

## SUMÁRIO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA COMUSA, NOVO HAMBURGO/RS.

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE SOLUÇÃO NÍQUEL COM A LACTUCA SATIVA

ESTUDO DOS EFEITOS GENOTÓXICOS EM TRABALHADORES EXPOSTOS AO CROMO HEXAVALENTE

FENOLOGIA DE *Cyathea phalerata* Mart. (CYATHEACEAE) EM FLORESTA ATLÂNTICA SUBTROPICAL

GENOTOXICIDADE DO AR NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

GRADIENTE ESPACIAL MEDIANDO O CONFLITO SEXUAL EM DUAS ESPÉCIES DE ARANHAS COM PRESENTES NUPCIAIS (ARANEAE; TRECHALEIDAE)

# AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA COMUSA, NOVO HAMBURGO/RS.

João Ricardo Leturiondo Pureza<sup>1</sup>

Cristina Müller<sup>2</sup>

Simone Ulrich Picoli<sup>3</sup>

Günther Gehlen<sup>4</sup>

**Palavras-chave:** Tratamento de água. Qualidade Microbiológica. Microorganismos patogênicos.

## INTRODUÇÃO

As grandes e médias cidades estão, via de regra, localizadas perto de mananciais poluídos, sendo classificados na faixa máxima de poluição que é a classe IV (COMITESINOS 2001). Para que possa haver abastecimento de água potável nestas regiões é necessário captar esta água imprópria e transportar para as estações de tratamento de água (ETA). Nestas estações a água passa por diversos processos em que a mesma é clarificada e desinfetada. Como consequência da remoção das impurezas encontradas nas águas dos mananciais há o resíduo lodo em que o mesmo é encontrado no fundo dos decantadores destas estações. Devido à grande demanda de água destas cidades por água, o volume de resíduo gerado é também proporcional à produção de água existente em cada ETA. Nas cidades mencionadas de médio e grande porte este volume é bem considerável, como por exemplo, 6.000 m<sup>3</sup>/mês são gerados na ETA-NH. Neste contexto, hoje existem diversos estudos para o desenvolvimento de novos materiais com a utilização deste resíduo de ETAs como a confecção de materiais cerâmicos. Porém devido a sua origem, estes lodos podem estar contaminados por microrganismos patogênicos como *Escherichia coli* e outros coliformes,

---

<sup>1</sup> Mestrando em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais na Universidade Feevale, bolsista convenio COMUSA.

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Pós Graduação Microbiologia Clínica e Mestranda em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale, bolsista CAPES.

<sup>3</sup> Doutora em Ciências em Gastroenterologia e Hepatologia, Docente do Curso de Biomedicina e do Pós graduação em Microbiologia clínica da Universidade Feevale.

<sup>4</sup> Doutor em Ciências Biológicas (Neurociências), Docente do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

além de *Enterococcus* sp. e *Pseudomonas aeruginosa*, constituindo-se em um importante veículo de transmissão de doenças. Assim, neste contexto, o objetivo deste trabalho foi pesquisar bactérias com potencial patogênico em uma amostra de água bruta que ingressa ETA da COMUSA e em uma amostra de água que é distribuída para consumo após tratamento nesta mesma Estação. Gerando dados de referência para a adaptação das técnicas de análise, para avaliação dos mesmos organismos, no lodo, futuramente.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Não basta que as populações apenas disponham de água, é necessário também que essa água se caracterize por um mínimo de qualidade. No Brasil, de acordo com a Portaria n. 518, de 2004, do Ministério da Saúde / ANVISA, a água é considerada potável, sob o ponto de vista microbiológico, quando está de acordo com a seguinte conformidade: ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 ml de amostra de água para consumo (Siqueira, et al, 2010), considerando-se assim inofensiva para a saúde do homem. Mas, outras medidas de controle devem ser adotadas além da análise de coliformes, pois na água pode haver a presença de outros microrganismos patogênicos, como por exemplo, os protozoários *Giardia lamblia* e *Cryptosporidium parvum*, que sobrevivem por mais tempo no ambiente, além de serem resistentes aos diversos agentes de desinfecção utilizados, inclusive o cloro (RICHTER, 2009).

Dentre os patógenos mais importantes em infecções humanas, estão as bactérias pertencentes à família Enterobacteriaceae e os cocos Gram-positivos. Os membros da família Enterobacteriaceae são caracterizados por serem bacilos Gram-negativos e que normalmente se localizam no intestino. Podem eventualmente causar infecções urinárias, na circulação sanguínea e no ambiente hospitalar, e pneumonias associadas ao cuidado médico. Dentro dessa família, *Escherichia coli* é causa frequente de infecções urinárias, *Klebsiella* spp. e *Enterobacter* spp. são causas importantes de pneumonias e, adicionalmente, *Salmonella* spp. Produzem gastroenterites e, subsequentemente, em alguns pacientes infecções invasivas, dentre outras (PATERSON, 2006).

As doenças provocadas por microrganismos patogênicos, presentes na água e alimentos constituem um problema comum de saúde pública no Brasil (Sousa, 2006). Assim, uma baixa qualidade da água representa grande ameaça para a saúde humana, e o abastecimento de fontes inseguras e um inadequado saneamento e higiene, afetam principalmente crianças de países em desenvolvimento (OMS, 2003).

Através da avaliação da qualidade da água consumida pela população, é realizado o monitoramento de vigilância, sendo possível, então, a identificação de fatores de risco e a definição de estratégias de melhoria da situação existente (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). A vigilância ambiental é determinada pelo conjunto de ações que proporcionam o conhecimento e a detecção de qualquer modificação nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente, que conseqüentemente, interferem na saúde humana. Com isso, é possível realizar a identificação de medidas de prevenção e controle dos fatores de risco ambientais relacionados às doenças ou outros agravos à saúde.

## **METODOLOGIA**

O ponto de coleta para a análise deste trabalho está situado na latitude 29,730761°S e longitude 51,082849°W no Estação de tratamento de Água da COMUSA, no município de Novo Hamburgo, cuja captação de água é realizada no Rio do Sinos, na porção inferior da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, no Estado do Rio Grande do Sul.

As análises de água foram realizadas pela técnica da membrana filtrante. A técnica baseia-se em uma barreira física (membrana filtrante 0,45 µm) que retêm as bactérias.

Com o auxílio de um sistema de filtração estéril com membrana filtrante de 0,45 µm acoplado à bomba a vácuo foram filtrados 100 mL da amostra de água. Após, a membrana foi removida assepticamente do sistema de filtração com uma pinça estéril e colocada sobre a superfície de placa de petri com o meio de cultura (ágar Bile esculina, ágar Cetrimida, ágar MacConkey, ágar SS, ágar sangue, BHI ágar e Tryptic Soy Agar-TSA). No total, foram filtradas 7 alíquotas de 100 mL de água bruta e 7 alíquotas de água tratada.

Após, as placas foram incubadas em estufa bacteriológica em temperatura 35±2°C por até 120 horas. Foi avaliada a morfologia colonial nos diferentes meios e realizou-se subcultivos das colônias, visando à obtenção de crescimento puro para fins de identificação (provas bioquímicas).

Provas bioquímicas utilizadas:

- Crescimento em MacConkey e SS: utilizou-se Citrato, TSI, SIM, MIO, LIA, fenilalanina, uréia e oxidase (identificação de enterobactérias).
- Crescimento em Cetrimida: produção de pigmento verde, odor de uva, crescimento a 42°C, oxidase, motilidade em caldo, TSI, coloração de Gram.
- Crescimento em Bile esculina: catalase, PYR, coloração de Gram.

- Crecimento em agar sangue, TSA e BHI: coloração de Gram e demais testes citados anteriormente, segundo características de coloração e morfologia no Gram.

Todas as análises foram conduzidas de maneira asséptica, os insumos e materiais foram autoclavados; os meios de cultura passaram por controle de qualidade positivo e negativo. As amostras foram processadas e analisadas em capela de fluxo laminar.

## RESULTADOS

A amostra de água bruta apresentou um crescimento de incontáveis colônias em todos os meios de cultura utilizados (Figura 1A). Através das provas de identificação foram isolados os seguintes microrganismos: *Escherichia coli* (coliforme fecal), *Enterobacter* sp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus* sp. (*Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Proteus penneri*) *Citrobacter amalonaticus*, *Morganella morgani*, *Enterococcus* sp. e *Bacillus* sp. Já a amostra de água tratada não apresentou crescimento (Figura 1B), exceto nos meios BHI e TSA onde se observou uma única colônia (em cada meio). O Gram revelou que eram bacilos Gram positivos esporulados, sugerindo a presença do gênero *Bacillus* sp.

Figura 2 - Ágar Cetrimida; A – Água bruta; B – Água Tratada



## DISCUSSÃO

A qualidade necessária à água distribuída para consumo humano é a potabilidade, ou seja, deve ser tratada, limpa e estar livre de qualquer contaminação, seja esta de origem microbiológica, química, física ou radioativa, não devendo, em hipótese alguma, oferecer riscos à saúde humana (BRASIL, 2004). Essa potabilidade, é alcançada mediante várias formas de tratamento, sendo que a mais tradicional inclui basicamente as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e a fluoretação. No caso particular da COMUSA, o coagulante é o Tanino, tem como objetivo reduzir o custo operacional de tratamento de água existente.

Hoje, sabe-se da importância de se tratar a água destinada ao consumo humano, pois, é capaz de veicular grande quantidade de contaminantes físico-químicos e/ou biológicos (TORRES et al., 2000), cujo consumo tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como via de transmissão a água contaminada (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, 2000). Para Tucci, Hespanhol e Horowitz (2002), entre os patógenos mais comuns, incluem-se *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Escherichia coli*, *Campylobacter*, dentre outros. No presente trabalho observou-se que os processos empregados pela COMUSA se mostraram eficientes, visto a inexistência de bactérias patogênicas nas amostras analisadas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos demonstram que a água tratada pela COMUSA está de acordo com os padrões de potabilidade, apesar dos níveis de contaminação da água bruta. E que para o uso do lodo como matéria prima será essencial as avaliações da presença e quantificação destes organismos patogênicos aqui observados, afim de evitar a contaminação da população através das cerâmicas obtidas com este material.

## **REFERÊNCIAS**

BRASIL. Portaria n° 518, de 25 de março de 2004. Legislação para águas de consumo humano. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 de mar. 2004. Seção 1.

COMITESINOS 2001. O rio dos Sinos. Site [www.comitesinos.com.br](http://www.comitesinos.com.br). São Leopoldo RS: Unisinos. Acesso em 5 julho 2003.

GUSMÃO, A. L. S. – Uso de Taninos no Tratamento de Água para Abastecimento – Trabalho de diplomação em Engenharia Química – Departamento de Engenharia Química UFRGS.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 60 p.

OMS: ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. La carga de enfermedad y los estimados de costo-eficacia. 2003. Disponível em: . Acesso em: 25 de julho de 2015.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. Informe regional sobre avaliação 2000 na região da Américas: água potável e saneamento, estado atual e perspectivas. Washington, D C.: Organização Pan-Americana da Saúde, 2001.

PIANTÁ, C. A. V. – Emprego de coagulantes naturais como alternativa ao uso do sulfato de alumínio no tratamento de água. 2008. 78 f. Dissertação Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RICHTER, C. A. Água: Métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo: Edgard Blücher, 2009. 352 p.

Siqueira LP, Shinohara NKS, Lima RMT, Paiva JE, Lima Filho JL, Carvalho IT. Avaliação microbiológica da água de consumo empregada em unidades de alimentação. Ciên Saúde Colet. 2010;15(1):63-6.

SOUSA, C. P. Segurança alimentar e doenças veiculadas por alimentos: utilização do grupo coliforme como um dos indicadores de qualidade de alimentos. Revista APS: v. 9, n. 1, p. 83 – 88, Jan./Jun., 2006.

TORRES, D. A. G. V. CHIEFFI P.P.; COSTA W. A.; KUDZIELICS E. Giardíase em creches mantidas pela prefeitura do município de São Paulo, 1982/1983. Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo, v.33, p. 137- 141, 2000.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. Cenários da Gestão da Água no Brasil: uma contribuição para a visão mundial da Água. 2002. Disponível em: . Acesso em: 05 jul 2015.

## **AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE SOLUÇÃO NÍQUEL COM A *LACTUCA SATIVA***

Carla Steffens; Rosangela Boeck; Claudia Regina Klauck;  
Luciano Basso da Silva; Marco Antônio Rodrigues Siqueira<sup>1</sup>

**Palavras-chave:** Níquel. Toxicidade. *Lactuca sativa*.

### **INTRODUÇÃO**

A intervenção humana deve ser sem dúvida, uma das maiores responsáveis pela frequência e magnitude da disposição dos contaminantes, o que gera diversos impactos em nível local e global, podendo causar stress contínua a natureza, portanto, efeitos crônicos e agudos a saúde dos ecossistemas e do homem. Nesta intervenção temos a contaminação ambiental por metais pesados que tem aumentado significativamente nas últimas décadas, sendo uma resposta ao crescimento do setor industrial e seus dejetos, por vezes despejado sem o mínimo tratamento, muito menos o tratamento adequado. A comunidade científica mundial deve ter como um dos principais temas o impacto das atividades antropogênicas, pois estas vêm alterando significativamente a qualidade do ar, do solo e principalmente da água. Vemos então a necessidade de análises de toxicidade na avaliação destes químicos ambientais. Assim sendo, o objetivo principal deste trabalho é avaliar a toxicidade de um efluente sintético contendo níquel.

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O crescimento desordenado das cidades brasileiras ocasiona a degradação dos recursos hídricos. O lançamento de efluentes domésticos e principalmente industriais nos corpos hídricos gera impacto significativo à comunidade aquática, decorrente da exposição contínua a contaminantes. Um forte contaminante é o níquel, um material maleável de cor prateada que apresenta alta resistência a corrosão e oxidação, tendo estas características ele é considerado de relativa importância na proteção de materiais metálicos. Sua utilização vai da composição de ligas ferrosas e não-ferrosas do setor industrial em materiais militares, transportes/aeronaves, as moedas, baterias portáteis e materiais de construção civil, em

---

<sup>1</sup> Universidade Feevale.

diversos aços inoxidáveis, resistentes a corrosão. A partir de sais de níquel, também é usado na niquelagem de peças por galvanoplastia. Este processo industrial gera um efluente com grande carga de metais, cujo tratamento e recuperação muitas vezes torna-se um desafio nos sistemas convencionais.

A galvanoplastia é um processo pelo qual se dá proteção superficial em determinadas peças através de processos eletroquímicos como: tubos, canos, espetos, grelhas, utensílios domésticos, arremates mecânicos, fazendo com que as mesmas tenham maior durabilidade. Nesse processo é feita uma eletrólise e se deposita o metal na superfície do outro para protegê-lo ou para efeito decorativo o que é empregado para diversos fins, como ataques de produtos químicos, contra ação de interperies, água salgada, ou seja, é usado como proteção.

Os efeitos tóxicos causados por essas substâncias podem ser observados em plantas, animais e micro-organismos, sendo desta forma, importante o desenvolvimento de estudos detalhados que avaliem o seu modo de ação. De acordo com Ribeiro et al. (2003), “estudos sobre o comprometimento ambiental, decorrente de contaminação por agentes tóxicos, merecem uma atenção especial por parte da comunidade científica, pois podem servir de alerta para os perigos que as populações possam estar expostas”.

## **METODOLOGIA**

### **SOLUÇÃO SINTÉTICA**

A solução sintética, contendo Níquel foi obtida no Laboratório de tratamento de efluentes da Universidade Feevale.

### **TOXICIDADE EM *LACTUCA SATIVA***

Sementes de alface (*Lactuca sativa*) foram colocadas a germinar em placas de Petri, utilizando-se um substrato de papel umedecido com a solução, expostas em diferentes concentrações de níquel (Ni) de 12,5%, 25%, 50%, 75% e 100%, além de um grupo controle com água deionizada. Avaliou-se a taxa de germinação e o crescimento radicular ao fim de sete dias de incubação.

## RESULTADOS

Observou-se que praticamente não houve crescimento radicular nas sementes nos ensaios com todas as concentrações de níquel acentuando-se nas concentrações mais elevadas. Ou seja, os resultados mostram que o níquel produz efeitos tóxicos em todas as concentrações realizadas, para a germinação das sementes. Considerando-se a Concentração de Inibição de 50% ou mais do crescimento radicular em relação ao grupo controle (IC50), mesmo na concentração mais baixa o efluente foi tóxico como podemos observar na figura 01.

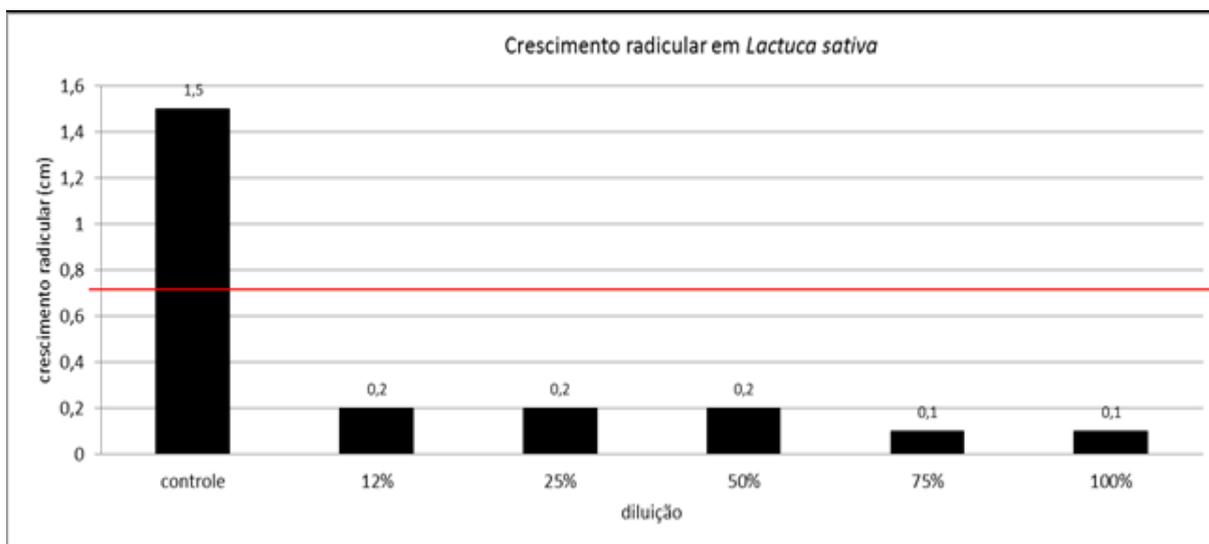


Figura - Gráfico representando o crescimento radicular e as diluições usadas

Quanto a germinação, podemos comprovar na tabela 01 que o tratamento foi considerado altamente inibitório, mesmo na concentração mais baixa.

Tabela 1 - Tabela do tratamento e a porcentagem de germinação

Tratamento	Germinação(%)
Controle	93
12,00%	26
25%	8
50%	6
75%	1
100%	1

## DISCUSSÃO

Observou-se que praticamente não houve crescimento radicular nas sementes nos ensaios com todas as concentrações de níquel acentuando-se nas concentrações mais elevadas. Ou seja, os resultados mostram que o níquel produz efeitos tóxicos em todas as concentrações realizadas, para a germinação das sementes. Considerando-se a Concentração de Inibição de 50% ou mais do crescimento radicular em relação ao grupo controle (IC50), mesmo na concentração mais baixa o efluente foi tóxico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que o níquel definitivamente possui um grau de toxicidade muito alto. A *Lactuca sativa* sabe-se que é comprovadamente considerada um bom organismo teste e mostrou-se sensível a exposição das soluções. Do ponto de vista toxicológico faz-se necessário ensaios com diluições maiores para posterior discussão.

## REFERÊNCIAS

ALVES de SOUZA, M.F. Extração por Solventes Sinérgica aplicada à Separação Níquel/Cálcio utilizando-se os extratantes Cyanex 272 e D2HEPA. 2015. 106 F. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica, Materiais e Minas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BENVENUTI, T. Avaliação da eletrodialise no tratamento de efluentes de processos de eletroposição de níquel. 2012. 130 F. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - UFRGS, Porto Alegre.

OLIVEIRA, D. V.; SILVA, T. C.; ZANIN, J. G.; NACHTIGALL, G.; MEDEIROS, APG. and VAN DER SAND, S. T. Qualidade da água e identificação de bactérias gram-negativas isoladas do arroio dilúvio, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Evidencia, Joaçaba vol. 12, no. 1, p. 51-62. 2012.

RIBEIRO, L.R.; SALVADORI, D.M.F.; MARQUES, E.K. Mutagênese Ambiental. 1 ed. Brasil: ULBRA, 2003, 355 p.

RODRIGUES de ALMEIDA, E. G. Estudo da 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. 167 F. Dissertação (Microbiologia Aplicada) – Campos de Rio Claro, São Paulo.

SANTOS, L. H. Separação de níquel a partir de soluções sulfúricas contendo cálcio e magnésio utilizando-se sistemas aquosos bifásicos. 2014. 140 F. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

## ESTUDO DOS EFEITOS GENOTÓXICOS EM TRABALHADORES EXPOSTOS AO CROMO HEXAVALENTE

Anelise Teresinha Pressotto; Aline Belem Machado; Thereza Luciano Trombini; Larissa Machado Lacerda; Evandro Oliveira; Carlos Eduardo da Silva Vieira<sup>1</sup>  
Cristina Deuner Muller; Claudia Regina Klauck;  
Luciano Basso da Silva; Juliana Foresti Caprara, Feevale<sup>2</sup>  
Solange Cristina Garcia; Gabriela Goethel<sup>3</sup>  
Luciane Rosa Feksa<sup>1,2,3</sup>,  
Adriana Gioda<sup>4</sup>

**Palavras-chave:** Cromo hexavalente. Danos de DNA. Água. Genotoxicidade.

### INTRODUÇÃO

O aumento descontrolado da industrialização vem causando crescente contaminação do meio ambiente com substâncias conhecidas por causar danos à saúde do ser humano. Muitos destes processos são responsáveis pela exposição direta do homem através do meio ambiente e exposição ocupacional a metais tóxicos.

O cromo, usado industrialmente, é um agente mutagênico e carcinogênico comprovado em sua forma hexavalente, tendo a capacidade de penetrar nas células e promover redução intracelular a cromo trivalente, gerando eventos celulares e danos teciduais oxidativos como apoptose, mutações no DNA e oxidação de proteínas.

A literatura demonstra de forma consistente que indivíduos que trabalham em ocupações onde são geradas partículas de cromo (VI) possuem um risco elevado de desenvolvimento de desordens metabólicas capazes de causar graves prejuízos à saúde. A maior exposição ao Cr hexavalente de maneira ocupacional ocorre entre trabalhadores envolvidos com o processo de cromagem, produção de cromato e soldagem de aço inoxidável, sendo assim, é necessário o acompanhamento desses indivíduos. Também destaca-se a importância da avaliação dos recursos naturais adjacentes como a água, por esta, estar

---

<sup>1</sup> Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Feevale.

<sup>2</sup> Instituto de Ciências da Saúde, Pós-Graduação Qualidade Ambiental, Universidade Feevale.

<sup>3</sup> Laboratório de Análises Toxicológicas (LATOX), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

<sup>4</sup> Departamento de química, Laboratório de ICP-MS e ICP-OES, PUC- RJ.

diretamente recebendo resíduos provenientes das indústrias que empregam o Cr (VI) diariamente.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos tóxicos do Cr (VI) através da análise sobre a exposição ambiental e/ou ocupacional através de biomarcadores toxicológicos, assim como seu impacto na água no local da exposição.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O cromo é um metal de transição que existe em diversos estados oxidativos no ambiente, sendo que os dois estados de valência mais estáveis são o cromo trivalente [Cr (III)] e cromo hexavalente [Cr (VI)] (Ciacci et al., 2012; Barmo et al., 2006), os quais também se destacam por serem os mais importantes do ponto de vista biológico e industrial, respectivamente (Papassiopi et al.; 2014). Em relação às fontes não-ocupacionais de Cr para o ser humano, as principais são os alimentos como legumes e carne, a água, o ar urbano, próteses de quadril ou joelho, cigarros, entre outros (Ciacci et al., 2012; Hertel, 1986; EPA, 1984). Ele é também encontrado na água, sendo que, de acordo com a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde e a resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o valor máximo permitido é de 0,05 mg/L de Cr total na água potável (MS, 2004; CONAMA, 2005)

Este metal entra no organismo humano através dos pulmões, trato gastrointestinal e, em menor quantidade, através da pele, sendo a inalação a rota mais importante para a exposição ocupacional. Em relação à exposição oral, a absorção tanto de Cr (VI) quanto de Cr (III) é baixa, embora o Cr (VI) seja absorvido de forma mais eficiente que o Cr (III). (Khan, et al., 2012; Fe'bel, Szegedi & Husza'r, 2001; Kerger et al., 1996).

A absorção e retenção de Cr dependem de uma série de fatores: a taxa de redução de Cr (VI) para Cr (III) fora das células, o pH do meio, a taxa de transporte de Cr (VI) nas células, a taxa de redução do Cr (VI) para Cr (III) no interior das células, e a taxa de difusão de Cr(III) a partir de células (NTP, 2008), provocando câncer de pulmão, irritação nasal, úlcera nasal, reações de hipersensibilidade e dermatite de contato (Silva & Pedrozo, 2001). O Cr (VI) ingerido é reduzido a Cr (III) antes de entrar na corrente sanguínea, tendo como principais vias de excreção a via urina/rim e bile/fezes (Myers, Antholine & Myers, 2011; Hertel, 1986; EPA, 1984; Anderson, 2000).

Os potenciais mecanismos moleculares da carcinogenicidade do Cr (VI) permanecem pouco claros, porém dados da literatura enfatizam a importância do metabolismo intracelular, indução do estresse oxidativo, danos no DNA e mutagênese, indução da inflamação e a

formação e tumor (Nickens et al., 2010). Se estes danos forem irreparáveis a célula ocorrerá inibição do seu ciclo celular ou apoptose (Gambelunghie et al., 2003; Bagchi et al, 2001).

## METODOLOGIA

Coletou-se amostras de 100 indivíduos, sendo 50 do grupo exposto (funcionários de duas empresa de cromagem de Caxias) e 50 do grupo não exposto (funcionários de uma rede bancária de Porto Alegre). Dosou-se Cr em sangue total e urina por ICP-MS. Para avaliação do DNA foram realizados o teste cometa conforme descrito por Silva et al. (2000), teste de micronúcleo (MN) conforme Belien et al. (1995). A avaliação de dano proteico ocorreu através do método Buss et al, 1997 e lipoperoxidação pelo conforme Grotto et al, 2007. A avaliação ambiental foi realizada através da água encontrada próxima à empresa estudada, por teste de *Allium cepa* e dosagem de Cr (ICP-MS). Os dados foram expressos por média  $\pm$  desvio padrão; ANOVA-one way e *pós hoc* usado foram teste *t-student* através do software “SPSS”.

## RESULTADOS

O nível de cromo sanguíneo foi de  $2,02 \pm 0,20 \mu\text{g/L}$  e de  $1,73 \pm 0,16 \mu\text{g/L}$  para o grupo exposto (E) e não exposto (NE), respectivamente ( $p < 0,0001$ ). O cromo urinário acompanhou os resultados do cromo sérico com concentrações de  $10,65 \pm 5,26 \mu\text{g/g}$  de creatinina e  $4,05 \pm 3,78 \mu\text{g/g}$  de creatinina para o grupo E e NE, respectivamente ( $p < 0,0001$ ). Os cometas mostram diferenças significativas sendo que o grupo E apresentou resultados de  $10,10 \pm 2,16$  cometas/ 100 células e para o grupo NE de  $8,31 \pm 1,32$  cometas/ 100 células ( $p < 0,001$ ). Já os MN não apresentaram diferenças estatísticas entre os grupos com valores de  $0,15 \pm 0,42$  de frequência de MN/1000 e  $0,21 \pm 0,47$  de frequência de MN/1000 células no grupo E e NE, respectivamente ( $p = 0,596$ ). A determinação de proteínas carboniladas (PCO) apresentou concentrações de  $0,45 \pm 1,00 \text{ nmol.mg}^{-1}$  de proteína e  $0,35 \pm 0,42 \text{ nmol.mg}^{-1}$  de proteína para o grupo E e NE, respectivamente ( $p < 0,05$ ). A determinação plasmática de malondialdeído (MDA) foi de  $9,31 \pm 3,03 \text{ nmol.carbonyl/mg}$  e  $5,90 \pm 1,3 \text{ nmol.carbonyl/mg}$  para o grupo E e NE, respectivamente ( $p < 0,0001$ ). Na análise da água pela *Allium cepa* não houve diferença estatística entre os grupos E e NE 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 NE e  $0,0015 \text{ mg/L}^{-1}$  no E 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 e urinário estejam dentro dos valores estabelecidos como faixa da normalidade e indicados como seguros ( $< 3\mu\text{g/L}$ ) (Zeisler & Young, 1987), os resultados foram estatisticamente diferentes entre os grupos E e NE ao metal e apresentaram o dano oxidativo a proteínas e lipídios indicadas pelo aumento da PCO e MDA no grupo E comparado com o grupo NE (Goldoni et al., 2006).

Em nosso estudo o dano ao nível de DNA foi analisado pelo teste cometa em linfócitos e MN em células da mucosa oral em trabalhadores das empresas de cromagem. Nossos resultados sugerem que a exposição ocupacional ao Cr na sua forma hexavalente induz dano ao DNA, uma vez que houve um aumento significativo no teste cometa, onde este, demonstrou um aumento na porcentagem de dano no DNA significativo em relação aos indivíduos do grupo NE. No entanto, o teste de MN não acompanhou essa tendência, motivo pelo qual podemos sugerir que os danos no DNA foram reparados.

Analisando-se, agora, o plano ambiental, observou-se que, embora o processo aplicado na indústria atinja os seres humanos ao redor, o meio hídrico parece não estar sendo significativamente alterado e conseqüentemente não é o causador da toxicidade do metal nos indivíduos que trabalham nas empresas. A análise realizada através do teste de *Allium cepa*, considerada uma técnica rápida e de baixo custo, além de ter uma boa sensibilidade na detecção a agentes químicos ambientais (LEME & MARIN-MORALES, 2008), não apresentou diferenças entre a água de controle negativo e a água coletada de pontos extremamente próximos ao processo de galvanização.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados sugerem que a exposição ocupacional ao Cr (VI) e está relacionada à genotoxicidade e estresse oxidativo pela indução de danos ao DNA. Esses resultados associam a possibilidade da exposição ao Cr(VI) ao ambiente através do ar, visto que os valores de Cr na água apresentaram-se muito baixos além de não demonstrar alterações significativas no teste de *Allium cepa*.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R.A. Chromium in the prevention and control of diabetes. **Diabetes & Metabolism**, v. 26, p. 22-27, 2000.
- BAGCHI, D. et al. Chromium (VI)-induced oxidative stress, apoptotic cell death and modulation of p53 tumor suppressor gene. **Molecular and Cellular Biochemistry**, v. 222, n. 1-2, p. 149–158, 2001.
- BARMO, C. et al. Pleiotropic effects of hexavalent chromium (CrVI) in *Mytilus galloprovincialis* digestive gland. **Chemosphere**, v. 83, p. 1087 – 1095, 2011.
- BELIËN, J.A.M. et al.. Standardization of counting micronuclei: definition of a protocol to measure genotoxic damage in human exfoliated cells. **Carcinogenesis**, v. 16, p. 2395–2400, 1995.
- BUSS, H. et at. Protein carbonyl measurement by a sensitive ELISA method. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 23, p. 361-366, 1997.
- CIACCI, C. et al. Effects of sublethal, environmentally relevant concentrations of hexavalent chromium in the gills of *Mytilus galloprovincialis*. **Aquatic Toxicology**, v. 120, p. 109 – 118, 2012.
- CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO 357: 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. Março, 2005. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>> Acesso em 24 de junho de 2015.
- EPA - US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Health effects assessment for hexavalent chromium. Prepared by the Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria, EPA/540/ 1-86-019. 1984. Disponível em: <<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockkey=2000FDCU.txt>> Acesso em 24 de junho de 2015.
- FE'BEL, H. et al. Absorption of inorganic, trivalent and hexavalent chromium following oral and intrajejunal doses in rats. **Acta Veterinaria Hungarica**, v. 49, p. 203–209, 2001.
- GAMBELUNGHE, A, et al. Primary DNA damage in chrome-plating workers. **Toxicology**, v. 188, n. 2-3, p. 187–195, 2003.
- GOLDONI, M. et al. Determination of hexavalent chromium in exhaled breath condensate and environmental air among chrome plating workers. **Analytica Chimica Acta**, v. 562, n. 2, p. 229–235, 2006.
- GROTTO, D. et al. Rapid quantification of malondialdehyde in plasma by high performance liquid chromatography-detection visible. **Journal of Pharmaceutical and biomedical analysis**, v. 43, n. 2, p. 619-624, 2007.

HERTEL, R.F. Sources of exposure and biological effects of chromium. **IARC Scientific Publications**, v. 71, p. 63 – 77, 1986.

KERGER, B.D. et al. Absorption and elimination of trivalent and hexavalent chromium in humans following ingestion of a bolus dose in drinking water. **Toxicology Applied Pharmacology**, v. 141, p. 145 – 158, 1996.

KHAN, F.H. et al. Assessment of health risks with reference to oxidative stress and DNA damage in chromium exposed population. **Science of the Total Environment**, v. 430, p. 68 – 74, 2012.

LEME, D.M & MARIN-MORALES, M.A. Chromosome aberration and micronucleus frequencies in *Allium cepa* cells exposed to petroleum polluted water - a case study. **Mutation Research. Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 650, p. 80-86, 2008.

MTE – MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 7: Estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO, com o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores. Dezembro, 1994. Disponível em:  
<<http://www010.dataprev.gov.br/sislex/paginas/05/mtb/7.htm> > Acesso em 24 de junho de 2015.

MYERS, J.M. et al. The intracellular redox stress caused by hexavalent chromium is selective for proteins that have key roles in cell survival and thiol redox control. **Toxicology**, v. 281, p. 37 – 47, 2011.

NICKENS, K.P. et al. Chromium genotoxicity: a double-edged sword. **Chemico-Biological Interactions**, v. 188, p. 276-288, 2010.

NTP - NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM. **Report on Carcinogens**, 8<sup>a</sup> ed. Nova York: Research Triangle Park, 2008.

PAPASSIOPI, N. et al. Synthesis, characterization and stability of Cr(III) and Fe(III) hydroxides. **Journal of Hazard Materials**, v. 264, p. 490-7, 2014.

SILVA, J. et. al. An alkaline single-cell electrophoresis (comet) assay for environmental biomonitoring with native rodents. **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, n. 1, p. 241-245, 2000.

SILVA, C.S. & PEDROZO, M.F.M. Ecotoxicologia do cromo e seus compostos. **Cadernos de Referência Ambiental**. Salvador, v. 5, 100 p. 2001.

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.

## FENOLOGIA DE *Cyathea phalerata* Mart. (CYATHEACEAE) EM FLORESTA ATLÂNTICA SUBTROPICAL

Simone Cunha<sup>1</sup>  
Annette Droste<sup>2</sup>  
Jairo Lizandro Schmitt<sup>3</sup>

**Palavras-chave:** Fatores ambientais. Fenofases. Samambaia.

### 1 INTRODUÇÃO

Fenologia é o estudo da periodicidade de fenômenos biológicos causada por fatores bióticos e ou abióticos, especialmente pela temperatura, pelo fotoperíodo e pela precipitação, ou alguma combinação dos três (Mehltreter 2008). A fenologia também tem sido descrita por alguns autores como uma característica importante das espécies que reflete a influência do ambiente sob as plantas, e pode ser útil para entender as relações com o habitat, e a ecologia e desenvolvimento, podendo ser, utilizada em programas de restauração ambiental (Reich et al. 2004; Vieira & Silveira 2010). Ainda tem sido atribuída a fenologia, a importância para identificar bioindicadores e monitorar variações climáticas (Morellato 2003).

As samambaias arborescentes representam um componente significativo das florestas tropicais (Tryon & Tryon 1982). *Cyathea phalerata* Mart. (Cyatheaceae) é uma samambaia arborescente, que se encontra na lista da flora nativa ameaçada de extinção na categoria criticamente em perigo. Ocorre na Bolívia (Lehnert 2006) e no Brasil, nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul (Windisch & Santiago 2015).

### 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Sazonalidade ou periodicidade do crescimento e reprodução é típica de plantas de regiões temperadas e em espécies tropicais crescendo em áreas que apresentam uma estação seca definida (Sharpe 1997). No nordeste do Brasil, onde ocorre estação seca definida, a pluviosidade é um fator determinante dos eventos fenológicos de algumas espécies de samambaias. Como observado para *Anemia tomentosa* (Sav.) Sw. var. *anthriscifolia* (Schrad)

---

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

<sup>2</sup>Doutora em Genética, professora titular do PPG Qualidade Ambiental.

<sup>3</sup>Doutor em Botânica, professor titular do PPG em Qualidade Ambiental.

Mickel (Souza et al. 2007), para *Blechnum serrulatum* Rich e *Phlebodium decumanum* (Willd.) J.Sm (Farias & Xavier 2013a e 2013b). No entanto para *Thelypteris interrupta* (Willd.) K. Iwats (Farias & Xavier 2011b) não foi observado influência da sazonalidade climática sobre a fenologia desta espécie.

No entanto, estudos recentes têm registrado, predominantemente, em samambaias tropicais um padrão sazonal (Mehlreter 2008), sugerindo que outros fatores ambientais, tal como temperatura e fotoperíodo influenciam o desenvolvimento destas plantas. Schmitt & Windisch (2006b) observaram que a maior renovação foliar em *Alsophila setosa* ocorreu na primavera. Schmitt et al. (2009) observaram em, *Dicksonia sellowiana*, relação forte entre a produção de esporângios, a temperatura e o fotoperíodo. Schmitt & Windisch (2012) relataram que *Cyathea atrovirens* tem a produção de esporângios influenciada pelo fotoperíodo e temperatura. Neumann et al. (2014) observaram que os eventos fenológicos de *C. corcovadensis*, são explicados basicamente fotoperíodo e temperatura. O objetivo do trabalho foi monitorar as fenofases de *Cyathea phalerata*, durante um ano, verificar sua relação com fatores ambientais e analisar sua sazonalidade.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em um fragmento de Floresta Atlântica de uma Área de Preservação Ambiental de 8.932 ha, na Encosta Inferior do Nordeste do estado do Rio Grande do Sul. A população de *C. phalerata* está localizada em uma área de um hectare (29°42'25,0"S e 50°17'27,8"O), no município de Caraá (SEMA 2014). Os dados de temperatura e da precipitação foram obtidos por meio de uma estação meteorológica móvel instalada próxima das plantas monitoradas. O fotoperíodo foi obtido por meio do Observatório Nacional (ON 2015). Em abril de 2014, 29 indivíduos foram marcados aleatoriamente com etiquetas plásticas numeradas. Para determinar as taxas de renovação e senescência foliar, foram contados mensalmente durante um ano, o número de báculos e o número das folhas senescentes e para a fertilidade as folhas com esporângios verdes.

Foi realizado o teste de correlação de Pearson, em nível de significância de 5%, por meio do programa estatístico SPSS versão 22 para verificar a relação entre a frequências de indivíduos em cada fenofase com a temperatura, a precipitação e o fotoperíodo. Os valores de referência que classificam as correlações foram  $0 > r < 0,3$  (fracas),  $0,3 \leq r < 0,6$  (moderadas),  $r \geq 0,6$  (fortes) de acordo com Callegari-Jacques (2003).

## RESULTADOS

Entre o período de maio/2014 a abril /2015, a temperatura média foi de 18,9 °C, sendo a média de 23,6 °C do mês mais quente (janeiro) e a de 14,6 °C dos meses mais frios (junho e julho). A precipitação acumulada anual foi de 3061,7 mm. A menor média mensal do comprimento do dia foi registrada no inverno, em junho (10,24 h) e a maior no verão, em dezembro (14,04 h).

A renovação foliar foi descontínua e irregular. A partir do início da primavera (outubro) até o final do verão (março) folhas novas foram observadas em  $\geq 34\%$  dos indivíduos da população. A maior frequência de plantas com folhas novas foi registrada em outubro (79%) e em janeiro (55%). Esse evento não foi observado nos meses de maio a julho. A renovação das folhas se correlacionou fortemente com a temperatura ( $r = 0,82$ ;  $P = 0,001$ ) e com o fotoperíodo ( $r = 0,87$   $P < 0,001$ ).

A senescência foliar foi observada em todos os meses, porém de modo irregular. As médias de produção e senescência foliar foram estatisticamente iguais ( $U = 410,0$ ;  $P > 0,05$ ), com maiores frequências de indivíduos em dezembro e janeiro (66%). A partir do início do verão (dezembro) até o início do outono (abril) mais de 48% dos plantas apresentaram folhas senescentes. As frequências mais baixas de folhas senescentes foram observadas de junho a agosto (3%). Essa fenofase apresentou correlação forte com temperatura ( $r = 0,88$ ;  $P < 0,001$ ) e com fotoperíodo ( $r = 0,77$ ;  $P = 0,004$ ).

Assim como a renovação a fertilidade foliar foi descontínua e irregular. As frequências de plantas produzindo esporângios foram maiores na primavera e verão, nos meses de novembro a janeiro ( $\geq 45\%$ ), dos indivíduos apresentaram folhas férteis. No inverno, de junho a setembro, não foi observado nenhum indivíduo nessa fenofase. A fertilidade se relacionou fortemente com a temperatura ( $r = 0,82$ ;  $P = 0,001$ ) e fotoperíodo ( $r = 0,77$ ;  $P = 0,003$ ).

## DISCUSSÃO

*Cyathea phalerata* apresentou um comportamento populacional mais homogêneo entre a primavera e o verão, caracterizando um padrão sazonal. O fato de que a frequência de indivíduos com folhas novas tenha relacionado fortemente com fotoperíodo e a temperatura pode indicar que os fatores ambientais otimizam as taxas de fotossíntese de *C. phalerata*. Nos meses em que foram registradas as menores temperaturas não foi observado renovação foliar. Volkova et al. (2011) observaram que baixas temperaturas parecem ser o fator mais limitante para a fotossíntese em *C. australis* Domin e *Dicksonia antarctica* Labill. De acordo com Sato

(1982), baixas temperaturas têm um efeito restritivo para expansão de folhas e produção de esporos em samambaia.

A senescência apresentou um comportamento populacional heterogêneo, porém não descaracterizando uma fenofase sazonal. Nenhuma planta apresentou total abscisão foliar, o que pode ser atribuído ao fato de que a produção e a senescência foliar foram equivalentes estatisticamente, demonstrando a capacidade de manutenção das folhas no decorrer de um ciclo anual. A maior frequência de indivíduos com folhas senescentes foi observada no mês em que foi registrado a maior média de temperatura e a segunda maior média de fotoperíodo. Segundo Van Schaik (1994) existem evidências de que para espécies arbóreas tropicais o desencadeamento da queda e a renovação foliar estejam relacionados com mudanças no fotoperíodo.

Em relação a fertilidade os indivíduos demonstraram um comportamento individual homogêneo dentro da população, resultando em uma alta sazonalidade. No verão, em dezembro foi registrado a maior frequência de indivíduos férteis para a população e no inverno, período de junho a setembro, não foram registradas plantas nesta fenofase, quando também foram registradas as menores temperaturas. Essas duas variáveis parecem ser mais importantes para a fenologia de plantas em locais onde o clima é úmido ao longo de todo ano (Morellato et al. 2000). A elevada proporção de indivíduos férteis observada no presente estudo indica que *Cyathea phalerata* tem potencial para aumentar o tamanho da sua população, diminuindo o risco de extinção da espécie no Rio Grande do Sul.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os eventos vegetativos e reprodutivos de *Cyathea phalerata* são explicados principalmente por duas variáveis ambientais: fotoperíodo e temperatura. Estas variáveis ambientais já demonstraram ser bons preditores para eventos fenológicos de *Alsophila setosa*, *Dicksonia sellowiana*; *C. Atrovirens* e *C. corcovadensis* (Schmitt & Windisch 2006b Schmitt et al. 2009; Schmitt & Windisch 2012; Neumann et al. 2014).

## REFERÊNCIAS

- Farias, R. P. & Xavier, S. R. S. 2011a. Aspectos fenológicos de *Thelypteris interrupta* (Willd.) K. Iwats. (Thelypteridaceae) na Floresta Atlântica Nordeste, Paraíba, Brasil. *Biotemas*, 24:91-96.
- Farias, R. P. & Xavier, S. R. S. 2011b. Fenologia e Sobrevivência de três populações de samambaias em remanescente de Floresta Atlântica Nordeste, Paraíba, Brasil. *Biotemas* 24:13-20.
- Farias, R. P. & Xavier, S. R. S. 2013a. Fenologia Foliar de *Blechnum serrulatum* Rich. (Blechnaceae) em Remanescente de Floresta Atlântica no estado da Paraíba, Brasil. *Pesquisas, Botânica*, 64:297-306.
- Farias, R. P. & Xavier, S. R. S. 2013b. Aspectos Fenológicos de *Phlebodium decumanum* (Willd.) J.Sm. (Polypodiaceae) em um Fragmento urbano de Floresta Atlântica no estado da Paraíba. *Revista Nordeste de Biologia*, 21: 71-78.
- Fernandes, I. 2003. Taxonomia dos representantes de Cyatheaceae do Nordeste Oriental do Brasil. *Pesquisas Botânica*, 53:7-53.
- Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos, Rima Artes e Textos.
- Lehnert, M. 2006. The Cyatheaceae and Dicksoniaceae (Pteridophyta) of Bolivia. *Brittonia*, 58:229-244.
- Mehltreter, K. 2008. Phenology and habitat specificity of tropical ferns. In: Ranker TA, Haufler CH (Eds.) *Biology and Evolution of Fern and Lycophytes*. Cambridge University Press. 201-221.
- Mehltreter, K.; García-Franco, J. G. 2008. Leaf Phenology and Trunk Growth of the Deciduous Tree Fern *Alsophila firma* (Baker) D. S. Conant in a Lower Montane Mexican Forest. *American Fern Journal*, 98:1-13.
- Mehltreter, K.; Walker, L. R. & Sharpe, J. M. 2010. *Fern Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press. 460p.
- Morellato, L. P. C. 2003. Phenological data, networks, and research: South America. In: Sch, M.D. (Ed.). *Phenology: na integrative environmental science*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 75-92.
- Neumann, M. K.; Schneider, P. H. & Schmitt, J. L. 2014. Phenology, caudex growth and age estimation of *Cyathea corcovadensis* (Raddi) Domin (Cyatheaceae) in a subtropical forest in southern Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 28:17-23.
- Observatório Nacional ON. 2014. Anuário do Observatório Nacional, Seção B – Nascer, Passagem Meridiana e Ocaso do Sol, Lua e Planetas. Disponível em: <<http://euler.on.br/ephemeris/index.php>>.
- Reich, P. B.; Evert, R. F. & Eichhorn, S.E. 2007. *Biologia vegetal*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 858 p.

- Sato, T. 1982. Phenology and wintering capacity of sporophytes and gametophytes.
- Schmitt, J. L. & Windisch P. G. 2006a. Growth rates and age estimates of *Alsophila setosa* Kaulf. in southern Brazil. *American Fern Journal*, 96:103-111.
- Schmitt, J. L. & Windisch, P. G. 2006b. Phenological aspects of frond production in *Alsophila setosa* Kaulf. (Cyatheaceae: Pteridophyta) in southern Brazil. *Fern Gazette*, 17:263-270.
- Schmitt, J. L. & Windisch, P. G. 2007. Estrutura populacional e desenvolvimento da fase esporofítica de *Cyathea delgadii* Sternb. (Cyatheaceae, Monilophyta) no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 21:731-740.
- Schmitt, J. L.; Schneider P. H. & Windisch P. G. 2009. Crescimento do cáudice e fenologia de *Dicksonia sellowiana* Hook. (Dicksoniaceae) no sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 23:289-291
- Schmitt, J. L. & Windisch P. G. 2012, Caudex growth and phenology of *Cyathea atrovirens* (Langsd. & Fisch.) Domin (Cyatheaceae) in secondary forest, southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 72:397-405.
- Seiler, R. L. 1981. Leaf Turnover Rates and Natural History of the Central American Tree Fern *Alsophila salvinii*. *American Fern Journal*. 3:75-81.
- Seiler, R.L. 1984. Trunk length and frond size in a population of *Nephelea tryoniana* from El Salvador. ***American Fern Journal* 74**: 105-107.
- SEMA – **Secretaria estadual de meio ambiente do Rio Grande do Sul**. Disponível em:<[http://www.sema.rs.gov.br/upload/UCs%20MUN%20CADASTRADAS\\_site\\_11022014.pdf](http://www.sema.rs.gov.br/upload/UCs%20MUN%20CADASTRADAS_site_11022014.pdf)> Acesso em Mai. de 2014.
- Sharpe, J. M. & Mehlreter, K. 2010. Ecological insights from fern population dynamics, In: *Fern Ecology* Cambridge Publisher. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 61-110.
- Sharpe, J. M. 1997. Leaf growth and demography of the rheophytic fern *Thelypteris angustifolia* (Willd.) Proctor in a Puerto Rican rainforest. *Plant Ecol*, 130:203-212.
- Silva, A. J. R. 1989. Ecologia de *Anemia villosa* H.B. ex Willd. na Pedra de São José (Vicência-PE). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- Shreve, F., 1914. *A Montane Rain-Forest: A contribution to the physiological plant geography of Jamaica*. Washington: Carnegie Institution of Washington.
- Souza, K. R. M. S.; Silva, I. A. A.; Farias, R. P. & Barros, I. C. L. 2013. Fenologia de três espécies de *Adiantum* L. (Pteridaceae) em fragmento de Floresta Atlântica no estado de Pernambuco, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, 2:96-102.
- Souza, K. R. S.; Alves, G. D. & Barros, I. C. L. 2007. Fenologia de *Anemia tomentosa* (Sav.) Sw. Var. *Anthriscifolia* (Schrad.) Mickel em fragmento de Floresta Semidecídua, Nazaré da Mata, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 5:486-488.

Tryon, R. M. & Tryon, A. F. 1982. Ferns and Allied Plants with Special Reference to Tropical America. New York: Springer-Verlag, New York. 857p.

Tryon, R. M. 1960. The ecology of Peruvian ferns. *American Fern Journal* 50:46-55.

Van Schaik, C. P.; Terborgh, J. W. & Wright, S. J. 1993. The phenology of tropical forest: adaptive significance and consequences for primary consumers. *Annual Review of ecology and Systematics*. 24:353-377.

Vieira, B. C. & Silveira, F. A. O. 2010. Reproductive phenology, seed germination and ex situ conservation of *Pseudananas sagenarius* in a semi-deciduous tropical forest fragment. *Plant Species Biology*, 25:214-220.

Voeller, B. R. 1966. Crozier uncoiling of ferns. *The Rockefeller University Review*. 4:14-19.

Volkova, L; Bennett, Lauren T.; Tausz, Michael. 2011. Diurnal and seasonal variations in photosynthetic and morphological traits of the tree ferns *Dicksonia Antarctica* (Dicksoniaceae) and *Cyathea australis* (Cyatheaceae) in wet sclerophyll forest of Australia. ***Environmental and Experimental Botany* 70** 1: 11-19.

Windisch, P.G.; Santiago, A.C.P. *Cyatheaceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:  
<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB90894>>. Acesso em: 08 Jul. 2015

## GENOTOXICIDADE DO AR NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Karen Caon<sup>1</sup>

Gustavo Marques da Costa<sup>2</sup>

Mara Betânia Brizola Cassanego<sup>3</sup>

Annette Droste<sup>4</sup>

**Palavras-chave:** Poluição atmosférica. *Tradescantia pallida* var. *purpurea*. Bioindicação. Micronúcleo. Qualidade ambiental.

### 1. INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica tem-se tornado uma das mais graves ameaças à qualidade ambiental, sendo definida como o resultado da introdução excessiva de compostos e partículas para as camadas de ar da atmosfera (SAVÓIA et al., 2009). Estudos têm mostrado uma relação entre o aumento da poluição aérea em centros urbanos e o aumento de doenças respiratórias na população (HENDERSON et al., 1975; ALVES et al., 2001). O ar de ambientes urbanos induz genotoxicidade em microrganismos, plantas e animais, incluindo a espécie humana, podendo comprometer a harmonia dos ecossistemas (ISIDORI et al., 2003). O município de Caxias do Sul, localizado no Estado do Rio Grande do Sul, possui aproximadamente 435.564 habitantes, distribuído em uma área de 1.644 km<sup>2</sup> (IBGE, 2015). A região sedia o segundo maior polo metal mecânico do país o que contribui para o aumento da urbanização e da frota veicular, causando impactos à qualidade ambiental (MAZZONI et al. 2012). Considerando que existem poucos dados sobre a qualidade do ar para o município de Caxias do Sul e reconhecendo a importância do biomonitoramento como contribuição ao diagnóstico ambiental de áreas urbanas com diferentes atividades antrópicas e a fim de fornecer dados úteis a serem considerados para prevenção e redução de emissões de poluentes e dos efeitos da degradação do ambiente atmosférico.

---

<sup>1</sup> Mestre em Qualidade Ambiental, Universidade Feevale - Doutoranda em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale e bolsista – CAPES caonkaren@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Feevale, Doutorando em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale e Bolsista - CAPES/FAPERGS.

<sup>3</sup> Doutora em Qualidade Ambiental na Universidade Feevale.

<sup>4</sup> Doutora em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Docente e Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental da Universidade Feevale.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ar das grandes cidades vem apresentando de forma crescente substâncias que são inóspitas ou impróprias aos organismos vivos, podendo a poluição atmosférica ser vista também como um caso de saúde pública. Estudos epidemiológicos confirmam essa visão, pois têm mostrado uma relação entre o aumento da poluição aérea em centros urbanos e o aumento de doenças respiratórias na população (HENDERSON et al., 1975; ALVES, 2001). Extratos do ar de ambientes urbanos induzem genotoxicidade não apenas em humanos, mas também em animais, plantas e bactérias, podendo comprometer a harmonia dos ecossistemas (ISIDORI et al., 2003).

As plantas fornecem dados de biomonitoramento importantes para os programas de controle da poluição do ar. Suas respostas podem ser observadas tanto em nível macroscópico, através da apresentação de cloroses, necroses, quedas de folhas ou diminuição no seu crescimento, como podem ocorrer em nível genético (ALVES, 2001). A avaliação da qualidade do ar por meio do teste de micronúcleos em *Tradescantia* (Trad-MCN) é considerada valiosa ferramenta pela simplicidade da metodologia e sensibilidade desta planta aos agentes genotóxicos (MA et al., 1994; RODRIGUES et al., 1997; BATALHA et al., 1999; GUIMARÃES et al., 2000). Micronúcleos (MCN) são estruturas resultantes de cromossomos inteiros ou de fragmentos cromossômicos que se perdem na divisão celular e, por isso, não são incluídos no núcleo das células filhas, permanecendo no citoplasma das células interfásicas (HEDDLE et al., 1983). Especificamente no Brasil, diversos estudos com o uso de *Tradescantia* foram realizados na última década. Em Santo André (São Paulo), *Tradescantia pallida* var. *purpurea* foi exposta a vários locais contaminados com diferentes poluentes atmosféricos.

Considerando a inexistência de dados sobre a qualidade do ar no município de Caxias do Sul e reconhecendo a importância do biomonitoramento ambiental como contribuição ao diagnóstico ambiental, o presente estudo tem por objetivo avaliar a qualidade do ar desta cidade, em áreas com diferentes impactos antrópicos por meio do teste de micronúcleo em *Tradescantia pallida* var. *purpurea*.

## METODOLOGIA

Foram selecionados três pontos de exposição no município de Caxias do Sul (urbano, industrial e agrícola), amostrados durante os meses de novembro de 2012, janeiro, março, junho, agosto e outubro de 2013. Após 24 h de adaptação, as inflorescências com botões florais de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* foram transportadas até os pontos amostrais e

expostas por 8 h, em seguida foram recuperadas por 24 h em água destilada. Dez lâminas foram preparadas para cada amostra. A fixação das inflorescências, o armazenamento, a preparação das lâminas e a análise dos dados foram realizados de acordo com o protocolo descrito por Thewes et al. (2011). Simultaneamente, foi realizado o controle negativo com água destilada, em sala climatizada. As frequências médias de micronúcleos obtidas nas amostras em cada mês foram comparadas utilizando o teste ANOVA, seguido do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS**

Na comparação entre ambientes em cada período amostrado, em novembro de 2012, os botões florais expostos ao centro e à área industrial apresentaram as maiores frequências de MCN (8,27 e 5,80, respectivamente), não diferindo significativamente entre si. A frequência de MCN do centro inclusive foi significativamente superior àquelas da área agrícola e do controle negativo, que foram estatisticamente iguais entre si. Em janeiro, a maior frequência de MCN foi observada nos botões expostos à área industrial, diferindo significativamente das frequências dos botões expostos ao centro, à área agrícola e do controle negativo. As frequências observadas nas amostras do controle foram significativamente inferiores daquelas obtidas nos pontos amostrais. No mês de março, os botões expostos ao centro e às áreas industrial e agrícola apresentaram frequências de MCN estatisticamente iguais e superiores àquelas do controle negativo. Em junho, as frequências de MCN no centro e industrial não diferiram significativamente entre si e do controle negativo. No mês de agosto, o centro e a área industrial apresentaram frequências de MCN estatisticamente superior à frequência do controle negativo. No mês de outubro de 2013, as frequências de MCN no centro e na área industrial foram significativamente superiores àquela do controle negativo, que não diferiu significativamente da frequência da área agrícola.

## **DISCUSSÃO**

As frequências de MCN observadas evidenciaram genotoxicidade do ar nos pontos amostrados, alertando sobre os possíveis efeitos dos poluentes atmosféricos aos organismos vivos no município de Caxias do Sul. Os botões florais expostos no centro apresentaram variações nas frequências de MCN provavelmente pela diferença na intensidade do tráfego durante o ano. O fato de no mês de novembro de 2012 a frequência ter sido pelo menos duas

vezes superior às frequências dos demais meses pode ter relação com algum evento de poluição pontual não identificado no presente estudo.

Assim como registrado no presente trabalho, áreas urbanas frequentemente apresentam risco genotóxico e dados da literatura apontam para frequências de MCN semelhantes às observadas nos pontos amostrais de Caxias do Sul. No entanto, os estudos de biomonitoramento do ar utilizando *Tradescantia* foram intensificados na última década. Em Senhor do Bonfim, Bahia, comparando duas áreas com características de tráfego de veículos diferentes, uma rodovia com intenso tráfego de veículos e uma praça com menor fluxo de veículos, as frequências de MCN observadas foram de 10,75 e 8,80, respectivamente, proporcionais ao fluxo de veículos (ANDRADE JÚNIOR et al., 2008). Em Santo André (São Paulo), *Tradescantia pallida* var. *purpurea* foi exposta em áreas com diferentes impactos antrópicos. Os resultados indicaram que as condições ambientais observadas promoveram um aumento na frequência de micronúcleos, destacando-se as áreas com intenso fluxo de veículos de acordo com o observado também presente estudo em Caxias do Sul (SAVÓIA et al., 2009).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentaram a presença de agentes com potencial genotóxico no ar atmosférico de Caxias do Sul ao longo de todo o período amostrado. Os dados reforçam a importância do uso do biomonitoramento ativo com o bioensaio Trad- MCN para avaliação da qualidade do ar em diferentes áreas de um município.

## REFERÊNCIAS

ALVES, E. S.; GIUSTI, P. M.; DOMINGOS, M.; SALDIVA, P. H. N.; GUIMARÃES, E. T.; LOBO, D. J. A. Estudo anatômico foliar do clone híbrido de *Tradescantia*: alterações decorrentes da poluição aérea urbana. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, n.4, p. 561-566, 2001.

ANDRADE JÚNIOR, J. S.; SANTOS JÚNIOR, J.C.S.; OLIVEIRA, J.L.; CERQUEIRA, E.M.M.; MEIRELES, J. R.C. Micronúcleos em tétrades de *Tradescantia pallida* (Rose) Hunt. cv. *purpurea* Boom: alterações genéticas decorrentes de poluição aérea urbana. **Biological Sciences**, v.30, n.3, p.295-301, 2008.

BATALHA, J.R.F.; GUIMARÃES, E.T.; LOBO, D.J.A.; LICHTENFELS, A.J.F.C.; DEUR, T.; CARVALHO, H.A.; ALVES, E.S.; DOMINGOS, M.; RODRIGUES, G.S.; SALDIVA, P.H.N..Exploring the clastogenic effects of air pollutants in São Paulo (Brazil) using the *Tradescantia* micronuclei assay. **Mutation Research**, v.426, p. 229-232, 1999.

GUIMARÃES, E. T.; DOMINGOS, M.; ALVES, E. S.; CALDINI J. R. N.; LOBO, D. J. A.; LICHTENFELS, A. J. F. C.; SALDIVA, P. H. N. Detection of the genotoxicity of air pollutants in and around the city of Sao Paulo (Brazil) with the *Tradescantia*-micronucleus (Trad-MCN) assay. **Environment and Experimental Botany**, Oxford, v.44, n.1, p.1-8, 2000.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:  
<<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/linl.php?uf=rs>>. Acesso em: 10 jun.2015.

ISIDORI, M.; FERRARA, M.; LAVORGNA, M.; NARDELLI, A.; PARRELA, A. *In situ* monitoring of urban air in Souther Italy eith the *Tradescantia* micronucleus bioassays and semipermeable membran devices (SPMDs). **Chemosphere**, v.52, p. 121-126, 2003.

HEDDLE, J.A. A rapid *in vitro* test for chromosomal damage. **Mutation Research**, v.18, p.1987-1990, 1983.

HENDERSON, B.E., GORDON, R.J., MENCK, H., SOOHOO, J., MARTIN, S.P. & PIKE, M.C. Lung cancer and air pollution in Southcentral Los Angel country. American **Journal of Epidemiology**, v.101, p. 477- 488, 1975.

MA, T. H.; CABRERA, G. L.; CHEN, R.; GILL, B. S.; SANDHU, S. S.; VANDENBERG, A. L.; SALAMONE, M. F. *Tradescantia* micronucleus bioassay. **Mutation Research**, v. 310, p.221-230, 1994.

MAZZONI, A. C.; LANZER, R.; BORDIN, J.; SCHAFER, A.; WASUM, R.; Mosses as indicators of atmospheric metal deposition in an industrial area of southern Brazil. **Acta Bot. Bras.** 2012, v.26, n.3 p. 553-558.

RODRIGUES, G.S.; MA, T.H.; PIMENTEL, D.; WEINSTEIN, L.H.. *Tradescantia* bioassay as monitoring systems for environmental mutagenesis: a review. **Critical Reviews of Plant Science**, v.16, p. 325-359, 1997.

SAVOIA E. J.; DOMINGOS M.; GUIMARÃES E. T.; BRUMATI, F.; SALDIVA P.H. Biomonitoring genotoxic risks under the urban weather conditions and polluted atmosphere in Santo Andre, SP, Brazil, through Trad- MCN bioassay. **Ecotoxicology Environmental**, v.72, p. 255-260, 2009.

THEWES, M. R., ENDRES JUNIOR, D., DROSTE, A. Genotoxicity biomonitoring of sewage in two municipal wastewater treatment plants using the *Tradescantia pallida* var. *purpurea* bioassay. **Genetics and Molecular Biology**, v.34, n.4, p.689-693, 2011.

# GRADIENTE ESPACIAL MEDIANDO O CONFLITO SEXUAL EM DUAS ESPÉCIES DE ARANHAS COM PRESENTES NUPCIAIS (ARANEAE; TRECHALEIDAE)

Claudia Sabrina Spindler<sup>1</sup>  
Everton Nei Lopes Rodrigues<sup>2</sup>  
Luiz Ernesto Costa-Schmidt<sup>3</sup>

**Palavras-chave:** Seleção sexual. Esforço reprodutivo. Cuidado parental. Conjunto de acasalamento. *Paratrechalea*.

## INTRODUÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A presente pesquisa tem como marco teórico os domínios da Ecologia Comportamental, onde se destaca a teoria da Seleção Sexual como elemento central para os objetivos propostos. A Ecologia Comportamental tem como base o estudo das estratégias adotadas pelos indivíduos de uma espécie visando a otimização da sua performance em seus componentes de história de vida. Entre tais componentes, destacam-se aqueles vinculados à sobrevivência, à busca por recursos (alimentos, refúgios) e à reprodução. A otimização de cada um destes componentes não ocorre de maneira independente dos demais: todos estão correlacionados, onde as decisões adotadas em um contexto, seguramente, afetam os cenários de decisões para os outros componentes.

Uma forma de investimento reprodutivo que está associada ao esforço de acasalamento é o oferecimento de presentes nupciais sob a forma de alimentos transferidos pelos machos às fêmeas – denominados por “alimentação nupcial” (Vahed 1998, 2007; Albo *et al.* 2013). A alimentação nupcial influencia tanto o aumento das taxas de acasalamento dos machos, através da exploração da motivação ao forrageamento das fêmeas (Brum *et al.* 2012; Albo *et al.* 2013), como induz a inibição da receptividade das fêmeas a novas cópulas

---

<sup>1</sup> Especialista em Educação Ambiental/ FACCAT. Mestranda do PPG em Biologia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, bolsista do *Fundo Pe. Milton Valente de Apoio Acadêmico*

<sup>2</sup> Pós-doutor em taxonomia de aranhas pelo Instituto Butantan, São Paulo. Professor do PPG em Biologia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

<sup>3</sup> Pós-doutor /Universidade de São Paulo e pela Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). Pesquisador pós-doutor do PPG em Biologia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

(Eberhard; Huber 2010), indicando que os presentes nupciais atuam como elementos centrais na mediação do conflito sexual favorecendo aos machos (Albo *et al.* 2014).

Da perspectiva das fêmeas, o papel manipulador da alimentação nupcial por parte dos machos agrega benefícios indiretos à sua prole, assumindo que a característica manipuladora será herdada pelos seus descendentes, que serão assim igualmente manipuladores (Andersson 1994). A alimentação nupcial também pode agregar benefícios diretos em termos energéticos (Gwynne 2008), principalmente em sistemas de acasalamento poliândricos (Arnqvist; Nilsson 2000), atenuando os custos da manipulação sofrida pelos machos.

A questão central desta pesquisa diz respeito à variação nos padrões de decisão de investimento reprodutivo ao longo do tempo de vida adulta de aranhas de duas espécies do gênero *Paratrachalea*. O balanço entre o esforço de acasalamento dos machos e o investimento maternal determinam parte da direção e intensidade do conflito sexual. Em sistemas envolvendo o oferecimento de presentes nupciais alimentares transferidos nas etapas iniciais do cortejo o resultado do conflito beneficia os machos, através da manipulação dos critérios de escolha das fêmeas e do controle do tempo de cópula.

No entanto, em interações com fêmeas sexualmente não receptivas, os machos podem arcar com custos elevados de perda do investimento no presente, conferindo vantagem às fêmeas pela aquisição de uma fonte de energia extra, especialmente se estas se encontram em atividades de cuidado maternal.

A partir de uma abordagem amostral em campo, investigou-se se as interpretações teóricas sobre conflito sexual têm algum suporte sobre o padrão de distribuição espacial das espécies. Como organismo modelo utilizou-se aranhas das espécies *Paratrechalea azul* Carico, 2005 e *Paratrechalea ornata* (Mello-Leitão, 1943) (Araneae, Trechaleidae), espécies onde os machos oferecem uma presa envolta em seda como forma de presente nupcial para a fêmea (Costa-Schmidt *et al.* 2008).

Buscou-se evidências que corroborem a hipótese de que o conflito sexual pré-copulatório a favor dos machos, em sistemas que envolvam o uso de alimentação nupcial, possa ser revertido a uma situação de conflito sexual pós-copulatório favorecendo as fêmeas, sendo ambos os conflitos mediados pela transferência de um presente nupcial com potencial valor nutricional.

## **METODOLOGIA**

Área de estudo: As amostragens foram realizadas em um trecho de 200m do Rio do Ouro, município de Maquiné, no litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil (29°35'06.7"S 50°16'57.3"W).

Realizaram-se com frequência mensal quatro expedições entre os meses de outubro de 2014 e janeiro de 2015, onde foram amostrados indivíduos adultos de *Paratrechalea azul* e *P. ornata* que estavam em atividade sobre as rochas nas margens do trecho de rio selecionado. Em cada noite de amostragem estabelecemos de 7 a 10 transecções lineares, de 5 metros de comprimento cada, perpendiculares ao curso do rio. A distância entre duas transecções adjacentes era de aproximadamente 10 metros. Dois coletores amostraram todos os indivíduos adultos encontrados na transecção, sendo o esforço de amostragem total em cada transecção padronizado para uma área de 5 m<sup>2</sup>/coletor durante 15 minutos.

Utilizou-se modelos lineares generalizados (GLM), com distribuição de Poisson, para testar o efeito dos fatores de classificação sobre a contagem do número de indivíduos ao longo do gradiente de distância em relação ao rio. A contagem do número de indivíduos amostrados foi organizada em uma tabela de contingência classificada pela espécie (dois níveis), pelo *status* (quatro níveis), e pela posição dos indivíduos em relação à margem do rio (cinco níveis). Todas as análises foram realizadas no ambiente de análise estatística R (R Core Team 2014), utilizando os pacotes “stats” (R Core Team 2014) e “phia” (Rosario-Martinez 2015).

## **RESULTADOS**

Machos com presentes e fêmeas em cuidado maternal apresentaram uma distribuição espacial sobreposta ao longo de suas áreas de atividade, o que sugere uma vantagem às fêmeas em termos de ganhos energéticos através do roubo dos presentes.

O efeito da interação é expresso em grande parte por conta da distribuição mais próxima à margem do rio de machos sem presente nupcial e fêmeas sem ooteca. Fêmeas com ooteca apresentaram uma tendência a serem mais abundantes na porção final das transecções (a partir dos 3 m), sendo que machos com presente nupcial apresentaram uma distribuição mais homogênea ao longo de todo o gradiente investigado, para ambas as espécies.

## **DISCUSSÃO**

Os dados aqui apresentados dão suporte à premissa de que a distribuição dos indivíduos adultos de *Paratrechalea* ao longo do gradiente espacial entre o sistema aquático e o terrestre é determinada pelo grau de investimento reprodutivo dos machos e das fêmeas. Os

padrões observados estão parcialmente de acordo com nossas hipóteses de trabalho, que previam a predominância de estratégias de atenuação de conflitos sexuais envolvendo o assédio sexual por parte das fêmeas, e a busca de parceiras sexualmente receptivas por parte dos machos.

Da perspectiva das fêmeas, os padrões corroboram a hipótese de que fêmeas em cuidado maternal apresentam uma distribuição compatível com a diminuição na taxa de assédio sexual dos machos. Ao mesmo tempo, quando potencialmente junto ao assédio houver a transferência de algum benefício adicional, como a energia contida na alimentação nupcial, os custos do assédio podem ser compensados. Já da perspectiva dos machos, os dados corroboram parcialmente a hipótese de que estariam distribuídos em um padrão similar ao das fêmeas receptivas. Os machos sem presente nupcial apresentaram um padrão de distribuição idêntico ao das fêmeas receptivas, mas que pode ser igualmente explicado pela atividade de forrageamento alimentar.

Em termos de conflito sexual, os presentes nupciais em *Paratrechalea* oferecem vantagens reprodutivas aos machos (Albo; Costa 2010). Entretanto, os mesmos mecanismos de indução à receptividade, mediados pelos presentes nupciais de *Paratrechalea*, e que favorecem os machos em encontros com fêmeas receptivas, podem ter uma consequência inversa na resolução do conflito sexual, caso a interação envolva fêmeas em atividade de cuidado maternal. Neste contexto, ao explorarem o comportamento de forrageio de fêmeas não receptivas, os machos arcarão com custos gerados pela perda do presente, fazendo com que os benefícios derivados do conflito sexual mediado pelos presentes nupciais seja então direcionado às fêmeas quando em atividade de cuidado parental. Assim, o papel mediador do conflito sexual exercido através dos presentes nupciais possui um comportamento dinâmico, ora beneficiando machos e ora beneficiando fêmeas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ponto central apresentado neste trabalho foi de que a dinâmica reprodutiva envolvendo a transferência de alimentos nupciais gera consequências em um contexto ecológico imediato, representado aqui pelo padrão de distribuição espacial ao longo do gradiente do ecótono em que vivem os indivíduos adultos de *Paratrechalea*. Do ponto de vista teórico, os mesmos mecanismos que machos com alimentos nupciais utilizam para manipular a receptividade das fêmeas (Brum *et al.* 2012), podem levar a um cenário onde as consequências adaptativas apresentem interpretações divergentes, sendo a direção do

benefício da interação determinado pelo grau de investimento parental da fêmea no momento da interação.

## REFERÊNCIAS

- ALBO, M. J.; COSTA, F. G. Nuptial gift-giving behaviour and male mating effort in the neotropical spider *Paratrechalea ornata* (Trechaleidae). *Animal Behaviour*, [S.l.], v. 79, n. 5, p. 1031-1036, May. 2010, Documento em PDF
- ALBO, M. J.; MELO-GONZÁLEZ, V.; CARBALLO, M.; BALDENEGRO, F.; TRILLO, M. C.; COSTA, F. G. Evolution of worthless gifts is favoured by male condition and prey access in spiders. *Animal Behaviour*, [S.l.], v. 92, p.25-31, Feb. 2014 Documento em PDF
- ALBO, M. J.; TOFT, S.; BILDE, T. Sexual selection, ecology, and evolution of nuptial gifts in spiders. In: MACEDO, R. H.; MACHADO, G. (Ed.). *Sexual selection: perspectives and models from the neotropics*. Estados Unidos: Academic Press, 2013. p. 183-200.
- ANDERSSON, M. B. The theory of sexual selection. In: ANDERSSON, M. B. (Ed.). *Sexual selection*. Princeton: Princeton University Press, 1994, p.3-31.
- ARNQVIST, G.; NILSSON, T. The evolution of polyandry: multiple mating and female fitness in insects. *Animal behaviour*, [S.l.], v.60, p.145-164, Feb. 2000 Documento em PDF
- BRUM, P. E. D.; COSTA-SCHMIDT, L. E.; ARAÚJO, A. M. It is a matter of taste: chemical signals mediate nuptial gift acceptance in a neotropical spider. *Behavioral Ecology*, [S.l.], v. 23, p.442-447, Feb. 2012, Documento em PDF
- CARICO, J. E. Descriptions of two new spider genera of Trechaleidae (Araneae, Lycosoidea) from South America. *Journal of Arachnology*, [S.l.], v.33, p.797-812, 2005 Documento em PDF
- COSTA-SCHMIDT, L. E.; CARICO, J. E.; ARAÚJO, A. M. Nuptial gifts and sexual behavior in two species of spider (Araneae, Trechaleidae, *Paratrechalea*). *Naturwissenschaften*, [S.l.], v.95, p.731-739, 2008, Documento em PDF
- EBERHARD, W. G.; HUBER, B. A. Spider Genitalia: Precise Maneuvers with a Numb Structure in a Complex Lock. In: LEONARD, J.; CÓRDOBA-AGUILAR, A., (Ed.), *The evolution of primary sexual characters in animals* p. 249-284, 2010, Oxford:Oxford University Press.
- GWYNNE, D. T. Sexual conflict over nuptial gifts in insects. *Annu. Rev. Entomol.*, [S.l.], v.53, p.83-101, 2008, Documento em PDF
- MELLO-LEITÃO, C. F. (1943) Arañas nuevas de Mendoza, La Rioja y Córdoba colectadas por el Professor Max Birabén. *Revista del Museo de La Plata (N.S., Zool.)*, [S.l.], v.3, p.101-121.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014, URL disponível em: <http://www.R-project.org/>

ROSARIO-MARTINEZ, H. phia: Post-Hoc Interaction Analysis. *R package version 0.2-0*. 2015, Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=phia>

VAHED, K. The function of nuptial feeding in insects: a review of empirical studies. *Biological Reviews*, [S.l.], v.73, p.43-78, 1998. Documento em PDF

VAHED, K. All that glisters is not gold: sensory bias, sexual conflict and nuptial feeding in insects and spiders. *Ethology*, [S.l.], v.113, 105-127, 2007, Documento em PDF