não foi detectado a presença de AdV. Já em relação as amostras concentradas, três foram positivas para a presença de partícula viral (tabela 1).

Meses	Pontos	Amostras Brutas		Amostras Concentradas	
		<i>Nested</i> -PCR	qPCR (cg/L)	<i>Nested</i> -PCR	qPCR (cg/L)
Maio	P1	+	-	+	-
	P2	-	-	-	-
	P3	+	-	+	-
	P4	-	-	-	1,18 x 10 ⁴
	P1	-	-	-	4,74 x 10 ⁴
	P2	-	-	-	-
	P3	+	-	+	-
	P4	-	-	-	4,23 x 10 ³
Junho	P4	-	-	-	4,23 x 10 ³
Total		37.5% (3/8)	0%	37.5% (3/8)	37.5% (3/8)

Tabela 1 - Detecção de AdV nas amostras de água brutas e concentradas dos meses de Maio e Junho de 2015 nos diferentes pontos de amostragem do Arroio Belo, Caxias do Sul-RS. cg- cópias genômicas

As análises bacteriológicas (tabela 2) indicam a presença tanto de CT e *E. coli* em todos os pontos de amostragem nos dois meses de coleta. Os pontos localizados na região urbana foram os que apresentaram resultados superiores quando comparados com os pontos localizados na região rural.

Meses	Pontos	<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)
Maio	P1	155300	> 2419
	P2	24000	120330
	P3	23800	43520
	P4	970	8130
Junho	P1	81600	1553000
	P2	68670	> 2419
	P3	57100	36540
	P4	200	4870

Tabela 2: Detecção de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* nas amostras de água dos meses de maio e junho de 2015 nos diferentes pontos de amostragem do Arroio Belo, Caxias do Sul-RS. NMP – Número mais provável

DISCUSSÃO

Ao comparar os resultados obtidos observa-se que em P3 e P4 foram quantificados valores inferiores de CT e *E. coli*. No entanto, esses mesmos pontos foram positivos para a detecção de AdV, tanto por qPCR (P4-Maio e Junho em amostras concentradas) quanto por *Nested*-PCR (P3-Maio e Junho em amostras brutas e concentradas). Estes resultados indicam a importância da inclusão de análise viral em águas de recreação, considerando que as partículas virais podem estar presentes em locais onde a contagem de CT é baixa ou até mesmo inexistente (MAURER *et al.*, 2015).

A resolução 20/1986 do CONAMA dispõe sobre a classificação de águas doces (incluindo água de recreação) em categorias de acordo com a quantidade de CT. Segundo essa resolução a água é considerada imprópria quando os valores de CT ultrapassam 1000 CT /100 mL. Dessa forma, o Arroio Belo é considerado impróprio para banho, já que em P4 foram quantificados valores de 8130 e 4870 NMP/ 100mL, respectivamente para Maio e Junho. Já a resolução 274/2000 considera além dos CT, a presença de *E. coli* para a classificação da balneabilidade da água, sendo considerada imprópria quando os valores de *E. coli* estão acima de 2000 / 100 mL e 2500 CT / 100 mL. Considerando os resultados de *E. coli*, P4 ficaria dentro dos padrões, mas ao considerar CT, P4 ainda é imprópria para banho.

Neste estudo preliminar, foi possível observar que a aplicação do método de concentração foi capaz de detectar e quantificar genoma de AdV por *Nested* - PCR e qPCR.

No entanto, a análise das amostras brutas por qPCR foi comprometida, provavelmente, devido à interferência de inibidores ou o método *Nested-PCR* convencional foi mais sensível para assegurar a presença AdV nestas amostras. No mês de Maio foi detectado AdV em P1 e P3 (*Nested-PCR*) e P4 (qPCR) já em Junho foi em P3 (*Nested-PCR*) e P1 e P4 (qPCR). A obtenção desses resultados podem ser devido ao fato dos oligonucleotídeos utilizados nos métodos serem distintos, tendo como alvo regiões diferentes do genoma viral.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo irá complementar a avaliação viral e identificação de fontes de contaminação fecal na Bacia Hidrográfica do rio Caí, na região de Caxias do Sul. O estudo terá continuidade, no intuito de avaliar possíveis variações ao longo do tempo, dadas por sazonalidade, regime de chuvas, uso das águas, etc. Além disso, análise de viabilidade viral a partir de cultivos celulares indicará a capacidade de infecção do vírus.

REFERÊNCIAS

CONAMA, 1986. Comissão Nacional do Meio Ambiente. Resolução 20 (1986). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>(acesso em 10 de agosto de 2015).

CONAMA, 274/2000. Comissão Nacional do Meio Ambiente. Resolução 274 (2000). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>> (acesso em 10 de agosto de 2015).

CONAMA, 2005. Comissão Nacional do Meio Ambiente. Resolução 357 (2005). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. <<http://www.mma.gov.br/port/Conama/res/res05/35705.pdf>> (acesso em 10 de agosto de 2015).

FONG, T.T. & LIPP, E.K. Enteric viruses of humans and animals in aquatic environments: health risks, detection, and potential water quality assessment tools. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 2005, 69:357-371.

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 Environment Microbiology*, 2002, 68:1033–1039.

LI, Y., GE, X., ZHANG, H., ZHOU, P., ZHU, Y., ZHANG, Y., YUAN, J., WANG, L.F., SHI, Z. Host Range, Prevalence, and Genetic Diversity of Adenoviruses in Bats. *Journal of Virology*, 2010, 84: 3889-3897.

MAURER, C.P., SIMONETTI, A.B., STAGGEMEIER, R., RIGOTTO, C., HEINZELMANN, L.S., SPILKI, F.R. Adenovirus, enterovirus and thermotolerant coliforms in recreational waters from Lake Guaíba beaches, Porto Alegre. *Journal of Water and Health*, 2015, Artigo *in press*.

OGORZALY, L., WALCZAK, C., GALLOUX, M., ETIENNE, S., GASSILOUD, B., CAUCHIE, H.M. Human adenovirus diversity in water samples Using a next-generation amplicon sequencing approach. *Food and Environmental Virology*, 2015, 1-10.

PAULY, M., HOPPE, E., MUGISHA, L., PETRZELKOVA, K., AKOUA-KOFFI, C., COUACY-HYMAN, E., ANOH, A.E., MOSSOUN, A., SCHUBERT, G., WIERSMA, L., PASCALE, S., MUYEME, J.J., KARHEMERE, S., WEISS, S., LEENDERTZ, S.A., CALVIGNAC-SPENCER, S., LEENDERTZ, F.H., EHLERS, B. High prevalence and diversity of species D adenoviruses (HAdV-D) in human populations of four Sub-Saharan countries. *Virology Journal*, 2014, 11:1-9.

ROBINSON, C.M., SINGH, G., LEE, J.Y., DEGHAN, S., RAJAIYA, J., LIU, E.B., YOUSUF, M. A., BETENSKY, R.A., JONES, M.S., DYER, D.W., SETO, D., CHODOSH, J. Molecular evolution of human adenoviruses. *Scientific Reports*, 2013, 1-7.

WOLF, S., HEWITT, J., GREENING, G.E. Viral multiplex quantitative PCR assays for tracking sources of fecal contamination. *Applied and Environmental Microbiology*, 2010, 76: 1388-1394.

ADENOVÍRUS HUMANO INFECCIOSO EM ÁGUA SUPERFICIAL DE ÁREAS URBANAS DA REGIÃO DO VALE DO RIO DOS SINOS, RS

Rodrigo Staggemeier¹

Larissa Ferreira de Jesus; Tatiana Moraes da Silva Heck²

Nadine Bordin Andrigueti; Rute Gabriele Fiscoeder Ritzel³

Fabiano Costa de Oliveira⁴

Fagner Henrique Heldt; Juliana Schons Gularte⁵

Fernando Rosado Spilki⁶

Sabrina Esteves de Matos Almeida⁷

Palavras - Chave: Vale dos Sinos. Água superficial. Vírus infeccioso. Arroios.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os problemas ambientais têm se tornado cada vez mais críticos e frequentes, principalmente devido ao grande crescimento populacional e aumento da atividade industrial. A ação antrópica, em especial, tem afetado de modo significativo a qualidade do ambiente (KUNZ et al., 2002). A ocupação desenfreada e sem planejamento urbanístico adequado nos últimos 2 séculos impõem taxas incompatíveis com a capacidade dos ecossistemas naturais (PAVANI, 2009).

Os vírus entéricos são um grupo heterogêneo de agentes virais associados a infecções e doenças subclínicas em humanos tais como o vírus investigado neste estudo, o Adenovírus Humano (HAdV). Este agente viral humano é caracterizado pela sua estabilidade, tanto no aparelho gastrointestinal como no meio ambiente, e possui a característica de ser excretado através das fezes de seres humanos podendo resistir como contaminantes do meio ambiente

¹Mestre em Qualidade Ambiental, Bacharel em Biomedicina, Doutorando em Qualidade Ambiental, Programa de Pós-Graduação pela Universidade Feevale.

²Bacharel em Biomedicina pela Universidade Feevale. Mestranda em Qualidade Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental pela mesma Universidade.

³Graduanda em Biomedicina na Universidade Feevale.

⁴Graduando em Biomedicina e participante do Programa de Aperfeiçoamento Científico da Universidade Feevale.

⁵Bacharel em Biologia. Mestrando em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale.

⁶Doutor em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Campinas. Docente da Universidade Feevale.

⁷Doutora em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Docente da Universidade Feevale.

durante longos períodos de tempo (KATAYAMA et al., 2002), além disso, sugere-se que tais vírus são importantes indicadores de contaminação fecal (DE OLIVEIRA et al., 2012).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade de HAdV em amostras de águas superficiais provenientes de quatro córregos que atravessam regiões urbanas do Vale do Rio dos Sinos: Arroios Estância Velha/Portão (municípios de 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 km², 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 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 (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 (com índices irrisórios de tratamento) 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.

Sabe-se que os AdV apresentam maior estabilidade na água do que outros vírus entéricos (MEHNERT et al., 2001). Os vírus causam ao ser humano gastroenterites, infecções respiratórias, conjuntivites, hepatites e doenças que tem alta taxa de mortalidade como meningite e encefalite (KOCWA-HALUCH, 2001). Em geral, a gastroenterite associada ao HAdV ocorre em crianças menores de 4 anos, caracterizando-se como uma doença branda com diarreia e vômito (JIANG & CHU, 2004). O HAdV tem sido frequentemente identificado em várias amostras ambientais tais como águas residuais (HE & JIANG, 2005), águas de consumo (LEE et al., 2005), águas subterrâneas (PIRANHA et al., 2006), águas de superfície (VECCHIA et al., 2012) e águas recreacionais (XAGORARAKI et al., 2007).

Calcula-se que as gastroenterites, que são em sua maioria veiculadas por água ou alimentos contaminados, são responsáveis por 2,4 milhões de óbitos e contribuem para mais de 73 milhões de internações ao redor do mundo todos os anos (PRUSS & HAVELAAR, 2001). Em uma escala global, isso coloca as doenças diarreicas como a sexta maior causa de mortalidade e terceira na lista de morbidade. Estima-se que 5,7% das doenças ocorridas no

mundo estão relacionadas à contaminação hídrica, falta de saneamento e higiene (PRÜSS et al., 2002).

METODOLOGIA

Foram realizadas coletas de amostras de água superficial 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 bimestralmente em 17 pontos diferentes nos arroios acima citados (cinco pontos no Estância/Portão e quatro nos demais), em cada ponto foram realizadas 12 coletas (setembro/2012 a julho/2014) totalizando 204 amostras de água. 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. Depois de concentradas, as amostras foram diluídas em 1:2 (concentração não citotóxica) e inoculadas em células A549 para realização de ICC-qPCR adaptado de Ko et al. (2003) e Rigotto et al. (2010), consiste em quantificar o número de partículas virais infecciosas presentes em amostras ou em suspensões virais, por meio de cultura celular integrada a técnica molecular (qPCR). Células A549 (densidade celular $2,5 \times 10^5$ células/cavidade) foram cultivadas em placas de 24 cavidades, e inoculados 200µl de concentrado previamente diluídos em MEM 1X, os inóculos foram previamente filtrados em membrana de 0,22µm. O inóculo foi colocado em contato com as células durante 1h, a 37°C em atmosfera CO₂ 5% e agitação uniforme a cada 15 min. Posteriormente, o inóculo foi removido e 1mL de MEM, contendo 1% de PSA, foi adicionado às células, dois controles celulares foram mantidos e estes continham apenas células e meio de manutenção. As placas foram incubadas a 37°C por 5 dias, em atmosfera 5% de CO₂. Para impedir falsos negativos, as amostras foram passadas 3 vezes em células, cada passagem permanecendo 5 dias incubadas. Após as 3 passagens, foi realizada extração da 3ª passagem do cultivo celular através do kit de extração RTP® DNA/RNA Virus Mini Kit (Stratec). Para a detecção molecular viral foram realizadas qPCR, para a detecção do HAdV com os primers VTB2-HAdvCf (5'-GAGACGTA CTT CAGCCTGAAT-3') e VTB2-HAdvCr (5'-GATGAACCGCAGCGTCAA-3'), segundo Wolf et al. (2010).

RESULTADOS

Foram encontrados HAdV infecciosos em 15,19% (31/204) das amostras, no primeiro ano (setembro/2012 a julho/2013) de coleta foram positivas para infecciosidade

10,78% (11/102) das amostras enquanto no segundo ano (setembro/2013 a julho/2014) 19,60% (20/102) resultaram em vírus viável. Avaliando individualmente os arroios estudados nesses dois anos, no arroio Schmidt foi detectado em 22,91% (11/48), Luíz Rau em 16,66% (8/48), Estância Velha/Portão em 13,33% (8/60) e Pampa em 8,33% (4/48).

DISCUSSÃO

A presença desses vírus infecciosos no decorrer de todos os córregos demonstrou risco à saúde pública, além da contaminação fecal humana 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), portanto, a detecção de vírus viável traz preocupações não somente ambientais como também para a população, principalmente pelo fato desses córregos terem sua foz no manancial de captação de água para abastecimento público da BHRS.

Diversos estudos epidemiológicos em diferentes países mostram o envolvimento de vírus entéricos em surtos associados aos variados usos de águas contaminadas. No período correspondente entre 1971 e 1996 houve 672 surtos de doenças associadas a fontes hídricas subterrâneas nos EUA, destes 9% foram identificados como seu agente etiológico vírus (USEPA, 2000). Entre 1999 e 2000 de cada 37 surtos em Nova Iorque 26 eram relacionados ao consumo de águas subterrâneas, sendo 4 associados a agentes virais (LEE et al., 2002). De 1995 a 2000, dos surtos de gastroenterites causados patógenos virais associados ao consumo de alimentos e águas contaminadas que foram notificados na Europa, 24% ocorreram na Finlândia, 17% nos Países Baixos, 14% na Eslovênia, 7% na Espanha e 7% na Inglaterra (LOPMAN et al., 2003). Dados os possíveis riscos à saúde, o controle da qualidade microbiana de água deve ser uma prioridade em todos os países, dada as consequências potencialmente devastadoras da veiculação hídrica de doenças infecciosas (WHO, 2004).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram riscos para a saúde da população já que vírus infecciosos foram detectados, além disso, verifica-se contaminação antrópica, sugerindo um grave risco de contaminação dos corpos hídricos da região. A investigação das características tanto microbiológicas como químicas das águas dos arroios da BHRS, principalmente os afluentes do Rio dos Sinos, são importantíssimos, não somente pelo aspecto paisagístico, mas

essencialmente do ponto de vista da saúde humana. O escasso conhecimento das condições dos arroios que compõem a BHRS e a falta de pesquisas que apontem as condições reais destes pequenos cursos de água são fatores incentivadores para a realização de diversos estudos.

REFERÊNCIAS

- 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.
- DE OLIVEIRA, L.K., et al. Enteric viruses in water samples from Brazilian dairy farms. **Agr Water Manage.** 111: 34-39, 2012.
- FIGUEIREDO, J. A. S., et al. The Rio dos Sinos watershed: an economic and social space and its interface with environmental status. **Braz J Biol.** 70(4): 1131-1136, 2010.
- HE, J.W. & JIANG, S. Quantification of enterococci and human adenoviruses in environmental samples by real-time PCR. **Appl Environ Microbiol.** 71:2250–2255, 2005.
- JIANG, S.C. & CHU, W. PCR detection of pathogenic viruses in southern California urban rivers. **J Appl Microbiol.** 97:17–28, 2004.
- KATAYAMA, H., et al. Development of a Virus Concentration Method and Its Application to Detection of Enterovirus and Norwalk Virus from Coastal Seawater. **Appl Environ Microbiol.** 68: 1033-1039, 2002.
- KO, G., et al. Detection of Infectious Adenovirus in Cell Culture by mRNA Reverse Transcription-PCR. **Appl Environ Microbiol.** 69: 7377–7384, 2003.
- KOCWA-HALUCH R. Waterborne enteroviruses as a hazard for human health. **Polish J Environ Stud.** 10: 485-487, 2001.
- KUNZ, A., et al. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. **Quím Nova.** 25(1): 78-82, 2002.
- LEE, S.H., et al. Surveillance for waterborne-disease outbreaks – United States, 1999-2000. **MMWR Surveill Summ.** 51:1-47, 2002.
- LEE, S.H., et al. The simultaneous detection of both enteroviruses and adenoviruses in environmental water samples including tap water with an integrated cell culture-multiplex nested PCR procedure. **J Appl Microbiol.** 98:1020–1029, 2005.
- LOPMAN, B.A., et al. Viral gastroenteritis outbreaks in Europe, 1995-2000. **Emerg Infect Dis.** 9: 90-96, 2003.

MEHNERT, D. U., et al. Virus: a new parameter for determination of water quality. **Virus Rev Res.** 6:67, 2001.

PAVANI, Filipe Reis. **Arroio Estância Velha: Contribuição Doméstica e Industrial, a Situação no Período de 2005 a 2009 e o Enquadramento Segundo a Resolução Conama 357/2005.** Rio Grande do Sul: 2009. 84p. Trabalho de Conclusão (Bacharel em Engenharia Industrial Química) – Universidade Feevale, 2009.

PIRANHA, J., et al. Fecal contamination (viral and bacteria) detection in groundwater used for drinking purposes in São Paulo, Brazil. **Geo Microbiol J.** 23:279–283, 2006.

PRUSS, A. & HAVELAAR, A. The global burden of disease study and applications in water, sanitation and hygiene. In: *Water Quality: Standards and Health*, L. Fewtrell and J. Bartram (Eds.). IWA Publishing. London, UK, 43-59, 2001.

PRUSS, A., et al. Estimating the burden of disease from water, sanitation, and hygiene at a global level. **Environ Health Perspect.** 110(5): 537-542, 2002.

RIGOTTO, C., et al. Assessment of adenovirus, hepatitis A virus and rotavirus presence in environmental samples in Florianópolis, South Brazil. **J Appl Microbiol (Print).** 109: 1979-1987, 2010.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) 2000. Proposed rules. Federal Register. 65:30193–30274. Disponível em <<http://www.epa.gov/fedrgstr/EPAWATER/2000/May/Day-10/w10763.htm>>. Data de acesso: 18/07/2015.

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. **Braz J Biol.** 72: 323-329, 2012.

WOLF, S., et al. Viral multiplex quantitative PCR assays for tracking sources of fecal contamination. **Appl Environ Microbiol.** 76: 1388–1394, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guidelines for drinking water quality. Volume 1. Recommendations. 3rd ed. World Health Organization. Genebra, 2004. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/en/index.html>. Data de acesso: 11/07/2015.

XAGORARAKI, I., et al. Occurrence of Human Adenoviruses at Two Recreational Beaches of the Great Lakes. **Appl Environ Microbiol.** 73 (24): 7874–7881, 2007.

ADENOVÍRUS HUMANO TIPO 5 ALTERA A EXPRESSÃO GÊNICA CELULAR DE FORMA DOSE-DEPENDENTE

Isabel Cristina Giehl¹

Suelen Marin Albino²

Caroline Rigotto³

Fernando Rosado Spilki⁴

Palavras-chave: Infecção por HAdV-5. Amostras ambientais de água. Linhagem celular humana. Transcrição. qPCR.

INTRODUÇÃO

Alguns vírus entéricos vêm sendo utilizados como indicadores de contaminação fecal de origem humana, entre eles, os adenovírus (AdV). Estes são cada vez mais frequentemente detectados em cursos d'água, levantando questões acerca da importância biológica desta contaminação. Determinados adenovírus humanos (HAdV), mais especificamente o sorotipo 5 (HAdV-5), causam infecções no trato respiratório, embora sejam excretados pela via fecal. Durante estas infecções, a expressão gênica das células hospedeiras é alterada, uma vez que os AdV codificam genes que agem diretamente sobre algumas proteínas celulares envolvidas na regulação da transcrição.

A fim de compreender os impactos da infecção por AdV em linhagens celulares de diferentes organismos, são frequentes estudos *in vitro* avaliando o processo de reprogramação na expressão gênica da célula hospedeira durante a infecção. Entretanto, nenhum trabalho relata a ocorrência de uma resposta dose-dependente neste processo. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo compreender como se dá a expressão de dois genes celulares, escolhidos a partir de um rastreamento inicial, em dois horários após a inoculação de (1) diferentes concentrações de HAdV-5 padrão e (2) amostras ambientais de água positivas para genoma de adenovírus em diferentes concentrações. A ferramenta utilizada para caracterizar

¹Mestre em Genética e Biologia Molecular, Bióloga, Doutoranda em Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

²Graduanda em Biomedicina, Bolsista de Iniciação Científica – Universidade Feevale.

³Doutora em Biotecnologia, Bióloga, Pesquisadora Pós-doutoral do PPG em Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

⁴Dr. MSc. MV, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental, Bolsista de Produtividade CNPq - PQ2 – Universidade Feevale.

as amostras ambientais, bem como para quantificar a expressão gênica celular foi a Reação em Cadeia da Polimerase quantitativa em tempo real (qPCR).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os AdV são vírus não-envelopados, icosaédricos, constituídos de um capsídeo que envolve DNA genômico de fita dupla (STEWART et al., 1993). Os HAdV fazem parte do gênero *Mastadenovirus*, pertencente à família Adenoviridae (ICTV, 2011). Os HAdV-5 estão entre os HAdV mais comumente usados em pesquisa e pertencem ao Subgrupo C, que têm relação com doenças do trato respiratório, ainda que sejam consistentemente excretados pela via fecal (GRANBERG, 2006). No estudo de VECCHIA e colaboradores (2015), foram detectados altos níveis de contaminação de águas superficiais por diferentes adenovírus, entre eles os humanos.

Durante a infecção, os AdV codificam proteínas capazes de perturbar os mecanismos celulares que regulam o ciclo celular e a apoptose, bem como as que medeiam a produção de RNAm e a tradução. Pequenas quantidades de produtos de genes virais podem induzir uma massiva reprogramação da expressão gênica celular (MILLER et al., 2007). Desta forma, inúmeros processos celulares são afetados durante a infecção por AdV, de forma a deixar o ambiente celular propício para a replicação viral (ZHAO et al., 2003).

METODOLOGIA

A fim de produzir uma curva dose-resposta, adenovirus humano tipo 5 (HAdV-5) foi inoculado sobre cultivos da linhagem celular de carcinoma pulmonar humano (A549), nas concentrações de 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1} , 1 and 2 m.o.i. (*multiplicity of infection*). Em uma segunda etapa do estudo, o mesmo tipo celular foi exposto a 5 amostras de águas de arroios da Bacia Hidrográfica do Rio do Sinos previamente caracterizadas quanto à presença e à quantidade de genomas de HAdV (concentrações entre 4.5×10^3 e 9.8×10^5 cópias genômicas/L). Em ambos experimentos, o controle negativo foram células cultivadas em meio de manutenção.

Nos períodos de 6 e 30 h.p.i., o RNA total dos cultivos foi extraído com o uso de um kit comercial (PureLink[®] RNA Mini Kit), seguido da síntese de cDNA com kit específico para RNAm (SuperScript[®] III First-Strand Synthesis System). O cDNA obtido foi usado como molde para a amplificação por qPCR, com conjuntos de iniciadores específicos para as seguintes moléculas: *CCNDBP1* (*Cyclin-D1-binding protein 1*) Fw 5'-GAGACCACCGAGGAGTTTAAT-3' e Rev 5'-AGCATGGACTTGTTACAGAAC-3', e

DHFR (*Dihydrofolate reductase*) Fw 5'-CTGTCATGGTTGGTTCGCTA-3' e Rev 5'-AACCAGGTCTTCTTACCCATA-3'. *18S* foi usado como controle celular endógeno (Fw 5'-GCATGGGTCAGAAGGATT-3' e Rev 5'-CTCATTGTAGAAGGTGTGGT-3').

Todas as amplificações foram realizadas com o kit Platinum® SYBR® Green qPCR Super Mix-UDG (Invitrogen). As leituras da fluorescência foram obtidas através do equipamento para PCR em tempo real MyiQ™2 Two-Color Real Time PCR Detection System (Bio-Rad Laboratories) e, posteriormente, analisadas pelo *software* iQ™5 Optical System versão 2.1. Para a quantificação das mudanças na expressão gênica entre o controle não infectado e o grupo infectado, foi utilizado o Método Comparativo do Ct, que representa a diferença em vezes (*Fold Difference*) entre os resultados dos diferentes grupos experimentais. A fim de interpretar os resultados, foram determinados valores limítrofes, que, quando ultrapassados, significaram aumento ou redução na expressão dos genes estudados. O ponto de corte de *Fold Difference* para aumento foi 1,8, e para redução, 0,6 (GRANBERG, 2006).

Para confirmar a presença do HAdV-5 nos grupos expostos e quantificá-la, foi realizada a qPCR com conjuntos de iniciadores específicos para o gene da proteína hexon de HAdV, a saber VTB2 (Fw 5'-GAGACGTACTTCAGCCTGAAT-3' e Rev 5'-GATGAACCGCAGCGTCAA-3') (WOLF et al., 2010). **RESULTADOS**

A expressão gênica celular variou conforme a concentração viral inoculada e conforme o horário analisado, como representado na figura 1.

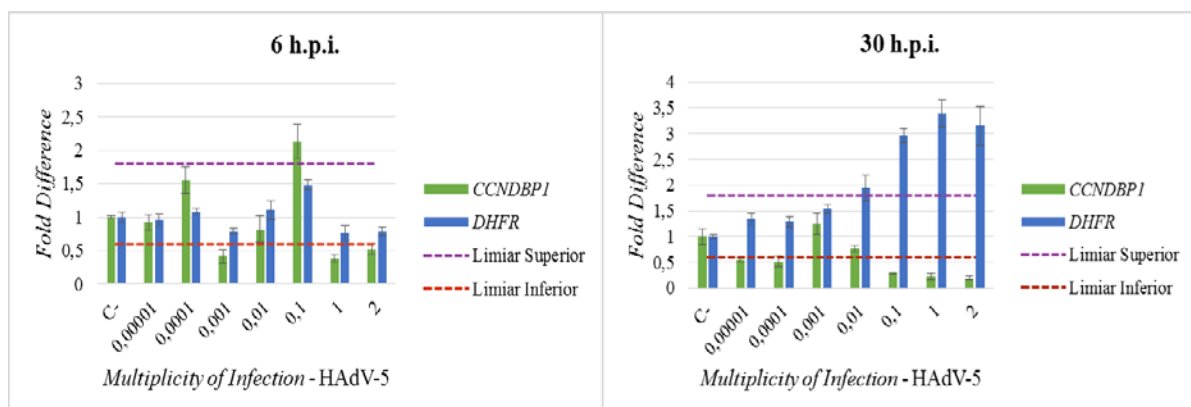


Figura 1 - Diferença de expressão (*Fold Difference*) dos genes *CCNDBP1* e *DHFR* entre células infectadas com 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1} , 1 e 2 m.o.i. (*multiplicity of infection*) de HAdV-5 e controles não-infectados, em 6 e 30 horas pós-infecção (h.p.i.). As linhas tracejadas representam os valores limítrofes estabelecidos

Em 6 h.p.i., foram observados aumento na expressão do gene *CCNDBP1* na concentração de 10^{-1} m.o.i. e redução na concentração de 1 m.o.i.. Em 30 h.p.i., foi constatada

a superexpressão do gene *DHFR* nas concentrações de 10^{-1} , 1 and 2 m.o.i., que acompanhou a redução na expressão do gene *CCNDBP1*, nas mesmas diluições de HAdV-5.

Em 6 h.p.i., a transcrição do gene *hexon* de HAdV-5 foi detectada no grupo infectado a partir da concentração 10^{-2} até 2 m.o.i., com quantificações variando de $3,17 \times 10^2$ a $2,05 \times 10^5$ cópias genômicas/5 μ L, respectivamente. Em 30 h.p.i., a transcrição do gene *hexon* foi detectada em células inoculadas com todas as concentrações de HAdV-5, com quantificações variando de $2,01 \times 10^2$ a $3,09 \times 10^8$ cópias genômicas/5 μ L.

Não foram obtidos resultados significativos de *Fold Difference* nas células expostas as amostras ambientais de água, para os genes e períodos estudados. Da mesma forma, a replicação de AdV humano não foi detectada nestes grupos, nos horários analisados.

DISCUSSÃO

Na ocasião da infecção por AdV, pode ser bloqueada ou refreada a progressão do ciclo celular, havendo um direcionamento da maquinaria celular para a produção de novos vírions. Um estudo semelhante, com infecção de células por HAdV-2 constatou que genes envolvidos na replicação do DNA e no controle do ciclo celular foram os mais significativamente expressos (ZHAO et al., 2012).

A superexpressão de *CCNDBP1* em 6 h.p.i. pode ser explicada pela interação da molécula codificada pelo gene com a Ciclina D, importante regulador do ciclo celular, com papel fundamental na transição entre as fases G1 e S (CHELLAS-GÉRY et al., 2007).

O aumento na expressão de *DHFR* em 30 h.p.i. pode ser explicado pela replicação de genomas virais para a montagem de novos vírions, uma vez que a enzima codificada pelo gene é requerida para a biossíntese de precursores de ácidos nucleicos (LEYS et al., 1984).

Com relação aos testes realizados com amostras ambientais, é possível levantar alguns questionamentos. Alguns sobre a infecciosidade das eventuais partículas virais presentes, uma vez que foram somente detectados genomas de HAdV por qPCR. Outros sobre as condições dos testes realizados, uma vez que tempos maiores de exposição poderiam permitir que eventuais partículas virais presentes tivessem condições de replicar em células, ou mesmo amostras com diferentes quantificações de HAdV por qPCR poderiam alcançar resultados significativos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados permitem concluir que (1) durante uma infecção por HAdV-5, os níveis de expressão de dois genes celulares são dependentes da concentração de adenovírus

presente, e que (2) amostras positivas para genomas de HAdV em concentrações de até $9,8 \times 10^5$ cópias genômicas/L não impactam na expressão dos genes analisados, em células expostas aos mesmos, nos tempos analisados.

REFERÊNCIAS

GRANBERG, F.. **Global Profiling of Host Cell Gene Expression During Adenovirus Infection**. Acta Universitatis Upsaliensis. *Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Medicine* 195, 57 p., 2006.

International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) -
<http://www.ictvonline.org/virusTaxonomy.asp?version=2011>.

LEYS, E. J.; CROUSE, G. F.; KELLEMS, R. E. **Dihydrofolate Reductase gene expression in cultured mouse cells is regulated by transcript stabilization in the nucleus**. *The Journal of Cell Biology*, v. 99, p. 180-187, 1984.

MILLER, D. L. et al.. **Adenovirus type 5 exerts genome-wide control over cellular programs governing proliferation, quiescence, and survival**. *Genome Biology*, v. 8, n. 4, p. R58, 2007.

STEWART, P. L.; FULLER, S. D.; BURNETT, R. M.. **Difference imaging of adenovirus: bridging the resolution gap between X-ray crystallography and electron microscopy**. *EMBO Journal*, v. 12, n. 7, p. 2589-2599, 1993.

VECCHIA, A. D. et al.. **Surface water quality in the Sinos River basin, in Southern Brazil: tracking microbiological contamination and correlation with physicochemical parameters**. *Environmental Science and Pollution Research International*, v. 22, p. 9899-9911, 2015.

WOLF, S.; HEWITT, J.; GREENING, G. E.. **Viral multiplex quantitative PCR assays for tracking sources of fecal contamination**. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 76, n. 5, p. 1388-1394, 2015.

ZHAO, H. et al.. **Strategic attack on host cell gene expression during adenovirus infection**. *Journal of Virology*, v. 7, n. 20, p. 11006-11015, 2003.

ZHAO, H. et al.. **The transcriptome of the adenovirus infected cell**. *Virology*, v. 424, p. 115-128, 2012.

ANÁLISE DA GESTÃO AMBIENTAL DE UMA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS

Juliana Foresti Caprara¹

Vanessa Theis²

Dusan Schreiber³

Palavras-chave: Gestão Ambiental. Indústria. Resíduos. Estudo de Caso.

INTRODUÇÃO

A temática ambiental teve um crescimento muito significativo nas últimas décadas, e juntamente com isso, houve o surgimento de legislações ambientais mais rigorosas. Desta maneira, muitas empresas passaram a se interessar por esta temática e aderir a novas práticas de gestão ambiental no ambiente de trabalho. Antigamente, a questão ambiental era compreendida apenas como custos adicionais às empresas, sem produção visível para a organização. Hoje em dia, é vista como uma forma mais correta de gestão, atendendo às exigências do mercado e sendo uma vantagem competitiva frente às empresas que não aderem às práticas ambientalmente corretas. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar as práticas de gestão ambiental da indústria de máquinas localizada em uma cidade da Região Serrana no Estado do Rio Grande do Sul.

REFERENCIAL TEÓRICO

A gestão ambiental tem se tornado, nas últimas décadas, o foco de atenção tanto de pesquisadores como de gestores organizacionais (SHIGUNOV NETO; CAMPOS; SHIGUNOV, 2009; BACKER, 1995). Dentre os motivos destaca-se o potencial da responsabilidade socioambiental de contribuir para a constituição de diferencial competitivo sustentável, em face da preocupação crescente da sociedade, manifesta pela ação da mídia e mediada pelo poder regulatório e normativo de agentes governamentais (ANDRADE et al., 2002; ALMEIDA et al., 2001; DIAS, 2011). Ao se tornar objeto de cada vez mais recorrente preocupação de organizações e de maior interesse de pesquisadores, foram formuladas diversas definições para nortear a estruturação da gestão ambiental, que, por consequência,

¹ Mestranda do Programa de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

² Doutoranda do Programa de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

³ Docente do Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

evidenciou suas características (NAIME, 2002; SHIGUNOV NETO et al., 2009; BACKER, 1995; ANDRADE et al., 2002; ALMEIDA et al., 2001).

Combinando os aspectos centrais, destacados pelos autores revisados, é possível afirmar que a gestão ambiental compreende a atividade organizacional que visa diagnosticar a situação ambiental da organização e propor um modelo de gestão, propiciando o ajuste de processos internos de forma que atenda às determinações de preceitos legais em vigor (DIAS, 2011; CALLADO et al., 2009; TACHIZAWA, 2011; BARBIERI, 2011; DONAIRE, 1999; ALIGRERI et al., 2009; MOURA, 2011). Por se tratar de mudanças na estrutura e no funcionamento da organização, entende-se que é de fundamental importância o envolvimento da alta direção na elaboração e promoção de novos ditames institucionais que passarão a nortear o desenvolvimento organizacional, permeando todas as ações e a própria forma de pensar dos colaboradores (BARBIERI, 2011; DONAIRE, 1999; ALIGRERI et al., 2009; MOURA, 2011). Nesse sentido, diversos autores (NAIME, 2002; SHIGUNOV NETO et al., 2009; ANDRADE et al., 2002; ALMEIDA et al., 2001; DIAS, 2011; CALLADO et al., 2009; TACHIZAWA, 2011) ponderam que os princípios de gestão ambiental organizacional devem integrar o conjunto de estratégias organizacionais, além de possuir seu próprio orçamento, desvinculado da previsão orçamentária das demais unidades organizacionais. As pesquisas apontam que são diversos fatores que influenciam a efetividade da gestão ambiental nas organizacionais, destacando-se o segmento econômico em que a empresa está inserida, o grau de profissionalização da gestão, o porte, número de colaboradores diretos e localização geográfica (CALLADO et al., 2009; TACHIZAWA, 2011; BARBIERI, 2011; DONAIRE, 1999; ALIGRERI et al., 2009). O potencial poluidor da atividade empresarial e maior número de colaboradores diretos contribuem de forma direta para maior visibilidade da organização da sociedade, representada por órgãos reguladores e por organizações não governamentais comprometidas com a proteção do meio ambiente, obrigando a empresa a adotar as práticas de gestão ambiental (SHIGUNOV NETO; CAMPOS; SHIGUNOV, 2009; ALMEIDA et al., 2001; DIAS, 2011).

METODOLOGIA

O método de pesquisa escolhido para a pesquisa foi o estudo de caso, por se entender que apresenta melhor aderência ao objetivo e às questões que nortearam o estudo. Os elementos centrais da pesquisa referem-se à avaliação do processo de gestão ambiental, com base em variáveis que emergiram a partir das vertentes teóricas da literatura revisada sobre o referido tema, com foco especial em descarte adequado de resíduos gerados. O estudo de caso foi

realizado em uma indústria de fabricação de máquinas, sendo que a pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: (i) uma visita técnica, durante a qual foi realizada a observação não participante; (ii) uma entrevista em profundidade com o diretor industrial da empresa pesquisada. A entrevista teve uma duração média de duas horas, sendo anotadas as observações em diário de campo. No prazo máximo de seis horas após a entrevista as anotações foram transcritas, codificadas e analisadas.

ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa que originou este estudo localiza-se na cidade de Bento Gonçalves, no estado do Rio Grande do Sul, e atua no ramo de fabricação de máquinas, equipamentos e aparelhos para transporte, elevação de cargas, peças e acessórios. A área da empresa é de 1.200 m² e possui 15 colaboradores, incluindo administradores, projetistas, pintores, mecânicos, soldadores e serviços gerais. Os principais produtos desenvolvidos pela empresa são: elevadores hidráulicos e pneumáticos de carga, carros de transporte de carga, esteiras de rolos, lona e correntes, layout de fábricas, automação industrial em geral. Quanto à capacidade de produção, a empresa não possui uma linha de produção programada, produz projetos adequados para suprir as necessidades de cada cliente. Os pedidos são feitos sob medida, impossibilitando a contagem da capacidade mensal. Como matéria prima, são utilizados perfis de aço, ferro e inox, barras, tubos e chapas de aços (galvanizados, zincados, etc.), correias em lona e *nylon*, parafusos e acessórios em aço, tintas industriais, unidades hidráulicas, mangueiras hidráulicas, sensores, comandos e acessórios elétricos, proteções sanfonadas em *nylon* e lonita de algodão, rolamentos, molas, etc. As atividades que resultam em impacto ambiental são as pinturas em geral. Estas pinturas inclui o uso de esmalte sintético industrial em cabine de pintura revestida com fibra específica, a qual é altamente inflamável após a retirada da cabine. Como principais resíduos gerados durante as atividades e sua destinação são: Sucata de ferro (sobra de cortes de matéria prima, cavacos, etc), sucata de bronze (eventualmente), destinados à empresas de tratamento e separação de metais; plástico e papelão de embalagens de matéria prima e consumo, destinados à reciclagem pela coleta seletiva da Prefeitura Municipal; fibra da cabine de pintura, destinada à Proamb (Fundação certificada com o ISO 14001) para descarte correto; e panos industriais de lavagem e reposição por uma lavanderia industrial. Trimestralmente, são preenchidas planilhas com dados sobre todos os resíduos gerados, bem como seu armazenamento e destinação. O responsável pelas questões ambientais da empresa é o gerente administrativo, e a empresa dispõe de consultoria especializada de uma empresa terceirizada que auxilia nas decisões de

gestão ambiental a na elaboração de relatórios de controle de resíduos. Além disso, em medidas administrativas, algumas decisões foram tomadas a fim de tornar os processos mais ecológicos e com menos impactos ambientais. São elas: troca da cabine de pintura à água por cabine seca, diminuição das perdas em cortes de matéria prima ferrosa, reutilização de embalagens de papelão, substituição de telhas de alumínio por telhas translúcidas para aproveitamento da luz externa, troca das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de *Led*. De acordo com autores como Barbieri (2011) e Donaire (1999), a alta direção deve estar estritamente envolvidas com o desenvolvimento organizacional, e pode-se perceber que na empresa em estudo isso ocorre. Havendo o incentivo dos níveis hierárquicos maiores em estímulos, treinamentos e interesse dos colaboradores envolvidos nos processos. Para a capacitação e treinamentos dos funcionários para a gestão ambiental, a gerência dispõe da coordenação da empresa terceirizada, realizando treinamentos anuais para a identificação do descarte correto de cada resíduo gerado. Como vantagens proporcionadas pela melhor gestão ambiental encontra-se a produção correta e relativamente limpa, prevenção de multas ambientais, diminuição com gastos de estoque e descarte dos resíduos, economia de energia e água, diferenciação em relação aos cuidados e questões ambientais comparado às empresas do mesmo setor, obtendo vantagem competitiva. Como iniciativas para minimizar o impacto ambiental gerado por sua atuação, é priorizada a utilização de materiais recicláveis, redução do consumo de água, e redução da geração de resíduos sólidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os aspectos de desenvolvimento do interesse por questões ambientais, e tornando as atividades ecologicamente corretas, isso reflete em vantagens competitivas e um melhor atendimento às exigências dos consumidores. Assim, este estudo demonstra as atividades e preocupações com a gestão ambiental de uma empresa de pequeno porte. Sendo que além de possuírem uma preocupação com o gerenciamento e destino dos resíduos gerados, mantém uma conduta de minimização de impactos e uso de materiais e equipamentos que sejam menos poluentes e que gastam menos energia. A preocupação em atualizações e treinamento dos colaboradores também é demonstrada pela empresa e se torna essencial para que hajam melhores resultados.

REFERÊNCIAS

ALIGLERI, Lílian M; ALIGLERI, Luiz Antonio; KRUGLIANSKAS, Isak. **Gestão socioambiental: responsabilidade e sustentabilidade do negócio.** São Paulo, SP: Atlas, 2009. xv, 242 p. ISBN 9788522455058.

ALMEIDA, Josimar Ribeiro de; MELLO, Claudia dos S.; CAVALCANTI, Yara. **Gestão ambiental: planejamento, avaliação, implantação, operação e verificação.** [1. ed.] Rio de Janeiro, RJ: Thex, 2001. 259 p. ISBN 858557559X

ANDRADE, Rui Otávio Bernardes de; TACHIZAWA, Takeshy; CARVALHO, Ana Barreiros de. **Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável.** 2. ed. São Paulo, SP: Pearson Education do Brasil, 2002. xvi, 232 p. ISBN 8534611084

BACKER, Paul de. **Gestao ambiental: a administração verde.** Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 1995. 248 p. ISBN 85-7303-066-6

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos.** 3. ed., atual. e ampl. São Paulo, SP: Saraiva, c2012. xviii, 358 p. ISBN 9788502141650

CALLADO, Aldo Leonardo Cunha; SOARES, Ana Paula Amazonas; MACHADO, André Gustavo Carvalho; CALLADO, Antônio André Cunha. **Gestão ambiental e responsabilidade social: conceitos, ferramentas e aplicações.** São Paulo, SP: Atlas, 2009. x, 326 p. ISBN 9788522457724

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade.** 2. ed., rev. e atual. São Paulo, SP: Atlas, 2011. x, 220 p. ISBN 9788522462865

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa.** 2. ed. São Paulo, SP: Atlas, 1999. 169 p. ISBN 8522421854

MOURA, Luiz Antônio Abdalla de. **Qualidade e gestão ambiental: sustentabilidade e ISO 14.001.** 6. ed. Belo Horizonte, MG: Del Rey, 2011. xiv, 418 p. ISBN 9788538401766

NAIME, Roberto Harb. **Diagnóstico ambiental e sistemas de gestão ambiental: incluindo a atualização da série ISO 9000 e as novas NBR 14001/2004 e NBR ISO 19011 / 2002.** Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2005. 164 p. ISBN 8586661813

SHIGUNOV NETO, Alexandre; CAMPOS, Lucila Maria de Souza; SHIGUNOV, Tatiana. **Fundamentos da gestão ambiental.** Rio de Janeiro, RJ: Ciência Moderna, 2009. xxi, 295 p. ISBN 9788573938012

TACHIZAWA, Takeshy. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira.** 7. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2011. xvii, 450 p. ISBN 9788522462452

ANÁLISE DE PRÁTICAS DE GESTÃO AMBIENTAL ADOTADAS POR METALÚRGICAS DO VALE DOS SINOS

Delio Endres Júnior¹

Camila Fagundes²

Dusan Schreiber³

Palavras-chave: Meio Ambiente. Resíduos. Tecnologias. Gestão Ambiental.

INTRODUÇÃO

A gestão ambiental tem se tornado, nas últimas décadas, o foco de atenção tanto de pesquisadores como de gestores organizacionais. Dentre os motivos destaca-se o potencial da responsabilidade socioambiental de contribuir para a constituição de diferencial competitivo sustentável, em face da preocupação crescente da sociedade, manifesta pela ação da mídia e mediada pelo poder regulatório e normativo de agentes governamentais (ANDRADE; TACHIZAWA & CARVALHO, 2002; ALMEIDA; MELLO E CAVALCANTI, 2001; DIAS, 2011). Empresas que se preocupam com essas questões relacionadas ao meio ambiente, e que desenvolvam produtos e/ou serviços ambientalmente corretos, são as que se destacam e conseguem atingir vantagem competitiva perante seus concorrentes. As organizações atualmente não querem mais que seus produtos e/ou serviços estejam ligados a impactos negativos ao meio ambiente, como poluição ou degradação ambiental. Elas estão em busca de uma imagem baseada na preservação e conservação do ambiente (DRUZZIAN; SANTOS, 2006).

Nesse sentido, no âmbito da disciplina de Gerenciamento Integrado do Meio Ambiente, ministrada por Carlos Augusto do Nascimento e Dusan Schreiber no Mestrado em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale, foi realizada uma pesquisa cujos resultados propiciaram a elaboração deste trabalho, que tem por objetivo avaliar as possíveis fontes de

¹ Bacharel em Biologia pela Universidade Feevale. Bolsista PROSUP/CAPES do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

² Bacharel em Administração e Turismo pela Universidade Feevale. Bolsista PROSUP/CAPES do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

³ Doutor em Administração pela UFRGS. Professor e pesquisador do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental e do Curso de Mestrado em Indústrias Criativas na mesma instituição.

motivação para a adoção de medidas de gestão ambiental e as diferentes estratégias adotadas por metalúrgicas do vale dos sinos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A gestão ambiental compreende a atividade que visa diagnosticar a situação ambiental da organização e propor um modelo de gestão, propiciando o ajuste de processos internos de forma que atenda às determinações de preceitos legais em vigor (CALLADO; SOARES; MACHADO & CALLADO, 2009; BARBIERI, 2011; DONAIRE, 1999; ALIGRERI; ALIGRERI & KRUGLIANSKAS, 2009; MOURA, 2011).

As pesquisas apontam que são diversos fatores que influenciam a efetividade da gestão ambiental nas organizacionais, destacando-se o segmento econômico em que a empresa está inserida, o grau de profissionalização da gestão, o porte, número de colaboradores diretos e localização geográfica. O potencial poluidor da atividade empresarial e maior número de colaboradores diretos contribuem de forma direta para maior visibilidade da organização perante a sociedade. Nas empresas de porte menor, apesar da menor disponibilidade orçamentária e de recursos humanos e materiais para a adoção de conjunto de ações de gestão ambiental, percebe-se maior facilidade na implantação do programa, em virtude da proximidade e interação dos colaboradores e seus superiores (ALMEIDA, MELLO & CAVALCANTI, 2001; DIAS, 2011; TACHIZAWA, 2011).

As motivações para implantação de programa de gestão ambiental são de origem externa e interna. Dentre as motivações de natureza interna destacam-se a possibilidade de redução de custos, a atualização tecnológica, entre outros. Já em relação a razões externas, ressaltam-se a tendência à prevenção de acidentes ecológicos por parte da sociedade e as demandas das partes interessadas, principalmente de agências financiadoras, comunidade local, organizações da sociedade civil e governo.

A literatura revisada aponta para três estratégias de gestão ambiental, (i) a prevenção da poluição, (ii) o planejamento do produto e (iii) o desenvolvimento sustentável. A primeira estratégia refere-se ao controle da poluição, quando a empresa procura adaptar-se às pressões normativas e às exigências do mercado. Já a segunda corresponde à prevenção da poluição, requerendo alterações nos processos produtivos e nos produtos produzidos. A terceira estratégia visa à concepção de ações mais proativas, envolvendo permanentemente toda a cadeia produtiva, bem como toda a organização, em ações corretivas e preventivas a risco de problemas ambientais.

É importante destacar que a adoção do programa de gestão ambiental implicará mudanças de diversas práticas organizacionais, que compreendem o sistema de produção e operação das empresas. Dentre as práticas organizacionais mais afetadas destacam-se as relacionadas aos produtos e aos processos (TACHIZAWA, 2011; BARBIERI, 2011; DONAIRE, 1999). As primeiras referem-se às práticas focadas na possibilidade de eliminar os elementos com potencial poluidor nos produtos, reduzindo o consumo de recursos na produção, bem como elevando a reutilização e a reciclagem. Já as práticas relacionadas aos processos visam maior consciência na produção, nos métodos e nos processos operacionais.

METODOLOGIA

A metodologia proposta para esse estudo foi o de estudo de caso múltiplo. De acordo com Yin (2010), esse tipo de pesquisa busca avaliar uma situação ou localidade em profundidade. Para a obtenção dos dados e alcance do objetivo geral do estudo, um roteiro de quinze questões, elaboradas a partir da revisão teórica, foi respondido, presencialmente, por gestores de três organizações industriais, escolhidas segundo o critério de acessibilidade e conveniência dos pesquisadores. Os dados obtidos foram analisados de forma descritiva, por meio da técnica de análise de conteúdo (SILVA, 2006).

ANÁLISE

A empresa A, micro empresa, é a menor dentre as três avaliadas. Ela é formada por quatro funcionários, incluindo dois sócios. Apresenta área de 100 m² e tem capacidade de processar 1.100 kg de zamac, liga metálica a partir da qual são produzidos componentes para calçado e vestuário, bem como acessórios (jóias, botons e chaveiros). Os processos da empresa são o desenvolvimento das peças brutas, sendo que os clientes são responsáveis pela parte de encaminhar o material para acabamento, como banho, colocação de resinas etc.

A empresa B, de pequeno porte, e assim como a empresa A, é do ramo industrial e, portanto, sem distribuição em varejo. Possui área de 5.000 m², e 151 funcionários, produzindo componentes para calçado e vestuário. Além da injeção das peças, a empresa conta com setor de vibroacabamento e banho, processos que consomem grande quantidade de água e gera efluentes contaminados por óleos e metais.

A empresa C, a maior delas, capaz de processar cerca de 40.000 kg de zamac e 10.000 kg de polímeros. Dentre eles, estão os componentes para calçado e vestuário, peças técnicas para a indústria sanitária e indústria de eletrônicos. A metalúrgica, conta com área de 40.000

m² e 230 funcionários, sendo que a empresa possui ainda lojas em diferentes municípios do país, com capacidade de exportação para países como Argentina, Bolívia, México e Equador.

As matrizes de silicone, utilizadas nas empresas B e C, apenas para o desenvolvimento de amostras, são utilizadas na empresa A para o desenvolvimento de todos os produtos, devido à menor demanda de peças e reduzida vida útil do material, o qual é em seguida descartado. Nas empresas B e C, a maior demanda de produtos permite o uso de matrizes de aço, as quais possuem maior durabilidade e conferem maior qualidade na produção das peças, embora tenha alto custo de produção. Além disso, as matrizes de aço são devolvidas à fundição e servem como matéria-prima para a produção de outros materiais, enquanto as matrizes de silicone, ainda não apresentam possível processamento e reutilização, permanecendo em depósitos ou sendo encaminhadas para aterros industriais.

O fato das empresas B e C possuírem em seu processo produtivo o acabamento das peças por vibroacabamento e também banho, faz com que estas consumam uma variedade e quantidade maior de insumos. Por exemplo, durante a etapa de vibroacabamento ou vibrotamboramento, há o consumo de uma grande quantidade de água, a qual passa por análise laboratorial e tratamento antes de ser devolvida ao meio. A empresa B substituiu os processos que dependiam do uso de água, e passou a economizar de 70 a 80% do consumo inicial. Na empresa C, o uso de novas tecnologias, no qual a água passou a ser tratada e reutilizada nos processos, permitiu a redução no seu consumo, entretanto ainda sejam descartados 60 mil litros de água todos os dias. Todas as três empresas analisadas destinam seus resíduos sólidos para reciclagem, e os resíduos contaminados são encaminhados para aterro industrial.

As vantagens proporcionadas pela gestão ambiental citadas pelos entrevistados foram a redução de custos, tanto para a compra de matéria-prima quanto para o tratamento e destinação de resíduos e efluentes, uma vez que podem ser incorporados ao processo produtivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível verificar a partir da análise das respostas, que as empresas apresentam características semelhantes quanto à motivação para a adoção de medidas de gestão ambiental. Ambas as empresas citaram que adotaram medidas ambientais devido à pressão dos órgãos ambientais, e em busca de benefícios internos, como à redução de custos. Das estratégias de gestão ambiental comentadas pelos autores na revisão bibliográfica, duas merecem destaque: a prevenção da poluição e planejamento do produto, uma vez que as

empresas estudadas procuram se adaptar às pressões normativas e às exigências do mercado, bem como alterar seus processos produtivos e os produtos produzidos, de forma a reduzir os impactos ambientais. A terceira estratégia, não foi observada nas empresas estudadas.

O questionário, da forma como foi aplicado se mostrou eficiente na obtenção de dados para responder ao objetivo do estudo, e com pequenos ajustes pode ser uma importante ferramenta no diagnóstico dos problemas ambientais de metalúrgicas, tais quais foram representadas neste estudo.

REFERÊNCIAS

ALIGLERI, Lílian M; ALIGLERI, Luiz Antonio; KRUGLIANSKAS, Isak. **Gestão socioambiental: responsabilidade e sustentabilidade do negócio.** São Paulo, SP: Atlas, 2009. xv, 242 p. ISBN 9788522455058

ALMEIDA, Josimar Ribeiro de; MELLO, Claudia dos S.; CAVALCANTI, Yara. **Gestão ambiental: planejamento, avaliação, implantação, operação e verificação.** [1. ed.] Rio de Janeiro, RJ: Thex, 2001. 259 p. ISBN 858557559X

ANDRADE, Rui Otávio Bernardes de; TACHIZAWA, Takeshy; CARVALHO, Ana Barreiros de. **Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável.** 2. ed. São Paulo, SP: Pearson Education do Brasil, 2002. xvi, 232 p. ISBN 8534611084

BACKER, Paul de. **Gestao ambiental: a administração verde.** Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 1995. 248 p. ISBN 85-7303-066-6

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos.** 3. ed., atual. e ampl. São Paulo, SP: Saraiva, c2012. xviii, 358 p. ISBN 9788502141650

CALLADO, Aldo Leonardo Cunha; SOARES, Ana Paula Amazonas; MACHADO, André Gustavo Carvalho; CALLADO, Antônio André Cunha. **Gestão ambiental e responsabilidade social: conceitos, ferramentas e aplicações.** São Paulo, SP: Atlas, 2009. x, 326 p. ISBN 9788522457724

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade.** 2. ed., rev. e atual. São Paulo, SP: Atlas, 2011. x, 220 p. ISBN 9788522462865

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa.** 2. ed. São Paulo, SP: Atlas, 1999. 169 p. ISBN 8522421854

MOURA, Luiz Antônio Abdalla de. **Qualidade e gestão ambiental: sustentabilidade e ISO 14.001.** 6. ed. Belo Horizonte, MG: Del Rey, 2011. xiv, 418 p. ISBN 9788538401766

NAIME, Roberto Harb. **Diagnóstico ambiental e sistemas de gestão ambiental:** incluindo a atualização da série ISO 9000 e as novas NBR 14001/2004 e NBR ISO 19011 / 2002. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2005. 164 p. ISBN 8586661813

SHIGUNOV NETO, Alexandre; CAMPOS, Lucila Maria de Souza; SHIGUNOV, Tatiana. **Fundamentos da gestão ambiental.** Rio de Janeiro, RJ: Ciência Moderna, 2009. xxi, 295 p. ISBN 9788573938012

TACHIZAWA, Takeshy. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa:** estratégias de negócios focadas na realidade brasileira. 7. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2011. xvii, 450 p. ISBN 9788522462452

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA E SEDIMENTO DO RIO PARANHANA E SUA ASSOCIAÇÃO COM A QUALIDADE AMBIENTAL

Tatiana Moraes da Silva Heck; Larissa Ferreira de Jesus¹

Rodrigo Staggemeier²

Luana Ruskowski; Nadine Bordin Andrigueti³

Rute Gabriele Fiscoeder Ritzel³

Fabiano Costa de Oliveira³

Juliana Schons Gularte⁴

Fagner Henrique Heldt⁴

Viviane Girardi⁵

Carlos Augusto do Nascimento⁶

Fernando Rosado Spilki⁷

Sabrina Esteves de Matos Almeida⁸

Palavras-chave: Rio Paranhana. Água. Sedimento. Adenovírus.

INTRODUÇÃO

O Rio Paranhana possui uma extensão de 80,6 Km e é um dos principais afluentes do Rio dos Sinos. Suas nascentes estão localizadas na divisa entre os municípios de Canela e São Francisco de Paula e sua foz encontra-se no Rio dos Sinos no município de Taquara (RIFFEL & GUASSELLI, 2012). Por sua vez, o Rio Paranhana é de grande importância uma vez que carrega dejetos e possíveis contaminantes ao longo de seu trajeto até o Rio dos Sinos.

A qualidade da água tem sido afetada de forma bastante significativa pela ação antrópica no ambiente. Os vírus entéricos estão associados à contaminação ambiental e à

¹Bacharel em Biomedicina pela Universidade Feevale. Mestranda em Qualidade Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental pela mesma Universidade.

²Mestre em Qualidade Ambiental, Bacharel em Biomedicina, Doutorando em Qualidade Ambiental, Programa de Pós-Graduação pela Universidade Feevale.

³Graduando em Biomedicina na Universidade Feevale.

⁴Bacharel em Biologia. Mestrando em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale.

⁵Mestre em Biotecnologia, Bacharel em Biologia, Doutoranda em Qualidade Ambiental, Programa de Pós-Graduação pela Universidade Feevale.

⁶Doutor em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale. Docente da Universidade Feevale.

⁷Doutor em Genética e Biologia Molecular pela UNICAMP. Docente da Universidade Feevale.

⁸Doutora em Genética e Biologia Molecular pela UFRGS. Docente da Universidade Feevale.

ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Dentre eles, os Adenovírus Humano (HAdV), causadores de gastroenterites e outras doenças veiculadas à água. A presença de HAdV no meio hídrico demonstra um problema de poluição oriundos do lançamento de esgotos sem tratamento adequado, podendo atingir outros cursos de águas (VIEIRA *et al.*, 2012, SCHWARTZBROD, 2000). O sedimento, resultado da erosão do solo, possui alta capacidade de retenção de água, alta mobilidade e uma particulação elevada, características que o torna o reservatório final da maioria dos contaminantes/poluentes produzidos por atividades antrópicas e de importância na qualidade do meio ambiente (ALMEIDA & ROCHA, 2006).

O objetivo deste trabalho é analisar através da detecção molecular a presença do genoma de HAdV em sedimento e água que podem estar presentes no curso hídrico do Rio Paranhana, avaliando a qualidade do ambiente e contribuindo para caracterizar a origem de possíveis contaminantes fecais oriundos deste rio, afluente do Rio dos Sinos, o qual é a principal fonte hídrica de abastecimento da região.

REFERENCIAL TEÓRICO

O Rio Paranhana recebe águas transpostas da Bacia do Rio Caí, das barragens Divisa, Blang e Salto. A partir desta última, inicia-se o projeto de “Transposição de Vales”, através do Sistema Salto-Canela, onde suas águas são conduzidas através de um túnel de águas transpostas até o município de Canela, local onde a nascente do rio entra em confluência com as águas da barragem, aumentando o seu fluxo hídrico. As nascentes do Paranhana localizam-se na divisa entre os municípios de São Francisco de Paula e Canela a cerca de 900m de altitude descendo pelos municípios de Gramado, Três Coroas, Igrejinha, Parobé e Taquara, este último onde se encontra sua foz com o Rio dos Sinos a uma altitude de 20m (RIFFEL & GUASSELLI, 2012; LEMOS, 2013).

Alguns arroios, como Arroio dos Bugres, Arroio Santa Maria e o Arroio Casca, são efluentes do Rio Paranhana, os quais também aumentam o seu fluxo d'água. No decorrer de sua extensão, na região mais urbanizada, o rio recebe águas de outros arroios dos diferentes municípios os quais ele percorre, tornando-se afluente de águas residuais além do esgoto doméstico lançado no rio (CARTILHA, 2014). Dessa forma, é esperado que o Paranhana contribua para a disseminação de microrganismos afetando a qualidade da água e do solo no Rio dos Sinos, afetando tanto a população urbana quanto a rural, que utilizam a água direta de ambos os rios em suas propriedades, como de pequenos lagos, açudes e até mesmo poços artesianos próprios sem o devido tratamento, o que poderá ocasionar doenças diarreicas e agravar a saúde pública.

Os AdV pertencem a família *Adenoviridae* e ao gênero *Mastadenovirus*, apresentam DNA de fita dupla e são não envelopados, transmitidos de forma fecal-oral, por consumo de água, cultivos de solos e irrigações com água não tratada, bem como por águas recreacionais após contato direto por meio de mucosas da pele ou por inalação (WYN-JONES & SELLWOOD, 2001). Ocasionalmente gastroenterites principalmente em crianças com menos de 4 anos, com quadros febris (JIANG & CHU, 2004; TAVARES *et al.*; 2005). Vírus entéricos podem resistir ao ambiente e penetrar no solo/sedimento, e presentes nessa matriz, têm a capacidade de migrar por meio do fenômeno de adsorção-dessorção podendo atingir até mesmo águas subterrâneas e lençóis freáticos que servirão para abastecimento da região, contribuindo para um elevado risco de contaminação (STAGGEMEIER *et al.*, 2015).

No final da década de 1980, foram encontrados EV e AdV em 53% das amostras de água oriundas de mananciais que abastecem os principais municípios de São Paulo no ano de 2008 (CETESB, 2011), e tem sido frequentemente identificado em várias amostras ambientais tais como águas residuais (HE & JIANG, 2005), águas de consumo (LEE *et al.*, 2005), águas subterrâneas (PIRANHA *et al.*, 2006), águas de superfície (JIANG & CHU, 2004) e águas recreacionais (XAGORARAKI *et al.*, 2007).

METODOLOGIA

Foi realizada 1 coleta de água e sedimento no mês de maio de 2015, sendo 16 amostras de ambas matrizes distribuídas em 12 locais demarcados por Sistema de Posicionamento Global, de forma a obter-se um melhor monitoramento da região ao longo do Rio Paranhana, cuja foz está localizada no Rio dos Sinos, totalizando 32 amostras. 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 nas amostras foram extraídos através do *kit* de extração Mini Spin Plus (Biopur®), conforme recomendações do fabricante. Para a detecção molecular do genoma viral, foi realizado a reação em cadeia da polimerase quantitativa (qPCR) da região mais conservada do genoma viral de HAdV, realizada com *primer* VTB2 HAdVC (Wolf *et al.*, 2010).

RESULTADOS

Das 32 amostras analisadas de água e sedimento, foram detectadas 16 amostras positivas para HAdV (16/32), totalizando 50% de positividade. Dentre elas, em relação a água, obtivemos um resultados de 50% (8/16) e igualmente para sedimento, 50% (8/16) positivas nos mesmos pontos de coleta.

DISCUSSÃO

A presença desse microrganismo no Rio Paranhana demonstra contaminação fecal de origem humana. Durante o percurso do rio há lançamentos de esgotos urbanos sem ou quase nenhum tratamento, desta maneira, acaba por ser contaminado 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 inferiores aos detectados em um estudo realizado por Staggemeier et al. (2015) em municípios pertencentes ao Vale do Paranhana do qual o Rio Paranhana faz parte, detectando HAdV em 87,3% das amostras hídricas e em 80% das amostras de sedimento.

Em relação ao tratamento da água, os AdV são mais resistentes a cloração do que outros vírus entéricos, características que os tornam mais abundantes e resistentes ao meio. No Brasil, a portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011, apenas recomenda o monitoramento viral somente em casos de surtos, diferentemente do padrão microbiológico europeu e americano (MEHNERT *et al.*, 2001; USEPA, 2005). A contaminação dos recursos hídricos é influenciada pela contaminação do solo/sedimento, pois o vírus presente no sedimento provavelmente esteve em algum momento na água e poderá voltar a contaminar a mesma devido a possibilidade de ser ressuspenso na coluna d'água liberando novamente os vírus no corpo hídrico. Além disso, devido ao potencial de percolação das partículas virais no sedimento, os vírus podem percolar grandes profundidades podendo atingir e contaminar águas subterrâneas (STAGGEMEIER *et al.*, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por sua vez, o Rio Paranhana, torna-se um curso hídrico bastante impactado, sendo suas fortes corredeiras um veículo ainda mais relevante aumentando a veiculação do seu curso hídrico, capaz de transportar microrganismos oriundos da contaminação antrópica proveniente da região, e por consequência um contribuinte do Rio dos Sinos já que a sua foz está localizada nesse mesmo rio que é o principal manancial de abastecimento público na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Desta forma, o Rio Paranhana demonstra sua importância no monitoramento do ambiente, não somente na definição de HAdV na rede hídrica e no

solo/sedimento, mas também na avaliação na qualidade ambiental, colocando o homem mais vulnerável as doenças de veiculação hídricas como as gastroenterites, tornando-se um risco para a saúde do homem e um agravante na rede pública.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.A. & ROCHA, O. Estudo comparativo da qualidade dos sedimentos dos reservatórios do Rio Tietê (SP). **J Braz Soc Ecotoxicol.** 1: 141-145, 2006.

CARTILHA CONHECENDO OS RECURSOS HÍDRICOS DE IGREJINHA - Centro de Educação Ambiental Augusto Kampff – CEAAK – Taquara: FACCAT - CATÁLOGO C327-52p.:il. - 1ª Edição – 2014.

CETESB. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/relatorio-tecnico/2011-levantamento-diagnostico.pdf>> Data de acesso: 2/03/2015.

HE, J.W. & JIANG, S. Quantification of enterococci and human adenoviruses in environmental samples by real-time PCR. **Appl Environ Microbiol.** 71: 2250-2255, 2005.

JIANG, S.C. & CHU, W. - PCR detection of pathogenic viruses in southern California urban rivers. **J Appl Microbiol.** 97: 17-28, 2004.

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. **Appl Environ Microbiol.** 68: 1033-1039, 2002.

LEE, S.H.; LEE, C.; LEE, K.W.; CHO, H.B.; KIM, S.J. The simultaneous detection of both enteroviruses and adenoviruses in environmental water samples including tap water with an integrated cell culture-multiplex nested PCR procedure. **J Appl Microbiol.** 98: 1020-1029, 2005.

LEMOS, A. - A utilização de dados geológicos e geomorfológicos na identificação de áreas suscetíveis a desastres naturais. Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio Paranhana/RS, **ParaOnde!?**. 7 (2): 11-18, 2013.

MEHNERT, D.U.; QUEIROZ, A.P.S.; PAULI, V.; MONEZI, T.A.; HÁRSI, C.M. Virus: a new parameter for determination of water quality. **Virus Rev Res.** 6: 67, 2001.

PIRANHA, J.; PACHECO, A.; GAMBA, R.C.; MEHNERT, D.U.; GARrafa, P.; BARRELLA, K. - Fecal contamination (viral and bacteria) detection in groundwater used for drinking purposes in São Paulo, Brazil. **Geo Microbiol J.** 23: 279-283, 2006.

RIFFEL, E. & GUASSELLI, A.L. - Ocorrência de movimentos de massa na Bacia Hidrográfica do Rio Paranhana - RS. **Boletim Gaúcho de Geologia.** 39: 193-209, 2012.

SCHWARTZBROD, L. - Virus humain et santé publique: consequences de l'utilisation des eaux usées et des boues en agriculture et conchyliculture, 2000. Disponível em <www.who.int/entity/water_sanitation_health/.../virus.pdf>. Data de acesso: 07/05/2015.

STAGGEMEIER, R.; BORTOLUZZI, M.; HECK, T.; LUZ, R.; FABRES, R.; SOLIMAN, M.; RIGOTTO, C.; BALDASSO, N.; SPILKI, F.; ALMEIDA, S. - Animal and human enteric viruses in water and sediment samples from dairy farms. **Agr Water Manage.** 152: 135-141, 2015.

TAVARES, T.M.; CARDOSO, D.D.P.; BRITO, W.M.E.D. Vírus Entéricos Veiculados por água: Aspectos Microbiológicos e de Controle de Qualidade da Água. **Rev Patol Trop.** 34 (2): 85-104, 2005.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). CCL 2 List & regulatory determinations, 2005. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ogwdw000/ccl/ccl2.html>>. Data de acesso: 20/04/2015.

VIEIRA, C.B.; MENDES, A.C.O.; GUIMARÃES, F.R.; FUMIAN, T.M.; LEITE, J.P.G.; GASPAR, A.M.C.; MIAGOSTOVICH, M.P. - Detection of enteric viruses in recreational waters of an urban lagoon in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz.** 107:(6), 778-784, 2012.

WOLF S, HEWITT J, GREENING GE. - Viral multiplex quantitative PCR assays for tracking sources of fecal contamination. **Appl Environ Microbiol.** 76: 1388–1394, 2010.

WYN-JONES, A.P. & SELLWOOD, J. - A review: Enteric viruses in aquatic environment. **J Appl Microbiol.** 91: 945-962, 2001.

XAGORARAKI, I.; KUO, D.H.W.; WONG, K.; WONG, M.; ROSE, J.B. - Occurrence of Human Adenoviruses at Two Recreational Beaches of the Great Lakes. **Appl Environ Microbiol.** 73(24): 7874-7881, 2007.

ANÁLISE PRELIMINAR DE SERAPILHEIRA EM DOIS FRAGMENTOS DE CAATINGA NO SERTÃO PARAIBANO

Danielle Bauer¹

Everly Leandro dos Santos; Bethiane Cabral de Brito; Maria da Conceição Leite da Silva²

Jairo Lizandro Schmitt³

Palavras-chave: Caatinga. Serapilheira. Ciclagem de nutrientes.

INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal típica do semiárido nordestino, a caatinga, é formada por uma mistura de ervas, arbustos e árvores de pequeno e médio porte e de elevada resistência à escassez hídrica (MENDES, 1992). A caatinga tem sido pouco explorada em estudos florísticos e ecológicos em relação a outros ecossistemas brasileiros, e passa por um extenso processo de alteração e deterioração ambiental. Os estudos realizados neste ecossistema contribuem para compreender os padrões e processos ecológicos deste bioma (LEAL, 2003; COSTA et al., 2010).

A forma e a velocidade de ciclagem dos nutrientes estão intimamente ligadas às condições climáticas e fenológicas do ecossistema (ALVES et al., 2006). Neste sentido, estudos qualitativos e quantitativos da serapilheira são importantes para compreender o funcionamento dos ecossistemas florestais em geral e fornecer bases para o manejo e avaliação de impactos antrópicos (CÉSAR, 1993). Os trabalhos realizados com a serapilheira podem diferir quanto à metodologia de amostragem e análise, porém geralmente estão voltados à produção e acúmulo no solo e à caracterização anatômica e química (SCORIZA et al., 2012).

O presente estudo tem como objetivo gerar conhecimento sobre a dinâmica da deposição, do aporte e da decomposição da serapilheira de dois fragmentos de caatinga no semiárido paraibano.

¹ Mestre em Botânica pela UFRGS, participante do Programa de Aperfeiçoamento Científico Feevale;

² Alunas Curso Técnico Meio Ambiente – IFPB - Campus Sousa

³ Doutor em Botânica, professor titular do PPG em Qualidade Ambiental

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A serapilheira compreende a camada mais superficial do solo nos ambientes florestais e compõem-se geralmente de folhas, ramos, flores, frutos, sementes e outros detritos (COSTA et al., 2010). Sua produção é diretamente responsável pelo retorno quantitativo de nutrientes ao solo e seu acúmulo está ligado à atividade decompositora dos micro-organismos e ao grau de perturbação antrópica sobre o ecossistema (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003; VITAL et al., 2004; FERNANDES et al., 2006).

A serapilheira contém grande parte dos nutrientes extraídos pelas árvores do solo, e a medida que o material decíduo vai se decompondo, os nutrientes são liberados, dando continuidade à ciclagem de nutrientes passíveis de serem reabsorvidos pelas plantas (SCHUMACHER, 2003; 2004). Além desse papel importante na ciclagem dos nutrientes, a serapilheira funciona também como uma manta que facilita a entrada de sementes e sua incorporação ao banco de sementes do solo (RODRIGUES et al., 2010).

Poucos estudos com serapilheira têm abordado o ecossistema caatinga, entre eles podemos citar os trabalhos de ALVES et al. (2006) e ANDRADE et al. (2008), LOPES et al. (2009), COSTA *et al.* (2010), SANTANA & SOUTO (2011) e SANTOS et al. (2013). Novos trabalhos nesta área vêm contribuir para aumentar o conhecimento da dinâmica do ecossistema caatinga.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em duas áreas de caatinga localizadas dentro do Campus do IFPB – Sousa, em São Gonçalo, PB (S 6°50'27" W 38°18'1"). A coleta de material e de dados iniciou no mês de dezembro de 2014. Em cada área de estudo foram tomadas 10 amostras aleatórias de serapilheira estocada, com auxílio de um gabarito de 0,5 x 0,5m.

Para a coleta mensal da serapilheira aportada foram colocados em cada área 10 coletores de madeira de 1,0 x 1,0m com fundo de tela plástica malha 1mm, espalhados aleatoriamente e de forma equidistante. O material estocado e aportado recolhido foi seco em estufa a 65 – 70°C até peso constante e separado nas frações folhas, ramos, estruturas reprodutivas (flores, frutos e sementes) e miscelânea. Cada fração foi pesada e a massa total acumulada obtida pela soma das massas de cada fração.

Em cada uma das áreas também foram colocadas 30 bolsas de decomposição de náilon, de 30x30cm, malha 1mm, contendo 10g de folhas de serapilheira cada uma. As bolsas foram distribuídas ao longo de 5 transectos (6 bolsas em cada), distantes 10 metros entre si, dentro de cada área. Durante 6 meses foram recolhidas, mensalmente, 5 bolsas de cada área.

As sacolas recolhidas foram secas em estufa a 65-70°C até peso constante e em seguida foi feita a verificação da massa das folhas.

A análise estatística dos dados obtidos mensalmente constituiu-se na média dos valores encontrados nas amostragens (coletores, gabaritos) para cada fração, em cada área de caatinga. A avaliação da perda de massa (decomposição) foi realizada pela média das diferenças entre peso inicial e final das bolsas recolhidas. Todos os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e após foi realizado o teste de t de Student, em nível de significância de 5%, no programa BioEstat 5.0.

RESULTADOS

A serapilheira total depositada no mês de dezembro (estação seca) foi de 16.062,9 kg/ha na área 1 e 3.517,2 kg/ha na área 2. A diferença de material depositado entre as duas áreas foi significativa ($t=7,12$; $p<0,0001$). Os valores médios para a fração folhas foram de 2.314,0 kg/ha na área 1 e 1.117,2 kg/ha na área 2. A deposição da fração ramos apresentou valores de 9.186,8 kg/ha na área 1 e 1.969,6 kg/ha na área 2. A fração estruturas reprodutivas apresentou valores de 4.546,0 kg/ha na área 1 e 379,6 kg/ha na área 2. A fração miscelânea apresentou valores de 16kg/ha e 51,2kg/ha nas áreas 1 e 2, respectivamente.

O total de serapilheira aportada em dezembro\janeiro foi de 295,20 e 525,55 kg/ha para a área 1 e 47,90 e 134,07 kg/ha na área 2, respectivamente. A diferença no aporte mensal foi significativa entre as duas áreas, nos meses de dezembro ($t= 6,83$; $p<0,0001$) e janeiro ($t=6,84$; $p<0,0001$). Em dezembro, a fração mais expressiva foi a das estruturas reprodutivas, em ambas áreas. Foram encontrados valores de 158,76 kg/ha na área 1 e 28,02kg/ha na área 2 para esta fração. No mês seguinte, a fração folhas se destacou nas duas áreas, com valores de aporte de 189,88kg/ha na área 1 e 53,33kg/ha na área 2. A fração ramos foi a segunda fração mais expressiva nas duas áreas, nos dois meses avaliados.

A perda de biomassa da fração folhas das sacolas de decomposição, no período de 43 e 65 dias, foi de respectivamente 7,2% e 8,2 % para a área 1 e de 12,4% e 14,0% para a área 2. A decomposição foi significativa no período total na área 1 ($t= -10,88$; $p<0,0001$) e na área 2 ($t= - 9,68$; $p=0,0006$), e maior na área 2 ($t= - 3,50$; $p=0,0080$).

DISCUSSÃO

No período avaliado a serapilheira total depositada e também das frações foi significativamente maior na área 1 que na área 2. A composição florística da área 1 (predominância de espécies arbóreas com mais de 5 metros) bem como a inclinação acentuada

do terreno da área 2, podem estar relacionadas com os valores elevados de serapilheira acumulada encontrados na área 1.

A fração mais expressiva de material acumulado na área 1 foi a dos ramos (9.186,8 kg/ha), seguida pelas estruturas reprodutivas (4.546,0kg/ha). Já na área 2, houve maior deposição de ramos (1.969,6kg/ha) seguida pela fração folhas (1.117,2kg/ha). Na área 1 observou-se durante as coletas realizadas a queda de grande quantidade de galhos, que pode ser explicada pelo vento e também pela morte de ramos devido a ação de cupins de solo, comuns na área. A maior parte dos trabalhos com serapilheira apresentam uma maior contribuição da fração folhas na composição anual da serapilheira (ALVES et al., 2006; ANDRADE et al., 2008; COSTA et al., 2010).

O aporte total de serapilheira, nos dois meses, na área 1, foi significativamente maior que na área 2, semelhantemente ao resultado observado para a serapilheira depositada. A ocorrência de uma curta precipitação na região em novembro estimulou o brotamento e florescimento das espécies em dezembro, o que pode explicar os valores maiores obtidos para a fração estruturas reprodutivas em dezembro, em ambas as áreas. A continuidade da estiagem estimulou a queda foliar, provocando o aumento desta fração em janeiro, nas duas áreas.

As espécies da caatinga utilizam suas adaptações morfológicas e fisiológicas para possibilitar sua sobrevivência em condições de seca (SILVA et al., 2004). Assim, a grande quantidade de material aportado, em relação aos valores encontrados por outros autores (ANDRADE et al., 2008; ALVES et al., 2006) pode ser uma resposta da vegetação local ao estresse hídrico deste período.

A taxa diária média de decomposição no período de 65 dias ficou em 0,19% na área 1 e 0,21% na área 2. Houve decomposição significativa das folhas neste período nas duas áreas, sendo a perda de biomassa maior na área 2. FREIRE et al. (2010) analisaram a decomposição de folhas de serapilheira na Zona da Mata de Pernambuco e encontraram uma perda de 30% da biomassa desta fração após 256 dias de incubação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as duas áreas de caatinga avaliadas, a área 1 apresentou uma deposição e um aporte maior de serapilheira, estatisticamente significativo, provavelmente devido as características fisionômicas e florísticas da mata nesta área. A decomposição da fração folhas no período de 65 dias foi maior na área 2.

Os valores de aporte e deposição encontrados nas duas áreas foram maiores que os obtidos em trabalhos similares realizados na caatinga. Segundo SANTANA & SOUTO

(2011), existe uma heterogeneidade dentro dos ecossistemas florestais secos, ideia reforçada pelos dados encontrados neste estudo.

Os resultados obtidos no período avaliado não refletem a totalidade da dinâmica dos mecanismos que comandam a produção e decomposição da serapilheira nas duas áreas em estudo, sendo necessária a coleta de dados por um período maior de tempo.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.R.; SOUTO, J.B.; SOUTO, P.C. Aporte e decomposição de serapilheira em área de caatinga na Paraíba. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.6, n.2, p.194-203, 2006.

ANDRADE, R. L.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; BEZERRA, D. M. Deposição de serapilheira em área de caatinga na RPPN “Fazenda Tamanduá”, Santa Teresinha, PB. **Revista Caatinga**, v. 21, n.2, p.223-230, 2008.

CÉSAR, O. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi (SP). **Revista Brasileira de Biologia**, v.53, n.4, p. 671-681, 1993.

COSTA, C.C.A.; CAMACHO, R.G.V.; MACEDO, I.D.; SILVA, P.C.M. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na Flona de Açú-RN. **Revista Árvore**, n.34, v.2, p.259-265, 2010.

FERNANDES, M. M.; PEREIRA, M. G.; MAGALHÃES, L. M. S.; CRUZ, A. R.; GIÁCOMO, R.G. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, v.16, n.2, p. 163-175, 2006.

FIGUEIREDO FILHO, A.; FERREIRA, G. M.; BUDANT, L. S.; FIGUEIREDO, D.J. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Estado do Paraná. **Ciência Florestal**, v.13, n.1, p.11-18, 2003.

FREIRE, J.L.; JÚNIOR, J. C. B. D.; LIRA, M. A.; FERREIRA, R L. C.; SANTOS, M. V. F.; FREITAS, E. V. Decomposição de serapilheira em bosque de Sabiá na Zona da Mata em Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1659-1665, 2010.

LEAL, I. R; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 822 p.

LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. M.; LOBATO, F. A. O.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARRAES, F. D. D. Deposição e decomposição de serapilheira em área de caatinga. **Revista Agroambiente**, v.3, n.2, p.72-79, 2009.

MENDES, B. V. O semiárido brasileiro. **Revista do Instituto Florestal**, v.4, ed. especial, p. 394-399,1992.

RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; LEITE, H.G. Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. **Revista Árvore**, v.34, n.1, p.65-73, 2010.

SANTANA, J. A. S; SOUTO, J.S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semi-árida do Rio Grande do Norte, Brasil. **IDESIA**, vol. 29, n.2, p.87-94, 2011.

SANTOS, M. B. C.; SAMPAIO, E. V. S. B; SANTOS, R. L.; COSTA, P. B.; LUZ, A. C. S.; SILVA, J. D. G. Aporte de S, Mg e Ca em serapilheira de caatinga em diferentes estádios sucessionais. Resumo: **XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão**. JEPEX 2013. UFRPE.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; RODRIGUES, L. M.; SANTOS, E. M. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild) no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v. 27, n.6, p.791-798, 2003.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; HERNANDES, J. I.; KÖNIG, F. G. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande – RS. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.29-37, 2004.

SCORIZA, R. N.; PEREIRA, M. G.; PEREIRA, G. H. A.; MACHADO, D. L.; SILVA, E. M. R. Métodos para coleta e análise de serapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Floresta e Ambiente**, v.2, n.2, p. 01-18, 2012.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, N. J. M. C.; AZEVEDO-NETO, A. D.; BRITO, J. Z.; CABRAL, E. L. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de Caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, vol. 59, n. 2, p. 201-205, 2004.

VITAL, A. R. T.; GUERRINI, I. A.; FRANKEN, W. K.; FONSECA, R. C. B. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, v. 28, n.6, p.793-800, 2004.

APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA (PAR) NO ARROIO CERQUINHA, EM NOVO HAMBURGO/RS

Vanessa Schweitzer dos Santos¹

Camila Fagundes²

Catiana Bresolin³

Jairo Lizandro Schmitt⁴

Palavras-chave: PAR. Arroio Cerquinha. Novo Hamburgo.

INTRODUÇÃO

Situada a nordeste do estado do Rio Grande do Sul, a Bacia do Rio dos Sinos, é uma região que apresenta cobertura vegetal reduzida, somando-se a atividades de alto impacto ambiental, como parques industriais importantes na economia do estado, e predomínio e atividades coureiro-calçadista, petroquímica e metalúrgica. Compreende uma área de 3.820km², um total de 4,5% da bacia hidrográfica do Guaíba e 1,5% da área total do estado do Rio Grande do Sul, atendendo a demanda de aproximadamente um milhão de habitantes. Município que compõe a Bacia do Rio dos Sinos, Novo Hamburgo compõe o trecho inferior da bacia hidrográfica do rio que é caracterizado como o mais poluído da região hidrográfica do Guaíba (FEPAM, 2015).

As bacias hidrográficas dos grandes centros urbanos são alimentadas por corpos d'água que recebem resíduos de origem orgânica e inorgânica de naturezas distintas, no Município de Novo Hamburgo, diante desta realidade, encontra-se o Arroio Cerquinha. Contudo, avaliar os fatores de origem antrópica que podem modificar os habitats aquáticos, é um desafio.

Com início na década de 1980, esta concepção de avaliação teve sua origem nos Estados Unidos, onde os órgãos ambientais identificaram a necessidade de se construir

¹ Mestre em Engenharia Civil pela Unisinos. Licenciada em Biologia pela mesma instituição. Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale.

² Bacharel em Administração e Turismo pela Universidade Feevale. Bolsista PROSUP/CAPES do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

³ Bacharel em Biologia pela Unisinos. Atualmente é mestranda do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale.

⁴ Doutor em Botânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atualmente é professor e pesquisador do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale.

métodos de avaliação qualitativos, dado o alto custo e tempo para desenvolver pesquisas quantitativas (RODRIGUES; CASTRO; MALAFAIA, 2010). Dentre um dos métodos cita-se o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), que é uma ferramenta utilizada para determinar as condições ambientais dos ecossistemas, de forma integrada, através de parâmetros físicos, que permite alcançar resultados capazes de contribuir para o melhor planejamento de conservação dos ecossistemas aquáticos.

Nessa perspectiva, essa pesquisa desenvolvida na disciplina de Impacto Ambiental do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale, ministrada por Jairo Lizandro Schmitt e Annette Droste, possui o objetivo geral de diagnosticar três pontos distintos do Arroio Cerquinha, quanto à qualidade ambiental destes habitats e estabelecer uma comparação entre os diagnósticos de três avaliadores diferentes para cada um dos pontos verificados, tendo em vista que duas pesquisadoras são formadas em Biologia e uma em Administração.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O PAR permite uma avaliação ampla e simplificada dos corpos hídricos e dos habitats que compõem estes ecossistemas, evidenciando as principais alterações de origem antrópica presentes. Além de modificarem as características naturais da água (físico, químicas e biológicas), estas alterações modificam as margens, o entorno e o próprio curso da água.

De acordo com Rodrigues et al. (2012), o PAR possui características positivas e negativas. Devido à subjetividade do método e à simplicidade de aplicação, torna-se necessário avaliar a sua aplicabilidade, no sentido de testar a sua real viabilidade enquanto instrumento de monitoramento ambiental. Contudo Rodrigues; Castro (2008) complementam que a subjetividade do método pode ser amenizada com treinamento e cursos de capacitação, bem como o acompanhamento com avaliadores experientes. Os autores afirmam que os resultados da aplicação do PAR dependem principalmente dos conhecimentos do avaliador.

Por outro lado, autores citam benefícios da sua aplicação: redução de custos para a avaliação ambiental (KRUPEK, 2010; LOBO; VOOS; ABREU JÚNIOR, 2011). Krupek (2010) e Rodrigues; Castro (2008) referenciam ainda a facilidade dos habitantes ao entorno do corpo hídrico realizar a avaliação de forma voluntária, devido à sua proposta rápida e simples.

A combinação dos resultados do PAR associadas a uma análise tradicional de qualidade da água pode permitir um monitoramento global da qualidade do ecossistema (corpo hídrico) e da água. Conforme Rodrigues; Castro (2008), no Brasil agências de monitoramento da qualidade das águas restringem sua análise exclusivamente na água.

METODOLOGIA

Para que o objetivo do estudo fosse alcançado, três estudantes do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental aplicaram o PAR em três pontos distintos do Arroio Cerquinha, na manhã do dia 12/05/2015. É importante destacar que as estudantes não trocaram informações durante a aplicação do protocolo, para que o objetivo em questão do estudo tivesse seu alcance de forma mais real possível. Os pontos escolhidos pelas estudantes para a aplicação do PAR estão todos localizados no município de Novo Hamburgo, mais especificamente no Bairro Boa Saúde, com média de 1 km de distância cada ponto entre si.

RESULTADOS

Na figura abaixo são apresentados as pontuações totais por local, para cada avaliador, sendo avaliador 1 a mestrandia/bióloga, avaliador 2 a mestrandia/administradora e a avaliadora 3, doutoranda/bióloga.

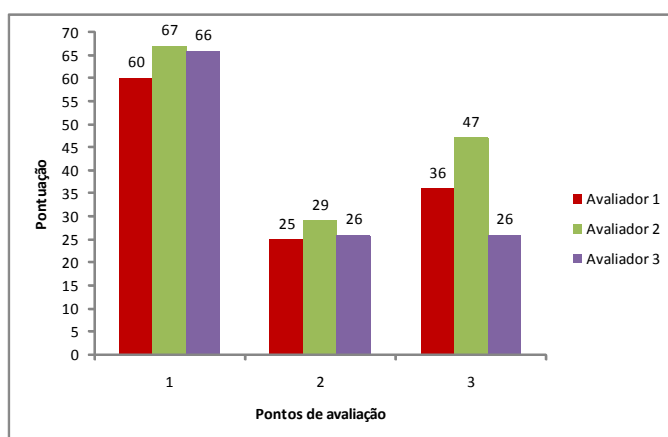


Figura 1 - Pontuação total do PAR, por ponto avaliado, por avaliador

As pontuações atribuídas a cada um dos parâmetros avaliados indicam o estado de saúde do sistema. Notas maiores refletem um estado de conservação, enquanto notas menores indicam que existe um estado de degradação (RODRIGUES; CASTRO, 2008). A pontuação máxima para o Protocolo seria 90 pontos, indicando a menor alteração antrópica. Além disso, as médias de pontuação nos pontos avaliados ficaram da seguinte maneira: Ponto 1, com uma média de 64 pontos; ponto 2, com média de 27 pontos; e ponto 3, com média de 36 pontos.

DISCUSSÃO

Quando comparado o resultado das três avaliadoras de forma conjunta se percebe uma pequena diferença no ponto 1 e 2, e uma grande diferença no ponto 3. Acredita-se que tanto a

formação acadêmica e a atuação profissional dos avaliadores influenciam na concepção de itens relacionados à qualidade ambiental e em conhecimentos específicos, e posteriormente na pontuação adotada durante as avaliações. Da mesma forma, a capacidade de observação e as concepções pessoais influenciam na avaliação realizada. Nesse sentido as pesquisadoras destacam a importância de um treinamento antes mesmo da aplicação do PAR, esclarecendo questões-chaves como a determinação de termos específicos e a mensuração dos impactos observados.

Os resultados de forma geral indicam uma importante diferença entre a pontuação do Ponto 1 para os demais. A nascente localiza-se dentro do bairro Boa Saúde, no entanto, em área de menor concentração habitacional, se comparada aos Pontos 2 e 3. Embora, se observe acúmulo de resíduos e uma trilha dentro da mata que chega à nascente, indicativos de alteração antrópica, tais impactos são pequenos, se comparados aos dois outros locais avaliados. Salienta-se que a pontuação 64 ainda é baixa quando comparada à máxima pontuação possível (90).

Tanto o Ponto 2 quanto o Ponto 3 obtiveram pontuação reduzida, pois são áreas onde modificações no curso hídrico são acentuadas e facilmente perceptíveis. O Ponto 2 obteve a menor pontuação dos três trechos avaliados, sendo muito expressivo o acúmulo de resíduos sólidos neste local, além da descarga direta de esgoto doméstico na área avaliada. Assemelhava-se ao Ponto 3, no entanto neste último a concentração habitacional era aparentemente menor, o que pode ter contribuído para menores volumes de resíduos, uma vegetação ciliar um pouco mais conservada e menos significantes alterações no arroio, fatos que resultaram em pontuações maiores para as duas avaliadoras biólogas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na aplicação do PAR no Arroio Cerquinha pode-se perceber que o mesmo encontra-se bastante modificado pelas ações de origem antrópica. Os impactos mais acentuados são resultado da disposição inadequada de resíduos no leito e nas margens, do lançamento de esgotos na água e da destruição da mata ciliar.

Em relação às avaliações feitas pelos três participantes, em muitas situações foram divergentes, devido à formação e atuação dos avaliadores, capacidade de observação e percepção, além de suas concepções individuais. Sugere-se que treinamentos e definições sejam feitas previamente à aplicação do Protocolo, tanto para informar sobre conhecimentos específicos, quanto para definir estratégias de estimativa de porcentagem e medições aproximadas.

Mesmo diante das divergências entre os avaliadores, o Protocolo mostrou-se eficiente para uma avaliação rápida do Arroio Cerquinha. Percebeu-se que o corpo hídrico possui modificações significativas em seu percurso, originadas em ações antrópicas.

REFERÊNCIAS

FEPAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER/RS. 2015. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br>>. Acesso em: 06 jun. 2015.

KRUPEK, Rogério Antônio. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um Protocolo de Avaliação Rápida da diversidade de habitats. **Ambiência Guarapuava**, v.6, n.1, 2010. p.147-158.

LOBO, Eduardo A.; VOOS, José Guilherme; ABREU JÚNIOR, Edson Fiedler de. Utilização de um protocolo de avaliação rápida de impacto ambiental em sistemas lóticos do Sul do Brasil. **Caderno de Pesquisa**, v.23 , n.1, 2011. p.18-32.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim. Protocolos de Avaliação Rápida: Instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.13, n.1; 2008 p. 161-170.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim; MALAFAIA, Guilherme. Avaliação Rápida de Rios como Instrumentos Complementares na Gestão de Bacias Hidrográficas envolvendo aspectos da Geomorfologia Fluvial: Uma Breve Discussão. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.11; 2010 Pág.2.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; MALAFAIA, Guilherme; COSTA, Adivane Terezinha; NALINI JÚNIOR, Hermínio Arias. Adequação e avaliação da aplicabilidade de um Protocolo de Avaliação Rápida na bacia do rio Gualaxo do Norte, Leste-Sudeste do Quadrilátero Ferrífero, MG Brasil. **Revista Ambiente Água**, v.7, n.2, 2012. p. 231-244.

AUSÊNCIA DE VÍRUS DA HEPATITE E EM AMOSTRAS DE ÁGUA E SEDIMENTOS DE AFLUENTES DO RIO DOS SINOS

Fágner Henrique Heldt¹

Rodrigo Staggmeier²

Rute Gabriele Fiscoeder Ritzel³

Larissa Ferreira de Jesus; Tatiana Moraes da Silva Heck⁴

Juliana Schons Gularte⁵

Andréia Henzel⁶

Fernando Rosado Spilki⁷

INTRODUÇÃO

É estimado que por ano ocorram 20 milhões de infecções com o vírus da hepatite E (HEV) em todo o mundo, sendo 3 milhões com infecção aguda e 60.000 mortes notificadas (WHO, 2014). O HEV é reconhecido como causador de inúmeras patologias em todo o mundo especialmente em regiões que possuem condições sanitárias precárias, uma vez que a sua forma de contaminação entérica aliado ao consumo de alimentos contaminados pelo vírus contribui significativamente para o aparecimento de suas patologias (PÉREZ-GRACIA *et al.*, 2014).

O presente trabalho teve como objetivo específico verificar a presença de HEV em amostras de água e sedimentos de afluentes do Rio dos Sinos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O vírus da hepatite E (HEV) foi descrito no começo da década de 80 (BALAYAN *et al.*, 1983) é um vírus não envelopado esférico, pertencente à família *Hepeviridae*, e seu gênero

¹ Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Feevale, Mestrando em Qualidade Ambiental pela mesma instituição. Bolsista PROSUP.

² Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, Doutorando em Qualidade Ambiental pela mesma instituição.

³ Graduanda em Biomedicina pela Universidade Feevale.

⁴ Bacharel em Biomedicina pela Universidade Feevale, Mestranda em Qualidade Ambiental pela mesma instituição.

⁵ 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).

⁶ Doutora em Medicina Veterinária Preventiva pela Universidade Federal de Santa Maria, Pós-Doutoranda em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale.

⁷ Doutor em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Campinas, Docente da Universidade Feevale.

é *Hepevirus* foi classificado e aprovado desde 2004 pelo Comitê Internacional de Taxonomia Viral (CITV). O vírion é constituído de uma fita simples de RNA e tamanho aproximado de 7,2 kb.

O HEV vem sendo reconhecido como causador de inúmeras patologias por todo o mundo. Apesar de mais de trintas anos de sua identificação e conhecimento desse vírus, apenas nos últimos anos suas características estão sendo desvendadas e obtendo-se um melhor conhecimento sobre as suas interações epidemiológicas (PISCHKE *et al.*, 2012). Segundo Zhu e colaboradores (2010) o HEV causa a mortalidade principalmente de dois grupos, gestantes e imunodeprimidos com o vírus da AIDS, principalmente em regiões com condições sanitárias menos estabelecidas e que possuem a presença do vírus de forma endêmica. Embora as epidemias ocorram prevalentemente em jovens adultos (entre 15 e 45 anos). É estimado que 2 bilhões de pessoas em todo mundo possuem o risco de contaminação com HEV, principalmente os que vivem ou viajam para as regiões endêmicas (PÉREZ-GRACIA *et al.*, 2014).

A transmissão do HEV, durante a ocorrência de surtos, tem como principal via a entérica, principalmente pelo consumo de água contaminada. Sintomáticos ou não os indivíduos que durante a fase aguda eliminam o vírus, provavelmente são os que mais contribuam para a manutenção do vírus no ambiente, uma vez que o número de cópias de genoma por miligrama excretado, pode chegar a 10^8 cópias de genoma por miligrama de fezes (TEO, 2007). Nos países em desenvolvimento a rota de transmissão responsável pela maioria dos casos de surtos é a fecal oral, principalmente pelo consumo de água contaminada com fezes. Essa rota está associada ainda ao consumo de água potável, misturada com esgoto humano e animal, causada pelas chuvas torrenciais e inundações que misturam essas águas (AGGARWAL *et al.*, 2000). Outra rota de transmissão possível é o consumo de alimentos, especialmente derivados de carne crua ou parcialmente cozida de animais contaminados e o consumo de frutas e vegetais lavados ou irrigados com água contaminada. O consumo de carne crua está relacionado a transmissão dos genótipos 3 e 4 de HEV, sendo o genótipo 3 comumente encontrado no Brasil (SANTOS *et al.*, 2009). Já a rota fecal oral está associada aos genótipos 1 e 2, na transmissão de pessoa para pessoa (FEAGINS *et al.*, 2007).

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (BHRS) possui aproximadamente 196Km de extensão e uma precipitação pluviométrica anual de 1.350mm. Corresponde a cerca de 4,5% da bacia hidrográfica do Guaíba, com uma densidade populacional aproximada de 1.300.000 habitantes. A cobertura vegetal da bacia está muito reduzida, os remanescentes estão localizados, predominantemente, nas nascentes do rio e seus formadores (FEPAM, 2014).

Conforme Demiraka *et al.* (2006) a (BHRS) divide-se em três trechos sendo que nos trechos médios (Sapiranga e Campo Bom) e no trecho baixo (Novo Hamburgo, São Leopoldo, Esteio) são os trechos com maior urbanização e industrialização, havendo maior nível de perturbação antrópica, já que são produzidas grandes quantidades de resíduos pela população na forma de resíduos sólidos e esgoto doméstico, além de efluentes despejados pelas indústrias sem tratamentos adequados. Paralelo a isso o aumento populacional nas áreas urbanas ocasionam uma crescente contaminação dos recursos hídricos.

Devido à resistência dos vírus principalmente o vírus da hepatite E no meio ambiente e aos processos usuais de descontaminação dos sistemas de tratamento da água, é de extrema importância à identificação dos mesmos quando presentes na água. Por serem responsáveis por diversas patologias, e de problemas de saúde pública, decorrente da contaminação e consumo de águas e alimentos contaminados, inclusive os alimentos de origem animal que são consumidos *in natura* ou mal cozidos, torna a investigação preventiva e antecipada de suma importância para a identificação de ocorrências de HEV na região. Não obstante, caracteriza o cenário atual e estabelece primeiros parâmetros, sendo uma fotografia do cenário em que se encontram os pontos amostrais para o momento das coletas. A identificação precoce e por menor que seja a possibilidade de se detectar faz uma diferença significativa para que medidas adequadas e realmente efetivas possam ser tomadas para evitar a propagação do vírus, abrindo a possibilidade para essas ações. Nesse sentido o presente trabalho vem contribuir com a obtenção de dados preliminares na região do vale dos sinos.

MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS

AMOSTRAS

São provenientes de água dos afluentes do rio dos sinos (Arroio Luiz Rau, Arroio Pampa, Arroio Portão e Arroio Schmidt). Também foram analisadas amostras de alimentos de estabelecimentos comerciais do vale dos sinos.

CONCENTRAÇÃO VIRAL A PARTIR DE AMOSTRAS DE ÁGUA

As águas foram concentradas usando um método de adsorção-eluição previamente descrito por Katayama *et al.* (2002), com modificações.

EXTRAÇÃO DO VÍRUS

Para realizar a extração do vírus foi utilizado o kit de extração de Vírus RTP DNA/RNA Virus Mini Kit (InvitekTM Germany), seguindo instruções do fabricante. Para 400µL de amostra de água inicial após as etapas de extração do kit obter-se-á ao final 60µL de amostra final extraída que deve ser acondicionado a uma temperatura -80°C.

SÍNTESE DE CDNA

Para fazer a síntese do cDNA utilizou-se o kit, High Capacity cDNA Reverse TranscriptionTM (Applied BiosciencesTM, USA), mais o random primers e inibidor de RNase (Applied BiosciencesTM, USA). Para a obtenção de 20µL de volume final de reação, preparou-se um mix contendo (2µL de buffer, 0,8µL de dNTP's mix, 2,0µL de Rondon Primer, 3,2µL de água livre de DNase/RNase, 1,0µL de inibidor de RNase e 1,0µL da enzima da Reverse Transcriptase) e volume final de 10µL. Adicionando nesse mix 10µL de amostra extraída, totalizando 20µL da reação. Após a reação (mix + amostra extraída) foi colocada em um termociclador da BIORAD no programa definido como cDNA (incubação em 25°C por 10 minutos, de 37°C por 120 minuto e mais 85°C por 5 minutos).

DETECÇÃO DE HEV

A detecção molecular de HEV foi baseada na metodologia publicada por Erker e colaboradores 1999, que utilizou RT-PCR e RT Nested-PCR. Dois conjuntos de sequências de oligonucleotídeos do gene ORF1 de HEV para o genótipo 3 foram utilizados, conforme tabela 2. Um conjunto na primeira PCR denominado Passo1 e o outro conjunto utilizado na segunda PCR, o qual foi denominado Passo 2 e posteriormente submetida a eletroforese.

RESULTADOS

Foram analisadas 318 amostras de afluentes do Rio dos Sinos divididas em amostras de águas e sedimentos, todas apresentaram resultado negativo para a detecção de HEV.

DISCUSSÃO

A detecção do HEV em amostras ambientais demonstra que, além da transmissão zoonótica, outras fontes de infecção devem ser consideradas (CLEMENTE-CASARES *et al.*, 2009, RODRIGUEZ-MANZANO *et al.*, 2010)

A detecção de HEV aumenta atualmente em regiões que anteriormente considerava-se não endêmicas (CLEMENTE-CASARES *et al.*, 2003), paralelamente ao aprimoramento das

técnicas moleculares aplicadas ao diagnóstico, sobretudo em amostras animais, acaba ligando o sinal de alerta pela propensão de tornar-se uma questão de saúde pública. Como Meng, 2009 em seus estudos relatou a necessidade de investigação e elucidação para o esclarecimento de questões epidemiológicas, traçando o perfil da infecção, da existência dos reservatórios animais, como a transmissão zoonótica.

Estudos anteriores conduzidos no RS já demonstraram presença do HEV na região do vale do taquari com os achados de amostras positivas para o genótipo 3 do HEV, o qual é o mesmo que já causou contaminação em humanos em países vizinho ao nosso em especial ao estado do Rio Grande do Sul, como Argentina e Uruguai. O que acaba ressaltando a importância de métodos laboratoriais capazes de identificar a contaminação de HEV, principalmente nos casos em que não são detectados os vírus de outras hepatites A, B e C (HAV, HBV, HCV) (VASCONCELOS *et al.*, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como próximas etapas para o estudo será investigado a presença de HEV em amostras de alimentos que são comercializados na região. Estudos anteriores demonstram que embora menos estáveis que o vírus da hepatite A (HAV), o HEV pode resistir à temperaturas internas de carnes mal cozidas (EMERSON *et al.*, 2005). Dessa forma vai de encontro as próximas etapas propostas para esse trabalho.

REFERÊNCIAS

Aggarwal R, Kini D, Sofat S, Naik SR, Krawczynski K: 2000 Duration of viraemia and faecal viral excretion in acute fulminant hepatitis E. Indian. **Journal Pathologia Microbiology** 55, 22-27.

Ahmad, I.; Holla, R. P.; Jameel, S. Molecular Virology of Hepatitis E virus. **Virus Research Journal**, Vol. 161, p. 47-58, 2011.

Balayan, M. S.; Andjaparidze, A.G.; Savinskaya, S. S.; Ketiladze, E. S.; Braginsky, D. M.; Savion, A. P. 1983. Evidence for a virus in non-A, non-B hepatitis transmitted via the fecal-oral route. **Intervirolgy** 20:23-31

Clemente-Casares, p.; Pina, S; Buti, M.; Jardi, R.; Martin, M.; Bofill-Mas, S. Hepatitis E vírus epidemiology in industrialized countries. **Emergents Infect Diases** 9:448-454.

Clemente-Casares, P.; Rodriguez-Manzano, J.; Girones, R. Hepatitis E virus genotype 3 and sporadically also genotype 1 circulate in the population of Catalonia, Spain. **J Water Health**. 2009;7(4):664-73.

Emerson, S.U.; Arankalle, VA, Purcell, R.H.; Thermal stability of hepatitis E virus. **J Infect Dis**. 2005;192(5):930-3.

Erker, J.C.; Desai, S.M.; Mushahwar, I.K. Rapid detection of Hepatitis E virus RNA by reverse transcription-polymerase chain reaction using universal oligonucleotide primers. **J Virol. Methods**, v.81, p.109-113, 1999.

Feagins, A.R.; Opriessnig, T.; Guenette, D.K.; Halbur, P.G.; Meng, X.J. Detection and characterization of infectious Hepatitis E virus from commercial pig livers sold in local grocery stores in the USA. **J Gen Virol**. 2007, 88 : 912-7.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Luiz Henrique Roessler. Disponível em http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_sinos/sinos.asp acessado em 05/05/2014.

Hoofnagle J.H., Nelson, K. E., Purcell, R. H. Hepatitis E. **New England Journal of Medicine** 2012; 367(13): 1237-1244.

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 and Environmental Microbiology**, Vol. 68, p. 1033-1039, 2002.

Meng X.J.; Lindsay D.S.; Sriranganathan N. Wild boars as sources for infectious diseases in livestock and humans. **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci**. 2009;364(1530):2697-707.

Meng, X. J. Recent Advances in Hepatitis E virus. **Journal Viral Hepatitis** 2010; 17 (3): 153-161.

Pérez-Gracia, M. T.; Suay, B.; Mateos-Lindemann, M. L. Hepatitis E: An emerging disease. **Infection, Genetics and Evolution** 2014, 22:40-59.

Pischke, S.; Stiefel, P.; Franz, B. Chronic hepatitis E in heart transplant recipients. **American Journal of Transplant** 2012, 11: 3128–3133.

Rodriguez-Manzano, J.; Miagostovich, M.; Hundesa, A.; Clemente-Casares, P.; Carratala, A.; Buti, M.. Analysis of the evolution in the circulation of HAV and HEV in Eastern Spain by testing urban sewage samples. **J Water Health**. 2010, 8:346-54.

Santos, D.R. dos; Vitral, C.L., de Paula, V.S., Marchevsky, R.S., Lopes, J.F., Gaspar, A.M., Saddy, T.M., Junior, N.C., Guimaraes Fde, R., Junior, J.G., Ximenes, L.L., Souto, F.J., Pinto, M.A., 2009. Serological and molecular evidence of hepatitis E virus in swine in Brazil. **Veterinary Journal**. 182, 474–480.

Teo, C. G. The two clinico-epidemiological forms of hepatitis E. **Journal Viral Hepatitis**. 2007.14:295-297

Wang, Y.; Ling, R.; Erker, J.C. A divergent genotype of hepatitis E virus in Chinese patients with acute hepatitis. *J. Gen. Virol.*, v.80, p.169-177, 1999.

Zhu F. C.; Zhang J.; Zhang X.F.; Zhou C.; Wang, Z.Z.; Huang, S.J.; Efficacy and safety of a recombinant hepatitis E vaccine in healthy adults: a large-scale, randomised, doubleblind placebo-controlled, phase 3 trial. *Lancet*. 2010;376(9744):895-902

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO ARROIO ESTÂNCIA VELHA ATRAVÉS DE APLICAÇÃO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA E ENSAIO COM *LACTUCA SATIVA*

Erlon Diego Lorenz de Oliveira¹

Rosângela Böeck²

Cláudia Regina Klauck³

Marco Antônio Siqueira Rodrigues⁴

Palavras-chave: Protocolo de avaliação rápida. Arroio Estância Velha. Degradação. Conservação. *Lactuca sativa*.

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são utilizados em todo o mundo para os mais variados fins, sendo essencial para todas as formas de vida, em virtude da atividade antrópica, esse precioso bem vem sendo constantemente degradado, resultando em um cenário que traz prejuízo a todos os seres vivos. Com o acelerado processo de degradação destes, torna-se crescente a necessidade de avaliação e monitoramento das alterações ambientais e seus efeitos sobre os recursos hídricos. Uma alternativa para monitoramento da qualidade das águas é o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), que consiste na avaliação descritiva de parâmetros, através de comparações com locais ou situações de referência, onde as condições são avaliadas por pontuação.

Com isso, o presente trabalho tem por objetivo aplicar um Protocolo de Avaliação Rápida e com o bioensaio de *Lactuca sativa* para a avaliação ambiental de três pontos do Arroio Estância Velha do município de Estância Velha.

REVISAO BIBLIOGRÁFICA

Na atualidade, a água é um recurso ameaçado, colocando em risco a sobrevivência de todo um ecossistema (TUNDISI, 1999). Além disso, o desenvolvimento econômico e social de qualquer

¹ Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Feevale. Bolsista de Aperfeiçoamento Científico Feevale.

² Acadêmica de Ciências Biológicas na Universidade Feevale. Bolsista de Iniciação Científica Feevale.

³ Mestre em Qualidade Ambiental Universidade Feevale. Bolsista de doutorado CAPES do PPGQA Feevale.

⁴ Doutor em Engenharia pelo PPGEM- UFRGS. Professor e pesquisador do PPGQA Universidade Feevale

país está fundamentado na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de conservação e proteção dos recursos hídricos. É comum que nos países em desenvolvimento, onde a infraestrutura é precária, ocorra o despejo de efluentes domésticos e industriais sem o tratamento adequado, causando sérios prejuízos às comunidades aquáticas (MAGRIS *et al.*, 2006; TAGLIARI *et al.*, 2006). Assim, os organismos aquáticos encontram-se em um meio onde naturalmente há diluição de vários elementos, que em concentrações anormais, podem se tornar tóxicos, podendo intoxicar todos os organismos inclusive ao ser humano. (MARTINS *et al.*, 2006). Frente à sua degradação, o monitoramento dos recursos hídricos torna-se uma ferramenta indispensável para sua conservação.

Segundo Callisto, (2001) e Rodrigues, (2008), uma das ferramentas para avaliação da qualidade de ambientes lóticos é a aplicação de protocolos de avaliação rápida. O PAR possui uma metodologia bastante simples e viável e consiste na avaliação descritiva de diversos parâmetros através de comparações com locais ou situações de referência, onde as condições são avaliadas por pontuação. Esta ferramenta torna-se um complemento bastante atrativo às análises convencionais, que podem subestimar a real magnitude dos danos que estão sendo causados em ambientes aquáticos, visto que quantificam os impactos em trechos de bacias hidrográficas. Além do PAR, outra alternativa para o monitoramento ambiental são os bioensaios. Estes são uma ferramenta simples, rápida e de baixo custo, que fornecem informações importantes a cerca da toxicidade, servindo como um complemento as análises físico químicas convencionais (KWASNIEWSKA *et al.*, 2012). Por outro lado, o uso de ensaios em plantas, como *Lactuca sativa*, segundo Piedras *et al.* (2006) podem refletir o impacto ambiental de atividades antrópicas sobre a biota, incluindo a saúde do ecossistema aquático e a qualidade da água.

No município de Estância Velha, nasce um arroio de mesmo nome (arroio Estância Velha), que cruza o município, atravessando ainda o município de Portão, até desaguar no Rio dos Sinos. Este arroio vem recebendo lançamento de efluentes domésticos e industriais, os quais vêm alterando a qualidade das águas, contribuindo com o processo de poluição do Rio dos Sinos, que recebe grande quantidade de efluentes industriais, agrícolas e domésticos, principalmente da região do Vale dos Sinos (SCHULTZ & MARTINS-JUNIOR, 2000).

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

Foram escolhidos três pontos de um mesmo recurso hídrico, denominado arroio Estância Velha, sendo eles, a nascente (figura 1), trecho médio (figura 2) e o trecho final, quase na divisa com o município de Portão (figura 3), todos os pontos estão localizados na área urbana do município de Estância Velha. Em ambos os pontos foi aplicado o PAR para avaliação do meio ambiente local, além da realização de amostragem de água para ensaio toxicológico.



Figura 1: Nascente (Fonte: Autor)



Figura 2: Trecho médio (Fonte: Autor)



Figura 3: Trecho final (Fonte: Autor)

O arroio Estância Velha está localizado no município de Estância Velha, parte inferior do nordeste do Rio Grande do Sul. O Arroio foi dividido entre diferentes pontos de coleta, abrangendo desde sua nascente, passando pelo seu trecho médio, até o ponto final na saída do município. O arroio corta a cidade passando por diversos bairros, sem estrutura sanitária, recebendo uma grande carga de efluentes domésticos e industriais. Na nascente do Arroio Estância Velha, predomina a cultura de subsistência e a pecuária familiar em pequena propriedade, possuindo vasta vegetação, ficando longe das benfeitorias da propriedade, tendo logo após, até a jusante, o predomínio do setor industrial, onde os dois pontos encontram-se na mesma situação.

AValiação DA APLICAÇÃO DO PAR

A aplicação do PAR foi realizada com auxílio de planilha contendo os itens e critérios de avaliação. Foi realizado o monitoramento de 20 parâmetros em cada ponto, os quais contemplavam as características de trechos da drenagem e nível de impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas, qualidade da água e do substrato, cobertura vegetal e erosão das margens.

O PAR em segmentos de bacias hidrográficas utilizado neste trabalho foi modificado a partir de dois protocolos originais, sendo um protocolo proposto pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio, EUA (EPA, 1987), e outro proposto por Hannaford *et al.* (1997). As seguintes definições para as pontuações são conferidas, respectivamente, pelos dois protocolos citados acima, usados como base para este trabalho: **Agência de Proteção Ambiental de Ohio, EUA (EPA 1987)**: 4 pontos = situação natural; 2 pontos = situação alterada; 0 ponto = situação severamente alterada e por **Hannaford *et al.* (1997)**: 5 pontos (situação natural); 3, 2 e 0 pontos (situação levemente a severamente alterada). Neste trabalho, o valor final do protocolo de avaliação foi obtido a partir do somatório dos valores atribuídos a cada um dos parâmetros, sendo que as pontuações refletem o nível de preservação dos trechos de bacias estudados, conforme segue, de acordo com KRUPEK (2010): de 0 a 40 pontos o trecho encontra-se impactado; de 41 a 60 pontos, o trecho encontra-se alterado; e acima de 61 pontos o trecho é considerado natural.

AVALIAÇÃO DE TOXICIDADE EM *LACTUCA SATIVA*

O teste foi conduzido em triplicatas. Placas de Petri foram forradas com papel filtro, onde foi adicionado 20 sementes e 3 mL de água coletada de cada ponto estudado, após essa etapa, as placas foram incubadas por 120 horas (5 dias). Ao final do período de exposição foram tomadas as medidas radiculares das plântulas. Em ambos os ensaios, avaliou-se o crescimento radicular em relação ao grupo controle, considerando-se como tóxico aquele tratamento cujo valor causou inibição de 50% ou mais no crescimento radicular em relação ao controle (ALMEIDA, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da aplicação do protocolo indicam que o ponto da nascente pode ser considerado natural, alcançando uma pontuação de 76 pontos, já os outros dois pontos encontram-se com uma intensa degradação ambiental. O somatório do trecho médio alcançou apenas 23 pontos, enquanto que o trecho final do arroio alcançou apenas 19 pontos.

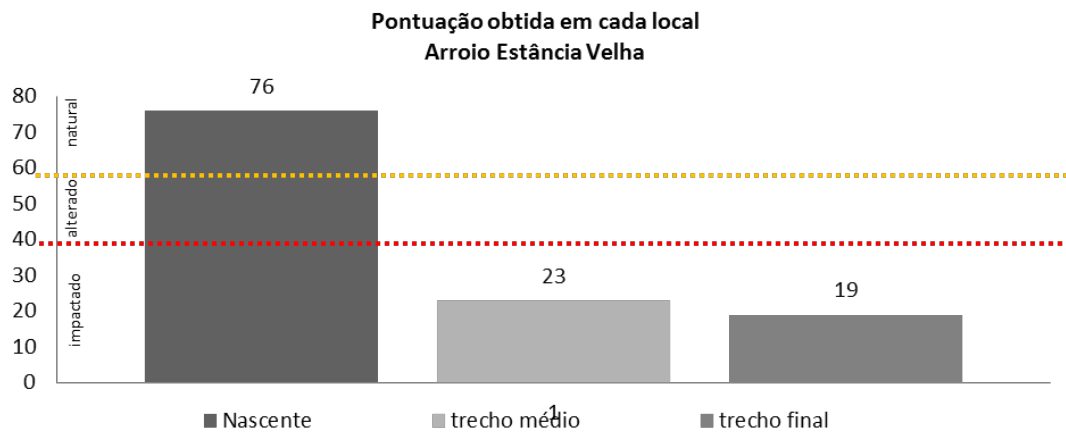


Figura 4: Pontuação total obtida por cada local de aplicação do protocolo e respectivo significado da situação do ambiente

Essa diferença pode ser explicada pelo fato da nascente se encontrar em uma área bem preservada, existindo pouca ou nenhuma alteração antrópica na sua volta, enquanto que os outros dois pontos do arroio cortam a cidade passando por diversos bairros, sem estrutura sanitária, recebendo uma grande carga de efluentes domésticos e Industriais ao longo do seu leito, o que explica a degradação crescente que se encontra o arroio.

Xavier & Teixeira (2007), também utilizaram o PAR, juntamente de análises físico-químicas para avaliaram a qualidade da água e grau de preservação de 466 nascentes pertencentes à Bacia do Rio São João (MG), em Itaúna. Os autores constataram que, devido às suas localizações, em locais sofrendo forte pressão antrópica, a grande maioria encontrava-se alterada (47,2%) ou impactada (31,89%). Os autores sugerem que isto está diretamente relacionado com as atividades antrópicas realizadas no entorno, corroborando com os dados encontrados neste trabalho.

Os ensaios de toxicidade com *Lactuca sativa*, não demonstraram toxicidade, pois todos os testes obtiveram crescimento radicular parecido, sendo que teve uma pequena diferença de crescimento das raízes nos trechos alterados, onde as mesmas tiveram um desenvolvimento um pouco melhor, isso pode ser explicado por pela alta concentração de matéria orgânica que normalmente encontra-se em recursos hídricos que recebem efluentes domésticos e industriais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do PAR indica que, todo ecossistema aquático, nos dois avaliados dentro da cidade, encontram-se comprometidos por pressões, principalmente de origem antrópica, tais como

ocupações nas margens, descaracterização da vegetação original, retificação do leito, além do eminente lançamento de efluentes domésticos.

Portanto, o monitoramento realizado no presente trabalho, embora pontual, indica a necessidade de monitoramento contínuo para o recurso hídrico em questão. O arroio Estância Velha encontra-se bastante impactado, estando conservado, apenas na área da sua nascente.

Salienta-se a importância da integração dos sistemas de monitoramento, conforme mencionado por RODRIGUES *et al.* (2008), os resultados obtidos com os PAR's aliados aos resultados das tradicionais análises de qualidade da água, dão à avaliação um caráter mais realista.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. J. R. de. Estudo de biorremediação dos azo corantes têxteis Acid Blue 161 e Procion Red MX-5B por fungos filamentosos em solução simples e solução binária associado a testes de toxicidade com *Lactuca sativa e Artemia salina*. 2013. 163 f. Dissertação - (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/95020>>

CALLISTO, M.; MORENO, P. **Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental**. In: SIMPÓSIO SUL DE GESTÃO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL. Anais. Erechim: URI, p. 206-223, 2006. Disponível em: <www.icb.ufmg.br/big/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Callisto&Moreno2006.pdf>. Acesso em: 07/08/2015

EPA (Environmental protection Agency). **Biological criteria for the protection of aquatic life**. Columbus: Division of Water Quality Monitoring and Assessment, 1987.v.1-3, 120p.

HANNAFORD, M.J.; B ARBOUR, M.T.; RESH, V.H. Training reduces observer variability in visual – based assessments of stream habitat. *J. N. Am. Benthol. Soc.* V.16, n.4, p.853- 860, 1997.
KRUPEK, R. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. *Ambiência*. V.6, p.147-157, 2010.

KWASNIEWSKA, J.; NAŁĘCZ-JAWECKI, G.; SKRZYPCZAK, A.; PŁAZA, G.A.; MATEJCZYK, M. An assessment of the genotoxic effects of landfill leachates using bacterial and plant tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. V.75, p. 55-62, 2012.

MAGRIS, R. A. et al. Utilização de testes de toxicidade com embriões de ostras *Crassostrea rizophorae* (Guilding, 1828) para avaliação da eficiência de uma estação de tratamento de efluentes de Vitória (ES). *J. Bras. Soc. Ecotoxicologia*, Curitiba, v. 1, n. 1, 2006, p. 49-52, 2006.

MARTINS, R. D. et al. Ação do detergente doméstico na biologia reprodutiva do camarão de água doce *Macrobrachium olfersi*. **J. Bras. Soc. Ecotoxicologia**, Curitiba, v. 1, n.1, p. 79-82, 2006

PIEDRAS, S. R. N. et al. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 36, n.2, p. 494-500, 2006.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida. **Revista de Estudos Ambientais**. V.10, p.74-83, 2008.

SCHULZ, U. H.; MARTINS-JUNIOR, H. *Astyanax fasciatus* as bioindicator of water pollution of rio dos Sinos, RS, Brasil. **Braz. J. Biol., São Carlos**, v. 64, n.4:, p. 615– 622, 2001.

TAGLIARI, K. C et al. Mutagenicidade do sedimento e stresse, oxidativo hepático em peixes sob a influência de curtumes. **J. Braz. Soc. Ecotoxicol.**, Curitiba, v.1, n. 1,p. 57– 61, 2006.

Tundisi, J.G. Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios. Instituto Internacional de Limnologia, São Carlos, SP, 24 p., 1999.

XAVIER, A. L.; TEIXEIRA, D. A. Diagnóstico das nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio São João em Itaúna, MG. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 2007.

AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO DOS ESPOROS DE *Cyathea phalerata* (CYATHEACEAE) EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Catiuscia Marcon^{1,3,4}

Tatieli Silveira^{2,3,4}

Jairo Lizandro Schmitt; Annette Droste^{3,4}

Palavras-chaves: Conservação de espécies. Propagação *in vitro*. Samambaias arborescentes. Fragmentação de habitat.

INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica é uma das áreas mais ricas em espécies de fauna e flora, porém encontra-se em estado crítico de conservação, uma vez que sua cobertura florestal foi drasticamente reduzida. Este tipo florestal apresenta ambientes úmidos, propícios para o desenvolvimento de briófitas, samambaias e licófitas. As samambaias, principalmente as de hábito arborescente, são plantas de grande relevância na composição da Floresta Atlântica. Além disso, são usadas na fabricação de substrato, para fins ornamentais e medicinais, como *Cyathea phalerata* Mart., utilizada para a cura de doenças inflamatórias.

Na literatura, o 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*, é escasso. Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo realizar uma análise do desenvolvimento ontogenético de *Cyathea phalerata* a partir de culturas mantidas em diferentes temperaturas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As samambaias representam um importante grupo da flora brasileira, pois são fundamentais para o estabelecimento e o desenvolvimento de outros grupos vegetais e animais (SMITH, 1972), bem como por contribuírem para a manutenção da umidade no interior da floresta (BRADE, 1940). A inibição ou estimulação da germinação dos esporos e consequentemente o desenvolvimento das plantas podem ocorrer por diversos fatores, tais

¹Bolsista de Mestrado PROSUP-CAPES

²Bolsista FAPERGS/PROBITI

³Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental

⁴Universidade Feevale, Ciências Biológicas, Laboratório de Biotecnologia Vegetal. *cati.marcon@hotmail.com.

como água, temperatura, luz e disponibilidade de nutrientes, devido ao fato destes componentes serem fundamentais para o seu metabolismo (LARCHER, 2000).

Cyathea phalerata é uma samambaia arborescente com registro em todas as regiões do Brasil, nos domínios fitogeográficos da Floresta Atlântica e do Cerrado (WINDISCH; SANTIAGO, 2015), bem como na Bolívia (LEHNERT, 2006). Esta planta cresce preferencialmente no interior sombrio das matas, tanto junto a cursos d'água como nos interflúvios em matas úmidas, ou próxima a córregos em matas mais secas (FERNANDES, 2003). Para o Rio Grande do Sul, há registros na Depressão Central (Rio Pardo) e na Encosta Inferior do Nordeste (Santo Antônio da Patrulha) (LORSCHREITER et al., 1999). De acordo com o Decreto Estadual 52.109/2014, esta espécie encontra-se na lista das espécies ameaçadas de extinção da flora do Rio Grande do Sul, na categoria criticamente em perigo (RIO GRANDE DO SUL, 2015).

A cultura *in vitro* é uma importante ferramenta para a conservação assim como para o uso sustentável de recursos vegetais, devido ao fato de contribuir com a diminuição da exploração de populações naturais (CALDECOTT et al., 1996; HARDING et al., 1997; GIUDICE et al., 2011). Especificamente para o grupo das samambaias, a cultura de tecidos é uma estratégia que possibilita o estudo das fases do ciclo de vida dos indivíduos, desde a formação do gametófito até o esporófito (RANKLER; HAUFLE, 2008). Salienta-se que este tipo de análise no habitat natural não é viável, de forma que os estudos se concentram no entendimento da fase esporofítica.

METODOLOGIA

As folhas férteis de *Cyathea phalerata* foram coletadas em um fragmento de Floresta Atlântica, às margens do Arroio Miguel, no município de Caraá, Rio Grande do Sul. Após a filtragem dos esporos, em câmara de fluxo laminar horizontal iniciou-se o processo de assepsia (2% NaClO por 15 min) dos esporos. Em seguida, amostras de 10 mg de esporos foram distribuídas em frascos de vidro contendo 30 mL de meio de Meyer líquido (MEYER et al., 1955) com pH ajustado em 5,0 e suplementado com nistatina. As culturas foram acondicionadas em câmara de germinação sob fotoperíodo de 12 horas e intensidade luminosa de 70 $\mu\text{mol m}^{-2}/\text{s}$. As temperaturas testadas foram as seguintes: 10, 15, 20, 25 e 30°C, sendo preparadas três repetições por tratamento, totalizando 15 frascos.

A germinação foi avaliada após sete, 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 rizoide (RANAL, 1999). Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) seguida do teste de Duncan, a 5% de probabilidade através do programa SPSS versão 20.0.

RESULTADOS

Na análise da influência da temperatura sobre o desenvolvimento ontogenético inicial de *Cyathea phalerata*, verificou-se a ausência de germinação durante o período analisado nas culturas mantidas nas temperaturas de 10 e 15°C. As demais temperaturas testadas influenciaram de maneira diferenciada, sendo que aos sete dias de cultivo, as culturas mantidas a 25°C apresentaram 22% de esporos germinados diferindo significativamente dos demais tratamentos.

Após 30 dias de cultivo, 64,67% de esporos germinados foram observados nas culturas mantidas a 25°C, valor estatisticamente superior aos observados nos demais tratamentos (0 a 50%), sendo que a menor porcentagem de germinação foi observada em culturas mantidas a 30°C (33%). Aos 60 dias de cultivo, foram observados resultados semelhantes aos do período anterior, sendo que as culturas mantidas entre 20 e 30°C diferiram significativamente entre si. Verificou-se, nas culturas mantidas a 25°C, 83,33% de esporos germinados, nas culturas a 20°C, registrou-se 62,67% de germinação, enquanto que nas culturas a 30°C, apenas 47,33% dos esporos germinaram.

DISCUSSÃO

A germinação dos esporos de *Cyathea phalerata* foi influenciada pela temperatura. Nas culturas *in vitro* mantidas a 10, 15 e 30°C, a porcentagem de germinação foi prejudicada ou nem mesmo ocorreu, enquanto que em ambientes com 20 e 25°C foram verificadas altas porcentagens de germinação. Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com a afirmação de Carvalho e Nakagawa (2000) de que a velocidade e a porcentagem final de germinação são superiores em temperaturas medianas.

Com dados obtidos, observa-se claramente a preferência por ambientes com temperatura de 25°C. Em estudo realizado com *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin (Cyatheaceae), os autores constataram uma baixa germinação de esporos a 25°C, bem como a não germinação em culturas mantidas abaixo de 15°C e acima de 35°C (ESTEVEZ; FELIPPE, 1985). Medeiros (2011) também pesquisou o efeito da temperatura sobre a germinação de *C. corcovadensis* e observou que após 31 dias de cultivo, as culturas mantidas entre as

temperaturas de 23 a 29°C não diferiram significativamente entre si, entretanto maior média de germinação foi verificada a 23°C, aproximadamente 95%. Além disso, a autora constatou que em temperatura elevada (32°C), ocorreu uma baixa taxa de germinação (5,75%). Ranal (1999) estudou o efeito da temperatura sobre a germinação de esporos de várias espécies de samambaias ocorrentes no estado de São Paulo. A autora observou uma maior taxa de germinação de esporos entre 18 e 25°C para as espécies *Microgramma lindbergii* (Mett. ex Kuhn) de la Sota, *M. squamulosa* (Kaulf.) de La Sota e *Polypodium polypodioides* (L.) Watt (Polypodiaceae) e entre 21 e 29°C para *Adiantopsis radiata* (L.) Fée (Pteridaceae) e *P. Pleopeltifolium* Raddi (Polypodiaceae). Para a germinação de esporos de *Cheilanthes feei* T. Moore (Pteridaceae) a temperatura ideal também foi 25°C, embora tenha sido observada germinação nas temperaturas extremas testadas (4 e 33°C) (NONDORF et al., 2003).

A interferência negativa de altas temperaturas na germinação de esporos de diferentes espécies, assim como visto para *C. phalerata*, possivelmente ocorre em função da inibição da síntese de proteínas envolvidas no processo de germinação dos esporos, devido ao desacoplamento do fitocromo vermelho-longo (HAUPT, 1991; RAGHAVAN, 1989). Pérez-García e Ribas (1982) estudaram outras espécies de Cyatheaceae, *Trichipteris bicrenata* (Liebm.) R.M. Tryon, *T. scabriuscula* (Maxon) R.M. Tryon, *Nephelea mexicana* (Schltdl. & Cham.) R.M. Tryon e *Cyathea fulva* (M. Martens & Galeotti) Fée (Cyatheaceae), e também verificaram que a germinação foi parcialmente inibida acima de 25°C. Em pesquisa realizada com *Rumohra adiantiformis* (G. Forst.) Ching (Dryopteridaceae) foram observadas altas porcentagens de germinação a 15, 20 e 25°C, entretanto a 30°C esta foi parcialmente inibida (BRUM; RANDI, 2002). Em estudo realizado com *Polypodium lepidopteris* (Langsd. & Fisch.) Kunze (Polypodiaceae), Viviani e Randi (2008) constaram que a germinação de esporos não diferiu entre 20 e 25°C, porém foi drasticamente inibida a 30°C, não havendo 10% de indivíduos germinados. Santos et al. (2010) também observaram para *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching (Gleicheniaceae) uma inibição da germinação dos esporos em culturas mantidas a 30°C.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As alterações causadas pela antropização nos ambientes naturais é um processo constante que gera ambientes muitas vezes desfavoráveis para o desenvolvimento de diversos grupos vegetais. Page (1979) afirma que samambaias raramente conseguem sobreviver em condições ambientais extremas. Devido a isto, salienta-se a suma importância da continuidade de estudos que contribuam com dados biológicos, para a criação de programas de manejo e

conservação de espécies que figuram a lista de flora ameaçada do Rio Grande do Sul, como *Cyathea phalerata*, a fim de evitar sua extinção.

REFERÊNCIAS

- BRADE, A. C. Contribuição para o Estudo da Flora Pteridophyta da Serra de Baturité Estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 4, n. 13, p. 289-314, 1940.
- BRUM, F. R.; RANDI, A. M. High irradiance and temperature inhibit the germination of the spores in the fern *Rumohra adiantiformis* (Forst.) Ching (Dryopteridaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 4, 2002.
- CALDECOTT, J. O. et al. Priorities for conserving global species richness and endemism. **Biodiversity and Conservation**, v. 5, p. 699-727, 1996.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000.
- ESTEVES, L. M.; FELIPPE, G. M. Germination and morphology of spores of *Trichipteris corcovadensis*. **American Fern Journal**, v. 75, p. 92-102, 1985.
- FERNANDES, I. Taxonomia dos representantes de Cyatheaceae do Nordeste Oriental do Brasil. **Pesquisas. Botânica**, v. 54, p. 1-54, 2003.
- GIUDICE, G. E. et al. Diversidad de helechos y licófitas de La Reserva Natural Punta Lara, Buenos Aires, Argentina. **Revista de Biología Tropical**, v. 59, p. 1037-1046, 2011.
- HARDING, K.; BENSON, E. E.; CLACHER, K. Plant conservation biotechnology: an overview. **Agro-Food-Industry Hi-Tech**, may-june, 1997.
- HAUPT, W. Phytochrome-mediated fern-spore germination: inhibition by elevated temperatures. **Photochemistry and Photobiology**, v. 52, p. 57-59, 1991.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa. 2000.
- LEHNERT, M. The Cyatheaceae and Dicksoniaceae (Pteridophyta) of Bolivia. **Brittonia**, v. 58, n. 3, p. 229-244, 2006.
- LORSCHUITTER, M. L. et al. Pteridophyte spores of Rio Grande do Sul flora, Brazil. Part II. **Palaeontographica**, v. 251, p. 71-235, 1999.
- MEDEIROS, L. G. **Germinação e desenvolvimento gametofítico inicial de *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin (Cyatheaceae) sob diferentes condições ambientais abióticas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, Brasil. 2011.

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

NONDORF, S. L. et al. The effects of pH, temperature, light intensity, light quality, and moisture levels on spore germination in *Cheilanthes feei* of Southeast Missouri. **American Fern Journal**, v. 93, p. 56-69, 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.

PÉREZ-GARCIA, B.; RIBA, R. Germinacion de esporas de Cyatheaceae bajo diversas temperaturas. **Biotropica**, v. 14, p. 281-287, 1982.

RAGHAVAN, V. **Developmental biology of fern gametophytes**. New York: Cambridge University Press, 1989.

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

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 52.109/2014**. Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul. Publicado em 02 de Dezembro de 2014. Disponível em: <
http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_Tipo=TEXTO&Hid_TodasNormas=61669&hTexto=&Hid_IDNorma=61669>. Acesso em: 15 maio de 2015.

SANTOS, E. P. G. et al. Spore Germination of *Gleichenella pectinata* (Willd.) Ching (Polypodiopsida-Gleicheniaceae) at Different temperatures, Levels of Light and pH. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, p. 1309-1318, 2010.

SMITH, A. R. Comparison of fern and flowering plant distributions with some evolutionary interpretation for ferns. **Biotropica**, v. 4, p. 4-9, 1972.

VIVIANI, D.; RANDI, A. M. Effects of pH, temperature and light on spore germination and growth analysis of young sporophytes of *Polypodium lepdopteris* (Pteridophyta, Polypodiaceae). **Rodriguésia**, v. 59, p. 751-760, 2008.

WINDISCH, P. G.; SANTIAGO, A. C. P. 2015. Cyatheaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Retirado de:
<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB90850>

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DE DUAS ÁREAS ÚMIDAS DO MUNICÍPIO DE NOVO HAMBURGO

Eveline Maria da Silva¹

Marco Antônio Siqueira Rodrigues²

André Breienbach³

Salete Lewandoski Andrade⁴

Mirian Marcolin⁵

Palavras-chave: Área úmida. Arroio. Qualidade da água. Sedimento.

INTRODUÇÃO

As áreas úmidas são ecossistemas que fornecem serviços ecológicos importantes aos corpos hídricos localizados próximos a ela. Atualmente essas áreas encontram-se seriamente ameaçadas por diversos motivos de origem antrópica. Neste contexto, o estudo destas áreas, bem como o conhecimento dos níveis de qualidade da água que passam pelas mesmas é imprescindível para a busca de ações que visem a sua preservação. Tendo em vista, a riqueza de áreas úmidas localizadas no município de Novo Hamburgo -RS, na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, este estudo objetivou a avaliação da qualidade da água, através de análises físico-químicas e da contaminação dos sedimentos, através da análise de metais (cobre, chumbo e níquel), de duas áreas úmidas e dos arroios que atravessam a sua extensão, no município de Novo Hamburgo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Brasil possui uma grande extensão de áreas úmidas, cerca de 6.568.359 hectares, mas são raramente mencionadas nas legislações. Somente o Pantanal se distingue como um

¹ Mestranda em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale, bolsista.

² Pós-Doutor, Docente do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

³ Estudante do curso de Gestão Pública pela Ultra, Prefeitura de Municipal de Novo Hamburgo – Secretaria do Meio, Gerente de Licenciamento Ambiental.

⁴ Ciências Contábeis pela Unisinos, Prefeitura de Municipal de Novo Hamburgo – Secretaria do Meio Ambiente, Agente de Fiscalização Ambiental.

⁵ Licenciada em Química pela UFRGS, Prefeitura de Municipal de Novo Hamburgo – Secretaria do Meio Ambiente, Gerente de Recursos Hídricos.

Patrimônio Nacional pela Constituição Federal de 1988 (VILLAS – BÔAS, 2012; JUNK, 2013).

No Rio Grande do Sul, as áreas úmidas são conhecidas como banhados. A água que abastece os banhados provém de corpos hídricos próximos e das precipitações pluviométricas. Os banhados podem ter comunicação direta com outros corpos hídricos, desenvolvendo-se na planície de inundação, ligando-se com lagoas e rios apenas no período das cheias, ou serem isolados (CAVALHO et al., 2007).

As atividades antrópicas que contribuem para a destruição destes ecossistemas são: o desmatamento, a agropecuária, a expansão urbana desordenada, a contaminação da água e do solo e o depósito de lixo urbano. Sabe-se que, por um longo período, os banhados foram considerados ambientes insalubres e improdutivos sendo então, drenados ou aterrados, modificando a sua estrutura e função. (CARVALHO et al., 2007; ADAME et al., 2015).

Neste contexto, o município de Novo Hamburgo-RS, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (BHRS), apresenta diversas áreas úmidas impactadas por atividades antrópicas. A BHRS localiza-se a nordeste do Estado do Rio Grande do Sul e ocupa aproximadamente, uma área de 800 km² o que abrange 32 municípios. A região é densamente povoada e entre as atividades produtivas da região estão os setores de couro, metal-mecânico, alimentos e petroquímico. (MANSUR et al., 2006; FIGUEIREDO et al., 2010; BLUME et al., 2010; GOMES et al., 2012).

METODOLOGIA

Duas áreas úmidas estão sendo estudadas, com a seguinte localização: bairro Primavera (S29°41.364W051°09.119) e bairro Roselândia (S29°38.276W051°08.356).

As amostras de água foram coletadas nos arroios Luis Rau e Gauchinho, que atravessam as áreas úmidas dos bairros Roselândia e Primavera, respectivamente. Após as coletas os seguintes parâmetros físico-químicos foram analisados: pH, condutividade, OD, DBO₅, DQO, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, fósforo total, nitrato, nitrito, alumínio, chumbo, cromo, cobre, níquel, ferro, zinco, sólidos totais dissolvidos, turbidez, coliformes fecais e coliformes termotolerantes. Para a coleta de sedimentos retirou-se três amostras em diferentes profundidades, que serão avaliadas quanto à presença dos metais cromo, níquel e chumbo. Ambas as análises estão ocorrendo na Central Analítica da Universidade Feevale.

RESULTADOS PARCIAIS

O Arroio Luis Rau obteve seguintes resultados: Condutividade $142,10 \text{ uS cm}^{-1}$, $\text{DBO}_5 < 5,0 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$, $\text{DQO } 5,5 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$, Fósforo total $0,03 \text{ mg L}^{-1}$, Nitrato $0,48 \text{ mg L}^{-1}$, Nitrito $0,019 \text{ mg L}^{-1}$, Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio total Kjeldahl e Óleos e graxas, não foram detectados pelo método utilizado, OD $7,51 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$, pH 7,08, Sólidos suspensos fixos $4,6 \text{ mg L}^{-1}$, Sólidos suspensos totais $11,2 \text{ mg L}^{-1}$ Sólidos suspensos voláteis $6,6 \text{ mg L}^{-1}$, Sólidos totais $269,0 \text{ mg L}^{-1}$, Turbidez $29,5 \text{ NTU}$, Coliformes fecais $6,2 \times 10^2 \text{ NMP/100mL Escherichia coli}$, Coliformes totais $1,7 \times 10^4 \text{ NMP/100mL}$. Para os metais Alumínio, cobre, níquel e cromo total, não houve detecção, Chumbo $0,019 \text{ mg L}^{-1}$, Ferro $1,389 \text{ mg L}^{-1}$, Sódio $13,3 \text{ mg L}^{-1}$ e Zinco $0,027 \text{ mg L}^{-1}$. Resultados das análises do Arroio Gauchinho são os seguintes: Condutividade 382 uS cm^{-1} , $\text{DBO}_5 21 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$, $\text{DQO } 44,5 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$, Fósforo total $1,50 \text{ mg L}^{-1}$, Nitrato, Nitrito e óleos e graxas não foram detectados pelo método utilizado, Nitrogênio Amoniacal $12,61 \text{ mg L}^{-1}$, Nitrogênio total Kjeldahl $14,57 \text{ mg L}^{-1}$, OD $1,61 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$, pH 8,27, Sólidos suspensos fixos $3,9 \text{ mg L}^{-1}$, Sólidos suspensos totais $11,9 \text{ mg L}^{-1}$, Sólidos suspensos voláteis 8 mg L^{-1} , Sólidos totais $282,0 \text{ mg L}^{-1}$, Turbidez $29,5 \text{ NTU}$, Coliformes fecais $4,9 \times 10^4 \text{ NMP/100mL Escherichia coli}$, Coliformes totais $2,10 \times 10^4 \text{ NMP/100mL}$. Para os metais Alumínio, cobre, cromo total, não houve detecção., Chumbo $0,043 \text{ mg L}^{-1}$, Ferro $7,85 \text{ mg L}^{-1}$, Sódio $44,0 \text{ mg L}^{-1}$ Zinco $0,014 \text{ mg L}^{-1}$ e níquel $0,011 \text{ mg L}^{-1}$.

DISCUSSÃO

BLUME et al., (2010), demonstra em seus estudos que parâmetros como fósforo total e coliformes fecais, reduzem a qualidade da água nos pontos amostrados ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Os resultados parciais obtidos nas análises do presente estudo nos arroios Luis Rau e Gauchinho apresentam valores de $0,3 \text{ mg/L}$ e $1,50 \text{ mg/L}$ para fósforo total. O que sugere, para o parâmetro de fósforo total, classe 4, de acordo com a resolução CONAMA nº357, corroborando com os dados obtidos por BLUME et al., (2010), em seus pontos ao longo da bacia. No arroio Luis Rau, os dados obtidos demonstram que o metal chumbo foi encontrados na amostra de água em uma concentração de $0,019 \text{ mg/L}$, enquanto no arroio Gauchinho $0,043 \text{ mg/L}$. Conforme a resolução CONAMA nº357 os valores máximos permitidos para classe 1, no que se diz respeito ao chumbo, não poderiam ultrapassar a concentração de $0,01 \text{ mg/L}$. Logo, ambos os arroios encontram-se com valores acima da classe 1. Os resultados das análises dos sedimentos coletados nas áreas úmidas, serão comparadas com a portaria nº 85/2014 da FEPAM e a Resolução CONAMA nº 420/2009.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados parciais obtidos, até o momento, evidenciam que, as áreas úmidas em estudo, apresentam-se impactadas por atividades antrópicas, sendo elas a deposição de resíduos sólidos e despejo de efluentes domésticos os principais problemas ambientais relacionados à crescente urbanização. Logo, se faz necessário o estudo destas áreas a fim de se buscar estratégias para a preservação destes ecossistemas.

REFERÊNCIAS

- ADAME, M. F. et al. Carbon stocks and soil sequestration rates of riverine mangroves and freshwater wetlands. **Biogeosciences Discuss.**, v. 12, p.1015–1045, 2015.
- BLUME, K.K. et al. Water quality assessment of the Sinos River, Southern Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 70, p. 1185-1193, 2010.
- CARVALHO A. B. P. et al. Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, v.1, n.2, p. 83-95, 2007.
- FIGUEIREDO, J.A.S. et al. The Rio dos Sinos watershed: an economic and social space and its interface with environmental status. **Braz. j. Biolo.**, v.70, 2010.
- GOMES, P. P. et al. Análise do sistema de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde nos municípios da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. **Eng Sanit Ambient.** v.17 n.4. p. 377-384, 2012.
- JUNK, W. J. Current state of knowledge regarding South America wetlands and their future under global climate change. **Aquat Sci.**, v. 75 p. 113–131, 2013.
- MANSUR, M. C. D. et al. Bivalves límnicos da bacia do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Unionoidea, Veneroidea e Mytiloidea). **Revista Brasileira de Zoologia** v.23, p. 1123–1147, 2006.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº357. In: www.mma.gov.br/port/conama. Acesso: junho/2015.
- VILLAS – BÔAS, A. Q. et al. Subsídios para a proteção de áreas úmidas da bacia do rio Xingu (Mato Grosso, Brasil). **Revista Árvore**, v.36, n.3, p.489-498, 2012.

AValiação DA QUALIDADE DO AR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS, UTILIZANDO BIOMONITORAMENTO ATIVO

Larissa Meincke¹

Tafael Vancetta²

Liane Bianchin³

Márcia Campos Brasil⁴

Daniela Montanari Migliavacca Osório⁵

Palavras-chave: Poluição atmosférica. Biomonitoramento. Metais. HPAs.

INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O rápido crescimento da urbanização e das atividades industriais contribuiu para que as emissões antrópicas passassem a favorecer significativamente o aumento da poluição atmosférica, relacionando a emissão dos principais poluentes, em primeiro lugar com veículos automotores, seguido de processos industriais (Yang, 2002; Migliavacca; Teixeira; Rodriguez, 2012). Dentre os principais poluentes lançados na atmosfera, estão os metais pesados e os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs). Devido a suas toxicidades e aos graves efeitos que causam à saúde por seus potenciais carcinogênicos e mutagênicos, estão à frente de diversas pesquisas ambientais (Ares *et al.*, 2011).

Como alternativa para os métodos tradicionais (físicos e químicos) normalmente utilizados para a determinação destes poluentes na atmosfera pode-se aplicar o biomonitoramento utilizando plantas como indicadores da degradação da qualidade do ar. Dentre as vantagens desta metodologia estão o baixo custo, eficiência para avaliar contaminantes em baixas concentrações, bem como a medição simultânea de vários tipos de poluentes (Ares *et al.*, 2011; Illi, 2014).

O *Lolium multiflorum* (azevém) pode ser um bioindicador utilizado para avaliar o acúmulo de substâncias tóxicas no ambiente, entre as quais pode-se citar os metais pesados, enxofre e flúor (Klumpp *et al.*, 2009; Rodriguez *et al.*, 2010;) e os HPAS (Rinaldi *et al.*,

¹ Mestre em Qualidade Ambiental, doutoranda do PPG em Qualidade Ambiental e bolsista PROSUP/CAPES.

² Biólogo pela Universidade Feevale, bolsista FAPERGS.

³ Doutora em Ciência do Solo, professora da Universidade Feevale.

⁴ Doutora em Química, professora da Universidade Feevale.

⁵ Doutora em Ecologia, professora do PPG em Qualidade Ambiental.

2012; Pereira *et al.*, 2013). Esta espécie apresenta uma alta capacidade para o acúmulo de substâncias tóxicas, bem como uma alta tolerância contra a maioria dos poluentes do ar, sem mostrar qualquer dano visível devido a níveis de poluição do ambiente (Klumpp *et al.*, 2009).

Desta maneira, o presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade do ar na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, através da quantificação de metais e de HPAs presentes no bioindicador *Lolium multiflorum*.

METODOLOGIA

A exposição simultânea das plantas bioindicadoras ocorreu mensalmente, de maio a novembro de 2014, nos municípios de Canoas, São Leopoldo, Novo Hamburgo e Campo Bom. Os locais de amostragem foram definidos em função da influência antropogênica, estando localizados próximos a rodovias como a BR-116 e a RS-239, com exceção de Campo Bom, que possui uma maior distância de vias movimentadas, a fim de diminuir a amostragem de poluentes provenientes das atividades antropogênicas.

O biomonitoramento ativo ocorreu utilizando a espécie *Lolium multiflorum* Lam., e a metodologia para cultivo, exposição, preparo e análise se baseou nos estudos de Klumpp; Ansel; Klumpp (2004) e Carminitti (2008). O cultivo consistiu em semear 0,30 g de sementes de azevém em vasos plásticos contendo substrato padronizado, e posterior armazenamento em local adequado, por 15 dias, para o processo de germinação. Após este período, três vasos contendo as plantas foram expostos em cada local de amostragem, permanecendo por 30 dias.

Após a retirada dos vasos dos pontos de exposição, as amostras das plantas foram preparadas em laboratório. A amostra contida em cada vaso foi dividida em duas partes iguais para as determinações de metais e HPAs.

Para os metais, cortaram-se as folhas do vegetal rente ao substrato, lavou-se com água ultrapurificada e secou-se em estufa de circulação, por um período de quatro dias. Depois de secas, as folhas foram cortadas em pequenos pedaços e encaminhadas para digestão assistida por micro-ondas, conforme protocolo estabelecido em USEPA 3051 B (1994). A determinação dos metais alumínio (Al), bário (Ba), cádmio (Cd), cobre (Cu), chumbo (Pb), cromo (Cr), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni) e zinco (Zn) procedeu-se por espectrometria de absorção atômica em chama.

Para a determinação dos HPAs, os azevéns foram cortadas a aproximadamente 4 cm acima do substrato, e uma composição com as plantas dos 3 vasos de cada local amostrado foi feita. Uma pequena quantidade foi retirada para fazer a determinação de umidade, e o restante foi dividido em duas partes, uma como contraprova e 5 g para extração. A

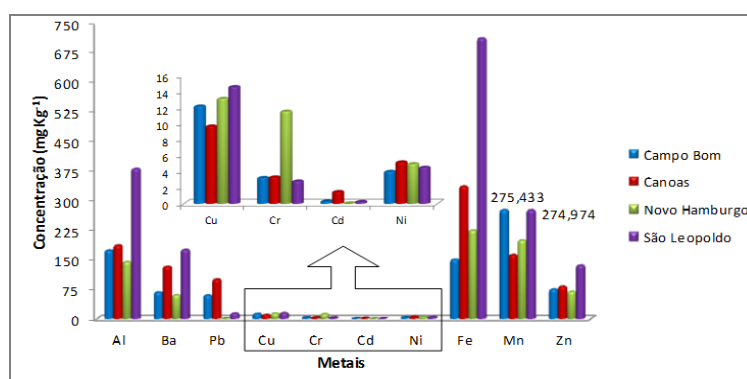
contraprova e a parte destinada para extração foram embaladas em papel alumínio para protegê-las da ação da luz, e armazenadas em freezer.

O procedimento de extração procedeu-se baseado em Teixeira *et al.* (2011), sendo realizado em aparelho Soxhlet, utilizando diclorometano por 18 h. Os extratos foram rotaevaporados, as fases de cera e solvente foram separadas por centrifugação e a fase do solvente foi separada / pré-concentrada, através do procedimento de clean up. A determinação dos 16 HPAs prioritários (USEPA, 2003), foi através de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas, aplicando as condições cromatográficas segundo Meincke (2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de maio a novembro de 2014, alguns metais como Fe, Mn e Al, apresentaram concentrações significativas, sendo o Fe elevado nos quatro pontos. O Cd (elemento traço) apresentou baixa ou não detecção na maioria das exposições, exceto em Canoas, onde foi detectado com frequência. Em Novo Hamburgo não foi detectado Cd (LD 0,0015 mg L⁻¹) em nenhuma exposição, enquanto que o Pb foi detectado em duas exposições (LD 0,01 mg L⁻¹). Em Canoas houve a detecção de Cr (LD 0,005 mg L⁻¹) apenas no último mês de estudo.

Figura 1. Média geral das concentrações de metais das sete exposições realizadas nos quatro pontos estudados.



Ao calcular a média das concentrações, observou-se que os metais Al, Ba, Fe, Cu e Zn, nas sete exposições, apresentaram maiores concentrações nos pontos Canoas e São Leopoldo (Fig. 1). Estes pontos são próximos da BR-116, sofrendo grande influência de tráfego veicular. Embora Campo Bom tenha sido escolhido por apresentar maior distância de vias movimentadas, as concentrações encontradas na maioria dos metais foram superiores à

Novo Hamburgo, onde o local de amostragem fica ao lado da rodovia ERS-239, com fluxo acentuado de veículos.

Comparando os resultados encontrados neste estudo, com a escala de níveis de poluição do estudo de Klumpp, Ansel & Klumpp (2004) (Tab. 1), devido às suas altas concentrações, os metais Pb, Cr, Cd (quando detectado) e Zn implicam em um nível de poluição por metais muito elevado nos pontos avaliados, com exceção do Pb em Novo Hamburgo, que apresentou níveis de concentração mais baixos. Já o Cu foi detectado em níveis elevados na maioria dos pontos avaliados, sendo o ponto de Canoas, o de menores concentrações.

Tabela 1 - Concentrações médias dos metais pesados, de todas as exposições, comparado com os níveis de poluição de acordo com Klumpp; Ansel & Klumpp (2004) (mg kg⁻¹ em base seca)

Classe	Metal	Pb	Cu	Cr	Cd	Ni	Fe	Zn
Classe 1 - Muito Baixo		≤ 0,8	≤ 7,1	≤ 0,8	≤ 0,04	≤ 5,5	≤ 180	≤ 31,7
		0,9 ≤	7,2 ≤	0,9 ≤	0,05 ≤	5,6 ≤	181 ≤	31,8 ≤
Classe 2 - Baixo		1,6	11,6	1,5	0,07	9,3	309	45,1
		1,7 ≤	11,7 ≤	1,6 ≤	0,08 ≤	9,4 ≤	310 ≤	45,2 ≤
Classe 3 - Elevado		2,4	16	2,3	0,10	13,1	438	58,6
		≥ 2,5	≥ 17	≥ 2,4	≥ 0,11	≥ 13,2	≥ 439	≥ 58,7
Classe 4 - Muito elevado								
	Ponto							
	Campo Bom	58,850	12,167	3,230	0,308	4,001	149,700	74,370
	Canoas	99,566	9,675	3,310	1,477	5,189	334,885	81,363
	Novo Hamburgo	0,605	13,104	11,515	n.d.	4,959	223,526	68,473
	São Leopoldo	13,359	14,596	2,803	0,239	4,513	710,473	134,718

As menores concentrações observadas em todos os pontos foram as de Ni, considerando-se o nível de poluição ocasionado por este metal muito baixo. As concentrações de Fe indicaram nível de poluição muito baixo, baixo, elevado e muito elevado nos pontos Campo Bom, Novo Hamburgo, Canoas e São Leopoldo, respectivamente. Uma das principais fontes de poluição dos metais avaliados no presente estudo são as emissões provenientes do tráfego veicular.

O Ba e o Zn são utilizados na fabricação de óleos lubrificantes de automóveis e na confecção de pneus, sendo que esses elementos podem ser liberados para a atmosfera mediante o atrito da borracha com o asfalto. A abrasão dos freios pode originar o Cu, o Pb é utilizado na fabricação de baterias de chumbo-ácido, utilizadas em automóveis, e o Mn é adicionado à gasolina, para aumentar a octanagem, substituindo o Pb. O Fe pode estar presente em peças dos veículos, sendo emitido para o ar durante o desgaste das mesmas, e o Ni é emitido para atmosfera a partir da combustão de produtos do petróleo (Illi, 2014).

Em relação aos HPAs, até o presente momento, as determinações se encontram em andamento. No entanto, com base em estudos como os de Carminitti *et al.* (2007), Rodriguez *et al.* (2010), Rinaldi *et al.* (2012) e Pereira *et al.* (2013), espera-se encontrar concentrações consideráveis dos mesmos na matriz estudada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados encontrados, verificou-se a presença de metais no ar, sendo que na maioria dos locais amostrados, o nível de poluição foi elevado para o Cu e muito elevado para o Pb, Cr, Cd e Zn. Para o Fe, o nível de poluição variou de muito baixo a muito elevado, evidenciando apenas para o Ni um perfil de poluição muito baixo.

As maiores concentrações dos metais avaliados foram encontradas em Canoas e São Leopoldo, permitindo observar que a emissão veicular é apontada como a principal fonte de origem destes diversos metais no presente estudo. Além disso, constatou-se que a espécie *Lolium multiflorum* é muito eficaz como bioindicador de poluentes que contenham traços metálicos. As análises de HPAs se encontram em andamento até o presente momento.

REFERÊNCIAS

ARES, A. *et al.* Study of the air quality in industrial areas of Santa Cruz de Tenerife(Spain) by active biomonitoring with *Pseudoscleropodium purum*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 74, p. 533–541. 2011.

CARMINITTI, L. **Estabelecimento do potencial de plantas no monitoramento de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) presentes na atmosfera urbana de São Paulo**. 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, SP, 2008.

CARMINITTI, L. *et al.* O Potencial de *Lolium multiflorum* ssp *italicum* cv Lema como possível bioacumulador de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos presentes na Atmosfera Urbana. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5 (1), p. 204-206. 2007.

IBGE. Cidades: informações sobre os municípios brasileiros. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Disponível em: < <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>> Acesso: Junho, 2015.

ILLI, J. C. **Bioindicadores vegetais – uma alternative de monitoramento de metais presents no ar**. 2014. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Industrial Química, Novo Hamburgo, RS, 2014.

KLUMPP, A. *et al.* Airborne trace element pollution in 11 European cities assessed by exposure of standardized ryegrass cultures. **Atmospheric Environment**, v. 43, p. 329 – 339. 2009.

KLUMPP, A., ANSEL, W., KLUMPP, G. European Network for the assessment of air quality by the use of bioindicator plants. University of Hohenheim. Stuttgart, 2004. 174 p.

MEINCKE, Larissa. **Diagnóstico ambiental de poluentes orgânicos persistentes em ar atmosférico na bacia hidrográfica do Rio dos Sinos – RS**. 2013, 51 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Qualidade Ambiental) - Universidade Feevale, Novo Hamburgo, 2013.

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, T. S. *et al.* Toxicogenetic monitoring in urban cities exposed to different airborne contaminants. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 90, p. 174 – 182. 2013.

RINALDI, C. S. *et al.* Leaves of *Lolium multiflorum* ‘Lema’ and tropical tree species as biomonitors of polycyclic aromatic hydrocarbons. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 79, p. 139 – 147. 2012.

RODRIGUEZ, J. H. *et al.* Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons and trace elements in the bioindicator plants *Tillandsia capillaris* and *Lolium multiflorum* exposed at PM₁₀ monitoring stations in Stuttgart (Germany). **Chemosphere**, v. 80, p. 208 – 215. 2010.

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

USEPA. United States Environmental Protection Agency. Method 3051 B: Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils and oils. Washington: EPA, 1994.

USEPA. Appendix A to 40 CFR. Part 423–126. Priority Pollutants. Environmental Protection Agency. US Government Printing Office, Washington DC, 2003. Disponível em <<http://www.epa.gov/region01/npdes/permits/generic/prioritypollutants.pdf>> Acesso em: Junho 2014.

YANG, K. L. Spatial and seasonal variation of PM10 mass concentrations in Taiwan.
Atmospheric Environment, v. 36 (21), p. 3403–3411. 2002.

AValiação DA TOXICIDADE DE EFLUENTE PROVENIENTE DA INDÚSTRIA PETROQUIMICA

Claudia Regina Klauck¹
Rosangela Boeck²
Erlon Diego Lorenz de Oliveira³
Luciano Basso da Silva⁴
Marco Antônio Siqueira Rodrigues⁵

Palavras-chave: Efluente petroquímico. Monitoramento ambiental. *Eisenia foetida*. *Lactuca sativa*. *Allium cepa*

INTRODUÇÃO

Um dos setores em plena expansão trata-se da indústria petroquímica. Estas indústrias consomem grandes volumes de água e geram quantidades consideráveis de efluentes, com alto potencial poluidor. Frente aos possíveis impactos ambientais, o tratamento deste tipo de efluente torna-se imprescindível. No Rio Grande do Sul, o SITEL, trata os efluentes industriais gerados pelo polo Industrial de Triunfo. O sistema de tratamento atual é composto por unidades operacionais complexas, incluindo processos físico-químicos e biológicos (lodos ativados com aeração prolongada) bem como tratamento terciário através de oito lagoas em série. O efluente tratado é aspergido sobre a vegetação. Esta prática vem sendo adotada desde meados dos anos 80. O monitoramento de possíveis impactos sobre os organismos, causados por tais atividades é de fundamental importância, servindo como ferramenta de avaliação de qualidade ambiental. Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo a avaliação toxicológica do efluente tratado, proveniente do SITEL, através de ensaios toxicológicos em três organismos: *Allium cepa* e *Lactuca sativa* e *Eisenia foetida*.

¹ Mestre em Qualidade Ambiental Universidade Feevale. Bolsista de doutorado CAPES do PPGQA Feevale.

² Acadêmica de Ciências Biológicas na Universidade Feevale. Bolsista de Iniciação Científica Feevale.

³ Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Feevale. Bolsista de Aperfeiçoamento Científico Feevale

⁴ Doutor em Biologia Molecular UFRGS. Professor e pesquisador do PPGQA Universidade Feevale.

⁵ Doutor em Engenharia pelo PPGEM- UFRGS. Professor e pesquisador do PPGQA Universidade Feevale.

FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

EFLUENTE PETROQUÍMICO

O processo de refino do petróleo consome grandes volumes de água e gera quantidades consideráveis de efluentes, com alto potencial poluidor (STEPNOWSKI et al., 2002). Este efluente apresenta grande carga de DQO, DBO e hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos (ALVA-ARGÁEZ *et al.*, 2007). Na década de 80, implantou-se o Polo Petroquímico no estado do Rio Grande do Sul, estabelecido, por questões logísticas, no município de Triunfo. Frente à geração de efluentes e preocupação ambiental, governo do estado definiu através da resolução 30/1982, que todas as indústrias instaladas na área do Polo deveriam tratar os seus efluentes e descartá-los em uma área destinada aos mesmos.

O tratamento de efluente sanitário e industrial das indústrias ali instalada foi centralizado a uma única estação de tratamento de efluentes, concebida sob a gerencia da Corsan, Superintendência de Tratamento de Efluentes Líquidos e Resíduos Sólidos (SITEL). Desde então o SITEL gerencia e executa a prestação de serviços de tratamento de resíduos industriais, utilizando a infraestrutura implantada nos sistemas localizados no Pólo Petroquímico. O sistema de tratamento, situado no Pólo Petroquímico, é composto por unidades operacionais complexas, incluindo processos físico-químicos e biológicos (lodos ativados com aeração prolongada) bem como tratamento terciário através de oito lagoas em série.

A aplicação de efluentes no solo teve seu início no ano de 1983, em uma área de 52ha. O sistema de aplicação consiste em tubulação perfurada (baixa pressão) e aspersores fixos (alta pressão). Ao longo dos anos, o sistema adaptou-se naturalmente a este tipo de ambiente, com o surgimento de banhados (“*wetlands*”) com plantas aquáticas possíveis de depurar o efluente.

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE EFLUENTES

Historicamente a qualidade dos efluentes é monitorada através de análises físico-químicas, que são capazes de identificar compostos presentes no meio ambiente, mas não quantificar as interações entre os compostos, sinergismos ou efeitos sobre a biota. Neste aspecto, os bioensaios servem como uma ferramenta complementar às análises convencionais na avaliação dos riscos ambientais associados (KWASNIEWSKA *et al.*, 2012). Além disso, a avaliação de parâmetros físico-químicos é insuficiente para determinar o risco ambiental, uma vez que elas não avaliam a interação entre os contaminantes e nem seus efeitos sobre a biota.

Neste aspecto, os ensaios toxicológicos, através de organismos bioindicadores, são capazes de integrar os efeitos de todos os contaminantes presentes, servindo como um complemento às análises físico-químicas, na avaliação da toxicidade de poluentes. O presente trabalho avaliou a toxicidade do efluente tratado, proveniente do SITEL em três organismos: *Allium cepa* e *Lactuca sativa* e *Eisenia foetida*.

METODOLOGIA

COLETA DE AMOSTRA

As coletas de efluente foram realizadas durante o outono, no ponto de saída da lagoa de estabilização oito do SITEL. As amostras foram coletadas e encaminhadas à Universidade Feevale para ensaios no Laboratório de Efluentes. Imediatamente à chegada das amostras, uma alíquota era coletada e acondicionada em recipiente plástico para realização dos ensaios de toxicidade.

ENSAIOS DE TOXICIDADE

Em todos os ensaios foram utilizadas as concentrações de exposição de efluente de 12%, 25%, 50%, 75% e 100% de bem como grupo controle, com água deionizada. Foram realizados os seguintes ensaios: crescimento radicular e Índice mitótico em *Allium cepa*, crescimento radicular e germinação em *Lactuca sativa* e exposição direta ao substrato em *Eisenia foetida*. Maiores informações são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1- Detalhamento da metodologia empregando *Eisenia foetida*

Organismo teste	<i>Eisenia foetida</i>	<i>Lactuca sativa</i>	<i>Allium cepa</i>
Tipo de ensaio	Estático	Estático	Estático
Nº organismos por replica	10	20	1
Nº de replicas	3	3	6
Volume de água	3mL	3mL	300mL
Água de diluição	Água deionizada	Água deionizada	Água deionizada
Substrato	Papel de filtro qualitativo – grupo controle (porosidade 14um)	Papel de filtro qualitativo – grupo controle (porosidade 14um)	Água/efluente

Recipiente do teste	Placa de Petri (diâmetro 9,5cm)	Placa de Petri (diâmetro 9,5cm)	Frasco
Temperatura	22 +-2°C	25 +-2°C	25 +-2°C
Fotoperíodo	24h escuro	12h/12h	12h/12h
Duração do ensaio	168h	120h	72h
Controle negativo	Água deionizada	Água deionizada	Água deionizada
Efeito avaliado	Mortalidade dos indivíduos, variação no peso, alterações morfológicas.	Número de sementes germinadas e comprimento das raízes.	Média de crescimento das 3maiores raízes em cada bulbo. Quantidade de células em divisão (Índice mitótico)
Crítérios de aceitabilidade	Mortalidade no grupo controle inferior a 10%	Germinação das sementes no controle negativo >80%, comprimento das raízes >5mm, variabilidade do comprimento das raízes <=30%	Crescimento radicular nos bulbos pré-tratamento dos bulbos superior à 5mm.
Resultado final	CL 50 (120h)	CI 50 (120h), IG.	CI 50, IM
Referências	US EPA (1996); OECD (2003); Sobrero <i>et al</i> (2004)	US EPA (1996); OECD (2003); Sobrero et al (2004)	RANK & NIELSEN, 1997; RANK & NIELSEN 1998; MAGDALENO et al., 2008

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes a avaliação de crescimento radicular em *Allium cepa* e *Lactuca sativa* indicam que o efluente proveniente do SITEL não foi considerado tóxico (fig. 1), nas condições empregadas. Comparando-se com o grupo controle em ambos os bioensaios, nenhuma das diluições avaliadas e, nem mesmo o efluente puro atingiu o limiar para toxicidade (CI50)

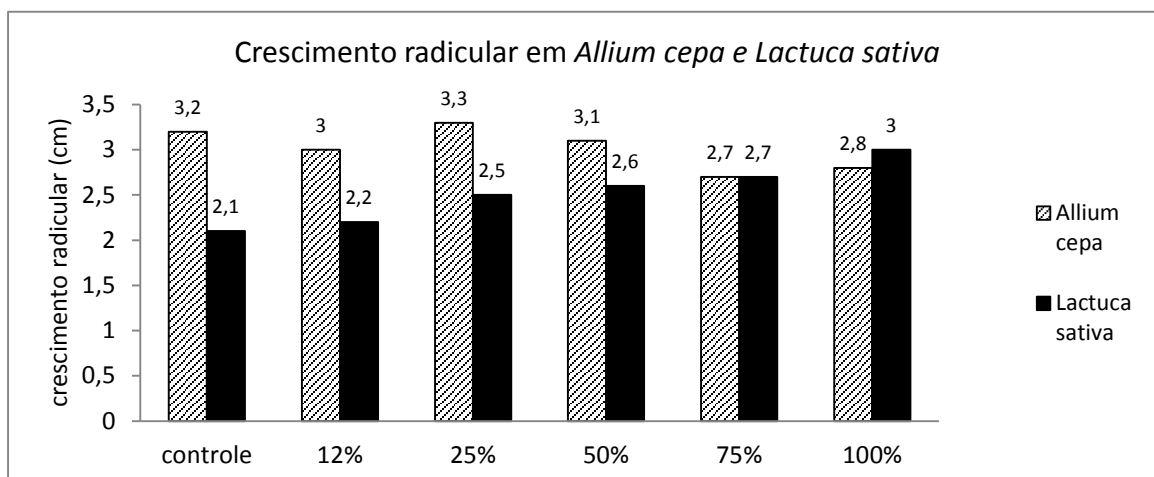


Figura 1 - Resultados da aferição de crescimento radicular em *Allium cepa* e *Lactuca sativa* expostas à diferentes concentrações do efluente

Com relação à germinação das sementes em *Lactuca sativa*, todos os tratamentos apresentaram taxas superiores à 90% (tab. 2), indicando que para este organismo, o efluente não possui substâncias inibitórias de germinação.

Tabela 2 - Percentual de germinação com relação ao número de sementes inicial

Tratamento	Germinação (%)
controle	98
12,00%	95
25%	98
50%	93
75%	95
100%	100

A análise de células em divisão, no sistema meristemático em *Allium cepa*, não indicou quaisquer alterações no número de células em divisão (fig 2). Corroborando com os resultados obtidos na análise de crescimento radicular e germinação.

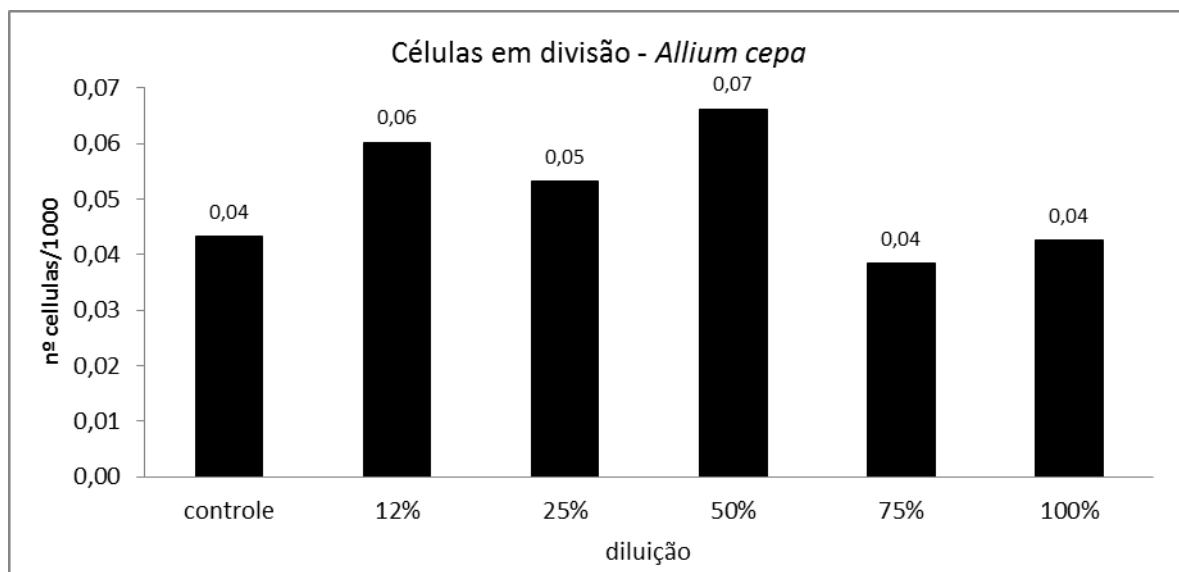


Figura 2 - Relação de células em divisão/1000 nas diferentes concentrações do efluente com relação ao grupo controle

Na avaliação de toxicidade em *Eisenia foetida*, os resultados obtidos mostram que ao término do tratamento, houver sobrevivência de 100% dos indivíduos em todas as diluições expostas, indicando que o efluente não apresenta qualquer indicativo de toxicidade aguda para o bioindicador em questão. Adicionalmente, também observou-se ganho de peso em todos os indivíduos expostos (tab 3).

Tabela 3 - variação de peso ao início e fim do período de exposição

	Peso (g)	
	inicial	final
controle	0,23	0,27
12%	0,25	0,29
25%	0,26	0,29
50%	0,25	0,29
75%	0,23	0,25
100%	0,25	0,28

O resultados obtidos no presente trabalho, corroboram com o trabalho realizado por Hartmann (204) que utilizou ensaios de toxicidade crônica, em três níveis tróficos (algas, microcrustaceos e peixes) para avaliar a toxicidade de um efluente tratado de indústria petroquímica localizada no Rio Grande do Sul, e não detectou quaisquer efeitos negativos

sobre os bioindicadores avaliados. A variabilidade nas características do efluente bem como das formas de tratamento adotada, faz com que se encontre na literatura científica diferentes respostas à avaliação de toxicidade, ainda que os parâmetros físico químicos encontrem-se em conformidade legal. Em recente estudo, Li *et al.*(2015) avaliaram o risco ambiental e influencia de um polo petroquímico na região de Beijing (China), em 31 amostras de solo, e não detectaram quaisquer risco de contaminação ambiental e carcinogenicidade. Já Wang *et al.*(2010) alertam para o risco de acumulação dos compostos orgânicos presentes no efluente petroquímico mesmo após o seu tratamento. Estes autores realizaram uma bateria de ensaios in vivo e detectaram alterações na função reprodutiva, decorrente da exposição prolongada à um efluente petroquímico previamente tratado e descartado rio Yangtze (China).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos até o presente momento indicam que a tecnologia de tratamento empregada atualmente, com a aspersão do efluente tratado sobre a vegetação, é considerada segura para os organismos avaliados. Também reiteram as vantagens de utilizar os bioensaios, visto que diferentes organismos podem ser expostos em um período de tempo curto ou longo e detectar efeitos tóxicos de pequenas concentrações ou combinações de diferentes substâncias em condições que análises químicas não alcançam.

São métodos eficazes e de suma importância para programas de monitoramento ambiental, fornecendo subsídios na elaboração de programas que visem a melhoria da qualidade da água e seu uso sustentável. Destaca-se ainda, a vantagem da utilização dos ensaios propostos neste trabalho pelo baixíssimo custo e facilidade de execução, podendo ser realizados em praticamente qualquer local, até mesmo como forma de monitoramento in situ de estações de tratamento de efluentes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Capes, Finep, Cnpq, BNDES, SCIT e Fapergs.

REFERENCIAS

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.

FELIS E, ALDER AC, SURMACZ-GORSKA J, MIKSCH K. Advanced oxidation of the polycyclic musk fragrances with using UV and UV/H₂O₂ processes. **Arch. Environ. Prot**, 34:13 –23, 2008.

FISKESJÖ, G. The *Allium* test as a standard in environmental monitoring. **Hereditas**. V. 102, p. 99-112, 1985.

FISKESJÖ, G. The *Allium* test – an alternative in environmental studies: the relative toxicity of metal ions. **Mutation Research**. V.197, p. 243-260, 1988.

GEBHARDT W, SCHRÖDER HF. LIQUID CHROMATOGRAPHY – (tandem) mass spectrometry for the follow-up of the elimination of persistent pharmaceuticals during wastewater treatment applying biological wastewater treatment and advanced oxidation. **J Chromatography**. 2007;1160:34 – 43.

GRANT, W.F. Chromosome aberrations assay in A report of the U.S. Environmental Protection Agency Gene- ToxProgramme. *Mutation Research*. V. 99, p. 273-291,1982.

HARTMAN, C.C. **Avaliação de um efluente industrial através de ensaios ecotoxicológicos e análises físicas e químicas**. 2004. Dissertação (mestrado em ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

IKEHATA K, JODEIRI NAGHASHKAR N, GAMAL EL-DIN M. Degradation of aqueous pharmaceuticals by ozonation and advanced oxidation processes: a review. **Ozone-Sci. Eng.**V.P.28:353 – 414.2006.

ITO K, JIAN W, NISHIJIMA W, BAES AU, SHOTO E, OKADA M. Comparison of ozonation and AOPs combined with biodegradation for removal of THM precursors in treated sewage effluents. **Water Sci Technol** V.38 P.179 – 86. 1998

KUREK , A. PLYTYCZ , B. Annual changes in coelomocytes of four earthworm Species. **Pedobiologia** v. 47,p. 689–701, 2003.

LEME, D.M.; MARIN-MORALES, M.A. *Allium cepa* test in environmental monitoring: A review on its application. **Mutation Research**.v.682. p.71-81, 2009.

LI, J.; HUANG, Y.; YE, R.; YUAN, G.L.; WUA, H.Z.; HANA, P.; FUD, S. Source identification and health risk assessment of Persistent Organic Pollutants (POPs) in the topsoils of typical petrochemical industrial area in Beijing, China. **Journal of Geochemical Exploration** xxx (2015) xxx–xxx

MA J, WANG Z, XU Y, WANG Q, WU Q, GRASMICK A. Organic matter recovery from municipal wastewater by using dynamic membrane separation process. **Chemical Engineering Journal**. 219, 190-199, 2013.

RANK, J. The method of *Allium* anaphase-telophase chromosome aberration assay. **Ekologija**. V. 1, p. 38–42, 2003.

RANK, J.; NIELSEN, M.H. Genotoxicity testing of wastewater sludge using the *Allium cepa* anaphase-telophase chromosome aberration assays. **Mutation Research**. V. 418, p. 113–119, 1998.

RANK, J.; NIELSEN, M.H. *Allium cepa* anaphase-telophase root tip chromosome aberration assay on N-methyl-N-nitrosourea, maleic hydrazide, sodium azide and ethyl methane sulfonate. **Mutation Research**. V. 390, p. 121–127, 1997.

SFORZINI, S. BOERIA, M. DAGNINO, A. OLIVERIA, L. BOLOGNESI, C. VIARENGO, A. Genotoxicity assessment in *Eisenia andrei* coelomocytes: A study of the induction of DNA damage and micronuclei in earthworms exposed to B[a]P- and TCDD-spiked soils. **Mutation Research** v. 746, p. 35– 41, 2012.

US EPA - (US Environmental Protection Agency), (1996) **Ecological effects test guidelines**. Seed germination/root elongation toxicity test. OPPTS 850.4200.

VIDAKOVIC-CIFREK, Z.; PAVLICA, M.; REGULA, I.; PAPES, D. Cytogenetic damage in shallot (*Allium cepa*) root meristems induced by oil industry "high-density brines". **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**. V. 43, p. 284-91, 2002.

WANG, X.; SHI, W.; WU, J.; HAO, Y.; HU, G.; LIU, H.; HAN, X.; YU, H. Reproductive toxicity of organic extracts from petrochemical plant effluents discharged to the Yangtze River, China. **Journal of Environmental Sciences**. V.22(2) P.297–303, 2010,

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE PAPÉIS EM *LACTUCA SATIVA*

Patricia Winter Rovaris¹

Cláudia Regina Klauck²

Marcos Antônio Siqueira Rodrigues³

Vanusca Dalosto Jahno⁴

Palavras-chave: Papel. Tinta. Celulose. Toxicidade. Alface.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a indústria de papel e celulose tem aumentado consideravelmente a sua produção. Apesar de ser um material de alta reciclabilidade, a utilização deste recurso pela população e seu descarte de maneira inadequada, fomentam a questão a cerca de qual impacto ambiental que esta prática pode causar, visto que no processo produtivo há, muitas vezes a utilização de aditivos com toxicidade potencial. Particularmente no caso de pós-consumo, há que se observar ainda, a impregnação do papel por tintas cuja composição química é variada. Desta forma, visando um entendimento a cerca do potencial impacto ambiental causado pelo descarte de papeis, o presente trabalho teve por objetivo a avaliação da toxicidade do papel branco, pós consumo em alface (*Lactuca Sativa*).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Brasil recicla 3 milhões de toneladas de papel por ano, o que corresponde a 44,7% do consumo aparente nacional (1). A preocupação ambiental dos resíduos sólidos relaciona-se com sua elevada toxicidade e facilidade para bioacumulação (2). A produção do papel é constituída basicamente pelas seguintes etapas: Decapitação da árvore, preparo da polpa, branqueamento, secagem e prensagem, adição de cola ou argila. A produção da celulose é realizada a partir de toras de madeira lavadas e cozidas com adição de Sulfato de Sódio e Soda Cáustica, resultando em uma pasta chamada celulose não branqueada. Posteriormente, a

¹ Graduada em Biomedicina pela Universidade Feevale. Atualmente é aluna de aperfeiçoamento científico na Universidade Feevale.

² Mestre em Qualidade Ambiental e Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Feevale. Atualmente é bolsista PROSUP do curso de Doutorado na Universidade Feevale.

³ Pós-Doutorado em Eletroquímica na Universidade Politécnica de Valência - Espanha. Professor do Curso de Mestrado em Materiais da Universidade Feevale.

⁴ Doutorado em Medicina e Ciências da Saúde pela PUCRS. Professora do Mestrado de Tecnologias de Materiais e Processos Industriais e no PPG em Qualidade Ambiental.

celulose é crivada para remover os feixes fibrosos que não foram separados, e lavada para retirar quaisquer vestígios de químicos, areia e brita fina. O branqueamento é feito com Peróxido de Hidrogênio (3, 4 e 5). Essa celulose está pronta para a produção do papel (folha de ofício, papéis de propaganda, entre outros).

Na fabricação do papel são adicionadas à pasta de celulose, matérias-primas não fibrosas. Nas fábricas de papel integradas, a celulose é armazenada na forma de suspensão em tanques que alimentam as máquinas de papel. (6).

A grande maioria dos papéis passa por uma etapa gráfica pós produção. A tinta de impressora é formada por uma mistura sólida, que constitui em uma película aderente à superfície a ser pintada em uma parte volátil, o solvente. A parte sólida é constituída por pigmentos, cargas, aditivos e resinas. A parte líquida é constituída de água, solventes orgânicos e/ou aditivos (7). Essas tintas contidas nos cartuchos das impressoras possuem quantidades significativas de metais. Quando dispostas em um ambiente qualquer, estarão sob o efeito do clima e do intemperismo, podendo contaminar o solo e o lençol freático.

METODOLOGIA

AVALIAÇÃO DA CITOTOXICIDADE EM *LACTUCA SATIVA*

A técnica de avaliação da toxicidade em *Lactuca Sativa* consistiu na distribuição de 20 sementes diretamente na celulose, folha de ofício e folha com tinta de impressora, os quais foram umedecidos com 3mL de água destilada. Permaneceram assim por um período de 5 dias sob condições controladas de luz e temperatura. A técnica foi realizada em triplicata.

Após o período determinado, as raízes foram aferidas em seu comprimento com régua (8 e 9). Foi verificado também a viabilidade do comprimento das raízes pela análise da germinação. Metodologia padronizada pelo órgão americano Environmental Protection Agency (EPA) [US EPA, 1996].

ESTATÍSTICA

Os resultados referentes a aferição de crescimento radicular, foram analisados por teste ANOVA de 1 via e pós teste de Duncan, a significância foi de $p > 0,05$.

RESULTADOS/DISCUSSÃO

Os resultados obtidos entre os grupo da exposição das sementes aos 3 tipos de papéis mostraram uma diferença significativa do grupo 1 (celulose) em relação aos grupos 2 (folha de ofício) e 3 (folha com tinta de impressora) quando considerado $p > 0,05$.

Essa diferença significativa pode ser observada no gráfico a seguir:

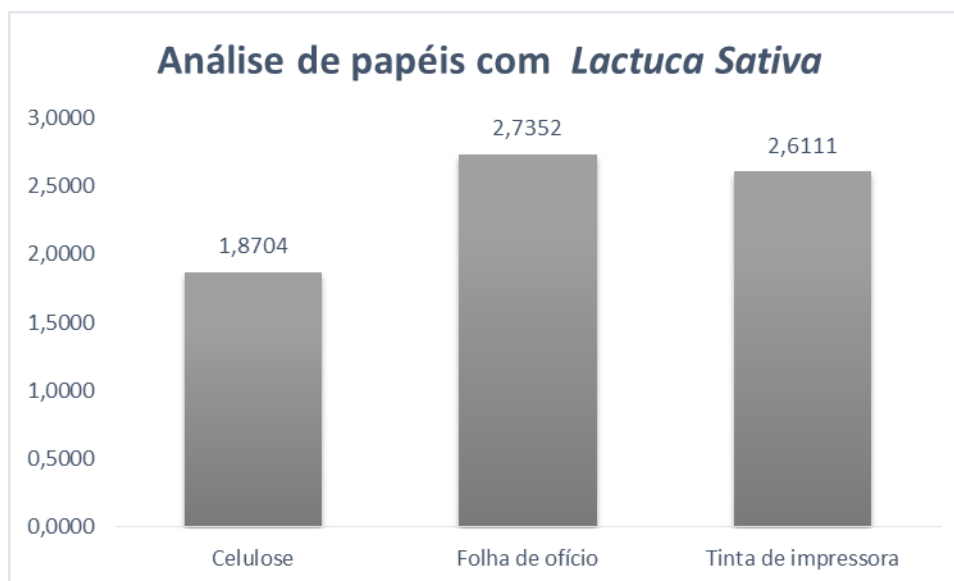


Figura 1- O gráfico da análise de papéis com *Lactuca Sativa* mostra a diferença significativa entre a exposição da semente à celulose e a folha de ofício e folha com tinta de impressora.

Em relação à germinação das sementes de *Lactuca Sativa*, os três grupos apresentaram taxas superiores à 90%, como pode ser observado na tabela 1. As taxas indicam que para este organismo, os papéis não tiveram substâncias inibitórias.

Tabela 1- Percentual de germinação

Papel	Germinação (%)
Celulose	98
Folha de Ofício	98
Tinta de impressora	98

Essa diferença entre os grupos analisados, pode ter alguma ligação com o alto percentual de toxicidade relatado em efluentes derivados do branqueamento da celulose. Entretanto, devido aos poucos estudos sobre essa linha de pesquisa, novos testes serão realizados para maior entendimento sobre essa toxicidade do papel no solo.

Essa diferença entre os materiais pode estar relacionada com a grande quantidade de relatos de toxicidade de efluentes derivados do branqueamento da celulose que é o grande responsável pela toxicidade do efluente total das indústrias de papel e celulose (10, 11, 12 e 13).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Futuros estudos serão realizados para uma melhor elucidação acerca da diferença de crescimento radicular causada em exposição à celulose, bem como definição acerca da metodologia mais adequada à este tipo de ensaio.

REFERÊNCIAS

Schneider A, Mühlen CV. Caracterização cromatográfica de compostos orgânicos presentes nos resíduos sólidos provenientes de indústria de reciclagem de papel e sua aplicação na produção de briquetes de carvão vegetal, Química Nova, 2011. Vol 34 nº 9.

Parreira RLT, Roberti C. O impacto ambiental do descarte de embalagens com tintas de impressão. Tecnologia Gráfica. 2013.

CMPC Celulose Rio Grandense. Celulose Disponível em:
<http://www.celuloseriograndense.com.br/produtos>. Acesso em 07/08/2015.

SCA Produção de Papel. Disponível em:
http://www.sca.com/Global/Publicationpapers/pdf/Brochures/Papermaking_PT.pdf. Acesso em 07/08/2015.

Osorio EG, Mattei L. Indústria de papel e celulose: Estudo de caso da implantação da VCP florestal no extremo sul do Rio Grande do Sul 2007. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Ciências Econômicas. Universidade Federal de Santa Catarina.

Amaral KJ. Uso de água em indústria de papel e celulose sob a ótica da gestão de recursos hídricos. 2008. Disponível em: [ttp://www.wp.coc.ufrj.br/teses/doutorado/rh/2008/Teses/AMARAL_KH_08_t_D_int.pdf](http://www.wp.coc.ufrj.br/teses/doutorado/rh/2008/Teses/AMARAL_KH_08_t_D_int.pdf). Acesso em: 06/08/2015.

Schmitz S, Silva PW, Ractz G, Barcellos BSC, Nunes MP, Lourega RV. Recuperação do pigmento e resina provenientes da recuperação de solventes das indústrias gráficas. XI Salão de Iniciação Científica da PUCRS, 2010.

OECD Guideline for the testing of Chemicals. 208: Seedling Emergence and Seedling Growth Test. Plants tests, 2003.

Borella J, Wandscheer ACD, Bonatti LC, Pastorini LH. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Persea americana* Mill, sobre *Lactuca Sativa* L. Revista Brasileira de Biociências 2009.

Maria MA, Lange LC, Amaral M. Avaliação da toxicidade de efluentes de branqueamento de pasta celulósica pré e pós-degradação biológica. Engenharia Sanitária e Ambiental 2014.

Furley TH. Identificação da causa da toxicidade de efluentes de fábricas de celulose e papel da América Latina. O Papel, 2009.

Furley TH, Lombardi JB, Gomes ASS. Principais fontes e impactos da ecotoxicidade de efluentes de celulose e papel. O Papel, 2015.

Piedade ALF, Furley TH. Ferramentas de controle ambiental utilizados por fábricas de celulose e papel. APLYSIA Tecnologia para o Meio Ambiente, 2004.

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE IN VITRO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO TRATADA POR DIFERENTES TECNOLOGIAS

Eloisa Bianchi¹ Marco Antônio Siqueira Rodrigues² Ana Luiza Ziulkoski³

Universidade Feevale

Palavras-chave: Água de abastecimento. Eletrodiálise. Citotoxicidade. Cultura de células

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o aumento de efluentes gerados a partir do crescimento desordenado dos centros urbanos, o crescente número de indústrias e a escassez de recursos hídricos provocada pelas mudanças climáticas têm impulsionado o desenvolvimento e a utilização de métodos que contemplam o uso de água salgada, de água de abastecimento e reuso de efluentes industriais tratados. Esses métodos contribuem para a diminuição do consumo dos recursos hídricos esgotáveis e de produtos químicos usados nos tratamentos convencionais, minimizando custos e visando melhorar a qualidade da água.

Entre as tecnologias avançadas aplicadas para o tratamento de águas de abastecimento ou residuais podem ser citadas a eletrodiálise, a ultrafiltração, a nanofiltração e a osmose reversa. Alguns trabalhos descritos (SCARAZZATO et al., 2015; BENVENUTI et al., 2014) têm demonstrado alta eficiência na recuperação de amostras de águas e efluentes, os quais são obtidos a partir do processo de separação do diluído (amostra mais limpa) e do concentrado (metais, ácidos orgânicos, inorgânicos e sais). Neste sentido, o presente trabalho objetivou investigar a citotoxicidade da água de abastecimento, tratada por diferentes tecnologias, proveniente de Estação de Tratamento de Água (ETA).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A escassez de água e as ações rotineiras de lançamento de efluentes não-tratados nos corpos hídricos tem motivado o desenvolvimento de tecnologias limpas que possam ser utilizadas em conjunto com os métodos convencionais de tratamento, buscando o reaproveitamento da água e melhorias na qualidade da água consumida.

As tecnologias por separação de poluentes em solução, denominadas tecnicamente de Processos de Separação por Membranas baseiam-se no emprego de um conjunto de membra-

¹Doutora em Qualidade Ambiental/Feevale, bolsista de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação/FINEP/Feevale, mestre em Medicina Veterinária, graduada em Medicina Veterinária/UFSM.

²Professor doutor do Programa de Pós-graduação em Materiais e em Qualidade Ambiental/Feevale, mestre em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais, graduado em Química e Química Industrial/UFRGS.

³Professor doutora do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental/Feevale, mestre em Ciências Biológicas, graduada em Farmácia/UFRGS.

nas artificiais capazes de separar íons em solução. Ela oferece vantagens que atraem a atenção de indústrias e companhias de abastecimento e saneamento, devido a sua rentabilidade em pequena escala, custos competitivos, e não necessita de adição de reagentes (BERNARDES et al., 2008).

A eletrodialise (ED) está baseada na migração seletiva dos íons em solução através de membranas de troca iônica pela aplicação de eletricidade entre dois eletrodos, a qual atua como força motriz (RODRIGUES et al., 2008; COMAN et al., 2013). Como resultado deste processo de separação por membranas é obtido uma solução que se torna mais diluída, que pode ser considerada como água e ser aproveitada, e uma solução concentrada que ainda não possui um destino certo. Em contrapartida, os processos convencionais de tratamento por filtração e cloração são os mais utilizados pela companhias de abastecimentos, no entanto, eles não são capazes de remover os compostos orgânicos persistentes e possuem alto custo, os quais reforçam a necessidade de novas tecnologias para melhorar a qualidade da água.

Amplamente aplicados na toxicologia *in vitro*, os ensaios de citotoxicidade em cultivos celulares consistem em verificar alterações celulares por distintos mecanismos que afetam a morfologia celular, aumentam ou diminuem a aderência da célula à matriz extracelular, e a viabilidade celular por meio de organelas celulares (ROGERO et al., 2003; FRESHNEY, 2005). Entre os ensaios mais aplicados destacam-se o ensaio incorporação do corante vital Vermelho Neutro (VN), que determina a viabilidade lisossomal; e o ensaio de redução do MTT (3-[4,5-dimetiltiazol-2-il]-2,5-diphenyltetrazolium brometo), que identifica o grau de atividade mitocondrial (ROGERO et al., 2003; FOTAKIS & TIMBRELL, 2006). Outro método comumente utilizado é o ensaio de adsorção da sulforrodamina B, o qual avalia a densidade celular baseado no conteúdo protéico (SKEHAN et al., 1990).

A ETA do município de Novo Hamburgo capta água diretamente no Rio dos Sinos, rio este considerado um dos 10 mais poluídos do Brasil (ANA, 2014). Portanto, estudos que avaliem a qualidade biológica da água bruta captada, bem como a água obtida após as etapas

de tratamento convencional e após a eletrodialise são de extrema importância, pois contribuem para determinar a eficiência biológica dos processos de tratamento convencionais e de novas tecnologias.

METODOLOGIA

O presente trabalho consistiu até o momento, de uma coleta de quatro diferentes tipos de água para abastecimento urbano (amostra bruta - não tratada; amostra filtrada e tratada - convencional; e amostra filtrada - convencional + eletrodialise). A coleta foi realizada no mês junho de 2015, na ETA localizada no município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul.

Inicialmente, 500 mL de água de cada tipo foram coletados em frascos estéreis e mantidos em caixa térmica com gelo e transportados até o Laboratório de Citotoxicidade/Feevale. Em seguida as águas foram filtradas em microfiltros com uma dimensão de poro 0,22 μm e armazenadas a 5 °C para posterior verificação da sua citotoxicidade. O preparo das amostras d'água foi realizado de acordo com Trintinaglia et al. (2015), o qual utiliza a água coletada como diluente do meio de cultura. A célula utilizada para os ensaios pertence à linhagem NIH-3T3, fibroblastos murinos, e foram mantidas em garrafas de poliestireno 25 cm² em meio DMEM, suplementado com 10% de SFB e 10.000U/mL de penicilina com 10 mg/mL de estreptomicina a 37 °C em atmosfera úmida com 5% de CO₂. Após foram semeadas na concentração de 1,5x10⁴ células/poço em microplaca de poliestireno de 96 poços, e ao atingirem a subconfluência, foram expostas por 24 horas (h) a um volume de 200 μL de cada uma das amostras. Foi considerado como controle negativo de dano celular o meio DMEM padrão e como controle positivo o peróxido de hidrogênio 1% por 2 h. Cada ensaio foi realizado individualmente e em quadruplicata, e os cultivos foram mantidos sob metodologia usual em atmosfera úmida com 5% de CO₂ e temperatura de 37 °C.

Para verificar a funcionalidade mitocondrial foi aplicado o método da redução do MTT, logo após o término do período de exposição, de acordo com Mossmann (1983). A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro de microplacas (TR-Reader, Thermoplate®), em 570 nm. Em conjunto, foram realizados os ensaios de incorporação do VN, de acordo com Borenfreund e Puerner (1985), e da sulforrodamina B, de acordo com Skehan et al. (1990). A leitura da absorbância foi realizada em um espectrofotômetro de microplacas em 540 e 564 nm, respectivamente. Os resultados foram expressos como porcentagem da média do controle negativo e analisados pelo programa estatístico SPSS 20, aplicando a análise da variância, seguida do teste de Duncan com significância de 5%. Durante o mesmo momento da coleta de

água para a realização dos ensaios, também foram coletados 10 litros de água e encaminhadas à Central Analítica/Universidade Feevale para a realização das análises físico-químicas.

RESULTADOS

A análise estatística entre os quatro tipos de água, o grupo controle negativo e positivo é apresentada na figura 1. Foi possível verificar que todas as amostras apresentaram um perfil de resposta semelhante entre si para os ensaios realizados, exceto a amostra de água bruta - não tratada que provocou um pequeno aumento de 15% no conteúdo protéico visualizado no ensaio de sulforrodamina B.

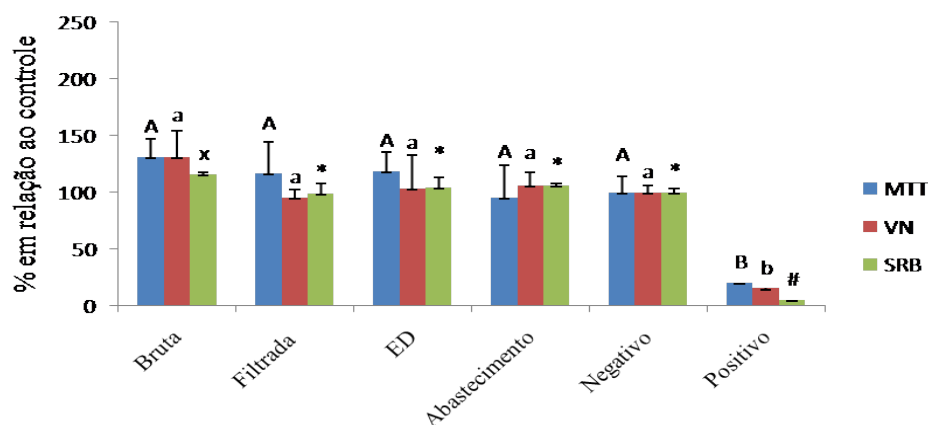


Figura 1: Determinação da citotoxicidade de quatro tipos de água em células NIH-3T3, por meio dos ensaios do MTT, viabilidade lisossomal (VN) e sulforrodamina B (SRB).

Também foi possível observar que água filtrada pela eletrodialise reduziu os níveis de nitrato, sulfato, condutividade, sólidos totais, alumínio, cálcio, ferro, magnésio, zinco, sódio e potássio quando comparada com os demais tipos de água.

DISCUSSÃO

A utilização dos ensaios de citotoxicidade fornece informações sobre o metabolismo celular, por meio da avaliação da funcionalidade e/ou viabilidade de organelas importantes para a homeostase (ROGERO et al., 2003). Estes ensaios têm sido utilizados com sucesso para detectar os efeitos citotóxicos em amostras ambientais de água de superfície e residuárias (SHI et al., 2009; ZEGURA et al., 2009; MAFFEI et al., 2009; PINTO et al., 2014). A linhagem NIH-3T3 é muito utilizada em estudos toxicológicos *in vitro* e está sendo recomendada como uma alternativa ao uso de animais em atividades de pesquisa no Brasil, a fim de avaliar a fototoxicidade, a citotoxicidade e a genotoxicidade (BRASIL, 2014).

Melo et al. (2006) avaliaram dois tipos de efluentes industriais, um deles tratado por ozonização e fotocatalise e outro não tratado, e constataram que o efluente tratado foi capaz de causar mais efeitos tóxicos em células V79. E concluíram que dependendo da tecnologia empregada pode se obter uma melhora ou uma redução da qualidade das amostras testadas, devido à formação de subprodutos, que às vezes são mais tóxicos do que a amostra não tratado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ensaios realizados nesse estudo podem ser utilizados para complementar as análises de qualidade da água pré e após tratamento. Embora a tecnologia da eletrodialise não aumentou o grau de dano biológico em células NIH-3T3, ela melhorou a qualidade físico-química das amostras.

REFERÊNCIAS

ANA: Agência Nacional de Águas. 2013. Acesso em outubro de 2013, disponível em: <http://www2.ana.gov.br/>.

BENVENUTI, T. et al. Recovery of nickel and water from nickel electroplating wastewater by electrodialysis. *Separation and Purification Technology (Print)*, v. 129, p. 106-112, 2014.

BERNARDES, AM. et al. Application of photoelectrochemical-electrodialysis treatment for the recovery and reuse of water from tannery effluents. *Journal of Cleaner Production*. v. 16, n.5, p. 605-611, 2008.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. *Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal: Resolução Normativa nº 18, de 24 de setembro de 2014*. Brasília: DOU de 25/09/2014, nº 185, Seção 1, p. 9.

COMAN, V.; ROBOTIN, B.; ILEA, P. Nickel recovery/removal from industrial wastes: A review. *Resources, Conservation and Recycling*. v. 73, p. 229-238, 2013.

BORENFREUND, E.; PUERNER, J. Toxicity determined *in vitro* by morphological alterations and neutral red absorption. *Toxicology Letters*, v. 24, p. 119-124, 1985.

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.

MAFFEI, F. et al. Drinking water quality: An in vitro approach for the assessment of cytotoxic and genotoxic load in water sampled along distribution system. *Environment International*. v. 35, p. 1053-1061, 2009.

MELO, PS. Et al. Comparative toxicity of effluents processed by different treatments in V79 fibroblasts and the Algae *Selenastrum capricornutum*. *Chemosphere*, v. 62, n.8, p. 1207-1213, 2006.

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.

PINTO, M. et al. Determining oxidative and non-oxidative genotoxic effects driven by estuarine sediment contaminants on a human hepatoma cell line. *Science Total Environmental*. v. 15, n. 478, p. 25-35, 2014.

ROGERO, SO. et al. Teste *in vitro* de citotoxicidade: estudo comparativo entre duas metodologias. *Materials Research*, v. 6, n. 3, p. 317-320, 2003.

SCARAZZATO, T. et al. Treatment of wastewaters from cyanide-free plating process by electro dialysis. *Journal of Cleaner Production*, v. 91, p. 241-250, 2015.

SHI, Y. et al. In vitro toxicity of surface water disinfected by different sequential treatments. *Water Research*. v. 43, p. 218-228, 2009.

SKEHAN, P. et al. New colorimetric cytotoxicity assay for anticancer-drug screening. *Journal of the National Cancer Institute*. v. 82, n. 13, p. 1107-1112, 1990.

TRINTINAGLIA, L. et al. Cytotoxicity assays as tools to assess water quality in the Sinos river basin. *Brazilian Journal of Biology*, 2015.

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.

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO E AMBIENTAL DE ARGAMASSAS ÁLCALI-ATIVADAS CONTENDO RESÍDUOS À BASE DE PU/EVA

Fabiano André Trein¹

Alexandre Silva de Vargas²

Marco Antônio Siqueira Rodrigues³

Palavras-chave: Resistência à compressão. Lixiviação. Solubilização. PU/EVA. Álcali-ativação.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas ambientais da atualidade é o elevado volume de resíduos sólidos gerados pela indústria para suprir a demanda por bens de consumo da população mundial. A cadeia produtiva de calçados não destoa desta realidade, gerando elevadas quantidades de material de descarte nas regiões onde o complexo produtivo está instalado. Exemplos destes materiais são os resíduos de etileno-acetato de vinila (EVA) e laminados sintéticos de poliuretano (PU), encaminhados a centros de armazenamento permanente devido à falta de métodos de reintrodução destes materiais ao processo fabril (RIBEIRO E MORELLI, 2009).

Neste sentido, o estudo tem por objetivo avaliar a viabilidade técnica do uso de resíduos co-processados de PU/EVA como agregados leves em matrizes à base de argamassas álcali-ativadas, visando o desenvolvimento de elementos não estruturais para a construção civil (resistência à compressão mínima de 2,5 MPa).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A logística reversa é considerada como um “instrumento de desenvolvimento econômico e social” caracterizada por um conjunto de ações e métodos destinados a possibilitar a coleta e a devolução dos resíduos sólidos à área empresarial, para reutilização, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos (LEITE, 2009).

¹ Doutor em Qualidade Ambiental Universidade Feevale. Mestre em Engenharia de Produção.

² Doutor e Mestre em Engenharia de Materiais – UFRGS.

³ Doutor em Química – UFRGS.

O etileno acetato de vinila (EVA) é um copolímero que possui a fórmula $(C_2H_4)_n - (C_4H_6O_2)_m$, onde os valores de n e m são definidos pela porcentagem de etileno e de acetato de vinila respectivamente, presentes na estrutura, variando-se assim os tipos de EVA (os valores de acetato de vinila variam entre 6,5% e 80%). O EVA é um sólido amorfo e insolúvel em água, largamente utilizado na indústria calçadista para produção de palmilhas e solados. Além de ser uma alternativa mais flexível, de menor custo e maior regularidade técnica tendo, entretanto, um grau de reciclabilidade mais complexa que seus similares naturais (JALALI et al, 2012).

De acordo com pesquisas realizadas, o uso do polímero como agregado leve melhorou consideravelmente o comportamento elástico do asfalto e contribuiu para a resistência à deformação permanente. Além de reduzir a sensibilidade térmica do asfalto e o envelhecimento, melhorou a adesão e coesão (XU; DAVENTER, 2002).

Segundo Vargas et al. (2004) pode-se citar ainda, os cimentos de baixo impacto ambiental, obtidos pela álcali-ativação de cinzas volantes, oriundas da queima de carvão mineral para a geração de energia elétrica. Também chamados de cimentos álcali-ativados ou de geopolímeros, estes materiais tem a diferença de não ser necessária a presença de clínquer (componente tradicional do cimento Portland), bastando para isso colocar a cinza volante em um espaço consideravelmente alcalino, obtido através da mistura de água com uma base alcalina.

Segundo Davidovits (1988) o geopolímero é um produto que possui potencial ecológico e que já existe no mercado mundial há algumas décadas. Levando e conta seu alto desempenho, tem encontrado aplicações estruturais e refratárias nos mais variados setores, desde as empresas de construção civil, cerâmica, petroquímica, nuclear, automobilística, naval, até nas artes plásticas.

METODOLOGIA

Para o preparo das argamassas álcali-ativadas foram utilizadas a cinza volante (CV), gerada em uma usina termelétrica localizada no estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil, e o Metacaulim, de uso comercial.

Os reagentes utilizados como ativadores alcalinos foram o NaOH (97% pureza) e o Na_2SiO_3 (P.A.). A relação molar Na_2O/SiO_2 para todas as argamassas foi de 0,325.

O agregado miúdo (areia) foi utilizado em 5 granulometrias distintas: 2,36; 1,18; 0,60; 0,30 e 0,15.

PREPARO DAS AMOSTRAS DOS RESÍDUOS

Os resíduos de laminados sintéticos de PU e de EVA foram coletados em uma indústria calçadista localizada na região do Vale do Rio dos Sinos, no estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil.

Após a coleta, os resíduos foram cominuídos separadamente em um moinho de facas, equipado com peneira de malha 6 mm com a finalidade de homogeneizar a sua granulometria.

Para o co-processamento destes resíduos, foram preparadas 3 diferentes proporções entre PU/EVA: 30/70, 50/50 e 70/30.

PREPARO DAS ARGAMASSAS

Foi preparada uma argamassa referência (branco) com traço em massa de 1:2 (cinza volante (CV) + metacaulim (MK): areia) e relação molar $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ de 0,325. Outras doze argamassas foram preparadas havendo a substituição de areia pelos resíduos de PU/EVA em teores de 10%, 20%, 30% e 40% ,em relação ao volume de areia.

Os corpos de prova ensaiados à compressão na idade de 7 dias foram utilizados para a realização dos ensaios de lixiviação (NBR 10005) e solubilização (NBR 10006). Após ensaios de Lixiviação e Solubilização, os extratos foram analisados por Cromatografia Líquida no intuito de analisar a presença de Tolueno ou Metil-etil-cetona (MEK), solventes estes presentes tanto na produção de laminados a base de poliuretanos como na diluição dos próprios componentes das resinas poliuretânicas originais.

RESULTADOS

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Nas figuras 1, 2 e 3 são apresentados o comportamento da resistência à compressão média, ao longo do tempo, para diferentes teores de substituição da areia pelos resíduos de PU/EVA para a amostra 1 (30/70), 2 (50/50) e (70/30).

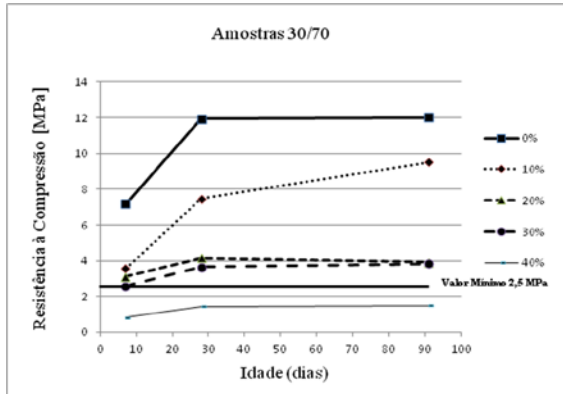


Figura 1 - Resistência à Compressão Média das Argamassas contendo resíduos de PU/EVA 30/70 nas idades de 7, 28 e 91 dias [MPa]

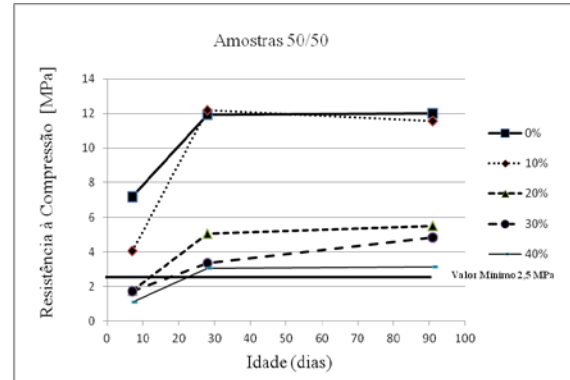


Figura 2 - Resistência à Compressão Média das Argamassas contendo resíduos de PU/EVA 50/50 nas idades de 7, 28 e 91 dias [MPa]

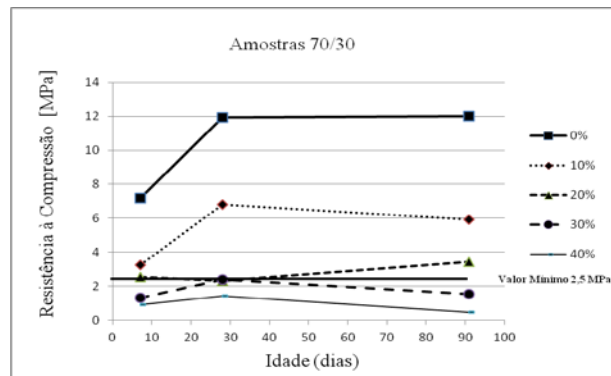


Figura 3 - Resistência à Compressão Média das Argamassas contendo resíduos de PU/EVA 70/30 nas idades de 7, 28 e 91 dias [MPa]

Após ensaios de Lixiviação e Solubilização, os extratos foram analisados por Cromatografia Gasosa no equipamento GC-FID 17^a, Shimadzu com amostrador headspace automatico Aoac 5000 no intuito de analisar a presença de Tolueno ou Metil-etil-cetona (MEK), solventes estes presentes tanto na produção de laminados a base de poliuretanos como na diluição dos próprios componentes das resinas poliuretânicas originais e os resultados expressos na Tabela 7.

DISCUSSÃO

Observando as figura 1, 2 e 3 observa-se que houve decréscimo da resistência à compressão na medida em que houve o aumento do teor de substituição da areia pelo resíduo de PU/EVA. Portanto, concentrações mais elevadas do resíduo contribuíram para diminuir a resistência final à compressão das amostras ativas.

Os resultados de Lixiviação e Solubilização indicam a inexistência dos referidos solventes em 100% das amostras analisadas após 7 dias de cura, condição essa mais crítica dentre os períodos de cura analisados, classificando as argamassas obtidas como Classe II – B, inertes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados de resistência à compressão mostraram a viabilidade técnica do uso parcial de resíduos de PU/EVA co-processados como agregados leves para a produção de elementos não estruturais para a construção civil.

Sob o aspecto ambiental não foram identificadas presença de tolueno e MEK em extratos lixiviados e solubilizados das argamassas contendo resíduos de PU/EVA. Ou seja, sob o aspecto ambiental não há perigo de utilizar esses resíduos como agregado leve em argamassas álcali-ativadas.

REFERÊNCIAS

AL SALEM, S.M.; LETTIERI, P.; BAEYENS, J.; **Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): a review.** Waste Management, v. 29. 2009, p. 2625 – 2643.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: resíduos sólidos classificação.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10005: Procedimento para obtenção do extrato lixiviado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006: 2004 Procedimento para obtenção do extrato lixiviado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, 2004b.

CARMO, J.B.M. **Análise comparativa do desempenho de concretos compostos com sílica ativa e metacaulim face à resistência mecânica e à viabilidade econômica.** Dissertação de Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais, UFPR – Curitiba. 2006.

DAVIDOVITS, J.. **Geopolymer Chemistry and Properties.** In: Geopolymer '88 – First European Conference on Soft Mineralogy. Compiègne, França. 1988. V. 1, p. 25-48.

DAVIDOVITS, J. **Geopolymers Inorganic Polymeric New Materials.** Journal of Thermal Analysis, v. 37, p. 1633–1656, 1991.

DAVIDOVITS, J. **Properties of geopolymer cements.** In: Proceedings of the First International Conference Alkaline Cements and Concretes. Ucrânia. 1994. p.131-149.

FERNADEZ-JIMÉNEZ, A., PALOMO, A., CRIADO, M. **Microstructure development of alkali-activated fly ash cement: a descriptive model.** Cement and Concrete Research 35. 1204 - 1209 Science Direct. 2005.

JALALI, S.; PACHECO-TORGAL, F.; DING, Y. **Properties and durability of concrete containing polymeric wastes (tyre rubber and polyethylene terephthalate bottles): an overview.** Construction and Building Materials v.30. 714 – 724. 2012.

LEITE, P.R. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**, São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2009.

RIBEIRO, D.V.; MORELLI, M.R. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidade?** Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

VARGAS, A. S.; MASUERO, A. B.; VILELLA, A. C. F.: **Estudo Microestrutural e Determinação do Calor de Hidratação em Pastas de Cimento Portland com Pó de Aciaria Elétrica.** Ambiente Construído, v. 4, n. 2, pp. 7-18, Abril/Junho, 2004.

XU, H., van DEVENTER, J.S.J. **Microstructural Characterization of Geopolymers Synthesised from Kaolinite/Stilbite Mixtures using XRD, MAS-NMR, SEM/EDX, TEM/EDX and HREM.** Cement and Concrete Research, v. 32, p. 1705-1716, 2002.

AVALIAÇÃO DO PROCESSAMENTO MECÂNICO PARA A OBTENÇÃO DE COMPÓSITOS DE RESÍDUOS DE PSEUDOCAULE DE BANANEIRAS E POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS

Michel Vinicius Flach¹

Luiz Carlos Robinson²

Luis Paulo Bernardi³

Vanusca Dalosto Jahno⁴

Ricardo Martins de Martins⁵

Palavras-chave: Processamento mecânico. Resíduo sólido. Pseudocaule de bananeira.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor mundial de bananas, gerando, durante o processo de colheita, o resíduo do pseudocaule da planta em grandes quantidades, sendo que o mesmo deve ser retirado do local para que não ocorra a proliferação de fungos e insetos que possam danificar as novas plantas. Esta retirada causa problemas financeiros e ambientais, haja vista que os produtores despendem tempo e equipamentos para a retirada do referido resíduo, e quando esta acontece, necessita-se de locais adequados para a disposição, que pode ocorrer de maneira inadequada. Existe também a possibilidade de não realização da remoção do resíduo, levando à diminuição da produtividade da plantação, além de aumentar a proliferação de pragas.

Assim, o objetivo deste estudo é avaliar o processamento mecânico de extrusão para a reciclagem do pseudocaule de bananeira em compósitos com polímero termoplástico, avaliando-se as propriedades morfológicas e mecânicas dos materiais obtidos. Desta forma, viabilizando a utilização desta tecnologia para a minimização dos problemas ambientais e produtivos ligados ao descarte de resíduos de pseudocaule nas propriedades rurais e a

¹ Mestre em Qualidade Ambiental / Feevale. Assistente Técnico de Projeto de Pesquisa e Pesquisador Voluntário/Universidade Feevale.

² Doutorando em Qualidade Ambiental / Feevale; Mestre em Qualidade Ambiental / Feevale; Professor dos cursos de Graduação e Pós-Graduação / Feevale.

³ Graduando em Engenharia Química / Feevale; Bolsista de Iniciação Científica / Feevale.

⁴ Doutora em Ciências da Saúde; Professor dos cursos de Graduação e Pós-Graduação / Feevale.

⁵ Doutor em Química; Professor dos cursos de Graduação e Pós-Graduação / Feevale.

capacidade de melhora de renda da população que realiza a colheita de bananas, já que há possibilidade de geração de um nicho de mercado com o resíduo de pseudocaule.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A produção de bananas no Brasil foi da ordem de 7,1 milhões de toneladas em 2014 em uma área de 487,9 mil hectares (IBGE, 2015). Durante o processo de colheita, realiza-se o corte da planta, sendo que parte desta é deixada para servir de nutriente para a nova planta, e o restante deve ser retirado do local, para que não ocorra a proliferação de fungos e insetos que são danosos às novas bananeiras (Zimmermann *et al.*, 2014; Chertman, 2007). Desta forma gera-se um grande volume de resíduo sólido agrícola.

Este resíduo é um material de fonte renovável, apresentando como características, a biodegradabilidade e atoxidade, gerando a possibilidade de utilização como material substituto a outras fibras vegetais e materiais inorgânicos (Becker *et al.*, 2014; Zimmermann *et al.* 2014). Devido a estas características, alguns estudos foram realizados para a utilização de fibras de bananeira retiradas do pseudocaule e tratadas quimicamente em compósitos com polímeros termoplásticos ou em aglomerados (Guimarães *et al.*, 2014; Becker *et al.*, 2014; Zimmermann *et al.*, 2014; Gomes *et al.*, 2013; Becker *et al.*, 2011; Bastianello *et al.*, 2009; Balzer *et al.*, 2007), porém, no presente estudo, avaliou-se o processamento mecânico para a obtenção de compósito, utilizando-se o pseudocaule inteiro e não somente as fibras tratadas.

METODOLOGIA

O estudo iniciou-se com o corte de um pseudocaule de bananeira, em uma planta contendo um cacho maduro, e posterior moagem em um moinho de facas, marca Mesel, com motor de 10 HP. Após a moagem, realizou-se uma prensagem manual para a remoção de excesso de água e levou-se a uma estufa por 24 horas à temperatura de 60°C, para secagem. Obtidos os materiais secos, realizou-se nova moagem em moinho de facas, marca Seibt, com peneira de 4 milímetros. Salientando-se que não foi realizado nenhum processo químico ou separação de parte do pseudocaule.

Obtido o resíduo seco e moído, foram preparadas 4 formulações, contendo 0% (branco), 15%, 30% e 45% em peso de resíduo, completando com o polímero termoplástico poli[(etileno)-co-(acetato de vinila)] (EVA). Observa-se que trabalhos realizados anteriormente utilizaram porcentagens menores de resíduo em estudos semelhantes. Becker *et al.*, (2011) e Becker *et al.* (2014) utilizaram em torno de 10% de fibras de bananeira em volume, Por sua vez, Balzer *et al.*, (2007) empregaram 5%, 10% e 20% em volume,

observando-se que o peso específico do resíduo é menor, se comparado ao do polímero, desta forma, em peso, estas porcentagens são inferiores.

O processamento mecânico das 4 formulações foi realizado em uma extrusora monorroscas de laboratório, marca Seibt, modelo ES 25, com rosca de passo e perfil simples, com velocidade de rotação da rosca de 22 rotações por minuto (RPM) e com temperatura de 90 °C no primeiro estágio de aquecimento do canhão de extrusão, localizado no alimentador da extrusora, e temperatura de 110°C nos demais estágios de aquecimento, localizados no meio e final da rosca e no cabeçote de saída do material processado. Observa-se que em estudos utilizando somente fibras de bananeira, as temperaturas de processamento são mais elevadas, porém como neste trata-se de resíduos do pseudocaule inteiro, há presença de componentes menos estáveis, como a hemicelulose, lignina, ceras e óleos de baixa massa molar que, quando não removidos por processos químicos, reduzem a temperatura de processamento e podem ocasionar a diminuição das propriedades mecânicas dos compósitos (Zimmermann *et al.*, 2014).

Obtidas os compósitos, submetem-se os materiais ao processo de injeção em uma injetora marca Bonmaq, modelo APTA 80, com temperaturas de injeção de 140°C nos 3 estágios de aquecimento do cilindro de injeção e 150°C no bico de injeção. Utilizou-se uma matriz de injeção para corpos de prova (CPs) em formato de gravata, com comprimento de 100 milímetro (mm), largura da parte útil de 5 mm, e espessura de 1 mm para cada corpo de prova (CP). Após injeção das blendas, 10 CPs de cada amostra para ensaios mecânicos de Resistência à Tração e Alongamento que foram realizados em uma máquina universal de ensaios de laboratório, marca Maqtest, com velocidade de 100 mm/min e distância entre garras de 50 mm, obtendo-se o resultado para a resistência à tração em N/mm e o alongamento em porcentagem (%).

RESULTADOS

Os compósitos foram submetidos a ensaios mecânicos, sendo que os resultados de resistência à tração e alongamento obtidos até o momento podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados de Resistência à Tração (N/mm) e Alongamento (%).

	Resistência à Tração (N/mm)	Desvio Padrão (N/mm)	Alongamento (%)	Desvio Padrão (%)
Branco	17,21	16,34 – 18,09	326,32	323,87 – 328,77
Amostra 15%	10,90	9,81 – 12,00	95,61	90,48 – 100,73
Amostra 30%	13,52	12,67 – 14,36	46,79	44,07 – 49,52
Amostra 45%	14,22	13,37 – 15,06	49,05	46,85 – 51,25

DISCUSSÃO

Os resultados dos ensaios mecânicos de resistência à tração podem ser observados na Tabela 1, verificando-se que ocorre uma considerável diminuição do parâmetro em questão quando são adicionados 15% de resíduo – de 10,90 N/mm para 17,21 N/mm. Todavia, acréscimos posteriores de resíduos levam ao aumento da resistência à tração, embora o valor para a amostra com maior conteúdo de resíduo tenha apresentado um valor ainda inferior àquele vinculado à amostra de referência (branco). A diminuição dos valores de resistência deve estar ligada à baixa adesão entre a matriz polimérica e o resíduo (Becker *et al.*, 2014), porém, o aumento do valor de resistência à tração para o material com 45% de resíduo de pseudocaule indica que com quantidades mais elevadas de resíduo também há maior quantidade de fibras, que promovem um aumento da resistência mecânica, assim como para Balzer *et al.* (2007), que obtiveram resultados mais satisfatórios com 10% de fibras em volume, com relação à formulação com 5% de fibras em volume.

No que concerne aos ensaios de alongamento dos materiais, observa-se que a adição de pseudocaule de bananeira reduz significativamente o alongamento das blendas com relação ao polímero virgem. Pode ser visto ainda que entre as blendas contendo resíduos, também há grande diferença da porcentagem de alongamento das amostras, já que a amostra contendo 15% em resíduo apresenta o valor de 95,61%, enquanto para as amostras de 30% e 45%, têm-se valores iguais a 46,79% e 49,05%, respectivamente, para o mesmo parâmetro. A diminuição do alongamento quando da adição de resíduos à matriz polimérica pode ser atribuída à falta de características de alongamento e mobilidade da fibra vegetal. Tal fato é corroborado pelos baixos valores encontrados para as amostras contendo resíduos vegetais (vide Tabela 1).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o presente momento, pôde-se verificar que o processamento mecânico para a obtenção de compósitos de resíduos de pseudocaule de bananeira e o poli[(etileno)-co-(acetato de vinila)] (EVA) é viável tecnicamente. Todavia, são necessários estudos mais aprofundados das interações e de processamento com outros polímeros e o pseudocaule, assim como abordar tratamentos superficiais nos resíduos no intuito de melhorar a compatibilidade com a matriz polimérica. Ademais, devem ser utilizadas outras técnicas de caracterização, tais como TGA, DSC, FTIE e MEV, com os insumos e os materiais processos com vistas a serem obtidos produtos com potencial para serem fabricados e comercializados.

REFERÊNCIAS

- BALZER, B. S.; et al. 2007. Estudo das Propriedades Mecânicas de um Composto de PVC Modificado com Fibras de Bananeira. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 17, n. 1, p. 1-4.
- BASTIANELLO, S. F; et al. 2009. Avaliação das Propriedades Físicas e Mecânicas de Papéis Reciclados Artesanais com Resíduos de Bananeira ou Palha de Arroz. **Revista Matéria**, v. 14, n. 4, p. 1172 –1178.
- BECKER, D.; et al. 2011. Influência da Sequência de Mistura do PP-MA nas Propriedades dos Compósitos de PP e Fibra de Bananeira. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 21, n 1, p. 7-12.
- BECKER, D.; et. al. 2014. Compósitos de PVC Rígido e Fibras de Bananeira: Efeito do Tratamento da Fibra. **Revista Matéria**, v.19, n.3, p. 257-265.
- CHERTMAN, M.; et al. 2007. **Secagem de Papel Produzido a Partir do Pseudocaule de Bananeira**. Dissertação, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 107p.
- GOMES, T. S.; et al. 2013. Substituição da Fibra de Vidro por Fibra de Bananeira em Compósitos de Polietileno de Alta Densidade. Parte 1. Avaliação Mecânica e Térmica. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 23, n. 2, p. 206-211.
- GUIMARÃES, B. M. R; et al. 2014. Chemical Treatment of Banana Tree Pseudostem Particles Aiming the Production of Particleboards. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 1, p. 43-49.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Março, 2015.

ZIMMERMANN, M. V. G.; et al. 2014. Influência do Tratamento Químico da Fibra de Bananeira em Compósitos de Poli(etileno-co-acetato de vinila) com e sem Agente de Expansão. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 24, n. 1, p. 58-64.

AVALIAÇÃO ELETROQUÍMICA DE MEMBRANAS CATIONICAS E ANIONICAS

Carla Denize Venzke¹, Universidade FEEVALE
Cheila Viegas², Universidade FEEVALE
Luciana Ely Bacher³, Universidade FEEVALE
Iona Lemmert⁴, Universidade FEEVALE
Júlia Striving⁵, Universidade FEEVALE
Shaiane Pozzebon⁶, Universidade FEEVALE
Marco Antônio Siqueira Rodrigues⁷, Universidade FEEVALE

Palavras-chave: Membranas catiônicas. Membranas aniônicas. Curvas corrente-potencial.

INTRODUÇÃO

A eletrodialise é um processo de separação por membranas no qual íons são transportados através de membranas íon-seletivas por influência de um campo elétrico. Os íons migram em direção aos eletrodos quando um campo elétrico é aplicado por meio de uma corrente contínua. Os ânions migram pela membrana aniônica em direção ao ânodo e os cátions migram para o cátodo pelas membranas catiônicas. Durante o processo de migração, os ânions são barrados pelas membranas catiônicas e os cátions pelas membranas aniônicas, formando-se duas soluções, uma concentrada e outra diluída em íons (BERNARDES et al., 2000; RODRIGUES et al., 2008; AGRAWA; SAHU, 2009; GOODMAN et al., 2013)

Neste processo é importante aplicar densidades de correntes a fim de conseguir um elevado fluxo de íons por meio da membrana. No entanto, os níveis de operação são limitados pela polarização por concentração, pois quando se aplica uma corrente elétrica superior à corrente que a superfície da membrana pode transmitir, ocorre uma diferença no número de transporte dos íons na membrana e na solução, ocasionando uma diminuição da concentração

¹ 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 na Universidade Feevale.

² Cheila Viegas, Mestranda em Tecnologia dos Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale. Engenheira Industrial Química pela mesma Universidade.

³ Luciana Ely Bacher, Possui graduação em Engenharia Química pela UFRGS. Mestrado em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale.

⁴ Iona Lemmert, Mestranda em Tecnologia dos Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale. Engenheira Industrial Química pela mesma Universidade.

⁵ Júlia Striving, Graduada em Engenharia Química na Universidade Feevale.

⁶ Shaiane Pozzebon, Graduada em Engenharia Química na Universidade Feevale.

⁷ Marco Antônio Siqueira Rodrigues, Pós-Doutor em Eletroquímica (Universidade Politécnica de Valência – Espanha), docente nos programas de pós-graduação em Qualidade Ambiental (mestrado e doutorado).

de íons na camada estagnada próxima a membrana, chegando a zero. Da mesma forma, do outro lado da membrana vai ocorrer um acúmulo de íons, já que estes chegarão a uma taxa maior do que conseguem difundir para o seio da solução. Quando essa situação é atingida o processo passa a ser limitado pela difusão dos íons até a membrana através da camada estagnada (MAHENDRA; SAI; BABU, 2014; KORZENOWSKI, 2008; BERNARDES et al., 2014).

É possível obter o valor da densidade de corrente limite através das curvas de polarização, também chamadas curvas potencial corrente (CVC). Na Figura 1, observa-se uma CVC típica, na qual são evidenciadas três regiões bem definidas.

Primeira região (I), linear, que pode ser analisada como um estado de quase equilíbrio na interface membrana/solução, em que a resistência do sistema pode ser atribuída ao transporte iônico no interior da membrana. Uma segunda região (II), na qual a densidade de corrente varia ligeiramente com o potencial, formando uma região de platô, correspondente à corrente limite, onde com o aumento da densidade de corrente a polarização por concentração se torna mais evidente, ou seja, a concentração na camada limite do diluído diminui e conseqüentemente a resistência aumenta. E por fim, a terceira região (III), na qual ultrapassou se o limite da corrente e ocorre o aumento da intensidade da corrente juntamente com o potencial aplicado, possivelmente pela condução da corrente pelas espécies H^+ e OH^- , da dissociação da água (IBANEZ et al., 2004; ARSLAN et al., 2009; KIM e LAWLE 2012).

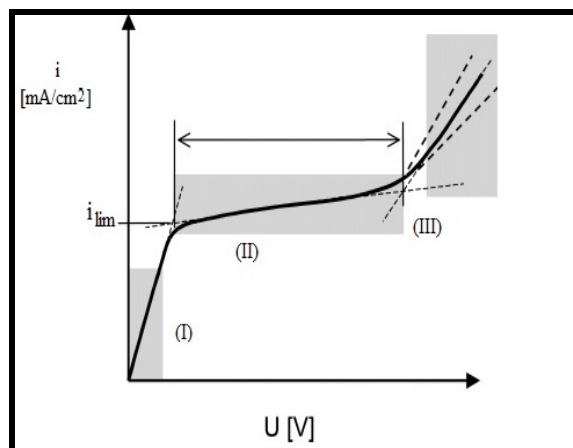


Figura 1. Curva potencial corrente (ARSLAN et al., 2009).

Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi a determinar as curvas de potencial-corrente de uma membrana catiônica e aniônica utilizadas em sistema de eletrodialise.

MATERIAIS E MÉTODOS

O efluente que foi utilizado na obtenção das curvas corrente-voltagem, provém da última lagoa de tratamento de uma indústria petroquímica, para a realização dos testes as membranas foram mantidas por 24h na solução de trabalho. Foi utilizado um equipamento de eletrodialise de bancada com cinco compartimentos, que foi disposto da seguinte forma: no compartimento central, chamado compartimento diluído adicionou-se 500 ml de água industrial e nos outros compartimentos, denominados cátodo e ânodo, foram utilizados 500 ml de uma solução de Na_2SO_4 (8gL^{-1}). Cada recipiente foi conectado a uma bomba que promoveu a recirculação das soluções, com o fluxo de $0,08\text{m}^3\text{h}^{-1}$ em cada compartimento. Nos extremos da célula, estavam o cátodo e o ânodo, ambos de titânio metálico revestidos com óxido de titânio e óxido de rutênio. A montagem desta célula se deu com a colocação alternada, em uma montagem tipo filtro prensa, das membranas catiônicas (HDX 100) e aniônicas (HDX 200), com área efetiva de membrana de 16cm^2 .

As correntes aplicadas variaram gradualmente de 10 em 10 mA, com intervalo de três minutos sem aplicação de corrente para relaxação do sistema. A cada variação de corrente foram coletados os valores de diferença de potencial entre os eletrodos e também das membranas aniônicas e catiônicas, com o auxílio de multímetros e um retificador de corrente contínua modelo RASATRONIC® de 80Vcc -20 A, utilizando-se como eletrodos de referência fios de platina, colocados nas extremidades de cada membrana, conforme representado esquematicamente na figura 2.

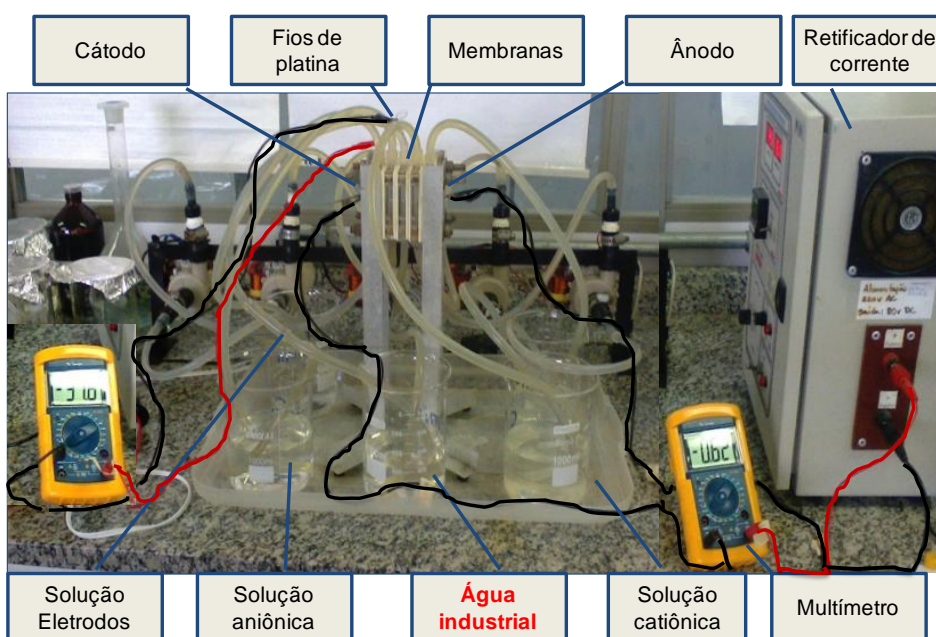


Figura 2. Eletrodialise de bancada

Os dados de potencial e corrente coletados foram plotados como uma curva corrente (mA) x potencial (V), visando identificar as 3 regiões e o ponto de inflexão correspondente à corrente limite.

RESUTADOS E DISCUSSÕES

Nota-se que as curvas obtidas para a membrana catiônica e aniônica apresentaram três regiões de uma curva típica de polarização (GURRERI et al., 2014). Dessa forma, a primeira região indica uma relação linear entre corrente e potencial que corresponde à região ôhmica. Na segunda região (platô), a corrente varia ligeiramente com a voltagem e corresponde a corrente limite. Após, na terceira região, também chamada de região sobrelimite, indica o aumento da corrente novamente com o aumento do potencial, e pode ser atribuída à condução de corrente pelas espécies H^+ e OH^- , formadas na dissociação da água.

Observa-se nos gráficos 1 e 2, que a segunda região (platô) inicia em 60mA que, aplicado em uma célula cuja a área da membrana é de 16cm^2 , corresponde à densidade de corrente de $3,8\text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$.

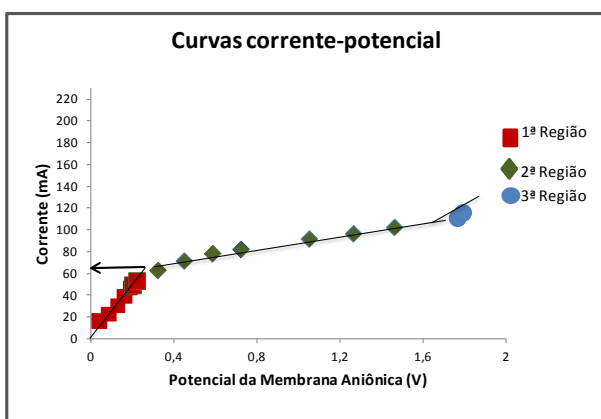


Gráfico 1. Curva corrente voltagem obtida para a membrana aniônica.

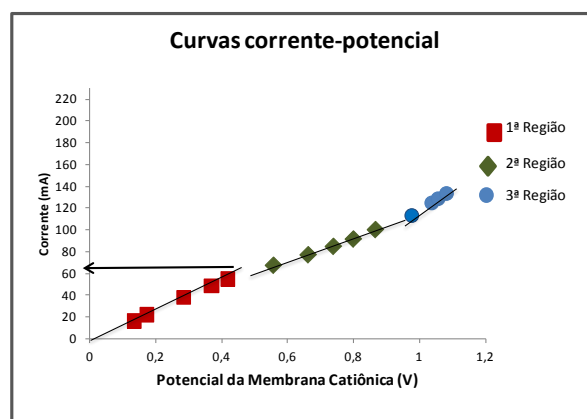


Gráfico 2. Curva corrente voltagem obtida para a membrana catiônica.

De acordo com Buzzi (2012), as curvas de polarização obtidas em seu estudo, também apresentaram uma densidade de corrente de $3,8\text{mA}\cdot\text{cm}^{-2}$. A área superficial das membranas foi de 16cm^2 e a corrente aplicada ao sistema foi de 60 mA.

CONCLUSÕES

Podemos concluir que os resultados encontrados foram satisfatórios, pois as curvas corrente-voltagem para as membranas catiônicas e aniônicas apresentaram as três regiões bem definidas.

REFERÊNCIAS

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**. v. 171, p.1-3, 61-75, 2009.

ARSLAN, Gulsin; TOR, Ali; CENGELÖGLU, Yunus; ERSOZ, Mustafa. Facilitated transport of Cr (III) through activated composite membrane containing di-(2-ethylhexyl) phosphoric acid (DEHPA) as carrier agent. **Journal of Hazardous Materials**, v. 165, p. 729-735, 2009.

BERNARDES, A.M., DALLA COSTA, R.F., FALLAVENA, V.L.V., RODRIGUES, M.A.S., TREVISAN M.D., FERREIRA, J. Z. Electrochemistry as a clean technology for the treatment of effluents: The application of electrodialysis. **Metal Finishing**. v. 98, p. 52-58, 2000.

BERNARDES, A.M.; RODRIGUES, M.A.S.; FERREIRA, J. Z. **Electrodialysis and Water Reuse**. Porto Alegre e Novo Hamburgo: Springer, 2014. 144 p.

BUZZI, D. C. **Aplicação da eletrodialise no tratamento da drenagem ácida de minas visando a recuperação de ácido sulfúrico**. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Engenharia Metalúrgica e de Materiais, São Paulo, 121 p. 2012.

GOODMAN, Nigel B. et al. A feasibility study of municipal wastewater desalination using electrodialysis reversal to provide recycled water for horticultural irrigation. **Desalination**, v. 317, p.77-83, 2013.

GURRERI, L. et al. CFD prediction of concentration polarization phenomena in spacer-filled channels for reverse electrodialysis. **Journal of Membrane science**, v. 468, p.133-148, 2014.

IBANEZ, R.; STAMATIHALIS, D.F; WESSLING, M. Role of membrane surface in concentration polarization at cation exchange membranes. **Journal of Membrane Science**, v. 239, p.119-128, 2004.

KIM, Y.; LAWLER D.F. Overlimiting current by interactive ionic transport between space charge region and electric double layer near ion-exchange membranes. **Desalination**, v. 285 p. 245–252, 2012.

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**, v. 152, p. 960-967, 2008.

MAHENDRA, Ch.; SAI, P.M. Satya; BABU, C. Anand. Current–voltage characteristics in a hybrid electrodialysis–ion exchange system for the recovery of cesium ions from ammonium molybdophosphate-polyacrylonitrile. **Desalination**, v. 353, p.8-14, 2014.

RODRIGUES, M.A.S., AMADO, F.D.R., XAVIER, J. L. N., STREIT, K. F., BERNARDES, A. M., FERREIRA, J. Z. Application of photoelectrochemical-electrodialysis treatment for the recovery and reuse of water from tannery effluents. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, p. 605-611, 2008.

AVALIAÇÃO in situ DA GENOTOXICIDADE DA ÁGUA DE BANHADOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS UTILIZANDO PEIXES COMO BIOINDICADORES

Bruna Ehlert¹

Luciano Basso da Silva²

Palavras-chave: Áreas úmidas. Micronúcleos. Efeitos genotóxicos. Qualidade ambiental.

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano, agrícola e industrial tem provocado perda e degradação das áreas úmidas em diversas regiões. A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, no Estado do Rio Grande do Sul, é considerada muito impactada devido às atividades econômicas de um dos maiores parques industriais do Brasil e a alta densidade populacional.

Produtos mutagênicos no meio aquático são freqüentes e o estudo dos seus efeitos nos organismos é parte importante para o diagnóstico ambiental. Organismos como peixes têm sido empregados como bioindicadores para monitorar a genotoxicidade em ecossistemas de água doce com diferentes níveis de poluição. Neste sentido, o teste de micronúcleos vem sendo usado em peixes devido à simplicidade da técnica e à capacidade de concentração de poluentes destes organismos.

O objetivo geral deste trabalho é monitorar a genotoxicidade da água em banhados dos trechos superior e inferior da Bacia do Rio dos Sinos utilizando peixes da espécie *Hyphessobrycon luetkenii* como bioindicadores.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos é considerada impactada devido às atividades econômicas e a alta densidade populacional que possui. A região superior da bacia, que naturalmente era coberta por florestas, agora é caracterizada por plantações de hortaliças, cana

¹ Graduada em Ciências Biológicas/Unisinos, mestranda do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental/Feevale, bolsista do Projeto VerdeSinos/Petrobrás.

^{2*} Doutor em Genética e Biologia Molecular, professor do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental/Feevale, *e-mail: lucianosilva@feevale.br

de açúcar e plantações de arroz, no trecho médio da bacia há áreas utilizadas para o cultivo de arroz e criação de gado e a seção inferior é representada por áreas densamente urbanizadas com atividades industriais (FEPAM, 2006).

Há um grande aumento de produtos químicos mutagênicos no meio aquático devido às atividades humanas, sendo que o estudo dos seus efeitos nos organismos é parte importante do diagnóstico ambiental (COSTA; MENK, 2000). Nesse sentido, uma grande variedade de organismos, tais como peixes (HAYASHI et al., 1998), tem sido largamente empregados como bioindicadores para monitorar ecossistemas de água doce com diferentes níveis de poluição.

Estudos com animais aquáticos expostos a poluentes ambientais têm demonstrado que a exposição crônica pode causar dano genético (BICKHAM et al., 2000). As alterações no DNA provocadas pela poluição estão relacionadas à redução da fertilidade e da longevidade, bem como das taxas de crescimento e sobrevivência dos organismos (LEE & STEINERT, 2003).

A frequência de micronúcleos vem sendo usada em peixes como indicação rápida e sensível de danos citogenéticos, tanto de quebras como de perdas cromossômicas (MATEUCA et al., 2006). Dentre as principais vantagens na utilização desta metodologia está a simplicidade, sensibilidade e rapidez de resposta, comparando-se a outros ensaios de avaliação citogenética (AL-SABTI & METCALFE, 1995; AYLLON & GARCIA-VAZQUEZ, 2000; RUSSO et al., 2004; LEMOS et al., 2007).

METODOLOGIA

As coletas foram realizadas nos meses de março e abril de 2015 em quatro banhados, sendo um localizado no trecho superior (Rolante) e três no trecho inferior (Campo Bom, São Leopoldo 1 e São Leopoldo 2) da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Os peixes da espécie *Hyphessobrycon luetkenii* foram capturados com redes de espera com malhas de 15 mm até 40 mm entre nós adjacentes e puçás.

Para a análise de micronúcleos, uma amostra de sangue foi obtida a partir da veia caudal. Após, foi realizado um esfregaço do material (sangue) em lâmina de citologia e realizada a coloração com Giemsa. A frequência de micronúcleos e de outras anormalidades nucleares (brotos, invaginações e células binucleadas) foi estimada a partir da contagem de 2.000 células em microscópio óptico com aumento de 1.000x.

RESULTADOS

Os resultados do teste de micronúcleo em eritrócitos da espécie de peixe *H.luetkenii* coletados nos quatro banhados em março de 2015, levando em consideração as frequências de anormalidades nucleares, células binucleadas e micronúcleos, não houve diferença significativa entre os banhados.

Em abril, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os quatro banhados estudados tanto para micronúcleos, células binucleadas e outras anormalidades nucleares. As frequências de micronúcleos e células binucleadas observadas em Campo Bom foram significativamente maiores quando comparadas com os demais locais, os quais não se diferenciaram entre si. Para outros tipos de anormalidades nucleares os pontos de Campo Bom e São Leopoldo 1 apresentaram diferenças significativas, sendo que Campo Bom apresentou frequência maior de anormalidades nucleares do que no São Leopoldo 1. Os demais locais não diferiram entre si.

A comparação das frequências de micronúcleos, de outras anormalidades nucleares e de células binucleadas entre as coletas de março e abril em cada um dos banhados estudados apresentou diferenças significativas para os três parâmetros em Campo Bom, para MN em Rolante e São Leopoldo 2 e para outras anormalidades nucleares em São Leopoldo 1.

DISCUSSÃO

Os banhados são locais estratégicos de conservação, devido à sua alta diversidade biológica, sendo constituídos por formações comuns na paisagem pampeana do Rio Grande do Sul (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL, 2004). Atualmente, podem ser considerados como ecossistemas ameaçados no Rio Grande do Sul, principalmente na região do Rio dos Sinos, onde as atividades antropogênicas causam profundas alterações em suas características físicas e químicas, afetando de maneira negativa os organismos aquáticos, através de contaminações crônicas ou agudas nestas populações, comprometendo o seu funcionamento natural (FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA, 2002). Neste sentido, estudos de monitoramento da qualidade da água dos banhados na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos podem contribuir para a avaliação do impacto das atividades antropogênicas nestes ambientes. Não existem estudos semelhantes na região para que os resultados do presente estudo possam ser comparados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados permitiram detectar variação espacial e temporal da genotoxicidade nos quatro banhados. Juntamente com as análises dos metais presentes na água, os dados poderão contribuir para o diagnóstico da qualidade destes ecossistemas e possíveis ações de manejo.

REFERÊNCIAS

- AL-SABTI, K. & METCALFE, C. D. 1995. Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water. *Mutat. Res.*, 343: 121-135.
- ANDRADE, V., MANDRADE, V. M., SILVA, J., SILVA, F. R., HEUSER, V. D., DIAS, J. F., YONEAMA, M. L. & FREITAS, T. R. 2004. Fish as bioindicators to assess the effects of pollution in two southern Brazilian rivers using the Comet assay and micronucleus test. *Environ. Mol. Mutagen*, 44: 459-68.
- APHA. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed., American Public Health Association, Washington DC.
- AYLLON, F. & GARCIA-VAZQUEZ, E. 2000. Induction of micronuclei and other nuclear abnormalities in European minnow *Phoxinus phoxinus* and mollie *Poecilia latipinna*: an assessment of the fish micronucleus test. *Mutat. Res.*, 467: 177-186.
- BICKHAM, J. W., SANDHU, S., HERBERT, P. D. N., CHIKHI, L. & ATHWAL, R. 2000. Effects of chemical contaminants on genetic diversity in natural populations: implications for biomonitoring and ecotoxicology. *Mutation Research*, 463:33-51.
- BLACKMORE, G. & WANG, W.X. 2003. Comparison of metal accumulation in muscle at different local and global scales. *Environ Toxicol Chem*, 22:388–395.
- COMITESINOS, 2009. Acesso online: <http://www.comitesinos.com.br/site> em 19 Março de 2014.
- DEPLEDGE, M. H. 1994. Genotypic toxicity: implications for individuals and populations. *Environ Health Perspect.*, 102:101-104.
- DONNELLY, K. C., ADAMS, S. M. 2000. Relationship between genotoxicity, mutagenicity, and fish community structure in a contaminated stream. *Journal of Aquatic Ecosystem. Stress Recovery*, 7:131–143.
- FEPAM, 2007. Acesso online: <http://www.fepam.rs.gov.br> em: 21 de março de 2014.
- FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL. 2002. *Mapeamento, Diagnóstico e Gerenciamento de Ambientes de Áreas Úmidas na Bacia do Guaíba, tendo em vista sua Preservação ou Conservação*. Pró-Guaíba – Subprograma Parques e Reservas –

Projeto II. Estudos para consolidação do Sistema de Parques e Reservas Naturais na Bacia do Guaíba. Porto Alegre. 189p.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. 2005. *Almanaque Brasil Socioambiental*. 1. ed. São Paulo: 479p.

LEE, R. F. & STEINERT, S. 2003. Use of the single cell gel electrophoresis/comet assay for detecting DNA damage in aquatic (marine and freshwater) animals. *Mutation Research*, 544:43-64.

LEMONS, C. T., RODEL, P. M., TERRA, N. T., OLIVEIRA, N. C. D. & ERDTMANN, B. 2007. River water genotoxicity evaluation using micronucleus assay in fish erythrocytes. *Ecotoxicol. Environ Saf.*, 66: 391-401.

LI, X., JIA, L., ZHAO, Y., WANG, Q. & CHENG, Y. 2009. Seasonal bioconcentration of heavy metals in *Onchidium struma* (Gastropoda: Pulmonata) from Chongming Island, the Yangtze Estuary, China. *J. Environ Sci*, 21:255–262.

MATEUCA, R., LOMBAERT, N., AKA, P. V., DECORDER, I. & KIRSCH-VOLDERS, M. 2006. Chromosomal changes: induction, detection methods and applicability in human biomonitoring. *Facets Environ. Nuclear Toxicol.*, 88: 1515-1531.

RUSSO, C., ROCCO, L., MORESCALCHI, M. A. & STINGO, V. 2004. Assessment of environmental stress by the micronucleus test and the Comet assay on the genome of teleost populations from two natural environments. *Ecotoxicol. Environ. Safety*, 57:168-174.

SILVA, J. & FONSECA, M. B. 2003. Estudos toxicológicos no ambiente e na saúde humana. *Genética Toxicológica*, 424 p.

TAPIA, J., VARGAS-CHACOFF, L., BERTRÁN, C., CARRASCO, G., TORRES, F., PINTO, R., URZÚA, S., VALDERRAMA, A. & LETELIER, L. 2010. Study of the content of cadmium, chromium and lead in bivalve molluscs of the Pacific Ocean (Maule Region, Chile). *Food Chem*, 121:666–671.

THEODORASKIS, C. W., SWARTZ, C. D., ROGERS, W. J., BICKHAM, J. W., DONNELLY, K. C., ADAMS, S. M. 2000. Relationship between genotoxicity, mutagenicity, and fish community structure in a contaminated stream. *Journal of Aquatic Ecosystem. Stress Recovery*, 7:131–143.

TUAN, R. & BORTOLATO, P. C. 2001. Genetic markers from *Biomphalaria tenagophila* (Gastropoda: Pulmonata: Planorbidae) obtained by the double stringency polymerase chain reaction technique. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 96: 435-436.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS: ANÁLISE DAS NORMAS VIGENTES

João Carlos Carpes Vieira¹

Günther Gehlen²

João Alcione Sganderla Figueiredo³

Palavras-chave: Meio ambiente. Legislação ambiental. Direito ambiental.

INTRODUÇÃO

A questão ambiental está em voga há algum tempo, sintetizada pela preocupação com a sustentabilidade do planeta e, sobretudo, com a poluição, com a escassez e poluição dos recursos hídricos, com a destinação correta dos resíduos, com o consumo de combustíveis fósseis e não renováveis, entre outros.

O presente trabalho visa uma análise acerca do tema meio ambiente, direito ambiental, bem como elencar a legislação ambiental que versa sobre a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conforme Martinez (2006, p. 11), a questão ambiental adquiriu uma grande importância nas últimas décadas. Além disso, o mesmo autor afirma que “as preocupações com o meio ambiente têm despertado atenções em diferentes partes do planeta [...] estabelecendo-se, assim, uma ordem ambiental internacional”.

De acordo com Hannigan (2009), os problemas ambientais devem ser analisados, legitimados e contestados, uma vez que são construídos socialmente, a partir de uma série de fatores contextuais que lhe dão o formato final. Sustenta o autor que a construção social dos problemas ambientais deve incorporar considerações acerca das relações de poder no âmbito deste processo.

¹ Doutorando em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale, bolsista PROSUP/CAPES.

² Doutor em Ciências Biológicas (Neurociências), Docente do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

³ Doutor em Estructura Social Cultura Trabajo y Organizaciones pela Universidad Complutense de Madrid, Docente e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

O Brasil possui legislação ambiental há muito tempo. Todavia, o Direito Ambiental representa o sistema estruturado pelo arcabouço jurídico, possibilitando a regulação das atividades desenvolvidas nas esferas pública e privada, e não simplesmente de forma esparsa como as normas em abstrato.

Para Fiorillo (2011, p. 71), o direito ambiental tem por objeto a tutela de toda e qualquer vida. Nesse diapasão, verifica-se a importância do direito ambiental à coletividade e ao objeto desse estudo.

O Direito Ambiental é interdisciplinar e de importância impar à coletividade, uma vez que regula as relações entre os particulares e o meio ambiente. Nesse sentido, Domingues (2007, p. 15) sustenta que o mesmo tem natureza interdisciplinar, uma vez que utiliza princípios gerais da ordem jurídica, como a supremacia do interesse público na proteção do Meio Ambiente, a fruição generosa dos espaços e recursos ambientais, em detrimento da utilização egocêntrica.

METODOLOGIA

Para a realização da análise proposta, o método empregado foi o qualitativo, uma vez que a pesquisa envolve a descrição das normas ambientais, federal estadual, com ênfase naquela que tange à Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Desse modo, o trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica. Foram consultadas obras que versam sobre o tema ambiental, bem como direito ambiental e legislação ambiental, entre outras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de discorrer acerca da legislação ambiental, mister citar o objeto deste estudo, isto é, a bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, de acordo com o site da FEPAM¹:

A bacia hidrográfica do rio dos Sinos está situada a nordeste do Estado, entre os paralelos 29° e 30° sul possui uma área de 3.820 km², correspondendo a 4,5% da bacia hidrográfica do Guaíba e 1,5% da área total do Estado do Rio Grande do Sul, com uma população aproximada de 975.000 habitantes, sendo que 90,6 % ocupam as áreas urbanas e 9,4 % estão nas áreas rurais. Seu curso d'água principal tem uma extensão aproximada de 190 Km, e uma precipitação pluviométrica anual de 1.350mm. Suas nascentes estão localizadas na Serra Geral, no município de Caraá, a cerca de 60 metros de altitude, correndo no sentido leste-oeste até a cidade de São Leopoldo onde muda para a direção norte-sul, desembocando no delta do rio Jacuí entre a ilha Grande dos Marinheiros e ilha das Garças, a uma altitude de 12 metros.

¹ Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/qualidade_sinos/sinos.asp. Acesso em 14 jul. 2015.

A cobertura vegetal da bacia está muito reduzida, os remanescentes localizam-se, predominantemente, nas nascentes do rio dos Sinos e seus formadores.

Relativamente à Constituição Federal, de acordo com Moraes (2006), existem quatro grandes grupos que possibilitam regras de proteção ao meio ambiente, sendo eles:

- a) Regra de garantia, artigo 5º, inciso LXXIII, da CF/88;
- b) Regras de competências, arts. 23 e 24 da CF/88;
- c) Regras gerais, estatuída nos arts. 170, VI; 173, §5º; 174, § 3º; 186, II; 200, VIII; 216, V; 231, §1º, da CF/88;
- d) Regras específicas, aquelas contidas no capítulo destinado ao meio ambiente.

Já em relação à legislação infraconstitucional federal acerca da proteção ao meio ambiente, pode-se destacar a Política Nacional do Meio Ambiente e o Sistema Nacional de Meio Ambiente, instituídos pela Lei nº 6.938/81; o Estatuto da Cidade, disposto na Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que regulamentou os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo diretrizes gerais da política urbana, inclusive, exigindo das cidades com mais de vinte mil habitantes o Plano Diretor.

No que se refere à legislação estadual, especialmente aquela pertinente ao meio ambiente e relacionada com o tema proposto - bacia hidrográfica-, faz-se necessário mencionar a Constituição Estadual, que dispõe:

Art. 171. Fica instituído o sistema estadual de recursos hídricos, integrado ao sistema nacional de gerenciamento desses recursos, adotando as bacias hidrográficas como unidades básicas de planejamento e gestão, observados os aspectos de uso e ocupação do solo, com vista a promover: (Vide Lei n.º 10.350/94)

I - a melhoria de qualidade dos recursos hídricos do Estado;

II - o regular abastecimento de água às populações urbanas e rurais, às indústrias e aos estabelecimentos agrícolas.

§ 1.º O sistema de que trata este artigo compreende critérios de outorga de uso, o respectivo acompanhamento, fiscalização e tarifação, de modo a proteger e controlar as águas superficiais e subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, assim como racionalizar e compatibilizar os usos, inclusive quanto à construção de reservatórios, barragens e usinas hidrelétricas.

§ 2.º No aproveitamento das águas superficiais e subterrâneas será considerado de absoluta prioridade o abastecimento das populações.

§ 3.º Os recursos arrecadados pela utilização da água deverão ser destinados a obras e à gestão dos recursos hídricos na própria bacia, garantindo sua conservação e a dos recursos ambientais, com prioridade para as ações preventivas.

Ademais, importante referir a Lei Estadual nº 11.520, de 03 de agosto de 2000, instituiu o Código Estadual do Meio Ambiente. Neste, por sua vez, elenca instrumentos de política ambiental, onde destacam-se:

Art. 15 - São instrumentos da Política Estadual do Meio Ambiente, dentre outros:
(...)

VI - os comitês de bacias hidrográficas, os planos de preservação de mananciais, a outorga de uso, derivação e tarifação de recursos hídricos;

Percebe-se, assim, que o Estado do Rio Grande de Sul procura realizar uma política voltada à proteção dos recursos hídricos. Para tanto, desenvolve planejamento ambiental e tem como referência as bacias hidrográficas, art. 18, da Lei Estadual nº 11.520/2000, *verbis*:

Art. 18 - O planejamento ambiental terá como unidades de referência as bacias hidrográficas e será executado pelo Sistema Estadual de Proteção Ambiental - SISEPRA, através dos seguintes instrumentos:

I - gerenciamento das bacias hidrográficas;

II - institucionalização dos comitês de bacias, cujas propostas deverão ser embasadas na participação e discussão com as comunidades atingidas e beneficiadas;

III - compatibilização dos planos regionais de desenvolvimento com as diretrizes ambientais da região, emanadas do Conselho Estadual do Meio Ambiente - CONSEMA;

IV - realização do diagnóstico ambiental e Zoneamento Ambiental do Estado.

Parágrafo único - Os Planos Diretores Municipais deverão atender aos dispositivos previstos neste Código.

Ademais, ainda no que concerne às normas ambientais pertinentes à Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, descreve-se às resoluções da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, sendo¹:

Resolução do Conselho de Recursos Hídricos Nº 30/2006 - Estabelece critérios para a operação dos sistemas de bombeamento de água para irrigação na Bacia do rio dos Sinos;

Resolução do Conselho de Recursos Hídricos Nº 45/2007 - Estabelece critérios para a operação dos sistemas de bombeamento de água para irrigação na Bacia do rio dos Sinos.

Resolução do Conselho de Recursos Hídricos Nº 77 /2010 - Normativa para o bombeamento de água do Rio dos Sinos.

Resolução CRH nº 87/2011 - Homologa o Processo Eleitoral do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos

Resolução CRH nº 108/2012 - Prorrogação do mandato da Diretoria do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos

Resolução CRH nº 114/12 - Homologa o processo eleitoral do Comitê Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos

Resolução CRH nº 149/14 - Aprova Enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos

¹ Disponível em: http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=217&cod_menu_filho=217. Acesso em 7 jul. 2015.

Após elencar as normas relacionadas ao meio ambiente, enfatiza-se que proteção do meio ambiente e, por conseguinte, à Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos está esculpida nas normas ambientais vigentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que tange ao tema meio ambiente, assunto que está em voga há alguns anos, mais especificamente a partir da Conferência de Estocolmo, que remonta ao ano de 1972, pode-se afirmar que inúmeras normas legais foram editadas, revistas científicas, livros, artigos, monografias, dissertações, teses, entre outras publicações a respeito do assunto, que continua sendo objeto de muitas discussões.

Pode-se concluir, então, que há normas legais que versam sobre a proteção da Bacia do Rio dos Sinos, contudo, imperioso que haja uma conscientização da comunidade acerca da relevância da manutenção dos mananciais, da escassez dos recursos hídricos e de políticas públicas, haja vista que o ordenamento jurídico deve primar pela proteção do meio ambiente, como sustentáculo à sadia qualidade de vida da coletividade, e não como instrumento para políticas de crescimento, de atração de investimentos, que venham a desrespeitar o direito das presentes e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

FIORILLO, Antonio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

HANNIGAN, John A. **Sociologia Ambiental** – a formação de uma perspectiva social. Tradução Clara Fonseca. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

MARTINEZ, Paulo Henrique. **História ambiental no Brasil: pesquisa e ensino**. São Paulo: Cortez, 2006.

SÁNCHEZ, Luís Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

BIOMARCADORES EM PEIXES NATIVOS DA ESPÉCIE *Bryconamericus iheringii* **COLETADOS NO RIO PARANHANA, RS,** **BRASIL**

Angélica Goldoni; Thaís Dalzochio¹
Mateus S. Souza²
Leonardo A. R. Simões; Ismael E. Petry³
Gabriela Z. P. Rodrigues; Natália B. Andrigueti⁴
Luciano B. Silva⁵
Günther Gehlen⁶

Palavras-chave: Biomarcadores. Rio dos Sinos. *Bryconamericus iheringii*.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento industrial e desenvolvimento urbano sem planejamento favorecem a introdução de misturas complexas nos ecossistemas aquáticos, podendo afetar a população humana e a biodiversidade aquática. Neste cenário, o uso de biomarcadores em organismos nativos constitui numa importante ferramenta para o diagnóstico ambiental de recursos hídricos. Tendo em vista a escassez de estudos realizados no Rio Paranhana, RS, este estudo objetivou a avaliação da qualidade da água através de análises físico-químicas e microbiológicas e diferentes biomarcadores, como o fator de condição, análise histopatológica de brânquias e teste de micronúcleos (MN) e anormalidades nucleares (AN) em eritrócitos, em peixes nativos coletados em dois pontos distintos do Rio Paranhana.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As atividades urbanas, industriais e agrícolas têm contribuído para o aumento no número de ambientes impactados devido à descarga de contaminantes nos recursos hídricos

¹ Mestre e Doutoranda em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale, bolsista FAPERGS.

² Acadêmico do Curso de Ciências Biológicas na Universidade Feevale, bolsista CNPq.

³ Acadêmico do Curso de Ciências Biológicas na Universidade Feevale, bolsista FAPERGS.

⁴ Acadêmico do Curso de Biomedicina na Universidade Feevale, bolsista FAPERGS.

⁵ Doutor em Genética e Biologia Molecular, Docente do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

⁶ Doutor em Ciências Biológicas (Neurociências), Docente do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

(PROCÓPIO et al., 2014). O Rio Paranhana constitui em um dos principais afluentes do Rio dos Sinos – 4º rio mais poluído do Brasil (HUPPFER et al., 2013). Este rio recebe uma transposição de água da Bacia do Rio Caí, e drena uma área de 575 km², representando 16% da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (Comitesinos, 2009). As atividades antrópicas que ocorrem na região são principalmente de cunho agrícola e industrial, com ênfase no setor calçadista; e descarga de efluentes domésticos sem tratamento.

O uso de diferentes biomarcadores em peixes é uma importante ferramenta no diagnóstico ambiental, tendo em vista a limitação do monitoramento químico tradicional, que não prediz a biodisponibilidade ou os efeitos de contaminantes sobre a biota aquática (SERIANI et al., 2015). Os biomarcadores podem fornecer um alerta precoce de alterações que ocorrem nos organismos antes que uma degradação ambiental mais severa ocorra (MOUNEYRAC & AMIARD-TRIQUET, 2013). Dentre eles, o fator de condição é considerado um biomarcador de triagem, útil para monitorar a poluição visto que os componentes tóxicos causam perdas das reservas energéticas (LINDE-ARIAS et al., 2008). As brânquias são sensíveis à qualidade da água, sendo alvo primário de poluentes (PANDEY et al., 2008; EVANS et al., 2005). Já o teste de micronúcleos (MN) e anormalidades nucleares (AN) é uma ferramenta útil para a determinação do potencial genotóxico de poluentes presentes na água (NWANI et al., 2010; MATSUMOTO et al., 2006).

METODOLOGIA

Foram selecionados dois pontos de amostragem no Rio Paranhana – cabeceira e foz. A cabeceira está localizada no município de Três Coroas (29°33'53.66"S;50°45'26.06"O), onde existe pouca influência antrópica no entorno, enquanto que a foz está localizada no município de Taquara (29°41'9.77"S; 50°48'35.14"O), onde há maior urbanização em comparação à cabeceira com uma atividade industrial mais significativa.

A coleta de amostras de água e peixes foi conduzida simultaneamente em julho de 2014. Em cada local de coleta, a água foi coletada para a análise de parâmetros físico-químicos, onde os dados obtidos foram analisados de acordo com o limite estabelecido pela resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) para águas superficiais classe 1 (Brasil, 2005).

Exemplares da espécie *Bryconamericus iheringii* foram coletados utilizando armadilhas para peixe. Os animais foram medidos e pesados para avaliação do fator de condição, segundo Nikolsky (1963); e sacrificados para a obtenção das amostras. Para o teste de MN, o sangue foi obtido a partir de um corte da veia caudal. As lâminas foram fixadas,

coradas com Giemsa 5% e analisadas em microscópio óptico (3000 eritrócitos por indivíduo). Para a avaliação histopatológica, o primeiro arco branquial do opérculo esquerdo foi removido, fixado em solução de Bouin *overnight* e armazenado em álcool 70%. Em seguida, as amostras foram incluídas em parafina, seccionadas, coradas com hematoxilina e eosina e analisadas em microscópio óptico. Foram analisadas 10 lamelas primárias por indivíduo, onde a frequência de lamelas normais e alteradas foi registrada. A amostragem dos peixes foi conduzida de acordo com a Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Feevale (n. 02.13022) e Ministério do Meio Ambiente (n. 40376-2).

A análise estatística dos dados foi realizada usando o teste de Mann-Whitney onde as diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0.05$.

RESULTADOS

A análise dos parâmetros físico-químicos da água revelou níveis acima do limite estabelecido pela legislação brasileira para fósforo total na cabeceira, coliformes termotolerantes e chumbo na foz e ferro em ambos os locais de amostragem.

As medidas biológicas dos peixes estão expressas na tabela 1. Não foram observadas diferenças significativas quanto ao fator de condição entre os peixes coletados na cabeceira e foz do Rio Paranhana ($p=0.12$).

Tabela 1: Parâmetros biológicos em *Bryconamericus iheringii* coletados em julho de 2014 em dois pontos do Rio Paranhana, RS.

	n	Peso (g)	Comprimento (cm)	Fator de condição
Rio Paranhana - cabeceira	12	11.33±1.72	9.25±0.5	1.43±0.19
Rio Paranhana - foz	12	5.08±1.08	7.32±0.41	1.28±0.17
P				0.12

Dados expressos como média±desvio padrão

Os resultados obtidos a partir da análise de MN e AN em eritrócitos de *B. iheringii* são mostrados na tabela 2, onde não foram encontradas diferenças significativas para MN, enquanto que houve um aumento significativo de AN nos animais coletados na cabeceira em comparação aos coletados na foz.

Tabela 2 - Frequência de micronúcleos (MN) e anormalidades nucleares (AN) em eritrócitos de *Bryconamericus iheringii* coletados em julho/2014 em dois locais do Rio Paranhana, RS

	MN/1000 células	AN/1000 células
Rio Paranhana – cabeceira	0.18±0.15	5.92±3.82
Rio Paranhana – foz	0.08±0.21	2.00±1.09
P	0.08	0.02

Dados expressos como média±desvio padrão.

A análise microscópica das brânquias mostrou as seguintes alterações histopatológicas: hipertrofia e hiperplasia de células epiteliais, descolamento epitelial e fusão. Foi observado um aumento significativo de lamelas alteradas nos animais coletados na cabeceira do rio em comparação aos da foz ($p=0.04$).

DISCUSSÃO

Diversos estudos têm sido realizados a fim de estimar os impactos antrópicos na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos através de diferentes análises (SCALON et al., 2013; NUNES et al., 2011; LEMOS et al., 2009). No entanto, apesar do crescente número de estudos na área, ainda há uma escassez de dados sobre a qualidade da água dos afluentes do Rio dos Sinos.

O aumento de alterações nas brânquias em peixes tem sido apontado como indicativo de ambientes impactados (BIAGINI et al., 2009). Neste estudo, as alterações morfológicas encontradas constituem em mecanismos de defesa resultantes da exposição do organismo aos contaminantes ambientais (SCHWAIGER et al., 2004).

Baixas frequências de MN nos eritrócitos foram observadas nos animais coletados em ambos os pontos de amostragem, no entanto, o aumento significativo de AN nos animais coletados na cabeceira do Rio Paranhana é relevante. Tais anormalidades podem estar relacionadas com falhas na divisão celular, processos de morte celular e genotoxicidade e/ou mutagenicidade (FENECH, 2000).

Apesar de não terem sido observadas diferenças entre os peixes coletados nos dois pontos pelo fator de condição, o aumento de lamelas alteradas e de AN indicam a presença de substâncias capazes de induzir tais alterações nos animais. Isto pode estar associado à ação de uma ampla variedade de substâncias presentes na água, possivelmente oriundas de cidades localizadas à montante deste ponto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos com esse estudo evidenciam que, apesar da cabeceira do Rio Paranhana estar localizada num local com menor influência antrópica em comparação com a foz, a mesma encontra-se impactada e não pode ser utilizada com local de referência em estudos futuros. Salienta-se também a importância da realização de estudos nesta região, a fim de auxiliar na definição de estratégias de conservação e políticas de controle de poluição.

REFERÊNCIAS

BIAGINI, F. R.; DAVID, J. A. O.; FONTANETTI, C. S. The use of histological, histochemical and ultramorphological techniques to detect gill alterations in *Oreochromis niloticus* reared in treated polluted areas. *Micron*, vol. 40, p. 839-44, 2009.

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. Acesso em 29 jun. 2013.

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n. 357/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 18 mar. 2005.

EVANS, D. H.; PIERMARINI, P. M.; CHOE, K. P. The multifunctional fish gills: dominant site of gas exchange, osmoregulation, acid-base regulation, and excretion of nitrogenous waste. *Physiological Reviews*, vol. 85, p. 97-177, 2005.

FENECH, M. The in vitro micronucleus technique. *Mutation Research*, vol. 4555, p. 81-95, 2000.

HUPFFER, H.; FIGUEIREDO, J. A. S.; TUNDISI, J. G. Pagamento por serviços ambientais: incentivos para a proteção dos recursos hídricos e restauração da mata ciliar. Porto Alegre: Entremeios, 220p. 2013.

LEMO, A. T.; ROSA, D. P.; ROCHA, J. A. V.; VARGAS, M. F. 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.; INÁCIO, A. F.; NOVO, L. A.; ALBURQUERQUE, C.; MOREIRA, J. C. Multibiomarker approach in fish to assess the impact of pollution in a large Brazilian river, Paraíba do Sul. *Environmental Pollution*, vol. 156, p. 974-9, 2008.

MATSUMOTO, S. T.; MANTOVANI, M. S.; MALAGUTTI, M. I. A.; DIAS, A. L.; FONSECA, I. C.; MARIN-MORALES, M. A. Genotoxicity and mutagenicity of water

contaminated with tannery effluents, as evaluated by the micronucleus test and comet assay using the fish *Oreochromis niloticus* and chromosome aberrations in onion root-tips. *Genetics and Molecular Biology*, vol. 29, p. 148-58, 2006.

MOUNEYRAC, C.; AMIARD-TRIQUET, C. Biomarkers of ecological relevance. In: Pp 210-9. FÉRAD, J.; CLAISE, C. (Eds). *Encyclopedia of Aquatic Toxicology*. Berlin, Springer, 2013.

NILKOSKY, G. V. *The ecology of fishes*. 1 ed. Academic Press. 1963.

NUNES, E. A.; LEMOS, C. T.; GAVRONSKI, L.; MOREIRA, T. N.; OLIVEIRA, N. C. D.; SILVA, J. Genotoxic assessment on river water using different biological systems. *Chemosphere*, vol. 84, p. 47-53, 2011.

NWANI, C. D.; LAKRA, W. S.; NAGPURE, N. S.; KUMAR, R.; KUSHWAHA, B.; SRIVASTAVA, S. K. Mutagenic and genotoxic effects of carbosulfan in freshwater fish *Channa punctatus* (Bloch) using micronucleus assay and alkaline single-cell gel electrophoresis. *Food and Chemical Toxicology*, vol. 48, p. 202-8, 2010.

PANDEY, S.; PARVEZ, S.; ANSARI, R. A.; ALI, M.; KAUR, M.; HAYAT, F.; AHMAD, F.; RAISUDDIN, S. Effects of exposure to multiple trace metals on biochemical, histological and ultrastructural features of gills of a freshwater fish, *Channa punctuate* Bloch. *Chemico-Biological Interactions*, vol. 174, n. 3, p. 183-92, 2008.

PROCÓPIO, M. S.; RIBEIRO, H. J.; PEREIRA, L. A.; LOPES, G. A. O.; CASTRO, A. C. S.; RIZZO, E.; SATO, Y.; RUSSO, R. C.; JUNIOR, J. D. C. Sex-response differences of immunological and histopathological biomarkers in gill of *Prochilodus argenteus* from a polluted river in southeast Brazil. *Fish & Shellfish Immunology*, vol. 39, p. 108-17, 2014.

SCALON, M. C. S.; RECHENMACHER, C.; SIEBEL, A. M.; KAYSER, M. L.; RODRIGUES, M. T.; MALUF, S. W.; RODRIGUES, M. A. S.; SILVA, L. B. Genotoxic potential and physicochemical parameters of Sinos River, Southern Brazil. *The Scientific World Journal*, p. 1-6, 2013.

SCHWAIGER, J.; FERLING, H.; MALLOW, U.; WINTERMAYR, H.; NEGELE, R. D. Toxic effects of the non-steroidal anti-inflammatory drug diclofenac. Part I: Histopathological alterations and bioaccumulation in rainbow trout. *Aquatic Toxicology*, vol. 68, p. 141-50, 2004.

SERIANI, R.; ABESSA, D. M. S.; MOREIRA, L. B.; CABRERA, J. P. G.; SANCHES, J. Q.; SILVA, C. L. S.; AMORIM, F. A.; RIVERO, D. H. R. F.; SILVA, F. L.; FITORRA, L. S.; OLIVERIA, R. C.; MACCHIONE, M.; RANZANI-PAIVA, M. J. T. In vitro mucus transportability, cytogenotoxicity, and hematological changes as non-destructive physiological biomarkers in fish chronically exposed to metals. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 112, p. 162-8, 2015.

BIOMONITORAMENTO DA GENOTOXICIDADE DA ÁGUA EM ÁREAS ÚMIDAS NA BACIA DO RIO DOS SINOS

Vanesca Souto Severo^{1,5}

Daniela Peixoto Nunes^{2,5}

Marcos Takeshi Miyabe^{3,5}

Annette Droste^{4,5}

Palavras-chave: micronúcleos. risco genotóxico. banhados. qualidade ambiental.

INTRODUÇÃO

As terras úmidas, também denominadas de banhados na região Sul do Brasil, são regiões de grande biodiversidade, constituindo importantes ecossistemas (FEPAM, 2015; CZM, 2001). Os banhados da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos situam-se principalmente no seu trecho inferior, em 5.234,54 hectares, representando 1,42% da sua área total (COMITESINOS, 2015). Embora o artigo 155º da Lei Estadual número 11.520 de 2.000 (BRASIL, 2015) considere “de preservação permanente, além das definidas em legislação, as áreas, a vegetação nativa e demais formas de vegetação situadas: VI- nos manguezais, marismas, nascentes e banhados”, somente 0,84% dos banhados do Rio dos Sinos constitui áreas protegidas (COMITESINOS, 2015).

Organismos biomonitores são aqueles que fornecem informações sobre os aspectos qualitativos do ambiente (MARKERT, 2007). Conforme Ma et al (1994), o biomonitoramento é uma eficiente ferramenta para obter informações acerca da qualidade da água, uma vez que se baseia em respostas biológicas a alterações ambientais, como impactos antrópicos. A utilização de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* é uma ferramenta eficiente para o estudo da genotoxicidade de ambientes aquáticos. Estudos de bioensaios de genotoxicidade de água sobre *Tradescantia pallida* var. *purpurea* (ENDRES Jr. et al., 2014; KIELING-RUBIO et al., 2014) indicaram o comprometimento da qualidade das águas da Bacia do Rio dos Sinos. No entanto, não há tais estudos envolvendo os banhados da Bacia do Rio dos Sinos.

¹Bolsista de Mestrado Petrobrás/Verdesinos.

²Bolsista CNPq/PIBITI.

³Bolsista CNPq/ PIBIC.

⁴Doutora em Genética Molecular, professora do Programa de Pós-graduação em Qualidade Ambiental.

⁵Laboratório de Biotecnologia Vegetal, Universidade Feevale.

O presente estudo teve como objetivo realizar o monitoramento da qualidade da água em áreas úmidas na Bacia do Rio dos Sinos ao longo do tempo e do espaço, por meio da avaliação do potencial genotóxico em *Tradescantia pallida* var. *purpurea*.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O conjunto das alterações abióticas causadas pela poluição dos banhados gera alterações físicas e químicas no ambiente no qual os organismos estão inseridos, tornando-se importantes de serem resolvidos, pois interferem no bem-estar da biota existente. Áreas ligadas a bacias hidrográficas que incluem grandes centros urbanos e em constante crescimento industrial, como a Bacia do Rio dos Sinos, estão mais sujeitas a impactos antrópicos, que comprometem a qualidade dos componentes físicos, químicos e biológicos de seus ecossistemas. Conforme Paz (2003), a modificação da composição de espécies vegetais dominantes e o comprometimento do desempenho das suas funções ecológicas são algumas das consequências ocasionadas pela degradação dos banhados.

Genotoxicidade é a capacidade que algumas substâncias têm de induzir alterações no material genético de organismos a elas expostos. Os agentes genotóxicos são aqueles que interagem com o DNA produzindo alterações em sua estrutura ou função (CETESB, 2015). Várias espécies biomonitoras são utilizadas para diagnosticar efeitos genotóxicos em organismos da biota aquática. A utilização de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* como parâmetro biológico é um método simples, de baixo custo e de curta duração. A resposta deste organismo biomonitor é identificada a partir da existência de micronúcleos, sendo esses pequenos núcleos, separados do núcleo central, formados como consequência de quebras cromossômicas e/ou distúrbios na divisão celular. A quantificação de micronúcleos é mais fácil que a contagem de aberrações cromossômicas e estudos comparativos indicam que ensaios são igualmente sensíveis para a identificação de genotoxinas (MA, 1982).

METODOLOGIA

Os estudos de campo dos pontos amostrais foram desenvolvidos em áreas ocorrentes nos municípios de Rolante, em uma propriedade particular (29°42'39.12"S; 50°41'6.66"W), em Campo Bom, no Balneário Chico Mendes (29°41'45.4"S; 51°03'08.2"W), em Novo Hamburgo na Pesca Esportiva Daudt (29°44'02.8"S; 51°05'05.0"W) e em São Leopoldo na Reserva Ecológica Rio Velho (29°46'02.1"S; 51°10'48.5"W).

Os exemplares de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* foram cultivados em vasos plásticos contendo 4 kg de solo comercial e mantidos em ambiente externo não poluído, no

campus da Universidade Feevale, sendo regadas três vezes por semana. Ramos com inflorescências jovens foram expostos a amostras de água de áreas úmidas coletadas no trecho médio (Rolante) e inferior (Campo Bom, Novo Hamburgo e São Leopoldo), nos meses de outubro de 2014 (primavera) e janeiro de 2015 (verão). Após adaptação de 24h em água destilada, os ramos foram expostos por 8h em 2L de água de cada ponto e recuperados por 24h em água destilada. Simultaneamente, foram realizados controles negativos com exposição dos ramos apenas em água destilada. As inflorescências foram fixadas em etanol/ácido acético (3:1 v/v) por 24h e armazenadas em álcool etílico 70% sob refrigeração. Para a frequência de micronúcleos (MCN/100) foram contabilizadas 300 tétrades por lâmina, em um total de 10 lâminas por ponto. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

RESULTADOS

Todos os pontos amostrais, tanto na coleta da primavera (outubro de 2014) quanto na do verão (janeiro de 2015), apresentaram genotoxicidade, o que foi evidenciado pelas frequências de micronúcleos (MCN) registradas em botões florais de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* (Tabela 1). Em relação à coleta de outubro de 2014, foi observado que as frequências de MCN diferiram significativamente entre os pontos amostrais e em relação ao controle negativo, com o ponto de São Leopoldo apresentando a maior quantidade de MCN. Em janeiro, as frequências de MCN de todas as coletas também apresentaram diferenças significativas em relação ao controle negativo. No entanto, nos pontos de Novo Hamburgo, Campo Bom e Rolante não foram registradas diferenças significativas entre as frequências de MCN, que foram significativamente inferiores à frequência observada para o ponto de São Leopoldo, que apresentou a média mais alta (Tabela 1).

Tabela 1. Frequência de micronúcleos (MCN) em *Tradescantia pallida* var. *purpurea* exposta à água dos banhados, nos municípios de São Leopoldo, Novo Hamburgo, Campo Bom, Rolante e do controle negativo durante as estações da primavera (outubro 2014) e do verão (janeiro 2015). Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Dunnett ($p=0,05$).

Pontos amostrais	Frequência de MCN (média ± desvio padrão)	
	Outubro /2014	Janeiro/2015
São Leopoldo	5,93 ± 0,41 a	8,53 ± 1,14 a
Novo Hamburgo	4,43 ± 1,12 b	5,93 ± 1,33 b
Campo Bom	3,00 ± 0,83 d	5,43 ± 2,54 b
Rolante	4,13 ± 0,72 c	6,00 ± 0,90 b
Controle negativo	0,96 ± 0,53 e	1,76 ± 0,93 c
	F = 58,418	F = 26,168
	P < 0,001	P < 0,001

DISCUSSÃO

As águas dos banhados da Bacia do Rio dos Sinos vêm causando danos genéticos significativos nas células meióticas de *Tradescantia pallida* var. *purpurea*, em todos os pontos monitorados. Um aumento significativo foi observado em frequências MCN, apontando para um maior potencial genotóxico no trecho inferior da bacia, principalmente no município de São Leopoldo. As frequências de micronúcleos do controle negativo variaram de 0,96 (outubro de 2014) a 1,76 (janeiro de 2015), corroborando com as frequências consideradas basais de 2 MCN, que podem ocorrer por mutações espontâneas mesmo quando as plantas são mantidas em ambiente não poluído (PEREIRA et al. 2013).

Os danos genéticos observados em *Tradescantia pallida* var. *purpurea* no presente estudo são semelhantes aos registrados anteriormente para corpos hídricos na Bacia do Rio dos Sinos. Em estudo realizado nesta bacia por Cassanego (2015) nos trechos médio (Taquara) e inferior (Campo Bom) foram observadas frequências de MCN de 2,53 a 4,67 em Taquara e 2,70 a 5,00 em Campo Bom, no período de julho de 2012 a janeiro de 2013. Costa et al (2014) obtiveram, entre os períodos de 2012 e 2013, a taxa de MCN variando entre 3,28 e 4,81, sendo a menor em outono de 2013 e a maior no inverno de 2012, ambos no Rio dos Sinos no município de Campo Bom, em ponto distante 1,6 km do local de coleta do banhado do presente estudo. Endres Júnior et al. (2014) observaram frequências MCN entre 1,30 e 6,48 em botões florais expostos a amostras de água do córrego Vila Kunz, localizado no município de Novo Hamburgo e uma frequência de MCN variando de 1,19 a 1,62 no controle negativo. Corroboram com dados semelhantes os obtidos em um estudo de genotoxicidade da água de um rio na região metropolitana de São Paulo onde frequências de 6,22 MCN foram encontradas em um ponto no rio a jusante a partir de uma indústria têxtil, correlacionando a poluição aos dados genéticos sofridos pela planta (UMBUZEIRO et al., 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Os resultados do presente estudo apoiam a hipótese de que há uma redução da qualidade e um aumento da genotoxicidade dos banhados da Bacia do Rio dos Sinos, evidenciado pelo aumento da concentração de poluentes e de frequências significativas MCN em *Tradescantia pallida* var. *purpurea*. As maiores frequências de MCN observadas neste estudo parecem ter sido causadas por um conjunto de fatores, que, integrados, podem provocar reações e interações com a biota aquática.

Estudos comparativos ao grau de genotoxicidade provocada pelos poluentes se fazem necessários, uma vez que os parâmetros utilizados são capazes de apontar as condições de cada ambiente avaliado, além da sua relação com a frequência de MCN de *Tradescantia pallida* var. *purpurea*. Medidas de preservação e saneamento são imperativas na melhoria e mitigação dos efeitos poluentes nestes importantes ecossistemas, fornecendo indicadores que possam integrar programas de gerenciamento ambiental dos banhados da Bacia do Rio dos Sinos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. 1997. **Lei Federal n. 9.433/1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Institucional/Legislacao/leis/lei9433.pdf>>. Acesso em: 12 abril 2015.

CASSANEGO, M. B. **Análise integrada do potencial genotóxico e de condições abióticas da água e do ar na bacia do Rio dos Sinos, RS, Brasil**. 2015. Tese (Doutorado em Qualidade Ambiental), Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, 2015.

COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS Sinos - **COMITESINOS**. Disponível: <<http://www.comitesinos.com.br>>. Acesso em: 05 fev 2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO- **CETESB**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 2010. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 02 jun. 2015.

COSTA, G. M. et al. Monitoramento químico e do potencial genotóxico para o diagnóstico da qualidade de corpos hídricos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 32, p. 65-74, 2014.

CZM, **The Massachusetts Office of Coastal Zone Management, Wetlands ecology and assessment**. Disponível em <<http://www.state.ma.us/czm/wastart.htm>> Acesso em 20 maio 2015.

ENDRES JÚNIOR, D. et al. Biomonitoring of water genotoxicity in a Conservation Unit in the Sinos River Basin, Southern Brazil, using the *Tradescantia micronucleus* bioassay. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 4 (suppl.), 2014, in press.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER/RS. FEPAM 2015. Portal de licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br>>. Acesso em: 30 abril. 2015.

KIELING-RUBIO, M. A. et al. Integrated environmental assessment of streams in the Sinos River basin in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 4, 2014. Suppl.

MA, T. H. *Tradescantia* cytogenetic tests (root-tip mitosis, pollen mitosis, pollen mother-cell meiosis). A report of the U. S. Environmental Protection Agency Gene-Tox Program. **Mutation Research**, v. 99, p. 293-302, 1982.

MA, T. H. et al. *Tradescantia* micronucleus bioassay. **Mutation Research**, v.310, p.221-230, 1994.

MARKERT, B. Definitions and principles for bioindication and biomonitoring of trace metals in the environment. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**. 2177-82p., 2007.

PAZ, A. R. (2003). **Análise dos principais fatores intervenientes no comportamento hidrodinâmico do banhado do Taim (RS)**. 2003.Dissertação (Mestrado em Pesquisas Hidráulicas), Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. 2003.

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.

UMBUZEIRO, G. A. et al. Mutagenic activity assessment of Cristais River, São Paulo, Brazil, using the blue rayon/Salmonella microsome and the *Tradescantia pallida* micronuclei assays. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, v. 2, p. 163-171, 2007.

CARACTERIZAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS PRESENTES EM UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES COM O USO DE PLANTAS AQUÁTICAS NO MUNICÍPIO DE NOVO HAMBURGO, RS

Iara Inês Braescher Beck¹

Cláudia Regina Klauck²

Gunther Gehlen³

Marco Antônio Siqueira Rodrigues⁴

Palavras-chave: Micro-organismos. Esgoto sanitário. Macrófitas.

INTRODUÇÃO

Tendo em vista que a água é um bem essencial e recurso potencialmente renovável é notória a necessidade de se preservar a qualidade das águas, principalmente com o tratamento de efluentes antes de águas residuais serem devolvidas aos corpos d'água. Atualmente, uma das principais causas de poluição aos recursos hídricos, diz respeito ao lançamento de esgotos domésticos sem tratamento. As estações de tratamento de esgoto operam principalmente por sistemas biológicos, através da decomposição da matéria orgânica por diferentes microorganismos. Segundo Delgado (2009) os esgotos domésticos podem ser considerados um ecossistema cheio de vida que abriga diversos micro-organismos, dos quais pode-se citar bactérias, fungos, protozoários e algas.

Atualmente o município de Novo Hamburgo trabalha uma alternativa inovadora para o tratamento de efluentes, com uso de macrófitas em sistema artificiais de flutuação, os *Wetlands* construídos, que constituem de “áreas alagadas” construídas. Essas plantas promovem a remoção de poluentes e contaminantes através de processos físicos, físico-químicos e biológicos.

¹ Especialista em gerenciamento ambiental pela Ulbra. Bolsista Feevale/Comusa do curso de Mestrado Profissional em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais pela Universidade Feevale.

² Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale. Bolsista CAPES do curso de Doutorado em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale.

³ Doutor em Neurociências pela UFRGS. Professor e Pesquisador do Programa de PPGQA pela Universidade Feevale

⁴ Doutor em Engenharia de Minas Metalurgia e Materiais pela UFRGS. Professor e Pesquisador do Programa de PPGQA pela Universidade Feevale

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo a avaliação os micro-organismos presentes no sistema de tratamento de efluentes com o uso de plantas aquáticas na Estação de Tratamento de Esgoto sanitário do Condomínio Mundo Novo, no município de Novo Hamburgo, RS.

FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

De acordo com Von Sperling (2011), os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água, a fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como micro-organismos, portanto, é devido a esse 0,1% que há de se tratar os esgotos. As características do esgoto doméstico estão organizadas em parâmetros físicos, químicos e biológicos (micro-organismos) que traduzem indiretamente o seu potencial poluidor.

As bactérias são os micro-organismos mais abundantes e são as principais responsáveis pela degradação da matéria orgânica composta, principalmente por carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio e outros como fonte de alimentos, decompondo-se em CO₂, H₂O, dentre outros (CLASS, 2007). Juntamente com as bactérias os fungos são muito importantes na decomposição de matéria orgânica, formando compostos mais simples. Os protozoários assim como os rotíferos, ajudam a manter a água limpa, alimentam-se de bactérias vivas e mortas, além de digerir carga orgânica, contida no interior dos flóculos biológicos. E com relação às algas, pode-se dizer que desempenham papel importante na oxidação aeróbica e redução fotossintética das lagoas de estabilização.

Os sistemas de tratamento por banhados construídos são mundialmente conhecidos e vem intensificando cada vez mais. É um sistema de tratamento de efluentes líquidos domésticos e industriais, com baixo custo de implantação, manutenção, gastos reduzidos de energia, e, além disso, alta eficiência de melhoria dos parâmetros que caracterizam os recursos hídricos (SALATI, 2001; ANTUNES 2009). No sistema de tratamento aplicado em Novo Hamburgo emprega-se um sistema artificial de flutuação para as plantas. As macrófitas absorvem macro e micronutrientes pelas raízes durante o estágio de crescimento, os quais são, entretanto, reincorporados ao sistema de sua biomassa. No meio suporte se desenvolve um biofilme entremeado pelas raízes das plantas, o qual proporciona a degradação de parte da matéria orgânica em solução, além da remoção de sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos por processo físico. Esses filmes biológicos são compostos por colônias de bactérias, protozoários, micrometazoários e outros que degradam a matéria orgânica transformando-a

em sais inorgânicos e, com isso, disponibilizando nutrientes disponíveis para as macrófitas (MARQUES, 1999).

METODOLOGIA

O estudo foi realizado na Estação de Tratamento de Esgoto Sanitário do Condomínio Mundo Novo, localizada a Rua Walkiria Spindler nº 190, no Bairro Canudos no Município de Novo Hamburgo, RS onde está sendo estudado um modelo piloto de ETE por macrófitas. Para o desenvolvimento do reator com *Typha dominguensis* o equipamento de aeração mecânica foi retirado, quando se iniciou a montagem do reator com as *Typha dominguensis* em regime de flutuação. As balsas, utilizadas para a flutuação das *Typha dominguensis* são construídas de material plástico de baixa densidade, bem como todos seus elementos utilizados para esta condição, permitindo a flutuação das espécies, para que as raízes fiquem em contato com o efluente em tratamento.

A amostras foram coletadas, em três pontos amostrais, na superfície, meio e fundo do tanque das macrófitas.

A metodologia de análise, empregada segue o protocolo descrito por HEIKE HOFFMANN, 2004, Foram preparadas as laminas e analisadas qualitativamente em microscópio óptico (A=400x) quanto à presença de microorganismos, tais como protozoários, fungos, micro invertebrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises em 3 profundidades no tanque de tratamento de efluentes por macrófitas são apresentados na tabela 1.

Tabela 1- Indicação dos micro-organismos observados em dois períodos de coleta, onde * indica presença.

		Superfície	Meio	Fundo
Algas	<i>Diatomacea</i> sp.	*	*	*
	<i>Endorina</i> sp.	*	*	*
	<i>Pandorina</i> sp.	*	*	*
	<i>Spyrogira</i> sp.	*	*	*
	<i>Closterium</i> sp.	*	*	*
	<i>Euglypha alveolata</i>	*		

	<i>Euglenophyta</i> (euglenas e peranemas)		*	*
	<i>Pelurastrrophycea</i> sp.	*	*	
	<i>Klebsormidium</i> sp.	*	*	
Nematoda	sp 1.	*		*
Protozoários	<i>Podophyra</i> sp.	*		
	<i>Arcella difflugia</i>	*		*
	<i>Arcella</i> sp.	*		*
	<i>Paramecium</i> sp.	*		
	<i>Anellida</i> sp.			*
Fungos	<i>Alternaria</i> sp.	*	*	*
Ovos	Ovo de Helmintho não identificados		*	*
	Ovos de <i>Ancylostoma</i> sp.	*		
	Ovo de <i>Entamoeba coli</i>	*		
	Ovos de <i>Taenia</i>			*
	Ovo de <i>Schistosoma mansoni</i>			*
	Ovo de <i>Clonorchis sinensis</i>			*
	Ovo de <i>Hymenoleps</i> sp.		*	*
	Ovo de <i>Trichuris</i> sp.	*		*
	Ovo de <i>Ascaris</i> sp.	*		

Observou-se que a maior diversidade de organismos foi determinada nas extremidades do tanque. Na superfície há uma maior incidência de luz, bem como oxigênio, em virtude da decantação de material em suspensão no tanque e liberação de gases pelas raízes das macrófitas. Este local torna-se adequado para o desenvolvimento de microorganismos fotossintetizantes além de protozoários de vida livre e também servem de substrato para a deposição de ovos de diversos animais e abrigo para o zooplâncton. Dentre os organismos observado apenas na superfície, cita-se o *Paramecium* sp., ciliados de vida livre que se alimenta principalmente de bactérias, pequenas algas e outros protozoários menores e sobrevive em água mais limpas.

Alguns microorganismos observados no meio do tanque foram vistos também na superfície e/ou no fundo, esta região é um local de transição entre ambientes, com características mistas.

Observaram-se anelídeos apenas no fundo por conta de pouco oxigênio livre e a degradação de matéria orgânica, estes animais possuem uma detritívora, consumindo matéria orgânica e pequenos microorganismos. Assim como alguns ovos que encontram no fundo o substrato para desenvolverem seus ciclos como o *Schistosoma mansoni* que é um platelminto comum em áreas com saneamento precário, os ovos de *Schistosoma mansoni* atravessam as paredes das veias e do intestino humano e são eliminados juntamente com as fezes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização de microorganismos presentes nos sistemas de tratamento de efluentes é de fundamental importância para uma melhor compreensão dos processos de degradação e monitoramento da eficiência destes. A tecnologia de macrófitas flutuantes, é relativamente recente no Brasil e, até o momento, existem poucos estudos a respeito. No presente trabalho, identificaram-se organismos com características típicas de lagoas de facultativas, visto que o processo de tratamento por macrófitas apresenta características mistas. Maiores estudos serão realizado visando, além da caracterização de microorganismos, a identificação de bactérias envolvidas no processo bem como a correlação com os sistemas biológicos convencionais.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Renata Pinassi. **ANALISE DO POTENCIAL DE USO DAS MACROFITAS AQUATICAS DO SISTEMA DE AREAS ALAGADAS CONSTRUIDAS DE ETE DA COMUNIDADE DE SERVIÇOS EMAUS (UBATUBA) SP COMO ADUBO ORGANICO.** 2009. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

CLAAS, Isabel Cristina. **LODOS ATIVADOS: PRINCIPIOS BASICOS DETRATAMENTO DE ESGOTO.** Porto Alegre: Evangraf, 2007. 131 p.

DELGADO, Tatiana Cardoso. **AVALIAÇÃO DE BACTÉRIAS NITRIFICANTES EM FILTROS BIOLÓGICOS SUMERSOS AERADOS.** 2009. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

HEIKE HOFFMANN, 11., 2004, Florianópolis. **CARACTERIZAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DE ETE DE TIPO LODO ATIVADO VIA IMAGEM MICROSCOPIA - ESTUDO NA REGIÃO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS.** Florianópolis: Abes, 2004. 8 p.

MARQUES, David da Motta. **TERRAS UMIDAS CONSTRUIDAS DE FLUXO SUPERFICIAL**. In: **TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO POR PROCESSO ANAEROBIO E DISPOSIÇÃO CONTROLADA NO SOLO**. Rio de Janeiro: Abes RJ, 1999. Cap. 15. p. 409-435.

SALATI, Enéas. **CONTROLE DE QUALIDADE DE AGUA ATRAVES DE SISTEMAS DE WETLANDS CONSTRUIDOS**. Rio de Janeiro: Fbds, 2001. 19 p.

VON SPERLING, Marcos. **PRINCIPIOS DO TRATAMENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUARIAS: PRINCIPIOS BÁSICOS DE TRATAMENTO DE ESGOTO**. 8. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2011. 211 p

COPROCESSAMENTO: O PANORAMA DE UMA ALTERNATIVA AMBIENTALMENTE ADEQUADA PARA A DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

Sabrina Spindler da Cruz¹

KarinLuise dos Santos²

VanuscaDalosto Jahno³

Haide Maria Hupffer⁴

Palavras-chave: Coprocessamento. Resíduos Sólidos Industriais. Panorama.

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos representa atualmente um dos grandes desafios de gerenciamento para a sociedade. Com o aumento populacional e o avanço do desenvolvimento industrial, muitos setores estão direcionando seus esforços na busca de alternativas no que diz respeito aos resíduos sólidos, principalmente no intuito de diminuir o envio destes para aterros.

Como uma forma estratégica das empresas em ganhar destaque no mercado, surge cada vez mais à busca por parcerias entre o setor industrial e acadêmico científico, na intenção de desenvolver melhorias técnicas no gerenciamento e redução dos resíduos sólidos industriais que diminuam os impactos causados pelos mesmos. É neste contexto que, Potrich (2007), ressalta que as indústrias como transformadoras de matérias-primas em produtos manufaturados possuem grande responsabilidade na proteção, manuseio e utilização de recursos naturais. Justificando-se assim a procura crescente de desenvolvimento de processos e produtos que tragam na sua concepção a otimização do uso de matérias-primas, a utilização de tecnologias limpas, bem como a minimização da geração de resíduos.

¹ Mestranda em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, Bacharel em Biologia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

² Mestranda em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, Engenheira Industrial Química pela Universidade Feevale.

³ Doutora em Ciências da Saúde. Docente do Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

⁴ Doutora em Direito. Docente do Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

Atualmente, uma alternativa tecnológica, competitiva em comparação com a disposição de resíduos em aterros e incineração é o coprocessamento de resíduos em fornos de indústrias cimenteiras. O coprocessamento é usado para destruir, um grande volume de resíduos industriais de maneira responsável e definitiva, sem a criação de passivos ambientais e ainda pode ser utilizada como fonte de energia. Esta técnica já é bem difundida nos Estados Unidos e Europa e que vem sendo cada vez mais explorada no Brasil.

Com base nesta premissa de alternativas ambientalmente adequadas para destinação final dos resíduos sólidos industriais que o presente estudo propõe analisar o panorama do coprocessamento no Brasil, através de uma abordagem descritiva e exploratória, visando os benefícios que esta alternativa tecnológica vem trazendo para o cenário ambiental brasileiro.

METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se por uma pesquisa descritiva, explorando e descrevendo o cenário atual do coprocessamento no Brasil.

COPROCESSAMENTO

A técnica do coprocessamento é o processo de oxidação térmica de resíduos nos fornos de fabricação de clínquer, principal composto na fabricação do cimento. A atividade é realizada no interior de um forno que possui em média 60 m de comprimento e 4 m de diâmetro, alcançando temperaturas da ordem de 1.400°C na zona de clinquerização e um tempo de residência para os gases de até 10 segundos (FREITAS *et al.*, 2014). No coprocessamento, dois ou mais resíduos de origem diversa participam de um mesmo processo, que pode ser de fabricação ou de geração de calor. Os resíduos atuam como substitutos de matérias-primas ou de combustíveis, como o coque de petróleo, o óleo combustível e o carvão mineral (CUGINI *et al.*, 1989; LUO & CURTIS, 1996; SU *et al.*, 2009) (Figura 1).

A prática do coprocessamento de resíduos na indústria de cimento tem se expandido devido à necessidade crescente de uma destinação ambiental e socialmente mais adequada de resíduos provenientes de diversos processos industriais. Vários estudos vêm sendo conduzidos no sentido de se conhecer melhor os aspectos envolvidos nessa prática, já adotada em muitos países, inclusive no Brasil. Ainda existem diversos pontos a serem conhecidos e estudados, relacionados com essa atividade, que indubitavelmente demandam pesquisas (ROCHA *et al.*, 2011; SELLITTO *et al.*, 2013).

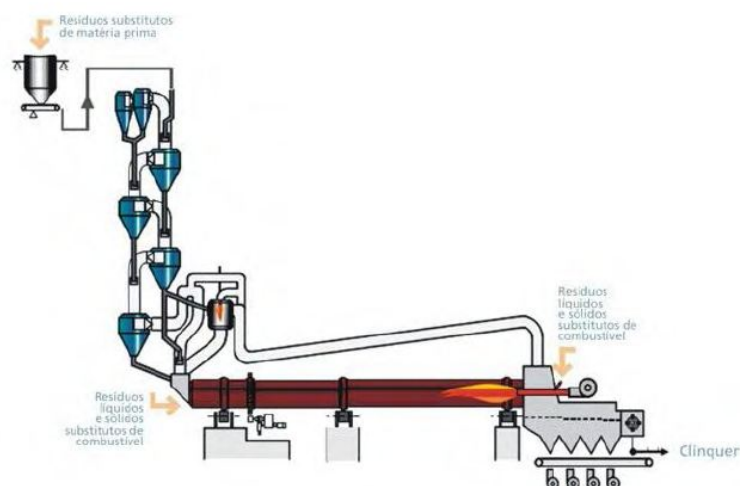


Figura 1 - Pontos de alimentação de resíduos no coprocessamento

Fonte: SNIC (2008)

PANORAMA DO COPROCESSAMENTO NO BRASIL

No Brasil as atividades de coprocessamento de resíduos industriais foram iniciadas nos anos de 1990, no Estado de São Paulo, estendendo-se posteriormente para Os Estados do Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gérias (CAVALCANTI, 1996).

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), em 2013, no Brasil, existiam um total de 51 plantas instaladas para a produção do clínquer Portland, 37 destas estão licenciadas para o coprocessamento de resíduos (Figura 2). Estas plantas possuem uma capacidade potencial de destruição de 2,5 milhões de toneladas de resíduos com diversas composições. A utilização desses resíduos como combustíveis alternativos já representa uma substituição de 15% de combustíveis fósseis não renováveis (SNIC,2008).



Figura 2: Distribuição das fábricas de cimento com fornos de produção de clínquer e coprocessamento licenciados

Fonte: ABCP (2013)

Como observado pela figura 1, a região Sudeste possui o maior número de plantas licenciadas (17) para o coprocessamento, representando 33% das fábricas consideradas adequadas para a prática dessa atividade (ABCP,2013).

De acordo com a ABCP (2013), os resíduos coprocessados neste ano, representaram a eliminação de um passivo ambiental de 1,25 milhões de toneladas. Em resumo, os resíduos coprocessados como substitutos de matérias primas representaram 29% (395.000 t) e aqueles que são utilizados como potenciais energéticos correspondem a 71% (85.000 t) do total de resíduos coprocessados (Figura 3).

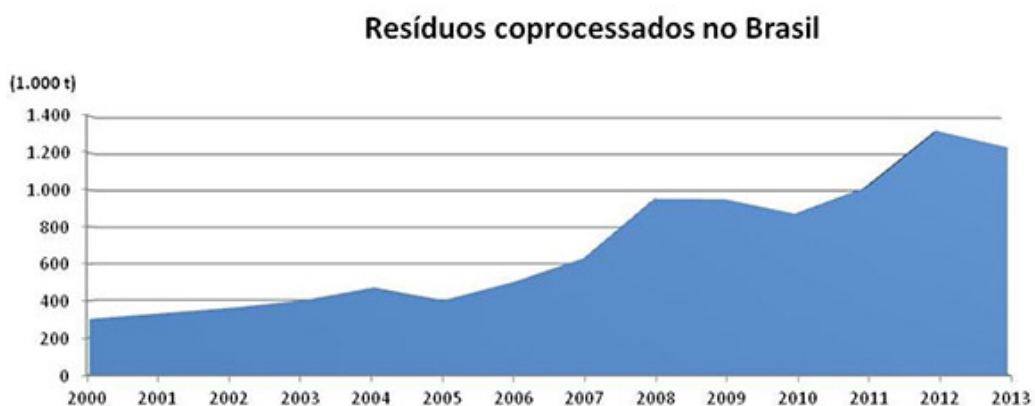


Figura 3 - Evolução do coprocessamento de resíduos no Brasil em 2013
Fonte: ABCP (2013)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização dos fornos de clínquer para a destinação final dos resíduos sólidos industriais além de ser uma solução para a gestão destes resíduos substitui a exploração dos combustíveis fosseis convencionais e contribui significativamente com a saúde publica e o meio ambiente, uma vez que haverá redução dos envios de resíduos para aterros, evitando focos de doenças e a poluição e exploração do solo. Segundo Santi (2003), além dos benefícios econômicos, devidos ao custo menor do resíduo, observam-se benefícios ambientais, tanto pela menor necessidade de extração e processamento do combustível fóssil, como pelo destino dado aos resíduos.

Como avaliado pelo panorama do coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer, esta tecnologia, vem sendo cada vez mais utilizada no Brasil, por razões ambientais e energéticas. O coprocessamento esta se tornando uma alternativa viável e sustentável para tratar diversos tipos de resíduos sólidos, alem de reduzir os custos de processo das indústrias cimenteiras e combater a poluição ambiental.

REFERÊNCIAS

ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – **Estatísticas 2013**. Disponível em: <<http://coprocessamento.org.br/estatisticas>>. Acessado em 31 de julho de 2015.

FREITAS, Sidcléa Sousa; NÓBREGA, Cláudia Coutinho. Os benefícios do coprocessamento de pneus inservíveis para a indústria cimenteira. **Eng. sanit. ambient**, v. 19, n. 3, p. 293-300, 2014.

CAVALCANTI, J.E.W.A. Situação da Indústria de Co-processamento no Brasil. **Saneamento Ambiental**, 1996, n. 39, p 22-23.

CUGINI, A.; LETT, R.; WENDER, I. Coal/oil coprocessing mechanism studies. **Energy Fuels**, v.3, n.2, p.120–126, 1989.

LUO, M.; CURTIS, C. Thermal and catalytic coprocessing of Illinois No. 6.coal with model and commingled waste plastics. **Fuel Processing Technology**, v.19, n.1-3, p.91– 117, 1996.

POTRICH, A. L.; TEIXEIRA, C. E.; FINOTTI, A. R. Avaliação de impactos ambientais como ferramenta de gestão ambiental aplicada aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria automotiva. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 3, n. 3, p. 162-175, 2007.

ROCHA, S. D. F.; LINS, V. F. C.; SANTO, B. C. E. Aspectos do coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer. **Engenharia Sanitária Ambiental**.v. 16, n. 1, p. 1-10, 2011.

SANTI, A. M. M. **Co-incineração e coprocessamento de resíduos industriais perigosos em fornos de clínquer; investigação do maior polo produtor de cimento do país: região metropolitana de Belo Horizonte, MG**. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas, 2003.

SELLITO, M. *et al.* Coprocessamento de cascas de arroz e pneus inservíveis e logística reversa na fabricação de cimento. **Ambiente & Sociedade**, v. 16, n. 1, p. 141-162, 2013.

SNIC – SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. (2008) **Relatório Anual 2008**. Disponível em: <<http://www.snic.org.br/pdf/relat2008-9web.pdf>>. Acesso em 31 de Julho de 2015.

SU, Y.; GATHITU, B.; CHEN, W. Efficient and cost effective reburning using common wastes as fuel and additives. **Fuel**, v.89, n.9, p.2569–2582, 2010.

COPROCESSAMENTO: UMA ALTERNATIVA PARA DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

Catiuscia Marcon^{1,2,3}

Carlos Augusto do Nascimento; Dusan Schreiber^{2,3}

Annette Droste^{2,3}

Palavras-chave: Central de triagem. Calçados. Aterro de Resíduos Industriais Perigosos.

INTRODUÇÃO

O Vale do Paranhana é formado por seis municípios gaúchos e recebeu este nome em função do Rio Paranhana que abrange áreas destes municípios. Até o início da década de 70, a principal atividade do Vale era agropecuária, porém de modo caseiro a produção de calçados já ocorria desde o início da colonização alemã. O crescimento econômico do Vale dos Sinos, impulsionou o setor coureiro-calçadista a buscar novas áreas para a expansão de seus negócios, com isso os municípios do Vale do Paranhana receberam diversas filiais destas indústrias, sendo hoje a principal atividade econômica desta região a produção de calçados.

Com o aumento gradativo na produção de calçados e acessórios, assim como uma modernização dos materiais de uso, houve, conseqüentemente, aumento na produção de resíduos industriais, que em sua maioria são classificados como perigosos, portanto, necessitam de disposição final adequada. No caso do Vale do Paranhana, os sindicatos da indústria surgem como protagonistas na administração de local para a destinação final dos resíduos sólidos industriais, através das Centrais de triagem e aterros de resíduos industriais perigosos (ARIP).

Com o aumento da quantidade de resíduos, diminuição de possíveis áreas para a expansão dos aterros e o entendimento do órgão ambiental do estado do Rio grande do Sul, que tem dificultado o uso de ARIP's, incentivado principalmente pelo surgimento de novas tecnológicas que de fato visem à eliminação total dos resíduos, como o coprocessamento, tornou-se importantes. Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo analisar esta nova

¹ Bolsista de Mestrado PROSUP-CAPES.

² Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental.

³ Universidade Feevale. *cati.marcon@hotmail.com.

visão de gestão dos resíduos industriais recebidos em uma Central de Triagem localizada no Vale do Paranhana.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os Resíduos Sólidos industriais (RSI) são aqueles resultantes dos processos industriais internos às unidades fabris, sendo classificados: Classe I – perigosos; Classe II – não perigosos (Classe II A - não inertes e Classe II B – inertes) (ABNT, 2004). De acordo com a Lei Federal 12.305 de 2010, a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos, devem ter a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Além disso, através desta, foi instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Está deve abranger os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana (BRASIL, 2015).

A destinação final dos RSI não passíveis de reutilização e reciclagem constitui um problema tanto em âmbito legal, quanto ambiental, ocasionando, cada vez mais, preocupação nas empresas geradoras, em função da pressão exercida pelos órgãos de controle (NETO; BARROS, 2011). O tratamento aferido aos RSI deve ser diferenciado, devido a sua substancial periculosidade à saúde humana e aos organismos vivos. A solução mais comumente utilizada para a destinação final dos RS industriais é a construção de aterros industriais, que permitem o confinamento seguro dos resíduos em termos de contaminação ambiental e saúde pública (TOCCHETTO, 2005). Um aterro industrial necessita de um projeto de execução mais elaborado que o aterro sanitário, uma vez que os industriais normalmente recebem resíduos perigosos. Ademais, o monitoramento tem que ser permanente, a fim de evitar possíveis contaminações de solo e águas subterrâneas (TOCCHETTO, 2007). A principal restrição quanto aos aterros, como solução para disposição final dos resíduos, está relacionada à demanda por grandes extensões de área para sua viabilização operacional, além de necessitar um alto valor de investimento inicial (PINTO, 2011).

Outras destinações finais vêm sendo empregadas para RSI, como por exemplo o coprocessamento que utiliza os resíduos em fornos de cimenteiras. Esta tecnologia está sendo considerada uma das mais eficientes, devido ao fato de não haver geração de novos resíduos, e oferece a possibilidade o aproveitamento de materiais residuais, permitindo conservar os recursos naturais (SPRUNG, 1992; KIHARA, 2008). De acordo com a Resolução do CONAMA 264/1999 são considerados, para fins de coprocessamento em fornos de produção

de clínquer, resíduos passíveis de serem utilizados como substituto de matéria prima e ou de combustível, desde que as condições do processo assegurem o atendimento às exigências técnicas e aos parâmetros fixados na presente Resolução, comprovados a partir dos resultados práticos do plano do Teste de Queima proposto.

METODOLOGIA

O método de pesquisa escolhido para a pesquisa foi o estudo de caso, por se entender que apresenta melhor aderência ao objetivo e às questões que nortearam o estudo. Yin (2005) entende que estudo de caso é adequado para responder às questões "como" e "porque" que são questões explicativas e tratam de relações operacionais que ocorrem ao longo do tempo mais do que frequências ou incidências.

O estudo de caso foi realizado em um aterro para resíduos perigosos, localizado no Vale do Paranhana, sendo que a pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: (i) uma visita técnica, durante a qual foi realizada a observação não participante; (ii) uma entrevista em profundidade com o gestor indicado pela empresa pesquisada. A entrevista e descrição dos dados obtidos foram segundo o método indicado por Bardin (2011).

Os elementos abordados ao longo da pesquisa foram seguintes: Processo, tempo e custo de Implantação; Custos para manutenção; Licenciamento ambiental; Media de resíduos destinados; Certificação; Aceitação por parte dos gestores; Outras vantagens/desvantagens. Os conteúdos qualitativos abordados foram escolhidos, visando comparar o manejo dos resíduos industriais durante a utilização do Aterro de Resíduos Perigosos (ARIP) com a implementação do processo de preparação e transporte de resíduos para o Coprocessamento.

RESULTADOS

A central de triagem alvo deste estudo foi fundada em meados dos anos 90 em função de não haver destinação final para os resíduos sólidos das indústrias do município do Vale do Paranhana. No início dos anos 2000 iniciou-se a construção do ARIP, dentro das mais rigorosas normas técnicas e de segurança, visando o surgimento de novas tecnologias para o reaproveitamento dos materiais dispostos em duas valas classe I e duas valas de classe II. Porém antes de iniciar a construção, foi contratada uma empresa de assessoria ambiental para elaboração de EIA/RIMA e o encaminhamento das licenças ambientais pertinentes a tal atividade da área junto a FEPAM.

A implantação do ARIP foi uma obra que necessitou de um alto investimento financeiro, em função de sua complexidade e necessidade de materiais específicos. Após o

início da operação do aterro, teve-se e ainda se tem, gastos mensais para seu funcionamento e manutenção. Todavia, esta metodologia começou a ser questionada pela administração da Central de Triagem, por isso os técnicos iniciaram a busca por uma metodologia que fosse mais vantajosa, tanto ambientalmente, quanto economicamente.

No início de 2012, os resíduos recebidos na Central de Triagem passaram a ser encaminhados para o coprocessamento. Além disto, se iniciou o processo de retirada de resíduos das valas visando encerrar as atividades do ARIP nos próximos dois anos. Para implementar o coprocessamento, foi necessário realizar auditoria técnica no empreendimento, testes em laboratório com todos os tipos de resíduos, viabilidade econômica e qualidade ambiental. Assim como a obtenção de licenças e autorizações via FEPAM e CETESB.

Esta tecnologia apresentou custo de implantação mais barato, quando comparado ao ARIP, em função de não haver a necessidade de construção de uma planta de Blend, somente custos com o licenciamento. Porém, o gasto mensal com a coleta, transporte e transbordo dos resíduos fica em média R\$ 640,00 a tonelada, valor bem mais levado em relação ao ARIP. Desde sua implementação foram coprocessados aproximadamente 5 milhões de quilos de resíduos industriais. A cada carga enviada, após o processamento, são enviados para a Central de Triagem certificados de destruição térmica dos resíduos. Um fator importante para que ocorresse esta mudança, foi o total apoio dos associados, pois atualmente os associados pagam o dobro do valor da “mensalidade” para cobrir as despesas e acelerar a retirada dos resíduos, entretanto estão eliminando sua responsabilidade pelos resíduos depositados nas valas.

DISCUSSÃO

Os dados obtidos no presente estudo corroboram com a afirmação de Pinto (2011), de que um aterro industrial demanda um alto investimento inicial para sua implantação, bem como gastos mensais para sua operação, variando com o grau de toxicidade do resíduo disposto. Maroun (2006) aponta que em um ARIP há baixo custo em relação a outras opções de tratamento e disposição final, como incineração, além de poder ser utilizado para grande variedade de resíduos. Todavia necessita de uma grande área física para construção e operação, bem como gera um passivo que precisa ser continuamente monitorado, pois não há a eliminação completa dos resíduos.

Como descrito nos resultados, a diretoria vinculada a Central de Triagem começou-se a questionar se a disposição final dos resíduos sólidos industriais no ARIP era a melhor opção tanto economicamente, quanto ambientalmente. Neste contexto, apesar de atualmente

apresentar um gasto mensal mais elevado que a manutenção do ARIP, os RS industriais são encaminhados para coprocessamento, uma vez que esta tecnologia não gera novos resíduos e contribui para a preservação de recursos naturais, sendo considerada uma das mais eficientes (KIHARA, 2008). Ademais, tem se uma redução e maior controle dos níveis de emissão de poluentes, uma substituição de 30% dos combustíveis convencionais, redução no consumo de energia e redução dos custos de produção (SANTOS NETO, 2008; LAMAS et al., 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo os dados obtidos no presente trabalho, visando as questões econômicas, o coprocessamento ainda não é a melhor solução, mas em relação as questões ambientais é a tecnologia que permite a eliminação total dos resíduos, com isso, eliminando responsabilidades e passivos, e precavendo problemas futuros.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 10004:2004. **Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. **Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: agosto de 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA- **Resolução nº 264, de 26 de agosto de 1999**. Dispõe sobre Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=262>>. Acesso em: agosto de 2015.

KIHARA, Y. Coprocessamento como ferramenta para a destinação final dos resíduos industriais. **Fimai**, 2008. Disponível em: <www.fimai.com.br>. Acesso em agosto de 2015.

LAMAS, W. Q.; PALAU, J. C. F.; CAMARGO, J. R. Waste materials co-processing in cement industry: Ecological efficiency of waste reuse. **Renewable Sustainable Energy Reviews**, v. 19, p. 200–207, 2013.

MAROUN, C. A. **Manual de gerenciamento de resíduos sólidos: guia de procedimentos passo a passo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: GMA, 2006.

NETO, B. C. S.; BARROS, A. M. A. Poluição atmosférica decorrente das emissões de material particulado na atividade de coprocessamento de resíduos industriais em fornos de cimento. **INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção**, vol. 03, n. 3, p. 61-66, 2011.
PINTO, D. P. S. **Contribuição à avaliação de aterros de resíduos industriais**. Dissertação de Mestrado, Universidade federal do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. 2011.

SANTOS NETO, B. C. **Proposição de um sistema de gestão na atividade de coprocessamento de resíduos industriais em fornos de cimento**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil. 2008.

SPRUNG, S. Unwetentlastung durch Verwertung von Sekundärstoffen. **Zement-Kalk-Gips**, v. 5, p. 2013-11, 1992.

TOCCHETTO, M. R. L. **Gerenciamento de resíduos sólidos Industriais**. Curso de Química Industrial. Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Química - CCNE, 2005.
Disponível em:
<<http://marta.tocchetto.com/site/?q=system/files/Gest%C3%A3o+Ambiental+-+Parte+1.pdf>>.
Acesso em: agosto de 2015.

TOCCHETTO, M. R. L. **Curso de tratamento de efluentes líquidos e gerenciamento de resíduos sólidos industriais: parte 2 – resíduos sólidos**. Cuiabá, 2007.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

DESENVOLVIMENTO DE CONTRAFORTES A PARTIR DE RESÍDUOS TÊXTEIS E POLIMÉRICOS GERADOS PELA INDÚSTRIA CALÇADISTA E DE COMPONENTES

Luiz Carlos Robinson¹

Marco Antonio Siqueira Rodrigues²

Fabricio Celso³

Palavras-chave: Contrafortes. Resíduos. Têxteis. Poliméricos. Calçadista.

INTRODUÇÃO

O Vale dos Sinos é um importante complexo coureiro-calçadista brasileiro. São produzidos praticamente todos os insumos da cadeia industrial, equipamentos e máquinas para curtumes e fábricas de calçados, produtos químicos e demais componentes para calçados. Em função disso, ocorre uma enorme 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 mecânica, é de suma importância. Este artigo tem como objetivo investigar os fenômenos envolvidos no processo de reciclagem de resíduos têxteis relacionando as propriedades dos materiais processados para o desenvolvimento de materiais para palmilhas de montagem utilizadas em calçados. A metodologia utilizada partiu da seleção de resíduos têxteis descartados, seguido da moagem em moinho de facas, micronização, elaboração das formulações com 100% de resíduos (30% de resíduos têxteis e 70% de resíduos têxteis impregnados com materiais poliméricos), preparação de amostras em câmara de mistura acoplada a reômetro de torque e em extrusora monorosca, obtenção dos *pellets* (grânulos) e laminação em extrusora monorosca com a incorporação de um material têxtil como suporte.

¹ Mestre e Doutorando em Qualidade Ambiental e Professor de Graduação da Universidade Feevale. Consultor nas empresas Cipatex, Caimi&Liaison e JR Soluções.

² Doutor em Engenharia de Materiais, Minas e Metalurgia (UFGRS) e professor de graduação, mestrado e doutorado da Universidade Feevale.

³ Doutor em Ciência dos Materiais, Professor dos cursos de graduação e mestrado da Universidade Feevale.

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).

A produção de calçados se caracteriza pela utilização de diversos materiais e componentes para o desenvolvimento e a concepção do produto. Devido a esta complexidade, os materiais são utilizados, em muitos casos, de forma aleatória. O foco prioritário no desenvolvimento do calçado considera o *design* e aspectos de apelo visuais, não dedicando maior atenção ao descarte dos materiais, tanto na produção como pós-consumo. Assim, a cadeia produtiva é caracterizada pela geração de resíduos, principalmente nos acabamentos e no descarte de produtos não aprovados pelo controle da qualidade. STAIKOS and RAHIMIFARD, 2007; ROBINSON, 2009).

Os resíduos de materiais têxteis estão presentes nos materiais de cabedais, nos forros dos calçados. Na parte externa⁴ e interna⁵ (como forro) são encontrados de uma forma simplificada ou ainda dublados com outros materiais. Destacam-se as lonas de algodão e poliéster, as malhas de poliéster ou poliamida, os tecidos de poliéster, algodão ou elastano com adesivos e tecidos com a combinação entre fibras têxteis. Também podem fazer parte os laminados sintéticos de poli(uretano) (PU) termofixo, de difícil reciclagem mecânica, e os laminados de poli (cloreto de vinila) (PVC) termoplástico, que são adequados ao tipo de reciclagem mencionada. (ABDI, 2008; ROBINSON, 2009; KUNRATH et al, 2014, STAIKOS, et al, 2006).

A reciclagem é o resultado de diversas atividades, como coleta, separação e processamento, por meio das quais materiais aparentemente sem valor são empregados como matéria-prima na manufatura de bens, anteriormente confeccionados com matéria-prima virgem. O processo de reciclagem ocorre quando a recuperação dos resíduos for técnica e economicamente viável e higienicamente utilizável, e quando as características do material forem respeitadas (MANO; PACHECO; BONELLI, 2010).

A palmilha de montagem é um componente localizado na parte inferior do calçado (Figura 4) e possui as seguintes finalidades: fornecer e manter a estrutura da superfície da planta da fôrma e fixar o cabedal a essa montagem. Este componente é composto pelas

⁴ Parte Externa: também denominada de cabedal

⁵ Forro: compreendem os componentes internos do calçado

seguintes partes: materiais de planta, materiais de reforço e almas de reforço (ZORN; POSSA; SCHERER, 2007; ROBINSON, 2002).

METODOLOGIA

A coleta dos materiais foi realizada em empresas da região do Vale do Rio do Sinos e consistem em resíduos têxteis de algodão, de poliéster, mistos (algodão e poliéster), laminados sintéticos de poliuretano e de couraças (reforço frontal dos calçados) compostas de poliéster e copolímero de acetato de etil vinila (EVA). A formulação final⁶ utilizada consistiu em:

- 10% de resíduos de algodão micronizado;
- 10% de resíduos de algodão moído (peneira de 4mm);
- 10% de resíduos de laminados sintéticos de poliuretano (PU) moídos em peneira de 4mm;
- 70% de resíduos de couraças de EVA impregnados com uma manta de não-tecido de poliéster (fibras longas).

Os materiais foram processados em moinho de facas, micronizador (algodão), aglutinados (misturador manual), processados em extrusora monorroscas, resfriados (ao ar) e picotados em equipamento específico. Após foram laminados em laminadora de laboratório para obtenção das placas dos materiais e ensaiados frente a flexibilidade, colagem, cisalhamento e encolhimento.

RESULTADOS

Os resultados dos ensaios são apresentados abaixo na Tabelas 1 e o referencial de valores mínimos/máximos, em função da ausência destes para materiais reciclados, são das palmilhas de celulose.

Tabela 1 - Resultados dos ensaios realizados em materiais para palmilhas de montagem

ENSAIOS/MATERIAL	REICLADO	CELULOSE	REFERÊNCIA
TRAÇÃO N/mm ²	7,2	6,8	6,8
CISALHAMENTO N/cm ²	65	74	60
ENCOLHIMENTO %	0,43	0,64	2
FLEXÃO ciclos	732	357	500

Fonte: do Autor

⁶ Foram utilizadas outras formulações, com menor quantidade de resíduos poliméricos, porém não foi possível a sua processabilidade na laminadora.

Os resultados demonstram que a formulação utilizada apresenta resultados acima dos valores de referência para com o material utilizado para comparação.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Embora não haja estudos comparativos de materiais para palmilha de montagem obtidos com resíduos têxteis, comparando-se os resultados obtidos com material de mercado e com valores de referência para este tipo de componente, pode-se afirmar que em princípio este material pode ser utilizado para este fim.

As próximas etapas consistem em avaliar este material nos calçados frente as suas vantagens e limitações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reciclagem mecânica de resíduos têxteis e de resíduos de materiais poliméricos revestidos com materiais têxteis apresentou-se como sendo uma alternativa viável, ainda mais que neste estudo foram utilizados somente resíduos gerados pela indústria calçadista e de componentes e o material desenvolvido mostrou-se adequado às solicitações frente aos materiais de referência disponíveis no mercado e utilizados pela indústria para a fabricação de calçados.

REFERENCIAL

ABDI. **Relatório de Acompanhamento Setorial: calçados**. 2008, volume I. Disponível em <http://www.abdi.com.br/Estudo/Couro%20e%20Cal%C3%A7ados%20-%20mar%C3%A7o2008.pdf>. Acessado em 01/08/2015

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.

MANO, E. B.; PACHECO, E. B. A. V.; BONELLI, C. M. C.; **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

ROBINSON, Luiz Carlos. **Fascículo de Materiais + Fácil**. 3 ed. Centro Tecnológico do Calçado SENAI, 156 p. SENAI. Novo Hamburgo, RS, 2001.

ROBINSON, Luiz Carlos. **Fascículo de Materiais Mais Fácil**. 3. ed. Novo Hamburgo: Centro Tecnológico do Calçado SENAI, 2002. 156 p.

ROBINSON, Luiz C. **Estudo Sobre o Nível de Evolução da Indústria Calçadista Para o Desenvolvimento de Calçados Ecológicos**. 2009. 86f. Dissertação (Curso de Mestrado em Qualidade Ambiental) Programa de pós-graduação em qualidade ambiental, Universidade Feevale. Novo Hamburgo, RS, 2009.

STAIKOS, Theodoros. HEATH, Richard. HAWORTH, Barry. RAHIMIFARD, Shahin. **End-of-Life Management of Shoes and the Role of Biodegradable Materials**. 13th CIRP INTERNATIONAL CONFERENCE ON LIFE CYCLE ENGINEERING. UK, 2006.

STAIKOS, T. and RAHIMIFARD, S., 2007. **Post-consumer waste management issues in the footwear industry**. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 221 (2), pp. 363-368

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.

ZORN, Gerson; POSSA, Silvia Regina; SCHERER, Cristiano. **Dossiê Técnico: Processo de fabricação do calçado**. SENAI-RS/Centro Tecnológico do Calçado, agosto de 2007. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso em: 24 julho de 2015

DESENVOLVIMENTO *IN VITRO* DE *Vriesea incurvata* (BROMELIACEAE) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SACAROSE

Márcio H. Sasamori¹

Delio Endres Júnior²

Annette Droste³

Palavras-chave: Bromélias. Fonte de carbono. Micropropagação. Floresta Atlântica. Conservação.

INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica é um dos biomas mais ricos em biodiversidade (Fundação SOS Mata Atlântica, 2015), sendo classificada mundialmente como uma área prioritária para conservação (Myers et al., 2000). Bromeliaceae é a segunda maior família de epífitos vasculares deste bioma (Kersten, 2010), sendo que muitas bromélias são consideradas endêmicas da Floresta Atlântica (Wanderley et al., 2006; Martinelli et al., 2008). Além disso, em função do extrativismo e da redução da cobertura vegetal, muitas figuram nas listas de espécies ameaçadas de extinção (Forzza et al., 2013).

Diante das pressões antrópicas sobre as comunidades florestais, estratégias de conservação *ex situ* e *in situ* são necessários para a conservação das espécies vegetais. A propagação *in vitro* é considerada uma ferramenta biotecnológica relevante do ponto de vista ecológico. Esta técnica permite disponibilizar espécimes para reintrodução (Benson, 1999), bem como para fins comerciais, as quais poderão diminuir as pressões do extrativismo sobre as populações naturais (Zornig, 1996; Mercier e Nievola, 2003). O presente estudo tem por objetivo avaliar o efeito das concentrações de sacarose meio MS sobre o desenvolvimento das plântulas de *Vriesea incurvata* Gaudich. micropropagadas.

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

² Graduado em Ciências Biológicas e Mestrando em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale (bolsista CAPES/PROSUP);

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

Para atingir o sucesso da propagação *in vitro* de espécies ameaçadas, é necessário o conhecimento das exigências fisiológicas das espécies, por meio da aplicação de vários ensaios. Desse modo, é possível o estabelecimento de um meio de cultura adequado, uma vez que cada espécie e tecido pode apresentar respostas diferentes em função das características genéticas (Kozay et al., 1997; Fortes e Pereira, 2001). Entre os meios de cultura, o meio MS de Murashigue e Skoog (1962), bem como suas modificações, tem sido utilizado com sucesso para propagação *in vitro* de diversas espécies vegetais, (Grattapaglia e Machado, 1998).

Além da concentração adequada dos nutrientes minerais acrescidas ao meio, a sacarose, principal fonte de carbono do meio nutritivo, é considerada uma das substâncias fundamentais para a morfogênese (Grattapaglia e Machado, 1998). A sacarose é responsável por fornecer energia metabólica e esqueletos carbônicos, sendo que sua concentração no meio dependerá da espécie vegetal (Caldas et al., 1998). Estudos de propagação *in vitro* utilizando diferentes concentrações de sacarose têm demonstrado influência positiva sobre o desenvolvimento das plântulas (Besson et al., 2010; Faria et al., 2004; Sasamori et al., 2015).

METODOLOGIA

Plântulas obtidas pela semeadura *in vitro* com $1,0 \pm 0,2$ cm de altura da parte aérea (APA) foram cultivadas em frascos (volume 200 mL) contendo 30 mL de meio MS, 4 g L^{-1} de PhytigelTM, 5 g L^{-1} de carvão ativado e pH ajustado a 6,4 antes da esterilização. Os tratamentos consistiram nas concentrações de 10, 30 e 60 g L^{-1} de sacarose combinadas com duas reduções dos sais minerais do meio MS original, sendo utilizadas as concentrações de 25% dos sais macronutrientes (25M) e 25% dos sais nitrogenados (25N). Para cada tratamento, foram cultivados 70 indivíduos, distribuídos em 14 frascos, com cinco plântulas em cada, totalizando 420 plântulas. A cada 60 dias, foi realizado um sub-cultivo. Após 180 dias de cultivo *in vitro*, para cada indivíduo, foram mensurados a altura da parte aérea (APA), o número de folhas (NF), o número de raízes (NR), o comprimento da raiz maior (CRM) e a massa fresca (MF). Posteriormente, foi determinado o teor de clorofila *a* e *b* e de carotenoides das plântulas de cada tratamento. Amostras de folhas foram coletadas aleatoriamente das plântulas, sendo realizadas triplicatas de 20 mg de tecido foliar imerso em 1 mL de DMSO por 24 horas em banho-maria a 65°C. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (Spectramax® M3), sendo os teores dos pigmentos calculados pelas equações propostas por Wellburn (1994).

Os dados dos parâmetros morfológicos foram comparados pelo teste de Kruskal-Wallis seguido pelo teste de Student-Newman-Keuls ($p=0,05$). A comparação entre os meios 25N e 25M foi realizada pelo teste de Mann-Whitney ($p=0,05$). Os dados dos teores de pigmentos fotossintéticos foram comparados pela análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey ($p=0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de 10, 30 e 60 g L⁻¹ de sacarose nos meios 25N e 25M, proporcionaram a sobrevivência de 100% dos indivíduos de *Vriesea incurvata*.

As plântulas cultivadas nos meios 25N e 25M acrescidos de 60 g L⁻¹ de sacarose apresentaram significativamente as maiores médias da altura da parte aérea e massa fresca (25N: 4,8 cm e 181 mg, 25M: 4,6 cm e 164 mg), sem diferença significativa entre as concentrações de sais tanto para altura da parte aérea ($U=1570,5$; $p=0,228$) como para massa das plântulas ($U=1468,5$; $p=0,082$). As plântulas dos tratamentos com 10 e 30 g L⁻¹ de sacarose não apresentaram diferença significativa entre si para altura da parte aérea e massa fresca, nos meios de cultivo 25N e 25M. Além disso, nas mesmas concentrações de sacarose, o meio 25N proporcionou significativamente as maiores médias da massa das plântulas.

Para o número de folhas das plântulas, de modo geral, as maiores médias foram proporcionadas nos tratamentos acrescidos de 60 g L⁻¹ de sacarose. Quando o meio de cultivo foi composto pela redução dos sais nitrogenados (25N), as médias do número de folhas foram de 13,1 no meio acrescido de 10 g L⁻¹ de sacarose a 14,8 no meio com 60 g L⁻¹ deste carboidrato, sendo este último estatisticamente superior que as demais concentrações de sacarose (10 e 30 g L⁻¹). Quando a redução dos sais macronutrientes foi realizada no meio de cultivo (25M), o número de folhas das plântulas na concentração com 30 g L⁻¹ de sacarose, foi estatisticamente inferior (12,6) em comparação aos indivíduos do tratamento com 10 g L⁻¹ (13,8) e 60 g L⁻¹ (14,3).

Para o sistema radicular das plântulas, o aumento da concentração de sacarose no meio de cultivo beneficiou o desenvolvimento do comprimento e número de raízes. O meio 25N acrescido de 60 g L⁻¹ de sacarose proporcionou as maiores médias para comprimento e número de raízes (5,9 cm e 5,9), no entanto, sem diferir significativamente para comprimento da raiz maior no meio com 30 g L⁻¹ de sacarose, que apresentou valores intermediários (5,5 cm). O meio 25M proporcionou significativamente maiores comprimentos das raízes das plântulas quando acrescido de 30 e 60 g L⁻¹ de sacarose (4,4 e 4,8 cm), enquanto que para o número de raízes não foi verificada diferença estatística entre as concentrações do

carboidrato. Quando os meios 25N e 25M foram comparados, o primeiro proporcionou significativamente as maiores médias do número e do comprimento das raízes nas três concentrações de sacarose.

Na propagação *in vitro*, as plântulas são consideradas mixotróficas, pois apresentam baixa atividade fotossintética (Rolland et al., 2002), que resulta na baixa capacidade de produção de carboidratos necessários para o desenvolvimento (Yamada e Sato, 1978; Barz e Hüsemann, 1982), tornando as plântulas dependentes de uma fonte exógena deste composto (Besson et al., 2010; Hazarika, 2003). O acréscimo de sacarose no meio é essencial como fonte de carbono para as plântulas, sendo utilizado para biossíntese de componentes estruturais e funcionais do crescimento (Caldas et al., 1998). De modo geral, o suprimento exógeno de carboidrato permite ampliar as reservas de amido e sacarose nas folhas das plântulas micropropagadas, atuando como órgãos de armazenamento de energia, que será utilizada na etapa de aclimação para o crescimento das novas folhas adaptadas para o ambiente *ex vitro*, melhorando o desempenho da aclimação (Capellades et al., 1991; Hazarika, 2003; Fuentes et al., 2006).

Para os resultados dos pigmentos fotossintéticos, no meio 25N, os maiores teores foram verificados quando as plântulas foram cultivadas no meio acrescido com 30 g L⁻¹ de sacarose, sendo estatisticamente superiores para clorofila *a* (0,353 mg g⁻¹), clorofila *b* (0,162 mg g⁻¹) e carotenoides (0,060 mg g⁻¹). Por outro lado, o tratamento acrescido com 60 g L⁻¹ de sacarose proporcionou significativamente os menores teores de clorofila *a* (0,212 mg g⁻¹), clorofila *b* (0,116 mg g⁻¹) e carotenoides (0,040 mg g⁻¹). Em relação ao meio 25M, os teores de clorofilas *a*, *b* e carotenoides nos tecidos foliares das plântulas foram em média mais baixos quando comparados aos das plântulas no meio 25N. Foram observados maiores valores de clorofila *a* (0,269 mg g⁻¹), clorofila *b* (0,124 mg g⁻¹) e carotenoides (0,048 mg g⁻¹) nas plântulas cultivadas no meio acrescido de 30 g L⁻¹ de sacarose, embora estes valores não apresentassem diferença significativa em relação aos teores de pigmentos fotossintéticos das plântulas cultivadas no meio acrescido com 10 g L⁻¹ de sacarose (0,247, 0,116 e 0,045 mg g⁻¹, respectivamente). Assim como no tratamento com sais nitrogenados, os teores de clorofilas *a* e *b* foram significativamente inferiores nos tecidos foliares das plântulas cultivadas no meio 25M acrescido de 60 g L⁻¹ de sacarose (0,135 e 0,093 mg g⁻¹, respectivamente).

Os teores de clorofilas *a*, *b* e de carotenoides do tecido foliar de *Vriesea incurvata* corroboram com observações em outras espécies, nas quais as altas concentrações de carboidratos no meio de cultivo podem levar à inibição do processo fotossintético (Yamada e Sato 1978; Cappelades et al., 1991; Hdider e Desjardins, 1994; Kozai, 1991).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que as concentrações de sacarose no meio MS influenciaram no crescimento e no desenvolvimento *in vitro* das plântulas de *V. incurvata*, sendo o tratamento com 25% dos sais minerais acrescidos com 60 g L⁻¹ de sacarose recomendado para propagação da espécie.

REFERÊNCIAS

- BARZ, W.; HÜSEMANN, W. Aspects of photoautotrophic cell suspension cultures. In: FUJIWARA, A. **Plant tissue culture**. Tokio: Maruzen, p.245-248, 1982.
- BENSON, E. E. **Plant Conservation Biotechnology**. London: Taylor & Francis, p. 309, 1999.
- BESSON, J. C. F., et al. Fontes e concentração de carboidratos no crescimento vegetativo e no enraizamento *in vitro* de *Miltonia flavescens* Lindl. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, n. 1, p. 9-13, 2010.
- CALDAS, L. S.; HARIDASAN, P.; FERREIRA, M. E. Meios nutritivos, In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. (eds.) **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. 2 ed. Brasília: Embrapa, p. 87-132, 1998.
- CAPPELLADES, M.; LEMEURE, R.; DEBERGH, P. Effects of sucrose on starch accumulation and rate of photosynthesis in *Rosa* cultured *in vitro*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 25, n. 1, p. 21-26, 1991.
- GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa- SPI, p. 183-260, 1998.
- FARIA, R. T., et al. *In vitro* *Dendrobium nobile* plant growth and rooting in different sucrose concentrations. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 4, p. 780-783, 2004.
- 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., et al. Bromeliaceae. In: MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. (Ed.). **Livro Vermelho da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p. 315-396, 2013.
- FUENTES, G., et al. Protocol to achieve photoautotrophic coconut plants cultured *in vitro* with improved performance *ex vitro*. In: LOYOLA-VARGAS, V. M.; VÁZQUEZ-FLOTA, F. (Eds.). **Plant Cell Culture Protocols**. Totowa: Humana Press Inc, p. 131-144, 2006.

- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA – **SOS MATA ATLÂNTICA**. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>. Acesso em: 26 Abr. 2015.
- HAZARIKA, B. N. Acclimatization of tissue-cultured plants. **Current Science, Bangalore**, v. 85, n. 12, p. 1704- 1712, 2003.
- HDIDER, C.; DESJARDINS, Y. Effects of sucrose on photosynthesis and phosphoenolpyruvate carboxylase activity of *in vitro* cultured strawberry plantlets. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 36, n. 1, p. 27-33, 1994.
- 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. Photoautotrophic Micropropagation. **In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, v. 27, p. 47-51, 1991.
- MARTINELLI, G. et al. Bromeliaceae da Mata Atlântica brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. **Rodriguésia**, v. 59, n. 1, p. 209-258, 2008.
- MERCIER, H.; NIEVOLA, C. C. Obtenção de bromélias *in vitro* como estratégia de preservação. **Vidalia**, Viçosa, v.1, n.1, p. 57-62, p 2003.
- MYERS, N., et al. Biodiversity Hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.
- ROLLAND, F.; MOORE, B.; SHEEN, J. Sugar sensing and signaling in plants. **The Plant Cell**, v.14, suppl., p. 185–205, 2002.
- SASAMORI, M. H.; ENDRES JÚNIOR, D.; DROSTE, A. Asymbiotic culture of *Cattleya intermedia* Graham (Orchidaceae): the influence of macronutrient salts and sucrose concentrations on survival and development of plantlets. **Acta Botânica Brasileira**, 2015 (no prelo).
- WANDERLEY, M. G. L. et al. **Flora Fanerogâmica do estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP/ HUCITEC, 2006.
- WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal Plant Physiology**, v. 144, n. 3, p. 307-313, 1994.
- YAMADA, Y.; SATO, F. The photoautotrophic culture of chlorophyllous cell. **Plant and Cell Physiology**, v. 19, n. 4, p. 691-699, 1978.
- ZORNIG, R.K. **Micropropagação de bromélias**. Bromélia, São Paulo, v. 3, p. 3-8, 1996.

DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO DE *Cyathea atrovirens* (LANGSD. & FISCH.) DOMIN (CYATHEACEAE) SOB INFLUÊNCIA DE SAIS MINERAIS E SACAROSE

Catiuscia Marcon^{1,3,4}

Tatieli Silveira^{2,3,4}

Annette Droste^{3,4}

Palavras-chaves: Conservação de espécies. Cultura *in vitro*. Samambaias arborescentes. Meios de cultura.

INTRODUÇÃO

A samambaia arborescente *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin ocorre em diversos habitats no Brasil, sendo alvo de extrativismo devido a suas características ornamentais. As condições ambientais que propiciam a germinação de esporos e o desenvolvimento inicial de gametófitos são determinantes para todo o ciclo de vida das samambaias.

O presente estudo teve por objetivo avaliar a germinação de esporos e o desenvolvimento de gametófitos de *Cyathea atrovirens* na presença de diferentes concentrações de sais macronutrientes e de sacarose. A hipótese testada foi de que maiores concentrações destes compostos estimulam a germinação e o desenvolvimento gametofítico.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Cyathea atrovirens é uma Cyatheaceae de até seis metros de altura, com raízes adventícias e folhas que podem ter até três metros de comprimento, contendo espinhos nos pecíolos (FERNANDES, 1997), que ocorre no Brasil, no Paraguai, na Argentina (PONCE, 1996) e no Uruguai (MARQUEZ; BRUSSA, 2011). No Brasil, a espécie é encontrada principalmente na Floresta Atlântica (WINDISCH; SANTIAGO, 2015) e sofre com pressões antrópicas, sendo que plantas inteiras são retiradas de seus habitats naturais para

¹ Bolsista de Mestrado PROSUP-CAPES.

² Bolsista FAPERGS/PROBITI

³ Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental

⁴ Universidade Feevale, Ciências Biológicas, Laboratório de Biotecnologia Vegetal. *cati.marcon@hotmail.com.

ornamentação de jardins e seus cáudices são utilizados para a fabricação de vasos (FERNANDES, 2000; SCHMITT, 2005).

As técnicas de cultura *in vitro* são ferramentas valiosas para a propagação e o uso sustentável dos recursos vegetais (HARDING et al., 1997), reduzindo a pressão sobre espécies exploradas economicamente. No entanto, é necessário compreender as exigências ecofisiológicas de cada planta. O gametófito é o estágio de desenvolvimento mais sensível do ciclo de vida das samambaias, por isso as condições *in vitro* são decisivas para a propagação eficiente destas plantas (HUA et al., 2010).

A concentração de sais e de fontes de carbono são fatores que influenciam no estabelecimento e desenvolvimento *in vitro* de gametófitos de samambaias (MOHR, 1962; KHOO; THOMAS, 1980; LÊ, 1983; PASQUAL et al., 1994; FERNÁNDEZ et al., 1997a). O meio Murashige e Skoog (MS) (MURASHIGE; SKOOG, 1962) é utilizado para cultura de samambaias (KNAUSS, 1976; PASQUAL et al., 1994; FERNÁNDEZ et al., 1997b; COX et al., 2003; HUA et al., 2010) e em sua formulação original contém sacarose. Este meio apresenta maiores concentrações de sais macronutrientes quando comparado com outros meios, além de sais micronutrientes (TORRES et al., 1998). A concentração ideal de sacarose para cada tecido vegetal depende de seu efeito promotor como nutriente e de seu efeito inibidor como agente osmótico (FERNÁNDEZ; REVILLA, 2003). Diferenças entre espécies são observadas nas respostas às condições *in vitro*, de forma que algumas samambaias apresentam germinação e crescimento de gametófitos superiores em meios com maiores concentrações de nutrientes (PESSOA et al., 2004), enquanto que outras espécies têm preferência por meios menos ricos em nutrientes, incluindo a fonte de carbono (FERNÁNDEZ et al., 1997a; MARCON et al., 2014).

METODOLOGIA

As folhas férteis de *Cyathea atrovirens* foram coletas de dez espécimes na Área de Relevante Interesse Ecológico Henrique Luis Roessler, localizada no ambiente urbano do município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, Brasil.

Os esporos foram esterilizados com 1 mL de hipoclorito de sódio a 2% por 15 min e semeados em meio MS, com pH ajustado em 6 (RECHENMACHER et al., 2010) antes da autoclavagem e suplementado com actidiona (Fluka, Sigma-Aldrich) na concentração de 0,5g L⁻¹ (VARGAS; DROSTE, 2014). Foram preparadas três repetições para cada concentração de sais macronutrientes (25, 50, 75 e 100%) combinada com cada concentração de sacarose (0, 15, 30, 45 e 60 g L⁻¹), totalizando 20 tratamentos e sessenta repetições. As culturas foram

mantidas em ambiente com temperatura controlada de $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas luz com intensidade luminosa de $70\ \mu\text{mol m}^{-2}/\text{s}$.

A germinação e o desenvolvimento gametofítico foram avaliados aos 120 dias. Foi preparada uma lâmina de cada repetição, e contados os 100 primeiros indivíduos observados. O número total de esporos germinados e o número de gametófitos laminares (estádio de desenvolvimento mais avançado avaliado) foram registrados seguindo a classificação descrita por Rechenmacher et al. (2010). A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram submetidos a ANOVA e as diferenças entre médias foram analisadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade no programa SPSS versão 20.

RESULTADOS

A germinação de esporos foi observada em todos os meios, embora as diferentes concentrações de sais macronutrientes e de sacarose tenham influenciado em sua capacidade de germinação. Independentemente da concentração de sais, a porcentagem de esporos germinados na ausência de sacarose foi significativamente superior às porcentagens registradas nos meios contendo 45 e 60 g L⁻¹ desta fonte de carbono. As porcentagens de esporos germinados na presença de 15 e 30 g L⁻¹ de sacarose geralmente foram intermediárias.

As maiores porcentagens de gametófitos laminares foram observadas na ausência ou na concentração de 15 g L⁻¹ de sacarose, diferindo significativamente dos tratamentos na presença de 30, 45 e 60 g L⁻¹ do açúcar, independente da concentração de sais macronutrientes do meio MS. Pelo fato de numericamente as maiores porcentagens de esporos germinados e de gametófitos laminares terem sido observadas na ausência de sacarose independente da concentração de macronutrientes, estas foram estatisticamente comparadas. As maiores porcentagens de germinação (81,0%) e de gametófitos laminares (64,7%) foram observadas no meio com 25% dos sais macronutrientes, embora as porcentagens de germinação nos meios com 50 e 75% dos sais não tenham sido significativamente inferiores (71,0 % e 67,0%, respectivamente). A germinação e a formação de gametófitos laminares no meio contendo 100% dos sais macronutrientes foram significativamente inferiores (34,3 e 15,3%, respectivamente) aos valores registrados nos demais meios.

DISCUSSÃO

A maior porcentagem de germinação de esporos de *Cyathea atrovirens* foi observada na ausência de sacarose e uma diminuição gradativa do número de esporos germinados na medida em que a concentração desta fonte de carbono foi aumentada no meio de cultura, corroborando com o registro para *Dicksonia sellowiana* (Dicksoniaceae), outra samambaia arborescente (RENNER; RANDI, 2004). *Cyathea atrovirens* também apresentou menor germinação de esporos no meio MS com a concentração original dos sais macronutrientes. No entanto, não se observou decréscimo sensível do número de esporos germinados entre os tratamentos com 25 e 50% destes sais. Cox et al. (2003) observaram ausência de germinação de esporos de *Schizaea dichotoma* (Schizaeaceae) em culturas com 50% dos macronutrientes, evidenciando a preferência da espécie pelo meio MS com 25% de sais. Enquanto algumas espécies de samambaias possuem preferência por meios menos ricos em nutrientes, outras têm a germinação estimulada em meios com a concentração original de sais, tais como *Dryopteris affinis* (Dryopteridaceae) (FERNÁNDEZ et al., 1996a), *Blechnum spicant* (Blechnaceae), *Pteris ensiformis* (FERNÁNDEZ et al., 1996b) e *Asplenium nidus* (Aspleniaceae) (FERNÁNDEZ et al., 1997b).

A adição de sacarose ao meio de *Cyathea atrovirens* não promoveu o crescimento dos gametófitos. Porcentagens estatisticamente equivalentes de gametófitos laminares foram observadas nos meios com zero a 30 g L⁻¹ de sacarose, com destaque numérico para os gametófitos desenvolvidos na ausência deste carboidrato. Meios sem adição de fontes de carbono ou com baixas concentrações destas são preferidos também por outras espécies de samambaias no estágio de desenvolvimento inicial. Para *Platyserium bifurcatum* (Polypodiaceae), o meio MS com 25% da concentração original dos sais macronutrientes e sem sacarose foi o mais benéfico para a formação de gametófitos, que tiveram seu crescimento inibido na presença de 30 g L⁻¹ desta fonte de carbono (CAMLOH; GOGALA, 1992; CAMLOH, 1993).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados não confirmam a hipótese inicial, recomendando-se a utilização do meio MS com no máximo 25% da concentração original de sais macronutrientes e sem sacarose para o cultivo *in vitro* desta espécie. Futuros estudos deverão direcionar esforços para a avaliação do efeito da baixa pressão osmótica do meio sobre os estádios mais avançados do desenvolvimento de *C. atrovirens*.

REFERÊNCIAS

CAMLOH, M.; GOGALA, N. *In vitro* culture of *Platycerium bifurcatum* gametophytes. **Science Horticulture**, v. 51, p. 343-346, 1992.

CAMLOH, M. Spore germination and early gametophyte development of *Platycerium bifurcatum*. **Americam Fern Journal**, v. 89, p. 79-85, 1993.

COX, J.; BHATIA, P.; ASHWATH, N. *In vitro* spore germination of the fern *Schizaea dichotoma*. **Scientia Horticulturae**, v. 97, p. 369-378, 2003.

FERNANDES, I. **Taxonomia e fitogeografia de Cyatheaceae e Dicksoniaceae nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil**. 435 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

FERNANDES, I. Taxonomia dos representantes de Dicksoniaceae no Brasil. **Pesquisas Botânica**, v. 50, p. 5-26, 2000.

FERNÁNDEZ, H.; BERTRAND, A. M.; SÁNCHEZ-TAMÉS, R. Influence of tissue culture conditions on apogamy in *Dryopteris affinis* sp. *affinis*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 45, p. 93-97, 1996a.

FERNÁNDEZ, H.; BERTRAND, A. M.; SÁNCHEZ-TAMÉS, R. Micropropagation and phase change in *Blechnum spicant* and *Pteris ensiformes*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 44, p. 261-265, 1996b.

FERNÁNDEZ, H.; BERTRAND, A. M.; SÁNCHEZ-TAMÉS, R. Gemmation in cultured gametophytes of *Osmunda regalis*. **Plant Cell Reports**, v. 16, p. 358-362, 1997a.

FERNÁNDEZ, H.; BERTRAND, A. M.; SÁNCHEZ-TAMÉS, R. Plantlet regeneration in *Asplenium nidus* L. and *Pteris ensiformes* L. by homogenization of BA treated rhizomes. **Scientia Horticulturae**, v. 68, p. 243-247, 1997b.

FERNÁNDEZ, H.; REVILLA, M. A. *In vitro* culture of ornamental ferns. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 73, p. 1-13, 2003.

HARDING, K.; BENSON, E.; CLACHER, K. Plant conservation biotechnology: An overview. **Agro-Food-Industry Hi-Tech**, v. 8, p. 8-13, 1997.

HUA, W. et al. Effects of light, macronutrients, and sucrose on germination and development of the endangered fern *Adiantum reniforme* var. *sinense* (Adiantaceae). **Scientia Horticulturae**, v. 125, p. 417-421, 2010.

KHOO, S. I.; THOMAS, M. B. Studies on the germination of fern spores. **Plant Propagation**, v. 26, p. 11-15, 1980.

KNAUSS, J. F. A partial tissue culture method for pathogen-free propagation of selected ferns from spores. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 89, p. 363-365, 1976.

LÊ, L. Essai de multiplication de *Nephrolepis exaltata* par culture *in vitro* de tissue gamétophytique. **Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture**, v. 15, p. 189-192, 1983.

MARCON, C.; SILVEIRA, T.; DROSTE, A. Germination and gametophyte development of *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin (Cyatheaceae) from spores stored at low temperatures. **Acta Scientiarum**, v. 36, p. 403-410, 2014.

MARQUEZ, G. J.; BRUSSA, C. A. First record of Cyatheaceae in Uruguay. **American Fern Journal**, v. 101, p. 205-205, 2011.

MOHR, H. The influence of visible radiation on the germination of archegoniate spores and the growth of the fern protonema. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 58, p. 287-296, 1962.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, p. 473-497, 1962.

PASQUAL, M.; HOSHIKA, E.; ISHIDA, J. S. Influência de diferentes concentrações de sacarose e sais minerais sobre a multiplicação *in vitro* de *Nephrolepis exaltata*, uma samambaia ornamental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p. 1681-1684, 1994.

PESSOA, C. C. et al. Propagação *in vitro* de *Nephrolepis exaltata* (L.) Schott. **Caderno de pesquisas série biologia**, v. 16, p. 43-49, 2004.

PONCE, M. Pteridophyta. In: ZULOAGA, F. O.; MORRONE, O. (Ed.). **Catálogo de las plantas vasculares de Argentina I: Pteridophyta, Gymnospermae y Angiospermae (Monocotyledoneae)**. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden: 1-79. 1996.

RECHENMACHER, C.; SCHMITT, J. L.; DROSTE, A. Spore germination and gametophyte development of *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae) under different pH conditions. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, p. 1155-1160, 2010.

RENNER, G. D. R.; RANDI, A. M. Effects of sucrose and irradiance on germination and early gametophyte growth of the endangered tree fern *Dicksonia sellowiana* Hook (Dicksoniaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 375-380, 2004.

SCHMITT, J. L. **Estudos florísticos, ecológicos e do desenvolvimento em Cyatheaceae (Pteridophyta) no Rio Grande do Sul, Brasil**. 167 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Instituto de Biociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2005.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: ABCTP/Embrapa, 1998.

VARGAS, I. B.; DROSTE, A. *In vitro* propagation of *Cyathea atrovirens* (Cyatheaceae): spore storage and sterilization conditions. **Revista de Biologia Tropical**, v. 62, p. 299-308, 2014.

WINDISCH, P. G. & SANTIAGO, A. C. P. Cyatheaceae in *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB90866>>. Acesso em: 25 fev. 2015.

DETECÇÃO DE ADENOVÍRUS ENTÉRICO HUMANO EM ÁGUAS DE ARROIOS PERTENCENTES À BACIA DO RIO DOS SINOS/RS

Fabiano Costa de Oliveira¹

Tatiana Moraes da Silva Heck²

Rodrigo Staggemeier³

Nadine Bordin Andrigueti; Rute Gabriele Fiscoeder Ritzel⁴

Fernando Rosado Spilki⁵

Sabrina Esteves de Matos Almeida⁶

Palavras-chave: Adenovírus humano. Contaminação. Entérico.

INTRODUÇÃO

Uma grande variedade de microorganismos são causadores de patologias em seres humanos, dentre elas podemos citar as diarreias agudas causadas por adenovírus. Estes vírus são pertencentes à família *Adenoviridae*, e são considerados agentes importantes de doenças respiratórias, conjuntivites e gastroenterites. São frequentemente, detectados em águas de esgotos, águas recreacionais, águas de consumo, águas subterrâneas e superficiais, uma vez que estes vírus são eliminados através das fezes no meio ambiente após o ato de infecção. Este tipo de vírus é utilizado como um indicador de contaminação fecal humana ao ambiente.

Tendo em vista os aspectos de contaminação viral das águas e vinculando a importância da água a qualidade de vida das pessoas se faz necessário um controle mais rígido e urgente, já que a água é reconhecida como um veículo potencializador para a transmissão de agentes patológicos virais e não virais.

¹ Especialista em Petróleo e Gás –FIJ/ RJ; Graduado em Ciências Biológicas – URI/RS; Graduando em Biomedicina Feevale /RS; Iniciação Científica Feevale/RS.

² Bacharel em Biomedicina pela Universidade Feevale. Mestranda em Qualidade Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental pela mesma Universidade.

³ Mestre em Qualidade Ambiental, Bacharel em Biomedicina, Doutorando em Qualidade Ambiental, Programa de Pós-Graduação pela Universidade Feevale.

⁴ Graduanda em Biomedicina na Universidade Feevale.

⁵ Doutor em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Campinas. Docente da Universidade Feevale, Brasil.

⁶ Doutora em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Docente da Universidade Feevale, Brasil.

O objetivo desse trabalho foi verificar a detecção de Adenovírus Entérico Humano (HAdV-40 e HAdV-41) em águas dos Arroios Estância Velha/Portão, Arroio Luiz Rau e Pampa na cidade de Novo Hamburgo e Arroio Schmidt na cidade de Campo Bom, municípios que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos no Estado do Rio Grande do Sul.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os vírus estão dispersos em todos os ecossistemas ambientais de todo o planeta. Estes são responsáveis por diversas doenças que afetam os seres vivos incluindo o ser humano, podemos destacar as gastroenterites como uma das doenças provocadas por estes patógenos. A gastroenterite é um problema que atinge níveis mundiais e é responsável pela morte de aproximadamente 5 a 10 milhões de pessoas ao ano (TORTORA et al., 2000; WHITE & FENNER, 1994). Dentre os diversos vírus gastroentéricos conhecidos, um dos mais importantes é o adenovírus entérico humano (HUTSON et al., 2003; WILHEMI et al., 2003).

Por habitarem o trato intestinal, os agentes etiológicos virais da gastroenterite, são encontrados em grandes concentrações nas fezes dos indivíduos infectados. Nos últimos anos vem sendo relacionado a esses patógenos, uma via de transmissão rápida através das águas destinadas ao consumo, águas de recreação em piscinas, aerossóis ou indiretamente, através da ingestão de alimentos contaminados (JAIKUS et al., 1994; LEES, 2000; CHEESBROUGH, 2000). Estes vírus infectam as microvilosidades do intestino delgado, após ocorre o rompimento das células epiteliais intestinais infectadas, as mesmas são substituídas por células imaturas, sem capacidade absorptiva, levando ao processo diarreico e ao desequilíbrio hidroeletrolítico (KAPIKIAN et al., 2001) . Os vírus gastroentéricos são os principais agentes de gastroenterite aguda, sendo clinicamente mais relevantes os adenovírus, pois são considerados agentes de surtos epidêmicos de gastroenterites (MIDDLETON 1996; DESSELBERGER 2000; WILHEMI et al., 2003; HUTSON et al., 2003; WILHEMI et al., 2003; VAN et al., 1992).

Segundo Filho (2013), as gastroenterites virais são uma patologia extremamente comum, sendo a segunda maior causa infecciosa e a maior causadora de diarreia infecciosa que afetam todas as idades, porém são mais frequentes em crianças e idosos. Nas regiões de clima tropical ocorrem em todos os meses do ano (TAVARES et al., 2005).

Águas de esgoto contaminadas como vírus entéricos representam risco à população, pois estas são lançadas em rios, córregos e até mesmo no mar (PINA et al., 1998). O percentual de vírus entéricos presentes na água pode variar dependendo dos níveis de higiene,

densidade populacional, prevalência de infecções na comunidade local e estação do ano (KOPECKA et al., 1993). No ambiente, estes vírus tem a capacidade de se aderir a partículas sólidas para se proteger contra fatores inativantes do ambiente, permitindo assim sua sobrevivência. Estes vírus possuem certa resistência aos agentes físico-químicos de inativação podendo sobreviver por muito tempo na água do mar (TRABELSI et al., 1995; NICAND, TEYSSOU, BUISSON, 1998). Estes vírus apresentam uma grande variabilidade genética, o que possibilitou a sua classificação em espécies e sorotipos (LEES, 2000).

Foram inicialmente detectados em 1953. O termo adenovírus surgiu do isolamento dos primeiros vírus em adenóides humanas extirpadas (ROWE et al., 1953, FLEWETT et al., 1975). Os adenovírus apresentam estruturas de complexos protéicos que permitem que ocorram duas etapas, a absorção e internalização do vírus na célula hospedeira. Após a entrada da partícula viral para o interior da célula através de receptores específicos inicia-se o processo de infecção. Os adenovírus são partículas icosaédricas, não envelopadas (STEWART et al., 1993). O genoma do adenovírus é uma molécula linear de fita dupla de DNA de 80 a 110 nm de diâmetro, massa molecular de $20-24 \times 10^6$ Da (Dalton), com aproximadamente 36.000 pares de bases (pb) e composição de 47-60% de bases guanina e citosina (HIERHOLZER, 1992).

Após a ingestão dos adenovírus estes em sua grande maioria se multiplicam no epitélio intestinal, muitos podem produzir infecções subclínicas, os sorotipos de adenovírus mais frequentemente associados à gastroenterite são os sorotipos 40 e 41 (BROWN et al., 1996).

METODOLOGIA

Foram realizadas coletas de amostras de água superficial 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 duas coletas (maio/2014 e julho/2014) totalizando 34 amostras. 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. Os genomas virais presentes em ambas amostras foram extraídos através do kit de extração RTP® DNA/RNA Vírus Mini Kit (Stratec). Para a detecção molecular foram realizadas qPCR, para a detecção do HAdV tipos 40 e 41 esta foi

realizada com os primers VTb1-HAdVff (5'-GCCTGGGGAACAAGTTCAGA-3') e VTb1-HAdVfr (5'-GCGTAAAGCGCACTTTGTAAG-3'), segundo WOLF et al. (2010).

RESULTADOS

Através da análise de 34 amostras de águas de diferentes pontos coletadas nos meses de maio e julho de 2014, nos arroios Estância Velha/Portão, Luiz Rau, Pampa e Schmidt que compõem a bacia do Rio dos Sinos no Estado do Rio Grande do Sul obtivemos os seguintes resultados: 44,12% (15/34) do total das amostras deram positivas para adenovírus entérico humano (AdV-40 e 41). Destas foram positivas individualmente por arroio da seguinte forma: Estância Velha/Portão e Pampa 26,67%; Luiz Rau 40% e Schmidt 6,67%.

DISCUSSÃO

Segundo Andreasi (2008) o adenovírus possui 51 sorotipos. Os mais associados a infecções são pertencentes ao sorotipo 40 e 41, segundo estudos realizados, com 416 crianças com até quinze anos de idade com gastroenterite aguda, em cerca de 13,5% dos casos havia a presença de vírus entérico, entre eles os da cepa 40 e 41, demonstrando como principal sintoma diarreia com duração de 8,6 a 12,2 dias (BARRELA, 2008). Na Cidade de São Luis, Estado do Maranhão, em 245 amostras de fezes 3,3% (8/243) apresentaram adenovírus entérico (FERREIRA et al., 2004). Em estudo realizado na Cidade de Belém, Pará, com amostras de 380 crianças com diarreia obteve-se 14 amostras positivas para adenovírus tipo 40/41 (3,7%) (MULLER et al., 2003). Em 1992, Allard et. al, afirmaram que cerca da metade das crianças infectadas por adenovírus menores de 5 anos de idade excretam vírus nas fezes (BARRELA, 2008). Com base nas pesquisas citadas e comparando com os resultados obtidos através deste trabalho podemos perceber a importância de maiores estudos sobre os adenovírus entéricos e suas patologias em seres humanos e em animais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo confirmam a circulação de adenovírus humano presentes nas águas da referida bacia hidrográfica no Estado do Rio Grande do Sul, demonstrando a importância de sua presença como um bioindicador de contaminação fecal e forte potencializador de infecção gastroentérica.

REFERÊNCIAS

- ANDREASI, M. S. A. et al. **Adenovirus, calicivirus and astrovirus detection in fecal samples of hospitalized children with acute gastroenteritis from Campo Grande, MS, Brazil.** 2008. 88 p. Tese de doutorado em Ciências da Saúde – Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- BARRELLA, K. M. **Pesquisa de vírus entéricos humanos em lodos de esgoto originários de duas ETEs do Estado de São Paulo: estabelecimento e avaliação de metodologia para recuperação e detecção viral,** 2008. 59 p. Tese de doutorado em Microbiologia - Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Brown M, Grydsuk JD, Fortsas E, Petric M, 1996. **Structural features unique to enteric adenoviruses.** *Arch Virol Suppl*, 12:301-7.
- CHAPRON, C.; BALLESTER, M.; FONTAINE, L.; FRADES, C.; MARGOLIN, A. – **Detection of astroviruses, enteroviruses, and adenoviruses types 40 and 41 in surface waters collected and evaluated by the information collection rule and na integrated cell culture-nested PCR procedure.** *Appl. Environ. Microbiol.*, 66: 2520-2525, 2000.
- CHEESBROUGH, J. S.; GALLIMORE, C. L.; WRIGHT, P. A.; BROWN, D. W. – **Widespread environmental contamination with Norwal-like viruses (NLV) detected in prolonged hotel outbreak of gastroenteritis.** *Epidemiol. Infect.* 125:93-8, 2000.
- CRABTREE, K.B.; GERBA, C.P.; ROSE, J.P.; HAAS, C.N. – **Waterborne adenovirus: a risk assessment.** *Wat. Sci. Thec.* 35: 11-12, 1997.
- Ferreira LM, Morais MAA, Costa IV, Linhares AC, Gabbay YB, Luz CRN. **Detection of adenovirus type 40/41 in hospitalized children from São Luís, Maranhão.** In: 15th National Meeting of Virology; 2004 Sep 26-29; São Pedro: [s.n]; 2004. p. 67-8. (*Virus Reviews & Research*; vol. 9; Suppl. 1).
- FILHO, H.M.T. **Gastroenterites Infecciosas – Diagnóstico Laboratorial – JBM.** Março/Abril, 2013. Vol. 101. Nº 2.
- Flewett TH, Bryden AS, Davies H, Morris CA, 1975. **Epidemic viral enteritis in a long-stay children's ward.** *Lancet*, 1:4-5.
- Hierholzer J, 1992. **Adenoviruses in the immunocompromised host.** *Clin Microbiol Rev*, 5(3):262-274.
- Hutson AM, Atmar RL, Marcus DM, Estes M, 2003. **Norwalk virus-like particle hemagglutination by binding to H histo-blood group antigens.** *J Virol*, 77: 405-15.
- JAYKUS, L.; DE LEON, R.; SONSEY, M. D. - **A virion concentration method for detection of human enteric viruses in oysters by PCR and oligoprobe hybridization.** *Appl. Environ. Microbiol.*, 62 (6): 2074-2080, 1996.

Kapikian AZ, Hoshino Y, Chanock RM, 2001. Rotaviruses. In: Knipe DM, Howley PM, Griffin DE, Lamb RA, Martin MA, Roizman B, Straus SE, **Virology**, 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, p. 1787-1833.

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.

LEES, D. N.- **Viruses and bivalve shellfish** - Intern. J. of Food Microb., 59: 81-116, 2000.

MULLER, E. C. A.; MORAIS, M. A. A.; GABBAY, Y. B.; LINHARES, A. da C., **Ocorrência de adenovírus em crianças com gastroenterite aguda na Cidade de Belém, Pará, Brasil**. 2003, Artigo Original, doi: 10.5123/S2176-62232010000300007.

NICAND, E.; TEYSSOU, R.; BUISSON, Y. - **Le risque fécal virale**. Virology, 2: 103-116, 1998.

PUIG, N.; LUCENA, F.; JOFRE, J.; GIRONES, R.; ALLARD, A.; WADELL, G. – **Detection of adenoviruses and enteroviruses in polluted waters by nested-PCR amplification**. Appl. Environ. Microbiol., 60: 2963-2970, 1994.

Rowe W.R.; Huerbner R.J.; Gilmore, L.K.; Parrot R.H. & Ward T.G, 1953. **Isolation of a cytopathogenic agent from human adenoids undergoing spontaneous degeneration in tissue culture**. Proc. Soc. exp. Biol. (N.Y.), 84: 570-573.

Stewart PL, Fuller SD, Burnet RM, 1993. **Difference imaging of adenovirus: bridging the resolution gap between x-ray crystallography and electron microscopy**. Embo J, 12:2589-2599.

TAVARES, T. M. et al. **Vírus entéricos veiculados por água: aspectos microbiológicos e de controle de qualidade da água**. Revista de Patologia Tropical, v. 34, n. 2, p. 85-104, mai.-ago., 2005.

TORTORA, G.J.; FUNK, B.R.; CASE, C.L.; CASOLI, K. – **Doenças microbianas do sistema digestório**. In: Microbiologia, Porto Alegre: artes Médicas Sul, 2000. p. 659-685.

TRABELSI, A.; GRATTARD, F.; NEJMEDDINE, M.; BOURLET, T.; POZZETO, B. – **Evaluation of an enterovirus group-specific anti-VP1 monoclonal antibody, 5-D8/1, in comparison with neutralization and PCR for rapid identification of enteroviruses in cell-culture**. J. Clin. Microbiol., 33 (9): 2454-2457, 1995.

Van R, Wun CC, Oryan ML, Matson DO, Jackson L Pickering LK, 1992. **Outbreaks of human enteric adenovirus, types 40 and 41 in Houston day care centers**.

WHITE, D.O.; FENNER, F.J. – **Viral Syndromes. In: Medical Virology**, San Diego: Academic Press, 1994. p. 569.

Wilhelmi I, Roman E, Sanchez-Fauquier A, 2003. **Viruses causing gastroenteritis**. Clin Microbiol Infect, 9: 247-262.

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.

DETECÇÃO DE ADENOVÍRUS HUMANO EM AMOSTRAS DE ÁGUA DECANTADA E FILTRADA EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO CONVENCIONAL

Larissa Ferreira de Jesus; Tatiana Moraes da Silva Heck¹

Viviane Girardi²

Rodrigo Staggemeier³

Fágner Henrique Heldt⁴

Luana Ruskowski; Iuri Dias Manfro; Meriane Demoliner; Mayra Cristina Soliman⁵

Caroline Rigotto⁶

Carlos Augusto do Nascimento⁷

Fernando Rosado Spilki⁸

Palavras-chave: Adenovírus. qPCR. Tratamento de água.

INTRODUÇÃO

A contaminação dos recursos hídricos e o aumento dos vetores de doenças de veiculação hídrica estão diretamente relacionados com o saneamento básico e a condições inadequadas de tratamento de água (TUNDISI, 2006).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Numerosos microrganismos patogênicos como bactérias, vírus, fungos e helmintos são de grande preocupação no tratamento de água. Bactérias e vírus patogênicos podem estar presentes em concentrações tão elevadas quanto 10^6 e 10^{10} por grama de peso úmido de fezes, respectivamente (GERARDI E ZIMMERMAN, 2005; KOKKINOS et al., 2011). O

¹ Bacharéis em Biomedicina e Mestradas em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale.

² Mestre em Biotecnologia, bacharel em Biologia e Doutoranda em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale.

³ Mestre em Qualidade Ambiental, bacharel em Biomedicina e Doutorando em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale.

⁴ Bacharel em Biologia, Mestrando em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale.

⁵ Acadêmicos do curso de Biomedicina da Universidade Feevale.

⁶ Doutora e Mestre em Biotecnologia, bacharel em Biologia e pós-doutoranda na Universidade Feevale.

⁷ Doutor em Qualidade Ambiental, Mestre em Gestão Tecnológica, bacharelado em Engenharia Industrial Química e professor na Universidade Feevale.

⁸ Doutor em Genética e Biologia Molecular, Mestre em Ciências Veterinárias, bacharel em Medicina Veterinária e professor na Universidade Feevale.

Adenovírus Humano (HAdV) é o vírus mais frequentemente detectado em amostras ambientais, o que pode ser devido a sua elevada resistência às condições físicas e químicas adversas no ambiente e à elevada frequência de infecções assintomáticas em seres humanos (VETTER *et al.*, 2015; QI *et al.*, 2009; SAUERBREI E WUTZLER, 2009; de ABREU CORREA *et al.*, 2012).

Ultimamente, tem se questionado se os processos de tratamento de água convencionais são capazes de remover de forma adequada e simultaneamente os contaminantes microbianos e químicos (BARTRAND *et al.*, 2007; SHI *et al.*, 2012). A compreensão das associações entre fatores climáticos e a eliminação de patógenos nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) pode ser muito importante na definição das intervenções e estratégias necessárias para proteger a saúde pública (LUCAS *et al.*, 2014; CARDUCCI e VERANI, 2013; PLÓSZ *et al.*, 2009).

METODOLOGIA

O objetivo desse trabalho foi a detecção e quantificação viral de HAdV, nas etapas intermediárias do tratamento de água, em amostras de água decantada e filtrada.

22 amostras de água decantada foram coletadas na calha de escoamento para os filtros e 21 amostras de água filtrada foram coletadas na derivação da canalização de transporte para o processo de filtração, totalizando 43 amostras. As coletas ocorreram mensalmente, no período de Junho de 2011 a Maio de 2012, nas ETAs dos municípios de Esteio e Nova Santa Rita, da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, em garrafas estéreis segundo metodologia padrão (CETESB, 1987). Foi utilizado um método de concentração por adsorção/eluição (KATAYAMA *et al.*, 2002). Foi realizada a extração do genoma viral com um Kit comercial (Stratec), seguido pela reação em cadeia da polimerase em tempo real (qPCR), utilizando o kit Platinum Sybr® Green qPCR SuperMix-UDG (Invitrogen, California, USA), com oligonucleotídeos iniciadores específicos para amplificação do gene hexon de HAdV.

RESULTADOS

23% (10/43) mostraram-se positivas para HAdV, sendo 14% (3/22) de amostras decantadas positivas e 38% (8/21) de amostras filtradas positivas conforme se observa no Gráfico 1.

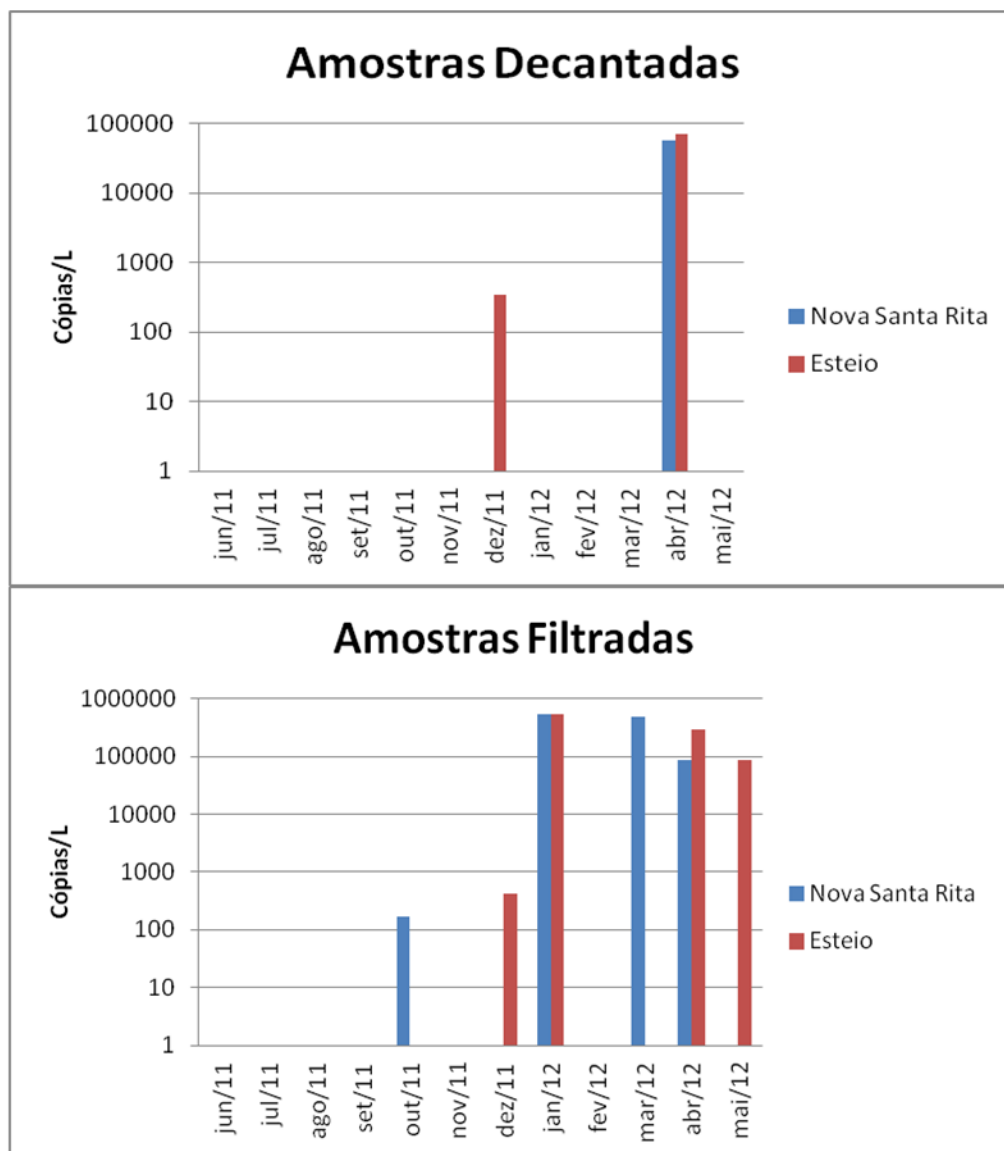


Gráfico 1 - Relação das amostras decantadas e filtradas ao longo do período estudado

DISCUSSÃO

Foi observado um aumento de positividade, principalmente, no verão e no início do outono. Observou-se um pico nas amostras positivas em abril de 2012.

Foi observada uma variação do número de cópias/ L de $1,71 \text{ E}+02$ (amostra filtrada de Nova Santa Rita em Outubro de 2011) a $5,42 \text{ E}+05$ (amostra filtrada de Esteio em Janeiro de 2012). É interessante notar que as taxas de detecção foram mais baixas na águas decantadas do que nas água filtradas, o que poderia ser explicado pela possível associação do vírus ao sedimento de decantação, que não foi analisado (SILVA et al., 2015; STAGGEMEIER et al., 2015). Com o revolvimento de parte das partículas na continuidade do processo de tratamento, parte das partículas virais devem retornar ao sobrenadante. Um estudo que avaliou águas filtradas por Carbono Ativado Granular (GAC) demonstrou a redução de 2logs

da concentração de vírus no sistema de tratamento de água quando comparado às águas brutas do rio. O estudo, ainda, destaca a positividade de 100% de HAdV nas amostras filtradas por GAC (ALBINAMA-GIMENEZ et al., 2006). Um outro estudo avaliou três sistemas de tratamento para remoção de vírus e demonstra a presença de HAdV em diferentes etapas do tratamento (água bruta, água filtrada por GAC, água filtrada por filtros de areia, água decantada, água tratada) (ALBINAMA-GIMENEZ et al., 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos que visem a compreensão do mecanismo de remoção de vírus durante o tratamento são importantes uma vez que esse mecanismo ainda é desconhecido (MAYNARD et al., 1999) e normalmente ineficaz (PRADO E MIAGOSTOVICH, 2014) e a sua compreensão podem auxiliar na adoção de estratégias que visem a proteção da saúde pública.

REFERÊNCIAS

de ABREU CORREA A, CARRATALA A, BARARDI CR, CALVO M, GIRONES R, BOFILL-MAS S. **Comparative inactivation of murine norovirus, human adenovirus and human JC polyomavirus by chlorine in seawater.** Applied and Environmental Microbiology 78: 6450-6457, 2012.

ALBINANA-GIMENEZ N, CLEMENTE-CASARES P, BOFILL-MAS S, HUNDESA A, RIBAS F, GIRONES R. **Distribution of human polyomaviruses, adenoviruses, and hepatitis e virus in the environment and in a drinking-water treatment plant.** Environmental Science & Technology 40: 7416-7422, 2006.

ALBINANA-GIMENEZ N, MIAGOSTOVICH M.P, CALGUA B, HUGUET JM, MATIA L, GIRONES R. **Analysis of adenoviruses and polyomaviruses quantified by qPCR as indicators of water quality in source and drinking-water treatment plants.** Water Research. 43: 2011-2019, 2009.

BARTRAND TA, WEIR M, HAAS CN. **Advancing the quality of drinking water: expert workshop to formulate a research agenda.** Environmental Engineering Science 24: 863-872, 2007.

CARDUCCI A, VERANI M. **Effects of bacterial, chemical, physical and meteorological variables on virus removal by a wastewater treatment plant.** Food and Environmental Virology, 5: 69-76, 2013.

CETESB. **Guide collection and preservation of water samples**, 1st edn. Society of Environmental Sanitation Technology, São Paulo, 155 pp, 1987.

GERARDI HM, ZIMMERMAN MC. **Wastewater pathogens.** Willey- Interscience, Wiley, New Jersey, 3-6, 2005.

KATAYAMA H, SHIMASAKI A, OHGAKI S (2002) **Development of a virus concentration method and its application to detection of enterovirus and Norwalk virus from coastal seawater.** Applied and Environmental Microbiology 68:1033–1039, 2002.

KOKKINOS P, ZIROS P, MERI D, FILIPPIDOU S, KOLLA S, GALANIS A, VANTARAKIS A. **Environmental surveillance. An additional/alternative approach for virological surveillance in Greece?.** International Journal of Environmental Research and Public Health, 8: 1914-1922, 2011.

LUCAS FS, THERIAL C, GONÇALVES A, SERVAIS P, ROCHER V, MOUCHEL JM. **Variation of raw wastewater microbiological quality in dry and wet weather conditions.** Environmental Science and Pollution Research, 21: 5318-5328, 2014.

MAYNARD HE, OUKI SK, WILLIAMS SC. **Tertiary lagoons: a review of removal mechanisms and performance.** Water Research 33:1-13, 1999.

PRADO T e MIAGOSTOVICH MP. **Virologia ambiental e saneamento no Brasil: uma revisão narrativa.** Caderno de Saúde Pública 30: 1367-1378, 2014.

PLÓSZ BG, LILTVED H, RATNAWEERA H. **Climate change impacts on activated sludge wastewater treatment plant: a case of study from Norway.** Water Science Technology, 60: 533-541, 2009.

QI HM, JIN Y, DUAN ZJ, YE XH, CHENG WX, ZHU L. **Molecular epidemiology of human adenovirus diarrhea infants and young children in Lanzhou from July to June 2008.** Chinese Journal of Pediatrics 47: 922-925, 2009.

SAUERBREI A e WUTZLER P. **Testing thermal resistance of adenoviruses.** Archives of Virology 154:115-119, 2009.

SHI C, WEI J, JIN Y, KNIEL KE, CHIU PC. **Removal of viruses and bacteriophages from drinking water using zero-valent iron.** Separation and Purification Technology 84: 72-78, 2012.

SILVA HG, PESSOA-de-SOUZA MA, FONGARO G, ANUNCIACÃO CE, SILVEIRA-LACERDA EP, BARARDI CRM, GARCIA-ZAPATA MTA. **Behaviour and recovery of human adenovirus from tropical sediment under simulated conditions.** Science of the Total Environment 530-531:314-322, 2015.

STAGGEMEIER R, BORTOLUZZI M, HECK TMS, LUZ RB, FABRES RB, SOLIMAN MC, RIGOTTO C, BALDASSO NA, SPILKI FR, ALMEIDA SEM. **Animal and human enteric viruses in water and sediment samples from dairy farms.** Agricultural Water Management, 152: 135-141, 2015.

TUNDISI JG. **Novas perspectivas para a gestão dos recursos hídricos.** Revista USP, São Paulo 70: 24-35, 2006.

VETTER MR, STAGGEMEIER R, VECCHIA AD, RIGOTTO C, HENZEL A, SPILKI FR.
Seasonal variation on the presence of adenoviruses in stools from non-diarrheic patients.
Brazilian Journal of Microbiology *In press*, 2015.

DIMINUIÇÃO DA ATIVIDADE DE ENZIMAS TIÓLICAS EM TRABALHADORES EXPOSTOS AO CROMO HEXAVALENTE

Anelise Teresinha Pressotto; Aline Belem Machado, Thereza Luciano Trombini, Larissa Machado Lacerda; Evandro Oliveira; Carlos Eduardo da Silva Vieira¹
Juliana Foresti Caprara; Cristina Deuner Muller; Claudia Regina Klauck; Luciano Basso da Silva²
Gabriela Goethel; Solange Cristina Garcia³
Adriana Gioda⁴
Luciane Rosa Feksa^{1,2,3}

Palavras-chave: Cromo hexavalente. Enzimas tiólicas. Água. Genotoxicidade. Carcinogênese.

INTRODUÇÃO

O aumento descontrolado da industrialização vem causando crescente contaminação do meio ambiente com substâncias conhecidas por causarem danos à saúde do ser humano. Muitos destes processos são responsáveis pela exposição direta do homem, principalmente trabalhadores, e do ambiente a metais tóxicos. 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.

O presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos tóxicos do Cr (VI) através da análise sobre a atividade das enzimas piruvatoquinase (PK), creatinoquinase (CK), adenilatoquinase (AK) e δ -aminolevulínico desidratase (ALAD) em eritrócitos de indivíduos expostos a este metal no seu ambiente de trabalho, assim como seu impacto na água no local da exposição.

¹ Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Feevale.

² Instituto de Ciências da Saúde, Pós-Graduação Qualidade Ambiental, Universidade Feevale.

³ Laboratório de Análises Toxicológicas (LATOX), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

⁴ Departamento de química, Laboratório de ICP-MS e ICP-OES, PUC- RJ.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O cromo (Cr) é um metal de transição que possui dois principais estados de valência: cromo trivalente [Cr (III)] e cromo hexavalente [Cr (VI)], dos quais são os mais importantes do ponto de vista biológico e industrial, respectivamente (LOPEZ-LUNA et al., 2009; PAPASSIOPI et al., 2014). A forma biologicamente ativa do Cr é o Cr (III), obtido da dieta natural e que promove a ação da insulina nos tecidos do corpo, essencial para o metabolismo dos açúcares, proteínas e gorduras (ANDERSON, 2003; NIH, 2007).

Neste estado, não está classificado quanto à sua carcinogenicidade em humanos (ANDERSON, 2000). Em contrapartida, o Cr (VI) é um contaminante industrial tóxico para os seres humanos e outros animais que pode levar a danos em órgãos vitais, tais como fígado, pulmões e rins (IARC, 1990). 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 piruvatoquinase citosólica quando exposta ao Cr (III) e 65% quando exposta ao Cr (VI) (CHÁVEZ et al., 2010).

A delta-aminolevulinato desidratase (ALAD) é a enzima mais sensível na via do heme no eritrócito, catalisando a formação de porfobilinogênio a partir de duas moléculas de ALA (AKAGI et al., 2006). A ALAD é zinco-dependente e grupos tiólicos são essenciais para sua atividade (BERNARD & LAUWERYS, 1987). 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), creatinaquinase (CK) e adenilatoquinase (AK), possuem um importante papel no metabolismo energético celular e portanto, avaliar a regulação da atividade dessas enzimas, é de grande importância para o metabolismo geral da célula. Dentro das células, o Cr (VI) é reduzido a Cr (III), ocasionando estresse oxidativo (CERVANTES et al., 2001; ROCCHETTA et al., 2006). As espécies reativas de oxigênio (ROS) contribuem para a citotoxicidade, genotoxicidade e carcinogenicidade através de uma cascata de eventos celulares e danos teciduais oxidativos tais como apoptose, mutações no DNA, dano cromossômico e oxidação de grupos tiólicos de enzimas (CHÁVEZ et al., 2010; SHRIVASTAVA et al., 2002; FANG et al., 2014). Este processo de estresse oxidativo também está estreitamente relacionado às concentrações de glutathiona (GSH), um grande antioxidante que age como um importante defensor do organismo contra espécies reativas de

oxigênio, sendo necessário para prevenir oxidação de proteínas (JOMOVA; VALKO, 2011).

Os países em desenvolvimento vêm apresentando um aumento de fontes poluidoras da água, solo e ar, sendo que se atribui à poluição da água a 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) de uma empresa de cromagem e 50 do grupo não exposto (NE) de uma rede bancária. 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 Dezza (1999) e para ALAD foi utilizado o método de Sassa modificado (1982). Os níveis de glutatona reduzida em eritrócitos foram determinados por espectrofotometria a 412 nm, tal como descrito por Ellman (1959).

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 NE foi de $1,73 \mu\text{g/L} \pm 0,16$ e no grupo E foi de $2,02 \mu\text{g/L} \pm 0,20$ ($p < 0,0001$). Sobre a PK, o grupo E obteve atividade de $8,89 \pm 2,40$, enquanto que a do grupo NE foi de $14,13 \pm 3,65 \mu\text{mol}$ de piruvato/min/mg proteína ($p < 0,0001$). Para a CK, o grupo E obteve atividade de $0,28 \pm 0,20$ e para o grupo NE $0,54 \pm 0,30 \mu\text{mol}$ de creatina/min/mg proteína ($p < 0,0001$). O grupo E da AK apresentou $59,40 \pm 6,57$, já o grupo NE $212,81 \pm 17,35 \text{ ATP/min/mg}$ proteína ($p < 0,0001$). Os valores para a ALAD foram, para o grupo E de $26,04 \pm 7,39$ e para o grupo NE $37,23 \pm 4,02 \text{ nmol}$ de porfobilinogênio/h/mg de hemoglobina ($p < 0,0001$). A determinação de GSH mostrou uma concentração de $80,90 \pm 23,43$ e $46,70 \pm 8,35 \mu\text{mol / mL}$ de eritrócitos no grupo E e NE, respectivamente ($p < 0,0001$).

A análise da água pela *Allium cepa* não houve 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 metal em questão 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). Como é sabido, algumas enzimas contendo grupos tióis podem ter suas atividades, em eritrócitos, alteradas pelo intercâmbio tiol/dissulfeto entre os grupos sulfidrila e dissulfetos de proteínas (GILBERT, 1984), assim, o Cr em contato com enzimas que possuem grupos tiólicos, como a PK, CK, AK e 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). Os trabalhadores expostos ao Cr apresentaram um aumento de níveis de GSH. Estes dados podem ser relacionados com o processo de estresse oxidativo, uma vez que a exposição de elementos perigosos pode induzir um desequilíbrio entre a eficácia da atividade antioxidante e geração de espécies reativas de oxigênio. Neste contexto, o aumento dos níveis de GSH no grupo exposto pode ser interpretado como um efeito de compensação, na tentativa do organismo para restabelecer a proteção antioxidante (BRUCKER et al., 2013). Nossos dados sugerem que a exposição ambiental na indústria ao cromo hexavalente pode estar atingindo os trabalhadores e o meio hídrico parece não ser o causador da toxicidade do metal nos indivíduos que trabalham nestas empresas. A análise realizada através do teste de *Allium cepa* tem uma boa sensibilidade na detecção a agentes químicos ambientais (LEME; MARIN-MORALES, 2008) e 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 entre cromo (VI) e a atividade das enzimas estudadas, mostrando que o cromo (VI) diminui a atividade destas enzimas. Através deste estudo dos mecanismos de toxicidade causado pelo cromo (VI) sobre a atividade das enzimas no eritrócito de indivíduos expostos ao metal, podemos contribuir para o entendimento de alguns sintomas causados por este metal. Apesar disto, mais estudos são necessários para elucidar a toxicidade causada pelo cromo hexavalente.

REFERÊNCIAS

- 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 Metab.**, v. 26, p. 22 - 27, 2000.
- ANDERSON, A. R. Chromium and insulin resistance. **Nutrition Research Reviews**, v. 16, p. 267 - 275, 2003.
- 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 maio de 2015.
- 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.
- BRUCKER, N. et al. Biomarkers of occupational exposure to air pollution, inflammation and oxidative damage in taxi drivers. **Science of the Total Environment**, v. 464-464, p. 884 – 893, 2013.
- CERVANTES, C. et al. Interactions of chromium with microorganisms and plants. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 25, p. 335–347, 2001.
- 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.
- DZEJA P. P. et al. Adenylate Kinase–Catalyzed Phosphotransfer in the Myocardium: Increased Contribution in Heart Failure. **Circ. Res.**, v. 84, p. 1137 - 1143, 1999.
- FANG, Z. et al. Genotoxicity of tri- and hexavalent chromium compounds in vivo and their modes of action on DNA damage in vitro. **PloS One**, v. 9(8), e103194, 2014.

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.

GILBERT, H. F. Redox control of enzyme activities by thiol/disulfide exchange. **Methods in Enzymology**, v. 107, p. 330 - 351, 1984.

GREENWOOD, N. N.; EARNSHAW, A. Chemistry of the Elements, 2^a 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.

IARC - International Agency for Research on Cancer. Chromium, nickel and welding. **In IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans**, v. 49, p. 49 - 256, 1990.

JOMOVA, K.; VALKO, M. Advances in metal-induced oxidative stress and human disease. **Toxicology**, v. 283, p. 65 - 87, 2011.

LEME, D. M.; MARIN-MORALES, M. A. Allium cepa test in environmental monitoring: a review on its application. **Mutat. Res.** v. 682, p. 71 - 81, 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.

LOPEZ-LUNA, J. et al. Toxicity assessment of soil amended with tannery sludge, trivalent chromium and hexavalent chromium, using wheat, oat and sorghum plants. **J. Hazard. Mater.** v. 163, p. 829 - 834, 2009.

NIH - National Institutes of Health. (2007) Dietary Supplement Fact Sheet: Chromium. Office of Dietary Supplements, NIH Clinical Center, **National Institutes of Health, Bethesda, MD**. Disponível em: < <http://ods.od.nih.gov/factsheets/Chromium-HealthProfessional/> > Acesso em: 30 de maio de 2015.

NUNES-TAVARES, N. et al. Toxicity induced by Hg²⁺ 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.

PAPASSIOPI, N. et al. Synthesis, characterization and stability of Cr (III) and Fe (III) hydroxides. **Journal of Hazard Materials**, v. 264, p. 490 - 497, 2014.

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.

ROCCHETTA, I. et al. Effect of chromium on the fatty acid composition of two strains of *Euglena gracilis*. **Environmental Pollution**, v. 141, p. 353–358, 2006.

SASSA, S. Delta-aminolevulinic acid dehydratase assay. **Enzyme**, v. 28, p. 133 – 145, 1982.

SHRIVASTAVA, R. et al. Effects of chromium on the immune system. **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, v. 34, p. 1 - 7, 2002.

VALLE, B. L.; ULMER, D. D. Biochemical effects of mercury, cadmium and lead. **Annual Review of Biochemistry**, v. 41, p. 91-128, 1972.

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.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA PARA IMPLANTAÇÃO DA NBR ISO 14001/2004

Margane da Silva¹

Danielle Paula Martins²

Palavras-chave: NBR ISO 14001/2004. Educação ambiental. Pegada ecológica. Sistema de gestão ambiental.

INTRODUÇÃO

Um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) bem implementado pode contribuir com as empresas na busca pelo desenvolvimento sustentável, e a sua certificação na NBR ISO 14001/2004 resultar em diferencial competitivo. Neste contexto, a educação ambiental pode ser uma excelente ferramenta tanto na implantação do SGA, na certificação e principalmente na sua manutenção. Este trabalho visa mostrar o estudo de caso do programa de educação ambiental de uma indústria *pet food* do RS, com foco para a pesquisa-ação realizada através da aplicação do teste da pegada ecológica.

Os objetivos deste trabalho são, contribuir com as discussões acerca da educação ambiental em ambiente empresarial visando a certificação do SGA na NBR ISO 14001/2004 e: conceituar a educação ambiental e o sistema de gestão ambiental à luz da NBR ISO 14001/2004, como ferramentas para gestão ambiental empresarial; analisar o estudo de caso do programa de educação ambiental desta empresa; equiparar as ações de educação ambiental da empresa com os requisitos sugeridos pela certificação NBR ISO 14001/2004; conhecer a pegada ecológica dos colaboradores desta empresa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A educação ambiental é definida como um conjunto de processos a partir dos quais os indivíduos e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências (art. 1º da Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA, Lei nº 9795/99).

¹ Pós-graduada em Sistemas de Gestão Integrada, ênfase em meio ambiente e responsabilidade social (FEEVALE, 2015) e em Gestão Ambiental (UNIASSELVI, 2012), bióloga (ULBRA, 2008).

² Mestre em Geografia e Tecnóloga em Meio Ambiente. Educadora ambiental. Professora e coordenadora do curso de Especialização em Sistema de Gestão Integrada na FEEVALE.

A educação ambiental extrapola o treinamento quando construída para reflexão e consciência crítica e o trabalhador, na sua diversidade social, profissional, econômica, política, inserido em diferentes contextos geográficos e históricos, tem ciência da relação entre produção e meio ambiente (GIESTA, 2013).

Um programa de educação ambiental pode melhorar a comunicação, resgatar valores ambientais, sensibilizar, motivar e facilitar a gestão ambiental da empresa (JUNIOR & DEMAJAROVIC, 2006). A gestão ambiental é o gerenciamento dos processos de produção de bens e serviços para preservar os recursos naturais, a integridade física e emocional das pessoas e reduzir perdas de materiais e recursos (SELL, 2006).

A Educação Ambiental é parte muito importante do processo de implantação e de manutenção da certificação NBR ISO 14001/2004. Conforme Abreu (2000), com um programa de educação ambiental muda-se a postura das pessoas, através da sensibilização e do sentimento de pertencimento e responsabilidade.

Neste contexto é importante considerar hábitos e costumes dos colaboradores, dados estes que a pegada ecológica (PE) pode fornecer. Este indicador estabelece o impacto dos indivíduos, processos, atividades ou região sobre as áreas de terras produtivas necessárias para produzir recursos e assimilar os resíduos produzidos (PEREIRA & RODRIGUEZ, 2008). Maduro-Abreu *et al* (2009) verificou o grau de relação do indicador com outras variáveis socioeconômicas, onde destacou-se a renda *per capita*, que representou 74% da variação, ou seja, quanto maior a renda, maior o consumo.

METODOLOGIA

As metodologias utilizadas para o alcance dos objetivos desta investigação foram: levantamento bibliográfico, onde foram feitas leituras de artigos e livros pertinentes e um diagnóstico na empresa; estudo de caso do programa de educação ambiental através da vivência do projeto e; pesquisa-ação para identificação da pegada ecológica dos colaboradores da empresa com aplicação do teste sob duas formas: envio de um e-mail com link para a pesquisa e disponibilização de um computador na sala de descanso e disponibilização de formulário impresso.

RESULTADOS

A área de meio ambiente da empresa implantou o Comitê de Meio Ambiente, com intuito de trabalhar a educação ambiental, visando à implantação da NBR ISO 14001/2004. O Comitê estruturou o programa, baseado nos requisitos da norma, e definiu três projetos:

Educação para o Meio Ambiente - projeto que trabalha a educação dos colaboradores para a preservação do Meio Ambiente; Datas Verdes - desenvolve atividades nas datas comemorativas e Projeto Consumo Consciente - visa despertar os colaboradores para a redução do consumo. Cada projeto tem um coordenador e um plano de trabalho.

Na pesquisa-ação, aplicou-se o teste da pegada ecológica individual da Revista Exame (2012), disponível eletronicamente. Dos 300 funcionários selecionados, 25% responderam a pesquisa, conforme resultados no gráfico abaixo.

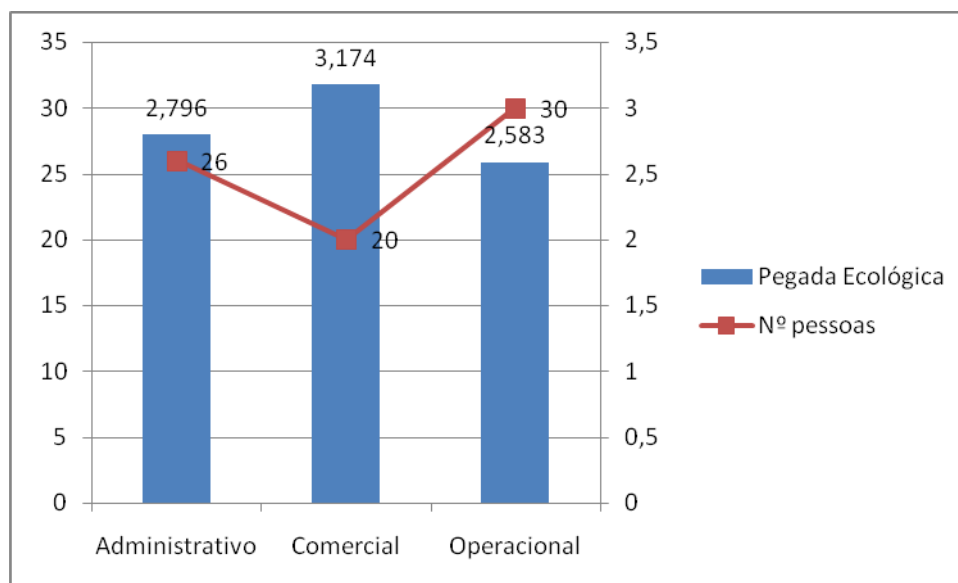


Figura 1 - gráfico da média da PE por setor da empresa

DISCUSSÃO

Dos dez itens da NBR ISO 14001/2004, possíveis de serem abordados num programa de educação ambiental, o programa desta empresa está atendendo sete. No período de um ano o comitê conseguiu estruturar um programa diversificado, que embasasse o sistema de gestão ambiental e preparasse para a certificação na NBR ISO 14001/2004.

Nos resultados do teste da pegada ecológica observou-se uma pegada maior no setor comercial (administrativo e vendedores): neste grupo ocorre uso de veículo para trabalho, percorrem vários quilômetros por dia, maior poder aquisitivo que também possibilita outros consumos. A área administrativa (expedição, manutenção, qualidade, segurança, meio ambiente, contabilidade, suprimentos) ficou com a segunda maior média: constatou-se um maior grau de instrução, maior poder aquisitivo que possibilita uso de carro para trabalhar, maior consumo de carne, realização de viagens, grande parte reside em apartamento e conseqüentemente não faz compostagem. A menor média é do setor operacional (produção,

manutenção e expedição): menor grau de instrução, menor poder aquisitivo, meios de transportes ao trabalho são a bicicleta, a pé ou transporte público, grande parte mora perto da empresa, cultura alemã com cultivo de pomar e horta e realização de compostagem. Pode-se observar forte relação dos aspectos socioeconômicos com os resultados, com destaque para poder aquisitivo, corroborando o que Maduro-Abreu *et al* (2009) encontrou na sua pesquisa, onde 74% do indicador dependia da renda.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação ambiental, alinhada a um bom sistema de gestão ambiental, pode ser excelente ferramenta para facilitar a certificação na NBR ISO 14001/2004, precedendo e permeando o sistema. No estudo de caso constatou-se a possibilidade de utilizar como referência os requisitos da NBR ISO 14001/2004 para montar um programa de educação ambiental empresarial que vai além dos treinamentos, contribuindo para a formação da consciência ecológica dos colaboradores. Destaca-se neste programa a criação do Comitê e a descentralização da questão ambiental, o que mobilizou mais as pessoas, ajudou na questão “pertencimento”, facilitando a implantação do projeto. Já a pesquisa da pegada ecológica dos colaboradores resultou em informações de acordo com a realidade, contexto histórico, cultural, econômico e geográfico dos funcionários que possibilitarão desenvolver novas atividades e avançar no Projeto Consumo Consciente.

O presente artigo pode contribuir para a educação ambiental empresarial e servir como base de consulta para empresas que desejam implantar um sistema de gestão ambiental baseado na NBR ISO 14001/2004. Recomenda-se fazer o levantamento de aspectos e impactos ambientais e das legislações ambientais pertinentes para aperfeiçoar a gestão ambiental da empresa, bem como realizar a pegada ecológica corporativa para subsidiar a educação ambiental e os objetivos, metas e programas da empresa, em busca da melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

ABREU, Dora. **Sem ela, nada feito: Educação Ambiental e a ISO 14001**. Salvador, BA: Casa da Qualidade, 2000.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR ISO 14001: Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientação para uso**. 2ª edição. Rio de Janeiro, 2004;

BRASIL. **Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a EA, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, 28 abr. 1999.

GIESTA, Lilian C. **Educação ambiental e gestão ambiental no ativo Mossoró da Unidade RN/CE da Petrobrás**. Revista Eletrônica de Administração – Edição 75, nº 2, p.453-484. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2013. Disponível em: www.seer.ufrgs.br. Acesso em 20 abr.

JUNIOR, Alcir V., DEMAJOROVIC Jacques (org). **Modelos e Ferramentas de Gestão Ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. 2ª ed. São Paulo: Editora SENAC, 2006.

MADURO-ABREU, Alexandre, NASCIMENTO, Daniel T., MACHADO, Luciana O. R., COSTA, Helena A. **Os limites da pegada ecológica**. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, n.19, pag. 73-87. Paraná: Editora UFPR, 2009. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/made/article/view/12847/10886>. Acesso: 20 abr. 2015.

PEREIRA, Lucas G., RODRIGUEZ, Enrique O. **Síntese dos métodos de pegada ecológica e análise emergética para diagnóstico da sustentabilidade de países**. UNICAMP, 2008. Disponível em: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/Tese-LucasPereira>. Acesso em 18 mar. 2015.

SELL, Ingeborg. **Guia de implementação e operação de sistemas de gestão ambiental**. Blumenau, SC: Edifurb, 2006.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PERMACULTURA¹

Darlan Daniel Alves²

Caio Floriano dos Santos³

Palavras-chave: Meio ambiente. Educação Ambiental (EA). Permacultura. Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento tem sido amplamente questionado por ter seus alicerces fundamentados no consumo excessivo dos recursos naturais, resultando em uma distribuição não equitativa dos benefícios obtidos e pelos impactos negativos gerados. Neste contexto, o principal objetivo desta pesquisa-ação foi o despertar do pensamento de indivíduos pré-adolescentes para a importância de suas ações no desenvolvimento de uma sociedade mais justa, por meio da construção de novas referências identitárias, tendo como norteador desse processo os princípios éticos da Permacultura.

O texto a seguir ressalta a importância da Educação Ambiental (EA) e da filosofia de vida da Permacultura na construção dos saberes necessários na formação de cidadãos conscientes em relação ao seu papel frente às questões ambientais e relata a atividade de construção de um canteiro comunitário, parte da pesquisa em EA realizada entre em 6 de setembro e 22 de dezembro de 2014, com um grupo de alunos pré-adolescentes, junto ao Departamento de Assistência e Promoção Social Espírita (DAPSE), coordenado pelo Núcleo Espírita Ciranda de Luz, em Sapiranga/RS. O texto finaliza apresentando resultados encontrados no desenvolvimento da pesquisa e considerações acerca do trabalho realizado.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A reformulação do comportamento humano pressupõe educação, no sentido de conhecimento, mas também EA, no sentido de conscientização aliada ao conhecimento. Segundo Lucie Sauvé (2005, p. 317),

¹ Resumo resultante de Projeto de Ação do Curso de Educação Ambiental Lato Sensu (UAB/FURG).

² Mestre em Qualidade Ambiental (Feevale), Especialista em Educação Ambiental (FURG) e Tecnólogo em Gestão Ambiental (Feevale). Bolsista de doutorado em Qualidade Ambiental (Feevale).

³ Mestre em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Sócio Ambiental (UDESC) e Oceanógrafo (UNIVALI). Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental na Universidade Federal do Rio Grande (PPGEA/FURG) onde é bolsista FAPERGS/CAPES.

trata-se de uma dimensão essencial da educação fundamental que diz respeito a uma esfera de interações que está na base do desenvolvimento pessoal e social: a da relação com o meio em que vivemos, com essa “casa de vida” compartilhada.

A EA está inserida neste contexto, em um momento de expansão dos conceitos de meio ambiente, que passam a designar, além das significações científicas, uma agenda de lutas sociais em busca da autonomia, composta de valores críticos do modo de vida dominante (CARVALHO, 2002), caracterizada pela aderência a princípios de reequilíbrio, estabelecendo-se como um processo de desenvolvimento de abordagens colaborativas e críticas da realidade e a compreensão autônoma dos problemas ambientais locais e globais.

A Permacultura, segundo uma definição atual, abrange a concepção de cenários conscientemente planejados, que imitam os padrões e relações encontrados na natureza, ao mesmo tempo em que produzam alimentos e energia em abundância, para provimento das necessidades locais (HOLMGREN, 2013). Portanto, a construção de sistemas permaculturais demanda o conhecimento e a compreensão dos mecanismos atuantes na natureza, conduzindo a mudanças comportamentais, fundamentais em um sistema efetivamente sustentável.

METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa predominantemente empregada foi a pesquisa-ação. Neste processo, ocorre uma interação ampla e explícita entre o pesquisador e os participantes envolvidos, sendo esta interação o norteador da ordem de prioridade dos problemas a serem pesquisados e das soluções a serem concretizadas em forma de ação (THIOLLENT, 2008). Ainda segundo Thiollent (2008, p. 16), a pesquisa-ação é

um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Outra característica da pesquisa-ação é de o objeto de investigação ser constituído pela situação social e pelos problemas encontrados na situação investigada, os quais constituirão os objetivos de resolução ou esclarecimento por parte da pesquisa, com a qual se pretende aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ou a conscientização do grupo, não se limitando simplesmente a uma forma de ação (THIOLLENT, 2008).

RESULTADOS

A proposta de contribuição desta pesquisa-ação em EA para o DAPSE foi a reformulação de um pequeno espaço em desuso em seu terreno. A coordenação do departamento acolheu prontamente a ideia da construção de um canteiro comunitário, concebido de acordo com princípios permaculturais (Figura 1).



Figura 1 - Construção do canteiro comunitário
Fonte: produzido pelo autor.

Em Permacultura, são empregados alguns formatos no *design* de canteiros, os quais consideram formas arredondadas como as principais linhas de delimitação, incluindo espirais, círculos, formato de buraco de fechadura, entre outros (MARS, 2008). O canteiro foi elaborado a partir das sugestões trazidas pelos alunos e considerando-se indicações de Morrow (2010). Utilizou-se cebolinha, manjerição, tomate (mudas), e beterraba e cenoura (sementes).

Os alunos se mostraram participativos e empolgados, demonstrando receptividade na realização das atividades, o que sugere que o público pré-adolescente pode representar elevado potencial na transformação social por meio da implementação de ações de EA, contribuindo de forma efetiva na preservação do meio ambiente. De forma idêntica, a junção entre EA e Permacultura pode contribuir de forma positiva na formação de cidadãos que tenham em mente o bem-estar, a qualidade de vida, a preservação dos recursos naturais e a equidade social como princípios norteadores imprescindíveis para a evolução da vida.

DISCUSSÃO

O desenvolvimento deste projeto possibilitou oportunidades de transformação das realidades educativas e sociais de um pequeno grupo de alunos, por meio da conexão de conceitos teóricos a atividades práticas. A ideia de mensurar a capacidade de apropriação pessoal de cada indivíduo participante da pesquisa, em relação aos princípios éticos

permaculturais, bem como os de EA é uma tarefa desafiadora. Essa avaliação, no entanto, não foi o foco principal dessa pesquisa-ação, uma vez que este resultado está diretamente ligado à maturidade intelectual e moral de cada indivíduo. Portanto, a não observância de evidências de transformações significativas durante o período de pesquisa não é indício de que os conceitos trabalhados não foram absorvidos, mas sim, de que possam estar em estado de latência, aguardando o momento mais oportuno para aflorar. Além disso, durante o desenvolvimento e logo após a finalização de uma pesquisa-ação em EA, as avaliações podem não representar de forma apropriada os reais impactos das ações realizadas, pois não se trata de um processo fechado, mas sim de um processo contínuo, que é a aprendizagem.

Ao se tratar o tema da educação e o tema ambiental em uma corrente convergente, cujo objetivo maior é a proteção e preservação da vida, não existe consenso unânime quanto às formas de trabalho mais apropriadas. Conforme salienta José Gutiérrez-Pérez (2005, p. 180), é muito baixo o “consenso que existe quanto às metodologias sobre os referenciais teóricos mais convenientes, as formas de intervenção mais apropriadas e os modelos de trabalho mais recomendáveis para resolver os problemas do meio ambiente”. A metodologia utilizada no desenvolvimento desta pesquisa-ação no DAPSE, conforme já descrito, teve como norteador, os princípios éticos da Permacultura, onde se buscou ajustar as atividades ao perfil dos participantes, para que fosse possível atendê-los da forma mais apropriada possível.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

De posse dos resultados encontrados, entre os quais se destaca o convívio fraterno e cooperativo dos envolvidos no planejamento e execução da pesquisa, além dos resultados práticos resultantes das intervenções na natureza, evidencia-se o valor enriquecedor que esta metodologia de pesquisa proporciona.

Outras atividades visando à sustentabilidade e a preservação ambiental podem ainda ser desenvolvidas junto ao DAPSE, como a implantação de composteiras, para a redução do volume de resíduos a serem descartados via coleta pública municipal. A compostagem é um recurso de fácil implantação que, além dos benefícios acima citados, proporciona melhores condições ao solo, por meio da conversão dos resíduos em nutrientes.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. O “ambiental” como valor substantivo: uma reflexão sobre a identidade da educação ambiental. In: Sauvé, L. Orellana, I. Sato, M. **Textos escolhidos em Educa o Ambiental**: de uma América   outra. Montreal: Publications ERE-UQAM, Tomo I, p. 85-90, 2002.

GUTIÉRREZ-PÉREZ, José. Por uma forma o dos profissionais ambientalistas baseada em competências de aço. In: Sato, Mich le; Carvalho, Isabel Cristina Moura. **Educa o ambiental**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 235p.

HOLMGREN, David. **Permacultura**: princípios e caminhos além da sustentabilidade. Porto Alegre: Via Sapiens. 2013. 416 p.

MORROW, Rosemary. **Permacultura passo a passo**. 2 ed. Petrópolis: Mais Calango Editora, 2010. 239 p.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-aço**. 16^a ed. São Paulo: Cortez, 2008. 132 p.

SAUVÉ, Lucie. **Educa o Ambiental**: possibilidades e limita es. Educa o e pesquisa. São Paulo, v. 31, n. 2, p. 317-322, 2005.

ENSAIO COMETA EM PEIXES: CONSIDERAÇÕES ACERCA DA PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS DE SANGUE EM ESTUDOS *IN SITU*

Angélica Goldoni; Thaís Dalzochio¹
Günther Gehlen; Luciano Basso da Silva²

Palavras-chave: Ensaio cometa. *In situ*. Sangue. Peixes.

INTRODUÇÃO

O ensaio cometa (também conhecido como “eletroforese de células isoladas”) é, atualmente, um dos principais testes de genotoxicidade utilizados na área de biomonitoramento e avaliações ambientais. Entretanto, a falta de padronização de alguns aspectos do ensaio não só dificulta a comparação entre os resultados obtidos por diferentes autores, como também pode causar uma interpretação errônea dos dados obtidos, principalmente levando em consideração estudos *in situ*. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi comparar as taxas de dano em peixes da espécie *Astyanax fasciatus* (Characidae) coletados no Rio dos Sinos, utilizando duas metodologias diferentes para a preservação das amostras de sangue.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nos últimos 30 anos, o ensaio cometa tem sido utilizado nas áreas de biomonitoramento humano, genética ecotoxicológica e genotoxicidade, assim como em estudos acerca dos mecanismos de danos e reparos ao DNA (Collins, 2015). O princípio básico do ensaio cometa é a migração do DNA em uma matriz de agarose sob condições de eletroforese. Quando examinadas em um microscópio, as células com dano no material genético possuem a aparência de um cometa, com uma cabeça (a região do núcleo) e uma cauda contendo fragmentos de DNA.

Entre as diversas versões do ensaio, a versão alcalina (pH>13) permite a detecção de uma maior variedade de danos de DNA, evidenciando quebras de fita simples e dupla e sítios álcali-lábeis (Hartmann *et al.*, 2003). As vantagens do ensaio cometa incluem a sua

¹ Doutoranda em Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

² Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

sensibilidade para a detecção de baixos níveis de danos de DNA e a necessidade de poucas células por amostra (Dhawan *et al.*, 2009).

Estudos de biomonitoramento de ambientes aquáticos com a utilização do ensaio cometa têm se tornado cada vez mais frequentes. No entanto, a literatura revela muitas diferenças entre as diversas etapas do ensaio, desde a obtenção das amostras até a análise microscópica. Considerando-se estudos *in situ*, um dos fatores mais importantes para a obtenção de dados fidedignos é a preservação da amostra entre o período de coleta e o seu processamento. Este fato é de extrema importância, pois a ocorrência de danos ao DNA durante a conservação ou o transporte das amostras poderia ocasionar resultados falso-positivos. Assim, estudos relacionados com a preservação do material biológico de animais capturados diretamente no local de estudo são necessários para um melhor entendimento acerca dos fatores que influenciam as taxas de danos obtidas como resultado final do trabalho.

METODOLOGIA

O ponto de coleta selecionado localiza-se no município de Novo Hamburgo – RS, Brasil, no trecho inferior da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Este local constitui-se em um balneário frequentado pela população local nos meses de verão, além de situar-se a aproximadamente 1 km de um ponto de captação de água para abastecimento público.

Em julho de 2014, dez exemplares da espécie *Astyanax fasciatus* foram capturados utilizando-se varas com anzol. Após sua captura, o sangue foi obtido através de um corte na região caudal e coletado com micropipetas lavadas com heparina sódica. De cada animal, 10 μ L de sangue foram colocados em microtubos contendo 100 μ L de soro fetal bovino (SFB), e 10 μ L foram colocados em microtubos sem SFB. As amostras foram acondicionadas em caixa com gelo e transportadas até o Laboratório de Citogenética da Universidade Feevale em até duas horas, onde foram imediatamente processadas para o ensaio cometa.

O ensaio foi realizado de acordo com o protocolo descrito por Singh *et al.* (1988). Todas as lâminas foram codificadas e analisadas sem o conhecimento do grupo ao qual pertenciam. Para a análise de danos ao DNA, 100 células de cada animal foram selecionadas aleatoriamente e classificadas em cinco classes de danos (0, I, II, III e IV), de acordo com o comprimento da cauda (Figura 3). O índice de danos de cada animal foi calculado através do somatório do número de núcleos encontrados em cada classe multiplicado pelo valor de sua respectiva classe (Pitarque *et al.*, 1999).

A comparação estatística entre os dois grupos (preservação com SFB e sem SFB) foi realizada através do Teste-t, considerando um nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A tabela abaixo demonstra os índices de danos de DNA obtidos nas duas metodologias de preservação das amostras de sangue.

Preservação	n	Índice de Danos (média ± DP)
Sem SFB	10	240 ± 85
Com SFB	10	317 ± 36
p		0,02

Foi encontrada uma diferença significativa entre o índice de danos das amostras preservadas sem SFB e as amostras preservadas com SFB, sendo que as amostras preservadas com SFB apresentaram uma maior taxa de danos.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstraram altos valores de índices de danos ao DNA nos animais, fator que pode estar relacionado com o alto grau de influência antrópica verificado no trecho inferior do rio.

Os dados obtidos na literatura revelam que a maior parte dos autores não utiliza substâncias para a preservação do sangue coletado até o transporte ao laboratório (Frenzilli *et al.* 2008; Barbosa *et al.* 2010; Benincá *et al.* 2012). No entanto, diversos trabalhos relatam o uso de SFB ou PBS para a preservação das amostras (Freire *et al.* 2015; Nagpure *et al.* 2015). A coleta com seringas heparinizadas e o transporte no gelo parecem ser um consenso entre os diversos estudos.

No presente trabalho, a obtenção do sangue foi realizada em campo, sendo as amostras processadas em até duas horas após a coleta, sendo esta a metodologia utilizada por grande parte dos autores. Entretanto, muitos trabalhos são realizados com a coleta do sangue sendo feita no laboratório (Fasulo *et al.* 2010.; Moreira *et al.* 2010). Desta maneira, os peixes, após a captura, são transportados até o laboratório em caixas ou baldes contendo a água do local de coleta devidamente aerada, sendo processados imediatamente após a chegada ao laboratório. Este método, embora possa prevenir a ocorrência de danos ao DNA entre o período de coleta de sangue e processamento do mesmo, pode ocasionar a formação de danos em decorrência do estresse causado pelo transporte até o laboratório.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de SFB durante a preservação das amostras de sangue até o seu processamento ocasionou um aumento significativo do índice de danos aos eritrócitos, nas condições utilizadas neste trabalho, sugerindo que a manutenção do sangue puro durante o transporte das amostras seja preferencial. Mais estudos tornam-se necessários para a elucidação dos fatores que influenciam a coleta, preservação e processamento de amostras em estudos *in situ*, como a temperatura e tempo máximos de preservação no gelo, entre outros fatores.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J. S.; CABRAL, T. M.; FERREIRA, D. N.; AGNEZ-LIMA, L. F.; BATISTUZZO DE MEDEIROS, S. R. 2010. Genotoxicity assessment in aquatic environment impacted by the presence of heavy metals. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, **73**: 320-325.
- BENINCÁ, C.; RAMSDORF, W.; VICARI, T.; OLIVEIRA RIBEIRO, C. A.; ALMEIDA, M. I.; ASSIS, H. C.; CESTARI, M. M. 2012. Chronic genetic damages in *Geophagus brasiliensis* exposed to anthropic impact in Estuarine Lakes at Santa Catarina Coast – Southern of Brazil. **Environmental Monitoring Assessment**, **184**: 2045-2056.
- DHAWAN, A.; BAJPAYEE, M. & PARMAR, D. 2009. Comet assay: a reliable tool for the assessment of DNA damage in different models. **Cellular Biology and Toxicology**, **25**: 5-32.
- FASULO, S.; MARINO, S.; MAUCERI, A.; MAISANO, M.; GIANNETTO, A.; D'ÁGATA, A.; PARRINO, V.; MINUTOLI R. & DOMENICO, E. 2010. A multibiomarker approach in *Coris julis* in a natural environmental. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, **73**: 1565-1573.
- FREIRE, C. A.; SOUZA-BASTOS, L. R.; CHIESSE, J.; TINCANI, F. H.; PIANCINI, L. D. S.; RANDI, M. A. F.; PRODOCIMO, V.; CESTARI, M. M.; SILVA DE ASSIS, H. C.; ABILHOA, V.; VITULE, J. R. S. & BASTOS, L. P. 2015. A multibiomarker evaluation of urban, industrial and agricultural exposure of small characins in a large freshwater basin in southern Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, DOI 10.1007/s11356-015-4585-5.
- FRENZILLI, G.; FALLENI, A.; SCARCELLI, V.; DEL BARGA, I.; PELLEGRINI, S.; SAVARINO, G.; MARIOTTI, V.; BENEDETTI, M.; FATTORINI, D.; REGOLI, F. & NIGRO, M. 2008. Cellular responses in the cyprinid *Leuciscus cephalus* from a contaminated freshwater ecosystem. **Aquatic Toxicology**, **89**: 188-196.
- HARTMANN, A.; AGURELL, E.; BEEVERS, C.; BRENDLER-SCHWAAB, S.; BURLINSON, B.; CLAY, P.; COLLINS, A.; SMITH, A.; SPEIT, G.; THYBAUD, V. &

TICE, R. R. 2003. Recommendations for conducting the *in vivo* alkaline comet assay. **Mutagenesis**, **18** (1): 45-51.

MOREIRA, T. N.; NUNES, E. A.; LEAL, M. E.; SCHULZ, U. H.; LEMOS, C. T. 2010. Influência dos métodos de captura de peixes na avaliação genotóxica utilizando diferentes tecidos de *Astyanax fasciatus* (Osteichthyes, Characidae). **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, **5**: 1-7.

NAGPURE, N. S.; SRIVASTAVA, R.; KUMAR, R.; DABAS, A.; KUSHWAHA, B. & KUMAR, P. 2015. Assessment of pollution of river Ganges by tannery effluents using genotoxicity biomarkers in murrel fish, *Channa punctatus*. **Indian Journal of Experimental Biology**, **53**: 476-483.

PITARQUE, M.; CREUS, A.; MARCOS, R.; HUGHES, J. A. & ANDERSON, D. 1999. Examination of various biomarkers measuring genotoxic endpoints from Barcelona airport personnel. **Mutation Research**, **440**: 195-204.

SINGH, N. P.; MCCOY, M. T.; TICE, R. R. & SCHNEIDER, E. L. 1988. A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells. **Experimental Cell Research**, **175**: 184-191.

EPIFITISMO EM CENTROS URBANOS DA BACIA DO SINOS: RIQUEZA E COBERTURA DE ESPÉCIES ESTÃO RELACIONADAS COM O GRAU DE URBANIZAÇÃO?

Diego Fedrizzi Petry Becker¹

Thábia Ottília Hofstetter Padoin²

Jairo Lizandro Schmitt³

Palavras-chave: Epífitos. Árvores isoladas. Antropização.

INTRODUÇÃO

A flora epifítica compõe um grupo de plantas que se desenvolve sobre indivíduos arbóreos ou arborescentes, denominados de forófitos (BENZING, 1990). Devido às suas rápidas respostas a alterações ambientais, os epífitos vasculares vêm sendo utilizados como indicadores da qualidade ambiental (CORTINES et al., 2010).

Considerando a intensa degradação ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos (BHRS), proveniente de intensos processos de urbanização (FIGUEIREDO et al., 2010), o objetivo do estudo foi analisar a riqueza e a cobertura dos epífitos, bem como verificar a sua relação com a densidade demográfica e a frota veicular em municípios da BHRS com diferentes graus de urbanização.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O epifitismo em ambientes florestais vem sendo amplamente investigado no Brasil e no mundo (e.g. ZOTZ e SCHULTZ, 2008; KERSTEN, 2010). Poucos estudos foram realizados em áreas urbanas. No Brasil, Alves et al. (2014) verificaram 14 espécies no município de Palmeira das Missões, noroeste do Rio Grande do Sul. Fabricante et al. (2006) registraram 10 espécies em árvores isoladas na matriz urbana de Piratininga, estado de São Paulo. Essa riqueza é baixa quando comparada a estudos em ambiente florestal (e.g. DISLICH e MANTOVANI, 1998) e alerta para os efeitos que a urbanização pode acarretar sobre a diversidade epifítica.

¹ Biólogo, bolsista CAPES no mestrado em Qualidade Ambiental.

² Acadêmica do curso de Ciências Biológicas, bolsista de iniciação científica.

³ Doutor em Botânica, professor titular do PPG em Qualidade Ambiental.

Na BHRS o estudo do epifitismo foi realizado em fragmentos florestais dos trechos superior (BARBOSA, 2012; BECKER et al., 2014; URIARTT, 2015), médio (URIARTT, 2015) e inferior (BARBOSA, 2012; MOTTIN et al., 2014; QUEVEDO et al., 2014; URIARTT, 2015). Tais estudos reportam para uma maior riqueza em fragmentos florestais localizados no trecho superior, onde também foi registrada menor genotoxicidade do ar quando comparado aos demais trechos da Bacia (CASSANEGO e DROSTE, 2014).

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em nove centros urbanos, distantes no mínimo 5 km entre si e distribuídos nos diferentes trechos da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil (Fig.1).

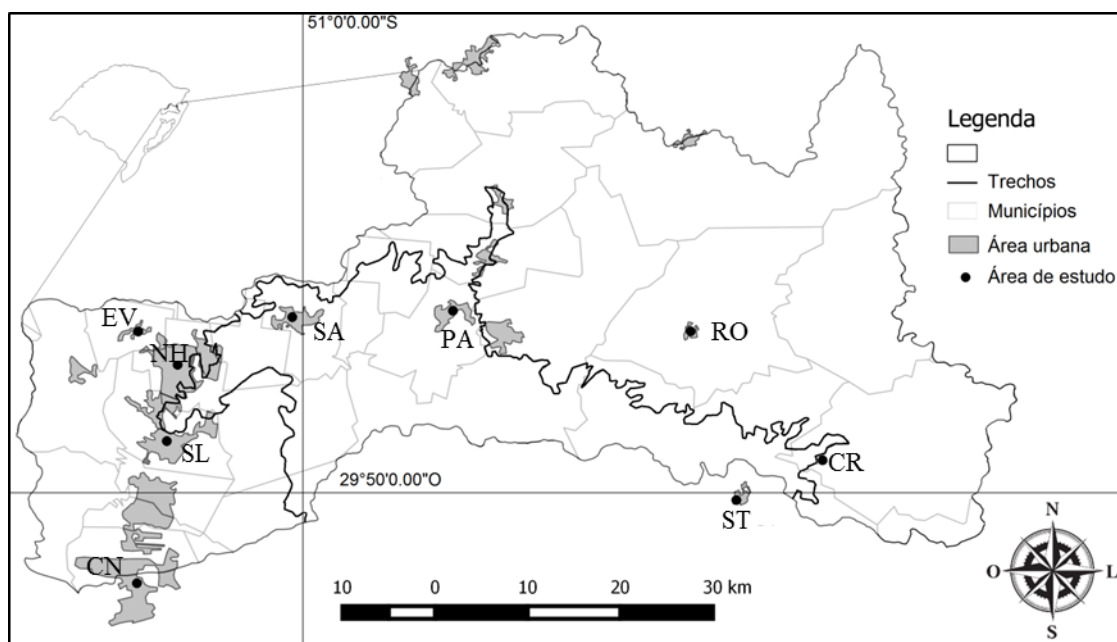


Figura 1 - Mapa de localização dos centros urbanos amostrados na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, RS, Brasil. (CN = Canoas; SL = São Leopoldo; NH = Novo Hamburgo; EV = Estância Velha; SA = Sapiranga; PA = Parobé; RO = Rolante; ST = Santo Antônio da Patrulha; CR = Caraá).

A Bacia encontra-se dividida em trechos superior, médio e inferior, e apresenta aumento na ocupação e presença de atividades antrópicas, e diminuição na cobertura vegetal no sentido da nascente à foz (PROSINOS, 2014). Segundo a classificação climática de Köppen o clima da região é do tipo Cfa (PEEL et al., 2007).

Em cada centro urbano, foram selecionados 20 forófitos arbóreos isolados, com diâmetro a altura do peito (DAP) maior que 10 cm, totalizando 180 árvores analisadas. Os forófitos foram divididos em quatro zonas ecológicas (1- fuste baixo; 2- fuste alto; 3- copa

interna; e 4- copa externa), adaptado de Johansson (1974), nas quais foram registradas as espécies de epífitos ocorrentes. Foram atribuídas notas de cobertura (1, 3, 5, 7 e 10) para cada espécie de acordo com o tamanho e abundância na zona de ocorrência (KERSTEN e WAECHTER, 2006).

Médias de riqueza por forófito foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e comparadas por análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Duncan a 5% de probabilidade. A relação dos parâmetros epifíticos (riqueza total, riqueza média e cobertura total das espécies nos sítios) com os antrópicos (densidade demográfica e frota veicular) foi verificada pelo teste de correlação de Pearson (r), em nível de significância de 5%. Foram adotados os valores de referência que qualificam as correlações de acordo com Callegari-Jacques (2007). Essas análises foram realizadas no programa estatístico IBM® SPSS® Statistics versão 22.

RESULTADOS

No total, foram registradas 41 espécies de epífitos vasculares. Rolante e Caraá, localizados no trecho superior, apresentaram as maiores riquezas, enquanto que Canoas e São Leopoldo, situados no trecho inferior, foram os locais com menor número de espécies (Tabela 1). A média de espécies por forófito foi estatisticamente maior nos municípios do trecho superior, e menor em Canoas, Novo Hamburgo e São Leopoldo. De uma maneira geral, a soma das notas de cobertura das espécies também foi maior nos municípios do trecho superior, seguido do médio e inferior (Tabela 1).

Tabela 1. Riqueza total, média e cobertura total dos epífitos vasculares em nove centros urbanos da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, RS, Brasil. Letras diferentes na coluna representam diferenças estatísticas significativas nas médias.

Trecho	Local	Riqueza total	Riqueza média (spp. forófito-1)	Cobertura total (Σ Notas de cobertura)
Superior	Caraá	28	9,9 \pm 1,9 ^{ab}	1356
	Rolante	29	11,1 \pm 2,2 ^a	1589
Médio	Santo Antônio da Patrulha	20	6,8 \pm 2,8 ^{cd}	1155
	Parobé	13	7,0 \pm 2,4 ^{cd}	938
	Sapiranga	20	8,3 \pm 1,9 ^{bc}	1110
Inferior	Estância Velha	14	6,8 \pm 1,9 ^{cd}	1160
	Novo Hamburgo	12	3,5 \pm 2,0 ^e	473

São Leopoldo	7	$5,0 \pm 1,3^{de}$	789
Canoas	7	$3,0 \pm 1,1^e$	450
		$F = 36,29$	
		$P < 0,001$	

Os coeficientes de correlação evidenciaram que a riqueza total ($r=-0,86$, $P<0,001$; $r=-0,76$, $P<0,05$), riqueza média ($r=-0,80$, $P<0,001$; $r=-0,89$, $P<0,001$) e a cobertura dos epífitos ($r=-0,79$, $P<0,05$; $r=-0,92$, $P<0,001$) estiveram fortemente e de forma negativa relacionadas com a densidade demográfica e a frota veicular, respectivamente.

DISCUSSÃO

A riqueza específica, a média e a cobertura total das espécies nos centros urbanos, apontam para condições mais favoráveis aos epífitos nos trechos superior e médio, onde, inclusive, alguns números são comparáveis a estudos realizados em ambientes florestais da bacia (BARBOSA, 2012; URIARTT, 2015; MOTTIN et al., 2014). Alves et al. (2014) verificaram 14 espécies na área urbana de Palmeira das Missões, que possui 34.328 habitantes e uma densidade demográfica de 24,18 habitantes km^{-2} (IBGE, 2015). Esse número é menor do que a riqueza registrada nos sítios do trecho superior e semelhante a alguns sítios do trecho médio e inferior. Nas árvores urbanas de Piratininga, localizado no estado de São Paulo e que possui uma população de 12.072 habitantes e densidade demográfica de 30,0 habitantes km^{-2} , Fabricante et al. (2006) observaram 10 espécies de epífitos, sendo essa riqueza comparável aos trechos mais urbanizados da BHRS.

A relação dos parâmetros epifíticos e antrópicos demonstraram uma forte influência da urbanização sobre a riqueza de espécies. Essas relações podem estar associadas às condições estressantes de temperatura e umidade, comum em grandes centros urbanos (NCAR, 2011), que impedem que algumas espécies se distribuam. Além disso, a maior genotoxicidade do ar em algumas regiões da bacia (CASSANEGO e DROSTE, 2014) pode estar limitando a ocorrência de espécies mais sensíveis à poluição atmosférica.

Além da urbanização, o grau de isolamento dos forófitos pode estar associado aos resultados do presente estudo, tal como o observado por Werner (2011), que após três anos de monitoramento verificou que o isolamento forofítico reduziu 73% do número de indivíduos epifíticos, enquanto que no ambiente florestal a redução foi de 10%. Dessa maneira, no trecho inferior, onde os fragmentos florestais são mais distantes e menos abundantes, a colonização das árvores pelos epífitos pode ser comprometida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os trechos superior e médio apresentaram uma importante riqueza nos centros urbanos, quando comparados a estudos em cidades com características populacionais semelhantes. O gradiente decrescente de riqueza e cobertura em direção ao trecho inferior vai de encontro aos estudos realizados em ambientes florestais da Bacia, confirmando que as árvores do trecho superior suportam uma maior riqueza de epífitos. Além disso, foi possível observar que algumas espécies tendem a desaparecer a partir do aumento do aglomerado urbano, enquanto que um pequeno grupo persiste nos locais mais antropizados.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. E. O.; BRUN, C.; FORNO, R. S. D.; ESSI, L. Levantamento de espécies epífitas vasculares da zona urbana do município de Palmeira das Missões, RS, Brasil. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 3, p. 268–276, 2014.

BARBOSA, M. D. **Monitoramento da genotoxicidade do ar atmosférico com o uso de Tradescantia e avaliação da estrutura comunitária de epífitos vasculares em áreas com diferentes graus de antropização na Bacia do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil**. 67 p. Dissertação de mestrado em Qualidade Ambiental - Universidade Feevale, Novo Hamburgo, Brasil, 2012.

BECKER, D. F. P.; ROCHA-URIARTT, L.; JUNGES, F.; GRAEFF, V.; SCHMITT, J.L. Diagnóstico florístico e fitossociológico de samambaias e licófitas epifíticas em mata ciliar do Rio dos Sinos, RS, Brasil. In: **Livro de Destaques da Feira de Iniciação Científica da Universidade Feevale**. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2014.

BENZING, D. H. **Vascular epiphytes: general biology and related biota**. Cambridge: Cambridge University Press. 1990. 354 p.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2007. 255 p.

CASSANEGO, M. B. B.; DROSTE, A. Genotoxicidade do ar em áreas urbanas na Bacia do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. p. 181-185. In: **Anais do Seminário de Pós-Graduação da Universidade Feevale**. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2014.

CORTINES, E.; SANTOS, G. L.; PEREIRA, A. L.; SANTOS, P. R. O. S.; VALCARCEL, R. Abundância de bromélias nas vertentes norte e sul no entorno do Parque Estadual dos Três Picos, Nova Friburgo, RJ. In: **I Encontro Científico do Parque Estadual dos Três Picos**. Cachoeiras de Macacu. 2010.

DISLICH, R.; MANTOVANI, W. A flora de epífitas da reserva da Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira" (São Paulo, Brasil). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** v. 17, p. 61-83, 1998.

FABRICANTE, J. R.; ANDRADE, L. A.; MARQUES, F. J. Componente epifítico vascular ocorrente em árvores urbanas. **Cerne** v. 12, n. 4, p. 399-405, 2006.

FIGUEIREDO, J. A. S.; DRUMM, E.; RODRIGUES, M. A. S.; SPILKI, F.R. 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.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Pesquisas de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/232UY>>. Acesso em 16 de junho de 2015.

JOHANSSON, D. Ecology of vascular epiphytes in west african rain forest. **Acta Phytogeographica Suecica**, v. 59, n. 5, p. 1-129, 1974.

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.

KERSTEN, R. A.; WAECHTER, J. L. Métodos de estudo quantitativo da flora epifítica. p. 331-335. In: MARIATH, J. E.; SANTOS, R. P. (Eds.) **Os avanços da botânica no início do século XXI**. Gramado: 57º Congresso Nacional de Botânica, 2006.

MOTTIN, I. G.; GRAEFF, V.; COSTA, G. M.; PETRY, C. T.; SCHMITT, J. L.; DROSTE, A. Avaliação integrada da qualidade ambiental em uma unidade de conservação no município de São Leopoldo, RS, Brasil. p. 55-59. In: **Anais do Seminário de Pós-Graduação da Universidade Feevale**, Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2014.

NCAR. **National Center for Atmospheric Research**. Disponível em: <<http://scied.ucar.edu/longcontent/urban-heat-islands>>. Acesso em 23 de fevereiro de 2015.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Science**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

PROSINOS. **Caracterização Socioambiental da região da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos**. Disponível em: <<http://www.portalprosinos.com.br/conteudo.php?id=bacia>> Acesso em 05 de agosto de 2014.

QUEVEDO, T. C.; BECKER, D. F. P.; SCHMITT, J. L. Estrutura comunitária e distribuição vertical de samambaias epifíticas em remanescente de floresta semidecídua no sul do Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v. 65, p. 257-271, 2014.

URIARTT, L. R. **Epifitismo vascular como indicador de qualidade ambiental: análise da mata ciliar do Rio dos Sinos, no sul do Brasil**. 116 p. Tese de doutorado em Qualidade Ambiental - Universidade Feevale, Novo Hamburgo, Brasil, 2015.

WERNER, F. A. Reduced growth and survival of vascular epiphytes on isolated remnant trees in a recent tropical montane forest clear-cut. **Basic and Applied Ecology**, v. 12, p. 172-181, 2011.

ZOTZ, G.; SCHULTZ, S. The vascular epiphytes of a lowland forest in Panamá – species composition and spatial structure. **Plant Ecology** v. 195, p. 131-141, 2008.

ESTRATÉGIAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA

Janine Vieira¹

Jefferson do Nascimento Mayca²

Palavras-chave: Educação Ambiental. AFAN. Permacultura. Escola.

INTRODUÇÃO

A sociedade atual não só perdeu as relações significativas entre homens, mas também as relações do homem com a natureza. Esse se afastou dos ambientes, da comida e da vida mais natural. No entanto, esse comportamento, proveniente da sociedade moderna, tem provocado um desequilíbrio em todos os âmbitos da vida humana, com o surgimento de doenças, falta de tempo para fazer o que realmente se deseja, grande produção de lixo, falta de convívio social, entre outros (SCHWARTZ, 2006).

Nessa perspectiva, a educação é uma ferramenta importante para que o indivíduo reflita sobre suas atitudes e busque alternativas para modificá-las. A Educação Ambiental, um processo de construção cujos princípios da responsabilidade, da autonomia, da democracia, entre outros, estão sempre presentes (TOZONI, REIS, 2003), e pode ser uma preciosa oportunidade na construção de novas formas de ser, pensar e conhecer que constituem um novo campo de possibilidade de saber (SATO, CARVALHO, 2005).

Diante de diferentes formas para alcançar uma vida mais equilibrada entre o ser humano e a natureza, há a reaproximação humana da natureza por meio das atividades físicas, como, por exemplo, os esportes radicais ou atividades físicas de aventura na natureza (AFAN), como denomina Betrán (1995). A escola, com uma visão inovadora e criativa dos espaços escolares, pode, nesse sentido, não só favorecer essa reaproximação mas também associar, de forma interdisciplinar, o meio ambiente e as atividades físicas, bem como explorar uma alternativa, até então pouco utilizada, a Permacultura (Cultura Permanente).

O conceito de permacultura foi proposto pelos australianos Bill Mollison (1988) e David Holmgren (2002), como uma oposição crítica ao modelo agrícola tradicional, caracterizado por uma relação degradante com o ambiente. Baseado na ecologia, estabelece

¹ Especialista em Diagnóstico Genético e Molecular pela ULBRA (2008). Atualmente, é professora titular da Universidade Feevale, onde atua na Escola de Educação Básica Feevale – Escola de Aplicação.

² Graduado em Educação Física pela Universidade FEEVALE (2011). Atualmente, é professor titular da Universidade Feevale, onde atua na Escola de Educação Básica Feevale – Escola de Aplicação.

um estudo complexo de inter-relações e interdependência dos seres vivos em seu ambiente. Trata-se de um laboratório de aprendizagem a céu aberto, onde educador e educando iniciam uma viagem ao desconhecido, abertos às aprendizagens espontâneas que partem tanto da observação dos espaços naturais e sociais como do constante diálogo entre esses personagens que compõem o processo educacional.

Acreditamos que, diante dos contextos que a modernidade nos apresenta, faz-se necessária uma reorganização curricular que se aproxime da realidade dos alunos, com assuntos relevantes ao seu cotidiano, utilizando novas ferramentas e estratégias pedagógicas, estimulando e motivando os alunos para aprendizagens significativas. Essa premissa é defendida por Cortella (2008), cujos princípios incitaram diálogos e resultaram no projeto "Aventuras na Natureza", na Escola de Educação Básica Feevale - Escola de Aplicação, com um encontro semanal, no turno da tarde. O projeto aborda a Educação Ambiental, no contexto escolar, referenciado nos pressupostos teórico-metodológicos das atividades físicas de aventura na natureza (AFAN) e da permacultura. O objetivo da oficina é despertar a sensibilidade do educando em relação ao seu corpo e ao ambiente, bem como sua atitude transformadora frente à realidade que o rodeia. Além disso, buscamos averiguar se essa estratégia pode refletir positivamente, modificando atitudes e valores referentes ao ambiente, aumentando a qualidade de vida e tornando mais significativa a aprendizagem dos educandos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Corbellini (2004) sugere um processo prático e participativo de intervenção escolar, de forma integrada a um currículo que problematize a realidade socioambiental. Alguns benefícios podem ser apontados, a partir do aproveitamento educativo do pátio escolar, através dos princípios e práticas permaculturais, conforme descritos por Legan (2007), por exemplo: habilidades sociais, alimentação mais saudável, facilitação da aprendizagem, melhorias comportamentais e de frequência. Orr (2006) enfatiza a importância do pátio da escola para a educação, ressaltando aspectos, como: a integração entre teoria e prática, a percepção das relações entre as disciplinas e a conexão entre o conhecimento do lugar e o autoconhecimento. A ligação entre identidade local e identidade individual também é abordada por Titman (1994), como determinante de um senso de pertencimento, onde até pequenos elementos transmitem mensagens e provocam influências no comportamento dos alunos.

As mudanças do espaço escolar, através de técnicas permaculturais, podem ser realizadas a partir das atividades físicas de aventura na natureza, que privilegiam o elemento

lúdico e têm o corpo com um fim em si mesmo, pois ele será o destinatário final de todas as sensações e emoções que o indivíduo irá experimentar. Muitos aprendizados podem ser realizados por meio dessas práticas, principalmente por suas características peculiares de proximidade com a natureza; por exemplo: elas estimulam os órgãos dos sentidos a atuarem diretamente, em uma atividade na qual todo o corpo se integra ao meio, permitindo que as informações contidas na natureza possam ser captadas ou sentidas.

A aprendizagem é um processo que envolve esferas cognitivas, afetivas e motoras e pode ser alcançada a partir de mudanças, relativamente permanentes, na atitude e no comportamento resultante da prática. Assim, as AFAN promovem uma nova forma de adquirir conhecimentos do ambiente, por meio de informações corporais, pelas quais o ser humano pode se perceber e perceber a natureza, em uma experiência rica em sensações e valores, fazendo emergir um sentimento de união e contemplação, paralelamente à construção de uma ética baseada no respeito e no redescobrimento (SCHWARTZ, 2006).

METODOLOGIA

A estratégia de utilizar as AFAN e as técnicas permaculturais para trabalhar a Educação Ambiental será aplicada em um grupo de 25 educandos, de 11 a 14 anos, voluntários do ensino fundamental, uma vez por semana, durante 3,5 horas, no contraturno escolar.

Para executar as atividades, os educandos serão divididos, através de sorteio, em quatro grupos. Esses grupos serão compostos por educandos com idades diferentes e serão sorteados novos grupos a cada encontro, possibilitando diferentes vivências aos alunos. As atividades serão propostas por meio de problemas reais, sendo os alunos desafiados pelos professores para a resolução dos mesmos. Cada grupo definirá como, quando e quem executará as tarefas, estimulando as prioridades, intervenção social, autonomia, planejamento, entre outros. Dessa forma, acreditamos estreitar as relações afetivas, colocando o professor não como a peça central da educação, mas com a ignição para a descoberta, apresentando problemas concretos para sua resolução coletiva, assim recriando uma escola em que se abre o espaço para que os saberes façam sentido (BRONFENBRENNER, 1996).

RESULTADOS

A partir das experiências dos alunos com as AFAN e a permacultura, como forma de abordagem dos conteúdos de educação ambiental, podemos perceber inicialmente melhoras significativas nas esferas cognitiva e afetiva.

Percebemos, durante as vivências e nos relatos dos alunos, que os conceitos ecológicos se tornaram mais claros, assim como a preocupação com o meio ambiente. Utilizando as AFAN, observamos o aumento da motivação em realizar as propostas nas aulas. Estabeleceu-se melhora nos fatores emocionais e afetivos diretamente ligados ao autocontrole, autoestima, confiança, autoconhecimento, percepção de competência, autonomia e aproximação aos meios naturais. Os fatores sociais também chamaram atenção. Com a necessidade de adaptar-se à nova forma de resolver problemas concretos, o grupo alterou seu comportamento social, desenvolvendo habilidades de comunicação, enfrentamento e defesa do seu pensamento, fatores esses primordiais a todas atividades do projeto.

DISCUSSÃO

Até o presente momento, evidenciamos o que foi descrito por Legan (2007) em relação aos aspectos de melhoria comportamental e de aprendizagem. Também observamos o desenvolvimento de uma consciência ecológica, conforme descreve Schwartz (2006). Constatamos, assim como Duarte Jr. (2001), que experimentar sensações com a convivência de pessoas e em meio a natureza, torna a aprendizagem significativa, consolidando-a.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados iniciais obtidos no primeiro semestre de intervenções do projeto, foi possível perceber um maior comprometimento com as questões ambientais, refletindo positivamente na construção de uma prática social mais ética, modificando atitudes e valores, além de um aumento na qualidade de vida e aprendizagem dos educandos.

Podemos pensar, futuramente, em alternativas que integrem o projeto às atividades curriculares, fazendo assim com que as teorias discutidas em sala de aula sejam vivenciadas de forma concreta. Como destacam Lavoura, Schwartz e Machado (2008), os valores discutidos só passam a ser apropriados e assumidos pelos indivíduos, quando algo os toca ou os afeta, fazendo com que estes incorporem a interiorizem ideias e preceitos que passarão a fazer parte de seus juízos de valores. Também estaremos viabilizando através do projeto um número maior de ferramentas pedagógicas para o grupo docente.

REFERÊNCIAS

BETRÀN, J. O. **Las actividades físicas de aventura en la natureza:** análisis sociocultural. Apunts: Educacion Física y Deportes, Barcelona, 1995.

BRONFENBRENNER, U. **A ecologia do desenvolvimento humano:** experimentos naturais e planejados. Porto Alegre, Artes Médicas, 1996.

CORBELLINE, L. M. **Uma abordagem sobre ensino de ciências e educação ambiental através do manejo participativo como processo de transformação do espaço comunitário escolar.** Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, Rio Grande RS, v. 12, p. 104 - 102, jan/jun. 2004.

CORTELLA, Mario Sergio. **A escola e o conhecimento:** fundamentos epistemológicos e políticos. 12. ed. rev. e ampl. São Paulo, SP: Cortez, Instituto Paulo Freire, 2008.

DUARTE JUNIOR, J.F. **O sentido dos sentidos:** a educação (do) sensível. Curitiba: Criar, 2001.

HOLMGREN, D. **Permaculture:** principles and pathways beyond sustainability. Australia: Holmgren Design Services, 2002. 286p.

LAVOURA, T. N., SCHWARTZ, G. M. & MACHADO, A. A. (2008). **Aspectos emocionais da prática de atividades de aventura na natureza:** A (re)educação dos sentidos. Revista Brasileira de Educação Física Esporte, 22 (2), 119-127.

LEGAN, L. **A escola sustentável:** eco-alfabetização pelo ambiente. 2 ed. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, Pirenópolis, GO: Ecocentro IPEC, 2007.

MARINHO, A. & SCHWARTZ, G. M. (2007). Atividade de aventura como conteúdo da educação física: Reflexões sobre seu valor educativo. In A, C P. C. Almeida & Da Costa, L. P. (Ed.). **Meio ambiente, esporte lazer e turismo:** Estudos e pesquisa no Brasil, Rio de Janeiro: Editora Gama Filho, 2007.

MOLLISON, B. **Permaculture:** designers manual. Australia: Tagari Publications, 1998. 576p.

ORR, D. W. Lugar e pedagogia. In: STINE, M, K.; BARLOW, Z (Orgs.). **Alfabetização ecológica:** a educação das crianças para um mundo sustentável. São Paulo: Cultrix, 2006.

SATO, M. & CARVALHO, I. C. M. Itinerários da educação ambiental: Um convite a percorrê-los. In M. Sato & Carvalho, I. C. M. (Ed.), **Educação ambiental:** Pesquisa e desafios, Porto Alegre: Artmed, 2005.

SCHWARTZ, G. M. **Aventuras na Natureza** - consolidando significados. Jundiaí (SP): Fontoura Edicadora, 2006.

TITMAN, W. **Special places: special people:** the hidden curriculum of school grounds. UK: Worl Wid Fund for Nature, Winchester: Learning trough Landscape Trust. 1994.

TOZONI-REIS, M. F. C. Pesquisa em educação ambiental na universidade: Produção de conhecimentos e ação educativa. In J. L. B. Talamoni & Sampaio, A. C. (Ed.), **Educação ambiental: Da prática pedagógica à cidadania**, São Paulo: Escrituras Editora, 2003.

GEOTECNOLOGIAS: ZONEAMENTO URBANO AMBIENTAL PARA O MUNICÍPIO DE NOVO HAMBURGO, RS

Roberta Plangg Riegel¹

Daniela Muller de Quevedo²

Marco Antônio Siqueira Rodrigues³

Palavras-chave: Uso e ocupação do solo. Geotecnologias. Zoneamento urbano ambiental. Novo Hamburgo.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento desordenado das cidades, como a inadequada ocupação do solo e a falta de organização espacial das atividades urbanas, resultou numa série de problemas que se acentuaram ao longo dos anos, como: a disponibilidade de água, o destino e tratamento de resíduos líquidos e sólidos, a qualidade dos espaços públicos, os riscos aos desastres naturais, entre outros. Assim, surge a necessidade de estabelecer novos métodos de planejamento urbano ambiental que viabilizem solucionar os fatores de infraestrutura e meio ambiente, melhorando a qualidade de vida de seus indivíduos.

Perante essas observações, este trabalho visa propor uma metodologia que utilize ferramentas geotecnológicas e estatísticas capazes de entender o território, e a partir destes dados construir um Modelo Dinâmico Espacial afim avaliar a dinâmica da expansão urbana, assim como a situação de degradação ambiental do Município de Novo Hamburgo, estabelecendo um Zoneamento Urbano Ambiental, como instrumento para o subsídio de ações e políticas públicas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O processo de urbanização no Brasil, teve início na década de 30, devido a uma série de acontecimentos históricos e situações político econômicas que marcaram o país naquele

¹ Doutoranda em Qualidade Ambiental (Feevale). Bolsista Prosup/Capes.

² Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (UFRGS). Professora do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental (Feevale).

³ Doutor em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais (UFRGS). Professor do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental (Feevale).

período (SOUZA E BRITTO, 2008). Porém foi somente na década de 70 que os dados censitários, demonstraram uma população urbana superior a população rural (BRITTO E SOUZA, 2005). Essa alteração de cenário, foi alavancada quando a zona rural passou a sofrer constante migração de sua população para as cidades (SOUZA, 2011).

Nesse contexto, onde a expansão urbana tem se processado na maior parte das cidades brasileiras, se observa a importância das informações geoambientais para a realização do planejamento urbano ambiental (BUENO, 2003). Desta forma, o planejamento pode recorrer a um tratamento multidisciplinar, que se utiliza das novas tecnologias para diagnosticar e prognosticar o comportamento do meio ambiente (FONTES E BARBASSA, 2003). Os órgãos públicos estão frequentemente lidando com a tomada de decisões, frente a futuros incertos e sistemas complexos, que de fato dificultam a concepção de políticas sustentáveis, que buscam auxiliar nessa relação homem versus meio ambiente (LAVALLE ET AL, 2004). Essas novas tecnologias de informação e tratamento de imagem, estão cada vez mais próximas dos gestores, a medida que possibilitam a espacialização da informação, maior acessibilidade, velocidade, precisão e atualização de dados (SILVA; ZAIDAN, 2010).

Contudo, as geotecnologias estão presentes em todo território e ganham força a medida que os sistemas tecnológicos se expandem e se tornam mais acessíveis para a população. Sua utilização em zoneamentos geoambientais permite diagnosticar o espaço e definir as potencialidades e restrições de uso. A integração de dados físico ambientais e socioeconômicos, admite desenvolver uma gestão e planejamento sustentável, que se preocupa com a manutenção da biodiversidade e os problemas do cotidiano, buscando a criação de instrumentos, capazes de minimizar os efeitos negativos causados pelos processos de urbanização (BUENO, 2003).

METODOLOGIA

A metodologia proposta pode ser dividida em quatro etapas: pesquisa bibliográfica e documental; mapeamento do uso e ocupação do solo; simulações de cenários; zoneamento urbano ambiental.

A primeira etapa consistirá no levantamento de dados históricos e estatísticos, afim de traçar o contexto da evolução urbana e o perfil socioeconômico da população da área de estudo. Assim, serão analisadas fontes bibliográficas, produções científicas, legislações, além dos dados vetorizados referente aos censos de 2000 e 2010.

Para o mapeamento do solo será empregado o software ArcGIS, que utilizará técnicas de fotointerpretação e de análise digital quantitativa para a classificação de imagens de satélite

IKONOS II, referente ao ano de 2015. Também serão utilizadas imagens aéreas obtidas com o SARP - Sistema Aéreo Remotamente Pilotado, afim de realizar a validação das feições atribuídas ao mapa de uso e ocupação do solo.

O processo de simulação de cenários consiste em estabelecer projeções futuras referentes a ocupação urbana. Neste caso, será empregado o software Dinamica EGO, que é um software livre que utiliza o sistema de Autômatos Celulares. O ambiente virtual, emprega um conjunto de mapas de entrada, composto por uma paisagem inicial, uma paisagem final e um compilado de variáveis temáticas que são combinadas a partir da definição de pesos de evidência visando gerar os mapas de probabilidade de transição (SOARES-FILHO ET AL, 2002). Desta forma, serão realizadas simulações históricas referentes aos anos de 1967, 1977, 1987, 1997, 2009 e 2015, com a intenção de calibrar os pesos de evidência, viabilizando estabelecer projeções futuras de curto e médio prazo, 5 anos (2020), 10 anos (2025) e 15 anos (2030).

A ultima etapa do trabalho consiste em avaliar conjuntamente os aspectos físico ambientais e socioeconômicos na intenção de propor um Zoneamento Urbano Ambiental para fins de planejamento territorial. Esta ferramenta tem fundamental importância para controlar os aspectos negativos previstos na simulação dos cenários futuros, como estratégia para minimizar os efeitos impactantes sobre o meio. Logo, serão utilizados mapas temáticos que englobam os seguintes aspectos: socioeconômico - população, escolaridade, renda e infraestrutura urbana; físicos ambientais - Pedológico, Geológico, Hipsométrico, Declividades, Uso do Solo, Recursos Hídricos, Sistema Viário, Susceptibilidade a Deslizamentos, Susceptibilidade a Inundações, Áreas de Risco, além das simulações realizadas para os cenários futuros.

A metodologia emprega a lógica Fuzzy e a lógica Booleana como suporte na realização dos procedimentos de análise espacial dentro do ArcGis. Desta forma, cada característica contida nos mapas temáticos será reescalada num intervalo numérico entre 0 e 1, visando verificar a sua importância na favorabilidade as atividades antrópicas. Posteriormente será realizado o cruzamento dos mapas levando em consideração a técnica de análise multicriterial AHP (Analytical Hierarchy Process), que permite determinar a importância relativa entre os mapas, conformando assim o mapa de Zoneamento Urbano Ambiental para o município de Novo Hamburgo.

RESULTADOS PARCIAIS/DISCUSSÃO

Visto que o trabalho encontra-se em fase inicial, é possível destacar alguns dados coletados a partir da revisão bibliográfica e da composição do banco de dados. Desta forma, observa-se uma grande quantidade de trabalhos referentes aos processos de urbanização e seus efeitos para o meio ambiente.

Britto e Souza (2005), destacam que o processo de urbanização não abrange somente os municípios brasileiros, países do hemisfério norte como Inglaterra, Estados Unidos e Japão também apresentaram essa tendência maciça de transferência da população do campo para a cidade, alcançando taxas de 85% a 95% de urbanização. De qualquer forma o processo no Brasil merece destaque devido a velocidade, pois em poucas décadas a situação da população se inverteu o que ocorreu de forma muito superior à países capitalistas mais avançados. Conforme Milaré (2005), os problemas ambientais do século XX resultam exatamente desse desequilíbrio da população urbana e rural, devido a falta de políticas capazes de manter a população no campo, que acabou desenfreado a condensação das regiões próximas as industriais. Nesse contexto, observa-se que o mundo capitalista intensifica as questões ligadas ao meio ambiente, tornando o assunto cada vez mais preocupante e discutido dentro da sociedade mundial.

No âmbito de problemas ligados ao processo de urbanização Fontes e Barbassa (2003), apontam as novas tecnologias como ferramentas capazes de caracterizar o meio ambiente e assim estabelecer soluções. Esses novos instrumentos permitem aproximar os gestores da realidade, de forma a promover a espacialização da informação, justamente o foco desta pesquisa, que utilizará de tecnologias e softwares, para diagnosticar e posteriormente estabelecer um zoneamento que auxilie nas políticas públicas.

A construção do banco de dados, importante para as fases operacionais do trabalho, também já contam com uma quantidade significativa de arquivos que servirão de base para a simulação de cenários futuros e para o mapa de zoneamento Urbano Ambiental de Novo Hamburgo (Tabela 1).

Tabela 1 - Banco de dados

Dado	Formato	Fonte
Limite dos municípios	Vetor	PROJETO MONALISA, 2005
Recursos Hídricos	Vetor	PROJETO MONALISA, 2005
Sistema Viário	Vetor	PROJETO MONALISA, 2005
Mapa Pedológico	Vetor	RIEGEL, 2014
Mapa Geológico	Vetor	RIEGEL, 2014
Mapa Hipsométrico	Vetor	RIEGEL, 2014
Mapa de Declividades	Vetor	RIEGEL, 2014
Mapa de Susceptibilidade a Deslizamentos	Vetor	RIEGEL, 2014
Mapa de Susceptibilidade a Inundações	Vetor	RIEGEL, 2014
Mapa das Áreas de Risco	Vetor	RIEGEL, 2014
Mancha Urbana 1967	Vetor	RIEGEL, 2014
Mancha Urbana 1977	Vetor	RIEGEL, 2014
Mancha Urbana 1987	Vetor	RIEGEL, 2014
Mancha Urbana 1997	Vetor	RIEGEL, 2014
Mancha Urbana 2009	Vetor	RIEGEL, 2014

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta fase inicial do trabalho, é possível verificar a importância do mesmo para municípios com processos de urbanização acentuado, visando melhorar a qualidade de vida da sociedade e o convívio com o meio ambiente. O município de Novo Hamburgo pode ser enquadrado nesse processo devido principalmente as indústrias coureiro calçadista, logo é uma estratégia significativa para os gestores, resultando num diagnóstico amplo e consequentemente em possíveis soluções para os problemas identificados.

REFERÊNCIAS

BRITO, F.; SOUZA, J. **Expansão Urbana nas Grandes Metrôpoles o significado das migrações intrametropolitanas e da mobilidade pendular na reprodução da pobreza.** In: Revista São Paulo em Perspectiva, v. 19, nº 4, Out-Dez, 2005. Revista da Fundação SEADE. p. 48-63. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392005000400003>. Acesso em: 05 maio 2015.

BUENO, L. S. **Zoneamento Territorial para fins do Uso e Ocupação do Solo visando a elaboração e atualização de Planos Diretores.** Florianópolis, SC. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003, 116 p. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/85082/198732.pdf?sequence=1>>.
Acesso em: 10 maio 2015.

FONTES, A. R. M.; BARBASSA, A. P. **Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbanas**. In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8 n^o.2. abr-jun. 2003, p. 137-147. Disponível em:
<<https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/333321ad2e0442b968f474b40381eaa3dc3b9defd64e615362eb9f6cfa30bcc1.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2015.

LAVALLE, C.; BARREDO, J. I.; MCCORMICK, N; ENGELEN, G.; WHITE, R.; ULJEE, I. **The MOLAND model for urban and regional growth forecast: A tool for the definition of sustainable development paths**. Italy, Joint Research Centre - European Commission. 2004. Disponível em:
<<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC29277/EUR%2021480%20EN.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2015.

MILARÉ, E. **Direito do Ambiente**: doutrina, jurisprudência, glossário. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2005.

PROJETO MONALISA. **Identificação dos Pontos de Impacto da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – Retirada e Devolução de Água**. 2005.

RIEGEL, R. P. **Análise e Avaliação da Evolução Urbana de Novo Hamburgo com Ênfase nas Áreas de Risco e suas Relações com a Degradação Ambiental**. Novo Hamburgo, RS. Dissertação de Mestrado, Universidade Feevale, 2014, 154 p.

SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. (org.). **Geoprocessamento & análise ambiental**: aplicações. 4. ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2010. 363 p.

SOARES-FILHO, B. S.; CERQUEIRA, G. C.; PENNACHIN, C. L. **DINAMICA – a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier**. Ecological Modelling, v. 154, 2002, p. 217-235.

SOUZA, J. ; BRITO, F. **Expansão Urbana de Belo Horizonte e da RMBH: A Mobilidade Residencial e o Processo de Periferização, nos Anos 80 e 90**. Seminário CEDEPLAR, Diamantina, 2008. Disponível em:
<http://www.cedeplar.ufmg.br/seminarios/seminario_diamantina/2008/D08A011.pdf>.
Acesso em: 05 maio 2015.

SOUZA, S. M. **Mapeamento e Avaliação da Vegetação Urbana da Cidade de Vitória - ES, utilizando Geotecnologias**. Jerônimo Monteiro, ES. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, 2011, 140 p. Disponível em:
<http://www.mundogeomatica.com.br/tesesmonografias/tese_site/tese_samira.pdf>. Acesso em: 10 maio 2015.

GESTÃO AMBIENTAL E SUA CORRELAÇÃO COM A FARMÁCIA HOSPITALAR

Tatiana Moraes da Silva Heck¹

Vanessa Theis²

Dusan Schreiber³

Palavras-chave: Gestão Ambiental. Farmácia Hospitalar. Resíduos.

INTRODUÇÃO

A gestão ambiental tem como foco principal diagnosticar a situação ambiental através da atividade organizacional propondo um modelo de gestão, com ajuste de processos internos atendendo às determinações de preceitos legais (DIAS, 2011; TACHIZAWA, 2011; BARBIERI, 2012; MOURA, 2011).

A farmácia hospitalar, além de ser responsável pela aquisição e distribuição de medicamentos, possui como funções desenvolver atividades não somente na área clínica, mas também relacionadas à gestão e a cuidados com a área ambiental (MARGARINOS-TORRES; OSORIO-DE-CASTRO & PEPE, 2007). Neste âmbito, algumas atividades sob o ponto de vista da organização farmacêutica são fundamentais, observando as normas ambientais pertinentes às suas atividades, planejar e executar sua implantação e seu cumprimento.

Visando uma avaliação de qualidade ambiental da gestão farmacêutica hospitalar, analisou-se um estudo de caso de uma farmácia em um hospital de grande porte da região metropolitana do Rio Grande do Sul, com aproximadamente 1.500 colaboradores. A empresa conta com áreas administrativas, unidades de internações, farmácia hospitalar, UTI adulto, unidade pediátrica, setor de nutrição, entre outros. A farmácia hospitalar visa o atendimento a pacientes internos ou ambulatoriais com o objetivo de fornecer fármacos, medicamentos injetáveis e inalados, produtos para curativos e tratamento de uso tópico a queimados, bem como o atendimento ambulatorial.

¹Bacharel em Biomedicina. Mestranda em Qualidade Ambiental, Programa de Pós-Graduação da Universidade Feevale.

²Mestre e Doutoranda em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale. Bacharel em Administração de Empresas.

³Doutor em Administração. Professor do mestrado profissional em indústria criativa e do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

O objetivo do presente estudo é analisar a gestão hospitalar farmacêutica através de um questionário que deverá servir como partida para um melhor planejamento das principais atividades exercidas no ramo.

REFERENCIAL TEÓRICO

A gestão ambiental tem sido atualmente foco de preocupações de organizações tornando-se de maior interesse de pesquisadores. Visando analisar a situação ambiental da organização e propondo um modelo de gestão, ajustes de processos internos são utilizados para atender às determinações de preceitos legais em vigor (DIAS, 2011; CALLADO; SOARES; MACHADO & CALLADO, 2009; TACHIZAWA, 2011; BARBIERI, 2012; DONAIRE, 1999; MOURA, 2011).

Atualmente, existe um caráter mais abrangente à assistência farmacêutica em relação a garantia da qualidade e uso adequado de medicamentos, não somente limitando-se à aquisição e distribuição dos tais. Diretrizes possíveis de serem alcançadas no âmbito hospitalar farmacêutico relacionada com gestão organizacional tornaram-se primordiais na área (MARGARINOS-TORRES; OSORIO-DE-CASTRO & PEPE, 2007). Espera-se que a farmácia hospitalar desenvolva atividades clínicas e atividades relacionadas à gestão organizacional de acordo com as características do hospital o qual está inserido o serviço, sem afetar a sua coerência hospitalar. Dentre as atividades fundamentais da gestão e a área da farmácia hospitalar, o uso de descarte adequado de fármacos e a orientação aos pacientes devem ser acompanhados por gestores e equipes de saúde (MARGARINOS-TORRES; OSORIO-DE-CASTRO & PEPE, 2007).

Segundo os autores Shigunov Neto; Campos e Shigunov (2009), Barbieri (2012) e Moura (2011) os princípios de gestão ambiental organizacional devem integrar o conjunto de estratégias organizacionais, com destaque principal a redução de custos e o desenvolvimento de uma cultura ecologicamente correta de origem interna. Já de origem externa, destacam-se a tendência à prevenção de acidentes ecológicos por parte da organização, principalmente de agências financiadoras e do governo.

A literatura revisada que versa sobre a gestão ambiental aponta para três estratégias principais, a prevenção da poluição, o planejamento e o desenvolvimento sustentável. Esta última com ações mais proativas envolvendo toda a organização, com ações corretivas, preventivas e antecipatórias mediante o risco de problemas ambientais (SHIGUNOV NETO; CAMPOS & SHIGUNOV, 2009).

METODOLOGIA

O método de pesquisa escolhido para análise foi o estudo de caso, por se entender que apresenta melhor aderência ao objetivo e às questões que nortearam o estudo. Yin (2005) destaca a adequação do método do estudo de caso para investigar fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sempre quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não é claramente definida. Autor entende que estudo de caso é adequado para responder às questões "como" e "porque" que são questões explicativas e tratam de relações operacionais que ocorrem ao longo do tempo mais do que frequências ou incidências.

O estudo de caso foi realizado em uma farmácia hospitalar, sendo que a pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: (i) uma visita técnica, durante a qual foi realizada a observação não participante; (ii) uma entrevista em profundidade com o gestor indicado pela empresa pesquisada, sendo o mesmo responsável pela área ambiental. A entrevista teve uma duração média de duas horas, sendo anotadas as observações em diário de campo. No prazo máximo de seis horas após a entrevista as anotações foram transcritas, codificadas e analisadas.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Em alinhamento com o teor de textos revisados (SHIGUNOV NETO; CAMPOS & SHIGUNOV, 2009; MOURA, 2011), as práticas ambientais identificadas na empresa em análise são focadas na eliminação dos potenciais poluidores, na reutilização e na reciclagem, incluindo práticas de prevenção e controle ambiental, como, por exemplo, a instalação de filtros de emissão ou sistemas de separação de resíduos. Além disso, foi constatado que foram tomadas medidas de como evitar a utilização de sacos plásticos/sacolas; redução do volume de resíduos sólidos gerados; bem como a contratação de uma empresa autorizada para o devido descarte de material contaminante e infecto-cortante. Em relação ao consumo de água e energia, não há um programa de controle formalizado, dependendo da conscientização de cada funcionário para a redução do consumo.

Inicialmente o lixo contaminado (material infectante) é devidamente descartado como material contaminado e juntamente com o lixo perfuro cortante (descartados separadamente) são postos em uma sala apropriada para resíduos até que empresas contratadas encaminhem ao descarte adequado. Periodicamente é realizada ações preventivas e palestras para capacitar os colaboradores e formalizar com protocolos as orientações repassadas por gestores e responsáveis pelo setor.

Foi possível perceber comprometimento dos colaboradores da organização no atendimento às práticas ambientais, seguindo orientação através de protocolos padrões sobre o

descarte de material da farmácia hospitalar, elaborado pelo farmacêutico responsável. Possuem também um treinamento adequado para a separação de resíduos recicláveis e para a retirada do estoque de uso os medicamentos, cremes ou loções quando vencidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo demonstrou que é possível adotar políticas do programa de gestão ambiental e aplicá-las de forma positiva nas mudanças e alterações de práticas organizacionais, compreendendo o sistema organizacional. Embora as limitações da pesquisa, o estudo de caso evidenciou por meio de questionário a correta ação de descarte e controle de medicamentos da farmácia hospitalar, o envolvimento desde a classe de gestores aos colaboradores bem como a preocupação ambiental da organização de forma significativa.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, J. C.. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 3. ed., atual. e ampl. São Paulo, SP: Saraiva, 2012. xviii, 358 p. ISBN 9788502141650

CALLADO, A. L. C.; SOARES, A. P. A.; MACHADO, A. G. C.; CALLADO, A. A. C. **Gestão ambiental e responsabilidade social: conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo, SP: Atlas, 2009. x, 326 p. ISBN 9788522457724

DIAS, R.. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2. ed., rev. e atual. São Paulo, SP: Atlas, 2011. x, 220 p. ISBN 9788522462865

DONAIRE, D.. **Gestão ambiental na empresa**. 2. ed. São Paulo, SP: Atlas, 1999. 169 p. ISBN 8522421854

MARGARINOS-TORRES, R.; OSORIO-DE-CASTRO, C. G. S.; PEPE, V. L. E.. Atividades da farmácia hospitalar brasileira para com pacientes hospitalizados: uma revisão da literatura. **Ciênc. saúde coletiva**. Vol.12, no.4, Rio de Janeiro, July/Aug., 2007

MOURA, L. A. A. **Qualidade e gestão ambiental: sustentabilidade e ISO 14.001**. 6. ed. Belo Horizonte, MG: Del Rey, 2011. xiv, 418 p. ISBN 9788538401766

SHIGUNOV NETO, A.; CAMPOS, L. M. S.; SHIGUNOV, T. **Fundamentos da gestão ambiental**. Rio de Janeiro, RJ: Ciência Moderna, 2009. xxi, 295 p. ISBN 9788573938012

TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira**. 7. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2011. xvii, 450 p. ISBN 9788522462452

YIN, R.. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GESTÃO AMBIENTAL X DIFERENCIAÇÃO E COMPETITIVIDADE: UM ESTUDO DE CASO

Morgana Oliveira da Silva¹

Giselly Santos Mendes²

Dusan Schreiber³

Palavras-chave: Gestão Ambiental. Competitividade. Diferencial competitivo. Clientes.

INTRODUÇÃO

Meio Ambiente é definido por Campos e Neto (2009) como o lugar onde os seres vivos habitam. Em latim, meio ou *médium* significa lugar onde se vive. O termo *ambiente* é tudo aquilo que cerca ou envolve os seres humanos. Os autores classificam meio ambiente em quatro tipos: meio ambiente natural, meio ambiente cultural, meio ambiente artificial e meio ambiente do trabalho.

O termo Gestão Ambiental é comumente usado para definir ações ambientais em espaços geográficos específicos. Já a Gestão Ambiental empresarial refere-se às organizações, as quais possuem políticas que buscam a minimização ou eliminação de impactos ambientais provenientes de suas atividades.

Nesta perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo investigar quais são as especificidades das práticas ambientais adotadas por duas empresas do segmento de plástico, através de questionários aplicados às mesmas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Barbieri (2011) os problemas ambientais foram intensificados a partir da Revolução Industrial, uma vez que, esta trouxe uma diversidade de substâncias e materiais até então inexistentes na natureza. A Revolução Industrial contribuiu para o aumento da produção e por conseguinte, o maior nível de degradação, visto que os seres humanos extraem do meio

¹ Morgana Oliveira da Silva, pós-graduada em Gestão Estratégica de Marketing - Ênfase em Administração de Vendas pela Universidade Feevale. (profmorganasilva@gmail.com)

² Giselly Mendes, mestre em Qualidade Ambiental (0107142@feevale.br)

³ Dusan Schreiber, professor doutor em Administração (dusan@feevale.br)

ambiente os recursos necessários para produzir bens e serviços, despejando materiais e energia não aproveitados.

É possível verificar que no Brasil a questão ambiental é crítica em alguns setores, ocasionando efeitos negativos de abrangência global. Mas também há empresas que vem desenvolvendo trabalhos significativos, buscando melhoria no desempenho ambiental, desde os processos produtivos até o produto (MOURA, 2011).

No entanto, Andrade e Tachizawa (2012) trazem a questão dos “consumidores verdes” e ecologicamente corretos, os quais buscam por empresas que além de éticas e bem posicionados no mercado, sejam socioambientalmente responsáveis. Estes consumidores não são sensíveis somente ao preço e qualidade dos produtos, mas sim ao comportamento social das empresas fabricantes. Portanto as organizações que perceberem a sustentabilidade como oportunidade e diferencial competitivo, tomando decisões estratégicas integradas às questões ambientais, atingirão significativas vantagens competitivas.

Moura (2011) completa que a preocupação ambiental passou a ser uma necessidade dos clientes da empresa, a qual precisa adaptar-se para atender a demanda dos mesmos. Ele apresenta algumas razões para que a organização melhore seu design ambiental dos produtos, bem como processos produtivos: maior satisfação dos clientes; melhoria na imagem da empresa; conquista de novos mercados; redução de custos; melhoria no desempenho da empresa; redução dos riscos; melhoria da administração da empresa; maior permanência do produto no mercado; maior facilidade na obtenção de financiamento; maior facilidade na obtenção de certificação; demonstração aos clientes, vizinhos, acionistas.

METODOLOGIA

Buscando maior aprofundamento sobre a temática escolhida os autores optaram pela realização do estudo de caso múltiplo, exploratório e descritivo, apoiado em pesquisa bibliográfica que respaldou a construção das questões utilizadas nas entrevistas semiestruturadas, bem como facultou a análise do teor discursivo das respostas dos entrevistados (GIL, 2002).

A técnica de coleta de dados utilizada para a realização desta pesquisa foi dividida em duas partes distintas. Primeiro foi realizada a coleta de informações para a elaboração do referencial teórico. A segunda parte foi a coleta dos dados para a pesquisa feita através de questionários, enviados via e-mail, após um primeiro contato realizado via telefone com a empresa Alpha e pessoalmente com a empresa Beta.

O universo da pesquisa foram duas empresas fabricantes de embalagens plásticas. A empresa Alpha situada na cidade de Estância Velha/RS e a empresa Beta em Novo Hamburgo/RS. A entrevista na empresa Alpha foi realizada com o Diretor Comercial, o qual ocupa este cargo a vinte anos. Já na empresa Beta a entrevista foi realizada com a Coordenadora de Sistema de Gestão Integrado. A mesma atua na empresa a nove anos.

RESULTADOS

Questionados se a competitividade do segmento em que atuam estimula a adoção de práticas ambientais em produtos e processos, o respondente da empresa Alpha citou que nesta perspectiva é interessante adotar práticas ambientais, principalmente nos produtos, aumentando assim o *Market Share*. A respondente da empresa Beta relatou que a adoção de práticas ambientais se faz necessária pelo fato de clientes e fornecedores da mesma disseminar estas ações.

As empresas evidenciam benefícios através da utilização de processos de inovação através da gestão ambiental. Já o entrevistado da empresa Alpha citou a sustentabilidade do negócio como principal, uma vez que, para que a organização mantenha-se no mercado é fundamental a adoção de práticas ambientais. Os entrevistados das duas empresas acreditam que o desenvolvimento de produtos e processos tornaram-se essenciais e grandes diferenciais para conquista de novos clientes. A entrevistada da empresa Beta acredita que possa ser gerado valor ao empreendimento a partir da fabricação de produtos utilizando cada vez menos recursos financeiros e ambientais, reaproveitamento de resíduos recicláveis.

Na empresa Alpha os fatores ambientais influenciam o processo de inovação da empresa, já que na atualidade estes fatores são grandes incentivadores para o desenvolvimento de técnicas e produtos que possam se diferenciar no mercado, agregando valor na marca e nos produtos da empresa. Segundo Moura (2011) a melhoria da imagem da empresa não se dá somente para os clientes, mas também para o governo, comunidade, ONGS. A empresa Beta relata que os fatores ambientais influenciam na maneira de pensar os processos, contribuindo na redução de custos e melhor aproveitamento dos recursos financeiros.

Indagados sobre como a questão ambiental é pensada pela organização, quando há necessidade de melhoria ou inovação de processos ou produtos, a empresa Alpha expõe que faz parte da filosofia da organização ter cuidados para não afetar o meio ambiente sem necessidade. Para a empresa a questão ambiental é um requisito básico para qualquer novo desenvolvimento. A empresa Beta pensa na inovação e nos processos de maneira que contribuam no crescimento da organização de forma responsável, respeitando e cumprindo as

legislações aplicáveis. A mesma busca a implantação de práticas que permitem monitoramento e melhoria contínuos em processos e produtos.

Interrogados sobre o que é considerado na avaliação de projetos, no processo decisório de investir (ou não) na sua operacionalização e empresa Alpha reforçou a questão da análise de geração de resíduos, consumo de água, produtos contaminantes. Já a empresa Beta citou a questão do plano de corte, ou seja, é considerado o gerenciamento dos resíduos decorrente de atividade “quanto vai custar x faturamento”.

Para a empresa Alpha acredita que o ciclo de vida do produto não seja o fator mais importante como vantagem competitiva do produto e sim o impacto ambiental que ele ocasiona na sua aplicação e processo produtivo. A empresa Beta compartilha da mesma ideia, relatando que os produtos fabricados por ela possuem ciclo de vida prolongado e por isso, adotam práticas de reaproveitamento e reciclagem.

DISCUSSÃO

A estratégia de negócio de ambas as empresas visa a questão ambiental. O entrevistado da empresa Alpha enfatiza toda argumentação sobre os benefícios em relação ao meio ambiente que fazem parte das características de seus produtos. Já a entrevistada da empresa Beta relata que a mesma contempla as premissas ambientais da empresa no Planejamento Estratégico até o ano de 2020.

Para Campos e Neto (2009) os objetivos do gerenciamento ambiental nas empresas precisam estar interligados com o conjunto das atividades empresariais. Sendo assim, não podem ser vistos como fatores isolados e sim estarem de acordo com as responsabilidades empresariais, que são: responsabilidade ambiental, responsabilidade econômica e responsabilidade social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As empresas estão desafiadas pela valorização de um comportamento ecologicamente correto, uma vez que, o ambiente tecnológico tem sido pressionado pelo *ecodesign*, logística reversa, produção de menor impacto ambiental e maior segurança no trabalho. Neste contexto, as empresas competitivas são aquelas buscam implantar processos e tecnologia em sua gestão. Aligleri, Aligleri, Kruglianskas (2009).

Evidencia-se que ambas as empresas possuem uma Gestão Ambiental, sendo que as mesmas percebem a importância de diferenciar-se em um mercado em que os consumidores estão cada vez mais exigentes com as questões ambientais.

REFERÊNCIAS

ALIGLERI, Lilian; ALIGLERI, Luiz Antonio; KRUGLIANSKAS, Isak. **Gestão socioambiental: responsabilidade e sustentabilidade do negócio.** São Paulo: Atlas, 2009.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos.** 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

CAMPOS, Lucila Maria de Souza; NETO, Alexandre Shigunov. **Fundamentos da Gestão Ambiental:** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MOURA, L. A. A. de. **Qualidade e gestão ambiental: sustentabilidade e ISO 14.001.** 6. ed. Belo Horizonte, MG: Del Rey, 2011

TACHIZAWA, T.; ANDRADE, R. O. B. **Gestão socioambiental: estratégias na nova era da sustentabilidade.** 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

GESTÃO DE MEDICAMENTOS EM UMA FARMÁCIA DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE: ESTUDO DE CASO

Larissa Ferreira De Jesus¹

Vanessa Theis²

Dusan Schreiber³

Palavras-chave: Gestão. Farmácia. Medicamentos.

INTRODUÇÃO

O avanço da ciência na área da saúde proporcionou um aumento da fabricação e consumo de medicamentos, que muitas vezes, pelo descarte inadequado, podem contaminar a água e o solo e trazer riscos à saúde humana e ao meio ambiente (PINTO et al., 2014). Desse modo, é importante a avaliação e o gerenciamento do descarte de resíduos de farmácias pelos inúmeros riscos associados. Com este objetivo foi realizado o estudo de caso único, em uma farmácia tradicional, localizada na Região Metropolitana de Porto Alegre, visando evidenciar e analisar as atividades adotadas pelos colaboradores para atender as determinações legais, bem como prevenir possíveis impactos ambientais decorrentes do descarte indevido dos referidos medicamentos.

A pesquisa se justifica na medida em que as farmácias tradicionais não tem sido objeto de preocupação de autoridades sanitárias, pelas características do modelo de negócio, que não prevê a manipulação de produtos químicos, restringindo a sua atuação à comercialização de medicamentos fornecidos pelos laboratórios. No entanto, o estudo evidencia que riscos ambientais podem ser relevantes, se não observadas as práticas previstas em lei.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Atualmente muito se discute sobre a poluição e suas consequências ao meio ambiente. Uma preocupação recente tem sido a contaminação do meio ambiente por medicamentos. Observam-se relatos da presença de diversos fármacos tanto em água como no solo. Essa

¹Mestranda em Qualidade Ambiental, bacharel em Biomedicina pela Universidade Feevale.

²Doutoranda em Qualidade Ambiental, Mestre em Qualidade Ambiental e bacharel em Administração pela Universidade Feevale.

³Doutor em Administração pela UFRGS e professor da Universidade Feevale.

contaminação resulta, geralmente, do descarte inadequado, da excreção de metabólitos que não são eliminados no processo de tratamento de água e de esgoto e do uso veterinário (ZUCCATO et al., 2005; ZUCCATO et al., 2006).

Práticas inadequadas no descarte de medicamentos podem ocasionar danos ambientais e danos à saúde pública. O descarte inadequado de medicamentos vencidos pode acarretar impactos proeminentes, afetar diversos ecossistemas (MELO et al., 2005) e gerar risco a saúde pessoas carentes ou crianças que possam vir a reutilizar esses produtos (SERAFIM et al., 2007).

O Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde Pública classifica os medicamentos no grupo B, que se refere às substâncias que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente depende de características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. O manuseio correto desses resíduos engloba um gerenciamento adequado e termina na disposição final, a fim de proporcionar aos resíduos gerados um destino seguro (ANVISA, 2006; PEREIRA, 2011; TESSARO e ZANCANARO, 2013).

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), nº 358/2005, dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) sob a ótica da preservação dos recursos naturais e do meio ambiente. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da RDC nº 306/2004, dispõe sobre o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde e exige que todo gerador elabore um plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS) (ANVISA, 2004; CONAMA, 2005).

Estima-se que mais da metade dos medicamentos são prescritos, dispensados ou vendidos inapropriadamente. Portanto, é gasto muito dinheiro com medicamentos e que, ao invés de benefícios podem trazer um risco à saúde. Assim, é necessário garantir uma melhor utilização dos medicamentos (JOÃO, 2010).

METODOLOGIA

O método de pesquisa escolhido para a pesquisa foi o estudo de caso, por se entender que apresenta melhor aderência ao objetivo e às questões que nortearam o estudo. Também Yin (2005) destaca a adequação do método do estudo de caso para investigar fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sempre quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não é claramente definida. Yin (2005) entende que o estudo de caso é adequado para responder às questões "como" e "porque" que são questões explicativas e tratam de relações operacionais que ocorrem ao longo do tempo mais do que frequências ou incidências.

O estudo de caso foi realizado em uma farmácia tradicional, sendo que a pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: (i) uma visita técnica, durante a qual foi realizada a observação não participante; (ii) uma entrevista em profundidade com a farmacêutica, como responsável técnica pela empresa pesquisada. A entrevista, norteadas pelas questões que emergiram da literatura revisada, teve uma duração média de duas horas, sendo anotadas as observações em diário de campo. No prazo máximo de seis horas após a entrevista as anotações foram transcritas, codificadas e analisadas.

A farmácia, localiza-se, em uma área comercial, bem movimentada, na Região Metropolitana de Porto Alegre. O prédio do estabelecimento é antigo, com uma área de 80 m², dividida em área de atendimento, sala para atividades administrativas, sanitário, sala para aplicação de injetáveis e descarte de lixo e resíduos e vestiário. A empresa conta com seis funcionários e opera desde fevereiro de 1989.

O local conta com mapeamento de risco em dia. Há sinalização e extintores. A farmácia assegura a todos os seus funcionários a promoção de saúde e prevenção de acidentes através de medidas preventivas como exames médicos admissionais e periódicos (através de uma empresa terceirizada). Dispõe também de EPI's para todos os funcionários de acordo com a necessidade.

ANÁLISE DE RESULTADOS

Pelas respostas da farmacêutica, observou-se que é realizado um levantamento diário de compras e vendas. Assim, não é necessário um grande estoque de medicamentos. A farmácia contém um estoque mínimo de medicamentos, pois é possível realizar compras diárias ou semanais. A mercadoria recebida é submetida à inspeção a fim de verificar a integridade da embalagem, a quantidade e a correspondência com o produto solicitado.

Os produtos são, então, armazenados segundo condições apropriadas. Semestralmente, no máximo, é realizado um levantamento dos prazos de validade dos produtos. Os produtos prestes a vencer são separados e identificados. Os produtos vencidos e demais produtos que são possíveis de descartar no lixo comum ou na pia (perfumaria, por exemplo) são descartados e o restante dos medicamentos ou produtos que necessitem outro destino é descartado quinzenalmente por empresa contratada.

A farmacêutica cita como consequência do descarte inadequado a multa e a não renovação do Alvará Sanitário. Destaca também como dificuldade a contratação de empresa prestadora do serviço de recolhimento de resíduos, visto que esta precisa estar em dia com a FEPAM e

realizar todos os procedimentos de forma correta. A farmácia é responsável até o fim do processo pelo lixo que produz.

Os gastos de luz e água são contidos de maneira simples (desligando os aparelhos quando não utilizados). No local, são utilizados detergente líquido, desinfetante, hipoclorito e álcool. O lixo comum é descartado diariamente através do serviço público. O resíduo químico farmacêutico é quinzenalmente através de empresa contratada. O resíduo infectante ou biológico é bimestralmente através de empresa contratada. Os profissionais são treinados de acordo com a necessidade, através da farmacêutica ou palestras externas. Todos os treinamentos são arquivados, para controle.

Constatou-se que há cuidado em relação ao descarte de medicamentos. Entretanto, a farmacêutica quando questionada sobre os riscos dos medicamentos somente citou a possibilidade de multa e complicações da renovação das licenças e deixou de mencionar os riscos ao ambiente e a população. Salientando, assim, que estudos e campanhas que visem a divulgação dos riscos do descarte inadequado de medicamentos são importantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As farmácias, do tipo tradicional, não tem sido, normalmente, objeto de investigação, no tocante às práticas ambientais, com base nas características da operação, que compreende a aquisição de medicamentos já acondicionados em embalagens que seguem as normas legais. No entanto, vale salientar que existem alguns aspectos, na referida operação, que podem representar impacto ambiental.

Com o objetivo de contribuir para o conhecimento, relacionado com as práticas organizacionais, que possam prevenir potencial impacto ambiental, foi realizado um estudo de caso único, em uma farmácia tradicional, na região metropolitana de Porto Alegre. Foi possível averiguar que as práticas analisadas são realizadas em conformidade com a legislação vigente. No entanto, como foi constatado por autores revisados na etapa teórica, se faz necessária uma pressão social e dos dirigentes a fim de se valer as normas, recomendações vigentes e conscientização (TAKASNAHUI, 1993).

REFERÊNCIAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. RDC n° 306, 7 de dezembro de 2004. **Dispõe sobre o Regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.** Brasília, 2004.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. República Federativa do Brasil. Ministério da Saúde. **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.** Brasília, 2006.

JOÃO WSJ. Reflexões **sobre o uso racional de medicamentos.** Pharmacia brasileira 78: 15-16, 2010.

MELO V, NUNES DC, KIM FJK, ALMEIDA NR, KAMIYA M, FURUKAWA K, SATO E, MISSIMA J, OLIVEIRA PG. **Descarte de medicamentos vencidos por usuários residentes na cidade de São Paulo.** Congresso Paulista de Farmacêuticos, SP. Acesso em 13/07/15. Disponível em <http://www.oswaldocruz.br/download/artigos/saude20.pdf>, 2005.

PINTO GMR, SILVA KR, PEREIRA RFAB, SAMPAIO SI (2014) Estudo do descarte residencial de medicamentos vencidos na região de Paulínia (SP), Brasil. Revista Engenharia Sanitária 19: 219-224, 2014.

PEREIRA SSS. **Resíduos de serviço de saúde: definição, classificação e legislação.** Âmbito Jurídico, Rio Grande 14, 2011.

SERAFIM EOP, VECCHIO A, GOMES J, MIRANDA A, MORENO AH, LOFFREDO LMC, SALGADO HRN, CHUNG MC. **Qualidade dos medicamentos contendo dipirona encontrados nas residências de Araraquara e sua relação com a atenção farmacêutica.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas 43: 137-135, 2007.

TAKAYANAGUI AMM. Consciência **ecológica e os resíduos de serviços de saúde.** Revista Latino-Americana de Enfermagem 2: 93-96, 1993.

TESSARO PB, ZANCANARO V. **Recolhimento e descarte dos medicamentos das farmácias caseiras no município de Caçador- SC.** Saúde Meio Ambiente 2: 118-128, 2013.

YIN R. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZUCCATO E, CASTIOGLIONI S, FANELLI R. **Identification of the pharmaceuticals for human use contaminating the italian aquatic environment.** Journal of Hazardous Materials 9: 122-205, 2005.

ZUCCATO E, CASTIOGLINI S, FANELLI R, REITANO G, BAGNATI R, CHUABRANDO C, POMATI F, ROSSETTI C, CALAMARI D. **Pharmaceuticals in the environment in Italy: causes, occurrence, effects and control.** Environmental Science and Pollution Research 13: 15-21, 2006.

IDENTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NA BACIA DO RIO DOS SINOS-RS

Rodolfo González Ortega¹

Claudia Regina Klauck²

Alexandre Zeni³

José Galizia Tundisi⁴

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Impactos ambientais. Serviços Ambientais.

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos vêm sendo ameaçados de modo crescente à medida que populações humanas aumentam e demandam maior quantidade de água de alta qualidade para fins domésticos e atividades econômicas. O uso de água para diferentes fins pode levar a deterioração de sua qualidade e quantidade, impactando o ecossistema aquático bem como a sua disponibilidade para o consumo humano.

Ambientes aquáticos são considerados matrizes complexas que requerem um uso cuidadoso para assegurar que o ecossistema sustentável funcione de modo eficaz no futuro. Desta forma, o gerenciamento de ambientes aquáticos requer a compreensão das importantes ligações entre as propriedades do ecossistema e o modo no qual as atividades humanas podem alterar a interação entre os processos físicos, químicos.

A identificação dos serviços ambientais de uma bacia hidrográfica, bem como os impactos exercidos sobre estes, permitem uma melhor compreensão acerca do funcionamento do ecossistema e pressões que esta vem sofrendo ao longo dos anos, podendo servir como uma importante ferramenta para a tomada de decisões na gestão integrada dos recursos hídricos.

FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

As alterações na quantidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, ameaçam o equilíbrio e sobrevivência humana e das demais espécies do planeta

¹ Mestre em Novas Tecnologias Para a Educação. Universidade de Holguín. Bolsista de doutorado PEC-PG da CAPES do PPGQA Feevale.

² Mestre em Qualidade Ambiental Universidade Feevale. Bolsista de doutorado CAPES do PPGQA Feevale.

³ Mestre em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Maria. Doutorando do PPGQA Feevale.

⁴ Doutor em Ciências Biológicas. USP. Professor e pesquisador do PPGQA Feevale.

(TUNDISI, 1999). Para uma melhor compreensão dos processos físicos, químicos e biológicos, que intervêm no ciclo hidrológico de uma bacia, deve-se utilizar uma análise integrada, permitindo, desta forma um melhor entendimento das variáveis ambientais locais (GOLDENFUN, 2003).

São vários os processos que controlam a qualidade e a quantidade da água de determinado manancial e estes fazem parte de um frágil equilíbrio, onde os impactos ambientais podem alterar diretamente a sua qualidade e disponibilidade (ARCOVA *et al.*, 1998). Os serviços ambientais referem-se aos sistemas naturais que oferecem um fluxo contínuo de bens e serviços à sociedade (Rojas & Ayward, 2005). Estes podem envolver os benefícios hidrológicos, prevenção de desastres, conservação da biodiversidade, sequestro de carbono, entre outros (Pagiola & Platais, 2002) e são produzidos a partir de diversas interações no ecossistema (SEEHUSEN, PREM, 2011). O presente trabalho teve por objetivo a identificação dos principais impactos e serviços ambientais do Rio dos Sinos.

METODOLOGIA

A partir de discussões ocorridas durante a disciplina de Ecologia Teórica, do curso doutorado em Qualidade Ambiental (Feevale), o grupo de alunos procedeu com a identificação dos principais serviços e impactos ambientais do Rio dos Sinos.

Posteriormente os dados foram inseridos em uma tabela a partir da qual construiu-se uma matriz binária, considerando-se a relação direta de impactos e serviços ambientais. A estas informações, atribuíram-se valores de acordo com o grau de importância de cada um. A partir da obtenção da matriz, aplicou-se o método hierárquico de análise de cluster, agrupando os serviços ambientais de acordo com a importância dos mesmos.

Os valores de importância foram definidos pelo grupo de alunos em sala de aula. Para a análise hierárquica de cluster, utilizou-se a metodologia de Ward em programa estatístico SPSS®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise realizada em sala de aula identificou um total de 19 serviços ambientais prestados na bacia hidrográfica, descritos na tabela 1.

Tabela 1- Principais serviços ambientais prestados na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos

Nº	Serviços ambientais
1	Pesca
2	Navegação
3	Lazer
4	Abastecimento humano
5	Depuração de efluentes
6	Irrigação
7	Dessedentação de animais
8	Extração de areia
9	Biodiversidade aquática
10	Solo
11	Clima
12	Qualidade da água
13	Fixação de carbono
14	Biodiversidade terrestre
15	Áreas úmidas
16	Valor cultural
17	Atividade pecuária
18	Relação do rio com os tributários
19	Abastecimento indústria

Com relação aos impactos ambientais, foram identificados 12 impactos principais (tab. 2), que afetam direta ou indiretamente o ecossistema e os serviços prestados.

Tabela 2- Principais impactos ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos que afetam a qualidade dos serviços

Nº	Impactos Ambientais
1	Eutrofização
2	Poluição do solo
3	Poluição da água
4	Poluição do ar
5	Construção de represa
6	Inundação
7	Efeito estufa
8	Sedimentação
9	Espécies exóticas invasoras

10	Pressão antrópica
11	Sobre exploração recursos naturais
12	Variação do fluxo da água

A partir destes dados, construiu-se uma matriz de correlação entre serviços e impactos ambientais (quadro 1).

Impactos ambientais	Serviços ambientais											
	EUTROFIZAÇÃO	POLUIÇÃO SOLO	POLUIÇÃO ÁGUA	POLUIÇÃO AR	CONSTR. REPRESA	INUNDAÇÃO	EFEITO ESTUFA	SEDIMENTAÇÃO	INVASÃO ESP. EXÓTICAS	PRESSÃO ANTRÓPICA	EXPL. RECURSOS NATURAIS	VAR. FLUXO DE ÁGUA
Pesca	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Navegação	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
Lazer	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Abastecimento humano	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
Depuração de efluentes	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
Irrigação	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
Dessedentação de animais	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1
Extração de areia	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1
Biodiversidade aquática	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Solo	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Clima	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
Qualidade da água	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Fixação de carbono	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1
Biodiversidade terrestre	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Áreas úmidas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Valor cultural	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Atividade pecuária	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Relação do rio com os tributários	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Abastecimento indústria	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1

Quadro 1- matriz de correlação entre os impactos e serviços ambientais. Onde 1- indica correlação e 0- ausência de correlação.

Os resultados obtidos na análise hierárquica de cluster, a partir das prioridades dadas pelo grupo, identificaram que os principais serviços ambientais exercidos na Bacia dos Sinos,

dizem respeito, principalmente ao uso da água pelas práticas humanas (abastecimento, consumo e dessedentação de animais), estes são classificados, de acordo com a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (*Millenium Ecosystem Assessment*, MA, 2005) em serviços predominantemente de provisão. A análise também permitiu a identificação dos impactos ambientais de maior relevância que afetam os serviços supracitados (tab. 3).

Tabela 3 – serviços e impactos de maior relevância de acordo com análise hierárquica de cluster.

Nº	Serviços	Nº	Impactos
1	Pesca	5	Construção de represas
3	Lazer	10	Pressão antrópica
4	Abastecimento humano	11	Exploração recursos naturais
5	Depuração de efluentes	12	Variação do fluxo da água
7	Dessedentação de animais		
9	Biodiversidade aquática		
10	Solo		
12	Qualidade da água		
15	Áreas úmidas		
16	Valor cultural		
18	Relação do rio com os tributários		
19	Abastecimento indústria		

Entre os demais serviços ambientais, de relevância intermediária, identificaram-se aqueles relativos aos ciclos biogeoquímicos (serviços reguladores, (MA, 2005)) e manutenção da biodiversidade (serviços de suporte, MA (2005)), bem como atividade pecuária (tab. 4). Já os serviços com menor relevância, dizem respeito às atividades de navegação (serviços culturais (MA, 2005)), irrigação e extração de areia, classificados tendo em vista o grau de uso dos mesmos dentro da bacia hidrográfica.

Tabela 4- Classificação dos demais serviços ambientais conforme análise hierárquica de cluster

Relevância	Nº	Serviços ambientais
Intermediária	11	Clima
	13	Fixação de carbono
	14	Biodiversidade terrestre
	17	Atividade pecuária

Baixa	2	Navegação
	6	Irrigação
	8	Extração de areia

Os demais impactos ambientais identificados foram agrupados conforme o grau de influencia exercido sobre os serviços ambientais e são listados na tabela 5. Desta forma, tem-se, por ordem de relevância sobre os serviços, respectivamente: impactos relacionados à entrada de poluentes na bacia, processos de eutrofização e sedimentação, impactos relativos à inundação e introdução de espécies exóticas e impactos relativos poluição do ar. De acordo com Figueiredo *et al.* (2010), os principais impactos ambientais na bacia do Rio dos Sinos estão relacionados ao uso excessivo da água, poluição dos recursos naturais pelo uso de pesticidas e fertilizantes, redução da fauna e flora e impactos da contaminação sobre a população.

Tabela 5 - Classificação dos demais impactos ambientais conforme análise hierárquica de cluster e sua relevância sobre os serviços.

Relevância	Nº	Impactos ambientais
Maior	2	Poluição do solo
	3	Poluição da água
	7	Efeito estufa
Intermediária	1	Eutrofização
	8	Sedimentação
Intermediária	6	Inundação
	9	Espécies exóticas invasoras
Baixa	4	Poluição do ar

Salienta-se que os impactos são fortemente interligados e, embora sejam classificados em diferentes graus de relevância, praticamente todos apresentam uma relação direta. Percebe-se que estas relações são elevadas e que a degradação em um ponto específico afeta fortemente os demais fatores. Ao avaliar os resultados percebe-se um avanço para o esgotamento das condições naturais e da capacidade da Bacia do Rio dos Sinos em produzir os serviços. A ação dos impactos ambientais, e o avanço destes sobre a bacia, afeta quase a totalidade dos serviços que podem ser prestados pelo cluster. Neste aspecto, gestão adequada dos recursos naturais, a preservação dos ecossistemas, garante a manutenção dos serviços ambientais para as gerações futuras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Identificar a importância dos serviços ambientais e a relação direta dos mesmos com os impactos ambientais requer o desenvolvimento de novas formas de organização que integre a organização política, econômica social e institucional, para gestão da bacia hidrográfica como um ecossistema complexo. Deve-se buscar equilíbrio entre a conservação do meio ambiente entre produção decorrente dos serviços ambientais.

A relação estreita entre os serviços ambientais e os impactos, faz com que, ao ser mitigado o impacto, este repercute direta ou indiretamente sobre mais de um serviço, desta forma, faz-se necessária a gestão integrada para a mitigação dos impactos. Assim também faz-se necessário uma avaliação integrada dos resultados bem como valoração econômica dos benefícios a médio e longo prazo. Para adoção de medidas de mitigação dos impactos, estes devem estar relacionados com os serviços ambientais prestados, os quais podem diferir em cada bacia, em virtude das características dos ecossistemas que a formam. Estas medidas devem ser proporcionais às suas singularidades. Portanto, para a tomada de decisões, uma completa compreensão da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas torna-se imprescindível.

REFERÊNCIAS

ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**. Piracicaba. V.5. n.6. p.125-134,1999.

FIGUEIREDO, J.A.S.; DRUMM, E.; RODRIGUES, M.A.S.; SPILKI, F.R. The Rio dos Sinos watershed: an economic and social space and its interface with environmental status. **Brazilian Journal of Biology**. v.70, n.4, 2010

GOLDENFUM, J.A. Pequenas bacias hidrológicas: conceitos básicos. In: PAIVA, J.B.D.; PAIVA, E.M.C.D. **Hidrologia Aplicada à gestão de Pequenas Bacias Hidrológicas**. ABRH. Porto Alegre, 2003.

Millenium Ecosystem Assessment, MA, 2005. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington DC: Island Press, 2005.

PAGIOLA, S.; PLATAIS, G. Payments for environmental services. **Environment Strategy Notes**. 4p., 2002.

ROJAS, M.; AYLWARD, B. Que estamos aprendiendo de la experiencia con los mercados de servicios ambientales en Costa Rica? Revision y critica de la literatura. **Markets for Environmental Services**, n.19, 112p. 2005.

SEEHUSEN, S.E.; PREM, I. Por que pagamos serviços ambientais? In: GUEDES, F.B.; SEEHUEN, S.E. Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. **Série Biodiversidade**, v. 42, Brasília. MMA. p.15-49. 2011.

TUNDISI, J.G. **Limnologia do século XXI**: perspectivas e desafios. São Carlos: Suprema Gráfica e editora. IIE, p.24, 1999.

IMPACTO DAS CONCENTRAÇÕES DE *Escherichia coli* NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DOS SINOS¹

Darlan Daniel Alves²

Franko Teloken³

Daniela Montanari Migliavacca Osório⁴

Gunther Gehlen⁵

Palavras-chave: Poluição da água. Rio dos Sinos. *E. coli*. Resolução CONAMA 357/2005.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Rio dos Sinos tem sido depositária de uma ampla variedade de poluentes, entre eles os esgotos domésticos, que contribuem de forma representativa para as restrições no uso da água do rio em diversos pontos, especialmente nos trechos médio e inferior (BLUME et al. 2010; COSTA e SCHULZ, 2010). Atualmente, o Rio dos Sinos está elencado entre os quatro mais poluídos do Brasil (IBGE, 2010) e, por isso, a importância do monitoramento da qualidade de suas águas (SPILKI e TUNDISI, 2010). Os resultados, além de proporcionar informações sobre a qualidade das águas, possibilitam a projeção de cenários futuros, os quais poderão ser usados como embasamento para ações de preservação, melhoria e recuperação da bacia.

Este trabalho teve como objetivo a avaliação da qualidade da água do Rio dos Sinos junto ao ponto de captação da Companhia Municipal de Saneamento (COMUSA) de Novo Hamburgo/RS, bem como a identificação do impacto representado pelo parâmetro *Escherichia coli* (*E. coli*) para a atual classificação do ponto em estudo em Classe 4, segundo a Resolução CONAMA 357/2005. Os resultados foram fornecidos pela COMUSA, tendo sido

¹ Resumo resultante de trabalho realizado em parceria entre Feevale e Comusa.

² Mestre em Qualidade Ambiental (Feevale), Especialista em Educação Ambiental (FURG) e Tecnólogo em Gestão Ambiental (Feevale). Bolsista de doutorado em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale.

³ Mestre em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais (FURG). Doutorando em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale. Biólogo da COMUSA – Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo.

⁴ Doutora em Ecologia (UFRGS). Docente do Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

⁵ Doutor em Neurociências (UFRGS). Docente do Programa de Pós Graduação Mestrado em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

obtidos a partir da análise semanal, por um período de 24 meses, de amostras de água destinada a captação, tratamento e distribuição para consumo humano.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:

A *E. coli* é a principal bactéria do grupo de coliformes fecais (termotolerantes), sendo abundante nas fezes humanas e de animais. É encontrada em esgotos, efluentes tratados e águas naturais sujeitas a contaminações recentes por seres humanos, atividades agropecuárias, animais selvagens e pássaros (WHO, 2011). Diferentemente dos coliformes totais e fecais, a *E. coli* é a única que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal. Por esta razão, há uma tendência atual em se utilizar predominantemente a *E. coli* como indicador de contaminação fecal (LIBÂNIO, 2008). Em avaliação realizada por Blume et al. (2010) em diferentes pontos dos trechos superior, médio e inferior do Rio dos Sinos, identificou-se que o ponto localizado em Novo Hamburgo apresentou os piores resultados em relação a presença de coliformes fecais, valores acima de 4000 NMP 100 mL⁻¹.

METODOLOGIA:

O ponto de coleta para a análise deste trabalho está situado na latitude 29,730761°S e longitude 51,082849°W no Rio dos Sinos, o qual está inserido no município de Novo Hamburgo, na porção inferior da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, no Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1).

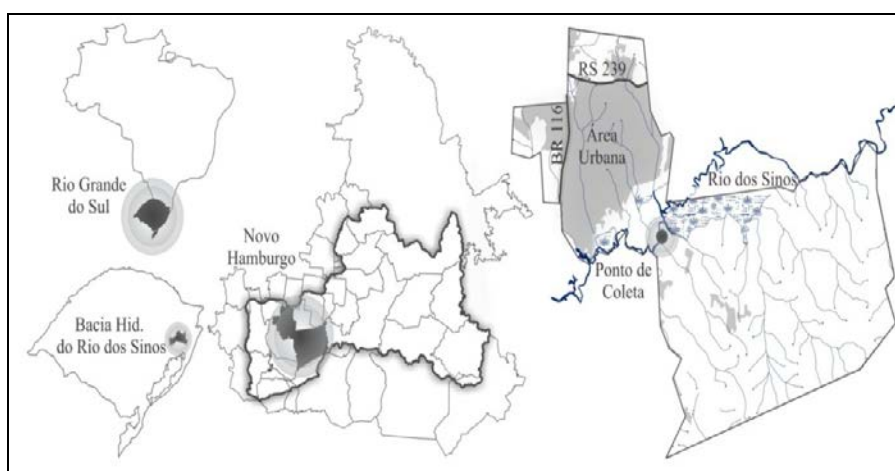


Figura 1 - Localização do Ponto de Coleta
Fonte: Os Autores

Foram realizadas coletas semanais, a partir de 2 de maio de 2013 até 29 de abril de 2015, totalizando 103 amostras. As análises foram realizadas pela COMUSA, conforme o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA, WEF, 2012).

RESULTADOS:

O parâmetro *E. Coli* foi determinado em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes previsto na Resolução CONAMA 357/2005. Os limites para enquadramento nas Classes 1, 2, 3 são, respectivamente, 200 NMP 100 mL⁻¹, 1000 NMP 100 mL⁻¹ e 4000 NMP 100 mL⁻¹, sendo que estes valores não devem ser excedidos em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral (BRASIL, 2015).

A Figura 2 apresenta, graficamente, os resultados obtidos para *E. coli* durante o período de monitoramento, bem como as linhas de corte para enquadramento nas Classes 1, 2 e 3, conforme Resolução CONAMA 357/2005.

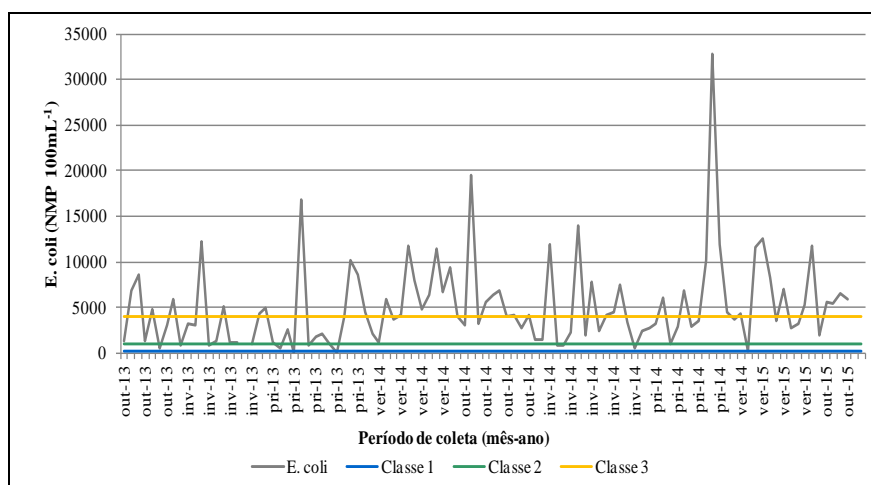


Figura 2 - Variação das concentrações *E. coli* no período de amostragem e limites para enquadramento nas Classes 1, 2 e 3, conforme Resolução CONAMA 357/2005

Fonte: Os Autores

Os resultados encontrados mostraram que 1,9% das amostras analisadas apresentaram concentração abaixo de 200 NMP 100 mL⁻¹, 11,5% abaixo de 1000 NMP 100 mL⁻¹, 34,5% abaixo de 4000 NMP 100 mL⁻¹ e 52,1% acima de 4000 NMP 100 mL⁻¹. Esses resultados permitem classificar o ponto de coleta como Classe 3, uma vez que os valores superiores a 4000 NMP 100 mL⁻¹ não excederam 80% das amostras analisadas.

A Figura 3 apresenta o diagrama de dispersão das variáveis tempo e concentração de *E. coli*. Conforme pode ser observado, a linha de tendência indica que as concentrações desse parâmetro estão aumentando significativamente como o passar do tempo, sugerindo que a qualidade da água do Rio dos Sinos tende a decair cada vez mais, caso esse cenário perdure.

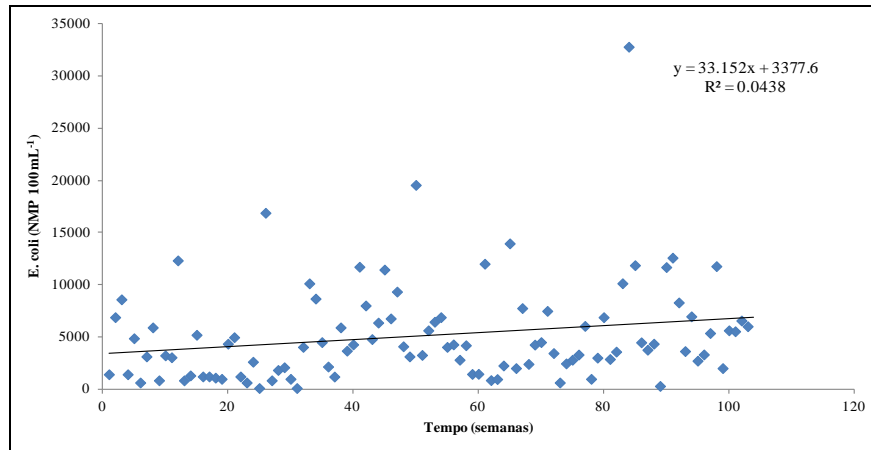


Figura 3 – Diagrama de dispersão ilustrando a correlação entre o tempo e as concentrações de *E. coli*
Fonte: Os Autores

DISCUSSÃO

A classificação de um corpo hídrico em Classe 3 permite que suas águas sejam usadas para abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado, recreação de contato secundário, pesca, irrigação de culturas arbóreas cerealíferas e forrageiras, dessedentação de animais, navegação e harmonia paisagística. É importante ressaltar que o parâmetro *E. coli* não pode ser empregado unitariamente para fins de classificação, pois outros parâmetros devem ser analisados e considerados neste processo. Ressalta-se, no entanto, o fato de que em 52,1% das amostras, os resultados superaram 4000 NMP 100 mL⁻¹, sugerindo que, caso não sejam tomadas ações voltadas à recuperação das águas da bacia, que já está classificada em classe 4 em diversos pontos (COMITESINOS, 2015), futuramente o parâmetro *E. coli* passará a contribuir de forma mais expressiva para este cenário de degradação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento dos efluentes domésticos deve ser prioridade entre as ações voltadas para a recuperação da qualidade ambiental da bacia, a custo de comprometer ainda mais os usos de suas águas, pois conforme os resultados obtidos, 52,1% das amostras excederam o limite de classificação na Classe 3 para o parâmetro *E. coli*. Além disso, é importante ressaltar que a

poluição implica no aumento dos custos no tratamento da água realizado pela Comusa, que apesar da elevada carga poluidora, ainda é capaz de fornecer água dentro dos padrões de potabilidade à população.

REFERÊNCIAS

BLUME, K. K. et al. Water quality assessment of the Sinos River, southern Brazil. **Braz. J. Biol.**, v. 70, n. 4 (suppl.), p. 1185-1193, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>> . Acesso em: 30 jun. 2015.

COMITESINOS. **1º Plano de Bacia: Relatório Técnico 2 – Fase B: Complementação do Enquadramento**. Disponível em: <http://www.comitesinos.com.br/wp-content/uploads/2014/09/PRHC_SINOS_Relat%C3%B3rio-RT2.pdf> Acesso em 10 ago. 2015.

COSTA, P. F. e SCHULZ, U.H. The fish community as an indicator of biotic integrity of the streams in the Sinos River basin, **Brazil. Braz. J. Biol.**, v. 70, n. 4 (suppl.), p. 1195-1205, 2010.

IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/ids2010.pdf>>. Acesso em: 30 jun 2015.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2 ed. Campinas: Editora Átomo, 2008.

SPILKI, F. R. e TUNDISI, J. G. Priority targets for environmental research in the Sinos River basin. **Braz. J. Biol.**, v. 70, n. 4 (suppl.), p. 1245-1247, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for drinking water quality** (2011). Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/en/>. Acesso em 3 jul. 2015.

ISOLAMENTO E CULTIVO PRIMÁRIO DE HEPATÓCITOS DE PEIXES DA ESPÉCIE *Prochilodus Lineatus*: UMA FERRAMENTA PARA O MONITORAMENTO AMBIENTAL

Rafaela M. Goldoni^{1*}

Marina Moreira²

Gunther Gehlen³

Ana Luiza Ziulkoski⁴

Palavras-chave: Citotoxicidade. Cultivo primário. Hepatócitos. *Prochilodus Lineatus*.

INTRODUÇÃO

Devido à vital importância da qualidade dos recursos hídricos na manutenção do equilíbrio do meio ambiente, danos aos ecossistemas aquáticos desencadeiam efeitos diretos na qualidade ambiental. A utilização de bioindicadores *in vivo* e *in vitro* para o monitoramento ambiental tem possibilitado a avaliação da contaminação, verificando resposta à exposição de poluentes, em diferentes níveis metabólicos.

Embora o Brasil tenha a maior biodiversidade de peixes do planeta, não há linhagens celulares comerciais de espécies nativas brasileiras para uso em ensaios *in vitro*. Também são escassos os protocolos para isolamento e/ou ensaios citotoxicidade em culturas primárias de peixe nativos. Informações sobre o cultivo celular de hepatócitos de peixes encontram-se restritas às publicações das universidades federal do paraná e estadual de londrina, respectivamente UFPR e UEL. Demonstrando-se, a importância de ampliar e diversificar os métodos para isolamento e cultivo primário de hepatócitos de espécies de diferentes níveis tróficos, estabelecendo novas ferramentas com modelos *in vitro*. Assim, o objetivo do presente estudo foi desenvolver um protocolo para o isolamento e cultivo celular primário de hepatócitos de peixes da espécie *Prochilodus lineatu* (*P lineatus*).

¹ Graduada em Biomedicina (Feevale), Mestranda do Programa de Pós-gradua o em Qualidade Ambiental (Feevale), Bolsista de Pós-gradua o (PETROBRÁS). *e-mail: rafa.goldoni@feevale.br .

² Graduanda em Biomedicina (Feevale), Bolsista de Inicia o Tecnológica (CNPq).

³ Professor do PPG-A (Feevale), Doutor em Neurociências, Mestre em Ciências Biológicas, Graduado em Biologia (UFRGS).

⁴ Professora do PPG-A (Feevale), Doutora e Mestre em Ciências Biológicas, Graduada em Ciências Farmacêuticas (UFRGS).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

São diversas as ações responsáveis pela degradação do meio aquático, mas é sabido o efeito potencializado das de origem antrópica. O desenvolvimento industrial desordenado e a densa expansão urbana são os principais desencadeadores deste crescente impacto ambiental (ARIAS *et al.*, 2007). Entre as metodologias alternativas de monitoramento ambiental, o uso de linhagens celulares em ensaios de citotoxicidade contribui para o diagnóstico ambiental, por apresentar fácil manipulação, boa reprodutibilidade e sensibilidade. Atualmente, o cultivo celular vem sendo utilizado para avaliar possíveis danos decorrentes da poluição aquática (BOLS *et al.*, 2005), porém os autores, em sua maioria, adotam o uso de linhagens celulares comerciais. Em contrapartida, no cultivo celular primário, as células apresentam-se funcionalmente muito semelhantes às células quando presentes no tecido, diferentemente do que geralmente ocorre com as linhagens celulares estabelecidas, que durante o processo de imortalização, podem sofrer alterações na expressão de alguns genes tecido-específicos, sobretudo com relação às enzimas hepáticas de biotransformação (BAKSI e FRAZIER, 1990; SEGNER, 1998).

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da metodologia de isolamento de hepatócitos, foram testados 3 protocolos. Assim, foi realizada a compra e aclimação de um lote de 12 exemplares de *Prochilodus lineatus* com peso aproximado entre 30 e 50g. A aclimação consistiu em um período mínimo de 5 dias em que os peixes eram mantidos em aquários de 40 litros com água de poço desclorada (Anticlor – Labcon®) e aeração constante. Os aquários recebiam manutenção com troca parcial de água (50%) e disponibilização de ração comercial padrão a cada 48 horas. Nas 24 horas que antecediam a realização do procedimento de isolamento celular, a disponibilização de ração era suspensa, para facilitar o procedimento de retirada do fígado e reduzir o risco de rompimento da parede intestinal e consequente contaminação da cultura. Também se adicionava neomicina (Bacter - Labcon®) na água do aquário dos peixes que seriam utilizados, visando à diminuição da carga microbiana intrínseca do animal.

Para cada tentativa de isolamento realizada, dois animais foram realocados em recipiente contendo 12 litros de água de osmose reversa e neomicina (Bacter - Labcon®) durante 1 hora. Transcorrido o período, os exemplares foram banhados em álcool e anestesiados com gelo para a realização da eutanásia através da decaptação. Em seguida, o corpo do animal era colocado em placa de petri, previamente esterilizada, e levado ao fluxo laminar. Com auxílio de material cirúrgico esterilizado, era realizada uma incisão vertical de

aproximadamente quatro centímetros na porção ventral do animal para retirada dos lobos hepáticos, seguido da utilização dos protocolos propostos na tabela 1 (Figura 1).

Tabela 1- Protocolos de isolamento de hepatócitos

Protocolo	Solução 1*	Solução 2**	Nº de Lavagens c/ Solução 2	Enzima	Incubação	Filtração	Nº de Lavagens c/ Meio	Tempo Centrifugação	Rotação	Meio de Cultivo
1	CMF (pH 7,4, 28°C) Suplementada com: anfotericina-B (25µg/100mL) estreptomicina (100µg/100mL) penicilina (100U/100mL)	CMF (pH 7,4 – 28°C)	7	Tripsina	10 minutos 37°C	Membrana de 100micra	2	5 minutos	1000rpm	Leibovitz Suplementado com 15% SFB
2	PBS (pH 7,6, 4°C) Suplementada com: anfotericina-B (25µg/100mL) estreptomicina (100µg/100mL) penicilina (100 U/100mL)	PBS (pH 7,6 – 4°C)	4	Colagenase IV (0,75mg/mL)	30 min 37°C	Membrana de 100micra	2	3 minutos	1000rpm	Leibovitz Suplementado com 15% SFB
3	PBS (pH 7,6, 4°C) Suplementada com: anfotericina-B (25µg/100mL) estreptomicina (100µg/100mL) penicilina (100U/100mL) enrofloxacina (50µg/100mL)	PBS (pH 7,6 – 4°C) Suplementado com: Glicose (1,0g/100mL) EDTA (2,0 mM)	2	Colagenase IV (0,75mg/mL)	30 min 37°C	Membrana de 100micra	4	5 minutos	700rpm	Leibovitz Suplementado com 10% SFB

* Utilizada para deixar o tecido em imersão por 10 minutos. ** Utilizada para realização de lavagens. **Fonte:** Autora.

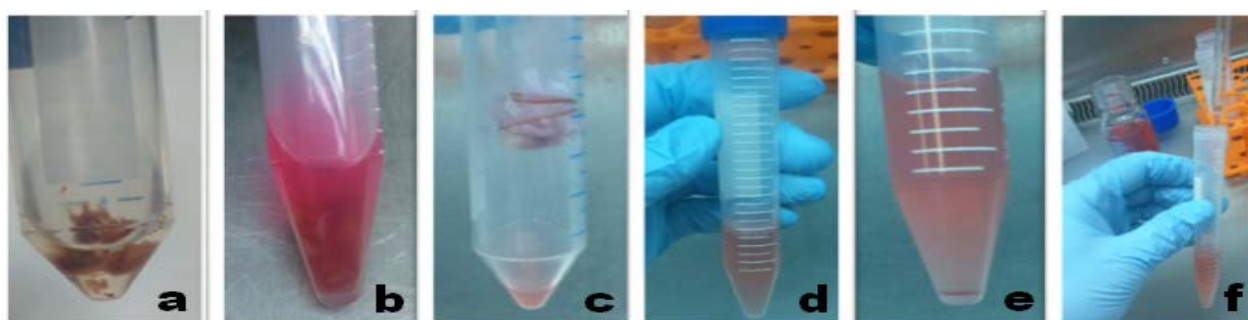


Figura 2 – Resumo do Protocolo de Isolamento e Cultivo Primário. a) Lobos hepáticos em PBS; b) Lobos hepáticos em Colagenase IV; c) Filtração em membrana 100 micra; d) Suspensão celular em meio Leibovitz; e) Pellet de células; f) Resuspensão e unitarização celular para posterior recentrifugação

Fonte: Autora

Ao final do isolamento primário dos hepatócitos, todos os protocolos foram testados com relação à viabilidade celular. Para tanto, foi adotado o ensaio de exclusão do azul de tripan, cujo princípio se baseia na seletividade das membranas íntegras. Para tal ensaio, após o isolamento celular dos hepatócitos, uma alíquota de 50µL da suspensão celular foi transferida para um eppendorf com 450µL de meio Leibovitz. Então, o volume correspondente a 10% de corante azul de tripan (Sigma®) (0,4%) foi acrescentado no eppendorf. Através da coloração com azul violeta fosco, foi possível verificar se houve morte celular. A contagem das células foi realizada em um hemocitômetro, sendo o total de células viáveis comparado com o número de células inoculadas (WALUM, 1990).

RESULTADOS

Para o estabelecimento da metodologia de dissociação de hepatócitos de *P. lineatus*, 3 protocolos diferentes foram testados. A dissociação com o uso da enzima tripsina não foi satisfatória devido à lise de grande número de células durante o processo. No entanto, os dois protocolos que utilizam a enzima colagenase IV resultaram em bom rendimento (Tabela 2), sendo o de número 3 o que resultou em melhor viabilidade celular ($93\% \pm 0,5\%$) e menor índice de contaminação bacteriana. No que tange a segregação celular e a formação de debris, o protocolo número 3, que utilizou 4 lavagens e centrifugação durante 5 minutos a uma rotação de 700rpm, foi o que obteve maior êxito. Logo, a metodologia descrita no protocolo de número 3, empregando colagenase IV, mostrou-se melhor e mais adequada para isolamento e futuros ensaios de citotoxicidade.

Tabela 2 – Avaliação dos Protocolos para Isolamento de Hepatócitos

Protocolo	Células / g de Fígado	Viabilidade Celular	Pontos Negativos	Pontos Positivos
1	*	*	Isolamento ineficiente; Grande quantidade de grumos e células lisadas.	Custo reduzido; Menor tempo de incubação.
2	1,5x10 ⁶ ±0,3	89%±0,3%	Processo mais oneroso; Tempo de incubação maior; Isolamento com maior número de debris; Índice de contaminação maior;	Bom rendimento no isolamento; Boa viabilidade celular.
3	1,4x10 ⁶ ±0,4	93%±0,5%	Processo mais oneroso; Tempo de incubação maior;	Bom rendimento no isolamento; Boa viabilidade celular; Melhor segregação celular; Isolamento com menor número de debris; Menor contaminação microbiana

Os valores de células/g de fígado e viabilidade celular estão expressos em média ± desvio padrão

*Não foi possível determinar devido ao grande número de células lisadas

Fonte: Autora

DISCUSSÃO

Diversos estudos apontam o método baseado no uso da colagenase como o mais utilizado atualmente para obter alto rendimento de hepatócitos viáveis (NAIK et al., 2007; YANHONG et al. 2008). Indo ao encontro da literatura, a técnica de perfusão em duas fases, foi a melhor para o isolamento dos hepatócitos de *P. lineatus* no presente estudo.

O método cuja enzima tripsina foi empregada não foi eficiente neste estudo, tendo resultado no rompimento da grande maioria das células, mesmo após um tempo de incubação inferior ao da colagenase. Embora outros estudos tenham demonstrado sucesso na dissociação de hepatócitos de outras espécies de peixes com esta metodologia (WAARDE et al., 1981; FILIPAK NETO et al., 2006; YUE et al., 2006; NAIK et al., 2007), o presente estudo comprova a forte coesão existente entre as células do fígado de *P. lineatus* e a maior sensibilidade nesta espécie à ação desta enzima. Outro fator a atentar é o tempo e a concentração empregada para não afetar a integridade dos hepatócitos, comprometendo a eficiência do processo (SEDDON e PROSSER, 1999; YANHONG et al., 2008).

Em termos de rendimento celular, os valores obtidos para *P. lineatus* foram inferiores aos relatados para outro teleosteo brasileiro, *H. malabaricus*, onde obteve-se 9,4x10⁷ hepatócitos por grama de fígado (FILIPAK NETO et al., 2006). No entanto, o método pode ser considerado eficiente para a realização de ensaios citotóxicos, uma vez que esta espécie representa um nível trófico diferente da anterior. A literatura relata que a espécie doadora de

células tem papel fundamental no sucesso das culturas, seja pelas diferenças interespecíficas com relação ao grau de adesão célula-célula e célula-matriz, ou pela sua fisiologia, peso, sexo e idade do peixe doador, assim como o estado nutricional (MOMMSEN et al., 1994; SEGNER, 1998), o que poderia explicar as diferenças observadas em termos de rendimento de hepatócitos inclusive entre a mesma espécie.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim, conclui-se que a padronização descrita pelo protocolo de número 3 é eficiente para a obtenção do isolamento e cultivo primário de hepatócitos de *P. lineatus*. Com a presente padronização, espera-se contribuir para o desenvolvimento e fortalecimento de ferramentas que auxiliem no monitoramento ambiental, dentre elas, os ensaios de citotoxicidade.

REFERÊNCIAS

- ARIAS, A.R.L.; BUSS, D.F.; ALBURQUERQUE, C.; INÁCIO, A.F.; FREIRE, M.M.; EGLER, M. MUGNAI, R.; BAPTISTA, D.F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência e Saúde* 12:61-72, 2007.
- BAKSI, S.M.; FRAZIER, J.M. Isolated fish hepatocytes - model systems for toxicology research: review. *Aquat. Toxicol.*, v.16, p.229-256, 1990.
- BOLS, N.C.; DAYEH, V.R.; LEE, L.E.J.; SCHIRMER, K. Use of fish cell lines in the toxicology and ecotoxicology of fish. *Biochem. Molec. Biol. of Fishes* 6: 43-84, 2005.
- FILIPAK NETO, F.; ZANATA, S.M.; RANDI, M.A.F.; PELLETIER, É.; OLIVEIRA RIBEIRO, C.A. Hepatocytes primary culture from the Neotropical fish trahira *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794). *J. Fish Biol.*, v.69, p.1524- 1532, 2006.
- MOMMSEN, T.P.; MOON, T.W.; WALSH, P.J. **Hepatocytes: isolation, maintenance and utilization.** In: HOCHACHKA, P.W.; MOMMSEN, T.P. (Eds), *Biochemistry and Molecular Biology of Fishes, Analytical Techniques.* Elsevier, Amsterdam. v.3, p.355–372, 1994.
- NAIK, B. M.; GAY A. N.; ZHU, X.; YU, L.; CASS, D. L.; OLUTOYE, O. O. Age-dependent recruitment of neutrophils by fetal endothelial cells: implications in scarless wound healing. *J. Pediatr. Surg.*, v.42, p.166-171, 2007.
- SEDDON, W.L.; PROSSER, C.L. Non-enzymatic isolation and culture of channel catfish hepatocytes. *Comp. Biochem. Physiol.*, v.123A, p.9-15, 1999.

SEGNER, H. Isolation and primary culture of teleost hepatocytes. **Comp. Biochem. Physiol.**, v.120A, p.71-81, 1998.

WAARDE, A.; KESBEKE, F. Nitrogen metabolism in goldfish, *Carassius auratus* (L.). Influence of added substrates and enzyme inhibitors on ammonia production of isolated hepatocytes. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry**, v.70, p.499-507, 1981.

WALUM, E.; STENBERG, K.; JENSSEN, D. **Understanding cell toxicology: Principles and practice**. New York, Ellis Norwood, p.101-117, 1990.

YANHONG, F.; CHENGHUA, H.; GUOFANG, L.; Z. HAIBIN. Optimization of the isolation and cultivation of *Cyprinus carpio* primary hepatocytes. **Cytotechnology**, v.58, p.85-92, 2008.

YUE, L.; GUANGZHI, M; ZHANQIANG, F. Primary culture of swordtail fish hepatocytes. **Chin. J. Comp. Med.**, v.16, p.185-187, 2006.

MAPEAMENTO DOS PROJETOS EDUCATIVO-AMBIENTAIS NOS INSTITUTOS FEDERAIS DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA: UM OLHAR SOBRE O PRIMEIRO QUINQUÊNIO DE IMPLANTAÇÃO

Melissa Dietrich da Rosa¹

Jairo Lizandro Schmitt²

Palavras-chave: Institutos Federais. Rede Federal de Educação Tecnológica. Educação Ambiental.

INTRODUÇÃO

Nesta pesquisa, trazemos à tela a discussão do papel dos Institutos Federais que, segundo Pereira (2010), são instituições *pluricurriculares* e *multicampi* especializadas na educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino, voltadas ao atendimento das demandas e necessidades das comunidades de seu entorno, e seus processos educativo-ambientais, como uma das alternativas possíveis no enfrentamento da crise ambiental. Esta competência está na capacidade de transformação social que compõe aos objetivos dos Ifes, conforme a Lei 11.892 de 29 de dezembro de 2009, uma vez que destaca o compromisso com o desenvolvimento socioeconômico na extensão dos benefícios destes à sociedade.

Neste sentido, buscamos contribuir com a produção de conhecimentos que subsidiem estes processos para o atendimento das políticas públicas para Educação Ambiental. O objetivo desta investigação, acerca do impacto dessas políticas nestes processos, é identificar como os Institutos Federais enfrentam e/ou se utilizam destas políticas, analisando práticas de enfrentamento das dificuldades de implementação de projetos educativo-ambientais, partindo-se de um mapeamento das suas ações educativo-ambientais. Com esta, institui-se a necessidade dos seguintes objetivos específicos: Mapear os projetos educativo-ambientais desenvolvidos pelos Institutos Federais; Reconhecer os principais fatores considerados na estruturação individual desses programas educativo-ambientais; Identificar as políticas

¹ Melissa Dietrich da Rosa - Doutoranda em Qualidade Ambiental pela FEEVALE, Mestre em Qualidade Ambiental e atua como Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.

² Jairo Lizandro Schmitt – Doutor em Botânica pela UFRGS, Mestre em Biologia pela UNISINOS, é professor titular da Universidade Feevale.

públicas que interferem nestes processos; Distinguir fundamentos e princípios que possam ajudar coletivamente a melhorar a metodologia atual de educação ambiental na Rede frente às políticas públicas. Como resultado, espera-se contribuir com os gestores dos Institutos Federais na promoção de processos educativo-ambientais no seu âmbito de atuação.

Assim, propomos uma estratégia híbrida (qualitativa e quantitativa) em relação ao tipo de dados que estarão sendo utilizados, onde serão utilizadas as seguintes estratégias de coleta: mapear os projetos em sistema público; aprofundar o estudo, com dados obtidos seguindo os procedimentos da abordagem qualitativa em dois Institutos; tratar os dados pela análise de conteúdos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para Rosa (2011) o campo da Educação Ambiental (EA) é repleto de códigos e conceitos que lhe são característicos e que lhe adicionam diversidade. Tristão (2004) relaciona esta variedade conceitual originalmente com a afinidade da EA com as ciências ecológicas e, mais recentemente, com as ciências sociais. Estas trazem ao conceito de EA significados e práticas diferenciados dependendo da sua abordagem. Da mesma forma, as práticas e reflexões inerentes a EA não são processos isolados dos demais processos sociais. Não se tratam de processos neutros, uma vez que interferem na sociedade, baseando-se em valores para a transformação social.

Entendemos que a EA deve ser permeada ao Ensino Profissional, operando na formação de indivíduos detentores de pensamento crítico e inovador que poderão transformar a sociedade. O papel das Instituições de Ensino (IES) na questão ambiental é essencial, uma vez que são fundamentais na formação do cidadão que irá atuar na sociedade. Santos e Sato (2003) apontam que as IES devem também assumir esta posição, sua função social, e o procedimento legítimo não é escolher um caminho entre conservação e necessidades, mas sim buscar a aliança entre estas duas dimensões. Para Reigota (1995), este papel passa pela construção de uma nova prática, instrumentada nas relações estabelecidas no espaço acadêmico, na busca de mudanças de atitudes dos indivíduos em relação ao espaço que estão inseridos. Tauchen e Brandli (2006) assinalam com convicção, também, a responsabilidade das Instituições de Ensino na preparação das novas gerações para um futuro viável.

METODOLOGIA

Inicialmente, procedemos o levantamento de projetos educativo-ambientais cadastrados no Programa SIGProj (sistema utilizado para controle dos projetos de pesquisa,

ensino e extensão dos Institutos Federais). Depois, escolhemos dois Institutos para aprofundar o estudo, seguindo o critério da presença de projetos educativo-ambientais, sendo escolhidos os dois extremos em relação à presença de projetos. Na segunda etapa, os dados foram obtidos seguindo os procedimentos da abordagem qualitativa de pesquisas propostas por Minayo (1992) e Bauer & Gaskell (2002), através de pesquisa documental pelos instrumentos que norteiam a ação dos Institutos (projetos pedagógicos, por exemplo), visando compreender as propostas institucionais em relação à temática ambiental. Esses dados foram tratados pela análise de conteúdos, segundo Leopardi (2002).

RESULTADOS

O mapeamento realizado no SIGProj retornou 2.562 projetos executados entre 2009 e 2014, dentre os quais apenas 125 se enquadravam nos critérios de análise (serem educativo-ambientais). Verificamos que a Região Sul apresenta o maior número de projetos (79,2%), seguida da Sudeste (8,8%), Nordeste (5,6%), Centro-Oeste (4%) e Norte (2,4%). Quanto ao ano de implantação, preponderam os anos 1909 (22 projetos), 1957 (22 projetos), 2009 (20 projetos) e 2010 (39 projetos). Quanto à formação dos Coordenadores dos projetos, destaca-se a de Agrônomo (12 projetos), seguida por aqueles que possuem Mestrado em Educação (8) e Doutorado em Geociências (8). Apenas 17,6% dos projetos foram desenvolvidos fora de Campi que possuem cursos associados ao campo ambiental. Quanto às áreas dos cursos ofertados pelos Campi, aqueles que possuem as áreas das ciências agrárias e ambientais são os que mais apresentaram projetos. A abrangência Local para público alvo representa a maioria (43%), sendo que a Regional (29%) e Municipal (28%) apresentaram números muito próximos. A média de duração dos projetos é de 6,12 meses, sendo que a maioria (22%) apresentava menos de um mês de duração. Quanto ao caráter educativo-ambiental, 53% eram essencialmente educativo-ambientais e o restante apresentava o componente educativo-ambiental como parte do seu escopo de objetivos.

DISCUSSÃO

Ao observarmos a assimetria de projetos pelos Institutos, verificamos no geral um pequeno número de ações isoladas e apenas um Instituto (IFRS). Ribeiro et al. (2005) apontam que existem diversos motivos para que as Instituições não assumam seu papel ambiental, dentre eles a falta de valorização do ambiente pelos colaboradores e pela comunidade interna. Ainda sobre as peculiaridades dos Campi, procedemos a avaliação dos anos de implantação dos Campi em relação ao número de projetos apresentados e testamos a

correlação entre as variáveis tempo de implantação e número de projetos, onde confirmamos que não há relação ($r_s=0,054$ e $p=0,854$). Acreditávamos, a princípio, que os Campi com maior tempo de “vida” apresentariam um maior número de projetos educativo-ambientais por já possuírem uma estrutura física e de pessoal organizadas e, assim, mais propícias à elaboração de projetos.

Dos 125 projetos, 82,4% foram executados em Campi que possuem cursos ligados a área ambiental. A área das ciências agrárias é a mais encontrada nos Campi que apresentaram projetos ambientais, de fato 37% dos projetos foram desenvolvidos em Campi onde existem cursos na área. A área das ciências ambientais corresponde a 28% dos projetos e as biociências a 15%. Da mesma forma, a formação dos coordenadores dos projetos também apresentou um índice elevado: dos 125 projetos, apenas 31 (25%) não foram propostos por coordenadores com formação em área afeta a educativo-ambiental. Estes índices nos apresentam, talvez, a resposta para o elevado número de projetos educativo-ambientais em determinado Campus ou Instituto.

É necessário avaliar que um dos princípios mais importantes da EA no Brasil, conforme a Lei 9.795 de 27 de abril de 1999, é o da garantia de continuidade e permanência do processo educativo. A média de 6,12 meses pode indicar que esta continuidade e permanência não é mantida nos Campi. Porém, como a etapa de avaliação documental será procedida em seguida nesta pesquisa, para verificar se existem ligações entre os projetos desenvolvidos em um mesmo Campus, não podemos afirmar que este princípio vem sendo descumprido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A complexidade de análise desta pesquisa está intimamente ligada à própria complexidade da Rede de Institutos Federais, uma vez que esta atende regiões e cenários extremos do país, através de unidades criadas em momentos históricos completamente distintos, com estruturas físicas e recursos humanos distintos, dentre outros fatores que agregam cada vez mais camadas de dificuldade para a análise deste sistema. Além disso, o campo da Educação Ambiental também apresenta uma diversidade de ideias, concepções pedagógicas e de correntes que também agregam dificuldade a esta análise. Através dos resultados preliminares desta pesquisa, observamos que esta complexidade se reflete nos projetos educativo-ambientais desenvolvidos nos Campi. A diferença no número de ações pelas regiões do Brasil, bem como entre os próprios Institutos, converge neste sentido. Na próxima etapa desta pesquisa, em que faremos o estudo documental nos Institutos, poderemos

verificar que elementos levam a esta diferença desproporcional no número de ações.

REFERÊNCIAS

BAUER, Martin; GASKELL, George. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

LEOPARDI, Maria Tereza. Metodologia de Pesquisa na Saúde. Rio Grande do Sul: Pallotti, 2002.

MINAYO, Cecília de Souza. **O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde**. São Paulo: HUCITEC, 1992.

PEREIRA, Paulo César. O CONCEFET frente ao atual momento da educação profissional e tecnológica. In: MOLL, Jaqueline e colaboradores. **Educação profissional e tecnológica no Brasil contemporâneo: desafios, tensões e possibilidades**. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 271-284.

REIGOTA, M. **Meio ambiente e representação social**. São Paulo: Cortez, 1995.
REIGOTA, Marcos. O que é Educação Ambiental? **Coleção Primeiros Passos**, editora Brasiliense, SP, 1ª edição, 1995.

RIBEIRO, A. L. et al. Avaliação de barreiras para implementação de um sistema de gestão ambiental na UFRGS. In: **XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Porto Alegre, 2005.

ROSA, Melissa Dietrich. **Processos educativos para melhoria dos indicadores de qualidade ambiental em um Instituto de Ensino Tecnológico : o caso do projeto de gestão de resíduos**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental. Universidade Feevale. Novo Hamburgo, março, 2011.

SANTOS, J.E; SATO, Michele (org). **A contribuição da educação ambiental à esperança de Pandora**. São Paulo: Rima, 2003.

TAUCHEN, Joel; BRANDLI, Luciana Londero. **A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário**. Gestão da produção, São Carlos, v. 13, n. 3, 2006.

METODOLOGIA ANALITICA PARA IDENTIFICAÇÃO DE POLUENTES ORGÂNICOS EM SEDIMENTO DO RIO DO SINOS

Msc. Alexandre Gomes Ribeiro¹

Dr. Marco Antônio Siqueira Rodrigues

Palavras-chave: Rio do Sinos. Poluentes Orgânicos. Metais tóxicos. Sedimento. Água.

INTRODUÇÃO

Em ecossistemas complexos, como Rios, ocorrem interações entre os fatores físicos, químicos e biológicos em cada compartimento do ecossistema. Em compartimentos como o sedimento e a água, que apresentam importância para o reconhecimento de como atua o ambiente no acúmulo e no armazenamento de nutrientes e contaminantes (TUNDISI, 2003). Os sedimentos são constituídos de partículas de grande variedade de tamanho, formas geométricas e composição química que são transportados pela água dos pontos de origem nos ambientes terrestres e, posteriormente, depositados nos fundos dos rios, lagos, represas, áreas alagáveis e oceanos (TUCCI, 2003).

A dispersão das partículas sedimentares causa uma possível liberação de substâncias do sedimento para a água afetando também vários organismos, a fase líquida com as substâncias solubilizadas reflete diretamente na interface sedimento/água de contato, portanto, o sedimento é um indicador das reações dos contaminantes da interface sedimento/água (TUNDISI, 2003).

A área a ser estudada compreende a Bacia Hidrográfica do Rio do Sinos onde apresenta em torno 975.000 habitantes, com uma área urbana de 90,6 % e área rural de 9,4 %. O Rio do Sinos apresenta 120 km de extensão, nascendo no município de Caraá e tendo sua foz no município de Canoas, ao longo do seu trajeto atravessa grandes centros urbanos como: Taquara, Sapiranga e Novo Hamburgo, com isso tornando-se um dos rios mais poluídos do Brasil.

¹ Mestre em Química Analítica, professor no IFRS-Campus Bento Gonçalves, aluno doutorado em Qualidade Ambiental – Feevale.

² Doutor em Ciências dos Materiais, professor-pesquisador do programa de pós-graduação em Qualidade Ambiental – Feevale.

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver uma metodologia analítica para identificação de poluentes orgânicos persistentes em sedimento do Rio do Sinos

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A bacia hidrográfica do Rio do Sinos é formada por 32 municípios que ocupam uma área de 3.800 km². Localiza-se na região leste do Estado. O Rio do Sinos – curso principal da bacia homônima - é um dos principais rios de domínio do Estado do Rio Grande do Sul, e forma, junto com mais sete rios, a Região Hidrográfica do Lago Guaíba (FEPAM, 2012).

Os compostos orgânicos que geralmente ocorrem em concentrações mais significativas nos ecossistemas impactados incluem hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e compostos clorados, como bifenilas policloradas (PCBs) e pesticidas tais como para-diclorodifeniltricloroetano (DDT) e seus metabólitos, mirex e toxafeno (ALMEIDA, 2007; UNEP, 2012).

Algumas das características que tornam uma substância um poluente orgânico são de origens variadas, dependendo de uma série de fatores que podem se combinar de forma adversa ou benéfica criando uma escala variável de risco químico (BIGUS, 2014). Além disso, elas não atuam de forma independente, sendo função não somente da natureza do composto químico, mas de sua interação com fatores ambientais tais como localização geográfica, tipo de solo, temperatura, proximidade com corpos d'água, ocorrência de correntes aéreas entre outras (MISHRA, 2012).

Sedimentos muito finos (menores que 63 µm) normalmente são quimicamente ativos. Fósforo e metais tendem a ter uma forte atração por áreas de trocas iônicas associadas a camadas de ferro e manganês que revestem pequenas partículas. Deste modo, os sedimentos atuam como agentes nos processos de eutrofização e toxicidade em organismos aquáticos (TUNDISI, 2009; HUNG, 2010).

A cromatografia gasosa acoplada (GC/MS) são as principais técnicas analíticas aplicadas na determinação de poluentes orgânicos em amostras de interesse ambiental por apresentarem versatilidade, eficiência e sensibilidade analítica adequada, sendo que estas vantagens são ampliadas significativamente com o acoplamento da espectrometria de massas como método de detecção (KRÓL, 2012; ZHANG, 2011).

METODOLOGIA

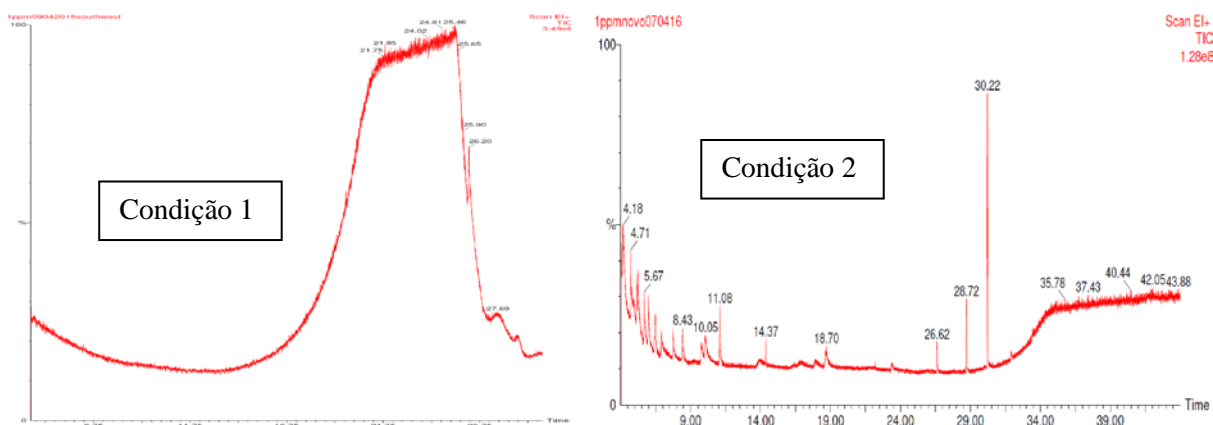
As amostras de sedimento foram coletadas em campanhas mensais. Os sedimentos foram coletados com draga de Ekman[®] as amostras foram colocadas em frascos âmbar,

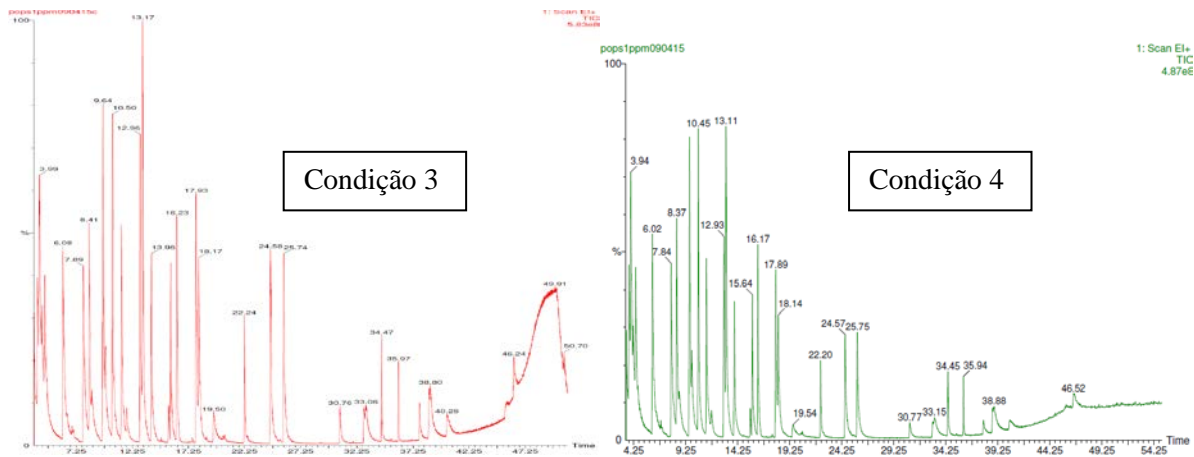
previamente limpos, e mantidos sob refrigeração 4° C até extração e análise (MITRA, 2003; BICUDO, 2004). As amostras de sedimentos foram extraídas para os compostos de interesse em equipamento de soxhlet, usando como solvente o diclorometano (USEPA 3540C). As amostras extraídas foram mantidas sob refrigeração 4° C até o momento da análise. As análises foram realizadas em um equipamento de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas GC-qMS marca Perkin Elmer do modelo Clarus 680 (GC) Clarus 600T(MS) com amostrador automático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO PARCIAIS

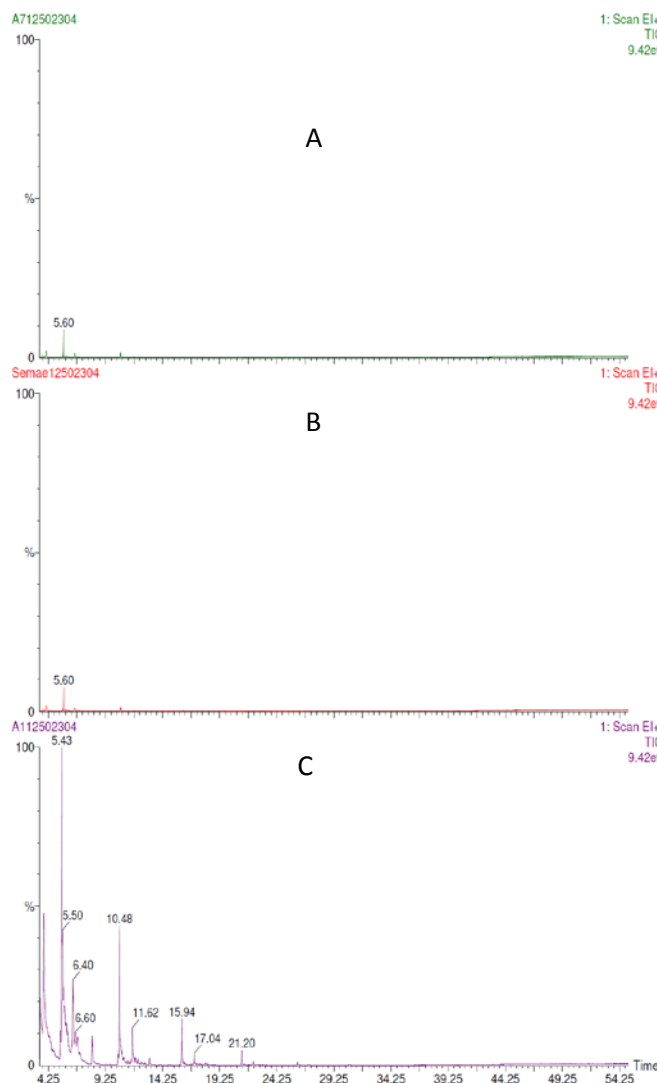
As condições cromatográficas testadas de programação de temperatura de modo a obter as melhores condições para separação dos analitos de interesse estão apresentadas abaixo.

Condição	Temperatura do Injetor	Rampas de temperatura do forno	Referencia
1	250 °C	40 °C/2min – 130 °C/20 °C/0min – 250°C/15°C/0min – 310 °C/10 °C/5min	USEPA 8270
2	280 °C	60°C/1min – 100°C/18°C/6min – 200°C/6°C/0min – 280°C/10°C/15min	SIQUEIRA, 2012
3	280 °C	110°C/0min – 290°C/4°C/0min – 320°C/10°C/2min	USEPA 8270 Southwest
4	280 °C	110°C/0min – 290°C/4°C/10min	MEINCKE, 2012





Foram analisadas quatro condições cromatográficas conforme o observado acima, onde podemos observar que apenas a condição 4, apresentou uma separação satisfatória, a linha de base permanece constante durante todo o cromatograma e os picos aparecem bem definidos, mesmo apresentando certa cauda para alguns compostos.



Na condição cromatográfica quatro podemos observar que houve uma boa intensidade dos picos a serem analisados. Utilizando amostras de três trechos distintos do Rio, onde o cromatograma A, representa o trecho Superior, o cromatograma B, representa o trecho Médio e o cromatograma C, representa o trecho Inferior, conforme figura ao lado. As intensidades de alguns picos no cromatograma ficaram com intensidades diferentes indicando um crescimento ao longo dos trechos. Outro fator que podemos considerar é o efeito da diluição, pois para essas análises foram realizadas diluições de 1:250, deixando claro que alguns compostos se apresentam em grandes concentrações, isso pode ter interferido na análise de compostos com tempos de retenção maiores e concentração menores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram realizadas coletas em diferentes períodos, considerando as estações do ano, observando a sazonalidade. Para essas determinações foi utilizada a condição 4, pois apresentou melhor resolução de análise. Ainda foram feitas varreduras prévias dos compostos de interesse, onde se observa um pico significativo para Naftaleno, com tempo de retenção de 5,50, conforme o cromatograma C. Novas análises devem ser feitas para confirmação e quantificação deste composto e de compostos que possam vir a ser de interesse. Ainda serão analisadas as concentrações de metais tóxicos no sedimento e na água, para descrever a real situação destes compartimentos do rio.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. V.; CENTENO, A. J.; BISINOTI, M. C.; JARDIM, W. F. **Substâncias tóxicas persistentes (STP) no Brasil**. Quim. Nova, v.30, n.8, p. 1976-1985, 2007.

BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. **Amostragem em Limnologia**. São Carlos – SP. 371 p. 2004.

BIGUS, P.; TOLISZEWSKI, M.; NANIESNIK, J. **Historical records of organic pollutants in sediment cores**. Mar. Pollut. Bullet., n. 78, p. 26-42, 2014.

FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS, **Qualidade Ambiental**. Disponível em: < <http://www.fepam.rs.gov.br> > Acessado em: 20/06/2012.

HUNG, C. C.; GONG, G. C.; KO, F.C.; CHEN, H. Y.; HSU, M. L.; WU, J. M.; PENG, S. C.; NAN, F. H.; YEAGER, K. M.; SANTSCHI, P. H. **Relationships between persistent organic pollutants and carbonaceous materials in aquatic sediments of Taiwan**. Mar. Pollut. Bullet., n. 60, p. 1010-1017, 2010.

KRÓL, S.; ZABIEGALA, B.; NAMIESNIK, J. **PBDEs in environmental samples: Sampling and analysis**. Talanta, n. 93, p. 1-17, 2012.

MEINCKE, L. **Diagnóstico Ambiental de Poluentes Orgânicos Persistentes em Ar Atmosférico na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos – RS**. 2012. 52p. Dissertação de Mestrado – Universidade Feevale – FEEVALE. Novo Hamburgo.

MISHRA, K., SHARMA, R. C., KUMAR, S. **Contamination levels and spatial distribution of organochlorine pesticides in soils from India**. Ecot. and Env. Saf., n. 76, p. 215-225, 2012.

MITRA, S. **Sample preparation techniques in analytical chemistry**. edited by Somenath Mitra. New Jersey, EUA : John Wiley & Sons Inc, 2003. 458 p.

SIQUEIRA, R. R. **Desenvolvimento de metodologia analítica para determinação de poluentes orgânicos persistentes na água do rio dos sinos.** Dissertação de Mestrado. FEEVALE, Novo Hamburgo, RS, 2012.

TUCCI, C.E.M., HESPANHOL, I., NETTO, O.M.C., **Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “Visão Mundial da Água”.** Bahia Análise & Dados, v. 13, n. especial, p. 357-370. 2003.

TUNDISI, J. G. **Ciclo Hidrológico e Gerenciamento Integrado.** Cienc. Cult., v. 55, n.4, p. 31-33. 2003.

TUNDISI, J. G. **Qualidade da Água para o Ecossistema e o Bem-Estar Humano.** São Carlos-SP. 2009. 170p.

UNEP - United Nations Environment Programme - Chemicals. **Regionally Based Assessment Persistent Toxic Substances (Argentina, Bolivia, Brazil, Chile, Ecuador, Paraguay, Peru, Uruguay).** Switzerland: UNEP Chemicals, 2002. Disponível no endereço: www.chem.unep.ch/pts/regreports/, acessado em 12/05/2012.

USEPA - <<http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3540c.pdf>>, Acessado em 06/10/2010.

USEPA - <<http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/8270d.pdf>>, Acessado em 06/10/2010.

USEPA – Southwest Research Institute – Method 8270, 7 Rev., March, 2011.

ZHANG, H.; LI, X.; LUO, Y.; LI, Q. **Depth distribution of polychlorinated biphenyls in soils of the Yangtze River Delta region, China.** Geod., n. 160, p. 408-413, 2011.

MONITORAMENTO DA POLUIÇÃO E DA GENOTOXICIDADE DA ÁGUA DO RIO DOS SINOS NO MUNICÍPIO DE CAMPO BOM/RS

Mara Betânia Brizola Cassanego¹

Annette Droste²

Palavras-chave: *Tradescantia pallida*. Poluentes. Qualidade da água. Corpos hídricos.

INTRODUÇÃO

Em bacias hidrográficas de grandes centros urbanos, como a Bacia do Rio dos Sinos que apresenta a maior parte de sua área localizada na região metropolitana de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul, os corpos d'água recebem resíduos orgânicos e inorgânicos de diferentes naturezas (BLUME et al., 2010; NUNES et al., 2011). Alterações na composição físico-química da água e interações de substâncias entre si, além de comprometer a qualidade hídrica, também podem induzir efeitos tóxicos e genotóxicos sobre os organismos vivos, (OHE et al., 2004; NUNES et al., 2011). Diante desta realidade, bioindicadores vegetais como *Tradescantia*, *Vicia faba* e *Allium cepa* (OHE et al., 2004) vêm sendo integrados aos estudos físico-químicos para avaliar os efeitos sinérgicos ou aditivos das complexas misturas de poluentes sobre os organismos.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivos avaliar o efeito genotóxico da água do Rio dos Sinos sobre *Tradescantia pallida* var. *purpurea* e determinar as variáveis químicas envolvidas nas variações da qualidade da água ao longo do tempo, em um ponto amostral do rio localizado no município de Campo Bom, Rio Grande do Sul, Brasil.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Rio dos Sinos, principal curso hídrico da bacia, apesar de abastecer uma população em torno de 1,5 milhões de pessoas, apresenta um cenário de degradação significativa da qualidade da água, relacionado principalmente com o modelo urbano e econômico prevalecente nos municípios que integram a região da bacia (FEPAM, 2015). *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt var. *purpurea* Boom apresenta alta sensibilidade a agentes

¹Doutora em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale. E-mail: maxyuri@terra.com.br;

²Doutora 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.

poluentes e vem sendo usada para avaliar o potencial genotóxico de corpos hídricos (UMBUZEIRO et al., 2007; COSTA et al., 2014; ENDRES-JÚNIOR et al., 2015).

METODOLOGIA

As amostras de água foram coletadas bimensalmente na superfície do Rio dos Sinos, em um ponto amostral localizado no trecho inferior do rio (29°41'29.7" S e 51°02'11.1" W, 11 m alt.), no município de Campo Bom, Rio Grande do Sul, Brasil, no período de maio de 2012 a março de 2014. Campo Bom está distante aproximadamente 50 km da capital de Porto Alegre, apresenta uma população de 60.074 habitantes, distribuídos em uma área de 61 km², residindo principalmente na área urbana (IBGE, 2015). A base econômica deste município é constituída por indústrias calçadistas, metalúrgicas e olarias (FEE, 2015).

O transporte das amostras de água do rio ao laboratório e as análises químicas foram realizadas conforme metodologia descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012). Os parâmetros analisados foram: demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), fósforo total (PT), nitrogênio total Kjeldahl (NTK), sólidos suspensos totais (SST) e os metais cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo total (Cr_{total}) e zinco (Zn). Os resultados obtidos em cada parâmetro analisado foram comparados com os valores determinados na Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), para água doce classe 1.

O nível de contaminação (C_d - *degree of contamination*) de cada amostra de água do Rio dos Sinos foi determinado conforme critérios utilizados por Backman et al. (1997), por meio da divisão do valor encontrado (V_e) para cada metal e as variáveis fósforo total (PT) e nitrogênio total Kjeldahl (NTK) pelo respectivo valor máximo estabelecido (V_{max}) na Resolução CONAMA 357/2005 para água doce classe 1. O somatório da média (Σ) obtida para cada parâmetro menos 1 corresponde ao valor do C_d na amostra de água avaliada: $C_d = \Sigma[(V_e/V_{max})-1]$, sendo que valores menores que 1 indicam baixo nível de poluição, entre 1 e 3 médio nível de poluição e superiores a 3 indicam alto nível de poluição nas amostras de água.

Para o biomonitoramento da genotoxicidade, 20 ramos de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* com botões florais foram expostos por 8 h, em 2 L de água do Rio dos Sinos, após adaptação e com posterior recuperação em água destilada, por 24 h, respectivamente, em sala climatizada, de acordo com a metodologia descrita por Cassanego et al. (2014). Controles negativos foram realizados somente com água destilada. A fixação das inflorescências e a preparação das lâminas foram realizadas de acordo com Thewes et al. (2011). Para a contagem dos micronúcleos (MCN), foram observadas 300 tétrades por lâmina, em um total de dez lâminas por amostra. As frequências foram expressas em MCN/100 tétrades.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Após à análise de variância (ANOVA), seguida de Tukey, e ao teste *t* de Student, a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SPSS versão 20.

RESULTADOS

Quanto às características químicas analisadas nas amostras de água do Rio dos Sinos, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅) apresentou concentrações de até 10 mg O₂ L⁻¹ e foi superior ao valor estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, para água de classe 1, em 75% das amostras. O fósforo total (PT) apresentou concentrações superiores à legislação em 58,3% das amostras e o nitrogênio total Kjeldahl (NTK) foi superior ao valor de referência (2,18 mg L⁻¹) apenas no mês de janeiro de 2013. Quanto aos metais analisados, apenas as concentrações de cádmio (Cd) e de chumbo (Pb) foram superiores aos valores de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 em 41,6% e 66,7 das amostras de água, respectivamente.

Quanto ao nível de contaminação (C_d - *degree of contamination*) das amostras de água do Rio dos Sinos, os valores variaram de -5,86 a 7,10. Durante o período avaliado, 66,7% das amostras de água apresentaram baixo nível de contaminação ($C_d < 1$), 25% médio nível ($C_d = 1-3$) e 8,3% alto nível de contaminação ($C_d > 3$).

As frequências de MCN registradas nos botões florais expostos às amostras de água do Rio dos Sinos variaram de 2,70 a 5,00 e foram significativamente superiores àquelas obtidas para os controles negativos (1,33 a 1,93), em todo o período monitorado. Considerando cada mês amostrado, ao longo do período de maio de 2012 a março de 2014, houve variação significativa das frequências de MCN, registradas para o município de Campo Bom, enquanto que para o controle negativo as médias de MCN não variaram estatisticamente entre si, durante os meses amostrados.

DISCUSSÃO

Nas amostras de água Rio dos Sinos foram evidenciadas elevadas concentrações de poluentes, bem como significativos danos genéticos em *Tradescantia pallida* var. *purpurea*. Enquanto, que nos controles negativos as frequências de MCN mantiveram-se abaixo do limite considerado como taxa basal (até 2 MCN), que pode ocorrer por mutações espontâneas mesmo quando as plantas são mantidas em ambiente sem a interferência de agentes poluentes (PEREIRA et al., 2013).

Os dados das análises químicas corroboram com a avaliação da qualidade hídrica do Rio dos Sinos realizada por Blume et al. (2010), que evidenciaram as maiores concentrações de poluentes em pontos localizados no trecho inferior do rio. Estudos realizados pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental do estado do Rio Grande do Sul (FEPAM) têm indicado degradação da qualidade da água do Rio dos Sinos, onde prevalecem as classes 3 e 4 em direção ao trecho inferior do rio (FEPAM, 2015). Em Campo Bom, município que apresenta alta densidade demográfica e intensa industrialização (IBGE, 2015), a poluição da água do rio deve estar relacionada basicamente a fontes pontuais provenientes do lançamento de efluentes domésticos e industriais (BLUME et al., 2010; NUNES et al., 2011). Nos municípios da Bacia do Rio dos Sinos apenas cerca de 5% do esgoto doméstico são tratados (COMITESINOS, 2015), o que contribui para a degradação da qualidade desse curso hídrico.

Danos genéticos em *Tradescantia pallida* var. *purpurea*, tais como os observados no presente estudo foram relatados por Umbuzeiro et al. (2007) para a água do Rio Cristais na região metropolitana de São Paulo (SP). Na Bacia do Rio dos Sinos, Endres-Júnior et al. (2015) verificaram frequências entre 1,30 e 6,48 MCN em botões florais expostos em amostras de água do arroio Vila Kunz, localizado no município de Novo Hamburgo (RS) e entre 1,19 e 1,62 MCN no controle negativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As altas concentrações registradas para os parâmetros químicos, bem como os danos genéticos evidenciados em *Tradescantia pallida* var. *purpurea* indicam baixa qualidade da água do Rio dos Sinos. Tais resultados permitem inferir sobre os riscos genotóxicos aos quais os organismos estão expostos, levando em consideração não apenas a influência individual de uma ou outra substância química, mas sim o efeito sinérgico das complexas misturas de poluentes sobre os organismos vivos. As respostas do bioindicador reforçam a importância de considerar os fatores ambientais e seus efeitos sobre organismos de forma integrada, em programas de monitoramento de cursos hídricos.

REFERÊNCIAS

American Public Health Association – APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22th ed. Washington, D.C.: APHA/AWWA/WPCF, 1360 p., 2012.

BACKMAN, B.; BODIS, D.; LAHERMO, P.; RAPANT, S.; TARVAINEN, T. Application of a groundwater contamination index in Finland and Slovakia. **Environmental Geology**, v. 36, p. 55-64, 1997.

BLUME, K. K.; MACEDO, J. C.; MENEGUZZI, A., SILVA, L. B.; QUEVEDO, D. M.; RODRIGUES, M. A. S. Water quality assessment of the Sinos River, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, no. 4 (suppl.), p. 1185-1193, 2010.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, 2005. Resolução n. 357/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

CASSANEGO, M. B. B.; COSTA, G. M.; SASAMORI, M. H.; ENDRES JÚNIOR, D.; PETRY, C. T.; DROSTE, A. The *Tradescantia pallida* var. *purpurea* active bioassay for water monitoring: evaluating and comparing methodological conditions. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, no. 3, p. 424-433, 2014.

COMITESINOS. **Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos**. Disponível em: <<http://www.comitesinos.com.br>>. Acesso em: 21 jun. 2015.

COSTA, G. M.; CASSANEGO, M. B. B.; PETRY, C. T.; BENVENUTI, T.; KIELING-RUBIO, M. A.; RODRIGUES, M. A. S.; DROSTE, A. Monitoramento químico e do potencial genotóxico para o diagnóstico da qualidade de corpos hídricos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 34, p. 65-74, 2014.

ENDRES JÚNIOR, D.; SASAMORI, M. H.; CASSANEGO, M. B. B.; DROSTE, A. Biomonitoring of water genotoxicity in a Conservation Unit in the Sinos River Basin, Southern Brazil, using the *Tradescantia* micronucleus bioassay. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 4 (suppl.), 2015, in press.

FEPAM. **Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - RS**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br>>. Acesso em: 30 jun. 2015.

FEE. **Fundação de Economia e Estatística do Estado do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/resumo/pg_municipios_detalhe.php/> Acesso em: 12 Maio 2015.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. IBGE Cidades. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em: 15 jul. 2015.

NUNES, E. A.; LEMOS, C. T.; GAVRONSKI, L.; MOREIRA, T. N.; OLIVEIRA, N. C. D.; SILVA, J. Genotoxic assessment on river water using different biological systems. **Chemosphere**, v. 84, p. 47-53, 2011.

OHE, T., WATANABE, T., WAKABAYASHI, K. Mutagens in surface waters: a review. **Mutation Research**, v. 567, p. 109-149, 2004.

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.

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, n. 4, p. 689-693, 2011.

UMBUZEIRO, G. A. et al. Mutagenic activity assessment of Cristais River, São Paulo, Brazil, using the blue rayon/*Salmonella* microsome and the *Tradescantia pallida* micronuclei assays. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, v. 2, p. 163-171, 2007.

O EFEITO DA HERBIVORIA SOBRE A SOBREVIVÊNCIA E O DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *Cattleya intermedia* Graham REINTRODUZIDAS EM FRAGMENTO FLORESTAL

Delio Endres Júnior¹

Márcio Hisayuki Sasamori²

Jairo Lizandro Schmitt³

Annette Droste⁴

Palavras-chave: Orquídeas. Cultura *in vitro*. Conservação. Herbivoria. Crescimento.

INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade envolve uma série de ações que permitem a continuidade das espécies num contexto espaço-temporal, sendo a estratégia de conservação *in situ* a mais eficiente, uma vez que, desta forma, são mantidas as complexas interações entre as espécies e o meio no qual estas ocorrem (SANTOS-FILHO, 1995). *Cattleya intermedia* é uma Orchidaceae epifítica nativa da Floresta Atlântica, que figura na Lista das Espécies da Flora Ameaçada de Extinção do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2014) e também no Livro Vermelho da Flora do Brasil (NETO et al., 2013), devido à coleta predatória e à destruição de seus habitats (BRUSTULIN & SCHMITT, 2008).

A cultura *in vitro* e a reintrodução são ações que permitem a recuperação e a regeneração de espécies de orquídeas ameaçadas de extinção (DECRUSE et al., 2003; RUBLUO et al., 1993) e servem de complemento ao desenvolvimento de estratégias que visem à manutenção e ao manejo da diversidade biológica *in situ* (BRASIL, 1994). Como as orquídeas compõem assembleias complexas que envolvem plantas, animais e microrganismos, as quais podem afetar a sobrevivência e o desenvolvimento das plântulas reintroduzidas em iniciativas de conservação (LIGHT & MACCONAILL, 2002; 2011)

¹ Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Feevale. Bolsista PROSUP/CAPES do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

² Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Feevale. Bolsista FAPERGS/CAPES do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

³ Doutor em Botânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professor e pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

⁴ Doutora em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora e pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

estudos sobre a biologia de populações de orquídeas em restabelecimento importantes para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo de suas espécies (ZOTZ & SCHMIDT, 2006).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O monitoramento de populações em restabelecimento *in situ* permite que se obtenha conhecimento sobre a complexidade das relações estabelecidas entre as plântulas reintroduzidas e os fatores bióticos e abióticos vigentes (FALK et al., 1996; KAYE, 2009), o que é de grande importância antes que se promovam ações de reintrodução em massa de espécies epifíticas (RUBLUO et al., 1993).

Muitos são os grupos de insetos que parasitam Orchidaceae, dentre os quais Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Thysanoptera, podendo se prover de recursos alimentares de brotos, folhas, flores e frutos (LIGHT & MACCONAILL, 2011; CAVALERI et al., 2006; FIEDLER, 1992). O impacto da herbivoria sobre a planta depende do tipo e da quantidade de tecido consumido (REICHMAN & SMITH, 1991), bem como da tolerância da espécie vegetal frente ao ataque de herbívoros, que envolve a sua resistência ao dano, bem como sua capacidade de recuperação após este (STRAUSS & AGRAWAL, 1999).

Poucos estudos avaliam o impacto de insetos herbívoros sobre as plântulas reintroduzidas de Orchidaceae, e especificamente para *Cattleya intermedia*, os dados se limitam à descrição qualitativa dos danos causados por diferentes táxons (ENDRES JÚNIOR et al., 2015). Devido à carência de estudos sobre a ecologia de orquídeas propagadas *in vitro* e reintroduzidas *in situ* e a sua importância para a conservação de espécies ameaçadas de extinção, o objetivo do presente estudo foi monitorar uma população de *C. intermedia* e avaliar o impacto de insetos herbívoros sobre a sobrevivência e o desenvolvimento das plântulas.

METODOLOGIA

Plântulas de *C. intermedia* obtidas por sementeira *in vitro* foram aclimatadas e fixadas ao fuste de 22 forófitos em um fragmento de Floresta Atlântica em Campo Bom, RS, em novembro de 2011. Foram reintroduzidas quatro plântulas por forófito, as quais foram monitoradas mensalmente até fevereiro de 2015, para a coleta de insetos herbívoros, que foram identificados por meio de bibliografia e consulta a especialistas dos táxons.

Para que fosse determinado o impacto da herbivoria sobre a sobrevivência e o crescimento das orquídeas reintroduzidas, todas as plântulas tiveram avaliadas a altura da parte aérea (APA) e o número de folhas (NF) em fevereiro de 2013, 2014 e 2015. As médias de APA e NF e as taxas de crescimento relativo das plântulas parasitadas e não parasitadas foram calculadas para os períodos de 2013-2014 e 2014-2015 (denominados anos I e II, respectivamente). Foram também calculados os valores separadamente, de acordo com os diferentes táxons identificados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados quatro táxons de insetos herbívoros sobre as plântulas de *Cattleya intermedia*: *Tenthecoris bicolor* J. Scott, 1886 (Hemiptera) e *Ithomiola nepos* (Fabricius, 1793) (Lepidoptera), já citados por Endres Júnior et al. (2015) como parasitas de plântulas da espécie, uma espécie de *Helionothrips* Bagnall, 1932 (Thysanoptera) e uma espécie de *Molomea* China, 1927 (Hemiptera).

O percentual de plântulas mortas foi de 12,5 e de 16,7% no ano I, para as plântulas parasitadas e não parasitadas, e de 3,4 e 8,0% no ano II, respectivamente. Para as plântulas parasitadas por *I. nepos* e *Molomea*, não houve registro de mortalidade, enquanto que para aquelas com registro de *Helionothrips* e *T. bicolor*, as porcentagens de mortalidade foram de 22 e de 20% no anos I e II, respectivamente.

Tabela 1 - Número inicial, final, porcentagem de plantas mortas (Mort), altura da parte aérea (APA) e número de folhas (NF) iniciais e respectivas taxas de crescimento relativo (TxCresc) para cada ano de avaliação

Ano I							
	N° Plantas			APA		NF	
	Inicial	Final	Mortalidade	Inicial	Taxa de crescimento	Inicial	Taxa de crescimento
Parasitadas	16	14	12,5%	4,7 ± 1,55	+ 15,1%	3,6 ± 1,8	- 5,9%
<i>Helionothrips</i>	9	7	22,2%	4,2 ± 1,4	- 7,1%	3,1 ± 1,6	- 18,2%
<i>Ithomiola nepos</i>	9	9	0,0%	5,0 ± 1,5	+ 25,4%	4,0 ± 1,8	- 2,8%
<i>Tenthecoris bicolor</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Molomea</i>	2	2	0,0%	6,0 ± 0,7	+ 40,8%	6,0 ± 2,8	- 16,7%
Não parasitadas	48	40	16,7%	3,4 ± 2,0	+ 17,5%	2,3 ± 1,9	+14,9%
Ano II							
	N° Plantas			APA		NF	
	Inicial	Final	Mortalidade	Inicial	Taxa de crescimento	Inicial	Taxa de crescimento
Parasitadas*	29	28	3,4%	5,1 ± 2,5	+ 5,1%	3,6 ± 1,8	- 6,9%
<i>Helionothrips</i>	23	22	4,3%	4,8 ± 2,3	+ 3,5%	3,4 ± 1,8	- 9,5%
<i>Ithomiola nepos</i>	3	3	0,0%	5,4 ± 3,5	+ 16,1%	5,0 ± 2,7	0,0%
<i>Tenthecoris bicolor</i>	5	4	20,0%	8,0 ± 2,5	+ 2,8%	4,5 ± 0,6	- 11,1%
<i>Molomea</i>	3	3	0,0%	9,8 ± 1,3	+ 16,0%	4,7 ± 0,6	+ 21,4%
Não parasitadas	25	23	8,0%	3,7 ± 3,0	+ 22,6%	2,9 ± 1,8	+ 12,1%

O ataque de *Helionothrips* fez com que as plântulas apresentassem redução ou baixo incremento da altura da parte aérea e redução do número de folhas, sendo que em alguns indivíduos houve completo desfolhamento. Os danos causados por tripes são principalmente a clorose dos tecidos vegetais, pela remoção do conteúdo das células epidérmicas e adjacentes, na face abaxial das folhas, sendo que as folhas mais danificadas chegam à abscisão (Gillespie 2008). O hemíptero *Tenthecoris bicolor*, também um tipo de inseto sugador, foi observado apenas no ano II, sobre as plântulas com altura média de 8,0cm e causaram o decréscimo do número de folhas e um baixo crescimento da altura da parte aérea em relação aos indivíduos não parasitados.

As plântulas que sofreram herbivoria por *Ithomiola nepos* apresentaram crescimento médio da altura da parte aérea de 25,4 e de 16,1% nos anos I e II, respectivamente. As injúrias causadas pela espécie de lepidóptero não afetaram o crescimento dos brotos das plântulas, como pode ser observado pelas taxas de crescimento, mas sim na taxa média de incremento foliar, que foi negativa no ano II (-2,8%) e nula no ano II.

O espécime de *Molomea* foi coletado enquanto depositava sobre a ovoposição seus brocossomos, estruturas lipoprotéicas que têm função de proteção dos ovos (Rakitov, 2002; Azevedo-Filho & Carvalho, 2005). Após identificação, os demais eventos de parasitismo foram determinados pelas cicatrizes recobertas por brocossomos, características da ovoposição do grupo. As plântulas parasitadas pela cigarrinha apresentaram incremento médio da altura da parte aérea de 40,8 e de 16% nos anos I e II, respectivamente. As duas plântulas parasitadas no ano I tiveram redução de 16,7% do número de folhas, o que não foi observado no ano II, no qual as três plântulas com registro de cigarrinha tiveram incremento de 21,4% desse parâmetro. Tal fato pode ser explicado, pois no ano I, os indivíduos sofreram também pela herbivoria de *Ithomiola nepos*, sendo que os dois tipos de danos às folhas podem ter agido de forma conjunta para a abscisão destes órgãos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reintrodução e o monitoramento se mostraram eficientes ferramentas para o entendimento das relações estabelecidas entre as plântulas de *Cattleya intermedia* e as espécies de insetos herbívoros no fragmento florestal do estudo. Os danos causados pelos diferentes táxons de insetos identificados prejudicaram o desenvolvimento das plântulas reintroduzidas, aumentando inclusive a mortalidade de acordo com o tipo e a intensidade das injúrias, fatores que devem ser levados em consideração no planejamento de iniciativas de conservação de espécies ameaçadas de extinção.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO-FILHO, W. S. de; CARVALHO, G. S. 2005. Brochosomes-for-eggs of the Proconiini (Hemiptera: Cicadellidae, Cicadellinae) species associated with Orchards of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck in Rio Grande do Sul, Brazil. **Neotropical Entomology**, v.34; n.3; p.387-394.

BRASIL. 1994. Decreto n° 2, de 03 de fevereiro de 1994. **Aprova o texto da Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na Cidade do Rio de Janeiro, no período de 5 a 14 de junho de 1992.** Lex ML - Diário Oficial da União, ano CXXXII, n° 25, seção 1, 1693.

- BRUSTULIN, J.; SCHMITT, J. L. 2008. Composição florística, distribuição vertical e floração de orquídeas epifíticas em três parques municipais do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas, Botânica**; n.59, p. 143-158.
- CAVALLERI, A.; ROMANOWSKI, H. P.; REDAELLI, L. R. 2006. Thrips species (Insecta, Thysanoptera) inhabiting plants of the Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul state, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.23, n.2, p.367-374.
- DECRUSE, S. W.; GANGAPRASAD, A.; SEENI, S.; MENON, V. S. 2003. Micropropagation and ecorestoration of *Vanda spathulata*, an exquisite orchid. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.72, p.199-202.
- ENDRES JÚNIOR, D.; SASAMORI, M. H.; SILVEIRA, T.; SCHMITT, J. L.; DROSTE, A. 2015. Reintrodução de *Cattleya intermedia* Graham (Orchidaceae) em borda e interior de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.13, n.1, p.33-40.
- FALK, D. A., MILLAR, C. I.; OLWELL, M. 1996. **Guidelines for Developing a Rare Plant Reintroduction Plan**. In: FALK, D. A., MILLAR, C. I.; OLWELL, M. (eds.). Restoring diversity: strategies for reintroduction of endangered plants. Island Press, Washington, p. 453-490.
- FIEDLER, K. 1992. Notes on the biology of *Hypolycaena othona* (Lepidoptera: Lycaenidae) in West Malaysia. – Nachrichtendes entomologischen Vereins Apollo, Frankfurt, N.F., v.13, p.65-92.
- GILLESPIE, P. 2008. New thrips pest of orchids. NSW Department of Primary Industries. Primefact, v.817, p.1-3. Disponível em: < http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/233490/New-thrips-pest-of-orchids.pdf > Acesso em: 03 de agosto de 2015.
- KAYE, T. N. 2009. **Toward successful reintroductions: the combined importance of species traits, site quality, and restoration technique**. In: Proceedings of the 22nd California Native Plant Society Conference: Current Threat to California's Native Flora, Strategies and Solutions. California Native Plant Society, Sacramento, p. 99-106.
- LIGHT, M. H. S.; MACCONAILL, M. 2002. **Climatic influences on flowering and fruiting of *Cypripedium parviflorum* var. *pubescens***. In: Kindlmann, P.; Willems, J. H.; Whigham, D. H. (eds). Trends and fluctuations and underlying mechanisms in terrestrial orchid populations. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, p.85-97.
- LIGHT, M. H. S.; MACCONAILL, M. 2011. Potential impact of insect herbivories on orchid conservation. **European Journal of Environmental Sciences**, v.1, n.2, p.115-124.
- NETO, L. M., BARROS, F. de, VINHOS, F., FURTADO, S. G., JUDICE, D. M., FERNANDEZ, E. P., SFAIR, J. C., BARROS, F. S. M., PRIETO, P. V., KUTSCHENKO, D. C., MORAES, M. A., ZANATA, M. R. V., FILHO, L. A. F. S. 2013. **ORCHIDACEAE**. In: MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. (Orgs.) 2013. Livro Vermelho da Flora do Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

RAKITOV, R. A. 2002. What are brochosomes for? Na enigma of leafhoppers (Hemiptera, Cicadellidae). **Denisia**, v.4, p.411-432.

REICHMANN, O. J.; SMITH, S. C. 1991. Responses to simulated leaf and root herbivory by a biennial, *Tragopogon dubius*. **Ecology**, v.72, n.1, p.116-124.

RIO GRANDE DO SUL. 2014. Decreto n° 52.109, de 01 de dezembro de 2014. **Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul**. Lex-Diário Oficial do Rio Grande do Sul, ano LXXII, n° 233, 2-11.

RUBLUO, A., CHÁVEZ, V., MARTÍNEZ, A. P.; O., Martínez-Vásquez. 1993. Strategies for the recovery of endangered orchids and cacti through *in-vitro* culture. **Biological Conservation**, v.63, p.163-169.

SANTO-FILHO, P. S. 1995. Fragmentação de habitats: implicações para a conservação *in situ*. **Oecologia Brasiliensis**, v.1, p.365-393.

STRAUSS, S. Y.; AGRAWAL, A. A. 1999. The ecology and evolution of plant tolerance to herbivory. **Tree**, v.14, n.5, p.179-185.

ZOTZ, G.; SCHMITT, G. 2006. Population decline in the epiphytic orchid *Aspasia principissa*. **Biological Conservation**, v.129, p.82-90.

POSICIONAMENTO SOBRE RISCO AMBIENTAL EM UMA INDÚSTRIA QUÍMICA

Christopher Brod Spohr

Dusan Schreiber

Palavras -chave: Impacto ambiental. Gestão Ambiental. Indústria Química

INTRODUÇÃO

Em face do nível acelerado do desequilíbrio ambiental, gerado pelo ser humano, surge a preocupação de como conter o referido processo que coloca em risco o nosso habitat. Uma das formas encontradas para reduzir o ritmo do impacto ambiental refere-se à responsabilização individualizada pelos danos causados. A responsabilidade por danos ambientais é derivada da própria responsabilidade civil, este que teve sua evolução após as consequências diretas de acidentes de trabalho da Revolução Industrial. A partir daí constatou-se que a maioria das questões ambientais envolve empresas que são as principais responsáveis pelos danos causados

O objetivo do presente estudo é apurar qual o posicionamento de uma indústria química em relação ao risco ambiental em que está sujeita, quais são seus métodos de prevenção e possíveis consequências de indenizações ou sanções administrativas resultantes da sua gestão.

REVISÃO TEÓRICA

Segundo Gaburri (2011), o homem busca progresso e riqueza acima de tudo, ou seja, quase não há preocupação com o ambiente em que está inserido. Steigleder (2011) aborda a necessidade do equilíbrio do meio-ambiente, destacando que pode haver alterações decorrentes da intervenção humana. Se a interferência atingir o limite determinado pela própria restauração, a natureza solucionará o problema, caso contrário faz-se necessária uma intervenção dos órgãos de controle.

Filho (2009) afirma que o planeta não é um ambiente particular do homem, mas de todos os que nele vivem. O Poder Público deve facultar a utilização dos recursos naturais

tendo em vista a prevenção do meio-ambiente. Se houver inobservância de certas condutas, há danos, e como consequência, o dever de indenização.

Fazendo referências a reparações, não há necessidade de apuração do agente culposo nos danos ambientais pois a responsabilidade é objetiva. De acordo com Marchesan, Steigleder e Cappelli (2013) a culpa não é elemento balizador para indicar o agente danoso na responsabilidade civil e a administrativa. A responsabilidade objetiva conforme Cavalieri (2014), está inserida nos produtos e serviços que criam riscos para o usuário e a sociedade. O apontamento do culpado é exigido apenas no âmbito penal. Quando assim ocorre, a responsabilidade será subjetiva. Uma empresa pode ser responsabilizada pelo dano ambiental em uma das formas, ou pelas três; ela está sujeita à tríplice responsabilidade. Betiol (2010) ressalta que o legislador brasileiro trouxe ainda o dano moral como indenizações de cunho social.

Nas democracias modernas a maioria das questões ambientais estão estruturadas no Governo e nas empresas. O Estado cobra cada vez mais uma postura pró-ambiente das indústrias, ao passo que estas procuram diferenciação para atenderem os consumidores com marcas corretas e ainda satisfazerem os Órgãos Fiscalizadores. Para as grandes corporações, Porto e Schütz (2012) sugerem a Ecoeficiência, a fim de encorajar a inovação e autorregulação. A iniciativa privada não necessariamente depende do Estado para seu próprio controle ambiental. É facultada às empresas a escolha das ferramentas para auxiliar na redução do dano ambiental. Uma das abordagens mais disponíveis e aplicáveis é o ISO 14000 que corresponde a um Sistema de Gestão Ambiental - SGA editado pela *International Organization for Standardization - ISO*

Além de um Sistema de Gestão Ambiental, as empresas podem tentar outras formas para reduzir o risco ou controlar danos através do gerenciamento e análise de riscos. É do entendimento de Hoppe (2002) que o gerenciamento do risco é o processo de melhor lidar com a incerteza quanto à ocorrência ou não das perdas. Para Souza, Silva, Aguiar e Almeida (2012), a frequência e severidade dos danos também podem ser estudados por meio de sua análise.

Mas, ainda assim, é possível que ocorra algum acidente ambiental não previsto. Em caso de uma indenização, os valores podem ser mais altos do que a organização pode suportar. Para resolver este problema, ela poderá transferir este risco para uma seguradora privada que tenha *expertise* nesta área, diminuindo assim, as quantias indenizatórias, multas sofridas, despesas administrativas e enfraquecimento da própria marca. Como os imprevistos

desta ordem são distintos dos danos normais, Polido (2013) descreve que a apólice de seguros para riscos ambientais obedece parâmetros diferentes dos outros tipos de seguros.

METODOLOGIA

Com objetivo de apresentar resultados de rigor científico em um ambiente em que o pesquisador possui pouco controle sobre os eventos, o método de pesquisa foi o estudo de caso. De acordo com Yin (2010) o estudo de caso mostra as funções explanatórias e não apenas descritivas ou exploratórios dos estudos de caso único.

A abordagem qualitativa foi usada conforme Bardin (2011) apresenta como procedimento mais intuitivo, mas também mais maleável e adaptável a índices não previstos. Para abranger a máxima amplitude na descrição, explicação e compreensão do fato estudado foi usado a triangulação de coleta de dados com uma entrevista semi-estruturada, levantamento documental e observação não participante. Seguindo os ensinamentos de Lakatos e Marconi (2011) não há interação ou envolvimento com o fato quando só participa-se do fato na técnica observação não participante.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

A empresa objeto deste estudo começou suas atividades em 1989 e atua no mercado desenvolvendo tintas e vernizes para a construção civil, fábricas de calçados e indústria de máquinas. Ela está situada em uma cidade do Vale do Sinos e possui aproximadamente 26 colaboradores.

Em relação ao posicionamento sobre o risco ambiental, mesmo que a entrevista tenha sido conduzida junto ao engenheiro químico e técnico responsável da empresa, que alega estar a indústria de acordo às boas práticas ambientais, suas respostas mostraram uma visão diferente do alegado. Rovere, D'Alvignon, Pierre, Kligerman, Silva, Barata e Malheiros (2012) afirmam que a auditoria ambiental estimula o uso de tecnologias mais limpas e matérias-primas menos agressivas ao meio ambiente, o que não ocorre na indústria alvo do estudo. A únicas presentes na empresa são ações mínimas de curto prazo para conter sanções impostas pelos Órgãos Municipais e o risco o de incêndio. Não há qualquer tipo de gestão ambiental, sendo de total desconhecimento pelo responsável técnico.

Como método de prevenção a danos ambientais, tenta diminuir-se o risco de explosões. Os produtos usados nesta empresa em sua maioria são hidrocarbonetos hexanos mais voláteis, que contém ponto de ebulição menor e podem sofrer uma diferença eletrostática, gerando faísca e explosão. Os caminhões que lá entregam solventes são

submetidos a aterramento e os produtos ficam contidos em ambientes metálicos. Os funcionários estão proibidos de usarem celulares. Ainda para conter a alteração eletrostática, a fiação e iluminação da planta industrial devem estar bem confeccionados e de acordo com exigências do Corpo de Bombeiros e a FEPAM. Quando os produtos estão em transporte até o consumidor final, a prevenção de acidentes não existe. Os equipamentos de segurança exigidos pela FEPAM e Polícia Rodoviária para controlar incêndios são descritos como obsoletos pela empresa.

Sobre o histórico de indenizações e sanções sofridas pela organização, foi descrita uma imposição de um Órgão de Controle Municipal exigindo sua retirada daquela cidade, pois não preenchia os requisitos necessários após o incêndio que atingira a mesma. Houve ainda algumas multas por problemas de iluminação. O responsável observa de forma pragmática as mesmas autuações e problemas por dois motivos: eles almejam mudar para uma planta moderna em outra cidade; a comparação com outros concorrentes diretos que têm posicionamento parecido. Quase todas as tintas fabricadas na empresa são a base de solvente pois, não há regra específica para uma transformação para base aquosa. Desta forma, o processo e resultado finais seriam mais limpos, entretanto mais caro. O comprador final manterá o foco apenas no preço do produto o que, conforme relatou o responsável, inviabilizaria uma aplicação pró-ambiente.

Os colaboradores possuem seguro de vida sem cláusulas de danos por doença, simplesmente insalubridade pela absorção de solventes. O discurso do responsável da empresa reflete a preocupação de apenas seguir as regras que os Órgãos de Controle exigem mesmo sabendo que são insuficientes para uma condução ambientalmente satisfatória. Esta visão distorcida da organização encontra respaldo no autor Lemme (2004): os indivíduos gastarão para evitar perdas pessoais decorrentes de danos ambientais somente quando entenderem perdas são iguais ou maiores do que gastos necessários para evitá-las.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diferente do que a empresa afirmava estar relacionada com boas práticas ambientais, as respostas de como ela opera hoje apresentam outra realidade. A única preocupação visível são os encargos resultantes do não cumprimento dos dispositivos legais dos Órgãos de Fiscalização e o medo de perder. O responsável técnico sabe que diante de um dano ambiental o que é exigido não é suficiente para a continuidade do seu negócio, proteção dos circunvizinhos e nem do próprio meio-ambiente.

O estudo oferece uma razão prática de entender o que teoricamente é exigido para algumas empresas e o que realmente acontece quando refere-se à boas práticas ambientais. A falta de uma legislação específica não afere inovação ambiental, o que impulsiona práticas nocivas de mercado quando o produto é ruim para o meio-ambiente e não tem laudos técnicos para comparação e desconhecimento de possíveis danos ambientais. Sugere-se novos estudos sobre os benefícios das boas práticas ambientais no intuito de fortalecer a responsabilidade pelos envolvidos no processo da empresa, otimização de recursos e um possível fortalecimento da marca.

REFERÊNCIAS

- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. 2º ed. São Paulo: Almedina Brasil, 2012.
- BETIOL, Luciana Stoco. **Responsabilidade Civil e Proteção ao Meio Ambiente**. 1º ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- CAVALHERI, Sérgio Filho. **Programa de Responsabilidade Civil**. 11º ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- FILHO, Ari Alves de Oliveira. **Responsabilidade Civil em Face dos Danos Ambientais**. 1º ed. Rio de Janeiro: Forense, 2009.
- GABURRI, Fernando. **Responsabilidade Civil nas Atividades Perigosas Lícitas**. 1º ed. Curitiba: Juruá, 2011.
- HOPPE, Warren T. **Introdução Gerenciamento de Riscos**. 1º ed. Rio de Janeiro: Funenseg, 2002.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina Andrade. **Metodologia Científica**. 6º ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- LEMME, Celso Funcia. **A Gestão Ambiental das Organizações e Avaliação Econômica de Impactos Ambientais**. In MINCK, Carlos. **A Questão Ambiental - Desenvolvimento e Sustentabilidade**. 1.ª ed. Rio de Janeiro: Funenseg, 2004.
- MARCHESAN, Ana Maria Moreira; STEIGLEDER, Annelise Monteiro; CAPPELLI, Silvia. **Direito Ambiental**. 7º ed. Porto Alegre: Verbo Jurídico, 2013.
- POLIDO, Walter. **Seguros de Responsabilidade Civil: manual prático e teórico**. 1.ª ed. Curitiba: Juruá, 2013.
- PORTO, M. F.; SCHÜTZ, G. E. **Gestão Ambiental e Democracia: análise crítica, cenários e desafios**. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, p. 1447-1456, 2012.

ROVERE, Emílio Lêbre La. et al. **Manual de Auditoria Ambiental**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

SOUZA, F.M.N.; SILVA, C.E.; AGUIAR, L.A.; ALMEIDA, J.R. **Proposta para Utilização da Simulação Computacional em Análise de Risco**: avaliação de desempenho e sistemas de gestão ambiental. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.2, n.2, nov. 2011.

STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **Responsabilidade Civil Ambiental**. 2º ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2011.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso**. Planejamento e Métodos. . 4º ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

PRESENÇA DE ADENOVÍRUS HUMANO EM ÁGUA E GASTRÓPODES DE ÁREAS ÚMIDAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS

Juliana Schons Gularte¹
Rodrigo Staggmeier²
Meriane Demoliner³
Tatiana Moraes da Silva Heck⁴
Fágner Henrique Heldt⁵
Andréia Henzel⁶
Fernando Rosado Spilki⁷

Palavras-chaves: Adenovírus. Áreas Úmidas. Água. Gastrópodes.

INTRODUÇÃO

As áreas úmidas mesmo sendo ecossistemas de grande importância ecológica estão sendo ameaçadas devido as inúmeras ações antrópicas. Os corpos hídricos também sofrem prejuízos, sendo um dos principais problemas o lançamento de efluentes não tratados, que comprometem a qualidade da água e atingem a saúde humana. Os adenovírus humanos (HAdV) são vírus entéricos resistentes no ambiente, sendo considerados indicadores de contaminação fecal. Portanto 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 relacionado à poluição fecal, e as análises padrões de potabilidade da água não garantem a sua ausência. Destacando que gastrópodes

¹ 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).

² Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, Doutorando em Qualidade Ambiental pela mesma instituição.

³ Graduanda em Biomedicina pela Universidade Feevale.

⁴ Bacharel em Biomedicina pela Universidade Feevale, Mestranda em Qualidade Ambiental pela mesma instituição.

⁵ Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Feevale, Mestrando em Qualidade Ambiental pela mesma instituição.

⁶ Doutora em Medicina Veterinária Preventiva pela Universidade Federal de Santa Maria, Pós-Doutoranda em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale.

⁷ Doutor em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Campinas, Docente da Universidade Feevale.

são organismos comuns em água doce, a sua utilização na detecção de vírus e possível possibilidade de detecção de HAdV teríamos uma ferramenta útil de bioindicação, complementando as análises tradicionais de água.

O objetivo geral deste trabalho foi detectar a presença de HAdV em amostras de água e gastrópodes presentes em áreas úmidas da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos. Os objetivos específicos foram: Detectar e quantificar genomas de HAdV por reação da polimerase em cadeia em tempo real (qPCR) a partir de amostras de água e gastrópodes coletados em áreas úmidas; Relacionar as frequências e cargas de HAdV presentes em amostras de água e gastrópodes colhidos nas mesmas áreas úmidas de coleta; 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 foi utilizado o método molecular reação da polimerase em cadeia em tempo real (qPCR).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os adenovírus humanos (HAdV) são vírus não envelopados detectados com alta frequência na água contaminada por dejetos humanos (CARTER, 2005). O genoma é constituído de DNA fita dupla, linear e não-segmentado (SANTOS; SOARES, 2015; WOLD; HORWITZ, 2007). Os HAdV podem causar uma ampla gama de enfermidades em seres humanos, como infecções no trato respiratório, conjuntivites, cistites hemorrágicas e gastroenterites (HARAMOTO et al., 2007; MENA; GERBA, 2009; SANTOS; SOARES, 2015). De acordo com Haramoto et al. (2007) a via fecal-oral é reconhecida como o principal modo de transmissão de HAdV. Alguns sorotipos podem se multiplicar no intestino humano e ser eliminado pelas fezes de maneira assintomática, podendo ser excretados por meses ou até mesmo anos (ALBINANA-GIMENES et al., 2009; SANTOS; SOARES, 2015). A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2011) ressalta que os HAdV são muito resistentes a alguns processos de tratamento e desinfecção da água e potenciais indicadores avançados de contaminação fecal.

Atualmente o padrão de potabilidade vigente no país é estabelecido pela Portaria nº 2.914, do Ministério da Saúde, de dezembro de 2011. De acordo com a portaria, as contagens de *Escherichia coli* e coliformes totais são os únicos padrões microbiológicos de potabilidade da água para consumo humano (BRASIL, 2011). Porém estes métodos não garantem o controle de contaminação fecal, já que não avaliam a presença de vírus entéricos (COMERLATO et al., 2011).

As áreas úmidas proporcionam inúmeros benefícios para a população, com destaque para o armazenamento de água, recarga de águas subterrâneas, filtros de retenção e degradação do material poluente, retenção de sedimentos, regulação do microclima, reguladores da vazão do rio e também contribuem para a conservação da biodiversidade (JUNK et al., 2014; RAMSAR, 2013; ZELTER et al., 2012). Entretanto estes ecossistemas são atualmente considerados vulneráveis e ameaçados em todo o mundo, devido as práticas de natureza antrópica (CARVALHO; OZORIO, 2007; SCBD, 2010). E quando impactados, resultam em um grave problema para a saúde humana, principalmente quando ocorre a contaminação por patógenos, metais pesados e pesticidas (DALE; CONNELLY, 2012).

Os gastrópodes são organismos importantes em ambientes de água doce, pois possuem um elevado número de espécie, biomassa e fundamental papel nas cadeias tróficas (MUGNAI et al., 2010). O gastrópode de água doce *Pomacea canaliculata* (Lamarck 1822) é nativo do clima temperado e subtropical da América do Sul, porém atualmente é uma espécie introduzida em diversos países (HAYES et al., 2008).

Mesmo que as partículas virais sejam lançadas no ambiente, a sua concentração nos corpos hídricos é baixa, portanto é necessário uma grande quantidade de amostra de água para realização das análises (LODDER et al., 2010), sendo assim a amostragem de vírus em corpos hídricos pode ser considerada difícil. Um recurso seria a utilização de organismos aquáticos que filtram a água circundante e acabam concentrando em seus tecidos níveis mais altos de vírus do que nas amostras de água (HUYVAERT et al., 2012). Podendo assim avaliar a contaminação fecal através da presença de vírus entéricos bioacumulados no organismo da espécie escolhida para ser o bioindicador.

METODOLOGIA

Foram realizadas cinco amostragens de água e moluscos em quatro áreas úmidas distribuídas ao longo da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos. As amostras de água foram coletadas de forma asséptica em frascos de vidro estéreis de 500mL (análise virológica) em cada área úmida. Com o auxílio de uma rede entomológica aquática de malha fina, foram coletados indivíduos da espécie *P. canaliculata*.

As amostras de águas foram concentradas utilizando o método de adsorção-eluição modificado de Katayama et al. (2002). Dois métodos de concentração viral a partir das amostras de moluscos foram realizados. No primeiro, os caramujos foram retirados da concha e o corpo foi completamente macerado. O tecido (1g) foi diluído em Meio Essencial Mínimo de Eagle (E-MEM) (1mL), homogeneizado por 2 minutos e centrifugado durante 10 minutos

a 14000rpm. O sobrenadante foi armazenado a -80°C até análise posterior. No outro protocolo seguindo o método de Santos et al. (2005) com modificações, a hemolinfa do caramujo foi coletada após a introdução de uma agulha na região do manto.

O genoma viral presente nas amostras foram extraídos através do *kit* de extração Mini Spin Plus (Biopur), seguindo as instruções recomendadas pelo fabricante. Para a detecção molecular foram realizadas reação da polimerase em cadeia em tempo real (qPCR), visando a detecção e quantificação 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).

RESULTADOS

Foram analisadas um total de 60 amostras, incluindo água, hemolinfa e tecido dos gastrópodes, deste total 15 amostras foram positivas para genomas de HAdV, representando 25% das amostras. Foram detectados contaminação viral em oito amostras de água, totalizando 40%. Cinco amostras de hemolinfa apresentaram resultados positivos para HAdV, representando 25% das amostras. Verificou-se ampliações virais em duas amostras de tecido, o que equivale a 10% das amostras (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado das análises moleculares

PONTOS	AMOSTRAS	OUTUBRO	DEZEMBRO	FEVEREIRO	ABRIL	JUNHO
		CG/mL - CG/G.	CG/mL - CG/G.	CG/mL - CG/G.	CG/mL - CG/G.	CG/mL - CG/G.
P1	H ₂ O	2,35E+04	N/A	N/A	1,93E+05	N/A
	Hemolinfa	3,70E+04	N/A	N/A	2,37E+05	N/A
	Gastrópode	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
P2	H ₂ O	5,06E+04	N/A	1,48E+05	6,25E+04	N/A
	Hemolinfa	1,69E+04	N/A	N/A	N/A	N/A
	Gastrópode	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
P3	H ₂ O	6,00E+04	4,91E+04	N/A	N/A	N/A
	Hemolinfa	N/A	N/A	N/A	N/A	5,96E+04
	Gastrópode	N/A	N/A	N/A	N/A	5,30E+04
P4	H ₂ O	N/A	N/A	N/A	1,08E+05	N/A
	Hemolinfa	N/A	N/A	3,64E+04	N/A	N/A
	Gastrópode	N/A	N/A	N/A	2,72E+05	N/A

DISCUSSÃO

Os resultados das análises moleculares mostraram que todas as áreas úmidas foram positivos para genomas HAdV, portanto apresentaram contaminação fecal humana. É consenso que as áreas úmidas fornecem serviços ambientais importantes, dentre eles o de purificação de água (JUNK et al., 2014; RAMSAR, 2013). Porém, percebemos que as atividades humanas podem estar associadas à contaminação desses ambientes, mas ainda assim é notável que a ocorrência de HAdV foi muito menor nestes ambientes do que o

encontrado em outros estudos para o curso principal do Rio dos Sinos. Os resultados parciais demonstram uma maior frequência de amostras positivas nas águas, do que nas amostras de hemolinfa e tecido, o que pode ter relação com a baixa carga viral encontrada nas áreas úmidas.

Os organismos, como os moluscos, que estão em contato direto com a água contaminada acabam retendo em seus tecidos partículas virais, às vezes em níveis mais altos do que em amostras de água (HUYVAERT et al., 2012; LEES, 2000; STENTIFORD et al., 2009), esta afirmação pode ser comprovada por alguns dos resultados parciais encontrados. Pois em quatro análises houve praticamente os mesmos valores de cargas virais, comparando entre as amostras de água/hemolinfa e água/tecido. E duas análises apresentaram contaminação viral apenas em amostras derivadas dos gastrópodes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estes resultados podem justificar a importância de se utilizar organismos bioindicadores como auxiliares das análises tradicionais. Já que algumas vezes a detecção apenas na água pode não ser o suficiente para monitorar a contaminação fecal do ambiente aquático.

REFERÊNCIAS

ALBINANA-GIMENEZ, N.; MIAGOSTOVICH, M.; CALGUA, B.; HUGUET, J. M.; MATIA, L.; GIRONES, R. Analysis of adenoviruses and polyomaviruses quantified by qPCR as indicators of water quality in source and drinking water-treatment plants. **Water Research**, v. 43, p. 2011–2019, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 2914 de dezembro de 2011**. Disponível em <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 17 mar. 2015.

CARTER, M.J. Enterically infecting viruses: pathogenicity, transmission and significance for food and waterborne infection. **Journal Applied Microbiology**. v. 98, p. 1354-1380, 2005.

CARVALHO, A.B.P.; OZORIO, C.P. Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 1, n. 2, p. 83-95, 2007.

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.

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.

HAYES, K.A.; JOSHI, R.C.; THIENGO, S.C.; COWIE, R.H. Out of South America: multiple origins of non-native apple snails in Asia. **Diversity and Distributions**, v. 14, p. 701-712, 2008.

HUYVAERT, K.P.; CARLSON, J.S.; BENTLER, K.T.; COBBLE, K.R.; NOLTE, D.L.; FRANKLIN, A.B. Freshwater clams as bioconcentrators of avian influenza virus in water. **Vector-borne and Zoonotic Diseases**, v. 12, n. 10, p. 904-906, 2012.

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.

LEES, D. Viruses and bivalve shellfish. **International Journal of Food Microbiology**, v. 59, p. 81-116, 2000.

LODDER, W.J.; VAN DEN BERG, H.H.J.L.; RUTJES, S.A.; HUSMAN, A.M.D.R. Presence of enteric viruses in source waters for drinking water production in the Netherlands. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 76, n. 1, p. 5965-5971, 2010.

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__> Acesso em: 24 abr. 2015.

SANTOS, M.A.V.; BRABO, E.S.; CARNEIRO, B.S; FAIAL, K.F.; RODRIGUES, I.R.C. Quantitative study of metal present in the hemolymph of *Biomphalaria glabrata* (Gastropoda), infected and uninfected with *Schistosoma mansoni*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 38, n. 2, p. 157-160, 2005.

SANTOS, N.S.O.; SOARES, C.C. Vírus Entéricas. In: SANTOS, N.S.O.; ROMANOS, M.T.V.; WIGG, M.D. **Virologia Humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 3.ed., 2015, p. 189-231.

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: 15 maio 2015.

STENTIFORD, G.D.; BONAM, J.-R.; ALDAY-SANZ, V. A critical review of susceptibility of crustaceans to Taura syndrome, Yellowhead disease and White Spot Disease and implications of inclusion of these diseases in European legislation. **Aquaculture**, v. 291, p. 1-17, 2009.

WOLD, W.S.M.; HORWITZ, M.S. Adenoviruses. In: KNIPE, D.M.; HOWLEY, P.M. (Org.). **Fields Virology**, fifth edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2007, p. 2396-2436.

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>. Acesso em: 18 mar. 2015.

ZELTER, F.; LETTI, M.S.; ZANINI, D. (Org.). **ATLAS Socioambiental de São Leopoldo**. São Leopoldo: Oikos, 2012.

PRODUÇÃO DE SEPARADORES DE FLUXO PARA SISTEMAS DE ELETRODIÁLISE

Michel V. Flach¹
Felipe T. Nascimento²
Joana Corte³
Naiara Martins⁴
Graciela M. da Silveira⁵
Fabrício Celso⁶
Ricardo M. de Martins⁷
Marco Antonio Siqueira Rodrigues⁸
Vanusca D. Jahno⁹

Palavras-chave: Eletrodiálise. Separador de fluxo. Tratamento de água.

INTRODUÇÃO

As questões ambientais estão em foco na atualizada, pois a forma descontrolada de utilização dos recursos naturais e a poluição principalmente dos recursos hídricos demonstra-se inviável, desta forma pesquisas para o desenvolvimento de alternativas para o tratamento de efluentes industriais, reuso destes, potabilização de águas salobras, subterrâneas e superficiais não potáveis são imprescindíveis.

Diante desta realidade apresenta-se diversas alternativas, em especial a utilização de eletrodiálise para o tratamento de água. Na montagem dos sistemas de eletrodiálise citam-se

¹ Autor principal. Mestre em Qualidade Ambiental e Eng. Industrial Químico pela Universidade Feevale e Assistente Técnico de Projeto de Pesquisa e Pesquisador Voluntário/Universidade Feevale.

² Autor. Mestrando em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais e Eng. Industrial Químico pela Universidade Feevale.

³ Autora. Mestranda em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais e Eng. Industrial Química pela Universidade Feevale.

⁴ Autora. Mestranda em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais pela Universidade Feevale, Eng. Química pela UFRGS e Técnica em Química pela FETLSVC.

⁵ Autor. Mestranda em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais e Eng. Industrial Química pela Universidade Feevale e Técnica em Química pela

⁶ Autor. Doutor em Ciência dos Materiais pela UFRGS, Mestre em Ciência e Tecnologia de Materiais pela UFRGS e Eng. de Plásticos pela ULBRA.

⁷ Autor. Doutor e Mestre em Química pela UFRGS e Químico Bacharel e Licenciado pela UFRGS.

⁸ Autor. Doutor e Mestre em Engenharia de Materiais pela UFRGS e Químico Industrial e Bacharel pela UFRGS.

⁹ Autora e Orientadora. Química Industrial e Licenciada em Química pela PUCRS. Mestrado em Eng. de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela UFRGS e Doutorado em Medicina e Ciências da Saúde pela PUCRS.

os separadores de fluxo, que devem ser projetados para garantir a maior eficiência de remoção de contaminantes do sistema. No presente estudo será avaliada a produção de separadores de fluxo em tamanho comercial, para avaliação da eficiência destes em comparação aos separadores de fluxo comerciais, salientando que no Brasil não há tecnologia para a produção de separadores de fluxo, que são importados e desta forma aumentam o custo e diminuem assim a utilização de sistemas de eletrodialise no País.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Devido aos severos problemas hídricos mundiais, há necessidade por novas tecnologias para o tratamento de água, onde sistemas de tratamento que utilizam a eletrodialise se destacam por serem considerados limpos e com baixo consumo de energia, já que a técnica não requer reagentes e altas temperaturas de processo, sendo um processo que não modifica quimicamente as substâncias e ainda não gera grandes quantidades de resíduos (VOGEL e MEIER-HAACK, 2014; GHALLOUSSI et al., 2013; ZUO et al., 2012).

A eletrodialise é um processo que consiste na separação de espécies iônicas em solução que são transportadas através de membranas íons seletivas sob a influência de um campo elétrico, onde se obtêm duas correntes, sendo uma concentrada e outra diluída. Constituem um sistema de eletrodialise membranas seletivas a ânions e outras a cátions, onde entre estas há separadores que são responsáveis pelo direcionamento do fluxo dentro dos canais, entre outras finalidades, garantindo a passagem da solução sobre toda a superfície das membranas. No sistema há ainda eletrodos que servem como força motriz para o deslocamento dos íons através das membranas íons-seletivas (MÜLLER, 2013).

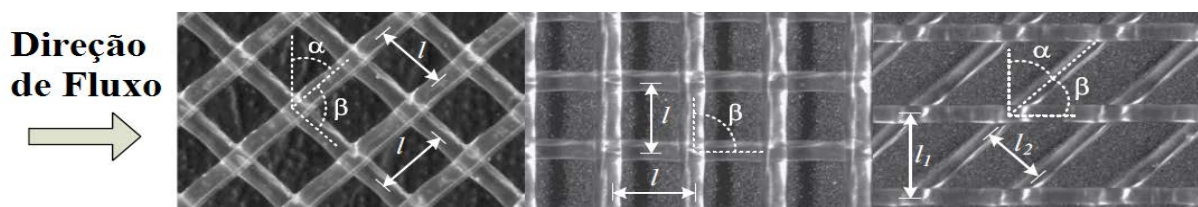
Como exemplos de utilização de sistemas de eletrodialise podem ser citados processos de dessalinização de água do mar, processamento de água salobra para a obtenção de água potável, citam-se ainda indústrias químicas, alimentícias e semi-condutoras onde também utiliza-se esta técnica, além do uso para o tratamento de efluentes e reuso da água em indústrias (BENVENUTI et al., 2014; SADRZADEH e MOHAMMADI, 2008).

Neste estudo serão avaliados separadores de fluxo, e estes são produzidos observando-se diversas variáveis que estão ligadas à eficiência do sistema de eletrodialise. A principal característica de um separador de fluxo deve ser sua capacidade de gerar turbulência no sistema, já que a operação dos sistemas se conduz com baixos valores de número de Reynolds e de Sherwood, sendo que separadores pouco eficientes acarretam em prejuízos ao transporte de íons, pois ocorrem fenômenos com a polarização por concentração. Cita-se ainda a camada limite sobre a membrana que estreita-se de maneira à medida que aumenta a turbulência e

desta forma aumentando a eficiência do sistema (GURRERI et al., 2014; RODRIGUES et al., 2012; KODYM et al., 2011; BALSTER et al., 2010; DLUGOLECKI et al., 2010).

Conforme o exposto os separadores de fluxo são muito importantes para a eficiência dos sistemas de eletrodialise, e de acordo com estudos já realizados, há formas geométricas de montagem dos sistemas que apresentam os melhores resultados nos estudos em nível de laboratório e em estudos contendo cálculos de fluxos realizados de maneira computacional. Na Figura 1 podem ser observados diferentes ângulos dos separadores, onde os separadores com ângulo de ataque ao fluxo de 45° apresentam os melhores resultados (GURRERI et al., 2014; RODRIGUES et al., 2012; KODYM et al., 2011).

Figura 1 - Tipos de arranjos de separadores de fluxo



Fonte: RODRIGUES et al. (2012)

METODOLOGIA

Para a produção de separadores de fluxo, selecionaram-se polímeros termoplásticos e realizou-se a laminação deste em laminadora de laboratório, obtendo-se este em forma de lâminas que foram cortadas para a obtenção de tiras. Obtidas as tiras dos materiais, realizou-se a prensagem destas com diferentes tipos de telas plásticas, para observar o processo de soldagem das tiras nas telas, já que os separadores de fluxo devem inicialmente promover o espaçamento necessário (canal) para o fluxo da solução entre as membranas, sendo que toda a solução deve entrar no canal de entrada e sair no canal de saída, sem vazamentos, portanto a vedação do stack é obrigatória.

Testes de soldagem foram realizados com os polímeros Poli-Etileno Co-Acetato de Vinila (EVA), Poli-Etileno de Alta Densidade (PEAD), Copolímero de Estireno-Etileno/Butileno-Estireno (SEBS) e blendas contendo misturas entre estes polímeros. Estes testes de soldagem foram realizados em uma prensa com aquecimento nas duas faces da prensa, superior e inferior, com temperatura de 170°C e tempo de prensagem variando entre 10 e 20 segundos para os materiais. Utilizou-se a temperatura de 170°C , pois as telas utilizadas para a produção dos separadores são de polipropileno, e durante os ensaios

realizados com temperaturas superiores a esta e tempos superiores aos expostos ocorreram deformações físicas na tela, inviabilizando a utilização.

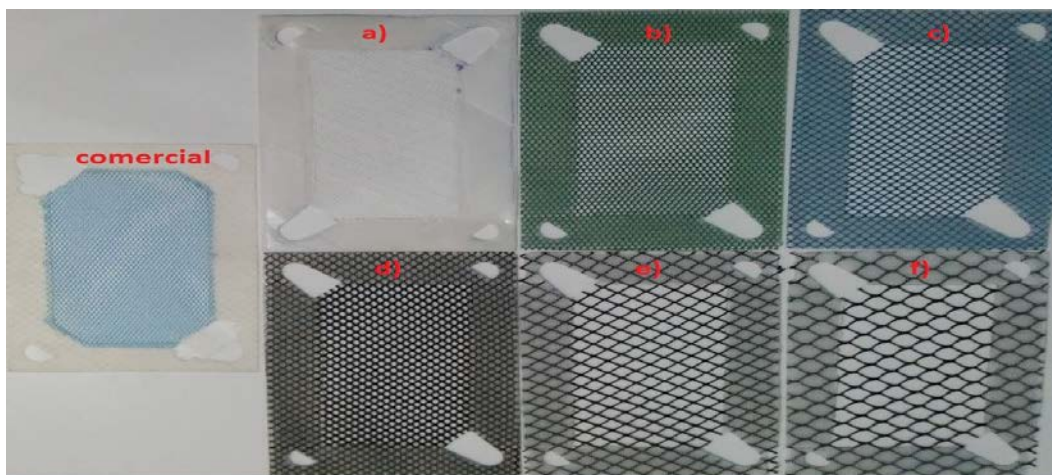
As telas utilizadas apresentam tamanhos de poro de 2, 4, 5, 6, 9 e 12,5 mm, observando-se que a espessura das telas também é crescente de acordo com o aumento do tamanho de poro. Observa-se que estão sendo utilizadas telas com maiores tamanhos de poro, com relação ao separador comercial e os estudos referenciados, pois os estudos abordam soluções diluídas, e o presente estudo também contempla soluções concentradas, que podem inclusive apresentar partículas, e assim separadores como o comercial utilizado de referência, têm limitações quanto ao entupimento de canais por precipitação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas tentativas de soldagem com os polímeros Poli-Etileno Co-Acetato de Vinila (EVA), Poli-Etileno de Alta Densidade (PEAD), Copolímero de Estireno-Etileno/Butileno-Estireno (SEBS) e blendas contendo misturas entre estes polímeros, porém somente com tiras do polímero EVA, foi possível a soldagem adequada entre a tela e as tiras, sem que houvessem deformações das telas plásticas.

A obtenção de separadores de fluxo com os diferentes tipos de telas foi realizada, observando-se a espessura de cada tela, para que a prensagem com as tiras do polímero EVA fosse realizada até o limite de 0,3 milímetros a mais do que a espessura original da tela. Na Figura 2 podem ser observadas as imagens das amostras de separadores com os diferentes tipos de tela, já cortados com navalha para que o fluxo de entrada e saída seja semelhante ao separador comercial.

Figura 2: Separador de fluxo comercial e obtidos no estudo.



Legenda: Comercial; a) tela de 2 mm; b) tela de 4 mm; c) tela de 6mm; d) tela de 5mm; e) tela de 9mm e f) tela de 12,5mm

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Serão realizados ensaios de caracterização dos separadores em sistema comercial, comparando-se a eficiência destes separadores obtidos por meio de prensagem utilizando-se como separador de fluxo telas de polipropileno e material de vedação EVA em comparação ao separador comercial.

REFERÊNCIAS

- BALSTER, J. et al. Membrane with integrated spacer. **Journal of Membrane Science**, v. 360, p. 185–189, 2010.
- BENVENUTI, T. et al. Recovery of nickel and water from nickel electroplating wastewater by electrodialysis. **Separation and Purification Technology**, v. 129, p. 106–112, maio 2014.
- DLUGOLECKI, Piotr et al. Ion conductive spacers for increased power generation in reverse electrodialysis. **Journal of Membrane Science**, v. 347, p. 101–107, 2010.
- GHALLOUSSI, R. et al. Ageing of ion-exchange membranes in electrodialysis: A structural and physicochemical investigation. **Journal of Membrane Science**, v. 436, p. 68–78, 2013.
- GURRERI, L. et al. CFD prediction of concentration polarization phenomena in spacer-filled channels for reverse electrodialysis. **Journal of Membrane Science**, v. 468, p. 133–148, 2014.
- KODYM, R. et al. Spatially two-dimensional mathematical model of the flow hydrodynamics in a channel filled with a net-like spacer. **Journal of Membrane Science**, v. 368, p. 171–183, 2011.
- MÜLLER, Franciélli. **Membranas Poliméricas Íon Seletivas Catiônicas e Aniônicas para uso em Eletrodiálise**. Tese para obtenção de título de doutor em Engenharia. UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2013.
- RODRIGUES, Carina et al. Mass-Transfer entrance effects in narrow rectangular channels with ribbed walls or mesh-type spacers. **Chemical Engineering Science**, v. 78, p. 38–45, 2012.
- SADRZADEH, M.; MOHAMMADI, T. Sea water desalination using electrodialysis. **Desalination**, v. 221, n. 1-3, p. 440–447, 2008.
- VOGEL, C.; MEIER-HAACK, J. Preparation of ion-exchange materials and membranes. **Desalination**, v. 342, p. 156–174, 2014.

ZUO, X.; YU, S.; SHI, W. Effect of some parameters on the performance of eletrodialysis using new type of PVDF–SiO₂ ion-exchange membranes with single salt solution. **Desalination**, v. 290, p. 83–88, 2012.

REDUÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL DO PROCESSO DE PÓS-CURTIMENTO DE COUROS WET-BLUE, ATRAVÉS DA OTIMIZAÇÃO DO USO DE PRODUTOS QUÍMICOS

Palavras-chave: Pós-curtimento. Meio-ambiente. Processo. Couro.

Marina Vergílio Moreira¹

Patrice Monteiro de Aquim²

INTRODUÇÃO

Segundo pesquisa realizada pelo Instituto de Estudos e Marketing Industrial (IEMI, 2013), o número atual de curtumes no Brasil é de 310 empresas sendo, aproximadamente, 48 % na região Sul. As regiões Centro-Oeste e Sudeste são as maiores produtoras de peles bovinas, isto fez com que os curtumes de ribeira e curtimento se estabelecessem nessas regiões, ficando a Região Sul caracterizado pela presença, prioritária de plantas de recurtimento e acabamento. Assim, a situação atual do Rio Grande do Sul é a presença de plantas industriais que utilizam como matéria-prima o couro curtido com sais de cromo.

A indústria couros atual desenhada de forma a utilizar grandes volumes de água e de produtos químicos. Se tomarmos como exemplo uma indústria leiteira que processa 200 toneladas por dia de leite para consumo humano, o gasto diário de água é de aproximadamente 2,5 m³/ tonelada de leite produzido (UNIDO, 2008). No entanto, conforme dados da União Internacional de Químicos e Técnicos da Indústria do Couro (IULTCS, 2008), o emprego da água em um curtume completo é em média 25 m³/ tonelada de pele processada. Assim, um curtume completo, sem o emprego de práticas de produção mais limpa, que processa diariamente 1250 peles bovinas verdes por dia, utiliza aproximadamente 1.000.000 de litros de água por dia, o suficiente para abastecer uma população de 6,7 mil habitantes, com 150 litros/ habitante. As plantas de recurtimento, ou pós-curtimento apresentam um consumo médio de até 8 m³ de água/ tonelada de couro, o que é considerado muito elevado. Todavia a redução do volume de água em processo produtivo trás como

¹ Marina Vergílio Moreira, Engenheira Industrial Química, FURG. Rio Grande. Mestranda do Mestrado Profissional em Tecnologias de Materiais e Processos Industriais.

² Patrice Monteiro de Aquim, Professora da Universidade Feevale.

consequência a concentração da poluição, o que determina que sejam adotadas conjuntamente estudos para a redução na fonte, ou seja, a otimização do processo de produção.

Diante deste cenário, o trabalho tem o propósito de apresentar medidas para o processamento de couros wet-blue de forma a reduzir o impacto ambiental causado pela presença de produtos químicos no efluente de um curtume. O estudo tem como pilar a aplicação dos conceitos de produção limpa e a utilização eficiente dos recursos naturais, como o consumo de água e a redução do uso de substâncias perigosas. O trabalho foi realizado em uma indústria de couros estofamento automotivo e couros para à fabricação de calçados.

O principal objetivo do estudo é o estabelecimento de medidas para reduzir o impacto ambiental causado pela presença de produtos químicos no efluente de uma planta de pós-curtimento, no Rio Grande do Sul. Como pilares para atingir a redução do impacto ambiental no processo foram estipulados os seguintes objetivos específicos: a identificação de medidas prevenção na fonte e a validação destas medidas através de testes em escala industrial, sendo apresentados os resultados obtidos até este estágio do trabalho.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As peles são beneficiadas em operações e processos até atingirem o aspecto final, de couro acabado e pronto para o uso. O processamento compreende quatro etapas sendo essas identificadas por: ribeira, curtimento, pós-curtimento e acabamento final.

A Figura 1 apresenta o fluxograma do processo de couro curtido até a sua transformação em couro semiacabado, sendo esta a etapa de maior número produtos químicos e a segunda maior de consumo de água, considerando todo o processamento de couros.

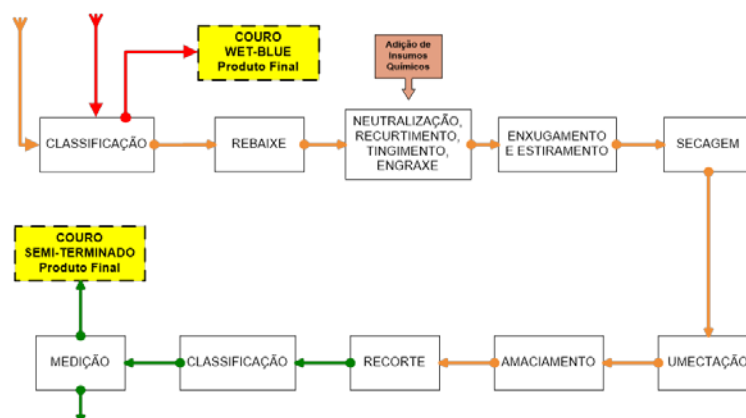


Figura 1 – Fluxograma básico de processamento do couro curtido até couro acabado
Fonte: Elaborado pela autora 2008

PÓS-CURTIMENTO

Conforme Manzo 1999, o termo pós-curtimento se refere às etapas molhadas do processo que sucedem ao curtimento. A escolha das etapas de recurtimento depende do tipo de couro que se deseja produzir. Segundo o autor o recurtimento envolve diferentes tipos de reações químicas e pode ser dividido em três processos: recurtimento, tingimento e engraxe.

Uma grande variedade de produtos químicos é utilizada para a recurtimento de couros. Eles podem ser divididos nas seguintes categorias: extratos vegetais, taninos sintéticos, aldeídos, curtentes minerais. O tingimento é a etapa que confere cor ao couro e o engraxe é realizado para garantir a maciez e elasticidade do couro, podendo ser empregado para outros fins, como a repelência à água (Manzo, 1999).

Para Neto (2009), por motivos econômicos e ecológicos a oferta de cromo no curtimento vem diminuindo a limites mínimos, por isso há a necessidade de aporte complementar de cromo. Isto causa problemas ecológicos no efluente, ainda mais difíceis de serem resolvidos.

No recurtimento, que ocorre após a neutralização, são adicionados produtos recurtentes aniônicos que conferem as características ao couro requeridas de acordo com o artigo a ser produzido. Todavia esses produtos podem causar uma elevada Demanda Química de Oxigênio (DQO) e reduzida Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), o que significa reduzida tratabilidade do efluente (Claas e Maia, 1994).

Mesmo pequenas quantidades de corante no efluente podem colorir as águas residuais, isto é, em quantidades de corante de 10 mg/L, já é possível perceber a coloração. Na prática do curtume o engraxe principal é realizado, normalmente, como última etapa do acabamento molhado, tendo a finalidade de deixar os couros macios, flexíveis e resistentes. As duas etapas contribuem para o aumento da DQO e diminuição da degradabilidade do efluente (Manzo 1999).

Aquim (2009) em seu trabalho aborda o uso integrado e eficiente da água e expõe que o efluente de recurtimento apresenta altos valores de DQO, uma vez que o pós-curtimento utiliza diversos produtos como óleos de engraxe, corantes, e agentes de recurtimento. Conforme a autora as etapas consomem de 6 a 13 litros de água por Kg de couro.

Assim, os principais problemas ambientais resultam da exaustão incompleta de agentes de recurtimento, tingimento e engraxe.

METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida no trabalho aborda dois períodos: o mapeamento da situação inicial do curtume e a identificação de ações para reduzir o impacto ambiental da produção de couros semiacabado.

Para o mapeamento da situação atual foram consideradas as observações durante a visita à planta industrial e as entrevistas com os responsáveis pela produção. Foi também realizada a caracterização química do couro wet-blue empregado no processo conforme a norma NBR 13525:2005. Além disso, foi realizada a seleção das principais formulações empregadas de acordo volume de produção nos últimos 12 meses.

A identificação das ações para reduzir o impacto ambiental da produção de couros semiacabado foi estabelecida de acordo com referenciais teóricos e com a identificação dos principais insumos das fórmulas de acordo com os critérios de volume e toxicidade, conforme preconiza a UNIDO em seus Programas de Produção Mais Limpa.

RESULTADOS

A caracterização química do couro wet-blue empregado no processo conforme a norma NBR 13525:2005 demonstrou que todos os couros encontram-se dentro dos limites para aceitação de couros curtidos.

Com relação às formulas empregadas nos 12 meses que antecederam o trabalho, os produtos de maior impacto, a situação inicial do processo e os testes validados, com as vantagens obtidas estão na tabela 2 a seguir.

Tabela 1: Resultados obtidos na produção dos couros semiacabados

Produto	Situação Inicial	Situação implementada	Vantagem
Sal de cromo (33% basicidade e 26% Cr ₂ O ₃)	Carga residual de cromo elevada.	Maior tempo de fixação do cromo, controle do pH final da recromagem.	Menor carga tóxica no efluente.
Corante	Análises apontaram 66,7% de sais neutros no corante preto.	Troca de produto, menor quantidade de sais neutros.	Menor carga tóxica no reator biológico.
Tanino Vegetal	Antes da adição do corante.	Após da adição do corante.	Melhora do atravessamento do corante.
Tanino Auxiliar de Atravessamento	Pelo menos 6% de auxiliar de atravessamento.	Máximo 4% de auxiliar de atravessamento.	Redução de custo, menor carga no efluente.

Fonte: Elaborado pela autora 2015

Além dos resultados dos obtidos houve a redução da DQO da entrada do efluente Bruto de 11000 mg/ L para 8000 mg/ L.

DISCUSSÃO

Houve uma melhora significativa no efluente Bruto, sem alteração do artigo com as medidas implementadas nos três meses do trabalho, porém com relação ao consumo de água o curtume utiliza em média 20,3 litros/m² de couro produzido, ou 18,5 litros/ kg de couro, valor superior ao apontado por Aquim em 2009. Observou-se também uma sensibilização da empresa quanto à necessidade de controle da produção através de indicadores de processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A otimização do processo ainda não foi concluída, mas reduções importantes foram implementadas, como a redução de químicos e a colocação de reses em pontos de maior absorção pelo couro. Sugere-se que a empresa direcione seus esforços para o controle efetivo do consumo de água captada, abrindo espaço para o reuso.

REFERENCIAS

AQUIM P. M. Gestão em curtumes: Uso Integrado e Eficiente de Água. Tese – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2009.

CLAAS, Isabel Cristina; MAIA, Roberto Augusto Moraes. Manual básico de resíduos industriais de curtume. Porto Alegre: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (RS). Centro Tecnológico do Couro SENAI, 1994.

CUSTÓDIO NETO, Silvestre; RICHTER, Fernando Pacheco. Inovação e dedicação ao couro: aliando a química à prática de aplicação. São Paulo: All Print, 2009. 375 p.

MANZO, Giovanni. Chimica e tecnologia del cuoio. Italy: Media Service, 824 p, 1999.

REFLEXÕES SOBRE O TERMO SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Alexandre André Feil¹

Virgílio José Strasburg²

Dusan Schreiber³

Palavras-chave: Origem da sustentabilidade. Evolução histórica. Degradação natural. Bem estar humano.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a ameaça gradativa do aquecimento global e da degradação ambiental em consequência das ações do ser humano levou ao reconhecimento do Desenvolvimento Sustentável (DS) como a solução destes problemas. A forma como conduzir o processo tem sido objeto de debates no âmbito da comunidade científica.

A utilização da sustentabilidade e do DS como tema em diversas discussões ocorreu com base na perspectiva de oferecerem condições propícias para o alcance de bem estar no longo prazo, por meio da gestão do sistema ambiental (ADAMS, 2006; SEAGER, 2008). Apesar da aceitação global da ideia de sustentabilidade, uma ampla gama de estudiosos contesta a abrangência da definição e esforçam-se para evitar interpretações equivocadas (MAZLOOMI; HASSAM, 2008). A sustentabilidade centra-se em compreender a complexa dinâmica das interações humanas e naturais e, desta forma, ampliar e aprofundar seu significado (LIU, 2009).

A noção de sustentabilidade, na última década, tem enfrentado a necessidade de ser reexaminada, pois atualmente este termo é empregado de forma ambígua e, em muitos casos, é confundido com a ideia de crescimento, progresso, maturidade, evolução ou riqueza (RÍOS-OSÓRIO et al., 2013). Yolles e Fink (2014) destacam que o surgimento do conceito de

¹ Mestre em Ambiente e Desenvolvimento. Docente da UNIVATES. Doutorando do PPG de Qualidade Ambiental – Universidade Feevale.

² 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.

³ Doutor em administração. Professor do PPG de Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

sustentabilidade tem atraído críticas significativas e que haveria a necessidade de encontrar uma compreensão coerente de seu significado.

Neste contexto, este estudo tem por objetivo identificar os significados e entendimentos para os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

EVOLUÇÃO HISTÓRICA E SEMÂNTICA DA SUSTENTABILIDADE

A ideia de sustentabilidade não é nova e tem origens antigas. Van Zon (2002) e Hofer (2009) afirmam que o termo sustentabilidade foi utilizado em 1713 na Alemanha, e tem origens nos tempos primórdios na discussão de esgotabilidade de recursos naturais e da capacidade do ambiente suportar a carga. Esses autores frisam que os termos equivalentes de sustentabilidade e sustentável, tais como, em francês *durabilité* (durável), em alemão *Nachhaltigkeit* e *Nachhaltig* (longevidade), e em Holandês *duurzaamheid* e *Duurzaam* (sustentável), têm sido utilizados por séculos.

A ideia de sustentabilidade não consiste num movimento ambientalista moderno, mas originou-se da terminologia profissional da silvicultura, “rendimento sustentado” (GROBER, 2007). Grober (2007) também afirma que essa ideia pode ser rastreada até o início da era do iluminismo europeu e que essa forma de pensar e de agir está enraizada nas culturas do mundo, sendo amadurecida durante três séculos. As forças motrizes do surgimento da ideia de sustentabilidade, segundo Schlör *et al.* (2012), foram essencialmente as crises do sistema energético, desde a antiguidade.

A evolução histórica da sustentabilidade e do DS propiciou uma união de diferentes semânticas e termos para a sua definição. Durante o século XVIII, o termo *nachhaltend* foi modificado para *nachhaltig*. Nessa semântica, desenvolveu-se o conceito na silvicultura de rendimento sustentado (GROBER, 2007), e a aderência do verbo “sustentar” com o sufixo “-vel”, acoplando-o a “desenvolvimento”, foi certamente uma inovação semântica (SIMONIS, 2003). O termo DS foi um oxímoro, ou seja, harmoniza dois conceitos opostos numa única expressão, formando, assim, um terceiro conceito, o que gerou numerosas interpretações discursivas sobre desenvolvimento e sustentabilidade (GATTO, 1995; REDCLIFT, 2006; CIEGIS *et al.*, 2009).

O termo sustentável surgiu com base em seis linhagens separadas, muitas vezes opostas, mas relacionadas. A raiz ecológica/capacidade de carga, a raiz recursos/ambiente, a

raiz da biosfera, a raiz da crítica à tecnologia, a raiz do não crescimento e a raiz do ecodesenvolvimento (KIDD, 1992). Dessa forma, todas essas correntes de pensamento foram totalmente desenvolvidas antes de o termo sustentável ser utilizado.

METODOLOGIA

A metodologia segue a abordagem qualitativa, que consiste na análise e interpretação subjetiva das informações. O procedimento técnico consiste de uma pesquisa bibliográfica, na qual os dados analisados referem-se a artigos e livros elaborados com teor científico.

A pesquisa bibliográfica realizou-se por meio da consulta aos *sites* dos periódicos da *Science Direct*, *Springer Link*, *Wiley Online Library* e *Google Scholar* (documentos em formato .pdf). As palavras chave utilizadas foram: *origin*, *evolution* e *sustainability concept*. Esta pesquisa focou apenas bibliografias em língua inglesa e foi realizada no período de junho e julho de 2014. O recorte temporal compreendeu as publicações dos anos de 1713 a 2014.

RESULTADOS

Os termos sustentabilidade e DS são pouco entendidos e até tratados como sinônimos na literatura. Sendo assim, cabe realizar uma diferenciação destes termos. O significado de sustentabilidade e de DS não é o mesmo, embora o sentido seja similar (BELL; MORSE, 2008). Dovers e Handmer (1992) afirmam que a sustentabilidade consiste na capacidade de um sistema resistir ou se adaptar aos distúrbios endógenos e exógenos. Sartori et al. (2014) destacam que consiste num princípio aplicável a sistemas. Já o DS seria a mudança via melhoria intencional para aumentar ou manter a característica do sistema no atendimento das necessidades da população.

A sustentabilidade compreende a reunião de três tipos de interesses simultâneos e em equilíbrio, compreendendo o aspecto ambiental, econômico e social; o DS abrange as habilidades técnicas, financeiras e de gestão, para permitir alcançar a sustentabilidade (HORBACH, 2005; DEMPSEY et al., 2011). A fim de atingir a sustentabilidade, o DS é necessário (PRUGH; ASSADOURIAN, 2003).

Neste sentido, entende-se o DS como o caminho (processo) para alcançar a sustentabilidade; ele gira em torno do bem estar dos seres humanos, e a sustentabilidade é o objetivo final (meta) de longo prazo, consistindo no aspecto qualidade do sistema. Essa ideia é compartilhada por Moldan et al. (2012), para quem a sustentabilidade denota uma propriedade do sistema como a qualidade das atividades e o DS refere-se principalmente aos seres humanos e seu bem estar. Bell e Morse (2008) afirmam que a sustentabilidade é

representada por uma mudança na propriedade, ou seja, qualidade de sistema, onde a qualidade permanece a mesma ou aumenta ao longo do tempo, e DS refere-se a uma série de processos e práticas, envolvendo ação, e tem o foco na qualidade da vida humana (WCED, 1987; BLEWITT, 2008). A sustentabilidade vincula-se à operacionalização por meio de índices e indicadores (DAHL, 2012; SINGH et al., 2012; MOLDAN *et al.*, 2012) para simplificar e quantificar o fenômeno, identificando a tendência em destaque (SARTORI et al., 2014), devendo ser desenvolvidos para propostas específicas, com o intuito de representar a adequada sustentabilidade (SICHE et al., 2008).

DISCUSSÃO

O conceito de sustentabilidade é sobrecarregado de ideias potencialmente conflitantes (KIDD, 1992; ADAMS, 2006). Dessa forma, parece improvável que uma única definição seja aceita universalmente (KIDD, 1992). A falta de clareza na definição de DS tem levado a uma diversidade de definições e interpretações, evidenciando, no entanto, um ponto de convergência de várias áreas do conhecimento. A maioria das discussões sobre a sustentabilidade é causada pelas falhas em seu conceito (GATTO, 1995). Segundo Ciegis et al. (2009), a definição e a interpretação de DS têm causado fortes discussões, pois seu conceito pode ser de difícil entendimento e ter diferentes significados.

A ideia de sustentabilidade implica no entendimento das perguntas: o que sustentar? Quando avaliar o que deve ser sustentado? Redclift (2006) salienta que ainda persiste uma confusão frente ao que deve ser sustentado e que os diferentes discursos de DS não conseguem chegar a um consenso. Morris (2012) destaca que apesar da literatura ser ampla em relação ao conceito de sustentabilidade, ainda não foi possível definir e nem explicar o que deve ser sustentado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A humanidade, desde seus primórdios, teve a necessidade de se adaptar e/ou procurar alternativas, de acordo com a disponibilidade dos recursos naturais. Essa ideia de alternativas persiste até o período atual, no qual os recursos naturais ainda compreendem os grandes desafios e são considerados essenciais na continuidade da vida na Terra.

Portanto, destaca-se que a diferenciação da ideia de sustentabilidade e de DS é essencial para sua correta operacionalização, e a análise das características corroboram o entendimento da inserção da ideia de sustentabilidade e DS nas diversas áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS

ADAMS, W.M. **The Future of Sustainability: Re-Thinking Environment and Development in the Twenty-First Century**. Gland, Switzerland: World Conservation Union, p. 1–18. 2006.

BELL, S., MORSE, S. **Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable?** Earthscan Publication, London, UK. 2008.

BLEWITT, J. **Understanding sustainable development**, London, Earthscan. 2008.

CIEGIS, R. et al. The concept of Sustainable development and its use for sustainability scenarios. **Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics**, v. 20, n. 2, p. 28–37, 2009.

DAHL, A.L. Achievements and gaps in indicators for sustainability. **Ecological Indicators**, v.17, p. 4-19, 2012.

DEMPSEY, N. et al. The Social Dimension of Sustainable Development: Defining Urban Social Sustainability. **Sustainable Development**, v.19, n.5, p.289-300, 2011.

DOVERS, S.R.; HANDMER, J.W. Uncertainty, sustainability and change. **Global Environmental Change**, v.2, n.4, p.262-276, 1992.

GATTO, M. Sustainability: Is it a Well Defined Concept? **Ecological Applications**, v. 5, no. 4, p. 1181-1183, 1995.

GROBER, U. **Deep Roots: A Conceptual History of "sustainable Development" (Nachhaltigkeit)**. Discussion papers, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung. Editora WZB, 48 p., 2007.

HOFER, R. History of the Sustainability Concept – Renaissance of Renewable Resources. 2009. In. *Sustainable Solutions for Modern Economies*.

HORBACH, J. **Indicator systems for sustainable innovation**. Physica-Verlag, 1º Ed., 213 p., 2005.

KIDD, C. V. The evolution of sustainability. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 5, n. 1, p. 1-26, 1992.

LIU, L. Sustainability: Living within One's Own Ecological Means. **Sustainability**, 1, p. 1412-1430, 2009.

MAZLOOMI, M.; HASSAN, A. S. Sustainable Development: Divergences and Complexities in Interpretation. **2nd International Conference On Built Environment In Developing Countries (ICBEDC 2008)**, p. 310-322, 2008.

MOLDAN, B. et al. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. **Ecological Indicators**, v.17, p. 4-13, 2012.

MORRIS, M. Sustainability: An Exercise in Futility. **International Journal of Business and Management**, v. 7, n. 2, p. 36-44, 2012.

PRUGH, T.; ASSADOURIAN, E. What is sustainability, anyway? **World Watch**, v.16, n.5, p.10-21, 2003.

REDCLIFT, M. R. Sustainable development (1987-2005) – an oxymoron comes of age. **Horizontes Antropológicos**, ano 12, n. 25, p. 65-84, 2006.

RÍOS-OSÓRIO, L.A. et al. The concept of sustainable development from an ecosystem perspective: history, evolution, and epistemology. In. Yáñez-Arancibia, A.; Dávalos-Sotelo, R.; Day, J W.; Reyes, E. *Ecological Dimensions for Sustainable Socio Economic Development*. 628 p. 2013.

SARTORI, S. et al. Sustainability and sustainable development: A taxonomy in the field of literature. **Ambiente & Sociedade**, v. XVII, n. 1, p. 1-20, 2014.

SCHLÖR, H. et al. The history of sustainable development and the impact of the energy system. **International Journal of Sustainable Society**. v. 4, n. 4, p. 317-335, 2012.
SEAGER, T. P. The Sustainability Spectrum and the Sciences of Sustainability Business Strategy and the Environment **Bus. Strat. Env.** v. 17, p. 444–453, 2008.

SICHE, J.R. et al. Sustainability of nations by indices: Comparative study between environmental sustainability index, ecological footprint and the energy performance indices. **Ecological Economics**, v.66, n.4, p.628-637, 2008.

SIMONIS, C.F. U.E.: Nachhaltigkeit in internationaler Sicht – Festvortrag, in: Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landespflege, Heft 74, Bonn: DRL, p. 2-9. 2003.

SINGH, R.K. et al. An overview of sustainability assessment methodologies. **Ecological Indicators**, v.15, n.1, p. 281-299, 2012.

VAN ZON, H. *Geschiedenis & duurzame ontwikkeling. Duurzame ontwikkeling in historisch perspectief: enkele verkenningen*. Nijmegen/Groningen: Werkgroep Disciplinaire Verdieping Duurzame Ontwikkeling. 2002.

WCED (World Commission on Environment and Development) *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford. 1987.

YOLLES, M.; FINK, G. The Sustainability of Sustainability. **Business Systems Review**, v. 3, n. 2, p. 1-32, 2014.

REUSO DE EFLUENTES DE CURTUMES NA PRODUÇÃO DE COUROS

Ma. Edinea Gonçalves, Feevale¹

Dr. Marco Antônio Siqueira Rodrigues, Feevale²

Palavras-chave: Efluente. Reuso. Curtume. Couro.

INTRODUÇÃO

Os curtumes se caracterizam pelo uso intensivo da água em seus processos e consequente geração de efluentes. Esses efluentes, mesmo após o tratamento, ainda podem conter substâncias prejudiciais ao meio ambiente. Diante disso, o seu reuso no processamento torna-se uma importante técnica para reduzir o impacto ambiental desse tipo de indústria.

Há poucos estudos sobre o reuso de efluentes nas etapas finais de processamento dos couros, não se conhecendo qual a sua viabilidade técnica. Diante disso, o objetivo desse trabalho é estudar o reuso de efluentes de curtumes no acabamento molhado, avaliando as características dos couros obtidos. Para tanto, efluentes de curtumes foram coletados e caracterizados físico-quimicamente e, posteriormente, empregados como água de processo no acabamento molhado. Os couros obtidos foram avaliados em suas propriedades químicas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O acabamento molhado é um conjunto de processos no qual são definidas as principais características do artigo desejado, tais como, firmeza da flor, tingibilidade, maciez e condições de receber o acabamento. Os processos que integram o essa fase são a lavagem inicial, a neutralização, o recurtimento, o tingimento e o engraxe (GONÇALVES, 2007). Os efluentes dos processos de acabamento molhado são coletados e tratados em conjunto, e se caracterizam por carregar os produtos que não foram totalmente absorvidos no processo, apresentando cor intensa, pH levemente ácido, elevada carga orgânica e a presença de sulfato, cromo e compostos aromáticos. Para Lofrano et al. (2010), os banhos de recurtimento podem conter compostos xenobióticos, como taninos sintéticos com base em cresóis.

¹ Professora na Universidade Feevale.

² Professor na Universidade Feevale.

METODOLOGIA

Efluentes tratados de cinco curtumes da região do Vale dos Sinos, que realizam os processos de acabamento molhado, foram coletados e identificados como: Curtume 1, 2, 3, 4 e 5. Os efluentes foram analisados quanto ao pH, condutividade, DQO, cálcio, magnésio, dureza, cromo total, amônio, nitrogênio total Kjeldhal, cloreto, sulfato e nitrato. Os testes de reuso foram executados em duplicata, empregando-se uma formulação para semi-acabado natural.

A formulação empregada, identificando o processo, a forma de execução e o controle de processo empregado é mostrada no Quadro 1.

Processo	Execução
Lavagem inicial	200% Água de processo + 0,1% Ácido acético – Rodar por 15 min; Esgotar.
Neutralização	70% Água de processo + 1,0% Formiato de sódio + 0,7% Bicarbonato de sódio - Rodar por 15 min; Esgotar; Lavar.
Recurtimento	60% Água de processo + 8,0% Tanino sintético aniônico - Rodar por 60 min; adicionar 0,8% Ácido acético - Rodar por 15 min; Esgotar.
Engraxe	100% Água de processo (50°C) + 3,0% Óleo natural sulfitado + 2,0% Engraxante sintético – Rodar por 40 min; adicionar 0,5% Ácido acético - Rodar por 15 min; Esgotar.
Preparo dos couros	Secar em condições naturais, amaciar manualmente.
Tingimento	200% Água de processo + 4,0% Tanino vegetal; 0,5% Corante – Rodar 40 min; Adicionar 1,0% Ácido acético – Rodar 15 min; Esgotar
Preparo dos couros	Secar em condições naturais, amaciar manualmente.

Quadro 1 - Formulação para a obtenção de semi-acabado natural

Os experimentos foram realizados em laboratório, empregando-se como água de processo os efluentes tratados de curtumes e a água subterrânea, como padrão. Os couros obtidos foram caracterizados quimicamente.

RESULTADOS

Os resultados de caracterização dos efluentes são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1: Características dos efluentes e da água subterrânea empregados nos experimentos

	Curtume 1	Curtume 2	Curtume 3	Curtume 4	Curtume 5	Água subterrânea
Amônio (mg L ⁻¹)	24,73	0,92	0,45	2,80	nd	0,06
Cálcio (mg L ⁻¹)	164,00	203,73	93,88	417,77	355,65	12,94
Magnésio (mg L ⁻¹)	24,21	18,67	29,29	43,65	133,32	2,29
Dureza (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	509,18	585,58	355,03	1222,92	1437,05	41,74
Cloreto (mg L ⁻¹)	1961,02	501,59	442,10	1225,77	5692,92	2,86
Nitrato (mg L ⁻¹)	0,51	5,09	38,04	31,32	12,85	1,06
Sulfato (mg L ⁻¹)	1644,40	1783,55	935,28	2483,68	2826,22	0,86
Condutividade (μS cm ⁻¹)	10890,0	6190,0	4710,0	9800,0	> 20000	115,2
DQO (mgO ₂ L ⁻¹)	99,7	52,4	11,0	70,9	132,1	nd
Nitrogênio total (mg L ⁻¹)	42,80	9,02	15,77	20,30	21,60	-
pH	8,43	7,51	7,19	7,59	8,39	7,71
Cromo total (mg L ⁻¹)	0,15	0,09	0,16	0,32	0,16	0,05

Os resultados de caracterização química dos couros obtidos são mostrados na tabela 2.

Tabela 2 - Propriedades dos couros processados com efluentes tratados de curtumes

pH	4,66±0,33	4,62±0,41	4,51±0,36	4,56±0,42	4,57±0,41	4,56±0,37
Cifra diferencial	0,30±0,04	0,26±0,02	0,34±0,03	0,29±0,00	0,33±0,01	0,31±0,01
Extraíveis em DCM (%)	2,19±0,37	2,37±0,40	1,83±0,16	3,52±0,67	4,07±0,39	2,26±0,10
%Cr ₂ O ₃	3,68±0,40	3,61±0,30	3,61±0,25	3,52±0,35	3,64±0,08	3,61±0,41
% Cálcio	0,04±0,00	0,06±0,00	0,03±0,00	0,14±0,00	0,13±0,01	0,02±0,00

5 DISCUSSÃO

Pode-se verificar que todos os curtumes apresentaram efluentes com pH, DQO e cromo total de acordo com a Resolução 128/2006 do Consema. No parâmetro nitrogênio total, os curtumes identificados como 2 e 3 atendem a resolução, os curtumes 4 e 5 apresentam concentração de nitrogênio total levemente superior, já o curtume 1 apresenta praticamente o dobro de nitrogênio total estabelecido na legislação. No trabalho de Streit et al. (2013) a faixa para DQO observada para efluentes tratados de curtumes foi de 100-400 mg L⁻¹ e a faixa para nitrogênio total observada foi de 20-300 mg L⁻¹, bastante superior ao obtido para os curtumes analisados. O curtume 1 também apresenta uma elevada concentração de nitrogênio amoniacal. Os curtumes 3 e 4 possuem concentrações mais elevadas de nitrato.

Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos. A amônia é tóxica à vida dos peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg L⁻¹. Os nitratos são tóxicos, causam a doença chamada metahemoglobinemia infantil, que é letal para crianças. Por isso, o nitrato é padrão de potabilidade, sendo 10 mg L⁻¹ o valor máximo permitido pela Portaria 518 (CETESB, 2010).

As concentrações de cálcio são muito elevadas para os curtumes 4 e 5, esse último também apresenta a maior concentração de magnésio, cloreto e sulfato, resultando também na maior condutividade. A concentração de cálcio e magnésio, expressa na forma de dureza, é importante para a definição da qualidade da água para o reuso.

Nas águas tratadas, o sulfato pode ser proveniente do uso de coagulantes (CETESB, 2010) e de produtos químicos usados nos curtumes que contêm sulfato de sódio, como no caso dos recurtentes sintéticos. A presença de cloreto no efluente de curtume de acabamento molhado pode ser atribuída ao sal utilizado no píquel e que ainda está presente no couro *wet-blue*, bem como pela presença de sais neutros em diversos produtos empregados no processamento dos couros. Níveis altos de cloreto inibem o crescimento de plantas, bactérias e peixes, podendo levar a danos na estrutura celular (BOSNIC; BULJAN; DANIELS, 2000).

Os couros processados com os efluentes tratados dos curtumes 4 e 5 apresentaram manchas. Esses efluentes foram os que apresentaram as maiores concentrações de cálcio e magnésio, portanto a maior dureza. Conforme literatura, são indicados valores abaixo de 120 mg L⁻¹ para a água utilizada no tingimento (ADZET ADZET, 1985), abaixo de 180 mg L⁻¹ para a neutralização, o engraxe e tingimento (NACHEVA; MOELLER; HERRERA, 2004).

O pH e a cifra diferencial dos couros foram semelhantes, independente da água de processo empregada. O pH do couro não deve ser inferior a 3,5 a fim de evitar perda de propriedades mecânicas com o envelhecimento, bem como evitar o contato de substância

ácida com a pele do usuário do couro. Uma cifra diferencial acima de 0,7 pode indicar a presença de ácidos fortes nos couros, o que pode levar à perda de propriedades mecânicas com o envelhecimento, sendo que os resultados obtidos ficaram abaixo desse valor.

As substâncias extraíveis em diclorometano podem ser provenientes das gorduras naturais da pele e dos engraxantes empregados no processo. Nos couros obtidos empregando-se os efluentes de curtume como água de processo, observa-se valores inferiores ao obtido para o couro padrão, sendo esse um indicativo de que as substâncias presentes nos efluentes interferem na fixação dos engraxantes nos couros. No entanto, essa diferença não resultou em influência negativa na maciez dos couros.

Em todos os couros o teor de cromo foi superior a 3,5%, valor que dá o indicativo de um bom curtimento. Não ocorreram variações em função do uso dos efluentes tratados de curtumes, uma vez que a concentração de cromo nesses efluentes é muito baixa.

Para os couros obtidos com o emprego de efluentes tratados dos curtumes 4 e 5 observou-se um aumento do teor de cálcio, tal fato está associado à elevada concentração de cálcio nesses efluentes. Esse cálcio, se depositado na superfície, pode ter ocasionado as manchas observadas nos couros.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos curtumes avaliados, os identificados como 2 e 3 atendem a legislação Resolução 128/2006 do Consema. Mesmo assim, todos os efluentes de curtumes apresentaram teor de sulfato, cloreto e condutividade bastante elevados, o que pode causar danos ao meio ambiente. Quanto aos compostos presentes nos efluentes, a dureza elevada prejudicou as propriedades dos couros obtidos, em função das manchas observadas após o tingimento.

REFERÊNCIAS

ADZET ADZET, J. M. **Química Técnica de Teneria. Barcelona, 1985.**

BOSNIC, M.; BULJAN, J.; DANIELS, R. P. **Pollutants in tannery effluents - definitions and environmental impact - limits for discharge into water bodies and sewers.** 2000. Regional Programme for Pollution Control in the Tanning Industry in South-East Asia. Disponível em: https://www.elaw.org/system/files/L_pollutants.pdf. Acesso em: 21/03/2013.

CONSEMA - CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE –. **Resolução Consema 128.** 2006. Disponível em: http://www.sehabs.rs.gov.br/upload/20130628115845resolucao_consema_n_128_2006__fi_xacao_de_padroes_de_emissao_de_efluentes_liquidos.pdf. Acesso em: 10 ago. 2014.

GONÇALVES, E. T. R. **Efeito de diferentes curtentes sobre as propriedades de couros isentos de cromo.** 2007. 111 f Dissertação (Mestrado em Qualidade Ambiental) - Feevale, Novo Hamburgo-RS, 2007.

LOFRANO, G. et al.. Fenton oxidation treatment of tannery wastewater and tanning agents: synthetic tannin and nonylphenol ethoxylate based degreasing agent. **Desalination and Water Treatment.** 23 (2010) 173-180.

NACHEVA, P. M.; MOELLER, C.; HERRERA, M.J. Alternative treatment strategy for tannery water reuse and material recovery. **Water Science and Technology**, Vol 50 no 2 pp 121–130, 2004.

SAMAMBAIAS E LICÓFITAS EM UM HECTARE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NO PARQUE NACIONAL DOS APARADOS DA SERRA- RS

Ivanete Teresinha Mallmann¹

Andressa Müller

Vinícius Leão da Silva

Jairo Lizandro Schmitt²

Palavras-chave: Conservação. Floresta com araucária. Florística. Riqueza.

INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No mundo há um interesse crescente em estudos sobre fragmentação. Isto ocorre devido à constatação de que a maior parte da biodiversidade se encontra em pequenos fragmentos florestais ainda pouco estudados.

O bioma Mata Atlântica se diferencia da maioria das florestas tropicais por dispor de um conjunto de variáveis geográficas (altitudinais e latitudinais) e climáticas (SAFFORD, 2007), o que eleva seus padrões de riqueza e endemismo. Estas circunstâncias associadas à devastação decorrida no passado a incorporaram no cenário mundial como um dos 34 *hotspots* de biodiversidade (MITTERMEIER et al. 2004). São várias as formações florestais que constituem esse bioma, dentre elas a Florestas Ombrófila Mista (FOM). Esta fitofisionomia, também conhecida como Floresta com Araucária possuía uma extensão original estimada em 200.000 km² que se acredita ter diminuído em mais de 97% no último século. No Rio Grande do Sul houve uma redução da cobertura original de 40% do território para apenas 3% remanescentes.

Nas regiões sul e sudeste do país é encontrada a maior diversidade de samambaias e licófitas, principalmente em Floresta Ombrófila Densa e Ombrófila Mista (SEHNEM, 1979). No entanto, o conhecimento acerca da biodiversidade de plantas vasculares sem sementes

¹ Mestre em Qualidade Ambiental, doutorando em Qualidade Ambiental, bolsista CAPES.

² Doutor em Botânica, Professor titular do PPG em Qualidade Ambiental.

ocorrentes nesses fragmentos ainda apresenta lacunas e compromete o entendimento sobre a integridade da vegetação remanescente e da qualidade desses habitats.

Estão descritas para o Brasil, 1.253 espécies de samambaias e licófitas, enquanto para o Rio Grande do Sul são 370 (PRADO & SYLVESTRE, 2015). Esses dois grupos vegetais são plantas vasculares sem sementes (SMITH et al., 2006) com grande potencial bioindicador, sendo que sua diversidade e capacidade de colonização estão diretamente vinculados a fatores abióticos do meio (SILVA et al., 2011).

Samambaias e licófitas ocorrem preferencialmente em locais úmidos e sombreados, condições dependentes tanto da quantidade de área de núcleo do fragmento florestal, quanto do grau de preservação desse fragmento (MEHLTRETER et al., 2010). Nesse sentido deve-se considerar que as mudanças ecológicas resultantes da fragmentação de habitats, tendem a ser mais intensas em fragmentos menores (LAURANCE & VACONCELOS, 2009).

Desta forma, a riqueza de espécies de samambaias e licófitas em escala local é determinada pela heterogeneidade de habitats, pois mesmo que não haja restrição para dispersão, os esporos precisam de um micro-habitat favorável para germinar (MEHLTRETER et al., 2010).

O objetivo desse estudo foi realizar um inventário florístico das espécies de samambaias e licófitas em um hectare de FOM e descrever o substrato preferencial e forma de vida dessas espécies.

METODOLOGIA

Para o estudo florístico, foi demarcada uma parcela de 1 ha (100x100m) na zona central de um fragmento de 5,2 ha de Floresta com Araucária situado no Parque Nacional dos Aparados da Serra (29°07'58.53"S e 50°06'18.89"O, 1024m de altitude) em Cambará do Sul, na região dos Campos Cima da Serra, RS. O levantamento foi realizado a fim de registrar todas as espécies de samambaias e licófitas ocorrentes no hectare demarcado. Os espécimes foram identificados por meio de consulta à bibliografia especializada, comparações com material determinado em herbário e consulta a especialistas. As plantas foram avaliadas quanto às formas de vida conforme Raunkiaer (1934) e adaptações de Mueller- Dombois & Ellenberg (1974) e Senna & Waechter (1997) e classificadas em relação ao seu substrato preferencial em terrícolas ou corticícolas.

RESULTADOS

O levantamento florístico resultou em 27 espécies classificadas em 20 gêneros e 13 famílias. O grupo das licófitas apresentou apenas uma espécie (*Selaginella muscosa* Spring). Polypodiaceae, Dryopteridaceae e Aspleniaceae foram as famílias que apresentaram a maior riqueza com oito, quatro e três espécies, respectivamente. *Pecluma* e *Asplenium* foram os gêneros com maior número de espécies (três).

Na comparação quanto ao tipo de substrato, 13 espécies ocorreram exclusivamente como terrícolas e 13 exclusivamente como corticícolas. Somente *Rumohra adiantiformis* (G.Forst.) Ching foi registrada nos dois tipos de substrato.

As duas formas de vida com maior riqueza específica foram Hemicriptófita (11), com seis espécies de crescimento reptante e cinco rosuladas e Epífita (11) com nove espécies de crescimento reptante e duas rosuladas.

DISCUSSÃO

A riqueza específica do presente estudo é menor que a registrada por Blume et al. (2010) que listaram 42 espécies de samambaias e licófitas numa parcela de mesmo tamanho e tipo florestal no Parque Natural Municipal da Ronda (PNMR), em São Francisco de Paula, RS. Destas espécies, 15 foram comuns com o presente estudo, sendo sete delas do substrato terrícola (*Lastreopsis amplissima* (C.Presl) Tindale, *Polystichum platylepis* Fée, *Asplenium harpeodes* Kunze, *Selaginella muscosa* Spring, *Dennstaedtia globulifera* (Poir.) Hieron., *Dicksonia sellowiana* Hook e *Lindsaea botrychioides* A.St.-Hil), sete do substrato corticícola (*Pleopeltis hirsutissima* (Raddi) de la Sota, *Microgramma squamulosa* (Kaulf.) de la Sota, *Campyloneurum austrobrasillianum* (Alston) de la Sota, *Elaphoglossum sellowianum* (Klotzsch ex Kuhn) T. Moore, *Asplenium gastonis* Fée, *Blechnum acutum* (Desv.) Mett., *Hymenophyllum polyanthos* (Sw.) Sw. e *Vittaria lineata* (L.) Sm.) e uma espécie que ocorreu em substratos diferentes (*Elaphoglossum sellowianum* (Klotzsch ex Kuhn) T. Moore).

O fato das licófitas serem pouco representativas quando comparadas com as samambaias se deve à baixa diversidade desse grupo que atualmente representa menos de 1% de todas as plantas vasculares (SMITH et al. 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi registrada a ocorrência de *Dicksonia sellowiana* Hook, que de acordo com a Portaria no 443, de 17 de dezembro de 2014, integra a lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção (MMA, 2014). Essa espécie desempenha um papel

fundamental como forófito de epífitos no sub-bosque das florestas, sendo que algumas são exclusivas ou ocorrem preferencialmente sobre seu cáudice (FRAGA et al., 2008).

A quantificação da riqueza e da composição de samambaias e licófitas por hectare pode permitir uma comparação precisa com outros estudos similares realizados em FOM. Além dos dados sobre a riqueza de samambaias e licófitas evidencia-se a necessidade de avaliar a influência dos fatores (abióticos) ambientais na distribuição desses grupos vegetais em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista.

REFERÊNCIAS

BLUME, M.; FLECK, R.; SCHMITT, J. L. Riqueza e composição de filicíneas e licófitas em um hectare de Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 8, n.4, p. 336-341, 2010.

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*, Campinas, v. 8, n. 4, p. 123-129, 2008.

FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA. RIO GRANDE DO SUL. Decreto nº 52.109, de 01 de dezembro de 2014. Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção do Estado do Rio Grande do Sul. *Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, v.72, n. 233, p. 2-11, 2014.

LAURANCE W. F.; VASCONCELLOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis*, v. 13, p. 434-451, 2009.

MEHLTRETER, K.; WALKER, L. R.; SHARPE, J. *Fern ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, 2010.

MITTERMEIER, R.A.; ROBLES GIL, P.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C.G.; LAMOREUX, J. & DA FONSECA, G.A.B. (eds.). Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. CEMEX/Agrupación Sierra Madre, Mexico City. 392p. 2004.

MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção – disponível em:

<http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom_boletins/_arquivos/83_19092008034949.pdf>
Acesso em: 05 de Ago. 2015.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, G. H. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York, Wylley & Sons. 547p. 1974.

PRADO, J.; SYLVESTRE, L. *Samambaias e Licófitas* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:

<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB128483>>. Acesso em: 07 Ago. 2015.

RAUNKIAER, C. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford: Clarendon Press. 632 p. 1934.

SAFFORD, H. D. Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude. *Journal of Biogeography*, v. 34, p. 1701-1722. 2007.

SEHNEM, A. Salviniáceas; In: REITZ, P. R. (Ed.) *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí, Santa Catarina. pp. 1-11. 1979.

SENN, R.M.; WAECHTER, J. L. Pteridófitas de uma Floresta de Araucária. Formas Biológicas e padrões de distribuição geográfica. *Iheringia, Série Botânica*, Porto Alegre, v. 48, p. 41-58, 1997.

SILVA, I. A. A.; PEREIRA, A. F. N.; BARROS, I. C. L. Edge effects on fern community in an Atlantic Forest remnant of Rio Formoso, PE, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 71, n. 2, p. 421-430, 2011.

SMITH, A. R. et al. *A classification for extant ferns*. *Taxon*, v. 55, p. 705–731, 2006.

SELEÇÃO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DA ECOEFICIÊNCIA DOS INSUMOS UTILIZADOS EM CARDÁPIOS: UM ESTUDO DE CASO

Virgílio José Strasburg¹

Vanusca Dalosto Jahno²

Palavras-chave: Refeições. Aspectos ambientais. Impactos ambientais. Desempenho ambiental. Ecoeficiência.

INTRODUÇÃO

Para qualquer atividade de produção humana, seja de um produto ou serviço podem ser verificados os aspectos e os impactos ambientais. A identificação dos aspectos ambientais nas atividades, produtos e serviços e a determinação desses aspectos de forma que possam ser controlados ou influenciados são de competência da empresa ou organização, conforme descrito no requisito 4.3.1 da ISO 14001/2004 (ABNT, 2004). Ucker, Kemerich e Almeida (2012) corroboram afirmando ainda que a correta definição dos aspectos ambientais significativos é necessária para estabelecer critérios de desempenho e um dos passos mais importantes para o gerenciamento ambiental.

Na produção de refeições para coletividades ocorrem uma série de processos que contemplam desde a seleção e acondicionamento das matérias-primas até a preparação do produto acabado (ABREU; SPINELLI; 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; GERALD, 2007) e o uso dos alimentos é condição básica para a elaboração do cardápio e do fornecimento de refeições para coletividades.

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta de seleção de indicadores para a avaliação da ecoeficiência dos insumos utilizados na elaboração dos cardápios nos cinco restaurantes universitários da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

¹ 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.

² Doutora Ciências da Saúde. Docente do Programa de Pós Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

ECOEFIÊNCIA

Uma das formas para avaliar o desempenho ambiental pode ser obtida com o uso do conceito da ecoeficiência. Esse termo surgiu no ano de 1992 introduzido pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), sendo endossado na Conferência Rio-92, como uma forma das empresas privadas implantarem a Agenda 21 (CEBDS, 2014). De acordo com o WBCSD (2000), a ecoeficiência é obtida pela “entrega de bens e serviços [...] que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida, reduzindo progressivamente impactos ambientais dos bens e serviços, [...]”

A ecoeficiência preconiza o uso mais eficiente de materiais e energia, combinando o desempenho econômico e ambiental, reduzindo impactos ambientais, usando mais racionalmente matérias-primas e energia, e melhorando a relação da organização com as partes interessadas (*stakeholders*) (WBCSD, 2000). Identifica-se nessa definição uma conotação de gerenciamento de processos direcionado à sustentabilidade (CEBDS, 2014). No entanto, deve ser salientado que a ecoeficiência não contempla o aspecto social do conceito da sustentabilidade sob enfoque *triple-bottom-line*.

METODOLOGIA

Quanto à natureza, a pesquisa desenvolvida nesse trabalho é do tipo aplicada. Trata-se de um estudo transversal descritivo com avaliação de variáveis quantitativas (PRODANOV; FREITAS, 2013 p. 51-2). As informações obtidas (dados secundários) de *software* específico utilizado pela Divisão de Alimentação (DAL) da UFRGS foram tabuladas em planilha Microsoft Excel®. Foram selecionadas nessa etapa as informações relacionadas aos insumos utilizados pelos cinco Restaurantes Universitários da UFRGS no ano de 2012.

RESULTADOS

Em relação aos insumos foram selecionados para efeito de cálculo os alimentos incluídos na curva A e B (total de 90% da quantidade utilizada) destinados para as preparações de almoço e jantar dos RUs. Os alimentos foram agrupados em dois grandes grupos: os de origem animal (16 itens) e os de origem vegetal. Os de origem vegetal totalizaram 58 itens e foram organizados nos seguintes subgrupos: a) grãos e farinhas (7 produtos); b) legumes e verduras in natura (20 produtos); c) legumes e verduras processados (5 produtos); d) frutas (11 produtos); e) industrializados (4 produtos); f) enlatados (4 produtos); e g) gorduras (4 produtos).

Para a realização de cálculos de ecoeficiência dos alimentos utilizados serão utilizados como indicadores: o fator de correção (FC); valor energético dos alimentos e água virtual (AV) dos alimentos. O FC avalia por meio de uma constante a quantidade de partes não aproveitáveis de um alimento e permite quantificar o total de resíduos que podem ser gerados para o meio ambiente. As informações de referência serão retiradas de livro de Técnica Dietética de Ornellas (2007). Para o cálculo do valor energético dos alimentos será utilizada a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos TACO (NEPA, 2011). E, para o cálculo da AV dos alimentos as informações de referência serão os dados dos estudos de Hoekstra (2010) para os produtos de origem animal e de Mekonnen e Hoekstra (2011) para os produtos de origem vegetal.

As informações serão organizadas em planilha eletrônica do Microsoft Excel® que será desenvolvida para subsidiar a realização de cálculos de mensuração dos impactos ambientais dos alimentos utilizados. Também será desenvolvido cálculo para relacionar as variáveis selecionadas frente ao número de refeições servidas (almoço e jantar) (tabela 1) em cada RU da UFRGS a fim de comparar o desempenho dos mesmos sob o enfoque da ecoeficiência.

Tabela 1 - Quantidade de refeições servidas e número de dias de atendimento nos Restaurantes Universitários da UFRGS (2012)

ITEM DE AVALIAÇÃO	RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO				
	RU 1	RU 2	RU 3	RU 4	RU 5
Quantidade de refeições servidas	400.923	269.487	719.255	43.803	99.120
Número de dias de atendimento (no ano)	150	188	229	76	206
Média de atendimentos	2672,8	1433,4	3140,9	576,4	481,2

Fonte: elaborado pelo autor

DISCUSSÃO

A seleção dos indicadores propostos nesse estudo seguem as recomendações de Bossel (1999) que define que os indicadores devem ser claramente definidos, reprodutíveis, inequívocos, compreensíveis e práticos. O número de indicadores deve ser limitado e reduzido, e ao mesmo tempo relevante frente a cada aspecto da sustentabilidade, e tendo ainda, uma metodologia de cálculo que deve ser clara e transparente para atingir o maior número de *stakeholders* (AZAPAGIC; PERDAN, 2000; AZAPAGIC, 2004).

Nesse contexto, o impacto ambiental dos alimentos consumidos deve ser investigado. Além do aspecto nutricional e saudável de uma dieta deve ser verificado também a sinergia com a produção ecologicamente sustentável, como descrito no estudo de Van Dooren et al, (2013).

Nos Estados Unidos, a *Green Restaurant Association University* (GRAU, 2014) promove a certificação ambiental para restaurantes comerciais que desenvolvem as chamadas “práticas verdes”. Entre alguns dos itens de avaliação são listados: eficiência e conservação energética; eficiência e conservação de água; reciclagem e compostagem; alimentos sustentáveis; prevenção da poluição; produtos reciclados, de manejo sustentável, biodegradáveis e orgânicos; energia renovável (GRAU, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados que serão obtidos permitirão mensurar os impactos ambientais dos insumos utilizados no cardápio e permitir uma avaliação e comparação do desempenho ambiental entre os cinco restaurantes universitários da UFRGS eles. Dessa maneira, esses resultados poderão ser utilizados como uma ferramenta a fim de proporcionar uma análise crítica em relação a gestão ambiental nos restaurantes.

De forma semelhante, o desenvolvimento desse instrumento de mensuração para o desempenho ambiental dos insumos de cardápio pretende contribuir de forma que possam ser replicados no segmento de produção de refeições para coletividades.

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.

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

AZAPAGIC, A. Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, n. 6, p. 639-62, 2004.

CEBDS. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Ecefiência**. 2014. Disponível em: < http://www.agenda21empresarial.com.br/?pg=textos_gerais&id=19 >. Acesso em: 22 jan.2015.

GRAU. Green Restaurants Association University. **Green Restaurant Certification 4.0 Standards**. 2014. Disponível em: < <http://www.dinegreen.com/restaurants/standards.asp> >. Acesso em: 12 nov. 2014.

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.**, n.107, n.6, p.1033-43, 2007.

HOEKSTRA, A.Y. The water footprint: water in the supply chain. The environmentalist, 1 Mar 2010 , issue 93. Source: Water Footprint Network (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.**, v. 15, p. 1577–1600, 2011. doi: 10.5194/hess-15-1577-2011

NEPA. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO**. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Campinas, SP, 2011. Disponível em: < <http://www.unicamp.br/nepa/taco/> >. Acesso em: 12 jan. 2015.

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

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico [recurso eletrônico]. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: < <https://www.feevale.br/cultura/editora-feevale/metodologia-do-trabalho-cientifico--2-edicao>>. Acesso em: 07 jan. 2015.

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

VAN DOOREN, C.; MARINUSSEN, M.; BLONK, H.; AIKING, H.; VELLINGA, P. Exploring dietary guidelines based on ecological and nutritional values: a comparison of six dietary patterns. **Food Policy**, n. 44, p. 36–46, 2014. doi: 10.1016 / j.foodpol.2013.11.002

WBCSD. World Business Council for Sustainable Development. Eco-efficiency: creating more value with less impact. Geneva: WBCSD, 2000. 32 p.

TECNOLOGIA DE GESTÃO SÓCIO AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

MSc. Rodolfo González Ortega

Dr.C João Alcione Sganderla Figueiredo

RESUMEN

Los desafíos globales ante el cambio climático imponen que las acciones locales sean desarrolladas con un enfoque diferente al que se ha desarrollado hasta la actualidad. Albert Einstein decía, si queremos resultados distintos, no hagamos siempre lo mismo. El cuidado, conservación y uso racional de los recursos naturales de una cuenca hidrográfica han de ser desarrollados con una visión integradora, interdisciplinaria y transdisciplinaria y a partir de una gestión participativa, colaborativa, democrática y descentralizada, que aúnen los esfuerzos de los actores y las políticas adoptadas sean reflejos de una visión compartida de los desafíos y sus soluciones. Por lo que el propósito de la investigación es el desarrollo de un modelo de gestión fundamentado en la integración de conceptos como gestión social, gestión ambiental, gestión integrada de cuencas hídricas, entre otros, aportando una nueva visión de la problemática estudiada, así como una vía de solución que incorpore los valores y variables antes expresados. En este trabajo se propone la integración de conceptos como gestión ambiental y gestión social en el nuevo concepto gestión socioambiental para ser aplicado en el proceso de gestión de la cuenca hidrográfica del Rio do Sinos en el estado de Rio Grande del Sur. Esta cuenca tiene como características abarcar un área que implica a 32 municipios y 1,3 millones de habitantes los cuales desarrollan diversas actividades económicas, en ricos y variados ecosistemas fuertemente interconectados, lo que hacen que su gestión sea sumamente compleja y retadora. Para la cual es preciso aplicar nuevos enfoques con una visión integradora y holística.

INTRODUCCIÓN

Los recursos naturales, hoy más que nunca, precisan de un manejo sostenible y sustentable. Recursos como el agua, minerales, alimento, madera, suelo entre otros presentan innumerables desafíos, teniendo ellos diferentes usos tanto como usuarios poseen. Cada uno de los usuarios reclama sus derechos por sobre el de los demás haciendo muy complejas las

interacciones entre ellos. Cada actor social tiene su propia visión de sus necesidades y desafíos así como de los usos de los recursos naturales para mitigar sus problemáticas sociales. Con visiones parciales e incompletas de las complejidades de los problemas ambientales que se interrelacionan a los problemas sociales y amenazan la integridad de la biodiversidad y del ecosistema. Por lo que es prioritario un análisis diferente de la gestión de estos problemas.

La necesidad de realizar un abordaje diferente en la gestión integridad de una cuenca hidrográfica ante los desafíos del cambio climático nos lleva a plantearnos una visión holística del problema y de las soluciones. Estas no deben partir desde el empleo de la administración clásica o desde la administración pública, ni desde la gestión ambiental puramente dicha. Pues los problemas desbordan las fronteras de ellas. Esto se debe fundamentalmente que los problemas ambientales tienen sobre ellos una presión de fuerzas como las antrópicas además de las fuerzas naturales que ocurren cíclicas, periódicas o irregularmente en el tiempo pero que muchas de ellas han variado significativamente a lo largo del último siglo producto de la actividad humana. Estos nuevos desafíos precisan de soluciones con una acometida cooperativa y colaborativa de los actores sociales que intervienen en el área de la cuenca. Estas acciones han de ser con un carácter integrador, con un amplio uso de los avances científico técnicos y sobre todo con un fuerte carácter democrático y participativo, donde todos los involucrados vea reflejados sus intereses propios, pero estos, subordinados a los intereses colectivos. Con la visión de un futuro al cual se ha de llegar a través de un manejo sustentable y sostenible de los recursos que les brinda el socioecosistema de una cuenca a los habitantes de la misma.

Para una mejor comprensión del objeto de estudio se analizará el concepto **gestión** y su evolución a lo largo del tiempo y sus transformaciones de acuerdo a su campo de aplicación.

El termino administración, definido como “Hacer diligencias conducentes al logro de un negocio o de un deseo cualquiera”, por el diccionario online de la Real Academia de la lengua Española (RAE). Este ha sido abordado por múltiples autores desde que Frederick Taylor y Henry Fayol crearan los cimientos de la Administración Científica.

Stoner et al. (1996) en el libro Administración en la página 35 definen administración como: “...consiste en darle forma consiente y constante a la organización”, sin embargo Hitt (2006) plantea la administración como el proceso de estructurar y utilizar conjuntos de recursos orientados hacia el logro de metas, para llevar a cabo las tareas en un entorno organizacional.

A estos conceptos se suma el de Koontz y Weirhrich (2007). La administración es el proceso de diseñar y mantener ambientes en los que individuos, que colaboran en grupos, cumplen eficientemente objetivos seleccionados.

El término administración ha ido evolucionando con el tiempo y se reconoce de con tres variantes o acepciones: Administración (ya abordado), dirección y gestión. Siendo este último el más abarcador y más empleado en la actualidad.

Pérez Campdesuñer (2006) concluye que la gestión “es un proceso dinámico, interactivo, eficiente y eficaz; consistente en planear, organizar, liderar y controlar las acciones en la entidad, desarrollado por un órgano de dirección que cuenta con grupos de personas, recursos y autoridad para el establecimiento, logro y mejora de los propósitos de constitución de la organización, sobre la base del conocimiento de las leyes y principios, de la sociedad, la naturaleza humana y la técnica, así como de información en general.”

Batista (2013) plantea que este concepto no se explicitan los mecanismos funcionales existentes y no toma en cuenta el contexto donde se aplica el proceso de gestión. Dándole a ambos un valor importante y sugiriendo sean incluidos como integrados del sistema general de regularidades del concepto.

Por lo antes expuesto podemos describir la Gestión como: Proceso socio – técnico con un carácter dinámico consistente en planear, organizar, liderar y controlar las acciones de la organización con un manejo eficiente y eficaz de los recursos humanos, financieros, tecnológicos, informacionales y de tiempo que permita el logro de los objetivos, basados en el contexto y mediante la creación de mecanismos funcionales y estructurales.

Si bien esto es así aplicable a las empresas de producción o los servicios y es posible con ello organizar líneas de ensamblaje o el funcionamiento de un hotel, no resulta enteramente aplicable sin las respectivas modificaciones cuando se trata de grupos sociales por lo que para ello ha surgido el término de gestión social;

La cual permite que se pueda incidir en el funcionamiento de las sociedades humanas y mediante formas de colaboración entre los grupos de actores sociales y basados en el empleo del principio de la gestión se realicen acciones en pos de un objetivo común. Siendo abordada por diferentes investigadores a lo largo del tiempo.

Tenório (1998, 2005) define la Gestión Social como contrapuesta a la gestión estratégica empresarial. Considerando que la Gestión social es un proceso participativo en el cual la toma de decisiones es ejercida por medio de los diferentes actores sociales en un ambiente colaborativo y comunicativo. Donde los actores armonizan internamente sus planes de acción individuales, condicionados por un acuerdo común.

Para Rodríguez Cabrera et al. (2008) la gestión social es el proceso de acciones y toma de decisiones que hay que recorrer, desde el abordaje de un problema, su estudio y comprensión, hasta el diseño y operación de propuestas. Este proceso implica un aprendizaje conjunto y continuo para los grupos sociales, que les permite incidir en los procesos de la toma de decisiones y en la solución de los problemas que los afectan, dentro de los cuales pueden incluirse las disímiles situaciones por la que estos atraviesan, así como la construcción de espacios de relación social y vínculos institucional, a través de un conjunto de acciones, focalizadas en la participación de los subgrupos de la sociedad.

Oliveira et al. (2010) establecen la gestión social como: proceso de toma de decisión colectiva, libre de coerción, donde todos tienen igualdad de derecho y libertad de expresar lo que piensan, donde las informaciones deben de estar disponible a todos en un lenguaje inteligible a todos los actores. Resultando una participación efectiva del proceso de toma de decisiones.

Para Monje-Reyes (2011) la gestión social es aquella acción coordinada entre la sociedad y el poder público municipal, instituida por medio de un proceso participativo y democrático, en pro del bienestar social, económico, político y cultural de un territorio dado.

Estos autores terminan las variables de la gestión social y la definen como un proceso participativo, colaborativo y comunicativo con un aprendizaje conjunto y desarrollador con acciones coordinadas mediante la creación de espacios de relacionamiento interinstitucionales donde todos los actores tienen igualdad de derecho en las decisiones.

La gestión social se puede aplicar a todas aquellas esferas de la actividad humana que conlleven a la búsqueda de soluciones a problemas que afecta a los más diversos grupos sociales y los cuales tienen diferencias, profundas o no, en cuanto a cómo encontrar las soluciones o cuales acciones se han de desarrollar. Siendo su papel el de armonizar las diferencias mediante el diálogo, la comunicación y la colaboración de conjunto con los postulados de la administración clásica.

Para el objeto de estudio no basta con la gestión social antes abordada, dado que la complejidad del problema no solo abarca las problemáticas sociales. Si no también las perturbaciones producidas en el medioambiente de un área geográfica delimitada. Estas perturbaciones no solo tiene un origen antrópico, también los hay naturales, pero la actividad humana si no es correctamente gestionada, puede ser un catalizador de cambios significativos que hagan pasar a las variables ambientales a un estado sin retorno teniendo una pérdida de la resiliencia.

Ya a finales del siglo XX se comenzó a manejar un término de la gestión para poder tener un mejor manejo de los ecosistemas y poder de alguna forma evitar catástrofes ambientales o la pérdida de la resiliencia de los ecosistemas a partir de la identificación de las responsabilidades humanas en estos fenómenos. Este término es la Gestión Ambiental.

La Norma ISO 14001:2004 define al sistema de gestión ambiental como parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales. Siendo un grupo de elementos interrelacionados usados para establecer la política y los objetivos y para cumplir estos objetivos incluye la estructura de la organización, la planificación de actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos.

Hermitage (2010) plantea que será entendido como las actividades administrativas, de planeamiento, directrices, control, distribución de recursos naturales y sociales así como los objetivos de promover el uso, la protección y el monitoreo de forma articulada entre las actividades humanas y el sistema ambiental.

Y para Novais (2011) la gestión ambiental es entendida como un proceso continuo de análisis, tomada de decisión, organización y control de las actividades de desarrollo, teniendo como principal objetivo la mitigación de impactos negativos sobre el medio ambiente, o sea la eliminación, reducción o prevención de daños ambientales. Lo cual incluye también a los servicios públicos ofrecidos a la comunidad, la creación de leyes, la creación de normas la penalización de los responsables de los daños causados a la naturaleza.

Si bien inicialmente la gestión ambiental tuvo un enfoque empresarial, se vio la necesidad de realizar uno diferente, pues no era posible realizar un manejo adecuado del medioambiente sin una visión holística y sistémica del fenómeno. Además del papel que debían jugar los gobiernos en ello y no solo las empresas a partir de su responsabilidad. Esto trajo consigo que se identificara el agua como el recurso unificador y la cuenca hídrica como es espacio que delimitaría las fronteras geográficas del mismo y a su vez visto como el objeto integrador del ecosistema. Así se desarrolló el concepto Gestión de Cuencas Hidrográficas.

Son diversas las definiciones de una Cuenca Hidrográfica que podemos encontrar en la literatura, diversos autores la circunscriben al área geográfica, delimitada por el río principal y sus diferentes afluentes, según el curso de las aguas impuesta por la gravedad.

Para otros como González Piedra (2004) una cuenca “Es la superficie terrestre drenada por un sistema fluvial continuo y bien definido cuyas aguas vierten a otro sistema fluvial o a otros objetos de agua, y sus límites están generalmente determinados por la divisoria principal según relieve”

Porto (2008) citando a Gucci (1997) define a la cuenca hidrográfica por su composición a partir de un conjunto de superficies vertientes que forman una red de drenaje compuesta por cursos de agua que confluyen hasta resultar un lecho único en su salida.

Campanharo et al. (2012) Citan a Barrela (2010) y definen como el conjunto de tierras delimitadas por divisiones de aguas de las regiones más altas del relieve, drenadas por un río y sus afluentes, donde las aguas pluviales o los escurrimientos superficiales se escurren formando riachos y ríos o se infiltran en el suelo para formar manantiales, de tal forma que toda el agua sea descargada por una única salida.

Hermitage (2010) establece que está formada con los elementos físicos, socio – económicos, culturales, biológicos, sociales y políticos que se desarrollan interconectados en este espacio físico.

López Alfaro (2014) plantea que tiene como recurso integrador el agua. Dicho espacio puede ser abordado desde el enfoque ecosistémico, el cual alude a la existencia de interrelaciones e interacciones entre los elementos que coexisten en la cuenca.

Por tanto una cuenca hidrográfica está formada por un sistema biótico y abiótico cuyas fronteras geográficas están limitadas a las formaciones geológicas que condicionan el escurrimiento de las aguas precipitadas a la formación de cursos superficiales o subterráneos que dan lugar a ríos y sus afluentes, zonas inundadas, pantanos y lagos, los cuales comparten un mismo curso y tienen una única salida.

Para el caso de Brasil, en la constitución de 1988 en su artículo 21, inciso XIX, estableció: “instituir un sistema nacional de gestión de recursos hídricos y definir los criterios de otorgamiento del derecho de uso”. Porto (2008)

Esto sentó las bases para que se promulgara la ley federal 9.433/97 de Brasil, que establece que una Cuenca Hidrográfica al “fenómeno geomorfológico y geográfico del área de drenaje que forman, condicionando su gestión y planificación, en lo concerniente a la calidad y cantidad de sus aguas” Pereira (2005) y Johnsson (2005)

Dando lugar a la creación de un Consejo Nacional de Recursos Hídricos, que establece la política en materia de gestión de los recursos hídricos de alcance federal. La formación de los Consejos Estaduales de Recursos Hídricos y por último la instauración de los Comité de Cuencas Hidrográficas. Los cuales son los encargados de la planeación y ejecución de las políticas públicas que rigen el funcionamiento y la actividad de una Cuenca.

Pérez García (2004) enfoca que al incidir la gestión de una cuenca se deba intervenir en el medio físico, integrando factores sociales y tecnológicos con los socioeconómicos, con el único fin de apoyar y contribuir al incremento de la calidad o nivel de vida de los habitantes

de la cuenca, tomando como base el saneamiento, la conservación y rehabilitación de los recursos naturales existentes.

Según Pereira (2005) y Johnsson (2005) la gestión de las cuencas hidrográficas incluye la capacidad del gobierno de articular e institucionalizar la política pública y con ella los esfuerzos de múltiples actores que intervienen o deben intervenir, en la gestión de agua; actores estos que buscan conciliar sus intereses y orientar sus acciones en dirección a objetivos socialmente aceptables.

Para Jacobi y Barbi (2007) El fortalecimiento de los espacios deliberativos son pieza fundamental para consolidar una gestión democrática, integrada y compartida de los recursos hídricos. La aplicación de estos espacios de participación ciudadana promueve un avance cualitativo en la representación de los intereses de los actores sociales así como en la equidad y calidad de las demandas públicas en la formación de políticas sociales. Siendo el mayor desafío garantizar que sean efectivamente públicos y democráticos estos espacios.

Y para López Alfaro (2014) La gestión integrada de una cuenca hidrográfica está dirigida a generar espacios de trabajo coordinados tomando en cuenta los diferentes intereses y necesidades de todos los sectores involucrados, sin discriminar variables ambientales y socioeconómicas, donde las diferentes situaciones tienen el mismo nivel de importancia y es necesario ver cómo se comportan los distintos actores presentes en la cuenca y cómo impacta su accionar en la misma.

Se puede apreciar que los términos gestión ambiental y gestión de cuencas hidrográficas se centran a la gestión desarrollada por las empresas y gobiernos locales o nacionales en cuanto al manejo de las acciones que inciden directa o indirectamente en los ecosistemas. Por lo que existen grupos sociales que quedan invisibles y no les queda permitida su participación o colaboración siendo simples actores pasivos. La gestión Socioambiental de una cuenca hidrográfica es un abordaje con una visión holística de la solución a las problemáticas ambientales y sociales que ejercen presión sobre el socioecosistema. Mediante el trabajo colaborativo de los actores sociales, el empleo de los conocimientos tradicionales y científicos, de la innovación constante en la búsqueda de soluciones con énfasis en la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad. Donde el establecimiento de políticas pública, la planeación, la toma de decisiones y el control de las acciones se realicen descentralizada y democráticamente por parte de los actores. Los cuales han de subordinar los intereses propios a los intereses comunes de todos los grupos sociales.

Para el desarrollo de esta investigación se trazan los siguientes objetivos.

OBJETIVOS

GENERAL

Elaborar una tecnología de gestión¹ socioambiental para cuencas hidrográficas.

ESPECÍFICOS

- a) Fundamentar desde el punto de vista teórico – metodológico la gestión socioambiental para cuencas hidrográficas.
- b) Diagnosticar el estado de la gestión de la cuenca hidrográfica del Río do Sinos.
- c) Elaborar un modelo teórico de gestión socioambiental para la reducción de las vulnerabilidades.
- d) Diseñar una metodología para la concreción en la práctica del modelo elaborado.
- e) Proponer la implementación para la validación del modelo y su metodología a al comité de cuenca del Río Do Sinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente pesquisa tiene como finalidad elaborar un modelo de gestión socioambiental para una cuenca hidrográfica y su respectiva metodología de gestión. La cual será propuesta para ser implementada y evaluada su eficacia y eficiencia en la gestión socioambiental de la cuenca del Río do Sinos, en el estado de Rio Grande del Sur.

Se tratará de una investigación con un carácter de Investigación – Acción y con componentes de la Indagación Apreciativa en el desarrollo del modelo de gestión. Para lo cual el trabajo se segmenta en cuatro fases y dieciséis espacios de análisis permeados de una revisión constante de la bibliografía.

RESULTADOS

El desarrollo de un modelo teórico que integre los conceptos

¹ “Una tecnología de gestión tiene el método sistémico como eje central, al cual se le integran de forma armónica un conjunto de métodos, enfoques y herramientas asociadas a la solución de determinados aspectos que el método sistémico por sí solo no da la respuesta necesaria, tales como el enfoque de procesos, la teoría de las restricciones, el análisis estructural, herramientas y mecanismos de la dirección, entre otros”. “...la cual consta de tres fases: modelación y conceptualización; modelación de la gestión; síntesis de la metodología de gestión...” “Es adaptable y contextualizable a sistemas similares en otros escenarios, porque es susceptible a cambios o variaciones según las circunstancias o necesidades, posibilita su adecuación y aplicación, permite adaptaciones, modificaciones y correcciones sobre la base de la práctica y la observación del proceso como resultado de la retroalimentación que se produce en el contexto en que se lleva a cabo la gestión” Batista (2013, p 41 y 42)

DISCUSIÓN

BIBLIOGRAFÍA

BATISTA, M. Tecnología de Gestión para la Ciencia y la Innovación en las Filiales Universitarias Municipales. Holguín: Universidad de Holguín, 2013.

CAMPANHARO, W. A.; HOLLANDA, M. DE; CECÍLIO, R. D. A. Manejo de Bacias Hidrográficas e a Gestão Sustentável dos Recursos Naturais. Manejo de Bacia Hidrográficas e a Gestão Sustentável dos Recursos Naturais, p. 57–66, 2012.

CRAPS, M. et al. 14 Relational Practices to make Social Learning Happen : A Case Study in Water and Nature Management. 1998.

CRAPS, M. et al. Constructing common ground and re-creating differences between professional and indigenous communities in the Andes. Journal of Community and Applied Social Psychology, v. 14, n. 5, p. 378–393, 2004.

GONZÁLEZ PIEDRA, J. I. Manejos de Cuencas en Cuba. Retos y Actualidad. 2004.

HERMITAGE, M. Gestão ambiental : complexidade sistêmica. n. 1618, p. 0–186, 2010.

HITT, M. ET AL. Administración. [s.l: s.n.].

JACOBI, P. R.; BARBI, F. Democracia e participação na gestão dos recursos hídricos no Brasil. Revista Katál, v. 10, n. 2, p. 237–244, 2007.

KOONTZ, H.; WEIRHRICH, H. Elementos de administración. Un enfoque internacional. 7ma. ed. [s.l: s.n.].

LOPEZ ALFARO, N. Papel de la Participación en la Gestión Integral de Cuencas. p. 67–80, 2014.

MONJE-REYES, P. Economía solidaria, cooperativismo y descentralización: la gestión social puesta en práctica. Cadernos EBAPE.BR, v. 9, n. 3, p. 704–723, 2011.

NAKAMURA, M.; WALTER, R. Development of ILMB Plataform Process. International Lake Committee Fundation, p. 76, 2011.

NOVAIS, V. M. D. S. Desafios para uma efetiva gestão ambiental no Brasil. p. 1–14, 2011.

OLIVEIRA, V. A. R. DE; CANÇADO, A. C.; PEREIRA, J. R. Gestão social e esfera pública: aproximações teórico-conceituais. Cadernos EBAPE.BR, v. 8, n. 4, p. 613–626, 2010.

PAHL-WOSTL, C. et al. The importance of social learning and culture for sustainable water management. Ecological Economics, v. 64, n. 3, p. 484–495, jan. 2008.

PEREIRA, D. S. P.; JOHNSON, R. M. F. Descentralização da gestão dos recursos hídricos em bacias nacionais no Brasil. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 2, n. 1, p. 53–72, 2005.

PÉREZ CAMPDESUÑER, R. La gestión de la demanda turística como concepto. v. 4, 2006.

PÉREZ GARCÍA, J. C. Manejo integral de microcuencas en la subcuenca guanajuato, guanajuato. In: *El manejo integral de cuencas en México: Estudios y reflexiones para orientar la política ambiental*. [s.l: s.n.]. p. 267.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008.

RODRÍGUEZ CABRERA, A. et al. La gestión social como vía para mejorar la salud sexual y reproductiva de los adolescentes. *Revista Cubana de Salud Pública*, v. 34, n. 3, p. 1–9, 2008.
STONER, J.; FREEMAN, E.; GUILBERT, D. *Administración*. 6ta. ed. [s.l: s.n.].

TENÓRIO, F. G. Gestão social: uma perspectiva conceitual. *Revista de Administração Pública*, v. 32, n. 5, p. 7–23, 1998.

TENÓRIO, F. G. (Re) Visitando o Conceito de Gestão Social. *Desenvolvimento em questão*, p. 101–124, 2005.

TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO COM BANHADOS FLUTUANTES

Franko Telöken¹

Daiane Trindade da Costa²

Fernando Hamerski³

Gunther Gehlen⁴

Marco Antônio Siqueira Rodrigues⁵

Palavras-chave: Macrófitas aquáticas. *Typha domingensis*. Wetlands. Saneamento.

INTRODUÇÃO

O Saneamento básico precário constitui uma ameaça à saúde humana (OMS, 2009). Associado à pobreza, esta condição afeta mais intensamente a população de baixa renda, vulnerável pela subnutrição. Além dos impactos à saúde humana, a disposição inadequada de esgotos sanitários causa uma série de impactos ao meio ambiente, como a intensificação do processo de eutrofização dos corpos d'água (ESTEVES, 2011).

Os esforços das últimas décadas para implantação de sistemas de esgotamento sanitário e desenvolvimento de tecnologias econômicas e sustentáveis vêm da necessidade de frear a degradação dos corpos d'água e da salubridade ambiental. No Brasil, estima-se que apenas 37% dos esgotos são tratados (BRASIL, 2013). Na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos este índice é de apenas 5% (RIO GRANDE DO SUL, 2014), e em Novo Hamburgo, apenas 4,5% (COMUSA – Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo, 2014 - comunicação pessoal).

As tecnologias baseadas em processos ecológicos de ecossistemas de banhados representam uma solução emergente para o tratamento de efluentes. Constituem importante alternativa para o contexto de países em desenvolvimento que necessitam de sistemas

¹ Mestre em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais (FURG); Doutorando PPG Qualidade Ambiental (Feevale); Biólogo Comusa - Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo; fteloken@comusa.rs.gov.br.

² Bióloga; Mestranda PPG Qualidade Ambiental (Feevale).

³ Mestre em Engenharia de Processos; Químico Industrial Universidade Feevale.

⁴ Doutor em Neurociências (UFRGS); Professor PPG Qualidade Ambiental (Feevale).

⁵ Doutor em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais (UFRGS); Professor PPG Qualidade Ambiental (Feevale).

sustentáveis e de baixo custo para o tratamento de grandes volumes de águas residuárias, removendo poluentes e organismos patogênicos (VYMAZAL, 2011; ZHANG, et al. 2014).

O presente estudo avaliou a eficiência de remoção de sólidos suspensos (SS) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), bem como monitorou as concentrações de oxigênio dissolvido (OD), pH e temperatura do esgoto bruto e efluente de um sistema de tratamento com banhados flutuantes. Para compor o sistema foram utilizados plantios de *Typha domingensis* mantidos artificialmente em flutuação em um tanque de 722,5 m³.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Dentre as diversas variáveis das tecnologias de banhados construídos, uma nova proposta de configuração vem sendo estudada e aplicada mundialmente. Trata-se do sistema de tratamento em que macrófitas aquáticas emergentes são mantidas artificialmente em flutuação na coluna d'água de lagoas ou tanques (TORRES & VICENTE, 2004; QUINTANA, 2011, HEADLEY & TANNER, 2012). Dentre as diversas nomenclaturas sugeridas na literatura, Fonder e Headley (2010) foram os primeiros a propor o termo Tratamento com Banhados Flutuantes (*Floating Treatment Wetland*) como o que melhor explica a técnica.

Nesta variante a zona de raízes permanece em contato direto com o estrato superior da coluna d'água, fornecendo substrato e oxigênio para o desenvolvimento de microrganismos depuradores presentes na rizosfera (HEADLEY & TANNER, 2012). Por outro lado, sólidos suspensos sedimentam para as zonas profundas formando lodo de fundo, onde ocorre o desenvolvimento de uma grande variedade de microrganismos depuradores anaeróbios. Já os sólidos e gases ascendentes entram em contato com a zona de raízes onde são oxidados.

METODOLOGIA

O tanque com a tecnologia banhados flutuantes (profundidade de 2,5 e largura 17 x 17 m) foi implantado junto à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Mundo Novo, pertencente à COMUSA – Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo, RS.

Na ETE o esgoto bruto aflui por gravidade da rede pública até uma estação elevatória onde estão localizados o sistema de gradeamento grosseiro e bombas hidráulicas. Por bombeamento o esgoto é conduzido até um tanque de mistura e distribuição do esgoto. Este possui ainda um sistema de gradeamento para remoção de sólidos grosseiros remanescentes. A partir deste, o esgoto é distribuído no tanque de tratamento por uma das laterais, por oito pontos distantes 2 m entre si. Do lado oposto encontra-se o vertedouro (calha de saída) para o

escoamento do efluente final. Antes do vertedouro (cerca de 0,2 m) existe um defletor de plástico reforçado de fibra de vidro para minimizar o arraste de sólidos com o efluente.

O experimento foi implantado em janeiro/2012, e diferentes condições operacionais já foram testadas. Desde março/2015 a condição de operação implantada é conforme segue: vazão de tratamento de 57 m³/d (± 4), mantida de modo constante (0,7 L/s); tempo de retenção hidráulica (TRH) em torno de 13 dias.

Semanalmente amostras de esgoto bruto e efluente foram coletadas e analisadas quanto aos parâmetros DBO₅, SS, pH, temperatura e OD. Quinzenalmente, as concentrações de OD, pH e temperatura foram mensuradas em quatro pontos do tanque, na superfície (logo abaixo da linha d'água), e nas profundidades 0,3 m, 0,6 m e 1,0 m, por meio de medidor multiparamétrico de processo. Os ensaios de DBO₅ e SS foram realizados no Laboratório Central da COMUSA utilizando-se metodologias conforme APHA/AWWA/WEF (2012).

RESULTADOS

As concentrações de OD no interior do tanque variaram entre 0,0 e 0,8 mg/L (tabela 1). Os valores médios da temperatura da massa líquida mantiveram-se entre 22 e 23°C em todas as profundidades. Os valores de pH variaram entre 7,1 e 8,0.

As médias das concentrações de DBO₅ e SS do esgoto bruto foram, respectivamente, 227 mg/L e 118 mg/L. A média da temperatura foi de 21°C e concentração de OD de 2,5 mg/L. O pH do esgoto bruto variou entre 7,4 e 8,9. As médias das concentrações de DBO₅ e SS do efluente final foram, respectivamente, 120 mg/L e 23 mg/L. A média da temperatura foi de 20°C e concentração de OD de 0,7 mg/L. O pH do efluente final variou entre 7,1 e 7,9.

As médias e desvios-padrões das eficiências de remoção de DBO₅ e SS foram, respectivamente, 43% (± 20) e 80% (± 4). A figura 1 apresenta as variações das concentrações de DBO₅, SS, OD e da temperatura do esgoto bruto e efluente ao longo do monitoramento.

DISCUSSÃO

Foi verificada a influência dos períodos de chuva na concentração de DBO₅ no esgoto bruto (entre 40 e 104 mg/L), influenciando na baixa estimativa do valor médio da eficiência do sistema na remoção de DBO₅. A interferência das chuvas nas concentrações de SS foram menos perceptivas. Os valores relativamente elevados de OD no esgoto bruto são explicados pela localização do ponto de coleta, após o sistema de bombeamento do esgoto.

Com base no observado, principalmente quanto às concentrações de OD na massa líquida do tanque e no efluente final, bem como as concentrações médias de DBO₅ e SS no

efluente, sugere-se que este sistema apresenta o comportamento de um decantador primário com digestão anaeróbica. A concentração média de DBO₅ no efluente final do presente estudo é compatível com efluentes de sistemas de tratamento primário avançado com uso de coagulantes - 60 a 150 mg/L, conforme Von Sperling (2005). Com relação à concentração média de SS no efluente final, os resultados do presente estudo são compatíveis com inúmeros sistemas já estudados: tanque séptico + filtro anaeróbio; lagoas anaeróbias + lagoas facultativas; UASB + filtro anaeróbio; UASB + lagoas de polimento (VON SPERLING, 2005).

Tabela 1 - Médias, desvios-padrões, valores máximo e mínimo das mensurações de oxigênio dissolvido (OD) e temperatura (T) da massa líquida do tanque de tratamento com banhados flutuantes, em diferentes profundidades. Médias, desvios-padrões, valores máximo e mínimo dos parâmetros mensurados no esgoto bruto e efluente: demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), sólidos suspensos (SS), oxigênio dissolvido (OD), temperatura (T)

	Tanque de tratamento				Esgoto bruto				Efluente final							
	OD (mg/L)				T (°C)				DBO ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	OD (mg/L)	T (°C)	DBO ₅ (mg/L)	SS (mg/L)	OD (mg/L)	T (°C)
Profundidade (m)	0	0,3	0,6	1	0	0,3	0,6	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	0,3	0,2	0,1	0,1	22	23	23	23	227	118	2,5	21	120	23	0,7	20
Desvio padrão	0,2	0,1	0,1	0,1	3	3	4	3	86	19	1,4	3	22	6	0,2	3
Valor Máximo	0,8	0,6	0,6	0,5	27	27	32	27	344	154	6,7	26	173	35	1,0	25
Valor Mínimo	0,1	0,1	0,0	0,0	17	17	17	18	44	91	0,2	17	84	17	0,2	17

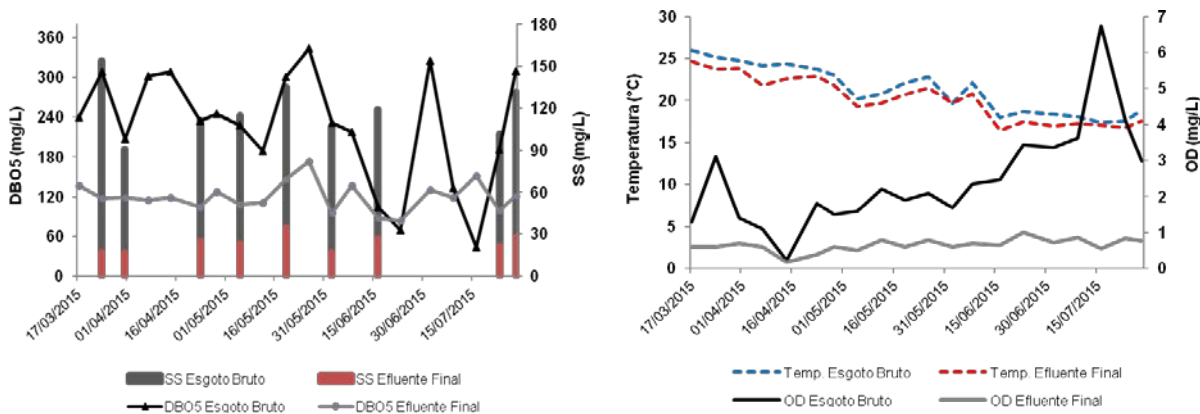


Figura 1. Variação da concentração de sólidos suspensos (SS) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), e variação da temperatura e concentração de OD do esgoto bruto e efluente final

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema monitorado apresenta características comportamentais de decantador primário com digestão anaeróbia, com eficiências de remoção de SS e DBO₅ compatíveis com sistemas de tratamento primário, constituindo importante alternativa para aplicação em ETEs combinadas com demais unidades de tratamento.

REFERÊNCIAS

- American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22^o. ed.: 2012.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2011**. Brasília-DF:2013.
- ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
- FONDER, N.; HEADLEY, T. *Systematic classification, nomenclature and re- porting for constructed treatment wetlands*. In J. Vymazal (Ed.), *Water and nutrientmanagement in natural and constructed wetlands*. Dor- drecht, the Netherlands, Springer, pp 191-219, 2010.
- HEADLEY, T.R.; TANNER, C.C. *Constructed Wetlands With Floating Emergent Macrophytes: An Innovative Stormwater Treatment Technology. Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. London: v. 42, n. 21, pp 2261-2310, 2012.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (WHO – World Health Organization). *Global Health Risks: mortality and burden of disease attributable to select major risks*. Geneva, 2009.
- QUINTANA, Diego Rey. *Fundamentos estructurales de un filtro de macrofitas en flotación – FMF: Un nuevo ecosistema que nos ayuda a regenerar aguas contaminadas*. *Revista Montes, España*, n. 105, pp 21-26, 2011.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente. Conselho Estadual de Meio Ambiente. Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos**. 2014. Disponível em: <<http://www.comitesinos.com.br/planos-estudos-tecnicos-e-legislacao/1o-plano-de-bacia/>>.
- TORRES, J.; VICENTE, J. *Depuración y regeneración de las aguas mediante el filtro de macrofitas flotantes*. *Medio ambiente, Retema*, v. 17, n. 99, pp 38-43, 2004.
- VYMAZAL, J. *Constructed wetlands for wastewater treatment: five decades of experience*. *Environ. Sci. Technol.* v. 45, n 1, pp 61-69, 2011.
- VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos - Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, v. 1, 2005.
- ZHANG, D. Q., JINADASA, K. B. S. N., GERSBERG, R. M., LIU, Y., JERN NG, W., TANA, S.K. *Application of constructed wetlands for wastewater treatment in developing countries - A review of recent developments (2000-2013)*. *Journal of Environmental Management*, Elsevier, v. 141, pp 116-131, 2014.

**USO DE *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt var. *purpúrea*
PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR ATMOSFÉRICO
DE ÁREAS URBANAS**

Gustavo Marques da Costa¹

Camila Tamires Petry²

Marcos Takeshi Miyabe³

Annette Droste⁴

Palavras-chaves: Poluição atmosférica. Risco genotóxico. Diagnóstico ambiental.

INTRODUÇÃO

Tradescantia pallida (Rose) D.R. Hunt. var. *purpurea* Boom, espécie pertencente às Commelinaceae, apresenta folhas lanceoladas e suculentas e sua inflorescência é protegida por duas brácteas. A espécie possui aproximadamente 25 cm de altura, floresce durante o ano inteiro e é utilizada para avaliar a qualidade do ar atmosférico, da água e do solo.

Plantas de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* têm sido utilizadas em diversos estudos de monitoramento da genotoxicidade do ar atmosférico desenvolvidos no Brasil, com o uso do bioensaio Trad-MCN (SAVÓIA et al., 2009; COSTA e DROSTE 2012; PEREIRA et al., 2013; BLUME et al., 2014; CRISPIM et al., 2012; PEREIRA et al., 2014). Além disso, características anatômicas também podem ser utilizadas para o entendimento das condições ambientais. No entanto, poucos estudos de anatomia de *Tradescantia* foram desenvolvidos até o presente. Alves et al. (2001) verificaram o padrão estrutural da folha do clone 4430 identificando parâmetros anatômicos que podem ser utilizados como indicadores do efeito da poluição atmosférica. Crispim et al. (2014) realizaram análises estomáticas em *T. pallida* exposta em áreas com intenso fluxo veicular no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

¹Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, Doutorando em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale e Bolsista - CAPES/FAPERGS (e-mail: markesdakosta@hotmail.com).

²Graduanda em Ciências Biológicas na Universidade Feevale.

³Graduando em Ciências Biológicas na Universidade Feevale e Bolsista de Iniciação Científica Feevale.

⁴Doutora 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.

Também a determinação de elementos traços em amostras do ambiente ou a partir de organismos vivos pode ser utilizada em diagnósticos ambientais, pois estas metodologias fornecem informações significativas sobre o nível de poluição de uma região (SUMITA et al., 2003) e esses elementos não são rotineiramente medidos por órgãos ambientais.

O objetivo deste estudo foi utilizar *Tradescantia pallida* var. *purpurea* para avaliação da qualidade do ar atmosférico de áreas urbanas da região metropolitana de Porto Alegre por meio da análise de parâmetros genético e anatômico e do potencial bioacumulador.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ar atmosférico nas regiões com aglomeração urbana é geralmente contaminado por compostos complexos de poluentes, o que pode causar danos aos organismos (COSTA & DROSTE, 2012). O biomonitoramento é um instrumento de avaliação ambiental sistematizado das respostas dos bioindicadores dentro de uma escala espacial - temporal (LIMA, 2000). Esta técnica pode ser passiva - com a utilização de organismos naturalmente existentes na área avaliada -, ou ativa, quando os bioindicadores são introduzidos no ambiente a ser estudado (BUSS et al., 2003) e pode fornecer informações integradas sobre o impacto da qualidade do ar atmosférico no ambiente (CRISPIM et al., 2014).

Em plantas bioindicadoras, a região foliar é a mais suscetível às alterações ambientais, e, dentre as características morfoanatômicas que revelam diferenças, destaca-se a densidade estomática (ALVES, TRESMONDI & LONGUI, 2008; KARDEL et al., 2010; CRISPIM et al., 2014). Para a realização do biomonitoramento passivo da poluição atmosférica considerando elementos traços, plantas de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* têm sido pouco utilizadas (SUMITA et al., 2004; SANTOS et al., 2015).

METODOLOGIA

Os pontos amostrais do presente estudo estão localizados nos municípios de Canoas, Esteio e São Leopoldo, próximos ao eixo da rodovia federal BR-116, no leste do Estado do Rio Grande do Sul, na região metropolitana de Porto Alegre (RMPA). A 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 km², correspondendo a aproximadamente 3,7% do território do estado (IBGE, 2015) e é responsável por 40% das emissões veiculares do Estado (FEPAM, 2014).

PARÂMETRO GENÉTICO

BIOMONITORAMENTO ATIVO E PASSIVO DO POTENCIAL GENOTÓXICO DO AR ATMOSFÉRICO

Para o biomonitoramento ativo em cada ponto amostral e exposição, 20 ramos com inflorescências jovens com 10 a 15 cm de comprimento foram coletados, um de cada vaso cultivado, e parcialmente submersos em recipientes com 2L de água destilada em caixa térmica lacrada e levados para sala climatizada do laboratório, sob luz natural e temperatura constante de $26\pm 1^{\circ}\text{C}$, para adaptação (CASSANEGO et al., 2014). O período de adaptação foi de 24 horas. Posteriormente, a água destilada dos recipientes foi renovada e os ramos foram expostos por 8 horas nos pontos amostrais (9 h às 17 h). Após o período de exposição, novamente houve troca da água destilada dos recipientes contendo os ramos, e estes foram mantidos em recuperação durante 24 horas em sala climatizada. Simultaneamente, para o grupo controle, 20 ramos com inflorescências foram submetidos à mesma metodologia, somente com a diferença de que a exposição ao ar se deu em sala fechada.

Simultaneamente ao biomonitoramento ativo, foi realizado o biomonitoramento passivo. Para tanto, 20 ramos com inflorescências jovens foram coletados de plantas já existentes em um canteiro localizado em cada ponto amostral selecionado para o biomonitoramento ativo. As amostragens ocorreram com periodicidade trimestral, de maio de 2012 a fevereiro de 2014.

Para a observação de micronúcleos (MCN), foram utilizados 10 botões florais, um botão de cada planta, para a confecção de cada lâmina microscópica (COSTA & DROSTE, 2012). Para cada ponto amostral, foram observadas 300 tétrades por lâmina, em um total de 10 lâminas, sob microscopia óptica (Olympus, CX31), em aumento de 400 vezes, sendo registrado o número de MCN encontrados. As frequências de MCN foram calculadas e expressas em termos de MCN/100 tétrades (MA et al., 1994; THEWES et al., 2011). Os dados de MCN foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. A análise de variância (ANOVA) foi realizada e as diferenças entre médias foram analisadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

PARÂMETROS ANATÔMICOS E QUÍMICOS

Foram coletadas seis folhas por município para determinação da densidade estomática e análise qualitativa, com confecção de lâminas semipermanentes e permanentes, respectivamente. Para a análise do potencial bioacumulador, foram coletadas 20 folhas e 20

botões florais em cada ambiente, no ano de 2013. Os metais analisados em triplicatas foram níquel (Ni), cobre (Cu), cádmio (Cd) e chumbo (Pb). Os dados de densidade estomática foram submetidos à ANOVA seguida do teste de Tukey ($p=0,05$). A densidade estomática foi expressa pela média de estômatos mm^{-2} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do período de dois anos de monitoramento do potencial genotóxico do ar atmosférico, os botões florais de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* expostos nos municípios de Canoas, Esteio e São Leopoldo apresentaram frequências de MCN, no biomonitoramento ativo, significativamente superiores às frequências do biomonitoramento passivo e do grupo controle (Canoas: $F=83,945$; $p<0,001$; Esteio: $F=146,077$; $p<0,001$; São Leopoldo: $F=74,971$; $p=<0,001$). As frequências do controle variaram de 1,16 a 1,70, permanecendo abaixo do limite considerado como resultado de mutações espontâneas em plantas de *Tradescantia* cultivadas em ambientes desprovidos de poluição (PEREIRA et al., 2013). Estudos realizados com *Tradescantia* têm demonstrado que o bioensaio Trad-MCN é eficiente para a avaliação do potencial genotóxico do ar atmosférico, mesmo em períodos curtos de exposição, como o utilizado nesse estudo (MONARCA et al., 1999; MISIK et al., 2011). No biomonitoramento passivo, o fato de as plantas não terem apresentado frequências de MCN expressivas pode estar relacionado à sua adaptação ao ambiente.

As densidades estomáticas não diferiram estatisticamente entre os municípios de Canoas (9,7 estômatos mm^{-2}), Esteio (7,5 estômatos mm^{-2}) e São Leopoldo (7,5 estômatos mm^{-2}) ($F=0,0906$ $p=0,120$). A densidade estomática observada pode estar relacionada com a eficiência da troca de gases em ambientes poluídos (CRISPIM et al., 2014) indicando uma similaridade do ar atmosférico entre os ambientes amostrados. Qualitativamente, foi observado que as folhas são hipoestomáticas, formadas por complexos estomáticos tetracíclicos corroborando com dados observados em *T. pallida* por CHIMPAN & SIPOS, 2009.

A ordem dos elementos traços, em função de sua concentração, foi $\text{Ni}>\text{Pb}>\text{Cu}>\text{Cd}$ nas folhas e $\text{Cu}>\text{Ni}>\text{Pb}>\text{Cd}$ nos botões florais, sendo que nas folhas, foram superiores em relação aos limites propostos por Markert et al. (1992). Esses elementos são oriundos da circulação veicular e de indústrias. Elevadas concentrações de níquel em plantas podem ser atribuídas a emissões da frota veicular que utilizam níquel na gasolina e pela abrasão e corrosão de partes dos veículos e o chumbo é oriundo da saída de escape dos veículos e da queima de

combustíveis fósseis. A presença de elementos traços em áreas urbanas está relacionada com a densidade do tráfego veicular (GUÉGUEN et al. 2012; SONG & GAO, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O potencial bioacumulador de elementos traços e a análise de parâmetros morfoanatômicos em *Tradescantia pallida* var. *purpurea* podem ser incluídos em programas de monitoramento ambiental e sugerem a realização do monitoramento contínuo da qualidade do ar atmosférico em regiões metropolitanas. O bioensaio Trad-MCN em *T. pallida* var. *purpurea* fornece informações sobre as áreas de risco genotóxico e também permite um registro dos efeitos das misturas complexas de poluentes sobre os organismos vivos.

Os dados do monitoramento poderão auxiliar a gestão pública, fornecendo bases e metodologias confiáveis para o controle ambiental, servindo de suporte para a adoção de políticas ambientais mais restritivas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E. S.; TRESMONDI, F.; LONGUI, E. L. Análise estrutural de folhas de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) coletadas em ambientes rural e urbano, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasília**, v.22, n.1, p.241-248, 2008.
- BLUME, K. K. et. Genotoxicidade do ar em área urbana na região metropolitana de Porto Alegre, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.12, n.3, p.158-163, 2014.
- CAMPANHA, M.B. et al. Variabilidade espacial e temporal de parâmetros físico-químicos nos rios Turvo, Preto e Grande no Estado de qualidade da água de rios. **Química. Nova**, v. 33, p. 465-473, 2010.
- CASSANEGO, M. B. B. et al. The *Tradescantia pallida* var. *purpurea* active bioassay for water monitoring: evaluating and comparing methodological conditions. **Revista Ambiente & Água**, v.9, n.3, p.424-433, 2014.
- CASSANEGO, M. B. B. et al. Biomonitoring the genotoxic potential of the air on *Tradescantia pallida* var. *purpurea* under climatic conditions in the Sinos River Basin, Rio Grande do Sul, Brazil, *Brazilian Journal of Biology*, no prelo, 2016.
- CHIMPAN, C. & SIPOS, M. Anatomy of the vegetative organs of *Tradescantia pallida purpurea*. **Biharean Biologist**, v. 3, n. 1, p. 1-4, 2009.

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.

COSTA et al. Monitoramento químico e do potencial genotóxico para o diagnóstico da qualidade de corpos hídricos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n.32, p. 1-10, 2014.

CRISPIM, B. A. et al. Biomonitoring the genotoxic effects of pollutants on *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. Hunt in Dourados, Brazil. **Environmental Science & Pollution Research**, v.19, p.718-723, 2012.

CRISPIM et al. Effects of atmospheric pollutants on somatic and germ cells of *Tradescantia pallida* (Rose) D.R. HUNT cv. *purpurea*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, p. 1899-1906, 2014.

GUÉGUEN, F. et al. Atmospheric pollution in an urban environment by tree bark biomonitoring-part I: trace element analysis. **Chemosphere**, v. 86, p. 1013–1019, 2012.

KARDEL F. et al. Assessing urban habitat quality based on specific leaf area and stomatal characteristics of *Plantago lanceolata* L. **Environmental Pollution**, v. 158, p. 788-794, 2010.

MA, T. H. et al. *Tradescantia* micronucleus bioassay. **Mutation Research**, v.310, p.221-230, 1994.

MARKERT, B. Establishing of “reference plant” for inorganic characterization of different plant species by chemical fingerprint. **Water, Air & Soil Pollution**, v. 64, p. 533-538, 1992.

MIELLI, AC. et al. Evaluation of the genotoxicity of treated urban sludge in the *Tradescantia* micronucleus assay. **Mutation Research**, v. 1. 672, p. 51-54, 2009.

MISIK, M. et al. Micronucleus assays with *Tradescantia* pollen tetrads: an update. **Mutagenesis**, v.26, n.1, p.215-221, 2011.

MONARCA, S. et al. Monitoring of mutagens in urban air sample. **Mutation Research**, v.426, p.189-192, 1999.

OLIVEIRA, J.P.W. et al. Genotoxicity and physical chemistry analysis of Waters from Sinos River (RS) using *Allium cepa* and *Eichhornia crassipes* as bioindicators. **Biochem. Biotech.** v. 1, p. 15-22, 2012.

PEREIRA, B. B. et al. *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.

PEREIRA, B. B. et al. Biomonitoring air quality during and after a public transportation strike in the center of Uberlândia, Minas Gerais, Brazil by *Tradescantia* micronucleus bioassay. **Environmental Science and Pollution Research International**, v.21, p. 3680-3685, 2014.

SANTOS, A.M.P. et al. Traffic-related air pollution biomonitoring with *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. cv. *purpurea* Boom in Brazil. **Environmental Monitoring Assessment**, v.187, n.39, p. 1-10, 2015.

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.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas, **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.17, n.2, p. 9-18, 2012.

SUMITA et al. *Tradescantia pallida* cv. *purpurea* Boom in the Characterization of Air Pollution by Accumulation of Trace Elements. **Air & Waste Manage. Assoc.**, v.53, p. 574-579, 2003.

SUMITA, N. M. et al. Analysis of *Tradescantia pallida* plant exposed in different sites for biomonitoring purposes. **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 259, n.1, p. 109-112, 2004.

THEWES, M. R.; ENDRES JÚNIOR, 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, n.4, p.689-693, 2011.

TUNDISI, J.G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v. 22, p.7-16, 2003.

VALORIZATION OF CHARs PRODUCED FROM RICE WASTES IN THE REMOVAL OF Cr (III) FROM LIQUID MEDIUM

Delfina Godinho¹

Maria Bernardo²

Nuno Lapa³

Isabel Fonseca⁴

Filomena Pinto⁵

Keywords: Char. Co-pyrolysis. Cr (III). Gasification. Rice wastes.

INTRODUCTION

Chromium (Cr) has both beneficial and detrimental properties. It occurs in aquatic environments mainly in III and VI oxidation states; this chemical species present different levels of toxicity (DUBEY; GOPAL, 2007). It can be found in several industrial wastewaters, such as those from metal finishing, leather tanning, wood preserving and textile (AOYAMA *et al.*, 2000). Also, Cr is one of the twenty European Union critical raw materials (DG. Enterprise and Industry, 2014). Therefore, its recovery from industrial wastewaters is an important topic of research.

Rice wastes have interesting calorific values to be used in energy production processes (DELIVAND; BARZ; GHEEWALA, 2011). They can be blended with each other and submitted to gasification and pyrolysis to produce syngas and oils, respectively (COSTA *et al.*, 2014). In these thermochemical processes it is also generated a solid fraction – char – that can be used as adsorbent of pollutants present in liquid medium (BERNARDO *et al.*, 2013).

In the present work, the char produced in the gasification of rice husk (RH) and in the co-pyrolysis of a blend of RH and polyethylene (PE) was studied in order to assess its properties to remove Cr (III) from liquid medium.

¹ MSc student in Bioenergy by Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), Universidade Nova de Lisboa (UNL), Portugal. E-mail: dmb.godinho@campus.fct.unl.pt.

² PhD in Energy and Bionergy by FCT-UNL, Researcher in LAQV-REQUIMTE, Departamento de Química, FCT-UNL, Portugal.

³ PhD in Environ. Engineering by FCT-UNL Assistant Professor in FCT-UNL, Researcher in LAQV-REQUIMTE, Departamento de Ciências e Tecnologia da Biomassa, Portugal.

⁴ PhD in Chemical Engineering by FCT-UNL, Associate Professor in FCT-UNL, Researcher in LAQV-REQUIMTE, Departamento de Química, Portugal.

⁵ LNEG.

THEORETICAL DISCUSSION

Presently, the removal of heavy metals from liquid medium by adsorption processes is performed mainly with activated carbon, but its use is very expensive due to the production cost. In the past few years, the researchers had studied the use of low cost adsorbents, for example chars, in the removal of heavy metals from aqueous solutions to replace the activated carbon (MOHAN; PITTMAN, 2006; CHEN *et al.*, 2011; KIM *et al.*, 2013).

Char is a carbonaceous solid material that retains the mineral matter initially present in the feedstock. Chars may have several characteristics that make them effective as heavy metals sorbents, namely, the presence of an aromatic carbon matrix with relatively porous structures, the presence of functional groups or inorganic forms (exchangeable cations, mineral oxides, etc.) in the adsorbent surface provide active sites capable to interact with polar and charged chemical species, such as metallic cations (BERNARDO *et al.*, 2013).

METHODOLOGY

GASIFICATION AND CO-PYROLYSIS ASSAYS

The gasification (G) assay was performed in a bench-scale gasifier under the following experimental conditions: Feedstock = 100% (w/w) RH; Fuel flow = 5 g daf.min⁻¹ (daf: dry ash-free); T = 850 °C; Equivalence ratio = 0.2 (air); Vapor flow = 5 g.min⁻¹; Fluidizing agent: fine sand. The co-pyrolysis (P) assay was performed under a nitrogen atmosphere, in a pyrolysis reactor with 1 L volume with the following experimental conditions: Feedstock = 20% (w/w) RH and 80% (w/w) PE; T = 390 °C; P = 6 bar; t = 35 min

CHARACTERIZATION OF CHARS

The chars were coded as follows: GC – gasification char; PC – co-pyrolysis char. The mixed bed-material of the gasification assay (bed-char+sand) was collected at the bottom of the gasifier. The bed material was sieved in order to separate the bed char from the sand. The solid fraction of the co-pyrolysis assay was separated from the liquid fraction through settling and extraction in a Soxhlet system by using hexane (50 mL per 3 g char during 3 hours). The chars were characterized for the following assays: (1) Mineral content – Microwave-assisted acidic digestion (3 mL H₂O₂ 30% v/v + 8 mL HNO₃ 65% v/v + 2 mL HF 40% v/v) (EN 15290) and quantification of metals and metalloids by atomic absorption spectrometry (AAS); (2) Textural analysis – surface area, pore volume and pore size distribution were determined

through the adsorption isotherms of N₂ at -196 °C with previous degasification of samples under vacuum conditions at 150 °C.

ASSAYS OF CR (III) REMOVAL

The effect of the char concentration and initial pH on the Cr (III) removal was tested in batch assays according to the following conditions: L/S ratios = 50-1000 mL solution.g⁻¹ char; Initial pH = 3-5; Initial concentration of Cr (III) = 50 mg.L⁻¹; Stirring speed and adsorption time: 150 rpm during 24 h in a roller-table; T = 25±1 °C. The pH was adjusted by using either 0.01 - 1 M HNO₃ and 0.01 - 1 M NaOH. The aqueous solutions were filtered under low vacuum pressure through 0.45 µm nitrocellulose membranes (GVS Filter Technology). The pH (epoxy combined electrode, Orion) and concentration of chromium (AAS, Thermo Elementar Solaar, M series) in the filtrates were measured.

The kinetic assays were performed as follows: Cr (III) initial concentration=50 mg.L⁻¹; Initial pH = 5; L/S ratio of 1000 mL solution.g⁻¹ GC and 700 mL solution.g⁻¹ PC; Time of adsorption tests = 0.5-120 h.

RESULTS AND DISCUSSION

GC sample, produced with oxygen, presents higher apparent surface area and total pore volume ($S_{\text{BET}} = 62.9 \text{ m}^2.\text{g}^{-1}$, $V_{\text{total}} = 0.04 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$) than PC sample ($S_{\text{BET}} = 5.1 \text{ m}^2.\text{g}^{-1}$, $V_{\text{total}} = 0.0095 \text{ cm}^3.\text{g}^{-1}$). GC is mainly composed by slit-shaped micro- and mesopores and PC sample by meso and macropores (Fig. 1).

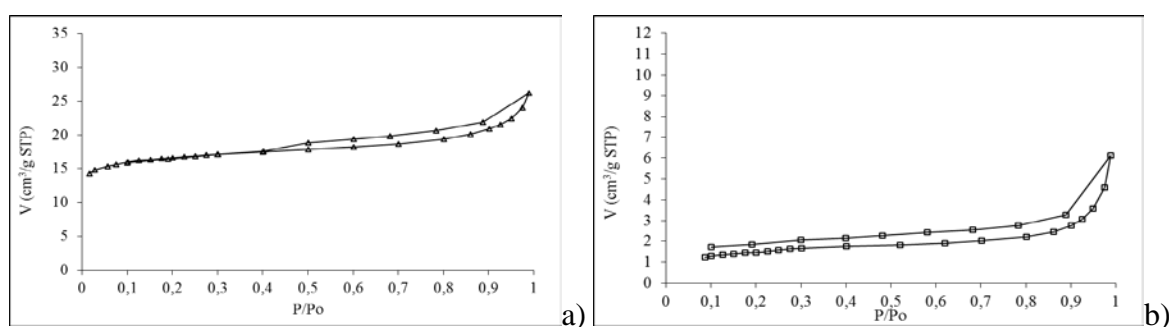


Figura 1 - N₂ adsorption-desorption isotherms of the GC (a) and PC (b)

The mineral analysis indicated that Si was predominant in both chars (Fig. 2a). PC had the highest concentrations of Si and Ti. GC also presented K as a major element. In the case of minor elements (Fig. 2b), Al was predominant in PC and Na for GC.

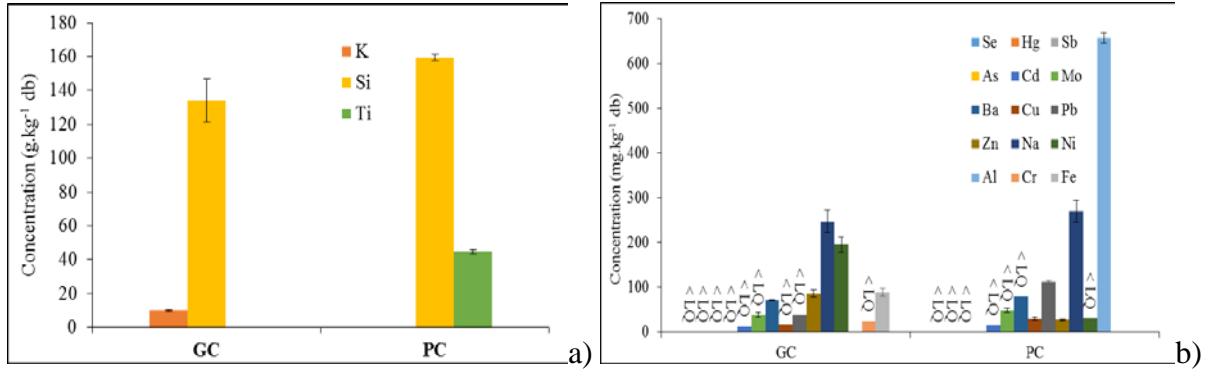


Figura 2 - Mineral content of the chars GC and PC (major (a) and minor (b) elements)

In the removal assays (Fig. 3), it was noticed an increase the pH solution with the increase of GC mass; pH values higher than 5.5 were achieved in L/S ratios <800 mL.g⁻¹, which caused Cr precipitation. For L/S ratios between 800-1000 mL.g⁻¹ (Fig. 3a) the uptake was between 12-26 mg Cr (III).g⁻¹ char. In the case of PC (Fig. 3b), much lower removal percentages (<30%) and uptake capacities (0.72-2.56 mg Cr (III).g⁻¹ char) were obtained.

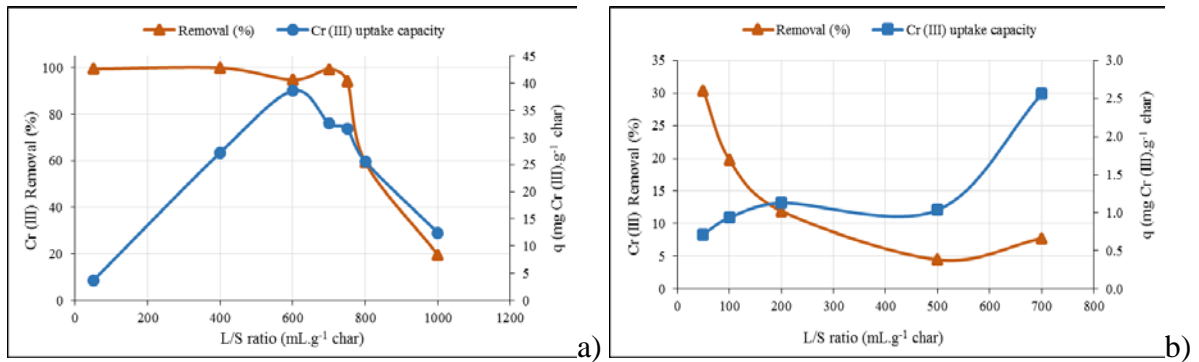


Figura 3 - Removal of Cr (III) by GC (a) and PC (b).

In the kinetic study, the removal of Cr (III) by the GC increased rapidly for the first 6 h of contact time (Fig. 4a). After this period, the removal increased at a slower rate. In the equilibrium, GC presented an uptake capacity $q_t \approx 21.84$ mg Cr (III). g⁻¹ char. This kinetic behavior was well adjusted to a pseudo-second order kinetic model.

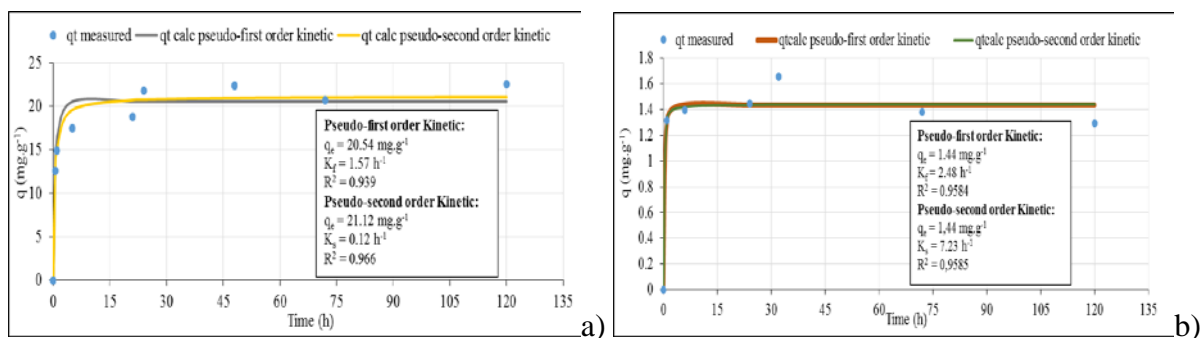


Figura 4 - Kinetic modeling of Cr (III) removal by GC (a) and PC (b)

PC presented a very low uptake capacity in the equilibrium ($q_t \approx 1.42 \text{ mg Cr (III)}\cdot\text{g}^{-1}$ char), with a kinetic also adjusted to a pseudo-second order kinetic model (Fig. 4b).

FINAL REMARKS

Both GC and PC were composed mainly by Si. GC sample presented better textural properties than PC which was reflected in Cr removal assays; GC presented a better Cr removal than PC. Moreover, due to its alkaline nature, GC sample was able to remove Cr by precipitation besides its adsorption capacity. In the kinetic assays, the pseudo-second order kinetic model adjusted better to the data obtained for both chars.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was financed by FEDER through the Operational Program for Competitive Factors of COMPETE and by National Funds through FCT – Foundation for Science and Technology by supporting the project PTDC/AAG - REC/3477/2012 - RICEVALOR - Energetic valorization of wastes obtained during rice production in Portugal, FCOMP-01-0124-FEDER-027827, a project sponsored by FCT/MTCES, QREN, COMPETE and FEDER.

REFERENCES

AOYAMA, M. *et al.* Adsorption of trivalent chromium from dilute solution by conifer leaves. *Wood Science and Technology*, v. 34, n. 1, p. 55–63, 9 mar. 2000. URL: <<http://link.springer.com/10.1007/s002260050008>>.

BERNARDO, M. *et al.* Removal of lead (Pb²⁺) from aqueous medium by using chars from co-pyrolysis. *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 409, p. 158–165, 2013. URL: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcis.2013.07.050>>.

CHEN, X. *et al.* Adsorption of copper and zinc by biochars produced from pyrolysis of hardwood and corn straw in aqueous solution. *Bioresource Technology*, v. 102, n. 19, p. 8877–8884, out. 2011. URL: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21764299>>.

COSTA, P. *et al.* Study of the Experimental Conditions of the Co-pyrolysis of Rice Husk and Plastic Wastes. v. 39, p. 1639–1644, 2014. URL: <<http://dx.doi.org/10.3303/CET1439274>>

DELIVAND, M. K.; BARZ, M.; GHEEWALA, S. H. Logistics cost analysis of rice straw for biomass power generation in Thailand. *Energy*, v. 36, n. 3, p. 1435–1441, 2011. URL: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2011.01.026>>.

DUBEY, S. P.; GOPAL, K. Adsorption of chromium(VI) on low cost adsorbents derived from agricultural waste material: a comparative study. *Journal of hazardous materials*, v. 145, n. 3, p. 465–70, 16 jul. 2007. URL: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17175098>>.

DG Enterprise and Industry. *Report on critical raw materials for the EU*, 2014. URL: <http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/critical/index_en.htm>

KIM, W. K. *et al.* Characterization of cadmium removal from aqueous solution by biochar produced from a giant Miscanthus at different pyrolytic temperatures. *Bioresource Technology*, v. 138, p. 266–270, jun. 2013. URL: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23619139>>.

MOHAN, D.; PITTMAN, C. U. Activated carbons and low cost adsorbents for remediation of tri- and hexavalent chromium from water. *Journal of hazardous materials*, v. 137, n. 2, p. 762–811, 21 set. 2006. URL: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16904258>>.